

環境危機をあおってはいけない
地球環境のホントの実態

The Skeptical Environmentalist: Measuring the Real
State of the World

ビョルン・ロンボルグ^{*1} 訳：山形浩生^{*2*3}

2003年7月4日

^{*1} ©2001 Bjørn Lomborg

^{*2} <http://www.post1.com/home/hiyori13/>

^{*3} ©2003 山形浩生 禁無断転載、無断複製。

わが母、ビルギット・ロンボルグに捧ぐ

私の長期予測を手短に述べると：

生活の物質的な条件は、ほとんどの国のほとんどの人にとっては、ほとんどの期間に向上が続くだろう。一 - 二世紀のうちに、すべての国と人類のほとんどは、今日の西洋の生活水準と同等かそれ以上になるだろう。

が、もう一つ私が予想するのは、多くの人は相変わらず生活のいろいろな条件が、どんどん悪くなっていると思いきみ、そう言い続けるだろう、ということだ。

メリーランド大学経済学教授

ジュリアン・サイモン (1932–98) (Regis 1997: 198)

目次

はじめに	xxv
用語と単位	xxix
謝辞	xxxix
第 I 部 よく聞くお話は本当か？	1
第 1 章 世の中、よくなっているのだ	3
1.1 定番のお話	3
1.2 ものごとは改善している が十分によくはない	5
1.3 誇張とよいマネジメント	6
1.4 大事なこと：トレンド	7
1.5 大事なこと：グローバルトレンド	8
1.6 大事なこと：長期トレンド	10
1.7 大事なこと：なぜそれが重要なのか？	13
1.8 大事なこと：人間	16
1.9 現実 VS 神話	17
1.10 現実：ワールドウォッチ研究所	18
1.11 世界自然保護基金 (WWF)	22
1.12 現実：グリーンピース	25
1.13 現実：まちがったダメな統計と経済学	25
1.14 現実：水問題	28
1.15 現実：ピメンテルと世界の健康その 1	30
1.16 現実：ピメンテルと世界の健康その 2	33
1.17 現実 VS レトリックとダメな予想	38
1.18 現実	43

1.19	現実と道徳	45
第 2 章	なぜこんなに悪いニュースばかり？	49
2.1	研究	51
	ファイル棚とデータマッサージ	52
2.2	組織・団体	53
2.3	メディア	55
2.4	歪んだ現実：散発的だけれど予想がつく	56
2.5	歪んだ現実：悪いニュース	57
2.6	歪んだ現実：対立と罪悪感	58
2.7	その帰結	59
第 II 部	人類の福祉	61
第 3 章	人類の福祉を計る	63
3.1	地上には何人いるの？	64
3.2	人口構成の変化	67
3.3	人口過剰	68
第 4 章	期待寿命と健康	71
4.1	期待寿命	71
4.2	発展途上国の期待寿命	73
4.3	乳児死亡率	75
4.4	病気	77
4.5	結論	83
第 5 章	食料と飢え	85
5.1	マルサスと永遠に続く飢餓	85
5.2	かつてないほど食料は増えている	86
5.3	かつてないほど値段は下がっている	88
5.4	緑の革命	88
	相対的な改善？ 絶対的な改善？	92
5.5	地域分布：アフリカ	93
5.6	地域分布：中国	95
5.7	結論	95

インフレ調整済み GDP は豊さの指標として適当か？	96
第 6 章 繁栄	99
6.1 貧困と分配	101
6.2 拡大する貧富の差？	104
6.3 さらに貧しく？	108
6.4 増えた消費財	111
6.5 一層の教育	114
6.6 増えた余暇	116
6.7 高くなった安全性とセキュリティ	120
6.8 少なくなった災害と事故	121
第 7 章 第 II 部の結論：かつてない人類の繁栄	125
第 III 部 人類の繁栄は続けられるのだろうか？	127
第 8 章 ぼくたちは未来を食いつぶして現在の繁栄を維持しているのでは？	129
8.1 資源・リソース 福祉の基盤	130
第 9 章 食べ物は足りるの？	131
9.1 少なくとも一人あたり穀物は減少している	132
9.2 生産性が下がっている	134
9.3 収量の限界？	136
バイオマス	140
9.4 ふつうの農民はどうよ？	142
9.5 まだ収量の高成長なんて要るの？	142
9.6 穀物備蓄が減ってるぞ！	143
9.7 中国はどうよ？	145
9.8 土壌流出を心配したほうがいいのか？	148
9.9 魚はどうよ？	151
9.10 結論	153
第 10 章 森林ってなくなりかけてるの？	157
10.1 森林と歴史	159
10.2 森林破壊：一般的な見解	160

10.3	森林破壊：どれだけ？	162
10.4	どれだけの森林？	164
10.5	結論	166
第 11 章	エネルギー	169
11.1	ぼくたちの文明はエネルギー上に築かれている	169
11.2	このままやっていけるだけのエネルギーはあるの？	171
11.3	石油危機	172
11.4	石油はどれだけ残っているの？	173
11.5	楽観論者と悲観論者の議論	178
11.6	使える石油はかつてなく多い	178
11.7	その他化石エネルギー源	181
11.8	原子力	184
11.9	再生可能エネルギー	185
11.10	太陽光エネルギー	190
11.11	風力エネルギー	192
11.12	貯蔵と移動中の消費	193
11.13	結論	194
第 12 章	エネルギー以外の資源	197
12.1	悲観論者は資源が枯渇する方に賭け　そして負けた	197
12.2	下落する価格	198
12.3	セメント	199
12.4	アルミニウム	200
12.5	鉄	201
12.6	銅	203
12.7	金と銀	205
12.8	窒素、リン、カリウム	205
12.9	亜鉛	206
12.10	その他の資源	207
12.11	なぜ資源が増えたりするの？	209
12.12	結論	211
第 13 章	水	213
13.1	水は世界にどれだけあるの？	214

13.2	3つの中心的な問題	217
13.3	水が足りない?	218
13.4	将来はもっと悪化するのでは?	221
13.5	紛争が激しくならないの?	223
13.6	結論	224
第 14 章	第 III 部の結論：繁栄は続く	227
第 IV 部	公害は人間の繁栄をダメにするだろうか?	229
第 15 章	大気汚染	231
15.1	昔の大気汚染	231
15.2	何が危険なの?	233
15.3	微粒子 (粒子状物質, SPM)	236
15.4	鉛	242
15.5	SO ₂	244
15.6	オゾン	246
15.7	窒素酸化物 (NO _x)	247
15.8	一酸化炭素 (CO)	249
15.9	発展途上国? 成長と環境との両得	249
15.10	結論	252
第 16 章	酸性雨と森の死	255
第 17 章	屋内の空気汚染	261
17.1	発展途上国の屋内の空気汚染	262
17.2	先進国における屋内の空気汚染	263
第 18 章	アレルギーとぜん息	265
第 19 章	水質汚染	271
19.1	海の石油汚染	271
19.2	ペルシャ湾の石油	274
19.3	エクソン・バルディーズ：相変わらず大惨事なのか?	275
19.4	沿岸の海水汚染	278
19.5	沿岸水の窒息	281

19.6	肥料による健康への影響	288
19.7	河川の汚染	290
第 20 章	廃棄物:捨てる場はないのか?	297
第 21 章	第 IV 部の結論:公害の負担は減りつつある	303
第 V 部	明日の問題	307
第 22 章	化学物質がこわい	309
22.1	ガン:死	311
22.2	ガン:発生率	320
	8 人に 1 人と他の生涯リスク	321
22.3	農薬がこわい	325
	リスク分析によって閾値を定める	327
22.4	農薬とガン	328
22.5	動物実験におけるガン	332
22.6	天然農薬と合成農薬	334
22.7	合成エストロゲン (環境ホルモン)	341
22.8	卵胞ホルモン:精子が劣化した	343
	有機農法の農民たち	346
22.9	合成卵胞ホルモン:「カクテル」効果	348
22.10	合成卵胞ホルモン:乳ガン	349
22.11	合成環境ホルモン:心配すべきか?	351
22.12	結論:農薬を使うべきか?	352
第 23 章	生物多様性 ²⁰⁰⁴	359
23.1	生物の種って全部でどのくらいあるの?	359
23.2	生物多様性って大事なの?	361
23.3	どれくらいの種が絶滅しているの?	363
23.4	4 万種という主張	364
23.5	モデルによる裏付け	364
23.6	ぼくたちは何を失うの?	366
23.7	モデルと現実	366
23.8	生物学者の反応	367

23.9	データをチェックしよう	368
23.10	生物学者の反応	370
23.11	結論：絶滅を派手に誇張したらどうなるのか？	371
第 24 章	地球温暖化	373
24.1	温室効果の基礎	375
24.2	長期の気候の動き	377
24.3	気候、1856–2100 年	380
24.4	CO_2 は気温にどれくらい影響するの？	384
24.5	CO_2 は気温にどれくらい影響するの？ 微粒子	385
24.6	CO_2 は気温にどれくらい影響するの？ 水蒸気	389
24.7	CO_2 は気温にどれくらい影響するの？ 雲	391
	オゾンホール	394
24.8	他に原因はないの？	399
24.9	シナリオは現実的なもの？	401
24.10	シナリオは現実的なもの？ 40 の新シナリオ	404
24.11	影響：農業	413
24.12	影響：海面上昇	416
24.13	影響：人類の健康	418
24.14	影響：異常気象	420
24.15	影響：現在と未来の気候	427
24.16	温暖化コスト	431
24.17	CO_2 削減のコスト	434
24.18	じゃあ、どうすればいいの？	438
	二重の儲け：環境を改善しておまけに儲ける？	442
	反対論： CO_2 を削減して儲けよう	449
	反対論：未来のお値段	451
	反対論：大災害が怖い	453
24.19	まとめ	455
24.20	一見したよりいろいろと	457
24.21	結論：怪談としっかりした政策	462

第 VI 部	世界の本当の状態	467
第 25 章	窮地なの、進歩なの？	469
25.1	定番話という壮大な寓話	470
25.2	本当の世界の状態	470
25.3	それなのにもっと心配するぼくたち	473
25.4	優先順位の設定とリスク	477
25.5	リスクの重みづけ	482
25.6	定番話のコスト	485
25.7	「慎重なる回避」原理 (予防原則) を持ち出すときの注意	499
25.8	繁栄は続くのだ	502
注		505
参考文献		679
日本語版への後記		825
訳者あとがき		831

図目次

図 1	世界の財輸出額の名目値、1950–2000, 1950–1998 年の 1998 年ドル換算、 1960–97 年の財とサービス輸出額	11
図 2	全世界、発展途上諸国、ソ連邦地域の穀物収量、1961–2000	12
図 3	1 人あたり肥料使用量、全世界 (1950–99) と発展途上諸国 (1962–99)	15
図 4	きれいな水と下水処理設備へのアクセスの発展を示す二つの試み	29
図 5	第三世界で飲料水と下水処理設備にアクセスを持つ人の割合, 1970–2000.	31
図 6	アメリカでの結核症例の実数と人口比、1945–99	32
図 7	栄養失調の人々、1949–2030、実数 (百万人) と比率 (途上国人口比)	35
図 8	伝染病による死亡率、1970–2020	38
図 9	117 ヶ国について一人当たり GDP (現在 1998PPP\$) と 2001 環境持続可能 性指標との相関	47
図 10	自分の近隣コミュニティ、全国、世界の環境について、それぞれの国で「非常 に悪い」「かなり悪い」と答えた人々の割合	50
図 11	世界人口 1750–2200, 2000 年以降は国連の中位推計	64
図 12	人口動態推移、スウェーデン (1750–2050) とスリランカ (1910–2050) の出生 率と死亡率, 1999–2050 は予測値	65
図 13	地球人口の増加、絶対数と比率, 1950–2050	66
図 14	都市人口比率、先進国と発展途上国、全世界, 1950–2030	69

図 15	イングランドの男子地主の誕生時の期待寿命 1200–1450 およびイングランドとウェールズまたはイギリスでの男女の誕生時期期待寿命 1541–1998.	72
図 16	先進工業国、発展途上国、サブサハラのアフリカ、全世界の期待寿命 1950–2050	73
図 17	2000 年時点で最大期待寿命ごとの世界人口比率	74
図 18	スウェーデンの出産 1000 人あたり乳児死亡数 1750–1998, およびその 9 年移動平均	76
図 19	出産 1000 人あたり乳児死亡数; 全世界、先進工業国、発展途上国、サブサハラアフリカ.	77
図 20	アメリカにおける伝染病と非感染病の件数、1900–98	79
図 21	期待余命と病気で過ごす期間の比率	82
図 22	成人男性の平均身長、1775–1975	83
図 23	先進工業国、発展途上国と世界での一人あたり一日カロリー摂取量 1961–98	87
図 24	飢餓者の割合、発展途上国の地域別、1970, 1980, 1991, 1997, 2010 推計値	87
図 25	小麦価格指標、イギリス 1316–2000	89
図 26	食糧に関する世界銀行価格指数 1957–2000	89
図 27	途上国における米、トウモロコシ、小麦のヘクタールあたり収量トン数、1960–2000	91
図 28	各地域の一人あたりカロリー摂取量、1961–98	93
図 29	推計一人あたり GDP 0–2000CE.	99
図 30	イギリス (1756–2000) とアメリカ (1789–2000) の一人あたり GDP	100
図 31	世界各地の一人あたり GDP 1985US\$換算, 1820–1989.	101
図 32	先進国と途上国の一人あたり GDP 1985 PPP\$換算, 1950–95.	102
図 33	各種の貧困定義と考慮範囲に基づく貧困者比率, 1950–98.	103

図 34 PPP\$で見た一人当たり GDP で、世界の最貧と最富それぞれ 20 パーセントと 30 パーセントずつの相関, 1960–97. 106

図 35 先進国と途上国の一人当たり所得の比率, 1820–2100, PPP\$ 107

図 36 ブラジルとメキシコの一人当たり実質現地通貨 GDP, 1960–2001, サブサハラアフリカの一人当たり実質 PPP\$ GDP, 1950–92 110

図 37 20 世紀中のアメリカの各種消費財世帯保有率 112

図 38 英、米、デンマーク、仏、伊各国の一人当たり居室数, 1900–98 114

図 39 20 世紀中のインドの各種福祉指標: 一人当たり GDP 2000 年ルピー換算、1000 人あたりのラジオ、テレビ、電話台数 115

図 40 20 世紀中のインドの各種福祉指標: 小学、中学、高校進学率 (Gross Enrollment Ratio) と誕生日別識字率 115

図 41 途上国の非識字率、誕生日別、1915–82, 男、女、合計 116

図 42 途上国における一人あたり平均教育水準指標、小学、中学、高校以上 1960–90, 1960 = 1 117

図 43 各国雇用一人あたり年間労働時間、1870–1992 118

図 44 利用可能時間 (睡眠、食事、個人衛生に使われていない一日 14 時間) の利用割合。各種活動のイギリス男性、1856–1981 119

図 45 男女別 19 ヶ国 (欧米カナダ) の自由時間平均トレンド、1965–1995 120

図 46 災害による年間死亡率、10 年平均、1900–99 自然災害のみ: 疫病、洪水、津波、嵐 (トルネード、サイクロン、ハリケーン他) 浸水、干ばつ、地震、火山。122

図 47 20 世紀の事故死亡率トレンド. 123

図 48 レスター・ブラウンの図、WI 1998:92. 2000 年ドル/ブッシェル換算の小麦の国際市場価格、1950–96 132

図 49 2000 年ドル/ブッシェル換算の小麦の国際市場価格、1950–2000 133

図 50 穀物生産、一人あたり kg、世界と発展途上国、1961–2000 134

図 51	穀物生産、FAO の予測 1989–2010 と実績 1961–2000	135
図 52	アメリカの小麦と日本の米の収量 1860 年代–2000, t/ha	137
図 53	小麦収量 1960–2000, t/ha, アメリカ、EU、世界	138
図 54	米収量 1960–2000, t/ha, 日本、韓国、世界	139
図 55	穀物繰越蓄量、1961–2000: 次の収穫の直前における消費可能日数	144
図 56	各種機関による中国の将来穀物輸入量推計と、1999/2000 の需要実績値 . . .	148
図 57	一人当たり漁獲高と養魚高、及び総水揚げ量、1950–99 (1999 年データは速 報値)	152
図 58	先進国、発展途上国、全世界の 1 人当たりカロリー摂取量、1961–2030 . . .	155
図 59	「地球上に残っている森林を保存するためにいま行動を」WWF の森林につ いてのウェブページ	158
図 60	国連による世界森林の推定面積、1948–1994、1961–1994	158
図 61	アマゾンに残る森林、1978–99	163
図 62	アメリカのエネルギー消費、1750–2000、薪、石炭、石油、天然ガス、水力、 原子力	170
図 63	世界のエネルギー生産、1890–1999、燃料種類別 (単位: エクサジュール) . . .	174
図 64	石油、天然ガス、石炭の単位エネルギーあたりアメリカ価格と、ガソリン小売 り価格 (税金は含まず、レギュラー無鉛価格に換算)、2000 年ドル、1950–2000	175
図 65	石油価格の推移、2000 年ドル、1871–2020 と、世界の生産量 1882–2020, 2001–20 はアメリカエネルギー情報局の予測	176
図 66	消費可能年数: 世界の利用可能埋蔵量と、年間生産量との比、1920–2000 . . .	177
図 67	世界の既知の利用可能埋蔵量と、世界の年間石油生産量、1920–2000	177
図 68	エネルギー効率、アメリカ 1800–1999 とイギリス 1880–1997	181

図 69	世界の天然ガス生産、価格と残存消費年数.	182
図 70	世界の石炭生産、価格と残存消費年数.	183
図 71	エネルギー源別の世界エネルギー生産比率、1998 年、合計 428EJ.	186
図 72	各種再生可能エネルギー源による kWh あたり価格、1975–2030	188
図 73	年間太陽放射のエネルギー含有量 (2,895,000EJ) と、非再生可能エネルギー のすべての資源量、および世界の年間エネルギー消費量 (400EJ) の比較 . . .	191
図 74	<i>The Economist</i> による産業物価指数、1845–2000。インフレ調整済 (1845– 50=100)	198
図 75	金属の価格指数、1957–2000。2000 年を 1 とする	199
図 76	アルミニウムの価格、1895–2000、およびその生産量、1891–2000	201
図 77	最もよく使用される金属 4 種の残存消費可能年数、1950–2000。鉄のみ 1957– 2000	202
図 78	鉄の 2000 年米ドル換算価格 1916–2000 とその生産量 1928–2000	203
図 79	銅の 2000 年米ドル換算価格 1850–2000 とその生産量 1800–2000	204
図 80	金の残存消費可能年数、1950–2000	206
図 81	肥料価格指数、1957–2000; 2000 年=1	207
図 82	亜鉛の 2000 年米ドル換算価格 1876–2000 およびその生産量 1800–2000 . . .	208
図 83	世界の年間取水量および水使用量 (単位: $1,000km^3$) と、アクセス可能な流 水比率、1900–95 実績と 2025 年までの予測値	215
図 84	世界の取水量 (農業用、産業用、都市用) と使用総量、1900–95	216
図 85	入手できる水の最大量ごとに見た人口分布、2000 年、2025 年、2050 年 . . .	221
図 86	ロンドンの SO_2 と煙平均量、1585–1994/5	234
図 87	アメリカの汚染レベル実測値に基づく PM_{10} (小さい粒子の煙) 鉛、硫化物、	

オゾン汚染物質の平均コスト	235
図 88 アメリカ (1957–99) とイギリス (1957–99) における粒状物質の濃度実績と、イギリス都市部についての予測 (1995–2010)	239
図 89 アメリカにおける自動車 PM_{10} 排出量 (1940–2010) とイギリスの都市自動車 PM_{10} 排出量 (1970–2010)	240
図 90 アメリカ (1977–1999) とイギリス (1980–1996) の鉛濃度	243
図 91 ヨーロッパ (1880–1995), アメリカ (1900–2010), EU(1980–2010) における SO_2 排出量。2000–2010 は予測値	245
図 92 アメリカ (1962–99) とイギリス (1962–97) における年間平均 SO_2 濃度	246
図 93 アメリカ (1975–1999) とイギリス、ロンドン (1976–1998) のオゾン値	247
図 94 アメリカ (1975–1999) とイギリス、ロンドン中心部 (1976–1998) の NO_2 年間平均濃度	248
図 95 アメリカ (1970–99) とイギリスのロンドン中心部 (1976–98) における年平均一酸化炭素濃度	250
図 96 31 ヶ国 48 都市の一人あたり GDP と微粒子汚染の関係、1972 年と 1986 年	251
図 97 31 ヶ国 47 都市の一人あたり GDP と SO_2 汚染の関係、1972 年と 1986 年	252
図 98 NAPAP の実験結果。各種の模擬酸性雨にさらした 2 才から 5 才の苗木の直径成長	257
図 99 1980 年代と 1990 年代の年間あたりの湖の酸度の変化	258
図 100 室内の空気汚染と屋外の大気汚染による世界の年間死亡者数推計	261
図 101 1956–93 にかけての調査によるぜん息と喘鳴の発生率の推移	266
図 102 世界の大きな石油流出の件数 (黒線、700 トン以上の漏出) と石油流出の総量 (棒グラフ)、1970–99	272
図 103 アメリカ水域で流出した石油量、1970–98	273

図 104	イギリス (1980–2000)、デンマーク (1980–1999)、EU 平均 (1992–1999) で地 元または EU の規制に違反しているビーチの割合	279
図 105	魚貝類内の沿岸汚染物質濃度、デンマークの指標 (1973–1992) とアメリカ (1986–95)	280
図 106	世界の肥料使用 1920–99 と、アメリカ、西欧、発展途上国での肥料利用成長 率 1961–99	283
図 107	連続したアメリカ合州国における各種発生源からの流入窒素量比率、メジア ン値	285
図 108	メキシコ湾の窒素負荷を減らすためのミックス政策オプションの費用、便益、 純便益 (マイナス)	287
図 109	一人あたり所得に対する河川の大腸菌数、1979 年と 1986 年	291
図 110	テムズ川 (1890–1974、右軸)、ライン川 (1945–97、左軸)、ニューヨーク港 (1910–97、左軸) の酸素水準	292
図 111	イギリスとアメリカにおける低水質河川の割合	294
図 112	アメリカの淡水魚中 (1969–86) と、アメリカ/カナダ五大湖のセグロカモメの 卵 (1974–96) 中の残存汚染物質水準	295
図 113	1985 年 39 ヶ国における一人あたり所得とゴミ排出量との関係	298
図 114	アメリカのゴミ、全国と一人当たりの埋め立て、回収、焼却、1960–2005	299
図 115	21 世紀のアメリカの全廃棄物を処理するのに必要な埋め立て地の大きさ	300
図 116	各国における母乳や脂肪中の DDT 濃度, 1963–97	304
図 117	アメリカのガン死亡率, 1950–98	312
図 118	アメリカの白血病による死亡率と発生率 (ガンの発症) 1950–1997	314
図 119	アメリカの男女別年齢補正済み癌死亡率、1930–98	316
図 120	アメリカの男女性全成人のタバコ消費量、1900–99, および男女別肺ガンと気 管支ガン発生率、1930–98	317

図 121	乳ガンのリスク要因、1960–98；女性の初産年齢の中間値、総出産率と人口中の肥満率、および年齢補正済みの乳ガン発生率	319
図 122	ガンになりやすい部位の年齢補正済みの発生リスク、1973–97	321
図 123	小児ガンの年齢補正済み発生率と死亡率、0–14 歳、1973–97	324
図 124	食べ物からの農薬摂取量 (45 μ g/日 あるいは 99.6 パーセント) と水からの農薬摂取量 (0.2 μ g/日 あるいは 0.4 パーセント)	327
図 125	アメリカにおける原因別ガンの割合	328
図 126	エチレンチオ尿素 (ETU) の発ガン性についてのラット研究	334
図 127	平均的なアメリカ人、一日当たりのいろんな食べ物と合成農薬の摂取量に関連性のあるガンのリスク (HERP) の比較	337
図 128	アメリカにおける食物関連のガンによる原因別死亡者数	340
図 129	1938 年から 1990 年にかけての 61 の研究における平均的な精子の数	343
図 130	6 億年前以来の海生動物、昆虫、4 本足の脊椎動物の科の数、および陸生植物の種の数	360
図 131	1600 年から 1974 年までの絶滅率推計に、1980 年のマイヤーズの推計を追加	365
図 132	人工温室効果気体別の、気候変化に及ぼす影響	375
図 133	化石燃料とセメント生産による年間世界炭素排出量、1850–1999、および大気中の CO_2 の濃度 (ppmv) 1850–2000	376
図 134	過去 1000 年間の北半球の気温推移	377
図 135	全世界の気温、1856–2000、1961–90 平均気温からの偏差 (アノマリー) として表示。	381
図 136	新しい CO_2 排出シナリオ 6 つ、1990–2100、参照用にかつての IS92a 基準シナリオ (BaU シナリオ) も追加	382
図 137	予想気温と海面水準の総上昇量、1990–2000、6 つの新シナリオで、7 つの複雑なモデル出力により補正した単純な気象モデルを使用した結果	383

図 138 ハドレーセンター大気大循環モデル (CM2) による世界平均気温シミュレーション 386

図 139 放射強制力の世界平均と、各種のエージェントからくる不確実性、産業革命以前 (1750) から今日 (1990 年代末-2000) からの純変動 388

図 140 NASA/ゴダード研 AOGCM による地表と対流圏の温度差、1950-2099 . . . 390

図 141 気象観測気球 (1978-99 年、白線) と衛星 (1979-2001 年 4 月) による対流圏気温偏差測定 391

図 142 気温、1990-2100、シナリオ A2 (左) とシナリオ B2 (右) を実行した 9 つの AOGCM による予測 394

図 143 一年のフロンガスの世界生産量、1950-96 397

図 144 オゾン破壊する成層圏の塩素・臭素濃度、1950-2100 年 398

図 145 緯度別の年平均 UV-B 輻射、雲とエアロゾルも含めて考慮 398

図 146 黒点期間と北半球平均気温変動の相関、1865-1995 400

図 147 地球の低層雲の覆空率 ($> 680hPa$) と宇宙線入射量との相関 401

図 148 温室効果ガスの年間増加率、1851-1998、 CO_2 換算の成長率で測定 403

図 149 IPCC シナリオ、1990-2100。人口、年間 SO_2 排出量、先進国と途上国の 1 人あたり年間所得 405

図 150 IPCC シナリオ、1990-2100 年。森林地帯、エネルギー効率、年間主要エネルギー、再生可能エネルギー源の割合 407

図 151 上のグラフ：再生可能エネルギーの 4 シナリオ別世界の炭素排出量、1995-2395。下のパネル：各シナリオによる世界平均気温変化。 411

図 152 大西洋海盆暴風雨の平均年間最大維持風速 1945-96 424

図 153 気象関連の自然災害による経済損失、1960-2000 425

図 154 アメリカのハリケーン被害、1900-95 年 426

- 図 155 北半球、南半球各地の最高気温と最低気温、1950 年から 1993 年までの季節
トレンド、 $^{\circ}\text{C}/\text{世紀}$ 428
- 図 156 気温上昇と CO_2 増大によるバイオマスと純一次生産 (NPP) 増加のシミュ
レーション、1850–2100 430
- 図 157 基準シナリオ (BaU シナリオ) (IS92a) の気温上昇推計と京都議定書の制限
が永遠に続いた場合の気温上昇推計 434
- 図 158 2010 年の京都議定書コスト (10 億 2000 年 US\$) をアメリカ、EU、日本、カ
ナダ・オーストラリア・ニュージーランドについて、4 つの排出権取引想定ごと
に表示。 436
- 図 159 京都議定書のように、アネックス I 諸国が 2010 年に排出量を 1990 年水準よ
りちょっと低く固定した場合の世界 CO_2 排出量推計、炭素 10 億トン単位 . . . 438
- 図 160 各種の炭素削減を 1995 年に行った場合の最後の 1 トン削減に要するコスト
(2000US\$) 441
- 図 161 左: 基準シナリオ (BaU シナリオ) と比較した CO_2 排出量の削減率, 1995-
2105; 1990 年水準で全地球の排出量を制限; 気温増加を 2.5°C に抑える; 社会
的に最適な結果を得る場合の比較. 441
- 図 162 環境被害と環境税 444
- 図 163 現状のまま (地球温暖化だけ), 最適な排出削減、世界排出量を 1990 年水準
で凍結、気温上昇を 2.5°C と 1.5°C に抑えた場合の、それぞれの総現在価値コ
スト (2000 年米ドル換算) 445
- 図 164 各種シナリオの、現状のままをベースラインとした総現在価値コスト (2000
米ドル換算): 最適な排出削減、京都議定書と同じ気温低下を実現、排出権取引
つきで京都議定書を実現、アネックス I の取引、OECD 内だけで取引、排出権
取引なし 447
- 図 165 将来の総消費 (1 兆 2000 米ドル単位)、現状のまま、シナリオ 5 種類、地球温
暖化がなかった場合の価値 465
- 図 166 IPCC の 4 主要シナリオを、グローバル・地域的軸と、経済重視・環境重視軸

とともに表示	466
図 167 10 年前、現在、25 年後に、環境問題が自分たちの健康に「かなり影響する」、 「ある程度影響する」と答えた回答者の比率	476
図 168 環境の重要性についての世論トレンド、1968–2001	478
図 169 アメリカの環境支出、1962–99, 2000 年ドル換算	479
図 170 WHO による主要リスク要因 10 種類による喪失寿命年 (YLL) の分布推計、 全世界、発展途上国、旧欧州社会主義国 (含むロシア) OECD。	480
図 171 社会の各種領域で 1 寿命年を救うためのメジアンコスト、1993 年ドル換算	487
図 172 社会の各種行政領域で 1 寿命年を救うためのメジアンコスト、1993 年ドル換 算	488
図 173 医薬品と毒物規制による 1 寿命年を救うためのコスト分布、1993 年ドル換算	489

表目次

表 1	労働、個人活動、自由時間のトレンド、アメリカ 1965–95	119
表 2	世界の原材料売上高の 95 パーセントを占める主要な原料 24 種	200
表 3	調査対象 47 物質のうち、確認埋蔵量では不足する可能性のある 11 種	209
表 4	慢性的な水不足（1 日 1 人あたり 2,740 リットル以下）の国とその他の国の比較、それぞれ 2000 年、2025 年、2050 年	219
表 5	代表的な出来事の件数と死亡の生涯リスク（パーセント）	323
表 6	1600 年から現在にいたる種の数と、記録に残った絶滅の数。	361
表 7	地球温暖化がない場合に比べ 2060 年に CO_2 が倍増した場合（2.5–5.2°C の気温上昇）の穀物生産変化率	414
表 8	死亡リスクを 0.000001 だけ増やす各種行動と、その場合の死因	483
表 9	いくつかの介入について人命救済のコスト効率、1993 年ドル換算	486

はじめに

本書の着想が生まれたのは、1997年2月、ロサンゼルスのある書店でのことだった。『ワイアード』誌を立ち読みしていると、アメリカの経済学者ジュリアン・サイモン（メリーランド大学）のインタビューがあった。ぼくたちのこれまでの環境に対する理解は、はっきり言って先入観とダメな統計に基づくものでしかない、とかれは主張していた。環境についての、破滅の目的な理解は正しくないのだ、と。主張の根拠には公式統計しか使っていないし、だれでもアクセスできるものだから自分の主張はすぐ確かめられるぞ、とサイモンは強調していた。

ぼくは挑発された。ぼくは古くさい左翼のグリーンピース支持者で、長いこと環境問題について案じてきた。同時にぼくは統計学を教えているので、サイモンの情報源をチェックするのは簡単なはずだ。さらに、ぼくはいつも生徒たちに、統計学はぼくたちの重要な社会的信念が精査に耐えるものか、それともただの神話を判断するための、科学の最強の手段の一つだ、と教えている。それなのに、ぼくはずっと荒廃を続ける環境という自分の信念を本当に精査してみたことはなかった。そこへサイモンがやってきて、自分の信念を統計の顕微鏡にかけてみる、と言ったわけだ。

1997年の秋に、ぼくはいちばん出来のいい学生10人と研究会を作り、サイモンの主張を徹底的に調べてみようとした。正直いって、ぼくたちはサイモンの発言のほとんどが、ただのアメリカ右翼プロパガンダでしかないことを証明しようと思っていた。そして、はい確かに、かれの発言すべてが正確ではなかった。でも期待とはうらはらにかれの論点の驚くほど多くの部分は検証に耐え、ぼくたちの思いこんでいた知識とは逆だった。先進国の空気は、汚染が進むどころかきれいになっている。発展途上国の人々の飢餓も、増えるどころか減っている、等々。

ぼくは、いったいなぜ自分は、環境がひどい状態にあってそれが悪化する一方だと思っているのか考えてみた。そしてもしぼく自身の環境に対する信念がまちがっているとしても、それはぼく一人のまちがいじゃないだろう。そこでぼくはデンマークの大新聞の一つに連絡をとった。イギリスの『ガーディアン』紙のような中道左よりの新聞『ポリティケン』だ。そして、各種環境問題についてのぼくたちの理解について、いくつか記事を書き

たいと申し出た。その結果、記事が4本出て、これはデンマークで最大級の論争に発展し、あらゆる新聞にまで波及して、全部で関連記事やコメントや批判が400本以上も出た。その後ぼくは、その論争のフォローアップとして本をまとめようとした。ただしずっと広い範囲を扱って、ぼくたちの主要な心配事すべてを取り上げようと考えた。

でも論争全体は不思議なほど不完全な感じだった。そもそも、いちばん驚いたのは、多くの環境団体からの反応が、ただの感情的な全否定しかなかったということだった。そりゃもちろん、ぼく自身の最初の反応もそういうものではあったけれど、でも議論が進めば、そういう否認がやがて、ぼくの提示した大量のサポートデータについての考察に道を譲り、環境に対するぼくたちのアプローチをまともに再評価しようとするようになるものと思うだろう。びっくりしたことに、多くの方は、近しい友人たちを含め、批判的なコメントだけを読んで、ぼくが間違っているのだという単純な結論を引き出し、ぼくたちが来るべき災厄の日を安心して信じ続けられるのだ、と考えていた。これはつまり、災厄の未来像が実にしっかりとぼくたちの思考に食い込んでいることを示している。

ぼくはアーハウス大学で統計を教えているので、基本的な技能は国際統計の扱い方がわかっている、という点にある。ふつうは統計というと、みんな果てしない数字の列を追いかけるだけの退屈な作業だと思っている。ぼくは毎学期、新しい生徒たちに、そんなことはないよと納得させなきゃならない。実は統計はとってもエキサイティングなものになれる。それは統計がまさに、思いこみにデータを対峙させて、世界をもっとはっきり見せてくれるものだからだ。この興奮が、本書にも一貫して現れていればと思う。かなりの数値データは入っているけれど、世界の状態を知るのには刺激的で元気が出ることだし、自分の世界観の問い直しは健全で大きな見返りがあるはずだ。

もしパーティーでぼくが自分の仕事を語ると、イギリス首相ベンジャミン・ディズラエリ(1804—81)の発言とされるものを、正誤を問わず下敷きにしたコメントを避けられることは滅多にない。かれはこう言ったそうなの；「世の中には3種類のウソがある。ただのウソ、とんでもない大ウソ、そして統計だ」¹。そして確かに、統計が真実を歪めるのに使えるのは事実ではある。でも判断力をもって使われれば、統計は世界についての最高の情報源だ。

なぜか？ ぼくたちが友人や知り合いやメディアを通じて見る世界のごく一部は、世界全体についてのバランスの取れた見方にはほとんどなっていないからだ。各種の理由のために、ぼくたちの友人や知人は、平均的な人間よりはぼくたち自身にずっと近い。だから友人たちだけをもとに世界の印象を決めるのは、見方を歪めてしまう。同じように、テレビから聞こえてくる物語はしばしば、各種の予想がつく形で歪められ、誇張されている(真実とメディアの問題については第二章参照)。

このように、統計は世界をもっとはっきり見る方法を提供してくれる。それどころか統計は、多くの分野においてぼくたちが科学的にしっかりした世界記述を行う唯一の方法だったりする。

ぼくは本書の各章を専門家にレビューしてもらったけれど、ぼく自身は環境問題そのものについての専門家じゃない。ぼくの狙いはむしろ、専門家たち自身が関連書や雑誌で問題の記述に使った、問題へのアプローチについて説明を行い、各種の対象領域について、社会全体としての優先順位づけにおける重要性を評価できるような視点から検討を行うことだった。

鍵となる発想は、ぼくたちは環境団体やビジネスロビイストやメディアだけに、真実や優先順位の提案を任せておくべきじゃない、ということだ。むしろぼくたちは、環境論争において慎重な民主的チェックをがんばって追求すべきなのだ。そしてそのためには、世界の本当の状態を知るべきだ。ぼくたちの世界の本質的な部分について、最重要の事実や関係についての知識を持つべきだ。本書がそうした理解に貢献してくれればと願ってやまない。

用語と単位

本書はデータをたくさん示す。個別データから完全な文章を作るにあたり、ぼくはしばしば些末な厳密性よりは読みやすさを重視している。とはいえ、厳密な記述は巻末注や図の凡例などにちゃんと書いてある。本書で「今日」と言ったら、それはおおむね直近のデータを指している。これは1997年から2001年のどこかのデータで、データ収集速度とそれに関わるタイムスパンにもよる。

英語市場でのデータ入りの本は、単位をどうしようか考える必要が出てくる。本書は基本的にメートル法を使っているけれど、「人間レベル」のデータがからむ時には、フィート・ポンド法も含めてある²(訳注:日本版ではこちらでもメートル法のほうが通りがいいため、フィート/ポンド系の数字は省いてある。したがって、この先の段落は一部省略)。

本書を通じて年代は Common Era (CE) と Before Common Era (BCE) を使っている。エネルギーはジュール (J) またはキロワット時 (kWh) を使っている。大きな数は指数表記にしてある。つまり $5e6$ というのは 5×10^6 、あるいは5のあとにゼロが6つついた数字(つまり500万)だ。伝統的な接頭辞は本書を通じて使われている。k (キロ、1000)、M (メガ、100万)、G (ギガ、10億)、そしてものすごく大きな数字では E (エータ、 $1e18$)、Z (ゼータ、 $1e21$)³。温度は摂氏を使っている。

謝辞

この本を書くにあたって、各種の人々多数から手助けとインスピレーションをもらったのは幸運だった。手伝ってくれたぼくの生徒たちに感謝する。かれらはいつも、新しい統計を入力したり、グラフをいじったり、手に入りにくい研究報告を探したり、出所を求めて電話をかけたり、インターネットを探し回ったり、その他無慮大数の、あまり華やかでもないし（はいはいわかってます！）退屈きわまりないことも多い作業を喜んでやってくれた。デヴィッド・ニコラス・ホップマンには、そのデータ入手にかけるひるみなき献身に対して感謝（さらには「スタートレック」がらみの各種余計な情報にも）。ヘレ・ダム・ソレンセンには、ぼくのへんてこな要求すべてをきちんと把握するという驚異的な能力に対して（及びコピー機の前ほとんど無限とも思える忍耐強さに対して）感謝。そしてジェスパー・ストランズベルグ・ペーダーゼンには、データ入力と美しいグラフへのこだわり（そして一時間半もかけてバイクで手に入れにくいCD-ROMを取ってきてくれたこと）に対して感謝。さらに、アイダ・バグター・クリステンセン、シggi・ブランド・クリストファーセン、ウルリック・ラーセン、ケネス・トーエ・ニールセンの技能豊かな支援や努力すべてにも感謝している。

謝辞はまた、本書の各部分を通読してくれた大量の研究者たちにも向けられねばならない。各種の理由で、名前を出されることを希望しなかった人もいるけれど、みんな建設的な示唆や有益な情報を提供してくれた。ただし、もちろん全員がぼくの全体的な結論に同意しているわけじゃないことは明記しておく。当然ながら、通例の但し書きはここでも有効だ。本書の内容についてはぼくだけが責任を負う。

開発研究センターの研究リーダーであるヤニク・ボーゼン、オデンセ大学病院監督コンサルタントであるアーニー・ホスト医師、地理学教授ヘニング・ソレンセン、デンマーク森林協会のマーチン・アインフェルドとソレン・フォドガールド、デンマーク毒物センター主任コンサルタントのヘレ・ブチャード・ポイド、社会環境研究センターのステファン・ブレンドストルップ、デンマーク気象研究所の物理学者ピーター・テージル、デンマーク国立環境研究所のジェス・フェンガーは、本書の多くの部分についてコメントをくれた。大きな感謝を捧げる。

最大の感謝は、大学や研究所に所属して世界を実に様々な方法で計測している現場の科学者たちみんなと、本書で提示したさまざまな情報のかけらを苦労してまとめ、公開している政府機関や国際組織の統計学者たちに向けられねばならない。特に個別の依頼を手伝ってくれた数々の科学者たちに感謝したい。世界動植物保全監視センター (WCMC) のマーク・アルドリッチ、アメリカエネルギー省の下のエネルギー情報局のチャック・アレン、マイケル・グリロット、ハリエット・マクレーン、アメリカ海洋大気庁気候監視診断室所属のエド・ドラゴケンキーとP・タンズ、アメリカ農務省のジョン・H・ディック、マックス・プランク化学研究所のジョハン・ゴルダマー博士、ハーバード大学リスク分析センターの保健政策マネジメント部のジム・ハミット博士、コペンハーゲン人口予測研究センターのアネット・ペリニル・ホイヤー博士、サスカチュワン大学の上級研究員アラン・マキュアン、デンマーク国立環境研究所のカレ・ケンプ、ローマのFAO本部の主任司書パトリア・メリキン、国際コメ研究所の作物生理学者ベン・シャオピン、デンマーク国立研究病院のニールス・スキヤケベク博士、デンマーク宇宙研究所のヘンリク・スベンスマルク博士、カリフォルニア保健サービス局のシャナ・H・スワンに感謝する。

よい友人たち多数が、本書のあちこちの章や抜粋を読んで大量の時間を費やしてくれた。キャロル・アン・オックスボローは山のような原稿を読んで、イギリス英語の細かい部分についてずっと詳しく指導してくれるとともに、多くの部分でぼくの表現を鋭利にしてくれた。ビル・ジェフリーは 3歳のお子さん二人の絶え間ない妨害にも関わらず

本書の最初のドラフトを何とか通読してくれて、かれのコメントはぼくの議論を明確化・強化せざるを得ないようにしてくれたし、同時にアメリカ英語習得の難しさをも教えてくれた。またラルス・ノルガードとマーチン・アゲラップ、サイモン・ヘンリックセン、ヘンリク・キェルシグ、ヘンリク・キェルガルド、トム・ヨー・キェル・ニールセン、ジャコブ・ハイデ・ペーターゼン、ウルリック・ウィッテンドルフにも感謝。かれらの優れた示唆や建設的批判と正直な反応は、本書をずっといいものにするのに貢献してくれた。特に、長きにわたる友人で同僚、導師であるジョルゲン・ポウルセン教授には、そのインスピレーションを与えてくれる常に挑戦的な思考について特に感謝する。同じように、多くの議論形成を手伝い、ぼくが多くの新しい(が必ずしも賢いとはいえない)アイデアを試すのを手伝ってくれたニコライ・ヴァイブ・ミケルセンにも感謝したい。最後に、アーハウス大学政治学部におけるぼくの辛抱強い生徒たち、よき同僚たち、そして特にソレン・リスベルグ・トムセン教授に感謝したい。かれらはぼくの研究を支援してくれて、先に進む力を与えてくれたし、時に遅刻したり締め切りを忘れたりしたときにも、きわめて寛大だった。

また、ずっとぼくを支援してくれる出版者に出会えたのは幸運だった。編集者クリス・

ハリソンは、ずっと本書を信じてくれて、書籍出版の様々な得体の知れないアレコレを通じて本書を世に出してくれると同時に、よい質問や有益なアドバイスで貢献してくれた。同じように、政策担当者のキャロライン・マレイ、上級デザインコントローラのピーター・ダッカーとデイブ・バレットと、セルヴィス製版社における同僚たちは、みんなして本書にすばらしいレイアウトを施してくれたし、画面上でデザインされたグラフを紙でもかっこよく見せてくれるための細かい作業を担当してくれた。さらにマーケティング主任スローン・レダラーとダイアン・ゴダードは、本書の販促に熱心にあたってくれた。

もちろん本書の情報がすべて正しくなるようにすべく、あらゆる努力は払われたものの、まちがいなくいくつかの誤りが忍び込んでいるはずだ。古き良き時代には、本がうまく行けば増刷されるのを待ってからやっと文言を訂正できたものだけけど、インターネットのおかげでいまはこれが即時にできる。だから、まちがいがあれば、すべてこの本のウェブサイト；<http://www.lomborg.org/> にポストするように努力する。

1997年2月に初めてジュリアン・サイモンのインタビューを読んだときには、その発言をチェックする作業がぼくの人生の4年にも及ぼうとは、想像だにしなかった。でも、これはわくわくする挑戦的な体験だったし、ぼくたちの世界とぼく自身の思いこみについて、ずいぶんといろいろなことを教えてくれる体験でもあった。

世界には問題がないわけじゃない。でもほとんどあらゆる面で、物事はよい方向に向かっていて、今後もどんどんよくなりそうだ。本書で示した事実や情報は、ぼくたちを非生産的な心配から解放し、大事な問題に専念する機会を与えてくれるはずだ。そうすれば、ぼくたちは本当に、明日のためにいまよりさらにいい世界を作る手伝いができるのだ。

アーハウス、2001年5月22日

許諾

できる限りすべての場合に、全データの出所については厳密に記述しようとしている。著作権材料の複製を許可してくれた以下の人々や組織・団体に感謝する：図 44は Jesse H. Ausubel and Arnuff Grüber, “Working less and living longer: long-term trends in working time and time budgets,” *Technological Forecasting and Social Change* 50:113–31 の figure 8 から複製したもの。Elsevier Science の許可を得て複製。図 59は WWF Forests for Life ウェブページ (<http://www.panda.org/forests4life.htm>) を複製したもの。WWF Forest for Life キャンペーンと Tori Lyall の許可を得て複製。図 96, 97, 109, 113 は Nemat Shafik, “Economic development and environmental quality: an econometric analysis” *Oxford Economic Papers* 46:757–73 の p. 764 よ

り複製。Oxford University Press と Nemat Shafik の許可を得て複製。図 98 は J. Lawrence Kulp, “Acid rain”, Julian Simon *The State of Humanity* Oxford: Blackwell, p. 529 より複製。Blackwell Publishers の許可を得て複製。図 101 は D. Jarvis and P. Burney. “The epidemiology of allergic disease.” *British Medical Journal* 318:607–10 の p. 607 より複製。BMJ Publishing Group の許可を得て複製。図 151 は Ujjayant Chakravorty, James Roumasset and Kindping Tse, “Endogenous substitution among energy resources and global warming.” *Journal of Political Economy* 105(6):1, 201–34 の Figure2,3 より複製。The University of Chicago Press の許可を得て複製。著作権材料の権利保持者を同定しようという最大限の努力は払われたものの、見落としはあるかもしれないので、この場を借りて、意図せずして著作権を侵害してしまった権利保持者に対してお詫びしたい。

第1部

よく聞くお話は本当か？

第1章

世の中、よくなってきているのだ

世界は今、本当はどんな状態にあるだろうか？

楽観主義者は歴史の終焉を宣言して、可能な世界のいいとこ取りができたと主張する。一方悲観論者が見るのは凋落する世界で、破滅がすぐそこに迫っていると言う。世界の状態を正しく理解するのは大事なことだ。それは人類の抱える問題を定義づけて、行動がいちばん必要とされているのはどこかを示してくれるからだ。同時にそれは、人間文明のスコアカードでもある。ぼくたちは自分の能力をきちんと使っただろうか、そしてこれはぼくたちが子供に残したいような世界だろうか？

本書は眉にツバをつけた環境保護論者が書いた本だ。環境保護論者だというのは、ぼくがほかのほとんどの人たちと同じく地球を大事に思っていて、未来の世代の将来的な健康や福祉を気にかけているから。眉にツバというのは、楽観論者や悲観論者たち双方の思いこみだけに基づいた行動はしたくないと思うくらい気にかけているから。ぼくたちは手に入る最高の情報を使って、明日をよりよくするという共通の目的目指して行動しなきゃならないのだ。

そこでこの本は、本当の世界の状態をはかろうとする。もちろん、世界の状態すべてを一冊ではかれる本なんか書けない（それを言うなら、そんなのは何百冊かけたって書ききれない）。ぼくとしてもそんなことをしたつもりはない。むしろ、ぼくたちの世界の最も重要な特徴をはかろうと思う大事なことを。そしてこれは思いこみではなく、手に入る最高の事実に基づいて評価されるべきだ。それでこそ本当の世界の状態だ。

1.1 定番のお話

本書の副題 (The Real State of the World) は、環境問題について世界で一番有名な本、*The State of the World* (『地球白書』) に引っ付けたものだ。『地球白書』はワールドウォッチ研究所とその主席レスター・ブラウン⁴によって、1984年以來毎年刊行され

ており、百万部以上売れている。このシリーズは世界の最も重要な課題を、専門的かつ正確に指摘しようとする。残念ながらこれから見るように、同シリーズはしばしばその狙いを果たせていない。でも多くの意味で『地球白書』は環境政策出版物の中で最もよく調査されていて、学術的にも最も野心的なものだから、地球の状態に関する議論には欠かせない参加者となる⁵。

もっと高い水準で、この本は環境についてのぼくたちの一般的な理解に働きかける。環境はますます悪化しつつある、という定番のお話だ。テレビや新聞、政治的発言や、職場やお茶の間での会話で毎日のように出くわすイメージやメッセージによってできあがる環境についての見方がこれだ。だからこそ『タイム』誌は2000年に、当然至極というふうに「地球環境がひどい状況だというのは周知の事実⁶」だと記事を書き出したりできるわけだ。

子どもたちでさえ、この定番のお話を聞かされている。ここではオックスフォード大学出版局の『若者向けオックスフォードブック』から；「自然界のバランスは、デリケートですが生命にとっては欠かせません。人間たちはそのバランスを崩し、地表から緑被をはぎとり、空気を窒息させ、海に毒を流してきました⁷」

同じく、別の『タイム』誌の記事はこう述べる。「40年以上にわたり、地球は危機信号を送り続けている」それなのに「われわれは何度もアースデーをやってきたが（中略）地球の生態系の衰退は、相変わらず減速する気配もない⁸。『ニューサイエンティスト』誌の2001年4月地球環境特集付録は、差し迫った“危機”と、われわれが“人類を進化史上のゴミ箱に”追いやる危険を冒していることを論じている」。人類の与えたインパクトは、「自爆」という見出しにまとめられている：

われわれ人類は、恐竜を絶滅させた隕石ほどの慎ましさもない。（中略）人類の及ぼす害は増える一方だ。今後20年で、人口はさらに15億人増加する。こうした人々は食料や水、電気を必要とするが、すでに地球の土壌は失われ、水産資源は虐殺され、井戸は干上がり、化石燃料の燃焼は何百万人も生命を脅かしている。われわれは大きな変化へと向かっている⁹。

環境に対するこうした理解は、きわめて広まっている。この定番話¹⁰は耳にたこができるほど聞かされている。地球上の環境はひどいことになっている¹¹。資源は枯渇しつつある。人口は増える一方で、食料はますます少なくなっている。空気も水も汚染は進むばかり。地球上の生物種はものすごい勢いで絶滅している。人類は毎年四万以上の生物種を絶滅させている。森林は消失しつつあり、漁業資源も崩壊して珊瑚礁も死につつつある。

人類は地球を汚して、肥沃な表土は消失しつつあり、自然の上を人は舗装してしま

い、野生を破壊し、^{バイオスフィア}生命圏を殺戮し、やがては自分自身をも殺してしまうことになるだろう。世界の生態系は崩壊しつつある。われわれは絶対的な生存可能性の限界に急速に近づいてきており、成長の限界が見えつつある¹²。

この定番の話はみんなよく知っていて、もうあまりに何度も聞かされたので、それをもう一度繰り返されるとむしろ安心するほどだ。ただ、ここに問題が一つ：これは手に入る証拠ではどうもまるっきり裏付けが取れないのだった。

1.2 ものごとは改善している が十分によくはない

本書を通じてぼくは、過去、現在、未来にわたって人類の可能性や課題、問題を描き出す主要分野について、説明しようとしている。こうした分野が選ばれたのはそれが重要だということがどう見ても明らかだから（たとえば地球人口）、モデルによりそれが人類の発展に決定的な影響をもたらすと示されたから（大気汚染、地球温暖化）あるいは地球環境の議論でしばしば採りあげられるからだ（たとえば殺虫剤など化学物質への恐怖）¹³。

こうした説明を示すにあたり、生態系の崩壊というぼくたちの通念を否定する必要が出てくる。この通念ははっきり言って、現実と一致していないからだ。

エネルギーも天然資源も、枯渇しそうにない¹⁴。世界人口の一人あたり食料はどんどん増える。飢える人はどんどん減る。1900年の平均寿命は30年。それが今日では67年だ。国連によれば、過去50年での貧困削減は、それに先立つ50年より大きな実績を上げていて、しかもそれはほとんどすべての国で起きている。

地球温暖化は確実に起きている。ただし目下の規模や将来予想はあまりに非現実的なほど悲観的ではあるけれど。でも早期の大幅な化石燃料節減というよくある治療法は、もともとの症状よりずっとひどい結果をもたらすし、さらに温暖化の総合的な影響を見ると、未来にとってそんなにすさまじい問題は引き起こさない。また生物種だって、ぼくたちの存命中に全生物種の25—50%が死に絶えるなんてことはない。たぶん0.7%がいいところだろう。酸性雨は森林を破壊しないし、ぼくたちのまわりの水も空気もどんどんきれいになってきている。

人類という連中は、計測可能な指標のほとんどあらゆる面で、実は改善を見せているのだ。

でも、ここでぼくが言っていることを注意して読み直してほしい。ぼくが言ったのは、ほとんどの指標を見れば、人類という連中は大幅に改善を遂げた、ということだ。これは、すべてが今のままで十分、ということじゃない。最初の文は、世界がどんな具合かについてのもので、二番目のものは、それがどうあるべきかについての文だ¹⁵。

講演会などでよくわかったのが、このちがいを強調するのがいかに大事かということ

だ。多く人は、たとえばいまでも飢えている人は多いと指摘して、ぼくがまちがっていることを示せたと思っている。「発展途上国の全人口の18パーセントがまだ飢えているのに、事態が改善しているなんてよくも言えたもんだ」という具合。

ぼくが言っているのは、それでも飢えている人の数はどんどん減っている、ということだ。1970年には、発展途上国の全人口の35パーセントが飢えていた。1996年にはこれが18パーセントで、国連の予測では、この数字は2010年までに12パーセントまで下がるはずだ¹⁶。これはすばらしい進歩だ。飢えている人の数は2億3700万も減った。今日まで、20億人以上の人が十分な食料を得られるようになっている。

食料状況は大幅に改善はしている。でも2010年になっても、飢えている人はまだ6億8000万人もいることになる。これでは明らかにまだ不十分だ。

この区別をするのは大事だ。状況が十分によくないなら、それをもとに将来ビジョンを描ける。飢える人の数はもっと減らすべきだ、というような。これがぼくたちの政治的な目標になる。

でも状況が改善しているなら、いまの方向性が正しいことはわかる。もちろん、もっと加速したほうがいいかもしれない。食料事情の改善のために、もっとできることがあるのかもしれない。でも基本的なアプローチはまちがっていない。ぼくたちは実際に人命を救っているし、将来は飢える人がもっと減るだろうと期待している。

1.3 誇張とよいマネジメント

絶え間なく繰り返される定番の話や、よく耳にする環境問題の誇張は、深刻な影響をもたらす。それは人々をおびえさせて、リソースと関心が実在しない問題の解決に向けられる一方で、本当の重要な（時に環境以外の）問題が無視されることになりがちだ。だからこそ、本当の世界の状態を知ることは大事だ。できる限り最高の意志決定をするために、できる限り最高の情報と事実を手に入れなきゃならない。環境報告書『共通の未来』の著者代表グロ・ハーレム・ブルントラントは、最先端の科学雑誌『サイエンス』でこう述べた：「科学や知識を無視する政治は長続きしない。正しい政治的な意志決定の基礎となるのは、手に入る最高の科学的な証拠以外にあり得ない。これは特に、リソース管理や環境保護の分野で言えることだ¹⁷」

でも、ひどくよく聞く怪談が不正確だと指摘したからといって、環境改善の努力をしなくていいことにはならない。それどころかまさに正反対。資源の管理に努力を割いて、森林や水管理、大気汚染や地球温暖化といった分野での問題に取り組むのはとても賢いことだ。そしてその際に、その取り組みの多くをどこに向けるべきかについて、裏付けある最高の意志決定ができるように、最高の証拠を手に入れることが大事になってくる。本書を

通じてぼくが示すのは、ぼくたちの問題はしばしば拡大するより縮小していて、それに対して出される解決策の多くは、ひどく非効率なものが多いということだ。こうした情報が語ってくれるのは、行動を一切やめちまえなんてことじゃない。一番重要な問題に関心を向けるべきで、その関心も事実で正当化される程度に抑えるべきだということだ。

1.4 大事なこと：トレンド

もし世界の本当の状態を理解したいなら、大事なことに専念して、しかも思いこみではなく現実を見る必要がある。この二つの要件を見てやろう。まずは大事なことから。

世界の状態を評価しようと思ったら、それは比較によるしかない¹⁸。伝説によれば、だれかが「人生はつらいよ」と言ったら、ヴォルテールは「何に比べて？」と返したとか¹⁹。基本的に、何を比較対象にするかが問題になる。ぼくはそれが、「以前はどうだったか」であるべきだと論じる。こうした比較は、ぼくたちの進歩を示してくれる。ぼくたちは以前よりもよくなったか悪くなったか？ これはつまり、トレンドを見てやるべきだ、ということだ。

水供給と下水処理サービスが19世紀の先進国すべてで改善されると、健康と期待寿命はすさまじく向上した²⁰。同じように、19世紀初期から現在の全員就学に至る教育拡大は、先進国に識字と民主主義能力をもたらした²¹。こうしたトレンドは20世紀になって、発展途上国で再演されている。発展途上国で1915年頃に生まれた人は、75パーセントが非識字だったけれど、今日の若者で非識字率はたった16パーセントだ。(116ページ 図41を参照)。そして、1970年に発展途上国の住民できれいな飲料水にアクセスできたのはたった30パーセントだったけれど、今日ではそれが80パーセントだ(31ページ、図5)。こうした発展は、人間の福祉が大幅に進歩したことを示している。世界の状態はすさまじく改善した。こうしたトレンドは、寿命の点でも識字率の点でも向上を告げているからだ。

いまの議論について言えば、先進国でも発展途上国でも、清潔な飲料水へのアクセスが劇的に改善したのは、すごい改善ではある。だからといって、これで十分だということにはならない。清潔な飲料水へのアクセスができない人は、第三世界にまだ十億人以上いる。世界を理想的な状況と比較してみれば、まだまだ改善の余地があることは明らかだ。さらに、こうした各種の理想的状況との比較は、建設的な政治的野心を設定する。もし先進国でだれでも水にアクセスできるようになったのなら、それは途上国でだって実現可能な目標だということが示せるからだ。

でも、こうした比較がまさに政治的判断なんだと認識するのが重要だ。もちろんどうですかと聞かれたら、ぼくたちみんな、第三世界が清潔な飲料水にもっとアクセスできるよ

うにしてほしいと言うだろう。でもそれを言うなら、第三世界にもっとよい教育もあげたいし、もっとよい医療も提供したいし、食料確保もしてあげたいし等々。同じように、先進国でも高齢者向けにもっとよい老人ホームがほしいし、幼稚園の改善もしたいし、地元の環境投資も増やしてほしいし、インフラも改善してほしいし等々。問題は、これがすべてお金のかかることだということだ。もしあるものを改善したければ、たとえば第三世界の飲料水アクセスとか、ほかの改善したい部分からリソースを奪わなきゃならない。当然ながら、これが政治というものの本質だ。ぼくたちはリソースの優先順位をつけて、他の多くのプロジェクトをしり目に、ある特定プロジェクトを選択するわけだ。でももし世界の状態を理想的な状態と比べるなら、それは世界のどのプロジェクトを優先すべきかという政治的判断を実質的にやっていることになる。

したがって、本書では世界の状態評価をしたら、どこに努力を集中すべきかという政治的判断は個々の読者にお任せすることにする。ぼくの意図はむしろ、ものごとがどう進展してきて、将来どう進展しそうかについて、可能な限り最高の情報を提供して、民主プロセスが意志決定にあたって最も信頼できる基盤を持てるようにすることなのだ。

そしてこれは、トレンドを重視するということだ。

1.5 大事なこと：グローバルトレンド

『地球環境予測報告二〇〇〇』は、アフリカの惨状についていろいろ語っている²²。さて、アフリカ、特にサハラ以南のアフリカは、ほかの大陸よりも悪い成果しかあげていない。これについてはまた後述（p. 93ff）。サブサハラアフリカは、飢えた人の数も圧倒的に多い。1996年には33パーセントが飢えていた。ただしこれは1970年の38パーセントからは下がっているし、2010年にはもっと下がって30パーセントになる見込みではあるけれど²³。

将来の最も壮絶な予測として、『地球環境予測報告二〇〇〇』は土壌流出が広範な問題になっていて、これは特にアフリカでひどいと述べている。「すでにあまりに多くの人が食糧不足となっているこの大陸で、耕作地の衰退がこのままの勢いで続けば、40年以内に作物収量は半減しかねない²⁴」とのこと。これはもちろん、すさまじい規模の悲劇を引き起こし、アフリカ大陸でものすごい飢餓を引き起こすだろう。しかしながら、この驚くべき予想の裏付けとなるのは、1989年のたった一つの未刊行調査だけで、それも南アフリカ共和国の農地しか調べていない²⁵。そしてこれは、国連（FAO）とIFPRIの食料生産モデルによる推計とは正反対の結果になっている。これらのモデルでは、今後20–25年で収量は1.7パーセント増大すると予想されている²⁶。1990年代には、単位収量の増加は小さかったけれど、でも穀物生産量そのものは20パーセント以上増大している²⁷。

これは多くの点で、やたらに引用されるヨーロッパの土壌流出推計値、ヘクタールあたり 17 トンという数字と似ている²⁸。この推計は実は 長い記事の連鎖の果てのもので、それぞれの記事はちょっとずつ前の出所をゆがめて引用している ベルギーの斜面にある 0.11 ヘクタールの農地一つの調査一件だけからきていて、その著者自身が、この結果を一般化するなと警告しているものだった²⁹。どちらの例でも、たった一つの例だけから、全体に関する一刀両断の議論が行われている。残念ながら、こういう困った議論はいたるところに見られる。以下にその例はもっと出てくる。なぜこういう問題が生じるかといえば、今日のグローバル環境では指先だけですさまじい量の情報が得られるので、いい話も悪い話も含め、いくらでもできてしまうからだ。

もしその気があるなら、ひどい例ばかりを集めた本を書いて、世界は悲惨な状態ですというのは簡単だ。あるいはキラキラしたお話ばかりを集めて環境はまったく問題ありませんという本を書くことだってできる。どっちも、まったくの事実だけに基づく事例を使って書けるけれど、どちらもまったく役立たずな議論を述べたにすぎない。これは古典的な誤謬と同じだ。「うちのおじいちゃんは、一生葉巻を吸っていたけれど、九十七歳で死ぬまでピンピンしてたよ、だから喫煙は危険じゃないんだ」というやつだ。こういう誤謬は、事例をたくさん集めただけじゃ修正できない 九〇代後半まで生きた、ヘビースモーカーのおじいちゃんはいくらでも見つかるだろう。でもこれでは、喫煙が危険じゃないと言う論拠にはならない。これが議論としてダメなのは、たとえば四〇代後半とかで、おじいちゃんになる前に肺ガンで死んでしまった喫煙者を系統的に無視しているからだ³⁰。だから喫煙の問題を実証したければ、もっと総合的な数字を使う必要がある。喫煙者は、非喫煙者に比べて肺ガンになりやすいだろうか？³¹

同じように、グローバル問題についてはグローバルな数字を使わないと解明できない。過去十年で、ブルンジの一人あたりカロリー摂取量が 21 パーセント低下した³²と聞いたら、これはショッキングな情報だし、発展途上国の食料危機という信念を再確認する数字だと思うだろう。でも、同じくチャドではそれが 26 パーセント増加したと聞いたら、見方は逆転するかもしれない³³。もちろんそうしたら、悲観論者はイラクの 28 パーセント低下とキューバの 19 パーセント低下を持ち出してくるだろうし、楽観論者のほうはガーナの 34 パーセント増とナイジェリアの 33 パーセント増を持ち出してくるだろう。国はあと 120 カ国もあるので、直観の戦いは情報過多に埋もれてわけがわからなくなるだけだ³⁴。でも平均では、発展途上国の一人あたり食料摂取は、過去 10 年で日量 2,463 キロカロリーから 2,663 キロカロリーに増えている。これは 8 パーセントの増大だ³⁵。

つまり言いたいのは、グローバルな数字は、よい話も悪い話もすべてひっくるめるので、全体的な状況がどうかを判断できるようにしてくれるということだ。グローバルな数

字は、ブルンジの問題も入るけれど、ナイジェリアの進歩も反映する。もちろんナイジェリアで食料がいくらあっても、ブルンジの食糧不足は解決されないから、平均を見るときには、発展途上国だけとか、比較して意味があるところだけを平均するように注意する必要はある。でも、人口 650 万人のブルンジの食糧事情が悪化して、1 億 800 万人のナイジェリア人の食糧事情がよくなったら、これはつまり総合すれば、食べ物が減ってしまったブルンジ人 1 人に対して、食べ物が増えたナイジェリア人が 17 人いるということだ。つまり人類の食糧事情は全体として改善しているということだ。ここでのポイントは、グローバルな数字は、何年にもわたってよいお話と悪いお話のどっちが多かったか、という質問に答えてくれるものだという点だ。

だからこの先の章では、全世界または関連地域の発展を見るために、できるだけ包括的な数字を示すようにする。ぼくたちが必要としているのはグローバルなトレンドだ。

1.6 大事なこと：長期トレンド

環境論争では、すごく短期のトレンドをもとにして、一般論が展開されるのをよく見かける。これは危険だ。ツバメ一羽では夏がきたことにはならないと言うでしょう。

食料価格は、過去一世紀にわたりすさまじく低下した（89ページ、図 25参照）。でも、1998 年初期、レスター・ブラウンは小麦価格の上昇という歴史的事態の始まりをつかんだと述べた。1994 年から 1996 年にかけて、小麦価格は上昇し、だから今やぼくたちは奈落に落ちかけているのだと言う。図 49 (p. 133) を見れば、かれがまちがっていたのはわかる。2000 年の小麦価格は、かつてないほど低かった。

残念ながら、短期的なトレンド逆転で大騒ぎするのは、1984 年の初のワールドウォッチ研究所『地球白書』ですでに確立した手法になっていた。ここでかれらは、国際貿易の後退を心配している。「国際貿易の将来的な伸びも、あまり大きなものにはなりそうにない。国際通貨基金 (IMF) によれば、世界輸出の総額は 1980 年に 1 兆 8680 億ドルで頭打ちとなり、1983 年には約 1 兆 6500 億ドルへと、12 パーセント近い低下を見せた³⁶」。この主張は図 1 を見れば確認できる。12 パーセントの貿易低下が起きたのは第二次オイルショックのせいで、財の貿易には影響したが、サービスの貿易には影響しなかった。が、ワールドウォッチ研究所は財の貿易しか見ないし、またインフレ分を補正しない数字を使っている。実はインフレ分を補正して財とサービスを両方とも見てやれば、この低下と称するものはほとんどないも同然だ。1983 年以来、国際貿易は 3.1 兆ドルから 1997 年の 7.5 兆ドルへと倍増以上に成長した。そして、はいその通り、1980—83 年は、データ開始の 1950 年以来、複数年にわたって貿易額が低下した唯一の時期なのだ³⁷。

同じように、レスター・ブラウンは穀物の単位収量がかつてほどは増加していないし、

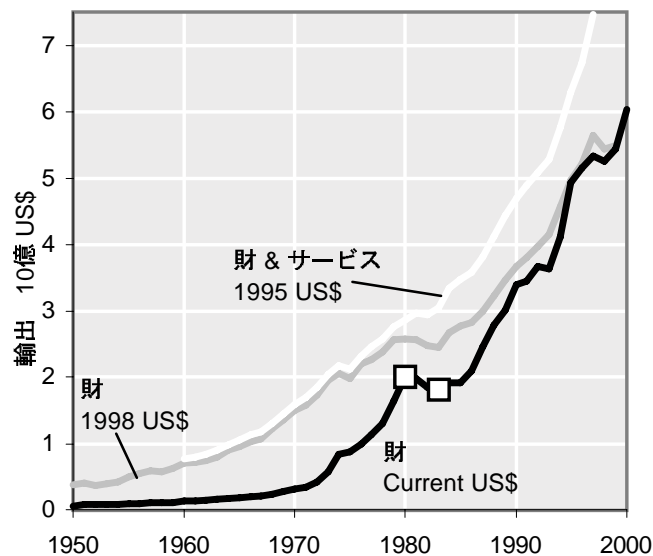


図 1: 世界の財輸出額の名目値、1950–2000, 1950–1998 年の 1998 年ドル換算、1960–97 年の財とサービス輸出額。ワールドウォッチ研究所による 1980–1983 年の貿易低下の心配に印をつけた。出所：WTO 2000:27, IMF 2000d:226, 2000e, WI 2000b: 75, 2000c, 世界銀行 2000c.³⁸

もう増加は完全に頭打ちかもしれないと述べたがる。植物の生理学的な限界に近づいてきたからだ³⁹、と言って（この手の議論については第 9 章で検討する）。世界銀行の穀物予測を否定しようとして、かれはこう指摘する。「世界銀行の 20 年予測期間の最初の 3 年である 1990 年から 1993 年にかけて、世界のヘクタールあたり穀物収量は実は低下した⁴⁰」。この主張は図 2 に示してある。これを見ると、ブラウンの主張が正しいには正しいけれど（この時期の穀物収量は、確かに 2.51 t/ha から 2.49 t/ha に低下している）長期的な成長を無視してねじまげていることははっきりしている。さらに、この低下が脆弱な発展途上国では起きておらず、途上国での収量は安定成長をとげていることも無視している。実は、1990 年代初頭に穀物収量低下が起きているのは、もっぱらソ連の崩壊によるもので、同地域での単位収量はそのせいで急落したけれど、それは植物の生態的な限界とは何の関係もない。

アイザック・アシモフは、地球温暖化でハリケーンが増えるのを心配し（これについては第五部で検討する）いかにも恐ろしげな統計を引用する。「1947 年から 1969 年にかけての 23 年では、大規模大西洋暴風ハリケーンの日数は 8.5 日だが、1970 年から 1987 年にかけては、それが $3/4$ も減って年たった 2.1 日となった。（中略）そして 1988—1989 年には、再び年 9.4 日に上がった⁴¹」。これはおっかなそうだ。これだとハリケーン率はかつてない高さになっている。でも、タイムスパンにご注目。23 年、17 年、そして最後は

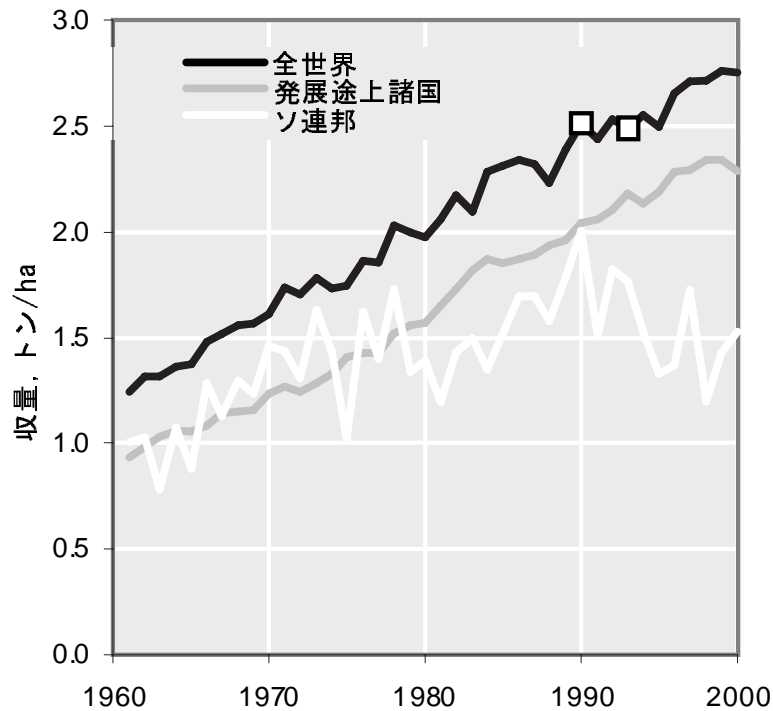


図2: 全世界、発展途上諸国、ソ連邦地域の穀物収量、1961-2000。ブラウンによる1990-1993年の穀物収量減少の証拠に印をつけた。出所: FAO 2001a.

たった2年。ひょっとしてこの2年は、話を大きく見せられるから意図的に選ばれただけじゃないのかな？ 見れば、少なくともそれに先立つ2年には、大西洋暴風ハリケーンは0日と0.6日となっている。そしてご想像の通り、その直後の二年はたった1日と1.2日⁴²。こうしたトレンドを記録したもとの研究者は、大西洋暴風ハリケーンは「年を追うにつれて、活動が著しく低下してきた⁴³」と指摘している。それ以来は、単なるハリケーンの日数しか記録されておらず、それですら10年で1.63日の減少を見せている⁴⁴。

1996年に、世界自然保護基金(WWF)は、アマゾンの熱帯雨林消失の速度が、1992年以来34パーセントも増大して、年に1,489,600ヘクタールになったと述べた⁴⁵。かれが述べなかったのは、実は1994/95年は熱帯雨林消失速度がピークに達した年だったということ。この年は1977年以来最高の、0.81パーセントが消失した⁴⁶。1998/99年の消失は0.47パーセント、1994/95年の最高値の半分程度と推定されている。

緊密に相互に結びついた世界では、長期トレンドの中で必ず短期的なりバウンドは起きる。もし環境保護論者がそれがどんなに善意のものだろうとを、意図的に選び出しただけのほんの二、三年のトレンドと称するものだけで根拠づけようとするなら、あらゆる議論が手当たり次第に飛び出してくることになるのはまちがいない。だから、重要な進展を検討したいならば、長期的な調査が必要だ。通常使われる2年だの5年だのではなく、

データがある限りさかのぼって検討しよう。もちろん、新しい傾向が出てきたかもしれないので注意しよう。また、最新の数字を含めて検討するように注意しよう。でも、長期トレンドにこだわることで、バックグラウンドのノイズや、ツバメ一羽に基づく変な議論からは自衛できる。

以下の章では、常に最長かつ最新の時系列トレンドを示すようにする。

1.7 大事なこと：なぜそれが重要なのか？

何かの問題だと言われたら、それがほかの問題に比べてどれほど重要かをきく必要がある。ぼくたちは絶えず、リソースに優先順位をつけると言われているし、よいプロジェクトでもリソース不足で見送らざるを得ないものは多い。希少な財は、問題を解決するためのお金だけだ。でも、「定番話」が繰り返されるときには、単に問題が確かにあると指摘するだけでいい。そうしたら勝てる。

農薬が地下水に入るという話はよく聴かされる。農薬は発ガン性があるので、これは問題だ。だから禁止されるべきだ。他の分野で、こんな議論が通用するようなところはあまりない。「国防省は、X国がいわゆるY6ミサイルを開発したことをつきとめました。これは問題です。したがって、ミサイル防衛システムを開発配備するべきです」こう言われたら、ぼくたちのほとんどは、X国が攻撃する見込みはどのくらいで、Y6ミサイルはどのくらいの被害をもたらす、必要な防衛システムはいくらかかるのかときくだろう。殺虫剤の場合にだって、それが実際にどのくらいの被害をもたらして、殺虫剤の使用をやめたらどのくらいコストがかかるのかをきくべきだ。最近の研究では、農薬にはほとんど発ガン性はない。さらに、殺虫剤をやめたらガンはかえって増える。果物や野菜はガンの予防になるからで、農薬がなければ果物や野菜の値段は上がって、人々が食べる量も減るからだ。

同じように、世界自然保護基金は、アマゾンの熱帯雨林消失が加速して年1,489,600ヘクタールになると言うけれど、それについても、それがどの程度なのかを尋ねる必要がある⁴⁷。それって多いの？ 時間あたりサッカー場いくつぶん、という昔ながらの例えはすぐできる。でも、アマゾンがそもそもサッカー場いくつ分あるのか、みんな知っているんだろうか？⁴⁸ そしてそれよりもっと大事な情報として、人間がやってきて以来のアマゾンの熱帯雨林消失は、全面積の14パーセントでしかないということだ⁴⁹。

『エンヴァイロメント』誌は2000年5月に、リサイクル可能な歯ブラシを買えば「埋め立て地の利用に一歯報いられます」と述べた⁵⁰。4本で17.5ドルもするこの歯ブラシは、それぞれが郵便料金支払い済みのリサイクル用封筒つきで、歯ブラシ丸ごとがプラスチックの材木として屋外家具作成に使えるという。この歯ブラシメーカーの社長さんは、「私

はプラスチックをゴミ箱に捨てることができません。罪悪感で手が凍り付くんです。(中略)埋め立て地にあんなに大量のプラスチックが置かれて有害ガスを出すなんて、もうがまんできません⁵¹。従来のプラスチックは分解しないし有害ガスも出さないというのは置いておこう⁵²。もっと重要な問題は：この歯ブラシがらみの努力は、埋め立て地削減にどれだけ役立つの？

もしアメリカ人全員が、歯医者さんの薦め通り年に歯ブラシを4回取り替えたとしたら(実際には取り替えないけれど 平均は1.7回)、『エンヴァイロメント』誌の推定では、ゴミ削減量は45,400トン 同社はこれが「埋め立て地にかなりのインパクトを与える」と考えている⁵³。アメリカの地方自治体から出たゴミは、去年は2億2千万トンだったので⁵⁴、全体としての変化は(もし全員が新しい歯ブラシで歯をみがいて、それを年に4回取り替え、その全員が新しいリサイクル歯ブラシを買ったとしたら)0.02パーセントの削減で、年間コストは40億ドル以上。同じことだけれど、一人一日あたりゴミ発生量2.01576キロに対して、歯ブラシをリサイクルすると一日あたり0.00045キロのゴミを減らすことになり、ゴミ発生量は2.01531キロに減る⁵⁵。郵便が追加で年に10億個の小包を扱うコストを考えなくても、コストは巨大で、メリットはよくてもほとんどない。さらに廃棄物の章で見ると、ゴミ埋め立て地も不足なんかしていない アメリカで、今後21世紀中に発生するゴミはすべて、一辺29キロに満たない四角い埋め立て地におさまる(p.300、図115参照)。

以下の例で、ワールドウォッチ研究所は短期的なりバウンドに気を取られる問題と、何が重要かを考えないという問題を組み合わせている。1995年、かれらは肥料の使用量が減っていることを指摘した。かれら自身の言葉を：「肥料を土地の代わりにするという時代は1990年に終止符を打たれた。もし未来の食料生産増が肥料の追加大量使用で得られないなら、それはどこから来るだろうか？ 肥料使用量と、一人あたり穀物畑面積のグラフは、21世紀を目前にした人間のジレンマを何より雄弁に物語るものと言えるかもしれない⁵⁶」(この穀物畑の面積問題は後で扱う)。かれらが見せてくれたグラフは、図3の全世界の肥料消費量のグラフ(上の線)だ。

まず、もし食料生産について心配するなら、世界の平均を見るんじゃなくて、食料問題の起こりそうな場所 つまりは発展途上国の平均を見るべきだ。そしてこちらでは、一人あたり肥料使用量はほとんどずっと増加を続けていて、1999年には空前の17.7kg/人となっていることがわかる。ワールドウォッチ研究所が何か心配すべき傾向を見つけるのは、必ずと言っていいくらいどの情報が大事かを考えないせいだと思ってい。さらに、この「人間のジレンマ」もまた短期トレンドばかり見ているせいだ。1995年の報告だから、データはもちろん1994年で止まっている。だからワールドウォッチ研究

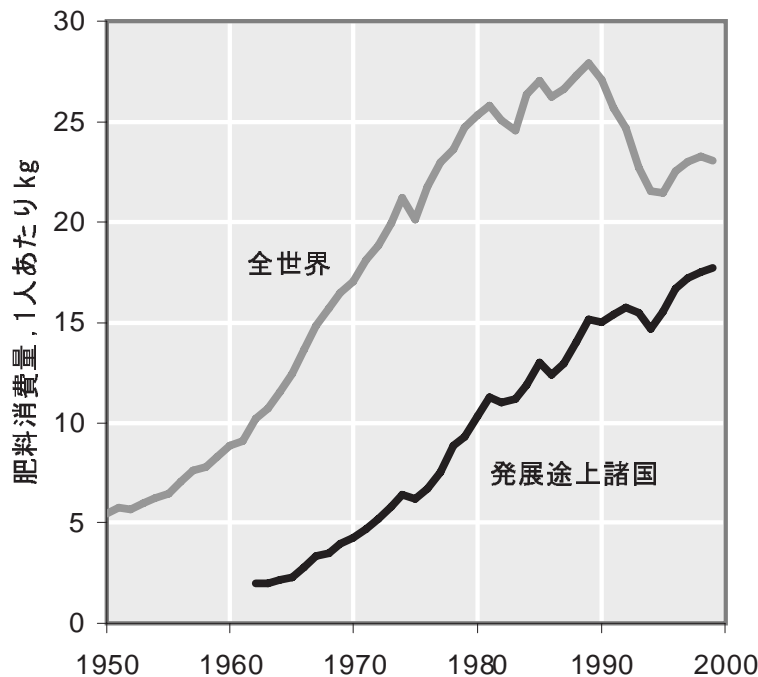


図 3: 1人あたり肥料使用量、全世界 (1950-99) と発展途上諸国 (1962-99). 出所: IFA 2000, WI 1999b.

所は明らかにトレンドが逆転したと見ている。でもなぜ逆転したんだろうか？ もっぱらソ連邦崩壊のせいだ。これについては当のワールドウォッチ研究所だっけほかの部分で述べている⁵⁷。

もう一つ見事な例は、ある環境問題解決策は単に別の環境問題の発端にすぎないと多くの評論家が思いこんでいることだ⁵⁸。アイザック・アシモフによれば、「大気汚染の問題で起きたことは、世界の環境問題のほとんどで起きることにすぎない。問題は解決しない。単に脇に押しやられる。絶えず予期せぬ新しくてもっとひどい問題が出てきて、それに手一杯だからだ⁵⁹」

もちろん、こんな十把一絡げの発言をするなら、少なくとも裏付けでまともな事例くらいはあるべきだ。ここでアシモフは、イギリスがロンドンの大気汚染を「非常に高い煙突を作って、煤塵汚染が空中高くに上がり、何百マイルも離れたところですよすになって地上に落ちるようにしただけだった。多くの技術的な解決策と同じく、これも問題を本当に解決してはいない。単に別のところに移しただけだ。最終的に分析してみると、ロンドンのやったことと言えばスモッグを酸性雨としてスカンジナビアの湖沼や森林に輸出しただけだった⁶⁰」と評している。元アメリカ副大統領のアル・ゴアもまったく同じ話をしてくれる。「かつてスモッグとしてロンドンっ子たちが呪ったものは、今やスカンジナビアの木の葉を焼いている⁶¹」。そしてイギリスなどの先進国が、(酸性雨防止のため)煙突の排気

を脱硫し始めると、環境保護論者たちは脱硫後の硫黄けん濁液が大きな健康阻害要因になると指摘する⁶²。

要するに、ぼくたちはある問題を抱えていて（ロンドンの悪い空気）、それが別のになり（スカンジナビアの酸性雨）、そしてそれがさらにもう一つの変わった（けん濁液）というわけ。でも相変わらず問題があるにはちがいない。だから事態は改善していない。それどころかアシモフの見立てでは、問題は明らかにひどくなったという。でもこうした議論は「どのくらい重要なの？」という問題をまったく考えずにすませている。ロンドンの都市部大気汚染は、1930年以來90パーセント以上改善されている⁶³。かつての都市部大気汚染は、おそらくイギリスで年に6万4千人ずつ殺していたはずだ⁶⁴。硫黄の廃液を捨てたところで、50年に一人ガンで死者が増える程度⁶⁵。だから、ある問題から別の問題への移行を、単に一つの問題が別の問題へ置き換わっただけと述べるのは、ポイントがまるでわかっていない証拠だ。大事なものは、63,999人以上がいまや長生きしているということだ。それも毎年。

「どのくらい重要なの？」という基本的な質問をしなければ、優先順位もつけられないし、インパクトのいちばんあるところへリソースを向けることもできない。

1.8 大事なこと：人間

いまぼくは、各種問題で失われた人命を数えたけれど、これはぼくの議論での中心的な想定も強調している。その想定とは、世界の状態評価にあたっては、人間のニーズや欲望こそが核心となるということだ。だからといって、植物や動物に権利がないってことじゃない。でも、中心はいつも人間の評価になる⁶⁶。

これはぼくの倫理的な世界観を表すものでもあり、そしてこの点で、読者はもちろんぼくに同意しないかもしれない。同時に現実的な世界観を表すものでもある。人々は議論して意志決定プロセスに参加するけれど、ペンギンや松の木は参加しない⁶⁷。だから、ペンギンや松の木がどこまで考慮されるかは、最終的にはある程度の（民主主義でなら全体の半数以上の）個人が、ペンギンや松の木のために行動するかどうかで決まってくる。だからプロジェクトを評価しようと言うときも、それは人々による評価にかかってくる。ということはつまり、一部の人はもちろん動植物にとっても高い価値を置くとはいえ、そういう植物や動物には、どんな権利もあまり大量にはあげられないということになる⁶⁸。

これはもちろん、基本的に人間側の身勝手なアプローチではある。でも、これが現状の意志決定方式の説明として最も現実的だという以上に、ぼくには擁護できる唯一のものだと思えない。だって、ほかにどうしろと？ ペンギンにも選挙権を与えるか？ 与えないなら、だれがペンギンの代弁をする？（そしてその代弁者はどうやって選ばれる？）

また、この人間中心の見方は、自動的に他の人間以外の生命体を無視したり排除したりするものではないことも指摘しておくことが大事だろう。人間は、数々のはっきりした形で他の生命体に依存しているから、この理由だけからでも、他の生命体も保全されるべきだしその福祉も重視されるべきだ。多くの場面で、人間は動植物と利害を共有している。たとえばきれいな空気がほしい場合なんかがそうだ。でも、しばしば、人間にとってよいことと、動植物にとってよいことを、てんびんにかける必要が出てくる場合があるのはもちろんだ。もし森に手をつけずに放っておくのを選べば、これは多くの動物には大きなメリットだけれど、人間にとっては材木を得て食料を生産する機会が失われたことになる⁶⁹。処女林がほしいか、農地がほしいかは、食料と手つかずの自然とどっちがいいかという人間の嗜好に依存する。

結論としては、ぼくたちは参照点として人間を使うしかないということだ。それ以外の形では、倫理的ジレンマを避けられないだろう。アメリカ人がメキシコ湾北部への窒素排出を削減して、海底の動物が窒息しないようにすべきだと議論するとき、これは人間が海底生命体を求め好むという主張だ。海底生命体を救うことが不可欠だから削減すべきだということじゃない。つまり別に海底生命体に、不可侵の権利があるからじゃない。もし不可侵の権利という議論を持ち出してくるなら、なぜ海底の一部動物は救うのに、牛は牛肉用に殺すのか、ということが説明できない。牛だって、メキシコ湾海底の生命体と同じくらい生きる権利があっていいでしょ？

1.9 現実 VS 神話

世界の状態を議論するときには、ぼくたちが^{ファンダメンタルズ}大事だと考えるものを検討するのが重要になる。これは、長期のグローバルトレンドを参照して、その重要度を、特に人間の福祉の面から考えるということだ。

でももう一つ大事なものは、数字やトレンドを挙げるとき、それが真実であることだ。

この要求は当たり前すぎるほど自明のようだけれど、世間の環境論争は残念ながら、真実をかなりいい加減に扱うという不愉快な傾向を持っている。これは「定番話」が論争においてあまりに深く長いこと席卷してきたので、とんでもないウソの主張が何度も何度も、まったく参照先をあげずに行われても、信じてもらえてしまっているということだ。

気をつけてほしいのは、これが環境分野での一次研究のせいじゃないということだ。一次研究は、おおむね専門的にも優れていてバランスが取れている⁷⁰。問題は環境知識のコミュニケーションにある。これはぼくたちの終末信念を深く利用している。こうしたプロパガンダは、多くの環境団体が提供している。たとえばワールドウォッチ研究所、グリーンピース、世界自然保護基金(WWF)、その他各種個別評論家。そしてそれは、すぐにメ

ディアに採りあげられる。

事例の数はあまりに多すぎて、それだけで一冊の本ができるほどだ。本書でその多くを検討はするし、それがメディアとどうつながっているかは次章で検討する。でも、ここでは環境の神話づくりとして突出した存在をいくつか見てみよう。

1.10 現実：ワールドウォッチ研究所

「定番話」の提唱は、しばしば 直接あるいは間接的に レスター・ブラウンとかれのワールドウォッチ研究所にたどれる。ここの出版物にあふれているのがこんな記述だ：「主要環境指標はますます悪化している。森林は縮小し、地下水位は低下し、表土は流出、湿地は消滅し、海洋資源は崩壊、草地は衰退、川は干上がり、気温は上昇、珊瑚礁は死に、動植物種は絶滅を続けている⁷¹」。強力な読み物だ しかもまったく何一つ根拠なしに示されている⁷²。

森林の話をするとき、ワールドウォッチ研究所は断定的に「世界の森林地帯は、ここ数十年で面積的にも質的にも著しい低下を見せている⁷³」と述べる。森林についての章で見られるけれど、国連のFAOが提供する最長の時系列データによれば、森林面積は1950年には全陸地面積の30.04パーセントだったのが、1994年には30.89パーセントと増えている。過去44年で、0.85パーセントポイントの増加だ（p. 158, 図60を参照）⁷⁴。でも、こうしたグローバルな数字は示されない。単に「毎年新たに1600万ヘクタールの森林が消失する⁷⁵」と告げられるだけ この数字は最新の国連の数字⁷⁶よりも40パーセント大きい。さらに、森林の質についても参照データは出てこない そんなグローバルな数字はそもそも存在しないからだ。

とんでもないまちがいも、悲しいほど頻発する。ワールドウォッチ研究所は「紙需要の高騰が森林消失に貢献している。これは特に北半球の温帯林で深刻だ。カナダは毎年、約20万ヘクタールの森林を失っている⁷⁷」と主張する。ここでは出所としてFAOの『世界森林白書1997』が挙げられているけれど、その出所を見てやると、実はカナダは毎年、減った森林を17万4,600ヘクタール上回るだけの森林を植林していることがわかるだろう⁷⁸。

2000年の総括で、ワールドウォッチ研究所は1984年の初の『地球白書』で指摘した問題を一覧にしている。一覧を全部挙げると以下の通り：「記録的な人口増、石油価格の高騰、国際債務の重圧、酸性雨という新現象からくる森林への大きな被害⁷⁹」。千年紀の変わり目なんだし、いい機会だからこの一覧を検討しなおせば、重要な問題も見直せるし、かつての問題が克服できたかを考えるにも好都合だろう。ところがワールドウォッチ研究所はいきなり、ぼくたちはこれらの問題を解決していないと語る。「解決にはほど遠い。

この17冊目の『地球白書』をまとめるにあたり、われわれはこうした問題をほとんど解決せず、グローバル経済の将来に対するさらに重大な課題にも直面している。新千年紀の明るい約束は、人類の将来に対するかつてない脅威によっていまや曇らされている⁸⁰」

ワールドウォッチ研究所は一覧をふりかえろうともせずに、問題が解決されておらず、それどころか問題はさらに追加されていると言うだけだ。でもこの定番話はデータをチェックして裏が取れるのだろうか？ 大幅な改善が見られていない場所は、国際債務の水準くらいだろう。債務水準は1990年代を通じてゆっくりと低下はしたけれど、でも下がり方はごくわずかだった。1984年には総輸出の144パーセントだったのが、1999年には137パーセントになった⁸¹。

でも後で見るように、酸性雨は湖沼には被害を与えるけれど、森林にはほとんど何の被害も与えない。さらに酸性雨の原因となる硫氧化物排出は、ヨーロッパでもアメリカでも減少した。EUでは、排出量は1984年以来まるまる60パーセントも削減された（これはp. 245、図91でもわかる）⁸²。

1970年代から1980年代半ばにかけて高騰し、10年にわたる世界の低成長をもたらした原油価格は、1990年代には一貫して低下し、オイルショックと同じまたはそれ以下の水準に戻った（これはp. 175、図64参照）。原油価格は、1998年半ばの市場最安値から倍増したけれど、2001年第一四半期での価格は1990年の価格水準とほぼ同じだし、2001年3月のバレル25ドルという価格は1980年代初期の60ドルよりはるかに低い⁸³。さらに、多くは25ドルという価格を短期的なものと思っていて、アメリカエネルギー情報局は、今後20年間はバレル22ドルという安定した価格を予想している⁸⁴。

最後に、記録的な人口増という話はひたすらまちがっている。人口増の最高記録は1964年の増加率2.17パーセントだ。これは66ページの図13にある通り⁸⁵。この記録以降、増加率は一貫して下がり続け、2000年には1.26パーセントだ。増加人口の絶対数を見ても、1990年に8,700万人でピークを迎えてから、2000年には7,600万人に減り、さらに減少を続けている。

つまり1984年以降の世界の状態を手短かに評価するためワールドウォッチ研究所が出した問題一覧は、そのすべてが改善を見せていて、一つを除いてすべてがすさまじく改善しており、そして一つはそもそも大まちがいだ。ワールドウォッチ研究所の報告は、16年にわたりこれらを入念にカバーしてきたはずなのに、これじゃあまりよい成績はあげられない。問題はもちろん、データの不足じゃない。ワールドウォッチ研究所の収集発表するデータは立派なもので、本書でも使っている。問題は単に、定番話を鵜呑みにしすぎていることからくる、そそっかしさだ。

この鵜呑みぶりは、ワールドウォッチ研究所の将来ビジョンでも健在だ。なんといつて

も上で引用した 2000 年の発言で、かれらは人類が「さらに重大な課題」に直面し、「かつてない脅威」が人類の将来を曇らせていると言っているんだから⁸⁶。こういう脅威はしばしば、ワールドウォッチ研究所の十八番となった関係づけの元でまとめられている。つまり、拡大を続ける経済はいずれ地球の自然システムを脅かすという話だ。2000 年版ではこう宣言されている：「グローバル経済が拡大するにつれて、地域の生態系崩壊はますます加速している⁸⁷」。もちろん、こうした加速ぶりが記述されているのを拝見したいと思うだろう。ところが、ワールドウォッチ研究所はすぐにこう続ける：

ダウジョーンズ株価指数は 1990 年代にかつてない高みにまで上がったものの、
生態学者たちは、増大する一方の人間の要求がいずれ地域的な崩壊を招くと指摘し
ていた。崩壊とは、環境破壊が進歩に取って代わるような状況である。それがど
んな形を取るか 水不足か、食料不足か、病気が、国内民族紛争か、外部の政治紛
争となるのか はだれもわからなかった⁸⁸。

こうした崩壊について、何の説明も提供されていないのにご注目。さらに、この（匿名の）生態学者たちは、崩壊が起きることは確信しているのに、どうも「だれも」その崩壊がどんなものかを知らないらしい。そして最後に、いまの引用みたいに国内の民族紛争まで含むほどなんでもありの一覧を出してくるのは、ちょっと安全策を広く取りすぎている印象だ。特に、そのどれも生態学的な崩壊との結びつきについて何の説明もなければ記述もないんだから。

でもこの直後に、ワールドウォッチ研究所はこの崩壊の主要例を挙げる。拡大を続ける経済が地域の生態系を破壊したことから起きたものだ。「衰退が進歩に取って代わった最初の地域は、サブサハラのアフリカだった。この 8 億人が住むこの地域では、平均寿命
進歩の重要な指標 がみるみる低下している。急速な人口増に圧倒された政府が、AIDS をもたらすウィルスの拡散防止に失敗したからだ⁸⁹」。ここで示唆されていることを明確にすべく、ワールドウォッチ研究所は AIDS 感染が「一部の国がすでに悪化/衰退の閾値を超えたことを示唆するものだ⁹⁰」と指摘する。

生態系崩壊の主要例としてこんなものが出てくるといのは、控えめに言ってもオドロキだ。確かに HIV/AIDS は増えて、サブサハラアフリカでの寿命を下げたし、それは今なお続いている。一部の国では、その低下ぶりはショッキングなほど大きい（これは第 II 部で検討する）。でも、これって拡大を続ける経済が地域の生態系を押し潰したせいなの？ アフリカの AIDS に関する最新のレビューでは、主な原因はかなりはっきり指摘されている。

高水準の AIDS は、アフリカの政治的・宗教的指導者たちが社会や性的な現実を

認識しなかったことからきている。この疫病をおさえ、制圧する手法はすでに知られているし、それを採用させるリーダーシップがとられたなら、効果を発揮する。個人の行動変化の欠如と、有効な政府方針導入の欠如は、死に対する態度と、この疫病の性質や死の時期に関する思いこみからくる、沈黙に根ざしたものだ⁹¹。

同じく、『ランセット』掲載のレビューでも、以下のように論じられている：

（発展途上国の AIDS 蔓延については）二つの主要原因が挙げられる。一つは、国の政府が責任を持って HIV 感染を防止しようとしめないこと。そして二番目に、各国政府と国際機関がともに、リソースがあまりなく、実施能力も弱い国で全体としての疫病に対し有効な、現実的な優先順位をたてられなかったことだ⁹²。

別の言い方をすれば、アフリカでの AIDS の急速な拡散は主に政治的要因と社会的要因で生じている。この悲劇はだれが見ても明らかで、先進国の関心や努力を必要とするものだけけれど、でもこれは拡大を続ける経済が招いた生態系崩壊なんかじゃない。さらに、やっとはっきりした停滞が進歩に取って代わった例を見つけたワールドウォッチ研究所のはしゃぎぶりは、場違いだしピントはずれだ⁹³。

でもワールドウォッチ研究所は、複雑な相互作用の危険性を指摘するとき、別の生態系崩壊の具体例を挙げている。その段落を丸ごと引用して、一般論から具体例への驚くべき移行を見てやろう。

年間約 8,000 万人ずつ人口を増やしている世界におけるリスクは、持続可能な収量の限界が実に短期間で突破されてしまうので、その帰結が手におけなくなってしまうことだ。歴史的には、初期の文明がおおむね孤立して存在していたので、限界突破はその地域に限定された問題でしかなかった。今日、グローバルな経済統合の時代にあって、ある大国での限界突破は他の国のリソースに追加の圧力をもたらすことがある。たとえば北京政府が 1998 年に揚子江上流の材木伐採を禁じたとき、東南アジアの近隣国からの森林産品への需要が高まったために、東南アジアの他の森林に対する需要圧力が強まったのだった⁹⁴。

つまり、ワールドウォッチ研究所が管理不可能な崩壊の例として提供できる最高のものは、規模もわからない木材生産の変化で、しかもそれはほとんどの経済学者なら、まさに効率的な生産決定の見本として描くようなものだ。要するに中国政府は、揚子江上流の木を伐採するのは総合的に見てまずいということを見つけたわけだ。その木は、洪水を抑えてくれるほうが有用だからだ。皮肉なことに、ワールドウォッチ研究所はこの伐採禁止が「国の森林管理において、生態学の原理が基本的な経済学に取って代わりつつある」証

抛だと本気で主張している⁹⁵。なぜかという、北京政府の今の見解では「森林の保水力と洪水防止能力を考えると、生えたままの木のほうが、切り倒した木の三倍も価値がある⁹⁶」からだ。もちろん、こんなのは単純明快な（そしておそらくは立派な）社会的費用便益分析だ。よい経済学であって、生態学じゃない。

つまり、ここで分析してきたワールドウォッチ研究所の何度も繰り返される主要な発言を見ると、生態学的な崩壊という定番話の主張は、実にあぶなっかしい例に基づくか単に信念として述べられているだけらしい（ついでに、すでに述べたことだけれど、こうした引用はグローバルなトレンドに基づかずに単一の事例だけから議論を進める危険性を強調していることも指摘しておこう）。

もちろん、こうした引用は『地球白書』における定番話を最も強力に述べた箇所だけれど、ワールドウォッチ研究所はほかの例や分析もたくさん提供してくれているし、それをいろんな分野でやっている。それらについては、本書でそれぞれのテーマを扱うときに検証しよう。

1.11 世界自然保護基金 (WWF)

世界自然保護基金 (WWF) は 1997 年末にかけて、東南アジアの相当部分に分厚い煙の雲を作り出していた、インドネシアの森林火災に焦点をあてていた。この現象が、都市住民にとってはうっとうしかったのはまちがいないけれど、WWF はこの森林火災が、世界の森林が「バランスを崩している」しるしだと強調していた。これは 1997 年にワールドウォッチ研究所が、生態系崩壊の重要信号の一つとして実際に挙げたニュースでもあった⁹⁷。

WWF は 1997 年を「世界に火がついた年」と宣言した。なぜなら「1997 年には、史上最高の森林面積が火災で失われたから⁹⁸」だとのこと。WWF 会長のクロード・マーチンはそれを総括して「これはただの非常事態ではない、全地球的な大災厄だ⁹⁹」と自信たっぷりに述べた。でもよく見てみると、本書の後のほうの森林の章でも見られるように、数字はこの主張を裏付けていない。1997 年の森林火災は通常の年よりもずっと下回る水準で、1997 年にみんながインドネシアの森林火災に注目したのは、それが都市住民に迷惑を及ぼした初めての年だったからにすぎない¹⁰⁰。全体としてインドネシアの森林火災は、同国の森林の約 1 パーセントほどに影響しただけだ。

同じように 1997 年に WWF は「世界の森林の三分の二が永久に失われた¹⁰¹」というプレスリリースを出した。そのリリースでも、『地球年間森林報告一九九七』でも、かれらは「WWF の新しい調査で、もともと世界にあった森林の三分の二近くが永遠に失われたことが示された¹⁰²」と述べている。これはいささか驚くべき数字に思えた。だって、

ほとんどのソースの推定では、20–25 パーセントくらいになっているからだ¹⁰³。そこで WWF イギリスに連絡して、このプレスリリースの担当者レイチェル・サッカレーとアリソン・ルーカスと話をし、その WWF の研究報告書を見せてくれと頼んだ。ところがかれらが話してくれたのは、実はそんな報告書なんか実在しておらず、WWF はその数字を世界動植物保全監視センター (WCMC) のマーク・アルドリッチにもらっただけだ、ということだった。どうやらかれらが見たのは最大値で、しかも定義の問題から、最初に森林面積を見るときには北半球を含めたのに、現在の森林面積を見るときには南半球しか見なかったということらしい¹⁰⁴。

この実在しない報告書に基づいて、WWF はこう述べる：「今や、失われた森林の大きさが証明された。(中略)恐るべきことに、森林破壊の速度は過去 5 年で急速に加速し、さらに加速を続けているということだ¹⁰⁵」。でも、国連によれば、森林消失の速度は 1980 年代には 0.346 パーセントで、1990–95 年では年 0.32 パーセント 劇的な加速どころか、むしろ減速している¹⁰⁶。

WWF は、ブラジルほど森林消失が激しいところはないんだよ、と教えてくれる。ブラジルは「いまでも世界最高の年間森林消失率を記録しています¹⁰⁷」とのこと。本当の現実を見てやると、ブラジルは熱帯雨林ではむしろ一番低い部類に入る。国連によれば、ブラジルの森林消失は年 0.5 パーセント、それに対して世界平均では年 0.7 パーセントだ¹⁰⁸。

もっと最近の発表資料では、WWF はもとの森林面積推計を 80.8 億ヘクタールから 67.93 億ヘクタールに引き下げた (約 16 パーセント減らしたわけだ)。一方、現在の森林面積は 30.44 億ヘクタールから、34.10 億ヘクタールに引き上げた (12 パーセントほどの引き上げ)。それでもかれらの推計は、国連の推計よりも 1 億ヘクタールほど低いだけだ¹⁰⁹。でもこれはつまり、世界で失われた森林量の推計を、もとの 62.3 パーセントから 49.8 パーセントに下げたという計算になる¹¹⁰。

それでもこれは、一般の推計である 20 パーセントよりかなり多い。でも、ロンドン大学とサセックス大学の研究者¹¹¹ がそれぞれ独自に、WWF や世界動植物保全監視センターなどがこうした気が滅入るほど大量の森林消失予想を出すときに使う情報源やデータを評価しようとした。データはあまりに大量なので、二人は西アフリカの森林消失推計に的をしばった。WWF/WCMC では、この地域で 87 パーセント、約 4,860 万ヘクタールの森林消失が起きたと推計している¹¹²。でも、文献を見ると、これは問題の多い生物気候地帯だけにに基づいていて、基本的には今日の森林と、かつて森林があったかもしれない場所とを比較しているものだった。全体として研究者たちは「今日出回っている森林消失の統計はおおむね、20 世紀における森林消失を大幅に過大評価している¹¹³」と

述べる。結果として西アフリカでの実際の森林消失は約 950–1050 万ヘクタール、つまり WWF/WCMC 推計の 5 分の 1 程度でしかない、ということだった¹¹⁴。

最後に WWF は、この森林推計値とその他の指標を使って、「生きている地球指標」なるものを作る。これによると過去 25 年に 30 パーセントの自然の豊かさが失われたことが示されるのだそうだ。「つまり世界は、たった一世代のうちに自然の豊かさを 30 パーセント失ったということです¹¹⁵」。この指標は三つの数字を使っている。自然林の面積（だから植林した人工林は含まれない）そして選ばれた淡水・海水生命体の個体数変化指標だ。この指標はかなり問題がある。まず、植林による人工林を除外するなら、もちろん森林面積指標はまちがいに下がり続ける（植林は増えているので）。でも、植林による人工林が自然にとって悪いかどうかはわからない。人工林は林業資源の相当部分を作り出し、他の森林への圧力を減らす。アルゼンチンでは、材木の 60 パーセントは植樹人工林で作られているけれど、その人工林は総森林面積の 2.2 パーセントで、これがあるおかげでほかの 97.8 パーセントは無事でいられる¹¹⁷。ちなみに WWF は「植樹人工林がいまの森林面積の相当部分を占める」と述べるけれど、実は世界の総森林面積の 3 パーセントにしかなっていないのだ¹¹⁸。

二番目に、海洋生物 102 種と淡水種 70 種を選んだというけれど、もちろんこれが無数の他の生物をよく代表しているという保証はない。実は、研究はすでに問題の存在が指摘されている生物種を対象にすることが多く（これについては次の章で見るけれど、要するにそういう生物種のために対応策を取るのに情報が必要だからそうなる）、だからこうした推計は、減少側に大きく偏ることが予想される。

第三に、世界の状態を評価するにあたり、もっと多くのもっといい指標を見なきゃいけないということ。これがいちばんはっきりするのは、WWF が生態系の総価値が年 33 兆ドルだと主張する新研究を引用していることだ（この困った調査は、生態系が地球の年間総生産額 31 兆ドルを上回る価値を持っていると推計している。この調査については第 V 部でとりあげる）¹¹⁹。WWF によれば、「生きている地球指標」が 30 パーセント下がったということは、生態系から毎年得られる利益も 30 パーセント減ったということだそうだ。つまり毎年 11 兆ドルの損害が出ている、と¹²⁰。こんな主張はナンセンスもいところだ¹²¹。森林の産出は 1970 年以来、減るところか 40 パーセントほど増加している¹²²。そして海洋や沿岸部の価値の相当部分は、栄養物のリサイクル機能にあるのに、「生きている地球指標」はこれをまるっきり見ていない。さらに海洋食料生産は、1970 年以来 60 パーセント近く増えている（p. 152、図 57 参照）。だからかれら自身の指標を考えても、生態系サービスは低下しているどころか増加していることがわかるのだ。

1.12 現実：グリーンピース

デンマークのマスメディアで、これまでずっと聞かされてきた世界生物種の絶滅速度があまりに高すぎることをぼくは指摘した。一世代のうちに、全生物種の半数近くが絶滅する、というのだもの。正しい数字は、50年で0.7パーセントくらいだ¹²³。これを受けて、グリーンピース・デンマークの会長ニールス・ブレッズドルフは、グリーンピースは昔から0.7パーセントという数字を受け入れてきた、と指摘。ところがグリーンピースの公式生物多様性報告は「地球の生物種の半分は、今後75年以内に消滅しそうだ」と予想されている¹²⁴と述べている。会長はこの報告について公式にコメントしたことはないけれど、でもグリーンピース・インターナショナルを説得して、この報告をインターネット上から引っ込めさせた。そこには科学的な参考文献が何一つ挙げられていなかったのだ。

ノルウェーのテレビ局も、この報告についてグリーンピースを問いつめて、言い逃れできないところにまで追い込んでしまった。4日後、かれらは記者会見を開くことにして、ぼくがいま指摘した論点をすべて挙げて、自分たちの活動を見直した。ノルウェーの新聞「ヴェルデンス・ガンド」紙によれば：

グリーンピースのカレ・ヘストヴェドトは、「われわれは新しい現実に対して環境運動を適応させるときに問題に直面しました」と述べた。かれは状況について一方的に悲観的なだけでは、環境団体の信用が弱まると信じている。でも多くの人々が、今にも世界が崩壊寸前なのだと感じなければ、みんな環境問題を真剣に考えようとしないうら、とヘストヴェドトは今なお述べている¹²⁵。

まとめとしてグリーンピースは次のように述べている：「本当のことを言えば、10年前からわれわれが戦ってきた環境問題の多くは、ほとんどが解決されたも同然の状況だ。それでも戦略として『すべてが地獄へまっしぐら』的な前提に集中し続けている¹²⁶」。

1.13 現実：まちがったダメな統計と経済学

その他の情報源の多くでも、まちがった発言は呆れるほど多い。いくつかをここにまとめてみよう。さらに、経済的な議論のいい加減さについても示しておこう。

最近の新しい懸念の一つとして、合成化学物質が人間や動物のホルモンに似た働きを持つことについての不安がある。これは通俗科学書『奪われし未来』¹²⁷の刊行で大きく普及した。この本の議論については第V部で見られるけれど、ここではこの本の議論のかなりが、合成ホルモンと乳ガンとの結びつきと称するものに依存していると指摘しておく。同書によると「女性にとって何よりも恐ろしい健康トレンドは、女性のガンとして最も多

い、乳ガン発生率の上昇である¹²⁸。どこに結びつきがあるのか？「1940年に化学時代が夜明けを迎えてから、乳ガンによる死亡はアメリカでは年1パーセント上昇をとげ、他の先進国でも似た増加が見られている。こうした発生率は年齢補正済みなもので、人口高齢化といった人口学的な変化ではなく、本当のトレンドを示している¹²⁹」。1940年以来1パーセント上昇が続いたのなら、同書の1996年の刊行までに乳ガン死亡者数は75パーセント増加してははずだ¹³⁰。でも、この主張はひたすらまちがっている。316ページの図119を見て欲しい。『奪われし未来』執筆時点で、年齢補正済みの乳ガンによる死亡率は、1940年に比べて9パーセントほど減っている。1998年の最新の数字では、18パーセントも下がっている¹³¹。

『地球環境予測報告二〇〇〇』は、地球の数々の水問題についても語ってくれる¹³²。これらについては第IV部で見られるけれど、この報告書が実際に数字を挙げるときには、ずいぶんとんでもない話をする。「世界的には汚染された水は、12億人の人々の健康に影響し、毎年5歳以下の子供1,500万人の死をもたらしていると推計される¹³³」とのこと。でも、5歳以下の子供の死亡総数ですら、WHO（世界保健機関）の推計では1,000万人止まりだ¹³⁴。同じように、同報告書は「地域および産業的な水需要の増大は、水利権の配分についての紛争を招いた。水資源はいまや計画者たちが描く成長や経済活動増大に対する大きな制約となっている。これは特にアメリカ合州国の西部や南西部の乾燥地で顕著だ¹³⁵」と述べる。でもこの報告書唯一の参考文献は、アメリカでの経済成長に水の制約が影響を与えているなんてことは一言も触れていない¹³⁶。

ほとんど毎年のように、ワールドウォッチ研究所は、再生可能エネルギーの利用が伝統的燃料の利用よりずっと急激に伸びていると言って大騒ぎする。1990年代には、石油が2パーセント以下しか伸びなかったのに対して、再生可能エネルギーは22パーセントも伸びた¹³⁷。でも、こんな成長率を比べるのは誤解を招く。というのも風力エネルギーは全エネルギーの0.05パーセントしか占めていないから、二桁台の成長はそんなにむずかしいことじゃないのだ。1998年には、2パーセントの石油の成長分からくるエネルギーは、風力エネルギーの22パーセントからくる増加分より323倍も大きかった¹³⁸。この驚異的な風力の成長が続くという事態はあり得そうにないけれど、それが続いたとしても、風力が石油を上回るには22パーセント成長が46年続いてくれなきゃダメだ¹³⁹。

同じように、環境保護運動は再生可能エネルギーが化石燃料より安くなってくれたら大喜びだろう。でも経済的な議論となると、かれらはしばしば驚異的なくらい堅実さに欠ける。多くの方は、石炭による汚染と廃棄物が環境と人間に与えるコストさえ考慮すれば、再生可能エネルギーのほうがまちがいでなく安上がりだ、と単なる信念に基づいて主張する¹⁴⁰。でも最大級のプロジェクト3つ　一つはヨーロッパ、二つはアメリカ　は発電

に係わるあらゆるコストを検討してみた。石炭採掘の人命コスト、その輸送に係わる交通事故と石炭生産の職業病や、酸性雨、煤塵、二酸化硫黄、酸化窒素、オゾンなどが湖沼、作物、建物、児童、老人に与える影響から、税制や職業までといった同様の考慮事項やコストについての長い長いリストが考察されている¹⁴¹。それでも、追加されたコストは再生可能エネルギーと化石エネルギーとの差には及ばないという結果となった。（第 III 部の議論も参照）¹⁴²。ただし、再生可能エネルギーが短中期的には安くなるのはまちがいないことだし、そしてこれは、地球温暖化について長期的にはさほど心配しなくてもいい理由の大きな一部ではある（第 V 部参照）。

同じような経済的にゆるい議論は、ワールドウォッチ研究所が「風力発電はいまや化石燃料による電力と比べて経済的競争力を持っている¹⁴³」と述べるときにもあらわになっている。ところがかれらは一方で、将来的には「きたるエネルギーパラダイムの倫理においては浪費にかわって必要十分性が重要となる¹⁴⁴」と語る。でもワールドウォッチ研究所に言わせると、これはかまわないのだそうだ。というのも、これは大した節減を必要としないから。「小さめの車や小さめの家を持ったり、車を使わず自転車利用を高めたりするようなちょっとした変化を行っても、歴史的基準からすれば豪華なライフスタイルを送っていることになるのだ¹⁴⁵」。ということは、利便性を減らしても「歴史的基準からすれば」豊かではあるにせよ、やっぱり今よりは豊かでなくなる、ということだ。それはもしかすると、もっと環境の優れた持続可能な社会になっているのかもしれないけれど、でも少なくともその選択が明らかにトレードオフの関係にあることを示すべきだろう。

同じように、ワールドウォッチ研究所は CO_2 排出削減で地球温暖化を避けるコストを少なく見せたがっている。小規模な再生可能エネルギー企業の CEO トマス・カステンを用いて、同研究所は「この会社の小さく驚異的に効率の高い発電プラントは、一部の古い効率性の低いプラントの三倍ものエネルギー効率を達成する。でもカステンによれば問題は炭素排出の削減にどれだけコストがかかるかということではなく、それを実現することで得られる莫大な利益を手にするのがだれかということだ¹⁴⁶」と指摘する。でもワールドウォッチ研究所はまた、21 世紀には「気候をめぐる戦いは、(20 世紀を通じて) 戦争冷戦も実際の戦争も が持っていたような戦略的重要性を持つようになるかもしれない¹⁴⁷」と指摘する。『ネイチャー』に書く先進科学者たちのお墨付きをもらって、ワールドウォッチ研究所は気候変動に対抗するために必要となる技術を開発するにはすさまじい研究努力が必要で、しかもそれは原爆開発のマンハッタン計画並の緊急性を要すると本気で主張している¹⁴⁸。冷戦とマンハッタン計画は、どっちもずいぶんと高くついたプロジェクトだったこともついでに指摘しようか。

1.14 現実：水問題

水についてはいろいろ心配されている。十分にあるのか、希少性が水戦争を起こすのでは云々。近年では水不足がワールドウォッチ研究所のお気に入りの将来問題となってきた。こうした水問題については13章でもっとしっかり見るけれど、ここではいちばんよくある主張二つを見ておこう

環境問題について大学で最もよく使われる教科書『環境の中で暮らす』は「1995年世界銀行調査によれば、世界人口の40パーセント（23億人）を擁する30カ国はいまや極度の水不足に直面しており、これらの国々の農業と産業と人々の健康が脅かされている¹⁴⁹」と書いている。この世銀調査は、ちょっとずつちがった数字で各種の環境問題教科書に引用されている¹⁵⁰。でも残念ながら、どれ一つとして参考文献を挙げていない。

世界銀行の多大な協力を得て、ぼくはこの有名な文書をやっと見つけた。ふたを開けてみると、この神話の源は急ごしらえのプレスリリースでしかなかった。このプレスリリースの見出しはこうだ：「世界人口の40パーセントが極度の水不足で苦しむ¹⁵¹」。でもその先を読み進めるとすぐにはっきりするのが、この40パーセントの大部分は水を使いすぎている人ではなく、そもそも水や下水処理設備にアクセスできない人々だということだ。つまりこれは正反対のことを言っている。さらにこのプレスリリースのもとになったメモを見たら、レスター・ブラウンたちが心配している全地球的な水不足は、世界人口の40パーセントではなく4パーセントに影響するものだと書かれている¹⁵²。ついでながら、世界銀行が言及していた国の数も30じゃなくて80カ国だ。

でも水に関する最重要の人的問題は、ぼくたちが水を使いすぎるということではなく、水にアクセスできない人があまりに多いということだ、というのは事実だ。きれいな飲料水と下水施設をすべての人に確保できれば、毎年数百万人の死を防げるし、毎年5億人が重病にかかるのを防げると推定されている¹⁵³。これに必要な一回限りのコストは2000億ドル以下、あるいは年間の全地球の開発援助金額の4倍以下だ¹⁵⁴。

したがって、水に関する最重要問題は、水と下水処理へのアクセスが改善しているかひどくなっているか、ということだ。水専門家として第一人者であるピーター・グレイクは、重要な水問題専門の本『水の危機』を編集した。大判のほとんど500ページにもなるオックスフォードからの学術書だ。でも水と下水処理設備へのアクセスを推計するとき、グレイクも定番話につまずいたようだ。これを図4に示す。

1980年から1990年にかけて、グレイクは本書と同じような議論を展開する。つまり、物事はよくなっているということだ。水へのアクセスが得られない人は減った。そしてこの期間に発展途上国に生まれてきた人は7.5億人いるから、実際に水へのアクセスを得ら

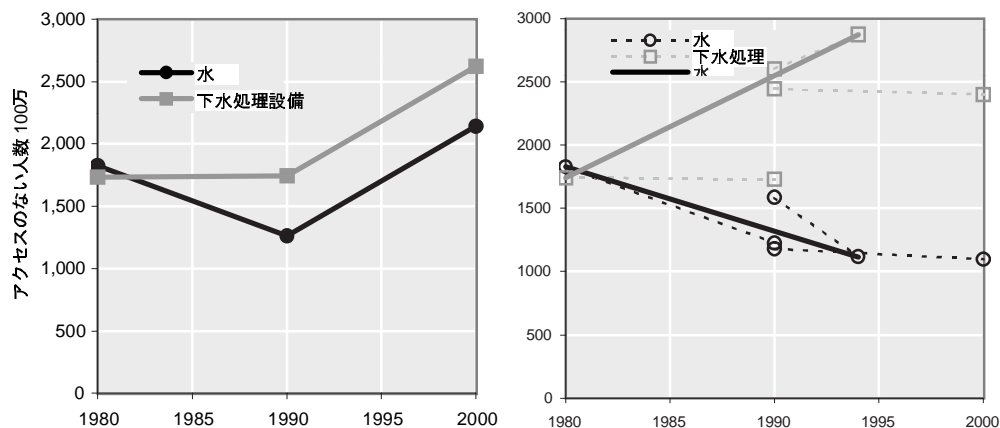


図 4: きれいな水と下水処理設備へのアクセスの発展を示す二つの試み。左: アクセスのない人々の数、1980–2000。OBS: 1999–2000 の数字はまちがっている。右: アクセスのない人々の数、1980–90, 1990–4, 1990–2000 は破線。OBS: 1980–94 の実線はまちがっている。出所: Gleick 1993b:10, 187–9. 1998a:262, 264, Annan 2000:5.

れる人はこの期間で 13 億人増えたことになる。このため発展途上国で水へのアクセスがある人の割合は 44 パーセントから 69 パーセントに増えた。25 パーセント分の増加だ。下水について言えば、下水処理設備にアクセスできない人々の数はだいたい同じくらいだ (600 万人ほど多い) が、ここでも人口が増大しているの、約 7.5 億人ほどが下水設備にアクセスできるようになったわけだ。アクセスできる人の割合は 46 パーセントから 56 パーセントに増えている¹⁵⁵。ところが、1990 年から 2000 年、図 4 の左側のグラフでは、事態はこんどは悪化することになっている。水も下水施設もない人は大幅に増える。割合は再び 10–12 パーセント下がってしまう。でも数字を調べてみると、グレイクがやったのは、1990 年代には 8.82 億人が生まれることを試算しただけだ、というのがわかる。これらの人は、生まれたときには水や下水設備へのアクセスはないので、その数があっさりアクセスを受けられない人の数に足されただけだ¹⁵⁶。

もちろんこれはまるで筋の通らない想定だ。要するにグレイクは、1980 年から 1990 年にかけての 10 年で、13 億人が新たに水施設にアクセスできたと主張しているのに、1990 年から 2000 年にかけてはその数字がゼロになると言いたいわけ? それでもこのグラフはいろんなところに転載されて、たとえば水不足についての影響の大きい論文にも掲載されて配布されている¹⁵⁷。

1996 年に国連は、1990 年から 1994 年にかけての水と下水処理設備へのアクセスに関する公式推計を発表した¹⁵⁹。水と下水処理設備へのアクセスとは何かというのはもちろん定義の問題になってくる (ある住戸が井戸にどれだけ近ければいいのか? 地面に穴を

掘ったら下水処理設備と言えるか?) 1996年に国連は、アクセスについていちばん厳しい定義を使って1990年と1994年を見た¹⁶⁰。おかげで1990年のアクセスなしの人数の国連推計は大幅に増大した¹⁶¹。だから図4の右側のグラフでは、1990年に水へのアクセスのなかった人数は、12億ではなく16億に増えていて、それが1994年には11億人に減ったことがわかる。同じように下水処理施設のない人は26億人になり、それが1994年には29億人に増えた。グレイクは学術書では両方の数字を挙げるけれど¹⁶²、一般雑誌に証拠を出すときになると、もとの1980年の数字と改訂された1994年の数字だけが示されている¹⁶³。これはもちろん、まるで比較できない数を比べていることになる。だから水にアクセスできない人の減少はずっと小さく見えて、下水処理設備にアクセスできない人の増加はずっと大きく見えることになる。

2000年4月には、国連の1990-2000年の最新推計が発表され、上水にも下水処理設備にもアクセスのない人はこの10年でわずかながら減ったことが示されている¹⁶⁴。この10年で7.5億人が発展途上国の人口に加わったので、これはつまり7.5億人が新たにきれいな水と下水処理設備へのアクセスを手に入れたということだ。だから、アクセスのある人の割合はかなり増えた。図5を見ると、飲料水へのアクセスを持つ発展途上国の人々の割合は、1970年に30パーセントだったのが、2000年には80パーセントになっていることがわかる。同じく下水処理設備にアクセスできる人は、1970年の23パーセントから2000年の53パーセントに増大している。

まだまだやることは残ってはいるけれど(特に下水処理設備)、水問題で最重要なものは、確実に改善されているのだ。

1.15 現実：ピメンテルと世界の健康その1

ほとんどの環境基礎研究は、しっかりしたものだし偏向もしていない。これらがワールドウォッチ研究所の『地球白書』や本書などの評価における入力となる数字やトレンドを生産している。でも、ピアレビューつきの雑誌においてすら、広い領域について評価をしようとする場合には、定番話への信仰がときに支配的になってしまい、やたらに警鐘を鳴らしたりする研究や、とんでもなく腐った研究を生み出してしまう。こうしたダメな主張のほとんどは本書の至る所で指摘しているけれど、でもこうした議論を解剖してみるのには有益かもしれない。たった一つの例を示したり、たまさかのまちがいをあげつらったりするよりも、こうしたダメさ加減の広さと深さを示したいと思うので、本書で後から触れる様々な問題をここでも採り上げる必要が出てくる。

コーネル大学のデビッド・ピメンテル教授は、しばしば引用される有名な環境保護論者で、主張はいろいろあるけれど、中でも全地球的な土壌流出推計で他のものより極端な数

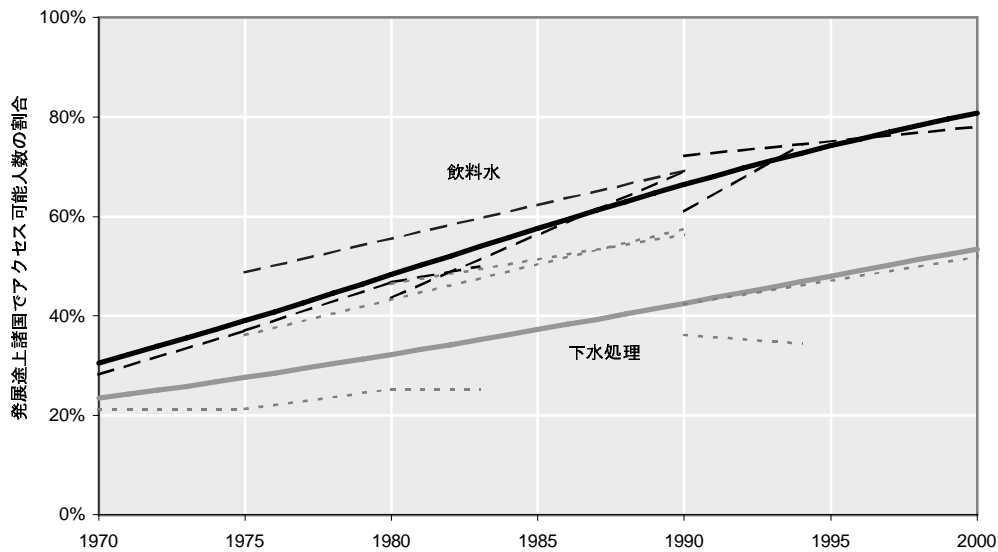


図 5: 第三世界で飲料水と下水処理設備にアクセスを持つ人の割合, 1970–2000. 薄い破線は個別の比較可能な推計値、実線はロジスティック曲線のベストフィット—各種の大幅にちがう定義を下に、発展の一番よい推定を行うための合理的な試みである¹⁵⁸。出所: World Bank 1994:26 (1975–90), WHO 1986:15–18 (1970–83), Gleick 1998a:262, 264 (1980–90, 1990–4), Annan 2000:5 (1990–2000)。

字を挙げたり（これは第 III 部で触れる）アメリカで維持可能な理想的人口が 4 千万から 1 億人だと主張したり（つまりいまのアメリカの人口から 63–85 パーセント削減だ）している¹⁶⁵。

1998 年 10 月にピメンテル教授は、ピアレビュー付きの雑誌『バイオサイエンス』で「疫病増大のエコロジー」についての論文の筆頭著者となった¹⁶⁶。この論文の基本的な主張は、人口増大はますます環境破壊を招き、公害を悪化させ、結果として人間の疫病も増える、ということだ。その過程で、ずっと多くの悪い出来事や傾向が言及される。それが主題とほとんど関係ないものであっても。

ピメンテル論文は何度もこれまで見てきたまちがいを繰り返してくれるけれど、いちばん重要な点として、この論文はその中心的な結論のすべてにおいてまちがっていて、大いに誤解を招く記述となっていることが挙げられる。それでもこの論文は、世界衰亡を指摘するにあたりしばしば引用され、活用されてしまっている¹⁶⁷。

トレンドを見ると、ピメンテルは喜々として非常に短期の傾向を採り上げる。かれは最大の死亡性伝染病である結核を見て、それが 1990 年には 250 万人を殺しているのに、1995 年にはそれが 300 万人になったと主張し、2000 年にはそれが 350 万人になるという予想を引用する¹⁶⁸。でも 1999 年には、実際の結核死者数は 166.9 万人で、ピメンテルが

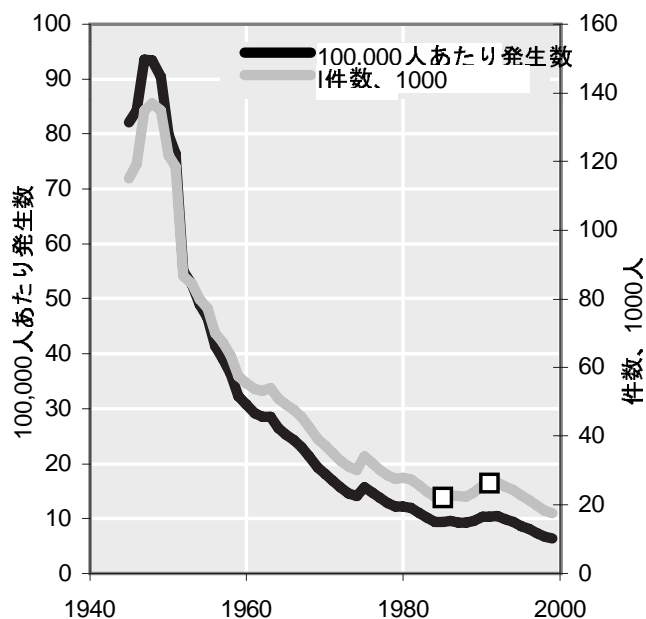


図 6: アメリカでの結核症例の実数と人口比、1945–99. ピメンテルの選んだ二つの年、1985年と1991年が印してある。出所: CDC 1995:69–79, CDC 1999g:79, 2000a:858, USBC 2000c.

いちばんよく使う WHO の情報源は、1990年代はほとんど一定して毎年 200 万人程度の結核死者を推計している¹⁶⁹。

予想がはずれるのは仕方ないとしても、ピメンテルのアメリカ国内の結核との比較は深刻な問題を抱えている。「アメリカ合州国の結核感染パターンも世界状況と似ており、結核症例は 1985 年から 1991 年にかけて約 18 パーセントも増大した¹⁷⁰」。これは数字的には正しいのだけれど、図 6 を見ればこの引用部分が誤解を招くものなのは明らかだ。ピメンテルは結核症例が最低だった年（1985 年の 22,201 件）をとって、それをほとんどてっぺんの 1991 年（26,283 件）と比べている。でも、ちょっとでもちがった年をとったら、結果は正しく減少傾向となったはずだ。ピメンテルの論文が出る 2 年前の 1996 年をとっても、総数は 1985 年の数字以下だった。1999 年の最新の数字は 17,531 件となっている。

さらに、絶対数を比べるのは問題がある。アメリカの人口は 1985 年から 1991 年にかけて 6 パーセント増えているんだから¹⁷¹、結核だって同じ割合で増えるはずだ。10 万人あたりの件数を見れば、1985 年から 1991 年にかけての増加はほとんどなくなり（増加率は 12 パーセントをちょっと下回る）、この比率は 1985 年以来 31 パーセントほど、1991 年以来では 38 パーセントほど下がっている。同じように、結核の死亡率も 1985 年以来 40 パーセント以上下がっている¹⁷²。ピメンテルが結核件数の増加を指摘できた唯一の理

由は、かれがまさに傾向が逆転して見える年を狙って選んだからにすぎない。

同様に、化学物質や農薬の危険を指摘するにあたり、ピメンテルは以下のような指摘でこじつけようとする；「アメリカでは、ガンによる死者総数は 1970 年の 331,000 人から 1992 年には約 521,000 人に増えた¹⁷³」。でもこれもまた、人口増加（24 パーセント）と人口高齢化（高齢者ほどガンになりやすい）を無視している。年齢調整済みのガン死亡率は、アメリカでは 1970 年より 1996 年のほうが低いのだ。これは過去の喫煙からくるガンの死者数が増加しているにも係わらず減っていて、喫煙の分を調整すると、ガンによる死亡率は 1970 年以来、一貫して年 17 パーセントくらい減り続けている。このデータは第 V 部（図 117）で見ることができるし、そこでもっと詳しくこうした議論を検討する。

ピメンテルは事態が悪くなっていることを示すためにいろんな数字を拾い出してくる。たとえば、アフリカ以外のマラリア発生率が 1980 年まで減り続け、その後は横這いだという事実をかれは認める。それなのに、マラリア件数が増加している国ばかりをその後並べ立てる¹⁷⁴。でも、件数が横這いなんだから、増えている国ばかりを挙げるのは、マラリア件数が激減した国を不思議なことに無視しているわけだ。特に世界最大の国である中国では、マラリア件数は 1980 年代初期から 90-99 パーセントも減っているのに挙がっていない¹⁷⁵。

時には、数字がそもそもまちがっていることもある。たとえばピメンテルは、「タイでは男性の HIV 感染率は、1988 年から 1992 年にかけて 1 パーセントから 40 パーセントにまで増大した¹⁷⁶」と主張しているのがその例だ。通称商業セックスワーカーたちですら、1989 年に計測が始まって以来 40 パーセントなんていう感染率を記録したことはない¹⁷⁷。1989 年以来計測されている、男性 STD（性病）患者数ですら、いつも最高の感染率を記録するグループなのに、「たった」8-9 パーセントにしかになっていない¹⁷⁸。UNAIDS の推定では、成年人口での感染率は 2.15 パーセントで若い男性はこれよりちょっと低めだとしている¹⁷⁹。

さらにピメンテルは、「1985 年以来、アメリカのガソリン中の鉛使用は減ったが、その他の発生源からの大気中への鉛放出は相変わらず 20 億 kg のままだ¹⁸⁰」としている。でもアメリカからの排出総量は 1985 年以来 83 パーセントも減って、今や 3,600 トン、つまりはピメンテルの主張の 500 分の 1 以下だ¹⁸¹。調べてみると、引用文献（しかもそれが 1985 年のものだときた）で言及されているのは、当時の全世界の排出量なのだった¹⁸²。

1.16 現実：ピメンテルと世界の健康その 2

これまで粗悪な個別の主張をいろいろ見てきた。でもそういうのを時間をかけて検討した理由は、それが中心的な主張を強化するのにどう使われているかを指摘するためだ。

ピメンテルがこうしたときにまちがった主張を行うのは、人間の疾病が増大しつつあることを示すためだ¹⁸³。その原因は人間が増えたことで、それが「有機無機の汚染物質を含め、かつてないほどの大気、水、土壌汚染を増加させている」し、同時に食糧不足も引き起こしているというわけだ¹⁸⁴。そしてピメンテルは、今や30億人以上が栄養不足だと指摘する。「これは史上最大の人数であり、また比率的にも最大だ¹⁸⁵」。そしてかれは、死因の40パーセントが「各種の環境要因、特に有機汚染物質と化学汚染物質によって引き起こされている¹⁸⁶」と指摘する。そして栄養不足の増大と公害の増大の結果は、疫病の増大と、伝染病の増大だ¹⁸⁷。驚いたことに、ピメンテル論文のこうした中心的な論点はすべてまちがっており、そして/あるいは深刻な誤解を引き起こすものばかりだ。

とりあえず途中段階の指摘を見てやろう。ピメンテルは、栄養不足が悪化していると主張する。「1950年には、栄養不足とされた人々は世界で5億人（世界人口の20パーセント）とされた。今日では30億人（世界人口の半分）が栄養不足に苦しんでいる。これは数的にも比率的にも史上最大である¹⁸⁸」。これが議論のすべてであり、ピメンテルは2000年になってもこれを繰り返して、さらには栄養不足の人の数が「毎年増えている¹⁸⁹」と付け加えている。1950年の数字の出所はデビッド・グリッグ『世界食料問題』（1993）で、1996年の数字はWHOのプレスリリースからきている。

でも、この二つの出所は食糧不足というものについて、ぜんぜんちがった定義を使っているのだ。グリッグは一番ふつうに、カロリー摂取に基づいた定義を使っている。もしある人のカロリー摂取量が肉体的最低水準を20パーセント以上上回っていなければ、その人は栄養不足か飢餓状態とされる。1949年から1979年の推移を図7に示す。栄養失調の人数は、まず5.5億から6.5億に増大して、それから5.34億人に減る。発展途上国の人口は1949年から1979年にかけて16億人以上増えたので、これは第三世界で栄養が十分な人の数はずっと増えたことを意味している。つまり飢餓状態の人の割合は34パーセントから17パーセントに下がった。

1970年以来、国連FAOも似たような統計を出しているけれど、かれらはもう少し広く、最低水準を55パーセント以上上回っていない人を栄養失調としているので、数字はもっと大きくなる。だから栄養失調の人の数は1970年の9.17億人から1997年には7.92億人へと減って、これが2010年には6.8億、2030年には4.01億人になると推定されている。ここでもまた、途上国の人口は1970年以来19億人増えているので、飢餓状態の人の割合はさらに急激に減ったことになる。35パーセントだったのが1996年には18パーセントに、2010年には12パーセント、2030年には6パーセントになる。だから1949年から通してみたければ、図7の左のグラフを上押し上げて右のグラフと重なるようにすればいい。そうすると、飢えた人の絶対数は減り、さらに比率はすさまじく減ったことに

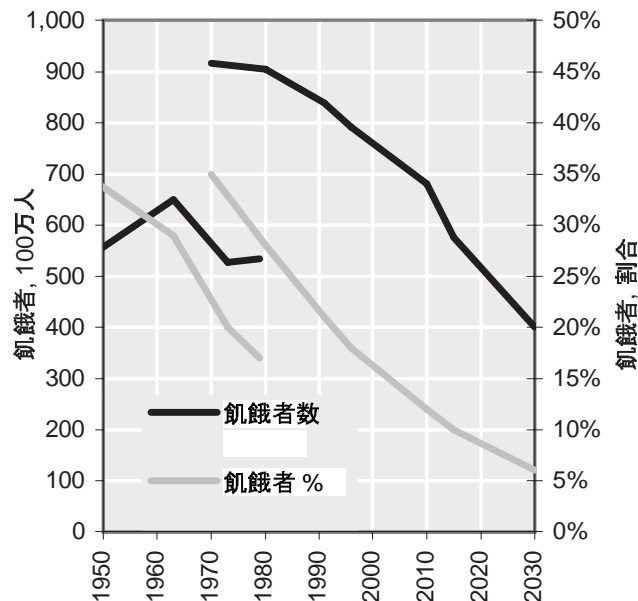


図 7: 栄養失調の人々、1949–2030、実数(百万人)と比率(途上国人口比)、1998–2030 は推計。1949–79 の推計は栄養失調の個人として肉体的最低水準の 20 パーセント増 (1.2 BMR) 以下の人々を数えるが、1970–2030 の推計はもうちょっと多めの、肉体最低水準の 55 パーセント増 (1.55 BMR) 以下の人々を数えている。出所: Grigg 1993:50, WFS 1996:1:Table 3, FAO 1999c:29, 2000c:27, 2000d:20.

なる。

グリッグはまた、栄養失調を計る方法を他に二種類検討して、「1950 年から 1980 年にかけて、一人あたりの食糧供給は世界全体として見ても、先進国だけ見ても、途上国だけ見ても、また主要地域のどれを見ても増加した¹⁹⁰」と結論づけている。

WHO からのプレスリリースは、微量栄養素の栄養失調について述べている。これは主にヨウ素と鉄分とビタミン A の不足だ¹⁹¹。カロリー不足と微量栄養素不足は、死因としては同じくらい重要だけれど¹⁹²、でも指標としてはまったく性質がちがう。微量栄養素問題の解決は、ふつうはカロリー不足の解決よりずっと安上がりだ。必要なのはちょっとした基礎情報と、食糧の中かあるいはビタミン錠剤によるサプリメントだけだからだ¹⁹³。微量栄養素に関心が向けられだしたのはここ 10 年ほどのことなので、世の中の情報も過去 10 年に限られる¹⁹⁴。この 10 年を見ると、ビタミン A 欠乏は 40 パーセント下がり、同じく塩の 60 パーセントにはいまやヨウ素が追加されている¹⁹⁵。

というわけで、ピメンテルが 5 億人のカロリー不足と 30 億人の微量栄養素不足を比べるのはひたすらまちがっているのだ。さらに栄養失調の人が増えているというのもまちがっている。実はどっちの指標を見ても、記録が始まって以来、大幅な改善が見られて

いる。

同じように、ピメンテルの論文は当初から「われわれの試算では世界の死者の40パーセントが各種の環境要因、特に有機・化学的な汚染物質に原因があると推定される¹⁹⁶」と述べている。これは本論文でいちばん引用される一文となっている。公害で人が殺されているという議論を実ははっきりと支持しているように見えるからだ¹⁹⁷。実は「病気制御センター」ニュースレターでのある引用では、この論文が箇条書きの一項目にまとめられている。公害の増大が「一つの避けがたい結論を示している、それは地上の生活がわれわれを殺しているということだ¹⁹⁸」

世界の年間死者数をざっと5千万と見積もると（論文はこの程度の推定もしない）、その40パーセントということは、ピメンテルは公害による死者数が2千万と主張しているわけだ¹⁹⁹。でも不思議なことに、この40パーセントがどう計算されたのか、一度も明示されていないのだ。大気汚染による総死者数（これは公害の中で一番危険なものだ）は年間50万人ちょっとでしかないとWHOが推計していることを考えると、これはますます不思議に思える²⁰⁰。でも、その次のページでピメンテルは、自分がさっき述べたことをほぼそのまま繰り返す。「世界中の大気、水、土壌汚染の増大に基づき、われわれの推定では毎年世界の死者数の40パーセントが環境汚染物質への曝露と栄養失調から生じると推定した²⁰¹」。おどろいたことに、40パーセントはいまや汚染物質だけでなく、栄養失調も含むわけだ。最後に結論では、あらゆる要因が持ち出されてくる。「現在、死者の40パーセントは多様な環境要因、たとえば化学汚染物質、タバコ、栄養失調などで生じている²⁰²」。そしてあるインタビューでピメンテルは、ここでのタバコというのが実は「タバコや薪などの各種源からくる煙」なのだとはっきり述べている²⁰³。

ピメンテル自身の参考文献によれば、栄養失調による死者は600–1400万人、第三世界での調理用薪からの煙による死者数は400万人、喫煙による死者が300万人だ²⁰⁴。栄養失調による死者推定は、たぶん多い方の1,400万人に近いはずなので²⁰⁵、つまりはこの3要因だけで40パーセント丸ごとに相当することになる。データの示し方が広すぎて、その主張が完全にまちがっていると断言しにくいけれど、でも公害による死者が40パーセントというよく引き合いに出される数字が少なくとも大きな誤解を招くものであることははっきりしている。

そしてやっと、ピメンテルの議論の核心である、伝染病が増えていて今後も増え続けるという主張にやってきた。これはどっちもウソだ。ピメンテルがこうした（ときに不正確な）お話をして、各種の新しい新病の例を挙げるのは、病気の頻度が高まっているにちがいないと読者に思わせるためだ。だって、病気の名前がこんなにあるんだから、ホントに増えてるんでしょ？ これは他の論者も何人が使った論法だ²⁰⁶。でもそもそも、みんな

がどんどん病気にかかっているなら、なぜ期待寿命はどんどん上昇してきているのか、と、
いうのを不思議に思う必要がある（期待寿命と病気との関係は第 II 部で見ると、それに病
気の名前なんか並べたてるより、実際の罹患総数を見たほうがずっと簡単ではないの？

ピメンテルはこう主張する：

病気の増大は今後も続くと予想されている。そしてマレイとロペス (1996) によ
れば、病気の罹患は 1990 年から 2020 年にかけて 77 パーセント増大すると推計さ
れている。死者総数の 37 パーセントを構成する伝染病もまた上昇が予想されてい
る。アメリカにおける伝染病死者数は 1980 年から 1992 年にかけて 58 パーセント
増大し、この傾向は続くものと予想されている²⁰⁷。

病気が増えるというのはウソだ。マレイとロペスによれば、病気による死者数は 1990
年の 10 万人あたり 862 人から 2020 年には 10 万人あたり 764 人に減る²⁰⁸。そして人口
高齢化に対応してもっときちんと補正すると、病気の罹患率はもっと急激に、10 万人あ
たり 862 人から 599 人へと減る²⁰⁹。ピメンテルが、病気が 77 パーセント増えると言え
るのは、かれがマレイとロペスの本を読みまちがえているのと（伝染病を無視して非伝染病
だけを見ている。非伝染病による死者はどうしても増えるのだ。みんなどんどん高齢化し
て、高齢者特有の病気で死ぬことになるから）、病人を絶対数で数えているからだ（絶対
数は増えるに決まってる。世界人口はこの期間に 25 億人くらい増えるんだから）²¹⁰。

伝染病が増えているという主張はひたすらまちがっている。これは図 8 を見るとわか
る。伝染病は 1970 年以來ずっと減少しているし、たぶんそれよりかなり以前から減って
いるだろう。それ以前になると、一部の国しか証拠がないけれど（図 20 では、アメリカで
の伝染病の罹患率を 20 世紀最初から最後まで見ることが出来る）²¹¹。同じように、伝染
病は将来減ると予想されている。少なくとも 2020 年までは、絶対数で見たときでさえ、
伝染病による死者数は年 930 万人から 650 万人に減ると予想されている²¹²。

そして最後に述べられているアメリカについての主張もまちがっている。この論法が使
えるのは、ピメンテルが絶対的な底の数字として 1980 年を使っているからで、そしてそ
の後の増加のほとんどは高齢化にともなう肺炎の増加が原因だからだ。もし高齢化につ
いて補正したら、死亡リスクは 1980 年も 1997 年も似たようなものだ²¹³。

ピメンテルは以下のように結論づける：「病気や貧困、そして栄養失調の悪化を防ぐに
は、人口抑制と「有効な環境管理プログラム」が必要だ、と。さもないと「病気の蔓延
がさらに世界的に急激な上昇を続けて、万人にとっての生活の質を低減させることにな
るだろう」²¹⁴。

もちろんピメンテルは貧困が増加しているかどうかなんて、一言も議論していない。図
33 (p. 103) を見れば、貧困は実は減っていることがわかる。同じように、病気（特に伝

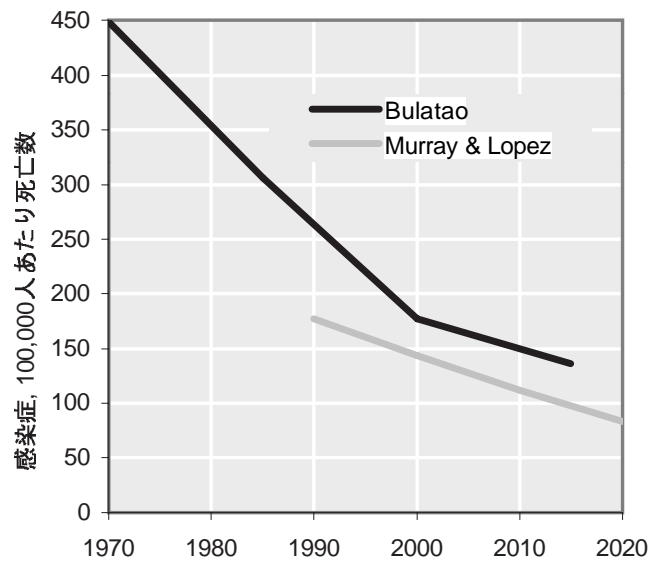


図 8: 伝染病による死亡率、1970–2020. 出所: Bulatao 1993: 50, Murray and Lopez 1996c:465, 648, 720, 792.

染病)も栄養失調も ピメンテルの主張とは正反対に 減っていることがわかる。

だから、確かにある程度の有効な環境プログラム導入は、政策的な意志決定としてはいいかもしれないけれど、でもそうした意志決定は、絶対にこんな不正確な情報に基づく定番話の繰り返しなんかに基づいて行っちゃいけない。

1.17 現実 VS レトリックとダメな予想

議論を提起するとき、想定を全部挙げ、データをすべて含め、そこからの導出プロセスを全部示すだけの場所も時間も絶対がない。だからある程度は、どんな議論も比喻やレトリック上の近道に頼る。でも、そのレトリックで現実が見えにくくなるようなことがあっちゃいけない。

環境運動での重要なレトリック上の手口は、短期的な事実を悪化の重要な指標として取りざたすることだ。たとえば以下のワールドウォッチ研究所からの引用を見て、すぐにどういう印象を持たれるだろうか。「有限の耕作可能地がますます多くの人々に分割されるにつれ、やがて一人あたりの土地は人々が十分な食糧を得られない水準にまで縮小してしまう²¹⁵」。この主張は、きたるべき問題に対する正しい予測のように聞こえる。そしてはい、確かにこれはその通りだ 人が生き残れない最低の水準ってのはあるだろう(ほんの5センチ四方の土地とか、土くれ一かけらじゃ足りないだろう)。でも、大事な情報がここにはまったく欠けているのだ。その食糧を得られない水準ってのがどれだけで、いま

それにどのくらい近づいていて、そしていつその限界を超えそうなのか、という話だ²¹⁶。たぶん多くの方はびっくりするだろうけれど、人工照明を使えば1人あたり $36m^2$ （一片6メートルの正方形）の土地で生き延びられるし、一部の企業はもっと少ない面積で、商業的にも成り立つ水耕栽培を実現できる²¹⁷。さらにFAOは、2030年までの最新の食糧生産分析の中で「食糧生産用地の希少性は、以前より高まるどころか減っている²¹⁸」と述べる。つまり、さっきの発言は、「おお、じゃあ確かに事態は悪くなっているにちがいない」と思わせるための単なるレトリック上のインチキでしかない。

このレトリック上の手口はワールドウォッチ研究所が多用するものだ。穀物単位収量の増加（これについては第III部で採り上げる）について語るとき、レスター・ブラウンは「やがてどの国でも、すべての穀物について、農業者たちが収量の増大を続けられなくなる点がやってくる²¹⁹」と述べる。これまた事実にはちがいないけれど、問題はその限界というのがどれほど迫っているか、ということでしょうに。この問題への回答はなく、ブラウンはそのままたえ話を飽きずに繰り返す：「いずれ穀物の単位収量はどこでも横這いになるが、これが各国でいつ起きるかは予想がむずかしい²²⁰」。同じように、レスター・ブラウンは、「もし環境悪化が相当に進行したら、それは食糧価格の上昇という形で経済的不安定をもたらし、これはひいては政治的不安定につながるだろう²²¹」と語る。ここでも、たぶん理屈はこの通りだろうけれど、でも問題はここで検討されない「もし」次第だ。つまり、環境悪化は本当に起きているのか、そしてそれはその不安定が生じる段階にまできているのか？ この問題は一度も実証されない。

グリーンピースも、湾岸戦争の評価にあたって、同じレトリック上の手口を使っている。「あらゆる環境は多くの複雑な動的相互作用で構成されるが、被害がある閾値水準をひとたび超えると、そのシステムは次第に、時にはほとんどだれも気がつかないうちに崩壊する。これがペルシャ湾岸で起きたかどうかは、時が語ってくれるのを待つしかない²²²」。いや実におっかなそうではあるんだけど、その閾値水準が超えられたのか、あるいは超えそうなところなのか、という大事な情報は抜けている。第IV部で見ると、ペルシャ湾岸の生態系は、史上最悪の原油流出にも係わらず、ほとんど完全に回復している。

その他のレトリック上の手口もよく使われる。国連の水に関する評価書の背景文書で、著者たちは乾燥した貧困国に対し「きわめて不穏な」選択肢しか与えられていない、と指摘する。「水や水に依存する作物へのニーズが満たせないときには、飢餓、疫病、災害といった形で苦しむのが選択の一つだ。もう一方の選択肢は、需要を手に入るリソースにあわせて変え、食糧を輸入して、その他のあまり水に依存しない製品と交換することだ²²³」。さて、こう書かれるとペストかコレラかの究極の選択という感じだけれど、よく考えてみよう　これって要するに、乾燥した国は飢えたくなければ、グローバル経済に参

加しましょうと言っているだけじゃないか。

ワールドウォッチ研究所はさっき見たように、再生可能エネルギーに切り替えたいと思っている。その議論の一部はひたすらレトリックだけで成り立っている。たとえば以下のような主張：「千年紀的な観点からいえば、今日の炭化水素に基づく文明は人間の歴史におけるちょっとした間奏部分にすぎない²²⁴」。これは確かにそうだろう。千年前には石油は使っていなかったし、千年後にはソーラーとか核融合とか、またはいまは思いもよらないエネルギー源を使っていることだろう。でも問題は、それでぼくたちがエネルギー源を切り替えるための時間がはっきりするわけじゃない、ということだ。今すぐか、50年後か、200年以内にやればいいのか？ 千年紀という単位で見ると、たいがいのものはちょっとした間奏でしかない。百年戦争もルネッサンスも、二十世紀もぼくたちの一生ですら。

同じように、生態系変化の帰結について論じるとき、否定的な帰結だけをひたすら考え、言及することが多い。これは地球温暖化や、地球の気候変動について論じるときに一番よく見られるかもしれない。たとえば、『ニューズウィーク』の以下のような気候変動に関する記述を見てみよう：

地球の気候パターンが激しく変動を始めており、こうした変動が食糧生産の大幅な減少につながるかもしれないという暗い兆候が現れつつある。これは地上のあらゆる国にとって深刻な政治的問題を引き起こす。食糧生産の低下はごく近い将来、ひょっとするとほんの10年ほど先に始まるかもしれない。

こうした予想を支持する証拠はいまやあまりに山積しつつあるので、気象学者たちはその対応に追われている。イギリスでは、農民たちは耕作時期が1950年以来2週間も減ったとしており、おかげで年間の穀物生産が10万トン低下したとされる。同時期に、赤道周辺の平均気温はコンマ数度ほどあがった。が、少ないとはいえこれは一部の地域では干ばつと砂漠化を招く。昨年4月は竜巻が有史以来最高記録に達し、アメリカの13州で148本の竜巻が300人以上を殺して5億ドルもの損害を出した。

科学者たちにとっては、こうした一見ばらばらのできごとは、世界の気象の根本的な変化の先触れとなる。気象学者たちは、このトレンドの原因や程度については議論がわかれるし、またそれが各地域の気象状況に与える影響についても見方は様々だ。でもみんなすべて、この傾向が農業生産性を下げるという一点ではまったく見方が一致しているのだ²²⁵。

今日ぼくたちが聞く温室効果の心配と実によく似てはいるのだけれど、実はこれは1975年の記事で「冷えゆく世界」と題されている。当時はみんな、地球寒冷化を心配してい

たのだ。もちろん今日では、地球温暖化の不安についてはずっといい議論もあるし、もっと信頼できるモデルもある（これについては第 V 部で論じる）。それにぼくたちの社会は現状に適応しているんだから、寒冷化でも温暖化でも大きなコストは生じるだろう。

でもここでの記述が寒冷化によるプラスの帰結を見事なまでに一切排除していることに注目してほしい。今日、ぼくたちは地球温暖化がマラリア地域を広げると心配している

だったら寒冷化を心配していた世界は、マラリア感染地域の減少を喜ぶのが筋だろう。同じように、寒冷化によって耕作期間が短くなるのが心配なら、地球温暖化で耕作期間がのびるのは感謝すべきだ²²⁶。もちろんアメリカやイギリスが暑くなったら日射病で死ぬ人は増えるだろうけれど、でもそれよりはるかに多くの人々が凍死を免れるという点はほとんど指摘されない。アメリカでは、熱で死ぬ人より寒くて死ぬ人のほうが二倍も多いのだ²²⁷。この議論が、地球温暖化の総コストのほうが、全世界で見ると総便益を上回るという議論を否定しているのではないことに注意。でも、もし情報に基づいた意志決定をするのなら、コストと便益はどちらも考えるべきだ。レトリックとしてコストだけに注目するなら、非効率で偏向した意志決定をもたらしてしまうだろう。

もう一つよく見る環境的なたとえは、現状をイースター島の状況になぞらえるものだ。チリの西沖合 3,200 キロ以上のところにある小さなこの島は、島中に散在する 800 体以上の火成岩で作ったモアイ像で有名だ²²⁸。考古学的な証拠によれば、ここで華開いた文明は、こうしたすごい石像を作る一方で、900CE 頃に森林を伐採して材木を石像のコロとして使い、さらに薪や建設材料にした。1400 年頃にはヤシの森林が完全に消えてしまった。食糧生産が低下し、石像建設は 1500 年に終わり、そしてどうやら戦争と飢餓が人口を 80 パーセント削減して、1722 年にはすっかり衰退した社会がオランダ船に発見されたというわけだ。

それ以来、イースター島は環境保護論者にとってこたえられないイメージを提供してきた。ここに自分の限界を超えたために悲惨な崩壊を迎えた社会の見本がある。環境に関する通俗書は、何度もイースター島を導入部に挙げ、表紙に使うものさえある²²⁹。ワールドウォッチ研究所も、『地球白書ミレニアム版』でこう述べる：

自分の資源が枯渇したら、他に頼って己を維持するわけにはいかない孤立地帯という点では、イースター島は人間の経済が有限の資源を前に拡大したときどうなるかという実に明瞭な姿を描き出してくれる。残されたフロンティアがついになくなり、完全に相互接続されたグローバル経済の出現によって、人類は総体として、イースター島の人々が 16 世紀に到達したような転換点に達したのである²³⁰。

アイザック・アシモフはあっさり「われわれが絶滅したイースター島民たちほどひどい状況にない」とすれば、それは単に破壊するための木の初期量が多かったというだけのこ

とだ²³¹」と述べる。

ここでも、このレトリックの手口の問題は、それが単に崩壊が起こり得るということを示しているだけで、なぜそういう崩壊が起こりそうか、ということをもろで説明しようとしてもしない、ということだ。ちなみに、太平洋に島は1万あって、衰退や崩壊を迎えたのはイースター島を含めてもそのうち12だけだ、ということは知っておこう。太平洋のほとんどの社会は、実はとても繁栄してきたのだ²³²。さらにイースター島のあるモデルによれば、この島のユニークな動向は、それがきわめて発育の遅いやしに依存していたせいじゃないかとされる。これはチリのワインヤシで、成木になるまでに40年から60年かかるのだ²³³。このためイースター島は、速成のココナツやフィジーオウギバ・ヤシのおかげで衰退しないほかのポリネシアの島とはかなりちがってくる。

また、生態的な崩壊を予測するモデルはどれも、人口の増加と使用資源増大を必要としている。でも現代世界では、こんなシナリオはまったくありそうにない。これはまさに、裕福になると出生率が下がるからだ（このいわゆる人口推移については第II部で述べる）²³⁴。そして最後に、今日の世界はずっと強靱だということも述べておこう。これはまさに貿易と輸送がローカルなリスクを減らすようにうまく機能するからだ。

しっかりした分析ではなくレトリックに頼ると、いろいろ弊害がある。特にダメな予想やそれに伴う偏向した意志決定という面で。たぶんいちばん有名な予測は、1972年の世界的ベストセラー『成長の限界』で、ほとんどあらゆる資源が枯渇すると主張していた。具体的には、金は1981年に枯渇、銀と水銀は1985年、亜鉛は1990年とされていた²³⁵。でも第III部で見れば、ほとんどの資源は実は前よりずっと豊富になった。言うまでもなく、金も銀も水銀も亜鉛もまだちゃんとある。

本書を通じて、ダメな予想はいろいろ採りあげる。それらはしばしば、レトリック的に聞こえのいい議論だけに依存したものだ。というわけで本節の締めくくりに、アメリカの環境保護論者の最先端であるポール・エーリック教授からの例を二つあげよう。かれは有力な著述家で論者であり、後にまたお目にかかることになる。

1970年に初のアースデーが迫るにつれて、ポール・エーリックは『プログレッシブ』誌に、2000年から当時を振り返ってアメリカ大統領に報告をするという趣向のフィクション記事を書いた²³⁶。この報告書まがいは、1960年代や1970年代の環境科学者たちが、人口増加や飢餓や環境衰退が「環境的、保険厚生的な大災厄」につながると「繰り返し指摘した」と強調する²³⁷。残念ながら、人々はその警告に耳を貸さず、このためエーリックの描くアメリカはほとんど見る影もない。人口は大幅に減って2,260万人（現状の8パーセント）となり、その栄養摂取は一日2,400キロカロリー（現在のアフリカの平均より低い）²³⁸。ほとんど皮肉をこめた一抹の希望として、エーリックはその頃のアメリカが資

源枯渇による成長の限界の脅威に直面しているとは考えない。なぜなら「小さな人口規模と、もはや人の住まなくなったロサンゼルスなどの都市から廃品回収可能な資源が入手可能であるため」だ²³⁹。

この見方は1974年にエーリックが妻のアンと書いた『繁栄の終り』でさらに肉付けされた²⁴⁰。ここでかれは、地球寒冷化が農業生産を低下させることを心配している²⁴¹（ちなみに当時から実際には53パーセント増大した。p. 135の図51参照）。そしてまた地球的な漁獲高がピークに達してしまっただめに、漁業でも問題が起きると予想している²⁴²（漁獲高はそれ以来55パーセント増大している。p. 152の図57を見るといい）。かれらが見たのは「国内総生産を増やすことに対する不自然な愛に捕らわれてしまった²⁴³」目のくらんだ経済家たちに動かされた社会だ。最終的な帰結ははっきりしている。「エネルギー危機が今世紀中ずっと続き、1985年までに人類はまちがいなく希少性の時代に突入するだろう。そこではエネルギー以外にも多くのものが不足する。（中略）食糧、飲料水、銅、紙といったさまざまな商品がますます入手しにくくなり、結果としてずっと高価になる。（中略）人々の飢餓とともに、産業も必要とする原材料の飢餓を経験するだろう²⁴⁴」。

雄弁なレトリックではあるけれど、時間がたつと今の予想はことごとく外れた。だから世界の状態についてのデータを検討するときには、単なるレトリックや単純なモデルに目をくらまされることなく、最高の指標と最高のモデルを使い、それを示すようにすることがだいじだ。

1.18 現実

環境について、事実ベースの冷静な議論をするのはとてもむずかしい。みんなこの問題について実に強い感情を持っているからだ。でも同時に、環境保護論者にとってさえ、多くの分野（たとえば健康、教育、インフラ建設、国防）といった各種の分野での努力について、環境と同時に優先順位をつけることは絶対に不可欠となる。

過去数十年にわたり、ぼくたちはあの定番話が世界の描写として適切で真実だというはっきりした印象を植えつけられてきた。ぼくたちは環境がよい状態にないことを確信している。だからこそ、人々がこれまで見てきたようなまちがった主張をしても、それを裏付けるための証拠は提供しないですんでいる。同じ理由で、ぼくたちは環境がそんなに悪くないよという人たちを大いに疑問視する傾向がある。ぼくにしてみれば、これは自然で健全な反応だ。だからこそ、ぼくは自分の主張を裏付けようとして精一杯努力しているのだ。

これはつまり、本書には異様なほどの注があるということだ。でも同時に、読者が注を読まなくても本を楽しめるように配慮はした。すらすら読める一方で、書いてあることが

あまりに信じがたいと思ったらすぐに情報源をチェックできるとわかって安心できる。

本書には、1,800強の参考文献がついている。でも、なるべく多くのインターネット上の情報源も挙げるようにした。もしぼくの書いたものをチェックしたいと思う人がいても、その人が研究図書館を自由に使えると期待するのはあんまりだろう。むしろ、インターネットにつないで、関連テキストをダウンロードし、ぼくの情報源をチェックしてぼくがそれをどう解釈したか確かめれば十分な場合も多い。もちろん、その情報について重要な本や論文で、ネット上にないものはどうしてもあるだろうけれど。さらにネットのおかげで、本を最新に保てるようになった。データは2001年5月まで更新してある。

でもぼくにとっていちばん重要なのは、自分の情報源の信頼性にまったく疑問の余地を持たせないことだった。このためぼくが使う統計のほとんどは、環境論争に参加している人の多くに広く受け入れられた公式の情報源からきている。これは世界最高のグローバル組織である国際連合とその各種下部機関を含む。FAO（食糧）、WHO（健康）、UNDP（開発）、UNEP（環境）。さらに、世界銀行やIMFなど、主に経済指標を集めている国際機関の発表する数字も使っている。

世の統計の多くを集めている組織が二つある。国際資源研究所（WRI）は、UNEPやUNDP、世界銀行と一っしょに、隔年で世界の重要なデータの概観を発表している。ワールドウォッチ研究所もまた毎年大量の統計データを用意している。多くの分野でアメリカの各種省庁は世界中から、たとえば環境やエネルギー、農業、資源、人口などにに関する各種の情報を集めている。こうした省庁としてはたとえばEPA（環境）、USDA（農業）、USGS（地理調査）、アメリカ国勢調査局などがある。最後にOECDとEUはしばしば地球や地域ごとのデータをまとめていて、これも本書で使われている。国別統計としては、その国の省庁などの公共機関からの数字を使うようにしている。

数字がUNEPからきているからといって、そこにまちがいがなかったことにはならない。そうした数字は、もっと「公式」ではない性格の出版物からの転載であることが多いからだ。だからこうしたデータの出所について批判はできるけれど、でも非常に問題の多いデータから恣意的に選んだものじゃないか、常識から激しく逸脱しているんじゃないかというほどの心配はしなくていい。同時に公式の情報源だけを使うことで、インターネットの大きな問題の一つは避けられる。ネットはあまりに分散化していて、ほとんどどんな代物でも出てきてしまう、という問題だ。

だから本書を読んで「こんなの本当であるわけがない」と思っている自分に気がついたら、ぼくが提示している統計データはふつうはWWFやグリーンピースやワールドウォッチ研究所の使っているものとまったく同じだ、ということに留意するべきだろう。人はよく「他の人たち」の使っているデータはどこにあるんだ、と尋ねるのだけれど、そんな

データはないのだ。本書で使っている数字は、みんなが使っている公式の数字なのだ。

レスター・ブラウンとぼくが世界の状態についてのテレビ論争で顔を合わせたとき、論点の一つは1950年以来総森林面積が増えたか減ったか、ということだった²⁴⁵。ブラウンが真っ先に言ったのは、1949年から1994年までに森林面積を調べた唯一の文献であるFAOの『食料農業白書』を手に入れようということだった。これはぼくが参考文献として使ったのと同じ本だから、基準については合意を見たわけだ。実際の議論は、どっちが数字をちゃんと参照できるか、ということだった。

レスター・ブラウンは、森林が減ったとっていて、ぼくは増えたと思っていた。ぼくはレスター・ブラウンに賭を申し出たけれど、でもかれは残念ながらと言って辞退した。受けていたら、かれは負けていただろう。

1950年にFAOは、世界の森林面積は4,024万 km^2 だと推定し、1994年にはそれが4,304万 km^2 だと推定していた（これはp. 158の図60で見られる）²⁴⁶。

1.19 現実と道徳

最後に、環境論争の道徳面について触れておこう。

人は平和と自由を支持しないわけにはいかないし、飢餓や破壊には反対するしかない。それと同じような意味で、人は環境を重視しないわけにはいかないのだ。でも、おかげで環境論争は変な立場に置かれてしまっている。過去数十年において、環境論争ではますます真実と善意がごっちゃになってきている²⁴⁷。いまやぼくたちは、定番話をよく知っていて、それが真実だと確信しているだけじゃない。いまやそれとちょっとでもちがうことを言う人は、とんでもない悪意の持ち主にちがいないと確信してしまっている²⁴⁸。

だから環境保護論者数名と、そしてデンマーク環境庁長官までが、ぼくがただの右翼過激派あるいは少なくとも右派の手先にちがいないと主張したがつているのを見るのは、まあ予想されたことではある²⁴⁹。多少はがっかりさせられることだけれど。でももちろん、こんな議論は何の意味もない。ぼくの主張は事態が改善しているということで、これはどうしても事実に基づいて議論するしかないことだ。

本書を書いたぼくの動機は、邪悪なものじゃないし、秘密でもなんでもない。ぼくの理解では、思いっきり単純化すると、民主主義はみんなができる限り最高の情報にアクセスできるときによく機能する。環境みたいな大事な問題の議論が、真実じゃなくて神話に基づいてなされるなんていうのは、ぼくたちの社会にとって有益であるわけがない。

多くの人は講演なんかで、事態が前ほど悪くはないという主張は正しいかもしれないけれど、そうした議論をおおっぴらにするのはまずい、みんなが危機感をなくしてしまうから、と指摘する。こうした立場は確かに可能だろうけれど、でもそういう態度がいかに反

民主主義的かは、よく理解してほしい。われわれ（少数のえらい人たち）は真相を知っているけれど、その真相を知ったら人々は「まちがった」行動をとるので、その真相を広めてはならない、というわけだ。さらにこうした議論は長期的には環境保護運動にとって有害だ。それはこの運動の一番大事な資産である信頼性をダメにするからだ。ぼくは一般的に言って、よほど強い理由がない限り、なにやらエリート主義的な公共の福祉のために真実を隠すことは許されないと思う。

だからといって、ぼくは別に悪魔みたいなつまらない自由市場万能個人主義者じゃない。不要な公害を防いだり、人々が責任逃れをしないようにするためには、環境的な介入が必要な場合がいろいろあると思っている。でも、介入は必要なときだけにすべきだ。神話や不安のせいで事態が悪化していると思いきまされたから、なんて理由で介入しちゃダメだ。

環境についてみんなが心配したからこそ環境はよくなったんだ、という話をよく聞く。本書のグラフの多くが正しい方向に向かうのは、みんなが早めに心配したからだ、というわけ。でもこれは誤解のもとか、時にはウソですらある。ロンドンの大気汚染は19世紀後半以来改善されてきた（234ページ、図86参照）けれど、でも20世紀の大部分において、これは社会基盤の変化と燃料利用が変わってきたのが理由のほとんどで、具体的な政策変化に反映された環境上の配慮とはほとんど、いやまるで結びついていない。さらにそうした心配が政策判断において重要だったとしても（過去30年間のたとえば大気汚染については重要だったのはまちがいない）、資源のもっとましな使い道がなかったという保証にはならないのだ²⁵⁰。こうした心配のおかげで、最高最善の情報にもとづけば当然行った以上のお金を環境にかけるようになった、というのであれば、これをもとに環境上の心配を支持する議論はさっきの民主主義のジレンマの再演でしかない。世論をいじくると、人々は環境上の視点だけで見ればもっと「正しい」選択をするようになるかもしれないけれど、民主的な観点からするとそれは「正しくない」優先順位づけにつながる。それは有権者の公正な選択をゆがめるからだ。

一般にぼくたちは、経済が環境を破壊するという思いこみをなんとかする必要はある²⁵¹。ぼくたちは、高い経済福祉とよりよい環境との二者択一に直面しているんだ、と信じ込むようになっていく²⁵²。でも驚いたことに、そして本書でたっぷり示すように、環境改善は経済発展から生じることが多い。十分に豊かになってはじめて、環境のこともなんかを気にするだけの余裕ができるわけだ。最も一般的なレベルで、この結論は図9にはっきりと出ている。高い収入は、おおむねもっと高い環境持続可能性と相関しているのだ²⁵³。

これはまた、ぼくたちの優先順位づけの議論にも効いてくる。多くの人は、公害のない

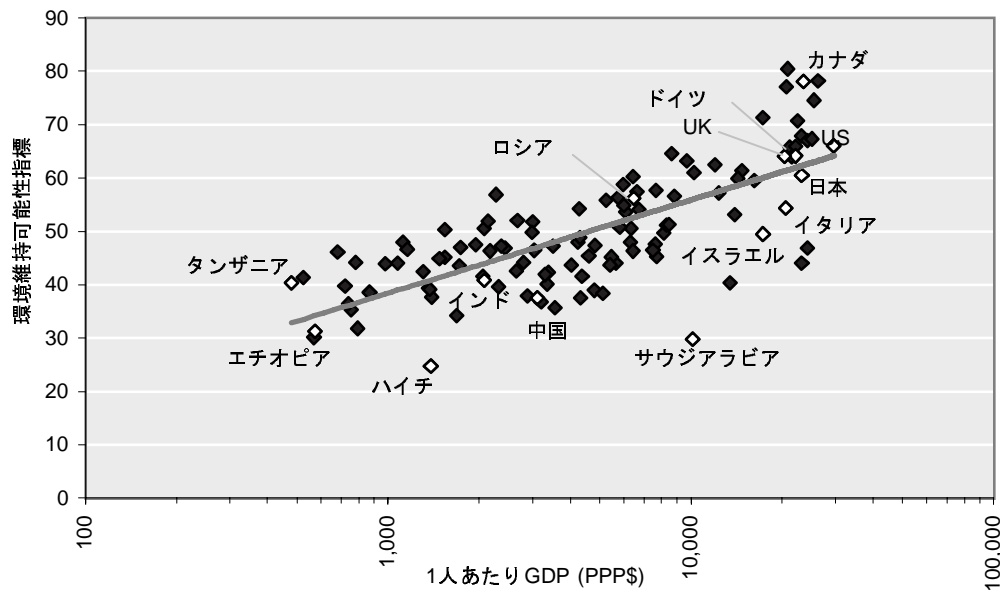


図 9: 117 ヶ国について一人当たり GDP (現在 1998PPP\$) と 2001 環境持続可能性指標との相関。環境持続可能性指標は 22 の環境側面を 67 の変数から導いたもの²⁵⁴。一番フィットのよい直線を表示し、主要国を示してある。出所: WEF 2001a&b, World Bank 2000c.

環境を、と言いたがる。もちろんこれはすばらしい発想だ。同じく、病気がない国に暮らしたり、若者すべてに最高の教育が与えられる国に住んだりするのもすばらしかろう。これが現実になぜ起きないかといえば、最後の一人の病人を直したり、いちばんできの悪い子を教育したりするコストは絶対にとんでもなく高いものになるからだ。ぼくたちは限られたリソースを使うにあたって、どうしても選択が必要になる。

あるアメリカの経済学者は、ぼくたちが皿洗いをするとき、別にそれをきれいにしようとしているのではなく、単に汚れを受け入れ可能な水準まで薄めようとしているだけだ、と指摘した²⁵⁵。もし洗ったお皿を電子顕微鏡にかけてみたら、絶対にたくさんのゴミや油汚れが残っているだろう。でも、お皿をもうちょっときれいにしようとして一日中ずっと目の色を変えてるよりも、ほかにやることはいろいろあるわけだ(それに、どうやったって完全にはきれいになんかなりゃしないだし)。ぼくたちは優先順位をつけて、多少の油汚れは我慢することになっている。どれだけの油汚れを容認するかは、皿洗いに時間をかけるメリットと、余暇を増やすメリットとを個人が比べて判断することだ。でもポイントは、ぼくたち 現実世界に住むぼくたち は決して 100 パーセントなんか要求しないってことだ。

同じように、ぼくたちは公害が十分に小さいという水準を見つけて、それ以上はお金や

労力や時間を、別の問題の解決に向けるほうがよいと考えるべきだ。これを見つけるには、できる限り最高の、神話になるべく冒されていない知識へのアクセスが必要だということだ。そしてそれこそまさに本書の目的すべてだ。

第2章

なぜこんなに悪いニュースばかり？

1992年に大規模世論調査『地球の健康状態』が多くの国で実施された²⁵⁶。その意図は、人々の環境問題に対する態度を調べ、さらに環境問題に対する恐怖が金持ち国でだけ見られるものかどうかを調べることだった。質問を受けた多くの人は環境問題に対する恐怖を表明した。調査対象の24カ国のうち16カ国で、環境は三大問題の一つとされた²⁵⁷。途上国、先進国を問わず、国々の大部分で、調査総数の50パーセント以上の回答者は環境問題を心配していた²⁵⁸。でもそれに続いて回答者たちは、地域、全国、世界の環境についてそれぞれ尋ねられた。その回答状況が図10だ。

すぐわかるのは、調査対象の大部分の国では地球全体の環境が最悪で、全国の環境はちょっとましで、身近な環境が一番いいと思われている、ということだ。ただしたとえば経済移行国であるロシアとポーランドでは、もっとはっきりした具体的な問題が見て取れるけれど。

一見すると、この一般的な評価はなかなか筋が通って見える。そしてアメリカ人もイギリス人も、自分たちの身近な環境は全国平均よりましで、全国平均はどうしようもない世界平均よりましだと考えるという同じパターンをたどる。でも、たとえばドイツのような典型的な国を見てもよい。ここでは22パーセントが、身近な環境が悪いと感じているのに、そのほとんど倍、42パーセントが、国全体としての環境がひどい状況にあると感じている。でも、身近な環境が全国の平均よりましだと信じるというのは、理屈にかなっているだろうか？ いたるところで、いわば自分の芝生のほうが青いなどということが？ もちろん、全員で見た場合、こんなことはあるはずがない。なぜかというと調査はドイツ全域をカバーしているからだ。全国平均の環境は身近な環境の平均である以上、全員が全国平均以上の環境水準を身近で達成しているなんてことはあり得ない。

実は心理学で、これに似た現象はお馴染みだ。自動車ドライバーにインタビューをすると、必ず70パーセントから90パーセントの人は、自分が平均より運転がうまいと主張する²⁵⁹。同じように、1990年代初期には、70パーセント以上のアメリカ人が、アメリカ国

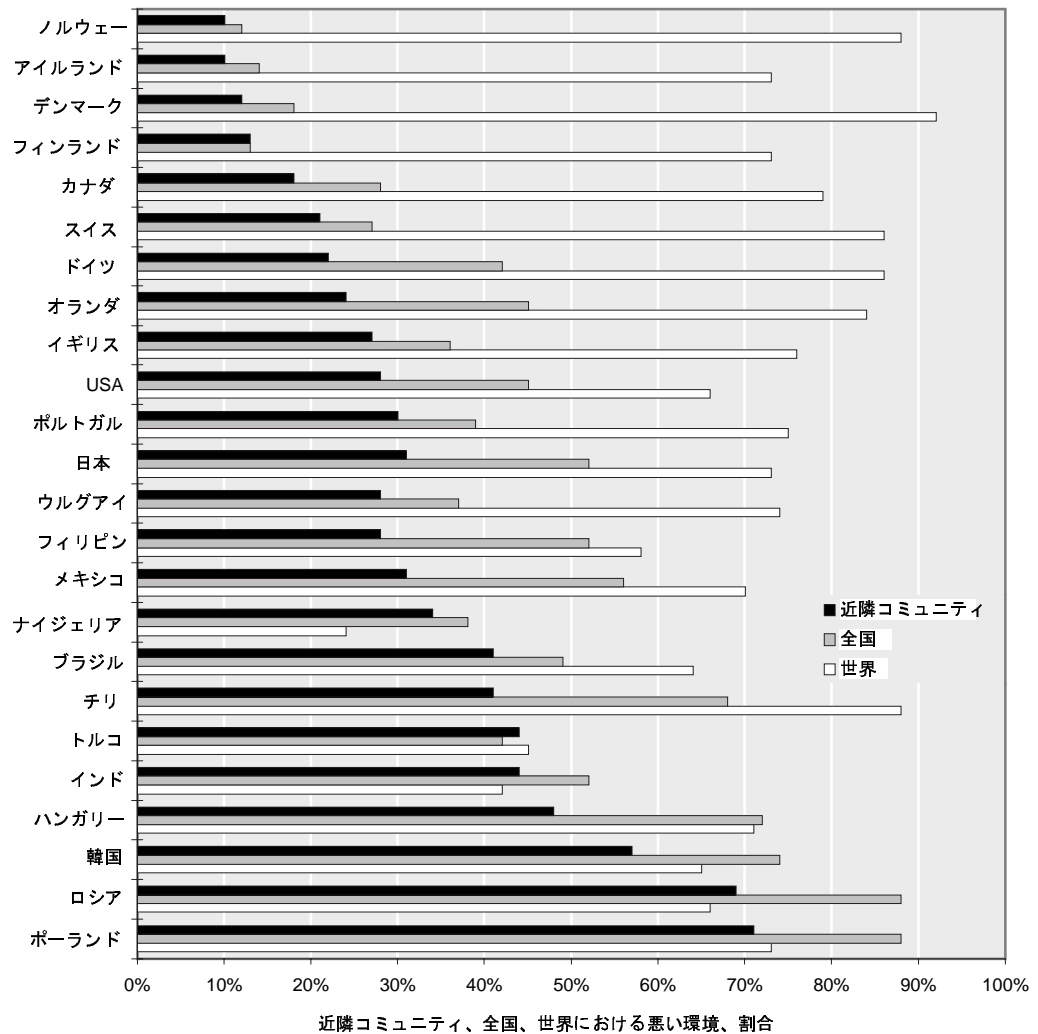


図 10: 自分の近隣コミュニティ、全国、世界の環境について、それぞれの国で「非常に悪い」「かなり悪い」と答えた人々の割合。出所: Dunlap *et al.* 1993:12

民は環境に対する意識が足りないと主張した てもその 70 パーセントの人たちは、十分に環境意識が高いはずなのだけれど²⁶⁰。

つまり人々は環境についてずいぶん偏った見方をしているわけだ。この話は、調査対象のほとんどの国に当てはまる。ほとんどの回答者は、環境は自分の住んでいるところではない「どこかよそ」の場所で悪いと信じている。この調査を全地球的に行うことで同じ論理がグローバルなレベルでも当てはまることがわかる。大多数の国では、人々は環境が自分の国より「ほかのどこかよそ」で悪いと信じている。

この関係については、ほかにも説明が考えられる。全国または国際レベルで経験する環境問題が、その地域で起きていないとか、人口密度の低いところで起きているということ

はあるだろう。でもそれはやはり、ぼくたちが実体験に基づいて導いている身近な知識は、環境に対する恐怖の主な源泉じゃないということを示している。ぼくたちは逆に、物理的にも心理的にも自分から遠くなればなるほど、環境の条件について心配するようになるようだ。

これはつまり、環境についてのぼくたちの恐怖はかなりの部分が伝聞だという事実を指摘している。だから本章では、重要な三種類の伝達者を検討する。それは研究者、組織、メディアだ。ぼくは、この三者ともに、否定的な情報を大量に提供すると考えるべき理由があると論じる。最後に、ぼくたち自身が悪いニュースを聞いて信じたがる傾向を持っていることについてもコメントすべきだろう。

2.1 研究

研究は基本的に、ぼくたち自身とその周辺（人造であれ自然であれ）についての真実を明らかにするという話だ。でも研究は、勝手に生えてくるものじゃない。お金がつかないとできない。これはつまり、調査される問題はある程度は、その研究にお金を出す人の利害関心に影響を受ける、ということだ。

現代社会では、研究の多くは公共の資金で行われる。つまりその研究が社会にどう関係するかについて、ある程度の期待があるということだ²⁶⁶。これ自体は、やましいところはまるでない。ぼくたちだって、税金に対してそれなりの見返りがほしいと思うだろうからだ。でもこれは、研究の性質にもまちがいに影響を与える。

研究は基本的に、偏りが組み込まれている。もし科学者が、自分の分野を調べてみただけで、特に問題はありませんでしたと言え、ぼくたちは社会として、それ以上何もしていい。でも逆に、科学者が自分の分野を調べてみて、潜在的に巨大な問題を見つけたら、何らかの行動をおこすだろうし、少なくともその分野をもっときちんと調べるのは常識だろう。これはつまり、ほかの条件が同じなら、研究は問題が起きそうなところを調べるようなものが増える、ということになる。

同時に、もう一つ不完全性がある。そもそも何が問題かを見極めるのは、必ずしも簡単なことじゃない。もしメキシコ湾に昔からずっと一時的な酸素欠乏が起きていたなら、この問題は問題とは言えないだろう。でも富栄養化のためにその頻度が上昇しているなら、問題は深刻かもしれない。問題の同定は、ぼくたちが世界で観察することを解釈する手段としてどんな理論を使うかにもよる。

この結びつきでは、単純でわかりやすい理論がだいじだ。人間行動（ぼくたちが自然にダメージを与える手段）と、はっきりそれとわかる問題とを結びつける理論だ。同時に、ほとんどの環境問題はとんでもなく複雑で、短期間である理論を受け入れたたり否定したり

するのはむずかしいこともある。地球温暖化、種の絶滅、酸素欠乏は、原因と、因果関係を決めるのに長い時間と多大なコストがかかる問題だ。

だから潜在的な問題と、簡単に説明できる理論があるような状況は、さらに研究を行うための多額の研究資金を引き寄せろ。そしてこの研究が長期間続くと考えていいだろう。この状況そのものには、何もおかしいところはない。現実問題として、これは社会がきちんと機能している証拠だ。多くの研究者は多くのちがった問題を検討し、そこからでてくる知識のおかげで、大問題に発展するような問題が少ないことが確約されるわけだ。

効率よい研究は、多くの潜在的な将来の問題について情報を提供してくれると期待すべきだろう。でも、そういう話がたくさん耳に入ってくるからといって、必ずしもそれは滅びの日が近いってことじゃない。その正反対だ。

酸性雨（これについては本書で後に詳述）がいい例だ。1970年代末から1980年代初期にかけて、中央ヨーロッパの森林で木の葉がかなり失われた。これだけでも、影響を受けた国の研究者たちの関心をかなり引き起こしたことだろう。でもドイツの科学者たちは、木の葉の消失を産業公害と結びつけられると考えた。かれらは、酸性雨にさらされた森林はすべて、かなりの被害を被ると予測した²⁶⁷。これはずっと大規模なおびえを引き起こし、西側社会のほとんどすべての国で、全国的な研究プログラムが開始された。ノルウェーの酸性雨科学者の第一人者たちは「森林育成の低下の可能性こそが、酸性雨の影響に対する多額の研究予算獲得が可能になった主な理由だ²⁶⁸」と述べている。10年後に、おびえはすべて消え去った　酸性雨は非常にまれな状況でしか樹木に被害を与えない

でもこの10年間に、ぼくたちはとてつもない数の理論や部分的な研究結果や、通俗的でもっばら否定的な説明を耳にしてきた。

そうはいつでも、こうした因果関係を調べてみたのはよいことだった。白黒はっきりした説明が見つかったら、状況を扱う最高の方法がわかったことだろう。でももう一つ言えるのは、それが見つかるまでの間は、結局は本当ではないと判明する否定的な話もあるいる耳にすることは覚悟しろ、ということだ。

ファイル棚とデータマッサージ

研究者にとって、頭にくるけれどよくある問題は、ある問題を長いこと調べたけれど、重要な関係がまったく見つからなかった、というものだ。さてどうしようか。そのままでも結果を出版してもらえないかもしれない（「ここに関連がなかったということも興味深い」）。でも多くの編集者はこういう状況があまりお気に召さず、だからこの手の調査の多くは棚にしまいこまれるだけだ。

編集者が「よい関係」の見つからない論文をボツにするのは実によくわかるけれど、そ

うすることで科学の表現全体としてはバランスが悪くなる。たとえば、無数の研究者が、送電線からの弱い電磁場と人間のガンの相関について調べたとしよう²⁶¹。多くの研究者は何も関係を見つけられなかったけれど、でもその調査結果は刊行されない。でも相関をたまたま見つけた最初の研究（それはまったく偶然そういう結果が出ただけかもしれない）は刊行され、たぶんかなりの騒ぎを引き起こすだろう。そしてそうやって初めて、相関を見つけられなかった研究が興味深いものとされる。この現象はファイル棚問題として知られる。まずまれな相関が得られて、その後になって初めて、何の相関も出なかったほかの研究があることがわかり、最初のおびえの根拠がなくなる、というわけだ²⁶²。

また材料を手当たり次第に集めれば、少なくとも一部の数字は相関を示す場合がある。フランスの農民における農薬とガンの関係についての調査が、農薬利用と脳腫瘍との間に相関を見出した場合、なぜその種類のガンだけについて調べたのか、という疑問は当然生じる²⁶³。もしかれらが実際には30種類のガンについて調べてみたのであれば、たぶん少なくとも一つくらいは相関が出るだろう。それが脳腫瘍との相関だった。でもその相関はまったくの偶然かもしれない²⁶⁴。こうやって何かを見つけようとするのは、しばしばデータマッサージと呼ばれる。いわばデータが何か言うまでイビるわけだ²⁶⁵。そして、だれしもついついおもしろい相関を刊行したいと思っちゃうので、データをもうちょっとだけ絞ってみようと思ってしまうインセンティブは、少なくとも多少はある。

ここで言いたいのは、研究成果を鵜呑みにするなってことだ。だれかのファイル棚に未刊行の調査があって、その結果を潰せるかもしれないからだ。

2.2 組織・団体

研究予算が流れてくれば、研究はそれ自体が産業にもなる。研究者たちは、その分野に特に関心がなかったり、あるいはその分野全体に対する視野がなくても、補助金のつく分野を検討したり、もとの問題領域の特殊例だけを検討したりするようになる。

分野の中では専門家としての良心は維持されるけれど、でもだんだん評価が確立してきた問題そのものを疑問視するのはむずかしくなってくる。一つには、自分の専門分野に対する予算を確保しようという自然な傾向のために、科学者たちはその研究分野そのものを疑問視したがらなくなる。もう一つには、多くの研究参加者たちはある分野の内部での問題だけを検討し、その分野のそもそもの前提を疑問視したりはしない。こうやって、分野はある種の自立性を獲得してしまい、自分で自分の現実を規定するようになってしまう。

こうした制度化の批判者としては、国連世界気象機構の前総書記長だった、引退教授アクセル・ウィン＝ニールセンだ。地球温暖化の問題についてかれはこうコメントした：「過去10年にわたり気象モデルの開発において、こんなに大幅な理論的作業が行われた理由に関するいちばん重要な説明は、モデルの開発が研究予算を維持し、研究機関での仕事

を確保してくれるということだ²⁶⁹」。もちろんここまで極端な批判はきちんと裏付けるのはむずかしいし、また国連政府間気象変化パネル (IPCC) もまた文献証拠を欠くとしてウィン＝ニールセンを批判した²⁷⁰。ぼくが言いたいのは単に、重要な研究分野では、制度的な利害に反するような情報を提示するのもむずかしくなる、ということだ。

ある研究者は、高名な『エネルギー政策』誌で、気象についての会談を政治的に開始したのは、実はたとえば風車メーカーや環境官僚と結託した気象研究者たちだと論じている²⁷¹。かれの主張は、1997年12月の京都議定書に含まれたCO₂排出制限に対するすさまじい支持の背景にあったのは、みんなが思っているような地球温暖化の可能性についての見通しではなく、実は制度化された利害だった、ということだ (京都議定書については第V部ですっと詳細に議論する)。

でも、環境研究を広める、もっと政治的な指向の強い組織が他にもある。こうした組織は、グリーンピースやWWF、ワールドウォッチ研究所などの明らかな環境運動組織を含むけれど、それ以外にも、アメリカの全国独立企業連盟 (NFIB)、農業会連合 (AFB)²⁷²あるいはイギリスでは産業連盟 (CBI) や全国農民組合 (NFU) なども含まれる。こうした組織はどれも、研究から生じる政治的な帰結や意志決定に対して利害関係を持っている。NFIBやAFBは、自分の会員を保護したいと考えて、自分の会員たちに有利な意志決定をうながそうと働きかける。まったく同じように、環境組織は自分の会員たちにとってよい意志決定をうながそうとして活動を行う。

ちがっているのは、伝統的な組織が時間や金の分配といった伝統的な価値のために戦うのに対して、環境組織たちは森林拡大や種の多様性、自然環境復元や化学物質の規制強化などのために戦うということだ。それでも環境組織は自分の会員たちの利害のために戦っていると言えるかもしれない。だって最終的には、どんな組織も自分の会員や同調者や支持者たちが、よいことで必要なことだと考えることしかできないからだ。かれらの支持がなければ、こうした組織のキャンペーンはまあ無意味になってしまう。こうした組織は、前章で挙げた表現を使えば、自分たちがペンギンや松の木の守護者であるという顔をするかもしれないけれど、でもかれらは自分たちの主張に同意して、金や名声や影響力を、少なくとも民主的な投票や政治家への圧力を通じて貢献してくれる人たちに依存している。

ほとんどの人は、NFIBが産業に対する環境規制は不要だと主張するのを聞いたとき、それが正しいまともな議論かもしれない一方で、そうした規制をかれらが避けたいと考えるはっきりした利害があることも理解する。多くの人は、NFIBの議論を聞くとき、ある程度は自然に眉にツバをつける。みんな、その議論が裏の動機を隠すものかもしれないことを知っているからだ。これを考えたとき、環境団体が環境規制に対して利害関係を持っ

ているということ、多くの人が同じように認識していないのにはびっくりさせられる²⁷³。環境団体は、確かに規制を支持するすぐれた議論を持っているかもしれない(が、もちろん劣った議論しかないかもしれない)けれど、でもかれらもまた、ある特定の結果に向けて議論を進めたいと考えるのは明らかなはずだ。

だから産業団体や農業団体が、環境問題について無問題で何もしなくていいように描くというはっきりした利害を持っているように、環境組織は環境がひどい状態で、いまずぐ行動すべきだと語るはっきりした利害を持っている。そしてその状態がひどいと思わせられれば、病院や幼稚園なんかより環境に金を使うべきだと納得させるのも簡単になる。もちろんぼくたちがどっちの組織についても同じくらい眉にツバをつけてかかれれば、問題はあまりない。でも環境組織についてはみんなあまり疑問視しない傾向があるので、これは世界の状態を理解するにあたって大きなバイアスをもたらす恐れがある。

でも、これは環境団体が世界を陰々滅々に描きたがるという理論的な議論でしかないことには注意。かれらが実際にどこまでこれをやっているか、というのが本書の残りの主題となる²⁷⁴。

2.3 メディア

最後に、研究の結果を伝えるのはメディアだ。その際に、各種組織の手を借りることもある。メディアはこの結びつきにおいて中心的な役割を果たす。というのも世界は複雑になりすぎたので、ぼくたちはもう自分の経験だけには頼れなくなっているからだ。むしろ、ぼくたちの現実理解の相当部分を提供するのはマスメディアだ。

でもかれらがニュースを提供してくれる独自のやりかたは、ぼくたちの世界観に大きく影響を与えている。もちろん記事やニュースで報道される事実はおおむね真実だということについては、あまり疑問の余地はない。その意味で、メディアは単にあるがままの世界を反映している。でもおもしろいのは、世界で起こっている出来事と、それがメディアの中で表現され、配置されるまでの、長くくねった道のりだ。このやり方でニュース報道を見ると、メディアが系統的に現実の偏ったバージョンを示していることが見えてくる。つまり、一貫性がなく、突発的でありながら、同時に安心するほど予想がついてお馴染みの現実像を示してくれるわけだ。あらゆる記事が問題で埋まり、強調されるのはドラマと対立抗争だ。ある編集長が述べたように「新聞づくりというのはいかに実像を歪めるかの問題だ²⁷⁵」。

このメディアに基づく現実、無数の帰結をもたらす。まず、提供される情報に一貫性がないので、具体的な問題について得られる知識が少なすぎ、民主的な意志決定プロセスに参加できないということだ。第二に、ぼくたちは自分が論争に加わって有効な意志決

定ができるだけの十分な知識を持っていると思いこみ、かなり安心してしまうということ。第三に、問題についてあまりに悲観的かつ歪んだ印象を受け取ることが多いということだ。

2.4 歪んだ現実：散発的だけれど予想がつく

ニュースメディアの基本的な仕事は、世界各地からの個別で無関係な出来事を報道することだ²⁷⁶。また定義からして、ニュースは新しくなきゃいけない。このおかげでぼくたちが実際にニュースと呼べるものは、最近の生産サイクル、つまりは7日とか24時間とか、それ以下の期間に起きた出来事に限られる。これはつまり、長い時間をかけて起きるようなアイテムは、いまこの出来事よりはるかにニュースとしての価値が低いということだ。アフリカの飢餓は、飛行機墜落に比べたらニュースとしての価値は足下にも及ばない。実に特徴的なことだけれど、1984年のエチオピア飢餓の悲劇が実際にニュースになったのは、BBCのジャーナリスト団が別の仕事に向かう途中にアジスアベバで一泊し、カメラの目の前で本当に死んでゆく子どもたちのショッキングな写真を送り返したからだ²⁷⁷。

同時に、個別の話に集中したがる強い傾向がある。自由な西側民主主義国におけるメディアの役割は、歴史的にはもっぱら出来事を報道することで、将来の出来事の可能性を描いたり、あるいは出来事を位置づけたりする役割はずっと小さい。このため、ニュースは主に予想や説明や背景の解説よりは、事件で構成される²⁷⁸。出来事にばかり焦点が当たる原因は、また技術的なものでもある。ニュースはかなり簡単な形で撮影したり表現したりできなくてはならない。だから背景情報が得られるのは、「ニュースに値する」人々や組織が独自の報告を出して、他のニュースを予想したり説明したりするときだけだ。こうしてその報告は、ストーリーの基盤となってしまう²⁷⁹。

だから、ニュース放送を通じてぼくたちが見る世界は、断片化した個別事件でできあがっているように見えるわけだ。

それでも世界で何が起きているかについて、全般的な印象を得ることができるのは、ふつうのニュース報道ががちりした枠組みにはまっていて、それがニュース放送に一貫性と安心できるだけの予想可能性の感覚を与えているからだ。一見すると予想もつかないようなニュース事件の宇宙が、テレビニュースの20分とか、新聞紙面の12—16ページに毎日押し込められるというのは、驚くべきことだ²⁸⁰。これは入ってくるニュースの流れを大量に刈り込むことで実現される。ふつうの編集室は、入ってくるニュースの75パーセント以上を切り捨てている²⁸¹。

たとえばニュース放送は、ふつうは大事件から初めて視聴者の関心を惹きつけて、その

関心を各種のニュースや人間ドラマによって持続させる。人気ある情報（スポーツと天気）を放送の最後までとっておくことで、視聴者はニュース終了時に軽いタッチを味わえる²⁸²。これによって、何か世界的な概観が得られて自分がそれを把握しているような印象を与えてくれる。

ちょっと驚くべきことだと言ってもいいだろうけれど、メディア研究者パークがすでに1940年に指摘したこととして、ニュースは予想がつく。新聞に登場するのはまったく予想もつかないことじゃなくて、以前にもニュースになったのと同じような出来事や事故だ²⁸³。

2.5 歪んだ現実：悪いニュース

メディアは視聴者や読者なしには生き延びられない。19世紀半ばに商業新聞が登場して以来、マスメディアはおおむね、大衆の関心を満たすことに集中するしかなかった。チャンネル切り替えが簡単なので、テレビでは顧客重視が一層顕著だ。

これはつまり、ニュースはおもしろいものであることがすごく大事、ということだ。そしておもしろいというのは、ふつうは深刻な出来事や問題や事故でいっぱい、ということだ。「よいストーリーとは、通常は悪い報せのことだ」とジャーナリスト向けのある教科書は書いている²⁸⁴。理由を説明するのはむずかしいけれど、ぼくたちみんな、悪い報せには好奇心を燃やし、惹きつけられるようで、新聞の売れ行きも上がる。スポーツ紙はセンセーションを重視せざるを得ない。こういう新聞は、読者がそれをおもしろがって、毎日買ってくれないと成り立たないからだ。実は最近の調査で、「恐怖」ということばがアメリカのメディアで頻度を増していて、見出しに登場する頻度が倍増したそうだ²⁸⁵。

ぼくたちはみんな、環境についての悪い報せに慣れきっている。たぶん一番わかりやすいのが、1997/8年にアメリカがエルニーニョに出くわした時のことで、間もなくエルニーニョはありとあらゆる気象現象と結びつけられるようになった。ワールドウォッチ研究所ですら、いささか呆れたように、「1998年を経るにつれて、天気関連の報道でエルニーニョに触れていないものはほとんど見つからなくなった²⁸⁶」と述べている。ぼくたちは各都市がどのように「今世紀最大の天候事件に備えようとしているか²⁸⁷」を報されたし、「奇妙な天気」と果てしない問題一覧についても報されてきた。

専門家たちは、今回のエルニーニョは記録の中でも最も激しいものだと述べている。サンフランシスコは1867年以来、一番降水の多い冬を迎えている。嵐や地滑りによる被害はカリフォルニア州全体で3億ドルを超え、少なくとも死者10人を生んでいる。フロリダでは強力な竜巻が続き、300軒以上の住宅が破壊され、3ダース以上の人々が死んでいる。全国気象局の気象学者スコット・スプラットによれ

ば「これはエルニーニョがフロリダにとって非常に危険なものだということを示す」とのことである²⁸⁸。

実はエルニーニョは、観光の低迷²⁸⁹、アレルギー増大²⁹⁰、スキー場のゲレンデの雪どけ²⁹¹、あるいは逆に22人を殺したオハイオの豪雪まで²⁹²、ありとあらゆるものの原因にされている。たぶんいちばん驚くべき発言は、エルニーニョのおかげで株価が下がったというディズニーの糾弾だろう²⁹³。そしてエルニーニョがよい結果をもたらした時でさえも、それは容赦なく無視された。たとえば *Time* 誌は「アメリカ東部や中央北部は、ここ数年でも一番の暖冬を被り、おかげでワシントンでは一月第一週に桜が咲いている。これは災害とはほど遠いように思えるかもしれないけれど、すべての異常気象には悪い面があるのだ²⁹⁴」と述べる。そしてこのジャーナリストは、暖冬がいかに問題を引き起こすかについて述べ始める。

でも『アメリカ気象学協会紀要』の最近の研究記事は、エルニーニョの問題すべてと恩恵すべてを網羅しようとしてみた²⁹⁵。そしてカリフォルニアの嵐や作物への被害、政府による救済措置の費用、竜巻からくる人的・経済的損害は確かに現実のものだけれど、これは一方的な話でしかない。一方では暖冬のおかげで凍死は850件ほど減り、暖房費用もかなり節約され、春の洪水被害も減り、高速道路や航空輸送のコストも減った。さらにエルニーニョと大西洋ハリケーンとの関係はよく知られているけれど、これは1998年にはっきりした効果を見せた。アメリカはこの年、大きな大西洋ハリケーンを一つも経験せず、おかげで多額の損害が回避された。

損害総額は約40億ドルと推計される一方、便益総額は190億ドルと推計されている²⁹⁶。でも悪いニュースばかりがメディアで報道されているために、一般読者や視聴者としては、エルニーニョが全体としてアメリカにとって有益だったという印象は受けていない。

2.6 歪んだ現実：対立と罪悪感

よいニュースを求める中で、対立にも焦点があてられる。対立はご存じの通り、おとぎ話なんかの文献でお馴染みの、人の心をつかむようなドラマチックな要素を持っている。つまり、善と悪の戦いだ。観客は何が起きるかをつきとめるのに、最後までつきあわなくてはならない。ジャーナリストは、自分の報道をおとぎ話のパターンにあてはめるための加工法を本当に教わっている²⁹⁷。

対立のお話と密接に関連しているのが罪悪感の問題だ²⁹⁸。関係者のだれかがその対立の責めを負わされるのはよくあることだ。そうするとニュースに人間的な感じが出る。ぼくたちはアメリカでもこの見本を見ている。ゴミ処分場をなんとかしようという試みは、

放射性ラドンを何とかしようという試みに比べてずっと優先度の高い報道がなされている。ラドンをなんとかするほうがずっと有効なのに。なぜか？ ゴミ処分場のほうが「いい絵」を提供するし、またゴミ処分場問題は「だれかのせい」だからだ²⁹⁹。

ジャーナリストにとって、自分のストーリーが読者の「身近」であることは重要だ。これを実現するには、物語に人間をからめて、何が起きているかを簡単なことばで説明できるということだ。

最後に、ストーリーは新しくエキサイティングでなきゃいけない。新しい問題や新しい対立についてのストーリーは、すでにお馴染みの伝統的な問題を描いたものよりずっとおもしろい可能性がある。

2.7 その帰結

急速なニュース配信需要の帰結の一つとして、ぼくたちの世界観が断片化するということがある。おもしろい扇情的なニュースをぼくたちが求めるので、ぼくたちの世界観も歪んで悲観的なものになる。ここに巧妙に計算された環境団体の広報部門と、問題重視の研究とが組合わさると、世界の状態について悲観的な評価を行ってしまうような大きなバイアスがかかりかねない。

でも、これがだれの「せい」でもないことには注意。ぼくたちが主に悲観的なニュースを手にするのは、別にジャーナリストたちが邪悪な意図を持っているからじゃなくて、ニュースメディアが、悲観的な事件に注力するほうが儲かるようなインセンティブ構造の中に置かれているからだ。環境団体もしょせんは利益団体なので、自分の目的に有利な議論を展開する。ぼくたちがかれらの悲観的なニュースをもっぱら信じるのは、かれらの責任じゃなくて、ぼくたちの責任だ。農業会連合（AFB）の議論は疑問視するくせに、環境ロビーからの議論は疑問視しないのがいけない。研究は主に潜在的な問題を扱う。これは社会的には有益なことだ。だってこれは、将来の問題に取り組むための最高の機会を与えてくれるから。でもこのために、ぼくたちは絶えず潜在的な災害のニュースにつきあわされるということにもなる。

要するに、この悲観的な偏りは変えられないということだ。むしろ、ぼくたちの受け取る情報流が本質的に歪んでいることを認識して、それを補正するようにしなきゃいけない。残念ながら、これはむずかしいことかもしれない。ぼくたちはつい、昔はよかった、いまは何もかもまちがった方向に向かっていると思いがちだからだ。スコットランドの哲学者デヴィッド・ヒュームは1754年に、「現在を責めて過去を憧憬するという傾向は人間の本性に深く根をおろしていて、きわめて深遠な判断力や非常に広範な学問を修めた人々にさえ影響を与えている³⁰⁰」と書いている。

サル・バロンは、ユダヤ教徒の歴史を書いた本の中で、楽観的な予言をする予言者は、自動的に偽予言者だと烙印を押された、と書いている³⁰¹。何千年も前のアッシリアの石碑は、強迫的な衰退感について語っている。「わが地はこの末法の時代にあって墮落している。賄賂と腐敗がいたるところにある。子どもたちはもはや親に従わない。みんなが本を書きたがり、明らかに世界の終わりが近づいている³⁰²」。さらに、禁欲的なカルヴァン主義の精神が、いまだに西洋文明にはとりついているとされる³⁰³。こんなに繁栄したぼくたちは、罰を受けるべきじゃないか、というわけだ。こういう発想からすれば、地球温暖化に対する不安は、敵探しの一環として見ることができるだろう。ぼくたちの過剰消費を罰し、魔術師の弟子を演じた人類に対するペナルティをもたらそうというわけだ。

こうした見解からすると、歴史的にも、ひょっとして生物学的にも、ぼくたちは悲観的なニュースを喜ぶようになってきているのかもしれない。でも合理的な政治上の意志決定プロセスを実現し、正しい目的のために最良の手段を選びたいのなら、ぼくたちが受け取っている情報の流れは偏っているのだ、ということは忘れちゃいけない。ぼくたちは悲観的で問題を指摘するようなニュースを毎日たくさん聞かされるけれど、それは必ずしも額面通りに受け取るべきではない。テレビは関心を惹こうとして、環境団体は自分の目的のために主張をするし、研究科学者は、万が一問題が起きたときにカバーしてくれる各種の解決策をすでに検討している。

もちろんこれは、安閑として問題を全部無視していいということじゃない。でも、世界を見るときにはちゃんと眉にツバをつけて課題に取り組むべきだということではある。ぼくたちは系統的に、どっちかと言えば悲観的なニュースを浴びせられているからだ。

そして何よりもこれは、世界の本当の状態を計るための事実を探すところから始めるべきだということを意味している。というわけで、まずはいままでの人間の成果について見るところから始めよう。

第II部

人類の福祉

第3章

人類の福祉を計る

この章では、人類の福祉がどんな状態かを見てやろう。もちろんまずは、この用語がどういう意味かを定義しなきゃいけない。福祉はもちろんお金だけの話じゃなくて、人類全体の発展の潜在力についての話だ³⁰⁴。

国連によれば、「発展の本当の目的は、人々が長く健康的で創造的な人生を享受できるような、能力を発揮できる環境を創り出すことであるべきだ。これは単純な真理のように思えるかもしれないが、商品や富の蓄積にばかり目を奪われるなかでしばしば忘れられていることだ³⁰⁵」。でも人類の福祉をどうやって計ろうか？ 人類が、自分たちの人生を展開させるためのよりよい環境をどこまで提供されているか、検討する方法はいろいろある。

国連はまさにこの目的のために「人間開発指標」なるものを導入した。この指標は、人々が自分たちにとってよい人生を実現するために、どんな環境を持っているかについて明示しようとする。意図としては、人々がどれだけ長生きできそうか、かれらがどれだけ知識を得られるか、どれだけ高い生活水準を実現できるか、というのを計測することだ。現実的には、これは期待寿命、非識字率、通学年数、所得を見るということだ。世界銀行も同じような形で、人々の生活の質を期待寿命と栄養不足、飲料水や下水処理設備へのアクセス、非識字率とエネルギー消費に基づいて評価しようとする³⁰⁶。

言うまでもなく、「長く健康的で創造的な人生」といったエレガントなことばは、血の気のない統計に変換してしまうと、ちょいとばかり精神性を欠くように聞こえてしまう。それでも、こうした数字は世界各地での人類の福祉状態について、よい見通しを与えてくれるのは事実だ。でもこうした3つや6つの指標だけしか見ないのはなぜ？ 国連は「理想的には人間の体験のあらゆる面を反映させたい³⁰⁷」が、データがないのでそれには制約があるのだ、と述べている。

でも制約があったって、やってみるくらいのはしてもいいだろう。確かに、世界のすべての国を各種の方法でランク付けするには、データは不足している。国連がやりたがっているのはそれだ。でも人類全体のおおざっぱな概観が欲しいだけなら、使える指標

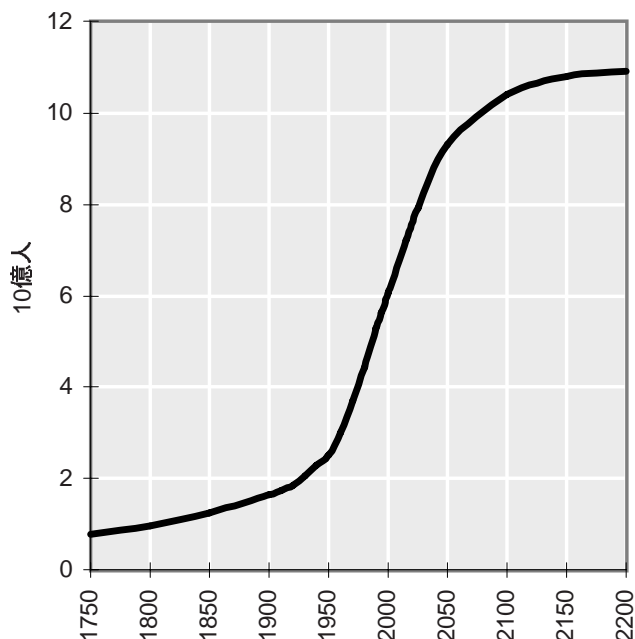


図 11: 世界人口 1750–2200, 2000 年以降は国連の中位推計. 出所: UNPD 2001b:27; 1998b.37, 1998c³¹¹.

はかなり増える。本書のこの第 II 部では、人類の福祉をいろんな視点から見てやる。もちろんあらゆる側面を見るわけにはいかないけれど、一番重要な点については見ようとしてみた。以下のページでぼくたちは、期待寿命と健康、食糧と飢餓、所得、不平等、教育と安全保障を見る。それも先進国と発展途上国、若者と老人、男と女について。

3.1 地上には何人いるの？

地上の人の数は毎日増えていて、1999 年には 60 億の大台を超えた³⁰⁸。図 11 を見ればわかるように、世界人口のすさまじい成長は 1950 年頃に始まり、たぶん 2050 年あたりに終わるだろう³⁰⁹。人口増大は主に、死亡率が劇的に下がったために起きている。これは食糧や薬品、飲料水や下水処理設備へのアクセスが改善されたためだ³¹⁰。一方、人口が増えたのは、発展途上国の人々がたくさん子供を産むようになったせいでは絶対じゃない。1950 年代初期には、発展途上国の女性は平均で 6 人以上の子供を産んでいた。今日ではこれが平均で 3 人くらいだ³¹²。ある国連コンサルタントがいささか直裁に述べたように「別にみんながウサギみたいにうじゃうじゃ子供を産むようになったんじゃない。単に、ハエみたいにぼこぼこ死ななくなっただけです³¹³」

歴史的にはこういう発展はお馴染みのもので、図 12 の「人口構造の変化」とされるもの

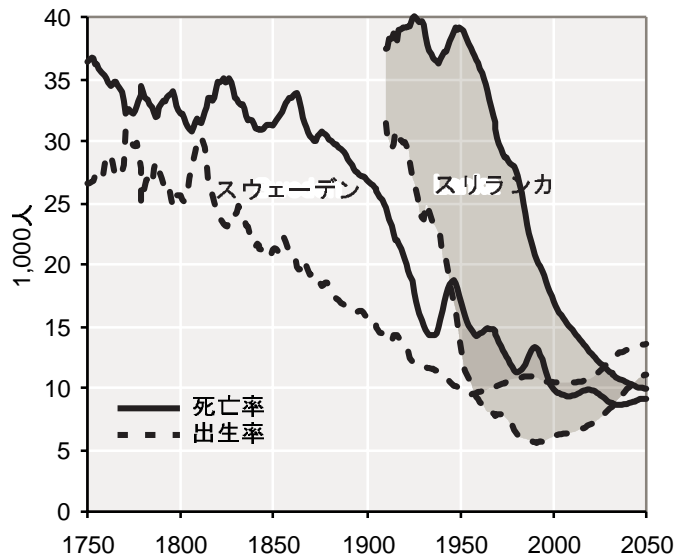


図 12: 人口動態推移、スウェーデン (1750-2050) とスリランカ (1910-2050) の出生率と死亡率, 1999-2050 は予測値. まず死亡率が下がった後で出生率が下がることに注目. 人口高齢化に伴い、死亡率は少し上がる. 出所: Mitchell 1975, 1995, World Bank 2000c, USBC 2001a.

だ³¹⁴。伝統的な農業社会では、所得は低く死亡率も高い。でも子供は働けるし、高齢になった両親の面倒を見てくれるから、これがそのコスト以上の便益をもたらす。したがって出生率は上がる。生活条件や薬品、衛生の改善や、その他全般的な経済的繁栄のために、死亡率は下がる。都市化が進んで経済が発達してくると、子供も生き残り安くなる一方で、必要な教育も上がってきて、労働も減り、親の面倒は養老院に任せてしまうから、貢献分よりコストのほうが高くなってくる。結果として出生率は下がる³¹⁵。死亡率低下と出生率低下とのギャップ期間に人口は増大する。スウェーデンの場合、このプロセスで人口は5倍にもなった³¹⁶。

同じような傾向は今日の発展途上国でも見られ、死亡率は劇的に下がり出生率も低下し始めている。スリランカの場合の動向は図12を見れば明らかだ。スリランカの人口は2030年頃に安定するだろうけれど、それまでに6倍をちょっと下回るくらいに増える³¹⁷。国連の推計では、発展途上国の女性は安定した再生産を実現する平均出生2.1人³¹⁸を2045—50年頃に達成するだろう³¹⁹。現在では発展途上国の再生産は子供3.1人で、これはすでにアメリカやオーストラリアなら1960年代初期、デンマークなら1920年代初期の水準以下だ³²⁰。

同時に、世界人口は2035年を過ぎてもしばらくは増大を続ける。人口は「勢い」が組み込まれているからだ。出生率が人口補充水準である女性一人当たり2.1人まで下がり

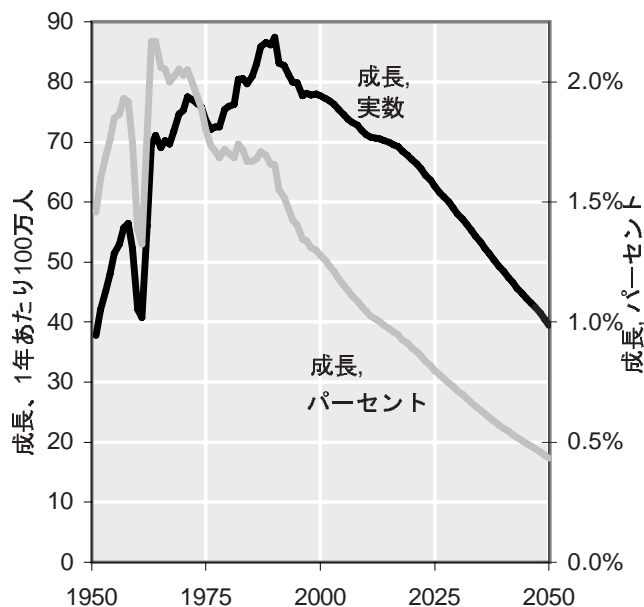


図 13: 地球人口の増加、絶対数と比率, 1950–2050。1959–62 のすさまじい下落は、中国の大躍進政策によるものだ。これは破滅的な飢餓を引き起こし、3000 万人近くの生命が失われた (WFS 1996:3:3. 15)。2001 年以降は予測値。出所: USBC 2001a.

も、人口の中の若者のほうが老人より多い。その若者たちが世界に 2.1 人をもたらし、おかげで若者のほうがまたちょっと多いことになり、というわけだ。この勢いはすでに今日、人口増の主要因となっている。世界人口は今後 50 年で 33 億人増えると期待されているけれど、世界の出生率が一気に人口補充水準にまで下がったとしても、やはり今後 50 年で 23 億人くらいは増大するだろう³²¹。

図 13を見ればわかるように、全地球人口の増加は、1960 年代初期に 2 パーセントをちょっと上回ったのがピークだった。その後、増加率は 1.26 パーセントに下がり、2050 年には 0.46 パーセントになると予想されている。それでも、人口の絶対数の増分は上昇し続け、1990 年に年 8700 万人が世界人口に追加されてピークを迎えた。今日では年間 7600 万人が世界人口に追加され、2050 年の年間人口増は、約 4300 万人になっているだろう³²²。

国連は絶えず、現在と将来の地球上に人が何人いるかを計算し続けている。2100 年についての数字は 1994 年、1996 年、1998 年で 15 億人分下方修正され、2000 年の数字は 5 億人分上方に修正された。これは各国で出生率の低下速度が変わってきているからだ³²³。2000 年以降について、最新の長期予想を図 11に示した³²⁴。これによると、2025 年には地球上には人が約 80 億人いて、2050 年には 93 億人ほどいる。推定では、世界人口

は 2200 年に、110 億をちょっと下回る水準で安定すると推計されている³²⁵。

3.2 人口構成の変化

人口増大の 6 割は、たった 12 ヶ国によるものだ。インド、パキスタン、中国がその筆頭で、それぞれ今後 50 年で 5.63 億、2.03 億、1.87 億人を世界人口に追加する。インドは世界最古の家族計画プログラムを持っているのに、出生率の低下は実にのろい。中国とインドでは、どちらも 1950 年代初期には、女性一人当たり子供を 6 人生んでいた³²⁶。でも中国ではこの数字がいまや 1.8 まで下がったのに、インドではまだ 3.23 人だ³²⁷。このためインドは中国より若者が多くて、だから 2050 年には中国を抜いて世界最大の国になるだろう。そのとき中国の人口は 14.6 億人で、インドの人口は 15.7 億人になっているはずだ。パキスタンは人口規模では世界第七位でしかないのに、地球人口への追加では第二位になる。また人口増大の第 4 位と 7 位のナイジェリアとエチオピアは、人口規模で見ると 10 位と 21 位でしかない³²⁸。1950 年からの 100 年を見ると、中国の人口は 160 パーセント増大し、インドの人口は 5 倍増、パキスタンとナイジェリアの人口はそれぞれ 9 倍になる³²⁹。

世界人口に占める先進国の割合は下がり続ける。過去数世紀で増え続けてきた人口シェアは、1950 年には 32 パーセントだったけれど、今や 20 パーセント、そして 2050 年にはさらに下がってたった 13 パーセントになる³³⁰。

ヨーロッパについて言えば、この推移は一層強烈に進む。1950 年には世界人口の 22 パーセントを占めていたのに、いまやそれが 13 パーセントだ。一方アフリカは、9 パーセントだったのがいまではヨーロッパと同じ 13 パーセントだ。今日では、ヨーロッパとアフリカはそれぞれ世界人口の 1/8 ずつを構成している。でも 2050 年には、ヨーロッパの割合は 7 パーセント以下に下がり、アフリカの割合は 22 パーセントにまで上がる。つまり人口の割合でいえば、ヨーロッパとアフリカの立場は 1950 年の状況とは逆転するわけだ³³¹。

期待寿命の増大と出生率低下からどうしても生じる帰結として、老人がずっと多くなるというものがある。2025 年に世界のベビーブーム世代は 65 歳から 75 歳になっている。1950 年代には、65 歳以上人口はたった 5 パーセントだったのに、2050 年にはそれが 16 パーセントになる。80 歳以上人口の伸びはもっと急激で、1950 年には 0.5 パーセントだったのが、今や 1 パーセント、2150 年には約 10 パーセントにもなる。100 歳以上の老人数は、今後 50 年で 14 倍増する。今日では、老人の 3 倍の子供がいる。2050 年には、それが同数になるだろう。全地球平均では、平均年齢は 1950 年の 27 歳から、2020 年には 33 歳にまで上がる³³²。

中国は産児制限を實に見事に成功させたので、高齢化問題はこの地域で特に大問題となってくる。ここでは100歳以上人口は40倍増するだろう。今日、老人一人あたり子供は2.5人いるのに、2050年には老人のほうが若者の2倍いることになる。平均年齢は23歳から、2020年には37歳にまで上昇する³³³。

これは好奇心だけの話だけれど、時の始まり以来、地上に暮らした人が累計で何人いるかを逆算してやることができるのだ。結果は、500億人から1000億人の間だ。つまり今日生きている61億人は、これまで地上に生まれた総人数の6パーセントから12パーセントくらいを占めるってことだ³³⁴。

3.3 人口過剰

地球の人口過剰という話はよく聞く。だいたいそういうのは、びっしり密集した大群衆や、大混雑の地下鉄駅かなんかの派手なカラー写真つきで示されている³³⁵。

著名な人口生物学者ポール・エリックは、人口爆発についてのベストセラーでこう書いている：

心理的に、人口爆発が初めて腑に落ちたのは、デリーの臭く暑い一夜のことだった。通りは人で活気にあふれていた。食べる人、身体を洗う人、寝る人、仕事をすする人、議論して怒鳴る人。タクシーの窓から手を突っ込んで物乞いする人。大便する人、小便をする人。バスからぶら下がっている人。通りで動物を追っている人。人、人、人³³⁶。

でも重要なこととして、人の数が問題なんじゃないということだ。一番人口密度の高い国の多くはヨーロッパにある。人口密度の一番高い地域である東南アジアは、平方キロあたりの人口数はイギリスと同じだ。オランダやベルギーや日本は、インドよりずっと人口密度が高いし、オハイオとデンマークはインドネシアより人口密度は高い³³⁷。

今日、エリックからもこの点には同意している。それでも、人口過剰の解釈として別のものが二つ、表舞台に登場してきた。その一つは飢えに苦しむ家族の姿を引っ張り出してくる。みすぼらしく、狭苦しい状態に、早死³³⁸。こういうイメージは確かにリアルなものだけれど、実は人口過剰じゃなくて貧困の結果なのだ。貧困については後述。

もう一つの解釈はエリックの最近のお気に入り、人口密度が持続可能かどうかということ。もし、ある国の現在の人口がその土地で長期にわたって持続できないとしたら、その国は人口過剰だとするわけだ³³⁹。だけど、ある人口が、生活しているその土地だけで生活できるべきだと考えるのは、控えめに言っても変だ。そもそも、生産は需要の生じている物理的な位置で起こる必要はなくて、一番有効に生産ができるところで行われれば

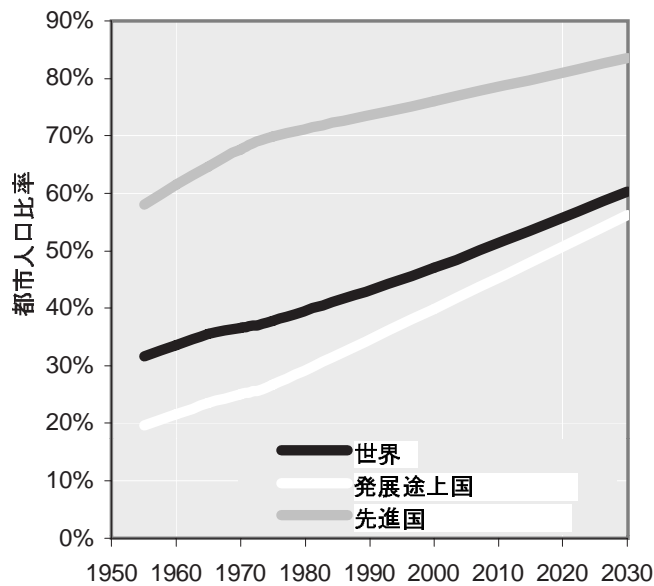


図 14: 都市人口比率、先進国と発展途上国、全世界, 1950–2030. 2000 年以降は予測値。出所: WRI 1998a, UNPD 1998b:2.

よいというのが貿易経済の基本的な考え方だからだ³⁴⁰。

人口過剰との関連で、地球上の土地の大部分では、今日よりも人口密度が上がることはないだろうというのを指摘しておくのは重要だ。今後の人口成長は都市に限定されるからだ。今後 30 年間は、世界の農村地域の人口はほとんど変わることはなく、ヨーロッパの 97 パーセントの地域では 2025 年までに人口密度が下がり出すだろう³⁴¹。

2007 年には、歴史上初めて都市人口が農村人口を上回る（図 14）³⁴²。1950 年には、ニューヨークが唯一のいわゆるメガシティ、つまり 1,000 万以上の住民を擁する都市で、870 万の住民をかかえるロンドンが僅差の二番手だった³⁴³。今日ではメガシティは 19 あり、2015 年にはそれが 23 になると国連は予測している。東京とボンベイがその 23 の筆頭で、それぞれ 2,640 万と 2,610 万の住民を擁することになる³⁴⁴。この 23 のメガシティのうち 19 は、発展途上地域に位置している。

都市の成長は、発展途上国のほうがめざましいだろう。でも実は、この成長は先進国での都市化進展傾向をなぞっているだけだ。アメリカでも、先進国平均でも、都市人口はすでに約 75 パーセントを占めている³⁴⁵。欧米の都市部人口比率は 2030 年に 83.5 パーセントに増加するのに対し、発展途上国ではやっと 40 パーセントから 56 パーセントに増えるだけだ。

都市生活は人々の生活の質を下げてしまうと言われている。標準的な環境についての教

科書によると、「世界中、裕福な国、貧しい国にかかわらず、多数の人口が密集して快適に暮らすことはできない。十分な水や下水処理設備もなく、人々はひどい状況の中で生活を送る³⁴⁶」とのこと。これはまちがった議論の古典的な例だ。欧米の基準で見れば、多くの人々が貧民街で貧しい生活を送っているというのはその通りだ。でも実際は貧民街の住民さえも、農村地域の人間よりはましな生活を送っているのだ³⁴⁷。

さらに人口の密集している地域では、マラリアや眠り病などの非常に危険な伝染病はあまり脅威ではなくなってくる。建物が密集すればするほど、蚊や蠅が繁殖する沼地のスペースも減るからだ。そのうえ、水供給、下水設備、衛生サービスは農村地域より都市部の方がまだましだ³⁴⁸。教育は都会の方がずっと簡単に手に入るし、発展途上国のほとんどでは都市と農村での教育格差は10パーセント以上、都市部の住民の方が平均して良い食事をとっているし、栄養状態も悪くない³⁴⁹。

農村地域の方が世界的な貧困問題で圧倒的な割合を占めているのだ³⁵⁰。逆に町や都市はパワーセンターで、大きな経済成長をもたらす。発展途上国の都市部は、人口は全国の1/3なのに、GDPの60パーセントを稼ぎ出す。世界資源研究所(WRI)ははっきりとこう結論づけている。「都市が成長しているのは、平均して農村地域よりも大きな社会的・経済的便益をもたらすからだ³⁵¹」。

第4章

期待寿命と健康

人間福祉に不可欠なものの一つは、当然ながら命そのものだ。だから期待寿命は福祉のどんな計測でも欠かせない要素となる。でも、長生きした分をひたすら苦しみ続けるだけなら、長生きしても人生がよくなったとは必ずしもいえない。だからぼくたちが健康に生きて、病気の期間を短くすませられるかどうかを検討することが重要だ。

この章の主なポイントは、ぼくたちの生活や健康が過去二百年で実に劇的に改善されたことを示すことだ。ぼくたちは長生きするし、健康に暮らしている。これはぼくたちの文明によるすばらしい奇跡のひとつだ。

4.1 期待寿命

1400年頃までは、人間の期待寿命は驚くほど短くて、新生児は平均して20–30年しか生きられなかった³⁵²。これは主に幼児の死亡率がひどく高かったという事実のせいだ。5歳の誕生日を越えて生きられる子供は、2人に1人しかいなかった³⁵³。

人間の歴史の初期については、あてになる統計がまるでないから、骨と数学的な人口増加モデルをもとに数字をはじくしかない。北アフリカで出土した石器時代の骨の一番権威ある調査によると、期待寿命はたった21年だった。墓石、ミイラ、骸骨の調査により、古代ローマ市民はたった22年しか生きられなかったということもわかっている³⁵⁴。

図15はこの千年ほどの間のイギリスでの期待寿命の推移を示したものだ。全体として、1200–1800年にかけて期待寿命は30年くらいだ。それが一番大きくぶれているのは、14世紀の黒死病のせいで新生児の期待寿命がわずか18年に下がったときだ³⁵⁵。でも、1200–1450年の統計は男性の地主を対象にしているということに注意。だからこの数字は、たぶん当時の平均的な人々の寿命よりちょっと大きめの見積もりになっているだろう³⁵⁶。

1541年以降は、教区の信者登録が大きなサンプルを提供してくれるので、全国レベルで

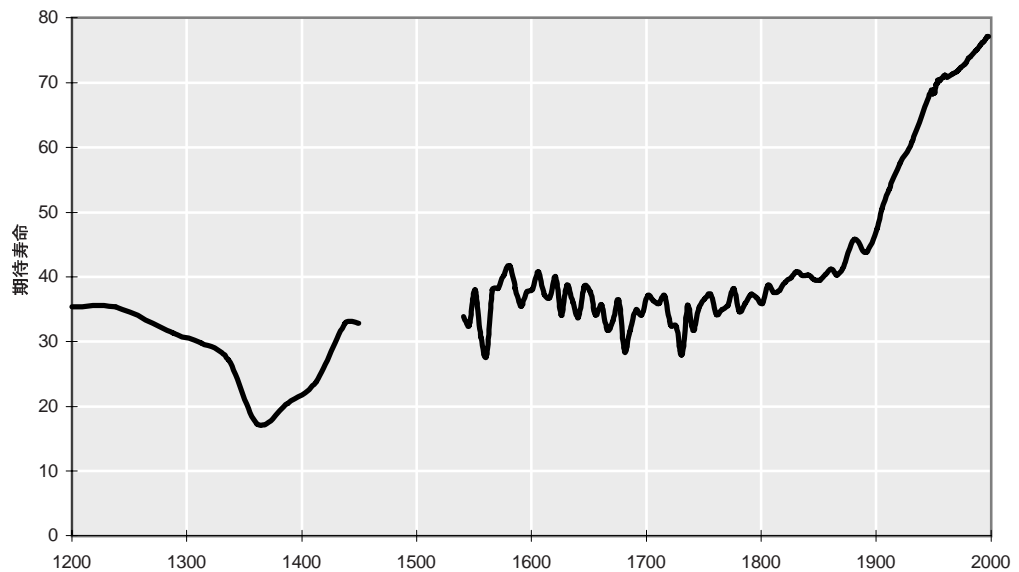


図 15: イングランドの男子地主の誕生時の期待寿命 1200–1450 およびイングランドとウェールズまたはイギリスでの男女の誕生時期待寿命 1541–1998³⁶³. 出所: Russel 1978:47, Wrigley and Schofield 1981:230, Keyfitz and Flieger 1968; Flora et al. 1087:108, World Bank 1999a, 2000c. アメリカの期待寿命 1849–1998 も非常に似ている。USBC 1975:56, World Bank 1999a, 2000c.

男女ともはずっとまじな情報が得られている。平均寿命はこの時点では約 35 歳で、1700 年までわずかに落ち込んだ後、そこから 1850 年までゆっくりと上向きになっている。この短期間の上下動は一時的な食糧不足、伝染病、非効率な食糧分配ネットワークのせいだ³⁵⁷。1850 年以降、期待寿命は急上昇している。その後約 150 年間の期待寿命の伸びは驚異的で、ほとんど倍増しているのだ。

こういう経過はほとんどの先進国でも似たようなものだ。フランスでは、1800 年の期待寿命は約 30 年だった³⁵⁸。デンマークでは 1845 年の時点で 44 年³⁵⁹。それがいまはどこも 70 代で、先進国の平均は 77 年だ³⁶⁰。一方で他の地域での期待寿命は 20 世紀の始めまではとても短い。1900 年頃の世界全体の期待寿命はまだおよそ 30 年ぐらいだったと考えられている³⁶¹。それが 1950 年には平均して 46.5 年になり、1998 年には 67 年にもなっている³⁶²。つまり期待寿命は過去 100 年間に 2 倍以上になったのだ。

これはどう考えてもたいへんな快挙だ。期待寿命の最大の向上は、直近 100 年のうちに達成されたのだ。

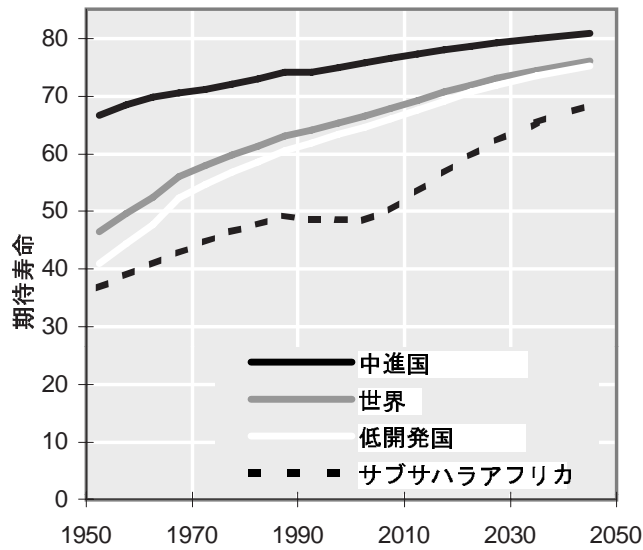


図 16: 先進工業国、発展途上国、サブサハラのアフリカ、全世界の期待寿命 1950–2050, 2000 年以降の見通しは HIV/AIDS の影響も考慮。出所: UNPD 1999a:4, 8–12, 18³⁶⁶.

4.2 発展途上国の期待寿命

でも発展途上国ではどうだろう？ 20 世紀の始め、多くの発展途上国での期待寿命は石器時代なみだった。1906 年のインドの期待寿命は約 25 年。1930 年の中国の人々は平均 24 年しか生きられなかった。その当時、発展途上国の中ではもっとも進んでいたチリでさえ、1909 年の期待寿命はたった 31 年だった³⁶⁴。全体的に見れば、発展途上国の平均はまだ 30 年をずっと下回っていた。

1950 年に発展途上国の期待寿命は 41 年になり、1998 年には 65 年にもなった³⁶⁵。すばらしい改善ぶりだ。これは発展途上国のすべての人々が、1940 年代後半の平均的なイギリス人、アメリカ人と同じくらい長生きできるようになったということだ。世界人口の 5 分の 1 を占める中国人の場合、期待寿命の向上はもっと急激だった。1930 年には 24 歳で死ぬことになっていたのが、今では平均して 70 歳まで生きられる。2 世代のうちにほぼ 3 倍に成長をとげたのだ。

図 16 は発展途上国での期待寿命の向上がどれほど驚異的だったかを示している。このトレンドは今後も改善し、発展途上国は 70 歳の壁を 2020 年に突破して先進国との差をさらに縮める見込みだ。

もちろん、発展途上国全部の平均値は、国同士の大きなアンバランスを隠しているかも

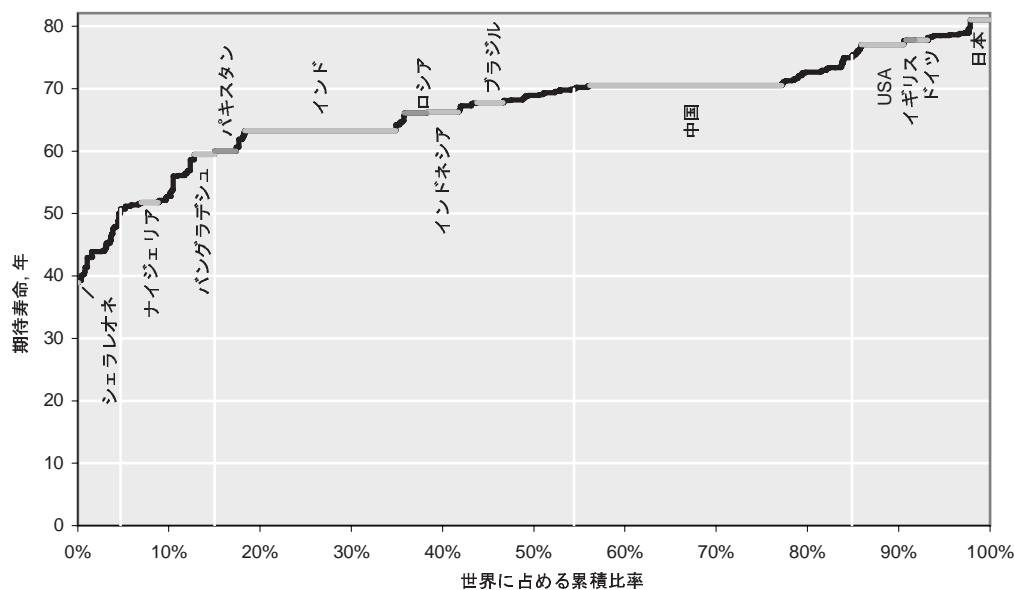


図 17: 2000 年時点で最大期待寿命ごとの世界人口比率。出所: UNPD 2001c³⁷⁴。

しれない。国ごとの期待寿命の内訳は図 17の通り。ご覧のように世界人口の 4.7 パーセントが、期待寿命が 50 年以下の国に住んでいる。リストのどん底がシエラレオネで、期待寿命はたったの 39 年。アフガニスタンと東チモールを除けば、下位についている他の 25 カ国はすべて、モザンビーク、ルワンダ、ウガンダ、ザンビア、ソマリア、エチオピアといったアフリカ諸国だ。

この期待寿命の短さはかなりの部分が AIDS 禍による。特に被害のひどかったサブサハラのアフリカには、HIV 感染例の 70 パーセントが集中している。ここでは 2,300 万の人々、すなわち人口の 3.6 パーセントが HIV に感染している。AIDS は特に若者や子供を襲うから、何年もの余命を残した命がいくつも失われ、結果的に期待寿命を大幅に低下させることになった³⁶⁷。AIDS の被害がひどかったアフリカ大陸の東側諸国の一部では、期待寿命が 10-20 年も低下すると推定され³⁶⁸、ジンバブエでは AIDS がなかった場合と比べて 26 年低下したと見られている³⁶⁹。サブサハラのアフリカ全体では、AIDS がなかった場合の予測と比べた余命低下は今のところ 9 年で、2010 年には 17 年、2025 年になっても 8 年の低下が見込まれている³⁷⁰。

でも、これはサブサハラのアフリカでの期待寿命が下がるということじゃない。ただ本来あるべき勢いほどは向上しないというだけだ(図 16参照)。1950 年に 37 年だった期待寿命は 1990 年には約 49 年になって、その後 2010 年までは増えない見込みだ。その後は上向きになって 2025 年には 60 歳を突破する。全体として発展途上社会にあたえた影響は 2010 年で約 2.8 年。2025 年には 1 年とちょっとの損失になる³⁷¹。

この生命と福祉の痛ましい損失には皮肉な関係があった。HIV 防止の大部分は多額の費用をかけなくても、十分な情報を提供し、安全なセックスへと習慣を改めることでまかなえたのだ。けれども多くの国では、AIDS には羞恥心や非難がつきまとうので、検査を受けにくく、情報を手に入れることが難しく、行政もなかなか動かない³⁷²。長い目で見れば、ウガンダのとったような大規模な AIDS 防止計画こそが進むべき道だ。ウガンダの政策は罹患率を激減させた³⁷³。

図 17の残りの部分を見ると、続く 26 カ国の人々、つまり世界人口の 10.3 パーセントは、50-60 年生きると見込まれる。ほとんどの国はアフリカにあり、コンゴが 51 年、ナイジェリア、南アフリカが 52 年。59 年のネパールとバングラデシュもこのグループに属している。これはつまり、残った世界人口の 85 パーセントは、少なくとも 60 歳まで生きられるということになるのだ。インドは 63 年、ロシア、インドネシアは 66 年、ブラジルは 68 年で、みな同じグループに属する。同様に、世界人口の 45 パーセントは 70 歳以上まで生きられることになる。まったくかけ離れた国々だが、中国、エクアドル、タイ、ヨルダンも 70 歳まで生きられる見込みだ。

最後のグループの人々は 75 歳以上まで生きられる見込みだ。世界人口の 15 パーセントが含まれるこのグループには経済協力開発機構（OECD）諸国の主要国が入っている。たとえばアメリカが 77 年、イギリスが 78 年。そして日本が 81 年で期待寿命のトップを飾っている。

アフリカの状況には、AIDS 防止についてだけでなく、食糧確保や経済生産性についてもまだまだ改善の余地がある。そのことについては後述。でも大事なことは、世界中の人々の 85 パーセントは少なくとも 60 歳まで たった 100 年前の平均寿命の 2 倍も生きられるということをもっと強調することだ。すばらしい進歩なんだから。

4.3 乳児死亡率

期待寿命の向上は、乳児死亡率のめざましい低下によるところが大きい。ぼくたちの寿命が 100 年前にくらべてかなり延びた主な理由は、みんなが長生きするようになったわけじゃなくて、早死にする人がほとんどいなくなったからだ。1900 年から今日までに、アメリカの新生児の期待寿命は、女の子の場合ほぼ 32 年増加した（48 歳から約 80 歳になったのだ）。一方、60 歳人口の期待寿命の増加はもっと控えめで、7.8 年だった³⁷⁵。

簡単な例でこの現象を説明してみよう。ある小さな島に 10 人の赤ちゃんが生まれたとする。そのうち 5 人が 1 年目に死に、あとの 5 人が 70 歳まで生きた。期待寿命は 35 歳になる。次の年にまた 10 人の赤ちゃんが生まれた。でも今度は島には医者が出て、その子たちを診てくれた。だから 1 人しか死ななかった。他の 9 人は 70 歳まで生きた。期待

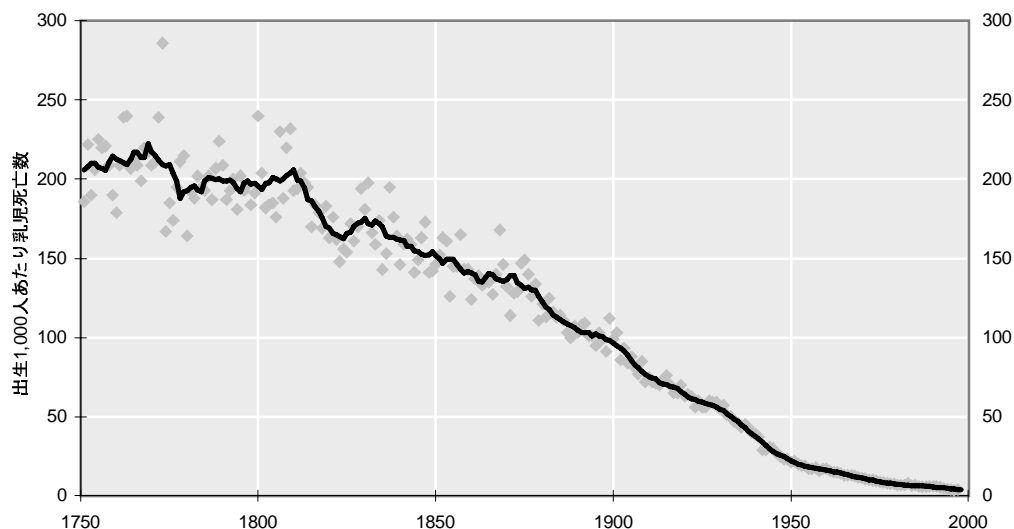


図 18: スウェーデンの出産 1000 人あたり乳児死亡数 1750–1998, およびその 9 年移動平均。出所: Mitchell 1975:127–32, World Bank 1999a, 2000c.

寿命は一気に 63 歳まで上がる。

世界的なレベルでは、乳児死亡率の低下はすごいものだった。狩猟採集社会においては約半分の子供が生後 5 年のうちに死んでしまう。骨格の調査と統計モデルから、1400 年頃までは、1000 人生まれたうち 500 人という乳児死亡率がヨーロッパでもあたりまえだった³⁷⁶。16 世紀については英国貴族についての統計があるけれど、かれらはたいいていの人々よりもはるかに恵まれた環境で暮らしていた。これによると 1550 年には 1000 人生まれたうち 250 人が死亡していたのが、1850 年には 100 人に減っている³⁷⁷。

スウェーデンは国家レベルで統計をとった最初の国だ。この国で生後 1 年間に死亡した子供の割合が図 18 に示されている。18 世紀の終わりには、5 人のうち 1 人が 1 歳の誕生日をむかえる前に死亡している。また、飢えと病気のせいで年々かなりの変動があった³⁷⁸。でも 1800 年以降、乳児死亡率は急速に下がり、1998 年には 1,000 人に 4 人、もしくは 280 人に 1 人という数字になった³⁷⁹。スウェーデンの乳児死亡率は過去 200 年間に 50 分の 1 以下になったのだ。

発展途上国についてはあまりデータがない。中国の農村地帯では 1920 年代、子供 3 人に 1 人以上が 5 歳になる前に死んでいた。チリでは状況はもっとひどく、1920 年には 5 人に 2 人。ザンビアでは 1950 年代でも、もっと高い死亡率が報告されている³⁸⁰。

図 19 は、1950 年以降の発展途上国と先進国の双方をふくめた世界中の乳児死亡率の減少ぶりを示している。おわかりのように発展途上国の乳児死亡率が激減している。1950 年には 18 パーセント、つまりほぼ 5 人に 1 人が死亡していたのが 1995 年にはわずか 6

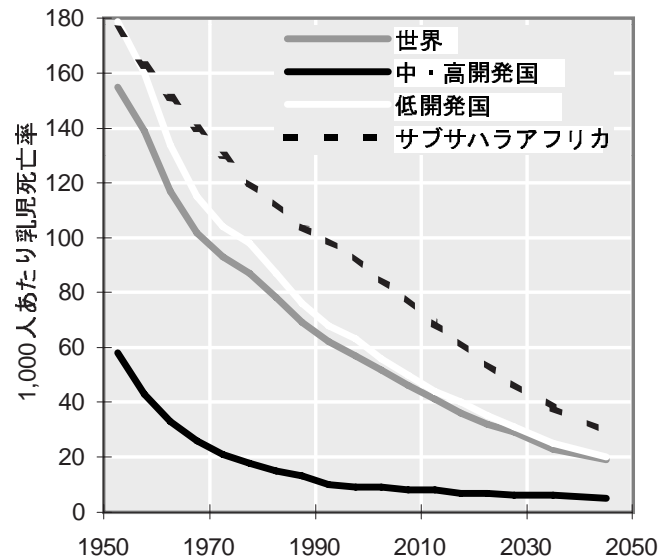


図 19: 出産 1000 人あたり乳児死亡数; 全世界、先進工業国、発展途上国、サブサハラアフリカ。2000 年以降は予測値。HIV/AIDS の影響含む。出所: UNPD 1999a:4, 8-12, 18.

パーセント たった 3 分の 1 に減ったのだ。サブサハラのアフリカでさえ、乳児死亡率は AIDS の拡散にもかかわらず そうでなかった場合ほど早くはなくても 順調に減少を続けている³⁸¹。

乳児死亡率は先進国でも下がり続けている。1950 年には全新生児の 6 パーセントが生き延びられなかったが、2000 年には 1 パーセント以下になった。発展途上国の今日の乳児死亡率は 1950 年の先進国なみだということに着目しよう。どっちのカテゴリーの国もこのまま低下が続くと予想され、発展途上社会では 2020 年までに乳児死亡のリスクがさらに半減すると期待される。

4.4 病気

長生きするようになって、その分だけ病気になる時間が増えただけじゃないの？ 答えはどう考えても：そんなことは絶対ありません。ぼくたちは全般に、過去何世紀かの間にずっと健康になったのだ。

ぼくたちは昔の時代に生きるのがどんなものだったかについて、かなりまちがった印象を抱きがちだ。この印象は、身なりはみすぼらしくてもきれいな人たちが自然との調和の中で暮らしているところを描いた映画などからくることが多い。残念ながら、18 世紀の現実とはまったく違って、高名なプリンストン大の歴史学者ローレンス・ストーンによ

れば：

個人レベルでも公衆レベルでも衛生がほぼ完全に無視されていたから、汚染された食物や水からの危険が常時存在していた。(中略)

この原始的な衛生状態の結果は、絶え間ないバクテリア性胃炎の勃発で、中でも最も恐ろしい赤痢の集団感染は、ものの数時間から数日のうちに老若男女に多数の死者を出した。何らかの胃病が慢性的になっていた。裕福な者はバランスの悪い食事のため、また貧しい者は、腐敗した食物の摂取、不十分な食事のためである。腸内寄生虫の流行(中略)は緩慢で不愉快な消耗性疾患であり、莫大な数の人間に苦痛と健康障害をもたらした。(中略)水はけの良くない湿地の多くではマラリア熱が一般的な消耗性の疾患として多発した。(そして)たぶんもっとむごいのは、ゆっくり進行するが、容赦ない破壊力をもつ結核だった。(中略)女性にとって出産は非常に危険な体験であった。(中略)(最後に)不注意や軽率さや不用心、あるいは馬などの動物 馬は最低でも自動車なみに危険だったようだ や水のようなものとの関わりからくる事故死の危険も絶え間なかった。(中略)

近代初期の生活について、もう一つ忘れられがちな事実は、成人人口のうち健康かつ魅力的だったのはごく少数だったということだ。そしてこれとはまったく別に、臭いや垢などはごくふつうのことだった。(中略)男女ともに多くの場合、多数の資料から明らかな虫歯あるいは慢性的な胃病のために、ごくふつうにひどい口臭があったはずだ。一方、化膿性の潰瘍、湿疹、疥癬、膿の流れるただれ、その他のおぞましい皮膚病も非常に一般的で、何年も治らないこともしばしばだった³⁸²。

健康と死のあくなき戦いの中で、死亡率を下げた主要な事件がいくつかある。まず、18世紀後期からの生活水準の向上が、より良い食事、服、住居をもたらし、結果的には病気に対する耐性を高めた。同時に住環境の変化(たとえば人々の生活密度が上がったこと)により、病原体も進化上の変化をとげ、それは主に毒性を弱める方向に動いた³⁸³。次に、水供給や下水設備の改良、衛生教育、検疫といった19世紀後期からの公衆衛生の改善が、伝染病を抑えるのに貢献した³⁸⁴。最後に、20世紀の発達した医療が病気と戦うありとあらゆる新しいテクノロジーを提供した³⁸⁵。その結果、この二百年の間にぼくたちはかなり死亡率を下げ、期待寿命を延ばしたのだ。

これは相当部分が、ぼくたちが伝染病の発生をコントロールし、なくしたおかげだ。18世紀の終わりにかけて、天然痘はヨーロッパでの死亡率の10パーセント以上を占めるおそろべき刺客だったのに、ワクチン、つまりは種痘によって避けられるものだとわかった。1891年にはジフテリアが抗毒素を使って治せるようになった³⁸⁶。ペストは世界を荒廃させ、6世紀後期に1億の命を奪い、14世紀後期には2,500万の犠牲者を出したけれ

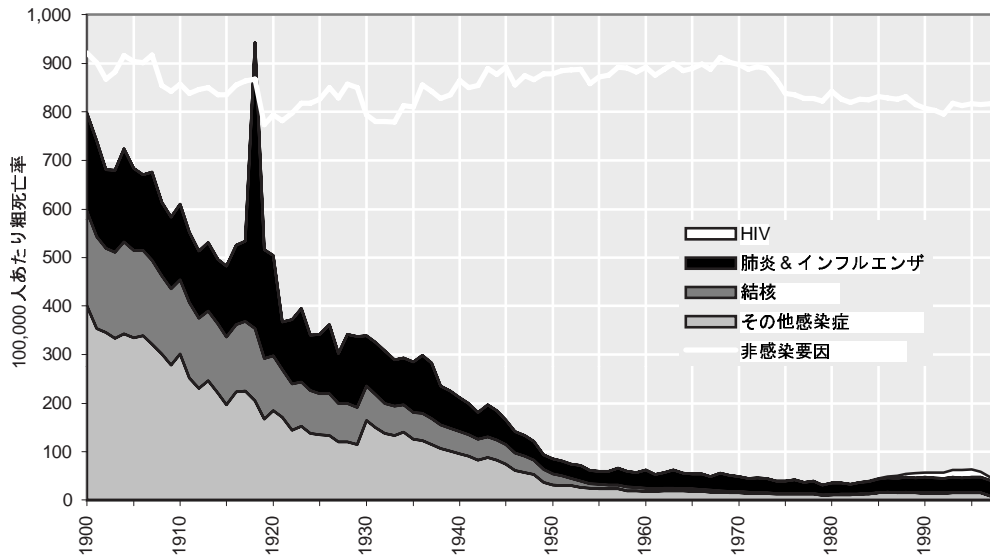


図 20: アメリカにおける伝染病と非感染病の件数、1900–98、10 万人あたり死亡数。伝染病は肺炎とインフルエンザ、結核、HIV、その他に区分。1918 年が突出しているのは、世界中で 2 千万人を殺し、アメリカでも 50 万人が死んだ通称スペイン風邪の影響。出所: Armstrong et al. 1999, Martin et al. 1999:27–8, CDC 1999a:622.

ど、検疫、ネズミの駆逐、下水の改良、住環境の整備といった公的規制のおかげで制圧された³⁸⁷。はしかと水疱瘡が無害になったのは、人口密度の増加が病原体を実質的に飼い慣らして、よくある子供の病気にまで弱体化させてしまったからだ³⁸⁸。コレラは水供給の質を向上させることで制圧された³⁸⁹。20 世紀の前半には、サルファ剤と抗生物質がついに肺炎、梅毒、淋病、髄膜炎感染症をみごとに制し、後にチフス、腸チフスも制圧した。

感染症に対する勝利は図 20 にはっきりと示されている。重要な刺客だった肺炎と結核は、アメリカでは 20 世紀中に激減した。感染症による死亡率は 10 万人あたり 800 から 50 に減少した。これに対し、非感染症による死亡率は相変わらず約 800 だ。イギリスをはじめとする先進国でも、感染症に関する数字は同様に減少している³⁹⁰。1980 年中盤以降の増加は 2 つの原因による。1 つは、1980 年の感染率の約 3 分の 2 を占める肺炎だ。肺炎が致命的なのは高齢者だけだ。だから 1980 年以降死亡率がほぼ倍増しているのは人口高齢化による³⁹¹。高齢化の影響を補正すれば、死亡リスクは 1980 年と 1997 年でほぼ変わらない³⁹²。

2 つ目は、1980 年以降の死亡率増加は、HIV の拡散による。1995 年には歴代最高の 10 万人あたり 16.4 人にもなっていて、これは 20 世紀始めの梅毒の死亡率にも匹敵する³⁹³。でも新しい複合薬のおかげで 1998 年には 10 万人あたりの HIV 死者数はわずか 4.9 人にまで下がり、1999 年にはさらに低下した³⁹⁴。

薬、衛生状態と生活水準の向上が欧米で感染症を打ち破ったので、人々はもっと長く快適に生きられるようになった。このため老衰、または、ガンや心疾患といった生活習慣病によって死ぬことが多くなった³⁹⁵。1900年のアメリカでの死因のトップは、肺炎、結核、下痢、腸炎で、これらが総死亡数の約3分の1の原因となっていたのに対して、心臓病とガンはたったの12.5パーセントだった。1997年には、心臓病とガンは総死亡数の55パーセントを占め、感染症に起因するのはたったの4.5パーセントだ³⁹⁶。

ガンによる死亡率がイギリスとアメリカにおいて1990年代の始めまで上昇を続けたのは、人々がもっとガンに「さらされる」ようになったからじゃない。これについては化学物質の恐怖についての章でみていこう（p. 312の図117も参照）³⁹⁷。ガンは年をとるにつれて頻度も上がる。この理由だけを考えても、社会が高齢化すればガンで死ぬ人は増えるだろう。実際のところ、もし高齢化と喫煙の分について統計を補正すれば（つまり喫煙者、非喫煙者に分けた同じ年齢層ごとに見てみると）ガンで死ぬ人は実際には減っている　増えてはいない³⁹⁸。肺ガン率は年齢別に分けても、1930年に10万人あたり4.9人だったのが1990年には75.6人に増えている。これは主に、数十年前に喫煙が非常に流行したせいだ。でも喫煙率は減少しつつあり（1965年にはおよそ42パーセントのアメリカ人が喫煙していたが、1997年にはたった25パーセント³⁹⁹）、肺ガンの率も1990年代には下がり始めた。それでもなお、男性の死亡数の25パーセントと女性の死亡数の14パーセントは喫煙のせいだと見込まれる⁴⁰⁰。

でも、ぼくたちは長生きするようになって、大部分の病気と、特に感染症のほとんどを制覇したけれど、まだ考える必要がある。ぼくたちは　全体としてみれば　病気がちなのか元気になったのかどっちだろう？　これは実は、一言で答えるのがむずかしい質問のようだ。

一般的に、健康の専門家は、死亡率の低下はほとんど定義からして深刻な病気が減ったということだと主張してきた。現在の病気のほとんどは、死ぬ危険があまりないということだからだ。ぼくたちが長生きするほど、病気の大部分は老年期に押し込まれてきたのだと主張する人も多い。「罹患の圧縮」として知られるようになった現象だ⁴⁰¹。

でも実際の病気の率を見てやってもいいんじゃないか　特にどれだけの頻度でぼくたちが病気で仕事を休んだり、活動を制限したりしているか⁴⁰²。研究者たちはイギリス人労働者による地域別集団を1779年から1929年まで追ひ、さらにイギリス、アメリカ、日本、ハンガリーで健康調査を行った。ほとんど首尾一貫して、長生きすればするほど、病気になる頻度は下がることがわかった　ほぼ予想通り　でもおどろいたことに、同時にそれぞれの病気の期間はかなり長くなっているのだ。これは病気にかかる頻度の低下のメリットを打ち消すだけでなく、平均すればぼくたちが病気になっている期間が増えたと

ということだ。したがって、この調査を通して得られた驚くべき結果は、「成功の失敗」を強調することとなった。ぼくたちが死との戦いを重ねて得たのは、前より多くの致命的でない病気ではなかったということだ⁴⁰³。

この驚くべき結果から直観的に主張できることは主に2つ。1つは、感染症との戦いに勝って以降、期待寿命の伸びの大部分は、非感染症の危険性を下げることで実現されたということ。しかしながら、これらの慢性的な病気が完治することはめったになく、疾病管理（たとえば長期間を養生に費やすこと）によって対処されていることが多い。よって平均すると病気である期間は前より長くなってしまふ⁴⁰⁴。2つ目は、昔はずっと早期に死んでいたはずの人々が、今ではよりよい治療のおかげで長生きしていること。でも、これらの「新たな生存者たち」は、平均してみれば新たな健康問題を生じる可能性が高いこともわかっている。だからかれらもまた病気の平均疾病率の向上に貢献しちゃうのだ⁴⁰⁵。

当然ながら、この統計は徹底的に異議をとらえられてきた⁴⁰⁶。一般的に、疑問とされるのは病気という概念が長期間にわたって一貫していたかということだ。死が何かはとてもはっきりしていて、死亡率の統計もほぼ客観的である一方で、病気というのは理想的な健康状態とくらべた場合にしか意味をなさない。そして、今のぼくたちは喉が痛いだけで仕事を休むのに十分な理由だと考えるだろうけれど、ぼくたちの先祖はそうは思わなかったかもしれない。

ぼくたちが病気に対してずっと敏感になったという証拠はたくさんある。医療専門家は先人が思いつきもしなかった多くの新たな（特に心理面）病気を特定してきた。同時にぼくたちが前より裕福になり、保障が整ったことで、病気を抱えることが金銭的に楽になった。病気にかかることの敷居は、まちがいなく下がった。

実際のところ、ここでの疑問はもっとシンプルだ。ぼくたちはローレンス・ストーンが言うところの「化膿性の潰瘍、湿疹、疥癬、膿の流れるただれ、その他のおぞましい皮膚病」をかかえた18世紀の人々とくらべて、自分たちのほうが病気がちだと信じるのは理にかなっているのだろうかということだ。長年にわたる疾病率から答えを割り出すのは現実的には不可能なので（病気の文化的定義はすっかり変わってしまったもの）、世界で期待寿命のまったくちがう各地の人々の疾病率を見るという方法で、この問題を別の側面から見るができる。これをやると、単に人々にあなたは病気ですかと聞いて回るだけで生じる問題について、手がかりを得ることができる。数ある慢性的な病気について、アメリカの若者でさえ、最も貧しいインドの農村地域の人々よりも高い割合で自分は病気だと主張しちゃうのだ⁴⁰⁷。

もっと体系的には、世界保健機関（WHO, World Health Organization）と世界銀行が、活動不可能性としての病気の分布を正確に算定しようと、世界各地で世界疾病負担

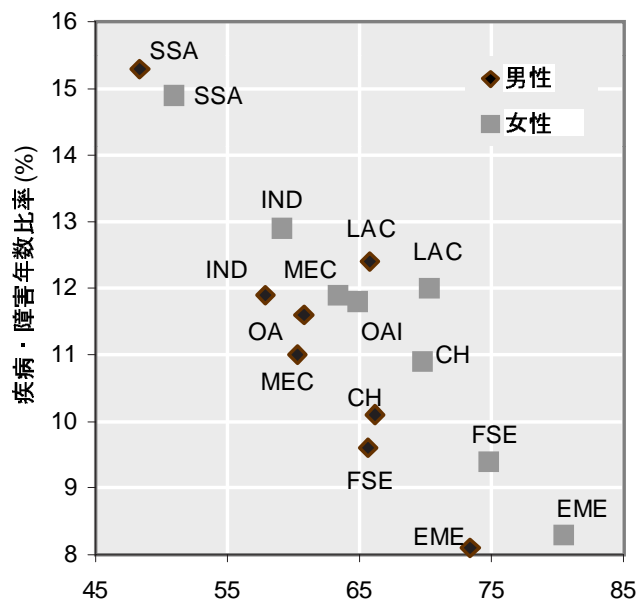


図 21: 期待余命と病気で過ごす期間の比率。EME=確立した市場経済、FSE=欧州旧社会主義経済、IND=インド、CHN=中国、OAI=その他アジアと島嶼、SSA=サブサハラアフリカ、LAC=ラテンアメリカとカリブ、MEC=中東三日月地帯。出所: Murray and Lopez 1997b.

(Global Burden of Disease) 調査を行っている⁴⁰⁸。結果の図 21はぼくたちが長生きすればするほど病気の割合は低下するという考えを圧倒的に支持するものだ。

50年という最短期待寿命をもつサブサハラの人々は、同時に人生の15パーセント以上を障害に耐えて過ごさなきゃいけない。ところが77年の期待寿命をほこる資本主義国では8パーセントだ。実年数においても、サブサハラのアフリカ人が短い人生の中で平均して7.5年を障害と戦いながら過ごすのに対して、ヨーロッパの人々ははるかに長い人生の中でたったの6.25年。

この統計は、今日地域比較で得られるトレンドは、おそらくぼくたちが歴史を通じて体験してきたトレンドと同じらしいことをはっきりと示している。先進国、発展途上国を問わず期待寿命は延びをみせ、また、ぼくたちはますます健康になったのだ⁴⁰⁹。

人々の健康のめやすとしては他に平均身長がある。身長は、健康状態や胎児から成年期までかけての適正な栄養状態と密接な関係がある。だから住民の背が高ければ、それは一般的な健康水準の高さを示すのだ。背の高い人々は死亡率が比較的低い(ただし身長192cmくらいまでの話だけど!⁴¹¹)。そして、ぼくたちは過去二百年の間にどんどん背が高くなってきているのだ(図22参照)。

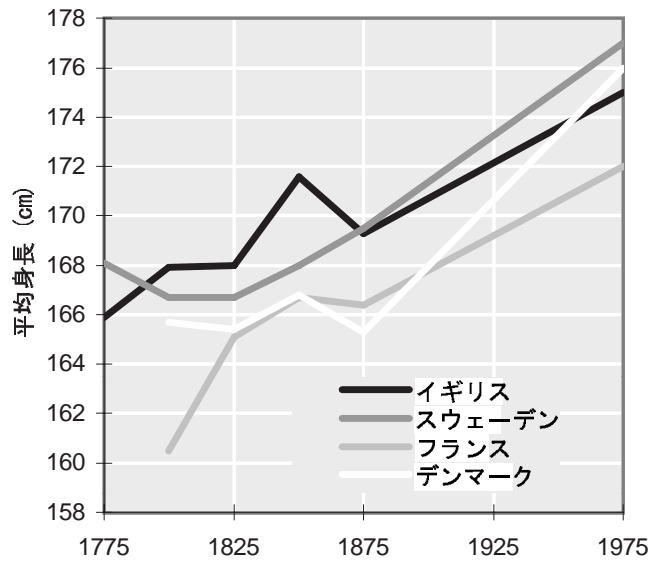


図 22: 成人男性の平均身長、1775–1975. 出所: Fogel 1989:50, Burnette and Mokyr 1995:144.

4.5 結論

結局のところ、人類の健康状態は過去二百年の間に大幅に改善された。ぼくたちはたった 100 年前にくらべて 2 倍も長生きできるようになった。先進国、発展途上国ともに改善がみられ、乳児死亡率は双方において 50 パーセント以上も低下した。そして最後に、ぼくたちは昔よりずっと病気がちになるどころか、病気もずっと減っている。

だからといって未解決の問題を忘れていいわけじゃない。南アフリカの AIDS 拡散の問題もそうだし、発展途上国にはまだまだ改善の余地がある。でも大筋では、この惑星の生と死をめぐる状況は、はるかによくなったのだ。

第5章

食料と飢え

「人類を養うための戦いは終わった。1970年代のうちにこの世界は悲劇的な割合で飢餓を体験することになるだろう 何億もの人々が飢え死にすることになる⁴¹²」。これは飢えについてもっとも影響力のある本の1つ、1968年に出版されたポール・エーリック『人口爆弾』の序文だ。この本はこれまでに300万部以上が売れている。

エーリックはかれの言うところの「職業的な楽家たち」をこき下ろしている：「たとえば彼らは、インドでは今後8年間の農業生産高の向上により、現在の人口ですらろくに喰わせられていないのに、さらに1億2千万増える人々を養えるようになるなどと言う。こんなおとぎ話が本当かどうかを理解するには、以下のような点を考えてみるだけでいい……⁴¹³」そしてエーリックはなぜこれが実現不可能なのか、理由をずらりと列挙している。そして確かに、1億2千万という数は正しくはなかった。8年後にインドは、1億44百万人以上を養うだけの食料を産出するようになっていた。そして人口も「たった」1億4百万しか増えなかったのが、食料の割り当ては増えた⁴¹⁴。

似たような論調のレスター・ブラウン（後にワールドウォッチ研究所の所長になった）は1965年の著書でこう述べている。「開発途上の国々で起こっている食糧問題は、人類がこれからの数十年で直面する解決困難な問題の1つだろう⁴¹⁵」。

2人ともまちがっていた。人口は1961年の2倍になったけれど⁴¹⁶、先進国、発展途上国のどちらでも、1人あたりの食料はもっと増えた。飢えに苦しむ人々の数は減った。食料は今日ではずっと安くなり、食糧問題に関する限り、この世界はずっと多くの人々にとって改善されたのだ。

5.1 マルサスと永遠に続く飢餓

それでも地球上の人口が増えれば、1人あたりの食料が減るというのは、あまりに明白に思えてしまう。このシンプルな理論は、イギリスの経済学者であり人口統計学者でもあ

るトーマス・マルサス牧師によって1798年に唱えられた。この議論は1970年代にベストセラー『成長の限界』⁴¹⁷によってすごく有名になった。

マルサスの理論では、人口は毎年ある一定の割合で増える すなわち幾何級数的に増え続ける。地球の人口は現在のところおよそ40年で2倍になる見込みだ。つまり80年で4倍、120年たてば8倍……。一方、食料生産の伸びは、もっとゆっくりだ 線形でしか増加しない。40年間に倍増しても、80年間で現在の3倍にしかならないし、120年でもたったの4倍だ。人口が加速度的に成長する一方で、食糧供給の増加は一定だ。だから長期的には食料生産は人口との競争に負けてしまう。多くの人々が飢えて死ぬことになる。

マルサスの理論はとてもシンプルで魅力的だったので、多くの一流の科学者がひきつけられてしまった。でも証拠を見ると、この理論はどうも裏付けがない。序章で見たように、人口が幾何級数的に増えることはめったにない(図11参照)。同様に、食料の量が線形で増えることもほとんどない。事実、世界の農業生産は1961年からみれば2倍以上になっているし、発展途上国においては3倍以上だ。1人1人に割り当てられる食料の量は着実に増えていることになる。国連によれば、1961年にくらべ1人あたりの食糧は23パーセント増産されていて、発展途上国での農作物生産の伸び率は1人あたり52パーセントにもなっている⁴¹⁸。同じく、1人あたりの食肉生産は1950年に17.2kgだったのが2000年に38.4kgになり122パーセントの伸びを見せた⁴¹⁹。需要が大幅に増加したのに、食料の価格は1957年から2001年初頭までに3分の2以下になったのだ⁴²⁰。

5.2 かつてないほど食料は増えている

要するに、人口は1961年の倍になったのに、1人あたりの食料は今までよりずっと増えている。図23からわかるように、カロリー摂取量は世界規模でみると24パーセント増加した。発展途上国では38パーセント増の大躍進をとげた。

そうはいつでもこのカロリーの数字は平均だ。この数字の裏を見たら、一部の人は前よりいい生活を送っているのに、一方でギリギリ食いつないでいる人や飢えている人が増えている、という可能性もなきにしもあらず。が、他の場合と同じく、ここでも事態はよくなっているのだ。

国連の定義によると、人間は軽い身体活動をこなすのに十分な食料が得られない場合、飢えていることになる⁴²¹。図24は発展途上国で飢えている人々の割合を示している。世界的に見て、飢えている人々の割合は35パーセントから18パーセントに減少していて、2010年にはさらに12パーセントに下がる見込みだ(第III部9章も参照)⁴²²。1949年には発展途上国の45パーセントが飢えていたという推計と比べてみてほしい⁴²³。

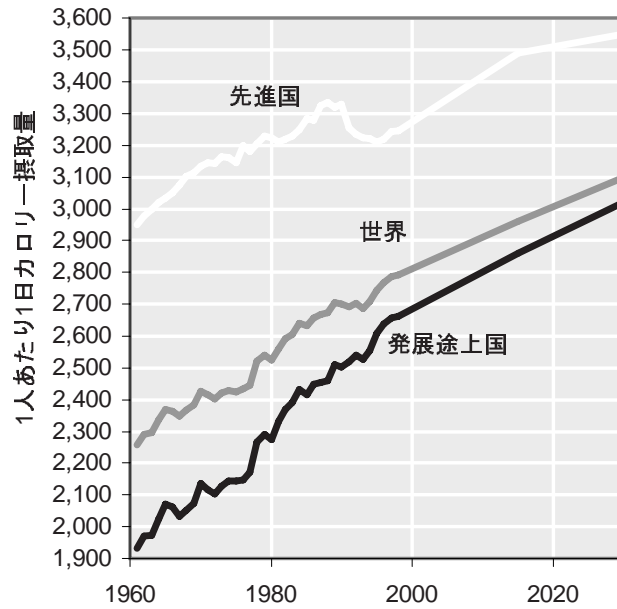


図 23: 先進工業国、発展途上国と世界での一人当たり一日カロリー摂取量 1961-98。2030 年までの予測値は図 58(p. 155) 参照。出所: FAO 2001a.

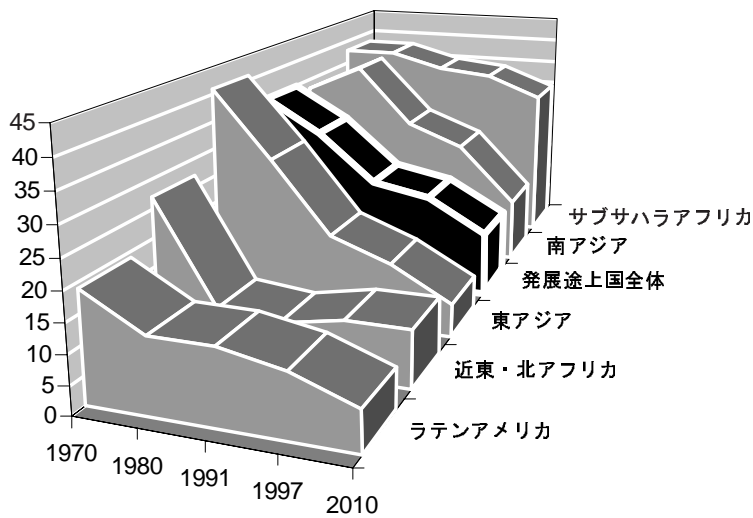


図 24: 飢餓者の割合、発展途上国の地域別、1970、1980、1991、1997、2010 推計値。期間が多少不均一である点に注意。出所: WFS 1996:1:Table 3, FAO 2000c:27.

発展途上国で栄養不足と見なされる子供の割合は、過去 15 年の間に 40 パーセントから 30 パーセントに下がった。2020 年にはさらに 24 パーセントに下がる見込みだ⁴²⁴。1970 年から、飢えている人々の割合は世界各地で減少していて、ほとんどの地域でもっと減るはずだ⁴²⁵。

世界で飢えている人々の割合が減少したのと同時期に、発展途上国の人口が倍増しているというのは驚異的だ。もっと驚いたことには、第三世界において飢えている人々の絶対数も減少している。1971 年には 9.2 億の人々が飢えていたのが、1997 年には 7.92 億人以下に減った（図 7 参照）。2010 年にはこれが 6.8 億人に下がる見込みだ⁴²⁶。これらの数値はもちろんまだ恐ろしく高いものだけれど、今日では飢えない人が 20 億人以上も増えたということを強調しておくことは大事だ⁴²⁷。

でもこの絶対数の改善は、もっぱらアジアを中心にしたもので、大部分は中国のめざましい食料生産能力の結果だ。

5.3 かつてないほど値段は下がっている

地球の人口がますます増え、その人々がますます多くの食料を求めると、食料の価格は大幅に低下した。2000 年には、食料の価格は 1957 年の 3 分の 1 以下になった。この食料価格の低下は発展途上国の人々、特に多くの貧困にあえぐ都市の住民にとって重要だった⁴²⁸。

食料価格の低下は、正真正銘の長期的な傾向だ。小麦の価格は 1800 年から下向き傾向にあり、今日では過去 500 年間にずっとついていた値段の 10 分の 1 以下だ（図 25）。価格の低下は特に戦後に顕著で、ほとんど全ての主な食料が値下がりした（図 26）。価格低下がたった 1 度中断したのは 1970 年代にオイルショックによって短期間の価格高騰が起こったときだ。石油価格が上昇したため、化学肥料の価格も上昇し、主要産油国であるソビエト連邦が、国内の食肉生産用に穀物を買えるようになった⁴²⁹。

価格は商品の希少性を反映するものだけれど、人口は 3 倍以上になり需要はそれ以上に増加したにもかかわらず、食料品の希少性は実際のところ 20 世紀を通じて下がったことになる⁴³⁰。

5.4 緑の革命

一体全体何のおかげでこんなによい展開が生じたんだろうと不思議に思うのが人情だろう。答えは各種の技術にある。それらはまとめて緑の革命として知られている⁴³¹。

緑の革命は主に以下によって構成されている。

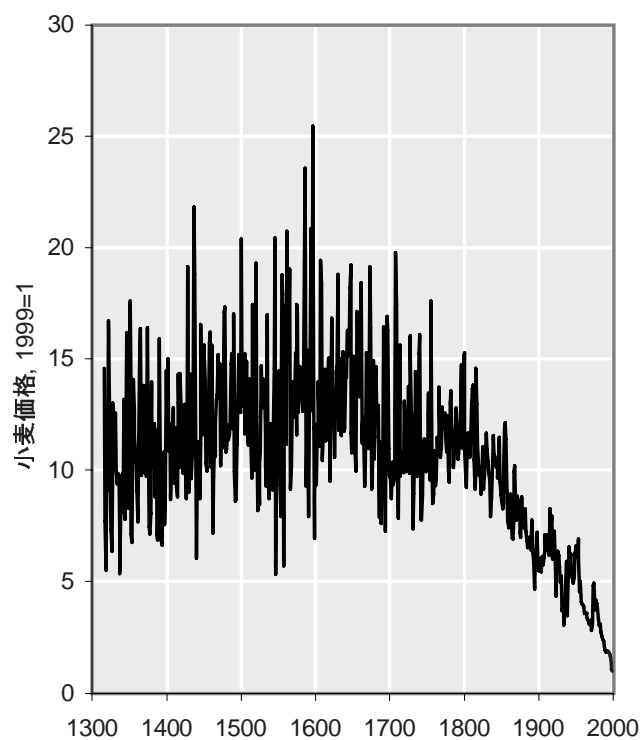


図 25: 小麦価格指標、イギリス 1316–2000 (エクセター 1316–1820, イングランドとウェールズ 1771–1980, イギリス 1966–99). 出所: Mitchell 1988:752–8, MAFF 2000:5:4, 2001:30, FAO 2000a, UK CPI 2000, 2001.

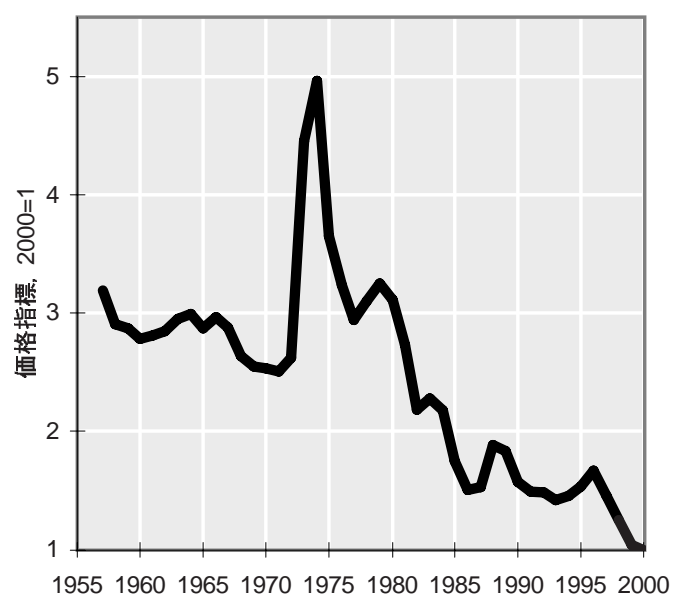


図 26: 食糧に関する世界銀行価格指数 1957–2000, 2000 = 1. 出所: IMF 2001a.

- 高収量の作物
- 灌漑とコントロールされた水供給
- 肥料と農薬
- 農民の管理技術

緑の革命の秘密は、あらゆる1ヘクタールの土壌からもっと多くの食料を得ることにあった。そのビジョンはノーマン・ボーローグによるものだ。(後に高収量品種の作物についての研究でノーベル平和賞を受賞)。メキシコにあるかれの研究所では、特に主要穀物：米、トウモロコシ、小麦に焦点が絞られた。これらの新しい品種の特徴は、発芽時期が早く、速く成長し、病気や干ばつに強いことだ。多くはそれ以前の品種に比べて短い茎をもつため、植物の栄養の大部分が穀物に回る。

発芽時期が早く、速く成長するということは、世界の多くの地域で二期作や三期えりとり作ができるということだ。米、米はこれまでのように実るまでに150日もかからなくなり、多くの品種はいまや90日で実る⁴³²。同時に、天候があまりよくない多くの地域でも収穫できるようになった。たとえば新種のトウモロコシは、以前よりも800km南北に広い地帯で栽培できる。これはカナダ、ロシア、中国、アルゼンチンといった国々にとっては朗報だった⁴³³。小麦がうどん粉病、さび病といったほとんどの病気に耐性をもつようになったことは、農民が農薬を買えないことの多い発展途上国にとって大きな意味を持つ⁴³⁴。新種の小麦は、現在では発展途上国での生産のほぼ90パーセントを占めている⁴³⁵。

1960年以降、新種の作物のおかげで、最大収穫高は30パーセント以上増加した。総生産の増分の20–50パーセントはこの新種によるものだ⁴³⁶。発展途上国の農民にとって、これは増収を意味する。新しい品種は農民に毎年およそ40億ドルの増収をもたらしている計算になる⁴³⁷。

実は改良されたのは穀物だけじゃない。ニワトリとブタからは60年前とくらべて2倍の食肉がとれるようになった。乳牛からは倍の牛乳がとれるようになった。遺伝子改良と現代の養魚技術のおかげで、ノルウェーのサーモンの生産高は1970年代の初頭から倍増している⁴³⁸。

灌漑と水のコントロール(たとえばダム建設)は以前より普及した。灌漑された土地の割合は1961年には10.5パーセントだったが、1997年には18パーセント以上へとほぼ倍増⁴⁴²。灌漑は土壌をとて肥沃にする。おかげでエジプトは、発展途上国における小麦の平均収穫高の約2倍を収穫できている⁴⁴³。灌漑のおかげで、二期作や三期作も可能になる。だから灌漑地が地球の食料に占める貢献度は40パーセントにもものぼるのだ。灌漑地は農地全体の18パーセントにすぎないのに⁴⁴⁴。灌漑地は面積的には増え続けているが、そのせいで増加の伸びは、ちょっと下がり気味だ。これは初めの頃には各地で

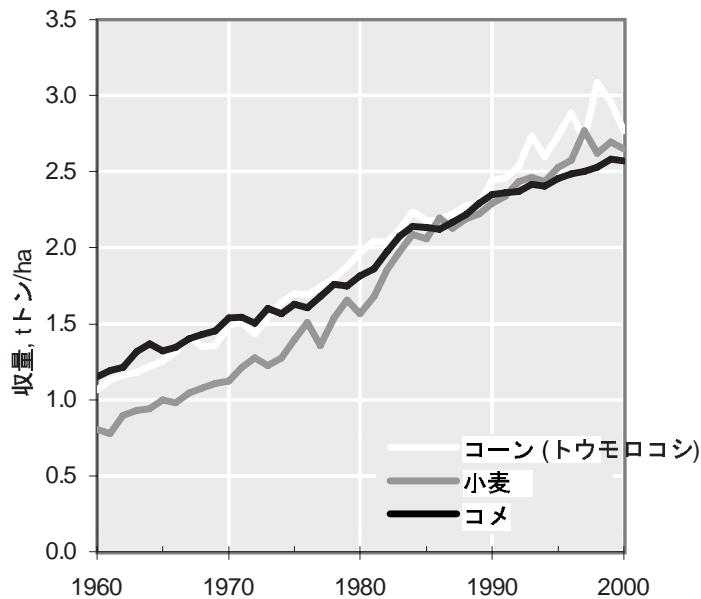


図 27: 途上国における米、トウモロコシ、小麦のヘクタールあたり収量トン数、1960-2000. 出所: USDA 1998, 2000a, 2001a, FAO 2000a.

の水が少なかった（13章参照）ためであり、また、食料需要の全般的な低下のためでもある。

最後に、肥料と農薬の使用の増加が植物の成長を加速し、病気や害虫で失われる作物を前より減らしてくれた。1960年にはアジアにおける米の収穫量のほぼ3分の1が害虫に食べられていたのだ！⁴⁴⁵ 肥料の使用は1950年に比べておよそ9倍に増え（図3、図106参照）、ソ連の農業改革とその後の崩壊により世界消費量はわずかに減ったけれど、中国、インドといった重要な国々での肥料消費は増えている⁴⁴⁶。

緑の革命は人類史上で画期的な出来事だった。その後の食料生産のすばらしい増加のおかげで、はるかに多くの人々を養えるようになった。全体として、緑の革命は伝統的な作物すべてについて、ヘクタールあたりの収量をすさまじく増加させたのだ。図27を見れば、発展途上国がもっとも重要な3つの作物：米、小麦、トウモロコシの生産性をどれだけ伸ばしたかわかる。米の生産は122パーセント増え、トウモロコシは159パーセント、小麦はなんと229パーセント増加した。そしてこれでも、まだまだ先進国と並ぶにはほど遠い状態だ⁴⁴⁷。

農薬の使用や集約農業手法は環境によくないという話を時々きく。でも他にどんな選択肢があるだろう？ 地球には60億の人間がいるのに。もし集約農業をやめてしまい、農薬を使わなくなったら、農民はずっと広い土地を使って同じ量の作物を育てるか、はるか

に少ない食料しか作れなくなるかだ⁴⁴⁸。つまりは周囲の自然地帯をもっと農地化するか⁴⁴⁹、でなければ飢えた人をもっと増やすしかないわけだ。とはいえ、この肥料と農薬のリスクについての議論はあきらかに重要なので、19章と22章でもっと詳しく見ていこう。

最後に、新しい「デザイナー」品種の作物は病気への耐性にすぐれており、農薬の消費量を減らす一方で、養分の取り込みを改良したことで肥料の過剰使用も減らすようになっている⁴⁵⁰。

相対的な改善？ 絶対的な改善？

飢えやきれいな飲料水の不足といった問題を見るにあたってよく出てくる問題は、絶対数を使うか相対的な数値を使うか、というものだ。

当然ながら、飢えに苦しむ人の数が絶対数と比率の両方で低下すればもちろん結構なことだ。同じように、もし人数とパーセンテージの両方が増加していれば悪いことにちがいない。でも、一方が増えていてもう一方が減っていたら？

この問題を道徳的に解釈する方法として、ぼくは架空の、道徳的な選択肢を考えてみる⁴³⁹。要するに、どっちの世界に住みたいか選ぶ立場におかれた一個人の立場にたって問題を考えるのだ。ポイントは、その個人は各社会での自分の立場を知らないということにある（「無知のヴェール」で覆われたような状態）。これで道徳的評価の普遍性が確保される⁴⁴⁰。

議論しやすいように、世の中には2種類の人しかいないとしよう 飢えて死ぬ人と、生き延びる人だ⁴⁴¹。そして世界Aと世界Bを以下のように表す：

- A 1,000,000人の人口のうち500,000人が飢え死にする世界
- B 2,000,000人の人口のうち750,000人が飢え死にする世界

Bの世界では、餓死者の絶対数は増えているが比率は下がっている。ぼくならこの状況では明らかにBの方がAよりいいと思う（もちろん死者の出ない世界が一番いいけれど）。ぼくが（飢えで）死ぬリスクは、世界Bで37.5パーセント。世界Aでは50パーセントだ。ということはつまり、絶対数と相対的な数値が反対のことをさしている場合、相対的な数値の方が重要だということだ。

もちろんこの選択を道徳的な立場から批判し、死者の絶対数が低い社会が一番だという説を唱えることもできる（つまりAの方がBよりよい、という主張だ）。でもそういう観点は、別の仮想社会を考えると難問に直面することになる：

- C 500,000人の人口のうち499,999人が飢え死にする世界

この状況でも、絶対数を重視する見方では世界Aより世界Cを選ぶ事になってしまい、かなりの弱点がある。これを正しい選択だと思う人はごくわずかだろう。

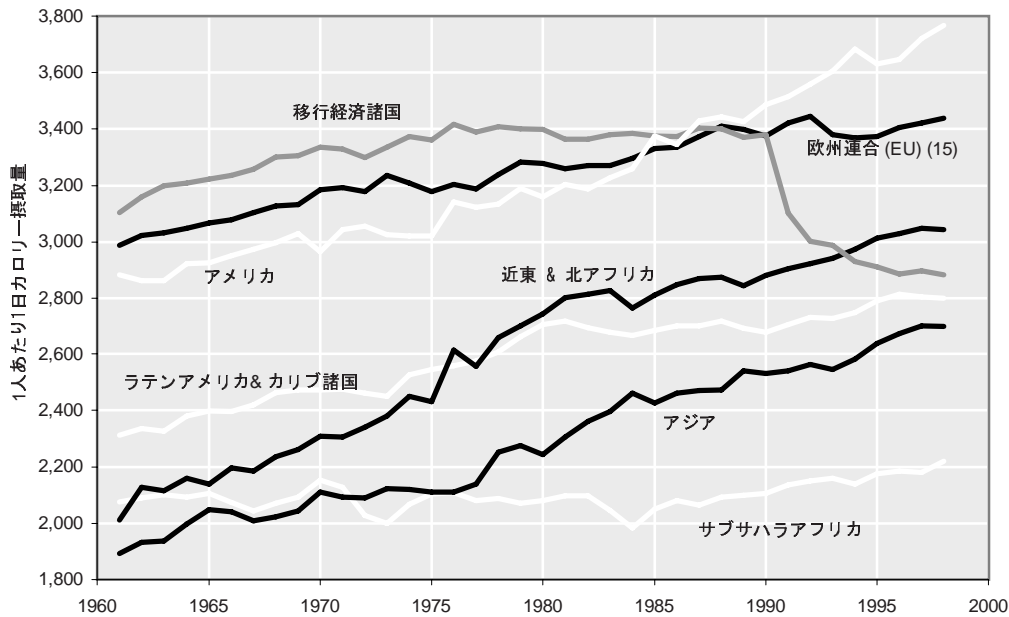


図 28: 各地域の一人あたりカロリー摂取量、1961–98. 出所: FAO 2001a.

だから絶対数と相対比率が反対のことをさせている場合、たぶん相対比率の方が、人類の境遇が改善したか悪化したかを評価するにあたり、道徳的に意味がある方法なのだ。

5.5 地域分布：アフリカ

1人あたりの食糧供給の改善は、世界各地で平等に生じたわけじゃない。図 28からわかるように、ラテンアメリカでは着実な増加が見られ、アジアと中東ではそれぞれ 42 パーセント、51 パーセントのすばらしい増加が見られた。

残念なことに、サブサハラのアフリカはこの向上の分け前にあずかっていない。最近はいくらか進歩は見られているけれど、根本的な発展はまだなのだ。アフリカはどこがダメなんだろう？ ぼくたちには何ができるだろう？⁴⁵¹

1960 年代初頭、サブサハラのほとんどの国々は、発展水準はアジアと同じか、それより高いくらいだった。ところがこの 30 年間に、サブサハラのアフリカが足踏みしている一方で、アジアはおどろくほど生産高を伸ばした。今日では、アジアでは 1 ヘクタールあたり平均 129kg の肥料が使われているが、一方サブサハラのアフリカで 1 ヘクタールの土にまかれる肥料はたった 11kg だ。実際のところ化学肥料の不足のため、アフリカでは現在の農業生産でヘクタールあたり毎年 30kg 以上の栄養分が失われつつある⁴⁵²。アジアの耕作地の 37 パーセントが灌漑されているのに、サブサハラのアフリカではそれがたっ

たの5パーセントだ⁴⁵³。

こうした理由のために、今日のサブサハラのアフリカにくらべて、アジアの食料状況はずっと良い。でも同時に、肥料の使用を増やし、灌漑をすれば、サブサハラのアフリカは食料生産量を大きく増やせる見込みが高いことも重要だ。数々の農業計画が国連食糧農業機関（FAO）によって施行され、サブサハラのアフリカの農業生産高を大幅に伸ばすことは現実に可能だということが示された。30年におよぶ内戦の後、食糧難が広まったエリトリアでの農業計画は、品種改良された穀物と、肥料の適切な使用および灌漑の改善のおかげで成功をおさめ、生産高は2倍に伸びた⁴⁵⁴。これでこの地方の農民は自給自足できるようになった。

同様に、ブルキナファソのような国も足踏み状態を脱出し、たった10年のうちに住民1人あたりのカロリーを25パーセント増やすことに成功した。この国はかなり厳しい状況におかれていたのにこれが成功したのは、農業投資を引き上げ、自作農の増産意欲をそいでいた価格制限を取り払うような改革を行ったからだ⁴⁵⁵。

アフリカの自作農民は、はるかに多くの食料を作り出す大きな潜在能力を持っている。FAOによると、「生産傾向を逆転させて、この地域で増えつつある人口の食料安全保障を確保することは十分に可能である⁴⁵⁶」。では、なぜそれがまだ起こっていないのだろう？

国連の驚くほど率直な発表によると、「欠けているのは資金でも経済的解決策でもない貧困に正面から取り組む政治的な姿勢である⁴⁵⁷」。国連によれば、食糧事情の改善に何より重要なのは、貧しい人々の経済的、社会的、政治的権利を保障し、守る政治的義務だ。土地の確保と、財産所有権、金融市場へのアクセス、有効な厚生当局、より良い教育が、飢餓と貧困との戦いに一番大事な材料だ。

でも、1950年代後期の植民地解放以降、サブサハラのアフリカは政情不安、経済不安にさいなまれ、内戦や民族紛争のない時期のほうが珍しかった⁴⁵⁸。これに加え、この地方は政治腐敗、不十分なインフラ、乏しい教育、政治的に決められた農作物価格に悩まされていて、このすべてが農業発展の足枷となった。この結果が現在サブサハラに陥っている食糧難だ。だからぼくたちが積極的にサブサハラのアフリカの経済改革、政治改革を保障する政策を支援して、この地方が自給自足できるようにすることが必要なのだ。現在ではサブサハラのアフリカはようやく長期間にわたる足踏み状態を抜け出しつつあるようにみえる。サブサハラのアフリカの経済は、人口増加率に満たない成長を15年にわたって続けた後、1998年には、人口増加を上回る成長に入って4年目を迎えた。アジア危機で停滞はしたけれど、2000年に成長がもっと加速したことで、この成長が賢明な経済的、政治的イニシアティブの結果だったことはいまや明らかだ⁴⁵⁹。

5.6 地域分布：中国

栄養面で見ると、世界でもっとも人口の多い国である中国の発展はすばらしいものだった⁴⁶⁰。中国は現在のところ、世界の農地の15分の1で世界人口の5分の1以上を養っている。1949年に共産党が政権を握ってから、中国は安い労働力、農民に対する価格最高限度の設定、食料配給に基づく大規模な工業化計画を開始した。この政策は農業に問題を引き起こし、1959年から1962年にかけて中国は大規模な飢饉を経験し、およそ3,000万人が死亡した（図13参照）。

これをきっかけに、中国は猛然と緑の革命に打ちこんだ。高収量作物、灌漑、肥料が導入された。でもこの努力にもかかわらず、中国人が実感できるような豊さの改善はまったくなかった。問題は、人民公社による集団農業が人々に労働意欲を与えず、農家の生産性が低いままだったことだ。

1970年代後半に中国指導部によって開始された「改革・開放路線」によって重大な変化が起きた。これが価格の上昇と、柔軟性の向上を可能にした。同じくらい重大だったのが、私有財産の所有と商品販売が認められたことだった。これで中国の潜在生産力は解放され、劇的な生産拡大が起きた⁴⁶¹。人口は1979–1984年に年間1.3パーセント増加したのに対し、農業生産高は年11.8パーセントも増えた。FAOの見積もりでは、少なくともこの成長の半分は個人所有の土地によるものだ。1978年以降、農作物の価値は2倍になり、8億人以上の中国の農民に大きな利益をもたらした：農村の収入は年間優に15パーセントも増え、貧しい人々の割合は33パーセントから12パーセントに下がった。同時に、農業に従事する人々の数は5人あたり約4人だったのが、2人に1人にまで減った⁴⁶²。結果として中国の人々は、今日でははるかに多くの食料を得ることになった。飢えに直面する人々の割合は4分の1に低下し、今日では中国の子供たちの身長は高くなり、体重も増えた。これは栄養水準が向上したことをはっきりと示している⁴⁶³。おそらく何よりめざましいのは、1960年代初頭には1人あたりの摂取カロリー量が飢餓水準の1,500キロカロリーだった中国が、1998年には約2倍の2,973キロカロリーを達成したということだ⁴⁶⁴。

5.7 結論

「人類を養うための戦いは終わった」。発展途上国での食料問題は「解決困難な問題」の象徴だった。ぼくたちは悲劇的な結末を迎えると長年にわたって聞かされてきた。世界に十分な食料がない、と。でも終末の日のビジョンは、現実とは何の関係もなかった。実際

のところあらゆる点で、人類の栄養状態は今や改善された。緑の革命は勝利をおさめた。発展途上国での生産量は3倍になったし、1人あたりのカロリー摂取量は38パーセント増加した。飢えている人々の割合は35パーセントから18パーセントに減り、今日では20億以上の人々が飢えずに済むようになった。

とはいえ、今後やるべきことはまだまだたくさんある。アフリカは立ち直ってもっと多くの食料を生産しなきゃダメだ。でもここで見てきたように、これは農業的には可能だ；問題は主に、抑圧的な政治的状況や経済状態次第なのだ。ぼくたちは国際協力を通じてこれらの状況が確実に改善されるよう見届ける責任がある。これが実現した好例が中国だ。貧しい後進国だった1950年代から、中国は近代的な生産方式と民営化への投資ですばらしい発展を遂げた。飢餓状態から、世界人口の5分の1を十分に養える栄養状態になったのだ。

そうは言っても、2050年までには世界人口は33億増加する予定だ。全員に食料を確保することが可能だろうか？ エーリック・モブライウンも、食料生産は破綻すると言いつけている。ぼくたちは今度こそ、大惨事の始まりを目にしようとしている。レスター・ブラウンは、今日の食料生産は「その勢いを急激に失いつつある⁴⁶⁵」と述べている。第III部では、かれらが相変わらずまちがっていることを見てやろう。

インフレ調整済み GDP は豊さの指標として適当か？

国の富について概観しようとする、いろいろ問題が出てくる。ものさしとして最も頻繁に使われるのが GNP（国民総生産）もしくは GDP（国内総生産）だ。これらの統計はほとんどの国々で長期間について簡単に入手できるからだ⁴⁶⁶。物知り顔の経済学者たちは、ちょっとちがう数字を使うべきだ⁴⁶⁷ と言うかもしれないけれど、実際には大したちがいはない。

5.7.1 副業と女性の仕事が含まれない

それでも、GDP を富の指標に使うにはいくらかの基本的な問題がある。1つ目は、GDP は正式な市場の外で生じる生産を含まないということだ。もしもぼくたちが自分たちでガレージを建てたり雨樋を直したりしても、これは国民会計には計上されない。市場外の仕事のほとんどは女性の手による。特に第三世界では、女性は料理や育児をしていて、その労働はどこにも計上されない。国連は世界の生産のほぼ3分の1が非公式で、その3分の2以上が女性によると見込んでいる⁴⁶⁸。同様に、GDP は地下経済を考慮に入れていない。人々が副業に従事しても国民会計には計上されない。地下経済は、文字通り地下だから正確には計れないけれど、推定ではアメリカで9パーセント、イギリスで13パーセント、経済協力開発機構（OECD）全体で17パーセントを占められているとされる。

発展途上国における割合はもっと大きい。ナイジェリアの地下経済は、公的な GDP のおよそ 4 分の 3 の規模だ⁴⁶⁹。また、GDP は計算できる全てのコストを含んでいる。つまりぼくたちを決して裕福にはしないコストも含まれているということだ：事故や病気の被害者の治療、離れつつある家と職場間の通勤コスト、環境問題への取り組み⁴⁷⁰。GDP は寒い国では自動的にはねあがる。暖かい気候の人々に比べて暖房にコストがかかるからだ⁴⁷¹。

これらの問題は、確かに GDP を実際の富のものさしとして使うことを難しくしてしまう。それでも、GDP は富の指標として適当だと主張できる。あるデンマークの調査で、もっと正確な指標を使おうという試みがなされたけれど、結果は国民統計とほとんど違わなかった⁴⁷²。それに GDP は、一般には値そのものをどうこうするのではなく、他の GDP（以前の、あるいは他の国の）と比較するために使われる⁴⁷³。実際、前述のデンマークの研究で過去 20 年の発展を比較してみたけれど、もっと正確な指標で得られた結果は、従来の消費統計による結果とほとんど違わなかった⁴⁷⁴。

5.7.2 長期間にわたる場合の問題

それでも、GDP を富の指標として長期間にわたって使うことには問題がある。発展にともない、非公式経済と不正経済の双方の規模がだんだんと小さくなるからだ。女性が労働市場に参加するにしたがい、女性の仕事がだんだんと公的な経済の一部となり、したがって GDP の一部として計上される。ぼくたちの子供がいまや、給料をもらっている保育士に世話をされ、家はサービス会社に掃除してもらっている今日の状況は、統計上では、実際よりも裕福になったかのような結果となる。

だから GDP の計算は、発展を過大評価する傾向があることに留意すること。でも発展を過小評価するという正反対の傾向もあり、近年ではそれが議論的となっている。異なる時期に稼いだ金額を比べる場合、数字はインフレを考慮に入れて補正しなきゃいけない。これは消費者物価指数（CPI）というものを使うことが多い。この数字は、たとえば昔の 1 ドルは今日ではいくらに値するかといったことを示す。1913 年には 1 ドルで今日の 17 ドル分の物を買うことができた⁴⁷⁵。もし 1913 年に平均的なアメリカ人が 511 ドルを稼いだなら、これが 2000 年には 8,687 ドルに相当するということが CPI は教えてくれる⁴⁷⁶。でも問題は、この物価指数を正確に計算するのはとても難しいということだ。商品は単純にインフレのせいで高くなったり、産業化と大量生産のせいで安くなったりはしないからだ。同じ商品の質が向上することもあって、急速に変化する経済においては価値を補正するのがすごく難しい⁴⁷⁷。ビデオデッキ、電子レンジ、パソコンはもっと安く、質が良くなり、ずっとすぐれた機能を備えるようになった。でもそれが指数に初めて組み入れられたのは、市場に出回るようになって 10 年以上も経ってからで、価格が 80 パーセント以上下がったときだった⁴⁷⁸。結果的に、CPI はビデオデッキの向上を過小評価し、インフレを過大評価する傾向をもつことになる⁴⁷⁹。

でも、実際にビデオデッキみたいな各種商品がどれだけよくなったかを計るのはほとんど不可能だと証明されている。イェール大学の経済学教授ウィリアム・ノードハウスは、有史以前の炎からバビロニアランプ、ガス灯、電球、新しい蛍光灯にいたるまでの照明の実際コストの低下を CPI 予測と比較しつつ試算した。CPI 指数は過去 200 年間の品質向上の大部分を見逃してしまったらしく、今日の照明の CPI 修正価格は実際より 1,000 倍以上も高かった⁴⁸⁰。ノードハウスは、この結果は照明に限られたことではなく、全収入の 30–70 パーセントを占める他の多数の画期的な商品やサービスについても当てはまると論じている。したがって、過去 200 年間のアメリカ人の収入について行われた従来の CPI 分析は、実際収入の向上を過小評価し、300–1,500 パーセント見誤っている可能性がある⁴⁸¹。アメリカボスキン委員会 (American Boskin Commission) は、CPI はインフレを 1 年当たり 1 パーセントあまり、過去 25 年間ではおよそ 30 パーセント過大評価していると見積もっている⁴⁸²。

このように、非公式経済、あるいは不正経済を広く包括するため、GDP は時を経るにつれて、富を全般的に過大評価してしまう傾向にあるということをさっき見てきた。ところがこんどは、GDP で計った経済成長は、インフレ調整によってすさまじく過小評価されてしまうこともわかった。だから GDP 指標は、たぶんそこそこ適切な富の指標となっていて、長期的には富を過大評価するよりも過小評価しがちなのだ、と結論づけていいだろう。

第6章

繁栄

ここ数百年間で、ぼくたちは過去のどの時代よりも豊かになった。これはいろいろな方法で示せるけれど（そのいくつかを後で見よう）、一番わかりやすい方法は、1人あたりの生産を見ることだ。これが平均的な一個人がどのくらい買い物できるかの物差しになる⁴⁸³。図29は過去2000年にわたる世界的なGDPの成長を見積もったものだ。歴史のほとんどをずっと400ドルで過ごした後、1800年に700ドルを超え、その200年後には平均して8倍も豊かになっている⁴⁸⁴。

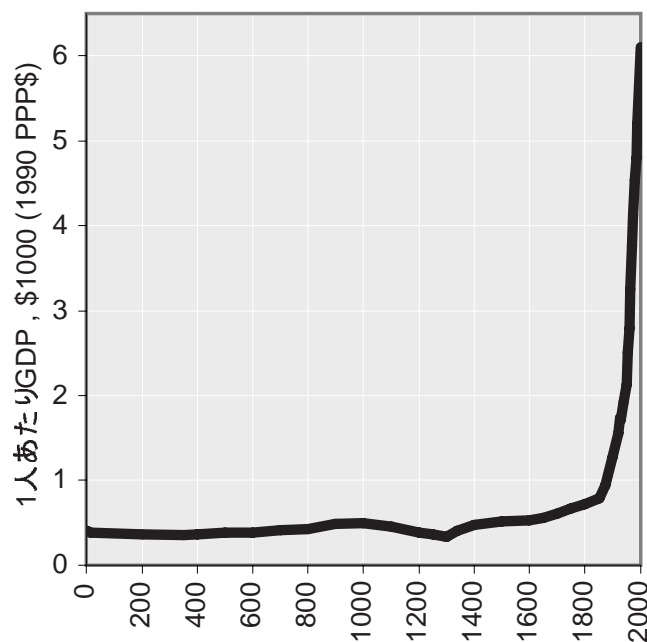


図29: 推計一人あたりGDP 0–2000CE。この推計はさらに遡って1,000,000 BCEまで計算されている（がほとんど変わらない）。ちょっと下がっているのは1930年代の大恐慌。出所: DeLong 2000a.

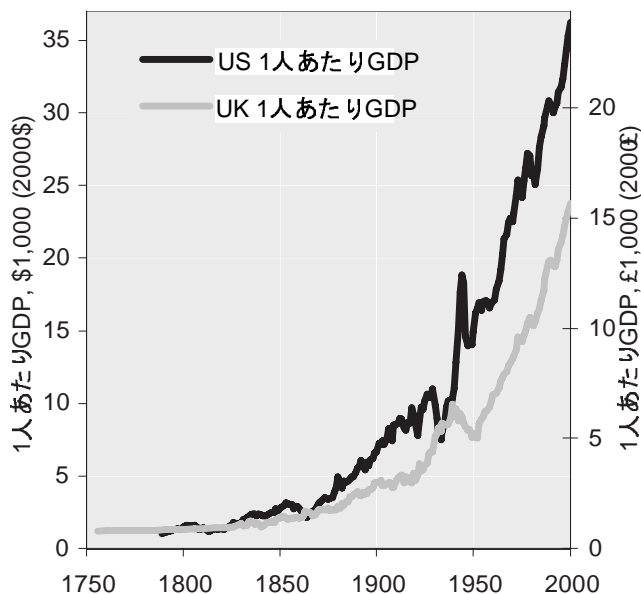


図 30: イギリス (1756–2000) とアメリカ (1789–2000) の一人あたり GDP, 2000 年\$及び 2000 年ポンド換算、2000 年為替レートで表示 (GBP/USD=1.52, HM Treasury 2001:16). 出所: UK: 1756–1846: Floud and Harris 1996:55, 1830–1975: Flora et al. 1983:366–9, 1960–97 World Bank 1999a, 1975–99: HM Treasury 2000:4, 2001:4, ONS 2001d, UK CPI 2001. US: 1789–1988: Mitchell 1993: 748, 749, 753, 761, BEA 2000, 2001a, CPI 2001.

図 30を見れば、アメリカ人 1 人あたりの生産が 1789 年以降 36 倍に増えたことがわかる⁴⁸⁵。同様にイギリスは 1756 年から 20 倍の増加を遂げた。2000 年に、平均的なアメリカ人 1 人がアメリカ経済にもたらした財とサービスは 36,200 ドルにのぼる。18 世紀の終わりの平均的なアメリカ人 1 人あたりの生産は、現在のドルに換算すると、たったの 996 ドルだ⁴⁸⁶。平均的なイギリス人の生産は 2000 年に 15,700 ポンドだけれど、1756 年の時点では現在のポンドに換算すると、たった 792 ポンドだった。

この推移はアメリカやイギリスに限ったものじゃない。図 31を見れば、程度は地域によってまちまちではあっても、世界各地で 1 人あたりの GDP がかなり成長したことがわかる：西ヨーロッパは 13 倍の向上を見せており、ヨーロッパ周辺が 9 倍、ラテンアメリカが 7 倍、アジアが 8 倍、アフリカが 4 倍だ。

発展は最初に欧米諸国で始まったから、欧米諸国がはるかに先んじてはいる⁴⁸⁷。でも戦後の 1 人あたりの所得は先進国、発展途上国の両方で一様にすばらしく向上した。戦後ずっと、先進国の人々は発展途上国の約 6 倍の所得を手に入れている⁴⁸⁸。図 32を見ると、1950–1995 年に平均所得は先進国で 218 パーセント、発展途上国では 201 パーセント増

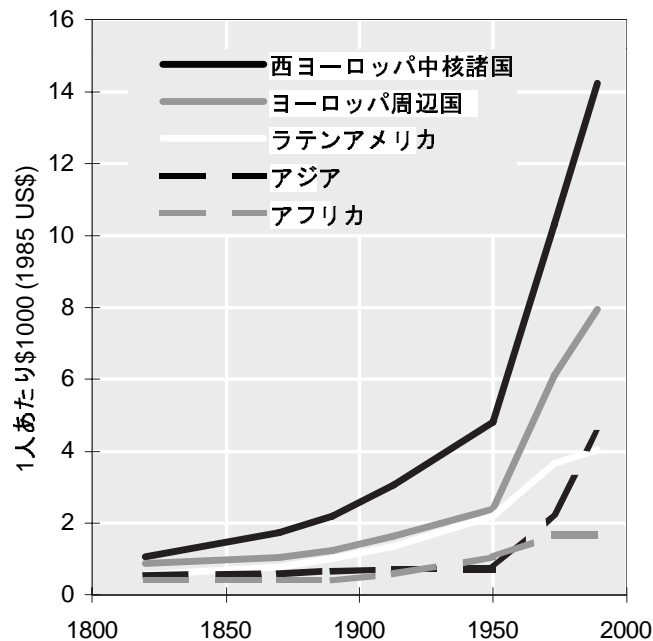


図 31: 世界各地の一人当たり GDP 1985US\$換算, 1820-1989。西欧中核は英独仏米など主要な資本主義国。欧州周辺は、ギリシャ、アイルランド、スペイン、ソ連など。出所: Maddison 1994:22-3.

えたことがわかる。

この期間の発展途上国の年間成長率は 4.2 パーセントだったのに、先進国ではたったの 3.2 パーセントだった。でも発展途上国が先進国に追いつかなかったのは、同じ時期に人口が先進国より高い割合で成長していたからだ。

6.1 貧困と分配

ぼくたちは、発展途上国での生活状態は悪化しつつあり、貧しい人々の割合は増えていると信じがちだけれど、証拠ははっきりとその逆を示している。事実、国連は 1997 年の報告の中で貧困と貧富の差についてこう記している：「これまでの大きな進歩を認識している人は少ない。過去 50 年間に、貧困はそれに先立つ 500 年よりも大きな減少を見せた。ほとんどの国において、何らかの点で貧困削減が見られている⁴⁸⁹」。同様に、世界銀行は 1998 年にこう記している：

発展途上国での貧困の緩和にはすばらしい進歩が見られた。過去 40 年間、各地で社会指標の向上が見られている。過去 20 年間に、東アジアでは貧困が大幅に緩和された：1970 年代中盤には 10 人のうち 6 人が 1 日あたり 1 ドル以下で暮らして

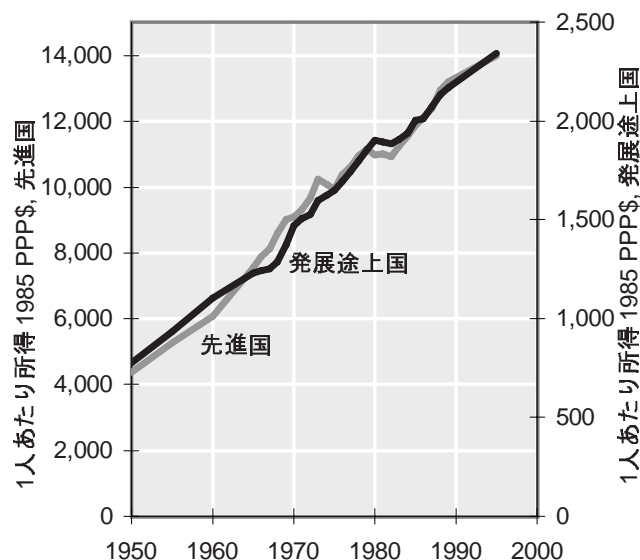


図 32: 先進国と途上国の一人あたり GDP 1985 PPP\$換算, 1950-95. 両グラフの目盛りが違うことに注意。出所: Summers and Heston 1991, 1995, World Bank 1997.

いたのが、1990年代中盤には10人に2人に減った。過去数年の間にも、南アジアの大部分、中東の一部、北アフリカとラテンアメリカで貧困の緩和が見られている⁴⁹⁰。

国連はこの進歩は全般的なものだと強調している：

20世紀の貧困緩和における加速的な進歩は、19世紀のヨーロッパと北アメリカで始まった。これは今では貧困と人間性喪失からの大躍進として見る事ができる。この躍進は産業革命のふもとで始まり、所得の増加と、公衆衛生の向上、教育、そして社会保障プログラムといった形をとった(後略)。

二度目の大躍進は1950年代に発展途上国で始まった。植民地主義が終わって、教育と健康の向上と加速した経済発展が続いたために、貧困は大幅に緩和された。20世紀末までには、世界人口のうち30-40億人ほどは生活水準の大幅な向上を体験し、およそ40-50億人が、基礎教育と医療にアクセスできるようになる予定だ⁴⁹¹。

発展途上国の状況が大きく改善されたことを忘れないようにしよう。人々をはるかに豊かになり、1人あたりの実質的な所得は3倍になった。

でも世界銀行と国連はどちらも、まだ先は長いと強調する：「この進歩にもかかわらず、まだやるべきことは多い⁴⁹²」。1987年には、11.8億人が1985年の1ドルにも満たない

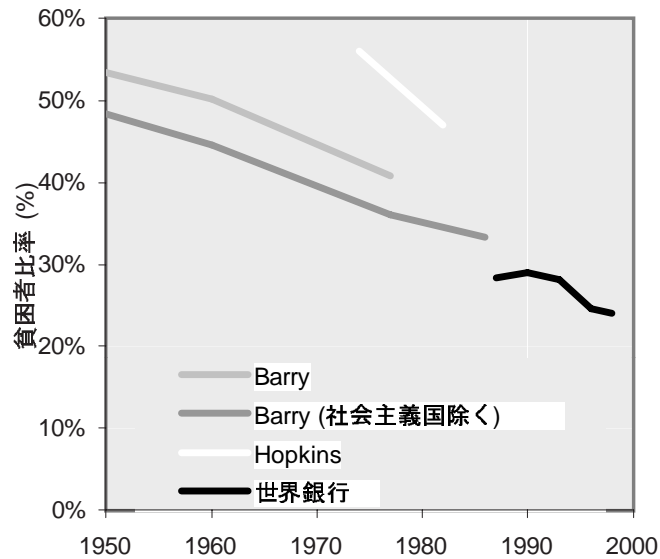


図 33: 各種の貧困定義と考慮範囲に基づく貧困者比率⁵⁰², 1950–98。出所: World Bank 1995b:5, 2001a:23, Barry *et al.* 1983:341, 1991:73, 77, Grigg 1993: 69. Hopkins は Grigg で参照されている。

額で1日を暮らしていた(現在ドル換算で年間565ドル)。これが世界銀行の使っている貧困水準だ⁴⁹³。貧困者の数は1990年代初頭には13億に増え、1990年代の終わりにかけてふたたび減少した。1998年には貧困者数は12億に戻った。同時に起こった人口増加のため、1987年に28.3パーセントだった第三世界の貧困者比率は、1998年には24パーセントに減少した⁴⁹⁴。これらのデータは1950年以降の歴史的推定値と共に図33に示されている。貧困者の総数はほぼ同じ(12億)でとどまっているけれど、貧困者の占める割合は1950年の約50パーセントから半分以下になったことがよくわかる⁴⁹⁵。だから過去50年間では、およそ34億人が貧困ではなくなったわけだ⁴⁹⁶。

問題はもちろん、成長には何が必要か、そしてこの成長は、富の分配にどんな影響をもたらすかということだ。一般的には、長期間にわたる成長を確保する最良の方法は、物理的資本(たとえば機械類)と、人々(教育)への大規模な投資にあることが、調査でわかっている。これに加えて、国際貿易と投資、経済的自由を促進する、開放経済であることが必要だ。これがテクノロジーや経営理念の交換を促すからだ。最後に、経済、政治の双方に適度な安定性も必須だ⁴⁹⁷。

歴史的にみられる経済成長の成り行きは、貧富の差がまず増大し、その後安定し、その国がだんだんと豊かになるにつれて、貧富の差が減っていくというものらしいことがしばしば指摘されている。このパターンはクズネッツ曲線として知られている⁴⁹⁸。成長の推進力である工業化が大都市の出現を招くということが、この一連の事象が起こる理由のひ

とつた。農村地域よりも都市においての方が、貧富の差が大きいことが多いからだ。

クズネッツ曲線において、貧富の差を増大させるのは発展だ。でも最近の調査では、貧富の差は発展と成長にマイナスの影響を及ぼすらしい⁴⁹⁹。その典型的な例は韓国とフィリピンで見られた。1965年には、この2国において1人あたりのGDP、人口、都市化の度合い、教育等々はほぼ同じだった。しかしながら、貧富の差はフィリピンの方がずっと極端だった⁵⁰⁰。その後の成長は韓国がはるかにまさっていた：フィリピンの年間2パーセントに比べ、韓国の成長は年間6パーセントだった。国連もこの見方を支持していて、最も大きな成長を遂げた国々は「成長の程度だけでなく、質にも重点をおいてきた。国民のため一定の正義を確保し、健康、教育、仕事を改善した⁵⁰¹」と述べている。

6.2 拡大する貧富の差？

国連開発計画（UNDP）は貧富の差が世界的に増大したことを強調する⁵⁰³。貧富の差はたいていジニ係数と呼ばれるものではかられる。ジニ係数がゼロに近いほど、ほとんど全員が同じだけのものを持っている。また、係数が1に近ければ、ほとんどすべてがごくわずかな人々に所有される。ジニ係数は、非常に裕福な人が、ごく貧しい人に比べてどれだけ物を持っているか教えてくれる。

UNDPは世界中で最も裕福な人々20パーセントと、最も貧しい人々20パーセントの関係を見たシンプルなジニ係数を示した。1人あたりのGDPについては、1960年の比率は30:1だった。すなわち、最も裕福な20パーセントは最も貧しい20パーセントにくらべて30倍多く稼いでいるのだ。1991年にはこの比率が61:1に増え、1994年には78:1になった。このよく引用される統計は「裕福な人と貧しい人の間の、日ごとに広がる世界的な溝」として解釈されている⁵⁰⁴。

でもこのUNDPの数字の困ったところは、異なる国々のGDPを比べるのに国際為替レートを使っていることだ。経済学者たちは、裕福な国ほど、高い価格水準を持つ傾向にあることを昔から知っていた⁵⁰⁵。経済成長は、まずサービスではなく、製造業の生産性が増加することで推進されるからだ。10年の間に、労働時間1時間あたり2倍の機械を生産できるようになるというのは簡単に想像できるが、執事が1時間あたり2倍生産的になるとは考えにくい。製品の生産が増加すれば賃金も増え、これがサービス業の賃金をつりあげる。サービス業が前より生産的になったわけではなくても、国際貿易の大部分を占めるのは製品だから、貿易に関わりがないサービス業の賃金の増加は為替レートにあまり影響しない。

だから製造業での賃金増加は、国の富の増加を十分に反映するけれど、サービス賃金の増加は、国の富の増加を反映しない。ぼくたちがアメリカ人の豊かさをエチオピア人と比

べる場合、全てをドルに換算し、アメリカ人がたくさんの製品を生産すること（本当の富）だけでなく、執事のコスト（過大な価格水準からくる見せかけの富）も計算に入れてしまう。要するに、この比較はアメリカ人の富を、エチオピア人の富に比べてはるかに過大評価する傾向にあるのだ。

言いかえれば、エチオピアの通貨ブルをドルに換算すると、エチオピアの人がアメリカで何を買えるかについての目安になるけれど、そんな比較に意味があるケースはほとんどない。もっとずっと大事なのは、エチオピア人がエチオピアでどれだけ買えるかだ。これをはかるため、国連は購買力平価（PPP）指数、すなわち、人々の金が実際にその地域で何を買えるかはかる指数を確立する調査プログラムを始めた⁵⁰⁶。ニュース週刊誌『エコノミスト』（英）は、もっと気軽な試みとして独自にビッグマック指数なるものを作り、PPP 指数を試している。これはビッグマックのような規格化された商品が、それぞれの国でいくらするかを示す。結果は実は驚くほど PPP 指数に近い⁵⁰⁷。エチオピア人にとって、為替レートと PPP の違いは重大だ：従来の為替レートによる計算では、US ドルに換算して年に 100 ドルを稼いでいることになっていたのに、PPP による計算では 450 ドルだ。もしこのエチオピア人の実際の豊かさを知りたければ、かれは地元の購買力では 450 ドルを稼いでいると言う方が理にかなっている⁵⁰⁸。

PPP は、今では為替レートを使った比較よりも優れているとほとんどの国際機関が評価しており、経済学者はこの使用が「大幅な改善」で新しい「業界水準」を定めるものだと見なしている⁵¹⁰。実際、UNDP はこのプログラムの余力を、PPP ドルに基づく各国の 1 人あたり所得評価につぎこんだ⁵¹¹。だから UNDP が貧富の差を見積もる際に、わざわざ為替レートベースの数字を使ったことには驚かされる。これは信頼性の低い比較結果をもたらし、貧富の差を大幅に誇張してしまうことが知られているからだ。でも本当の貧富の差を PPP ドルではかるなら（エチオピア人がエチオピアでどれだけ買い物ができるか vs. アメリカ人がアメリカでどれだけ買い物ができるか）結果は図 34 の通りだ。最も裕福な人々 20 パーセントと最も貧しい人々 20 パーセントの相対的なギャップ、および裕福層 30 パーセントと貧困層 30 パーセントの間の相対的なギャップは、2 倍どころか増えてさえいない。どちらかといえばちょっと減っていることが見てとれる。この結果は他の PPP ドルによる貧富の差の研究とも一貫している⁵¹²。これは世界で最も弱い部分でさえさらなる物質的繁栄に向けてしっかり発展をとげると確信させてくれる、説得力のある証拠だ。

もっと長いタイムスケールで見てやると、1800 年から 2100 年にかけての貧富の差の推移を示したのが図 35 だ。1820 年には 2 を少し上回る程度だった貧富の差（先進国の人々が、発展途上国の人々の 2 倍を少し上回る所得を得ている状態）は大幅な上昇を見

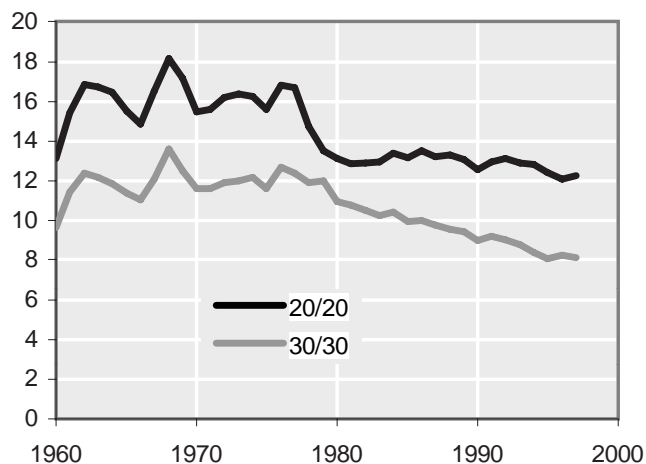


図 34: PPP\$で見た一人当たり GDP で、世界の最貧と最富それぞれ 20 パーセントと 30 パーセントずつの相関, 1960–97. 出所: Summers and Heston 1991, 1995, World Bank 1999a⁵⁰⁹.

せ、1960年代には7近くでピークに達した。そもそもこの貧富の差の上昇は、先進国の産業革命が1人あたり所得を急激に増加させたのに対して、発展途上国での1人あたり所得の増加がゆっくりだったために起こった⁵¹³。大筋で言えば、産業革命が成長率を助長し、発展途上国がとりのこされたために貧富の差が増大したわけだ⁵¹⁴。

1950年代以降、発展途上国は高度経済成長をとげてだんだん追いついてきた。1970年から1992年にかけて、発展途上国での1人あたり成長率は先進国を上回り、不平等格差を7から6以下に下げた⁵¹⁵。図34に見られるように、この事実はまた全世界的にも貧富の差が減ってきたことを示している⁵¹⁶。

貧富の差の先行きを正確に予測するのはもちろん難しい。でも国連の気候パネル(IPCC)のシナリオを見ることで、予期される発展がどんなものか感じをつかめる。これは21世紀末までに予測される未来の主な特徴を広くカバーしようとして作られている⁵¹⁷。図35の6つのシナリオ全てが、貧富の差の世界的な縮小を示している；最も悲観的なシナリオでも、1990年に6をちょっと下回っていた貧富の差が、2100年には3余りと、ほぼ半分になる。一方で最も楽観的なシナリオでは、貧富の差はほぼ根絶されて1.4に下がる見込みだ(先進国の人々が、発展途上国の人々よりちょうど40パーセント多くを得る状態)。このように、貧富の差は過去30年間にわたって下がっただけでなく、21世紀のほとんどを通してさらに下がり続けると信じるにはそれなりの根拠があるのだ⁵¹⁸。

最後に、貧富の差について議論するにあたり、ワールドウォッチ研究所とユニセフが、裕福な人と貧しい人の差がドルの絶対額で見ると広がってきたと示すのが大好きだとい

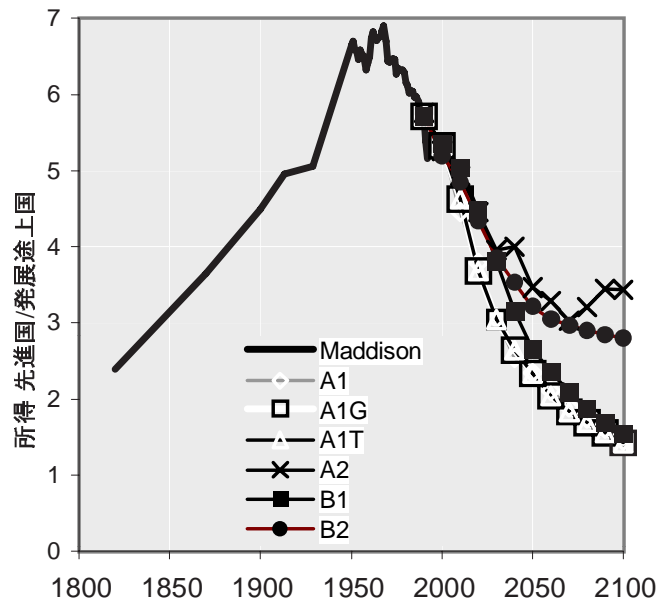


図 35: 先進国と途上国の一人当たり所得の比率、1820–2100, PPP\$。1820–1992 は OECD 実績データ、1990–2100 予測値は UN 気象パネルの 6 つの主要シナリオに基づく。出所: Maddison 1995a:226–7, IPCC 2000b⁵¹⁹。

うことに触れておこう⁵²⁰。でもこれは数学的にあたりまえなのだ。裕福な人と貧しい人は、定義からしてちがった富の水準から出発していて、そしてその富の年間伸び率がほぼ同じなら（さっき図 32 で見たように）、裕福な人と貧しい人の絶対差はもちろん増加する。個人所得がもっとも高い 20 パーセントと低い 20 パーセントの一人当たり所得の比率は、1960 年からほとんど変わらない。それでも所得そのものをはかって、格差が大幅に増大したと言うワールドウォッチ研究所に従うなら、たとえばイギリスやアメリカの所得分布について同じことを言えるかどうかじっくり考えるべきだろう。

1800 年のイギリスでの所得分布は、たぶん現在よりも格差が大きかった⁵²¹。当時は最も貧しい 20 パーセントが、1 日に多くて現在の 300 ポンド、裕福な 20 パーセントが 1,650 ポンドを稼いでいた⁵²²。今日では貧しい 20 パーセントが 5,500 ポンド、裕福な 20 パーセントが 30,000 ポンドほど稼いでいる。裕福な人々と貧乏な人々との所得比率がすこし下がり、経済学者たちは、貧富の差は減少したと言うだろう⁵²³。でもワールドウォッチ研究所の見方によれば、貧富の差は 1,350 ポンドから 24,500 ポンドと 18 倍以上も増えている。これで合っているだろうか？ 貧しい人の暮らしは 18 倍ひどくなったと本当に信じる？ 言いかえれば、今日のイギリスでの所得分布が極端に平等で、貧しい人の所得が 14,000 ポンド、裕福な人が 16,000 ポンドだったとしよう。それでも貧富の差が拡大したと本気で主張するだろうか（1,350 ポンドから 2,000 ポンドに）？⁵²⁴

したがって全体的な結論としては、先進国と発展途上国の両方で、ほとんどの人々の実所得が相当の増加を遂げ、過去45年で平均3倍になった一方で、貧富の差は1960年代にピークを迎えた後に減っており、今後も大幅に下がり続けるということになる。

でも疑問が1つ残る。この成長から本当にだれもが利益を得ているのだろうか？

6.3 さらに貧しく？

直近の成長危機として大いに論議されたのは、1997年から1998年にかけて東アジアで起こったものだ。多くの資本流入が公的セクター、民間セクターの管理の甘さとあいまって脆弱な経済環境をつくり、外部からのショックが引き金となって、地域内の緊密な資本リンクを通して一帯に広がったのだ⁵²⁵。1980年代のラテンアメリカにおける累積債務危機のようなものだけけれど、今回は短かった⁵²⁶。IMF（国際通貨基金）は2000年10月にこう述べている。「1998年の世界的な活動の鈍化は前回の落ち込みに比べて浅く、迅速な回復へと向かった。（中略）アジアでは1997-98年の危機からのリバウンドが続いており、1999年に6パーセントだった成長は2000年、2001年には6.5パーセント以上に伸びると予想される⁵²⁷」。もっとも打撃を受けた5カ国のうち、韓国とフィリピンは、すでに1999年に危機以前のGDPレベルに戻っているし、マレーシアは2000年、タイは2001年に回復する予定で、一番ひどい打撃を受けたインドネシアは2003年までかかるかもしれない⁵²⁸。このように、金融危機は深刻な損失を与えたものの、永久に成長を止めはしなかった⁵²⁹。

もっと深刻な話として、UNDPは1996年の開発報告書で、約15億の人々が、1990年代の平均所得が、少なくともそれ以前のどこかの10年より下がってしまった国に暮らしていると述べている⁵³⁰。これはもちろん深刻だ。発展途上国の大部分が、世界的成長の恩恵を受けていないということだもの。でもこれらの国々の多くが、経済危機や政治危機、または戦争状態をごく最近経験していることに注意しよう。だから、こうした諸国の一部でいま経済状態が悪いように見えるからといって、そんなに驚くこともないかもしれない。

UNDPに名指しされたたくさんの国々を見ると、主な問題地域が4つある。最初のグループが、ロシア連邦を筆頭とする、2億以上の人口を抱えた旧ソビエト連邦（現在は独立国家共同体CIS）だ⁵³¹。1992年の「ショック改革」開始以降、ロシアの工業生産はほぼ50パーセント落ち込み、所得は40パーセント下がり、物価は2,500パーセント以上跳ね上がった。国家財政の厳しさから、社会的セーフティネットが大幅に弱まった。人口の44パーセントがPPPにして1日あたりわずか4ドル以下という現地の貧困水準を下回る暮らしをしている⁵³²。1997年に1990年以降初めてわずかにGDPが伸

びたものの、ロシアは1998年8月に新たな危機を迎え、生産はふたたび落ち込み、1999年にやっと成長が3.2パーセントに回復した⁵³³。この成長はほとんどがエネルギー輸出に高い価格をつけ、輸入を抑えたことによるものだったけれど、生産の実質的成長がいまや目に見えるものになってきて、2000年に7パーセント、2001年の成長は4パーセントだ⁵³⁴。世界銀行の予測では、CISの今後10年の成長は年率2.6パーセントとの見通しだ⁵³⁵。そうは言っても、そんな長期的な成長は未だ財政問題、構造問題と取り組む必要があるロシア次第であり、今のところ政治的状況も芳しくない中では進展も限られたものでしかない。

2つ目のグループはラテンアメリカ諸国（チリを除く）だ。1.74億の人口を抱えるブラジル⁵³⁶が良い例だ。2桁台の成長を見せた1960年代のブラジルは「奇跡の経済」を誇った。しかし、国家財政のずさんな管理と、経済への政治干渉が強いお国柄のため、すさまじい財政赤字が生まれた。同時に、賃金の物価スライドと厳しい為替コントロールが極端なインフレをもたらし、1994年初頭にはインフレ率が5,000パーセントを記録した。新通貨レアルと、厳しい金融政策が導入された現在、前より安定した発展の可能性も見えつつある。成長はまだゆっくりしたものだが、1990年代後期の1人あたりGDPは、一貫して前年の数字を上回っていることが図36でも明らかだ⁵³⁷。

1.01億の人口を抱える⁵³⁸メキシコも同様だ⁵³⁹。大規模な財政赤字、インフレ抑制のための高い金利、そして1994年のチアパスでの暴動が、ペソの崩壊と財政、金融政策の締め付けを招いた。でもメキシコは1999–2001年に1人あたり2–5パーセントの成長率を記録し、何とか危機を脱出したようだ⁵⁴⁰。改革のおかげで経済も強化され、国全体が開かれて競争を受け入れ始めた。2000年の1人あたり実質所得は、これまでの最高だった1981年の額を再度超えた（図36参照）。

3つ目はいくつもの石油産出国で構成されるグループだ。この諸国は石油危機の始まりから1980年代半ばまで、原油に高値を設定してたくさん稼いだ。あいにくこの収入のほとんどは消費されてしまい、現在では原油がはるかに安値になったために（最近では1999年以降少し上昇は見せてはいるけれど）これらの国々の多くは大幅な減収となった⁵⁴¹。

最後がサブサハラの国々の大きなグループだ。ほとんどの国が非常に低い成長、あるいはマイナス成長さえも経験している。この国々を総合すると、1965年以降は年間0.2パーセントのマイナス成長が続いている⁵⁴²。なぜサブサハラのアフリカが順調な発展を遂げられないのかは前に見た通りだが、やはりその理由は主に政治問題と民族紛争にある。これはもちろん世界の発展には大きな問題だ。でも理由の一部は、生産が為替レートをもとに計られることでもある。前にも述べたように、為替レートは貿易品の成長のみをはかるため、本当の姿をかなりゆがめてしまうからだ。

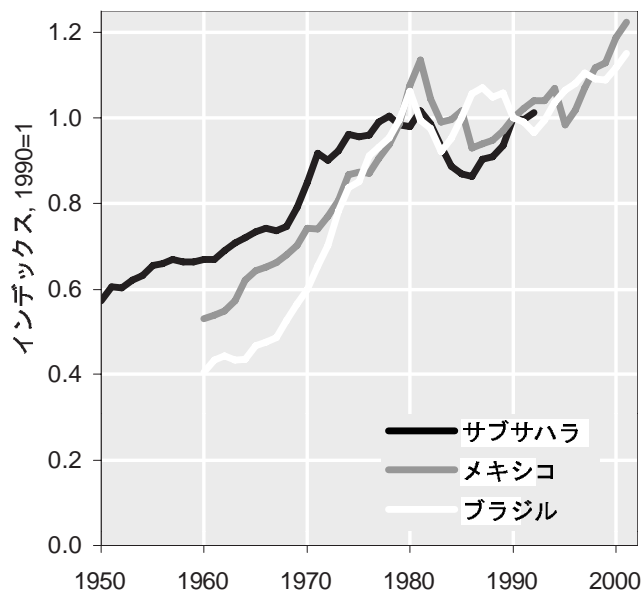


図 36: ブラジルとメキシコの一人当たり実質現地通貨 GDP, 1960-2001, サブサハラアフリカの一人当たり実質 PPP\$ GDP, 1950-92。1990=1 の指標。出所: World Bank 1999a, IMF 2000e, WRI 1996。

繰り返しになるけれど、ドルがエチオピアでどれだけの価値を持つかは同国の国民ほとんどにはどうでもよくて、エチオピア通貨ブルで何が買えるかこそが重要だ。だからぼくたちは PPP ドルで状況を見るべきで、そうすると結果はまるでちがってくる。図 36 を見れば、1980 年代にはあまり成長が見られなかったものの、サブサハラのアフリカでの 1 人あたりの実質所得が 1950 年から 1992 年までの間にほぼ 2 倍になったことがわかる⁵⁴³。

UNDP は、15 億の人々が、過去の方が平均所得の高かった国に住んでいると強調している。UNDP の言葉にはなかなか力がこもっている：「世界人口の 4 分の 1 は成長に見捨てられたのだ⁵⁴⁴」。しかしながら、サブサハラのアフリカに関しては、そもそもアメリカドルに基づいて比較をすることが不合理だろう。この地域では過去 42 年の間に PPP で 75 パーセント所得が増加している。それに「成長に見捨てられた」という言葉はメキシコやブラジルには当てはまらない。所得はそれぞれ 2 倍、3 倍に増加したし、どちらも過去 40 年間に 1 人あたりの所得は過去最高を記録している。だから国連が、成長に見捨てられたと主張できるのは多くても世界人口の 10 分の 1 だろう。

この 10 分の 1 が住んでいるのは主に旧ソビエト連邦と、石油資源に恵まれたアラブ諸国だ。これらの地域に共通しているのは、経済に構造的な問題があること、そして政治不安、経済不安の結果として必要とされる調整が、不運にも所得に大幅な減少をもたらしてしまったことだ。でもこれらの地域での政治的決断の歴史や、世界経済に占めるポジショ

ンを考えると、どのみちこうした調整が必要だったんじゃないだろうかと考えられる⁵⁴⁵。成長がこの国々を見捨てたと主張するのは行き過ぎだとは思えない。この国々がふたたび1人あたりの所得を大きく伸ばし、過去の最高記録を塗り替えることがないと決めてかかる理由はまったくないように思われる。

だからと言って、これらの国々やその他の経済の低迷が、深刻じゃないと解釈されるのは困る。でも状況の全体像をつかんでおくことは大事だ。発展途上国の人口の85パーセント以上（また、世界の90パーセント）が、今までになく豊かになっているのだ。

6.4 増えた消費財

富の発展は、もっと具体的なマーカーを調べても評価できる。たとえば、どれだけの人がいるんな消費財を持っているか。アメリカにおいての結果をまとめたのが図37だ。重要な家財の多くに大幅な増加が見られ、20世紀の間にどれほど大きく環境が改善されたかがわかる。今やぼくたちはこの家財のほとんどを当たり前に思っているけれど。

1980年代にはほとんど全世帯が電子レンジとビデオデッキを揃え、全家庭のほぼ70パーセントが過去30年間にケーブルテレビを導入した。1950年代には信じられないような率でテレビがアメリカ家庭に導入された。1948年のテレビ普及率は0.4パーセントだったのが、1960年には87パーセントに増え、1970年から1990年にかけてこのテレビのほとんどがカラーテレビに替わった⁵⁴⁶。1976年に最初のパソコンが登場して以来、コンピュータを購入する家庭は増え続けた。1990年から2000年の間に普及率は3倍に増加し51パーセントとなった。

20世紀初頭には全家庭の5パーセントというつましやかな存在だった電話は、ほとんどどこにでもある存在として家族や友人とのコミュニケーションをすぐに提供してくれるようになった。携帯電話はもっと速い伸びを見せた。1990年から1998年の間に13倍に増加し、アメリカ人の4人に1人が携帯電話を持つようになった⁵⁴⁷。携帯電話は新たな自由を与えてくれた：いつでも好きなときにコミュニケーションできるのだ⁵⁴⁸。電話と携帯電話は映画を見に行く約束をする可能性だけではなく、世界を広く旅するようになったぼくたちが会おう人全てと連絡をとる可能性も与えてくれた。

アメリカの航空会社を利用して海外旅行をするアメリカ人は6倍以上に増えた。1960年には、年に人口の約1.5パーセントだったのが1999年にはほぼ10パーセントになったのだ。この傾向は世界中で見られ、旅行者の割合は1960年からほぼ6倍に増え、2010年までにさらに35パーセント増加する見込みだ⁵⁴⁹。世界的に、航空交通は1950年から50倍に増加し、1998年には地球人1人あたり442kmを飛んでいる計算になった⁵⁵⁰。

ぼくたちはまた、車によって大きな機動力を手に入れた。1900年には車はないも同然

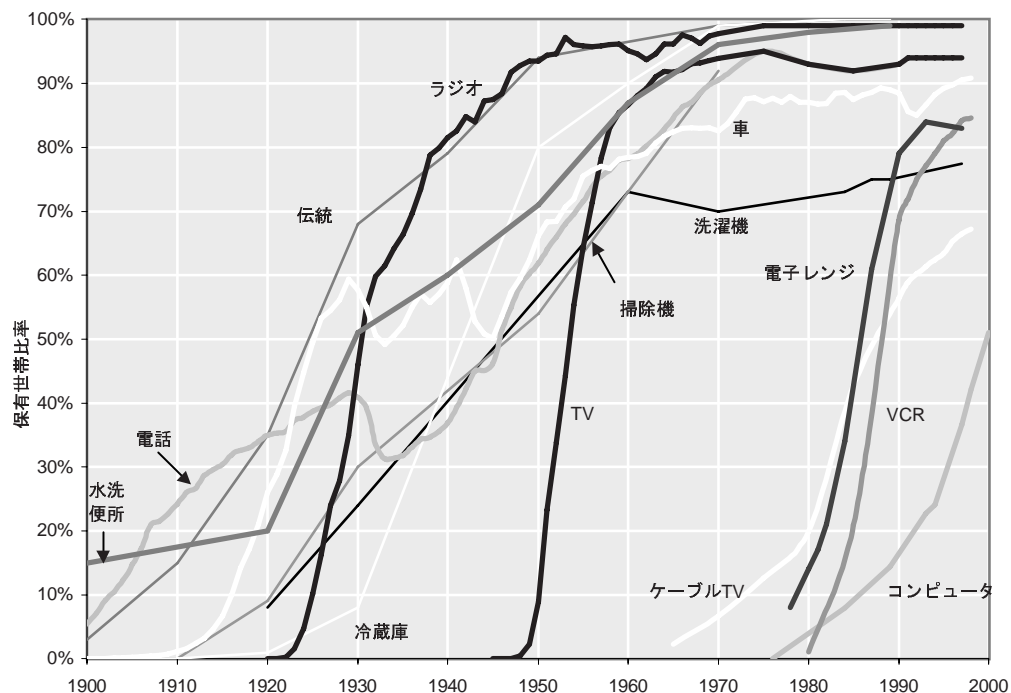


図 37: 20 世紀中のアメリカの各種消費財世帯保有率。世帯数: USBC 1975:41, 1999a:60, 2000a. 洗濯機、掃除機、電灯、冷蔵庫: Lebergott 1993:113, EIA 1999a. 水洗便所: Lebergott 1993:102. ラジオ、テレビ: USBC 1975:796, 1999a:885. 電話: USBC 1975:783, 1999a:885. 自動車: FHWA 1996-9, Lebergott 1976: 289-90, USBC 1999a:878. ケーブルテレビ、ビデオ: USBC 1999a:885, 581. コンピュータ: EIA 1999:14, Kominski and Newburger 1999:15, NTIA 1999:10, 2000:30.

だったが、1929 年には車を持っている家庭は全家庭の約 60 パーセントを占めるまでに急上昇した。世界大恐慌、第二次世界大戦と激動の時代を経て、1960 年には車を持っている家庭は約 80 パーセントに、そこからまた少しずつ伸びて、1998 年までには 90 パーセント以上に増えた。世界的に見ると、1950 年には 48 人に 1 台だったのが、1999 年には 12 人足らずに 1 台と、車を持つ人は 4 倍以上に増えた⁵⁵²。

もっとさかのぼって比較をすると、メリットはもっと明らかになる。ぼくたちは石炭で暖をとるのをやめ、今日では代わりにガスか灯油を燃やすセントラルヒーティングか地域暖房を使っている。もうカーペット、家具、カーテン、寝具についたすすを掃除する必要はないし、寒い季節がくるたびに 6 トンの石炭をシャベルで暖炉に運ぶこともない。毎週平均して 6 時間をかけていた仕事だ⁵⁵³。現在ぼくたちの 3 分の 2 が洗濯機を持っているし、冷蔵庫だってほとんど誰でも持っている。洗濯機は、特に女性にとってすばらしく便利だった。歴史経済学者スタンレー・リバーゴットは半ば真面目にこう述べている：

「1620年から1920年までの間、アメリカの洗濯機は主婦だった⁵⁵⁴」。1900年には、家庭の主婦は800リットルの水を家に運び込み、洗濯板を使って週に7時間を洗濯に費やしていた⁵⁵⁵。1985年にはこれが妻と夫を合わせて3時間足らずで済むようになった⁵⁵⁶。冷蔵庫は1回あたりの買い物の量を増やし、加工食品をずっと買いやすくしてくれた。これはぼくたちに自由時間が増えた理由の一部でもある。また、冷蔵庫のおかげでぼくたちは食品を傷ませずに済むようになり、果物や野菜を使った健康的な食事が食べられるようになった⁵⁵⁷。所得が上がって、ぼくたちは外食の頻度を増やせるようになり、新しい経験を楽しみ、また、退屈な雑用に費やしていた時間をずっと節約できるようになった⁵⁵⁸。

同時に、生活の相対的コストはますます下がった。所得が上がったため、そして食料の価格が1957年から比べて3分の2に下がったためだ⁵⁵⁹。1900年には、アメリカ人は所得の36パーセントを食料とその他の必需品につぎこんでいた。それが1950年には21パーセント、1997年にはたった11パーセントになった⁵⁶⁰。アメリカの家庭はすばらしく便利になったのに、費やされる額は所得の15パーセントで増えていない⁵⁶¹。今日では誰のところにも水道とトイレがあるけれど、20世紀初頭にこの貴重な設備を使うことができたのは、それぞれ人口の25パーセント、15パーセントだった⁵⁶²。エアコンの普及率は1978年には56パーセントだったが、1997年には73パーセントに上がった⁵⁶³。1人あたりの居住スペースは2倍以上になった。1910年にはアメリカ人1人あたり1室以下だったのに、1997年には2室以上になった⁵⁶⁴。同じ傾向が多数の国々で見られている（図38参照）。また、環境も改善された。デンマークの都市部では、1976年から1996年の間に緑地面積が2倍になり⁵⁶⁵、アパートの住民が悩まされていた交通騒音問題が、1990年以降大幅に減少した⁵⁶⁶。同様に、アメリカでも深刻な空港の騒音に悩む人々が1975年には700万人いたのに、それが今じゃ50万人以下に減少した⁵⁶⁷。

これらの改善は発展途上国のほとんどでも同様だ。発展途上国でも、所得は上がり家財は増えている（インドの場合については図39、40参照）。でも発展途上国は通常、もっと基本的で重要な問題に取り組む必要がある。きれいな水、教育、インフラの改善だ。これについてはすでに大きな進歩が見られている。今日では、発展途上国ではるかに多くの人々がきれいな飲料水にアクセスできるようになった（p. 31, 図5参照）⁵⁶⁸。所得がもっとも低い国々では、1975年にきれいな飲料水にアクセスできたのはたった40パーセントだった。これが1990年には62パーセントに増えた。同様に、整った下水設備にアクセスできる人々の割合はほぼ倍増した⁵⁶⁹。こうした動きはどちらもすごく大事だ。下水設備の欠如は飲料水の汚染を招くからだ。きれいな飲料水は人間の健康に欠かせない。汚染された飲料水と適切な下水設備の欠如は、たとえば下痢などにより年間に200万人の死を引き起こし、5億人以上を重病にすると見込まれている⁵⁷⁰。また発展途上国で1人あた

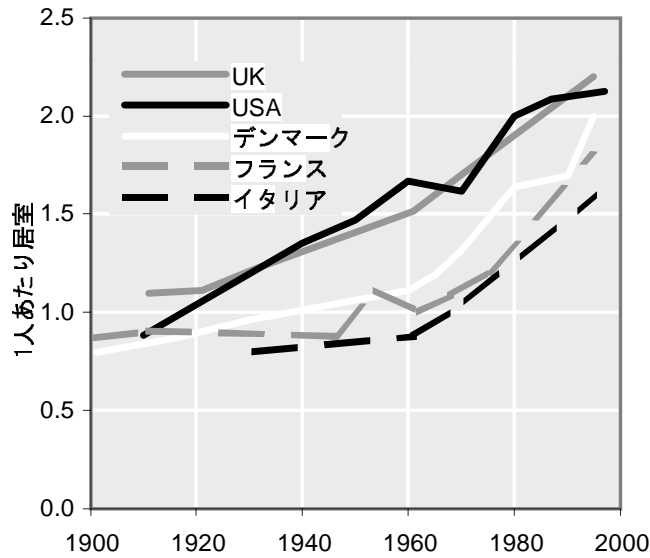


図 38: 英、米、デンマーク、仏、伊各国の一人あたり居室数, 1900–98. 出所: Flora et al. 1987:295, 302, 311, 324, Lebergott 1976:258, Rector 1995:242–3, EIA 1995a, 1999a, USBC 1999a:873⁵⁵¹.

りのエネルギーは増え、電気通信の容量は 2 倍になった⁵⁷¹。最後に、道が整備されたおかげで、遠隔地の窮乏地域でも食料援助を受けやすくなったと同時に、農民が農作物を町や都市で売る機会も増えた。

6.5 一層の教育

一般的に言って、世界は一層教育水準の高い場所になった。図 41が示すように、発展途上国の非識字率は、1900 年代初頭に生まれた人々だと 75 パーセントだったが、現在の若者では 20 パーセント以下に下がった⁵⁷²。でも女性にはまだ同じだけの教育機会が与えられていない。これが非識字率の高さにも影響し、女性の非識字率は男性の 12 パーセントのおよそ 2 倍にあたる 21 パーセントだ。家庭でも学校でも、女性は性的役割に対する伝統的な考え方によってしばしば抑え込まれ、男性向けの教育に焦点がおかれる。たとえば、アフリカの女の子が学校に行けるのはたった 5.5 年なのに、男の子は 6.5 年だ。でも実際に学校に入って男の子たちと同じだけの時間を過ごすことができれば、女の子たちの可能性のほうがもっと大きいのだ⁵⁷³。

就学期間を年数で見ると、1 人あたりが教育に費やした年数は、先進国と発展途上国の両方で大幅に増加している。発展途上国の人々が学校で過ごした平均年数は、過去 30 年間でおよそ 2 倍になり、1960 年には 2.2 年だったのが 1990 年には 4.2 年に増えた。これに対し欧米の人々は、1960 年には平均して 7 年を学校で過ごしていたのが 1990 年には

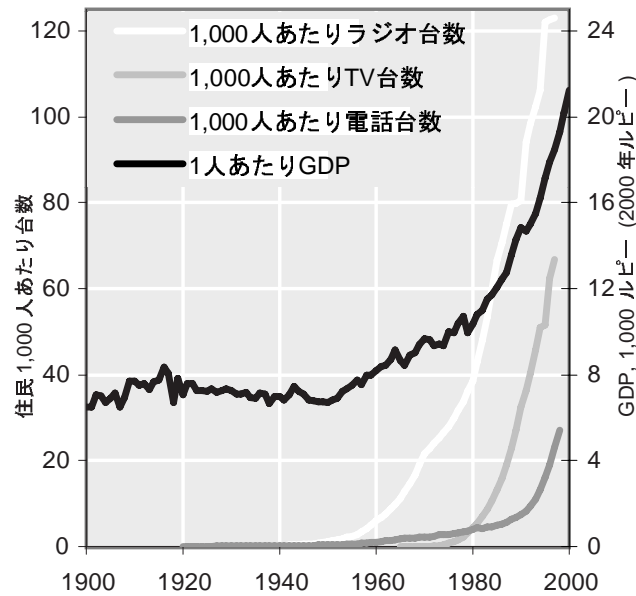


図 39: 20 世紀中のインドの各種福祉指標: 一人当たり GDP 2000 年ルピー換算、1000 人あたりのラジオ、テレビ、電話台数。出所: Mitchell 1995: 1002-5, 799, 791-2, 55, 58-61, World Bank 1999b, 2000c, IMF 2000e, UNESCO 2000.

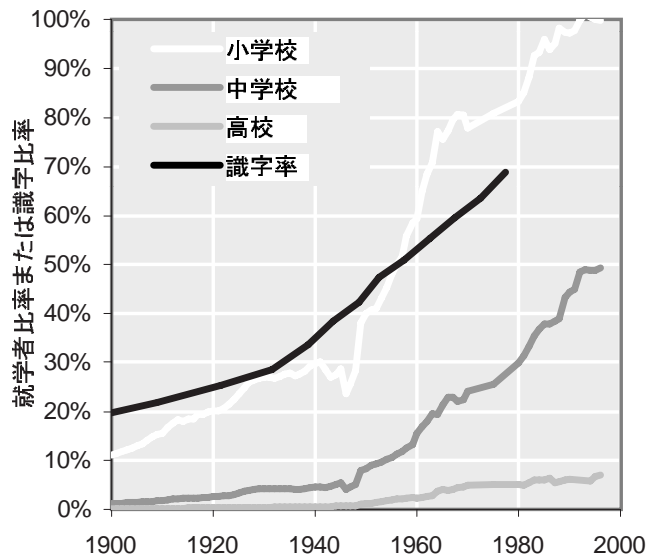


図 40: 20 世紀中のインドの各種福祉指標: 小学、中学、高校進学率 (Gross Enrollment Ratio) と誕生年別識字率。出所: Michel 1995: 977-9, 956-62, UNESCO 1990:78, 2000.

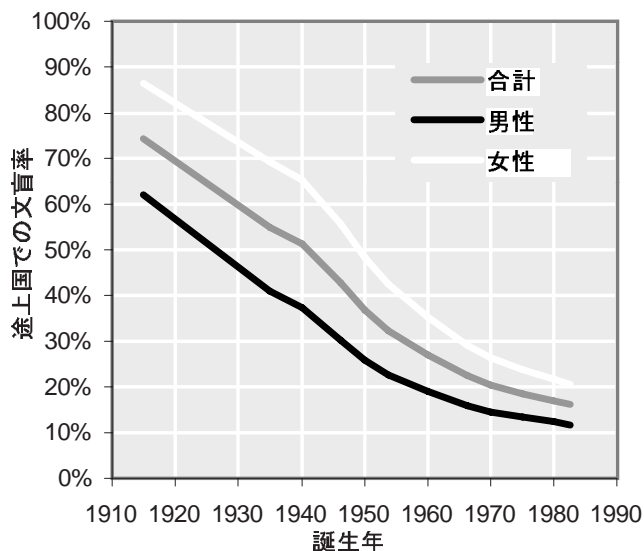


図 41: 途上国の非識字率、誕生年別、1915–82, 男、女、合計。出所: UNESCO 1990:8.

9.5 年だ。発展途上国の人々が今日どれだけ多くの時間を初等教育、中等教育、高等教育で過ごすようになったかを示したのが図 42だ。平均して、初等教育で過ごす期間が 2 倍、中等教育が 2 倍以上、高等教育がほぼ 5 倍に増えている。この改善は、発展途上国が先進国に少しは追いついたことを意味している。1960 年には、発展途上国の人々は先進国のたった 3 分の 1 の時間しか教育に費やさなかったが、1990 年にはこれがほぼ 2 分の 1 になった⁵⁷⁴。

学校教育面での改善は、インドでもはっきりと見られる（図 40 参照）。ほぼ全員が初等教育を受け、50 パーセントが中学、7 パーセントが高校に進学している。一方アメリカの大学進学率は、1970 年には 50 パーセントだったのが 80 パーセント以上に増え、イギリスでは 15 パーセントから 52 パーセントに増加した⁵⁷⁵。

6.6 増えた余暇

データの不足から、ここでは欧米での余暇のトレンドについてのみ見るけれど、結論はとてもはっきりしている⁵⁷⁶。ぼくたちがどう思おうと（あるいは感じていようと）、ぼくたちの自由になる時間は増えているのだ。

欧米の年間労働時間は、19 世紀の終わりから急激に減っていることが図 43 からわかる。ほとんどの国々では、みんな 122 年前の約半分しか働いていない⁵⁷⁷。でも日本だけは 1930 年から 1960 年にかけての労働時間の全般的な減少に逆らったようだ；日本人の労働時間は他の先進国にくらべて数十年遅れをとっており、日本人は他の OECD 諸国の

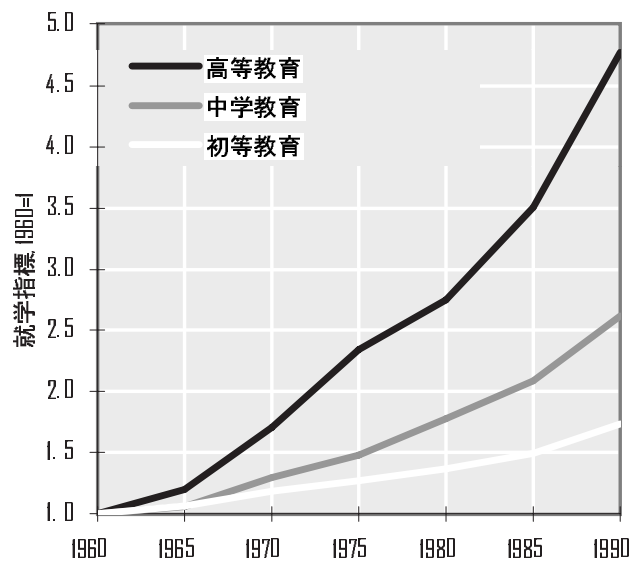


図 42: 途上国における一人あたり平均教育水準指標、小学、中学、高校以上 1960–90, 1960 = 1. 出所 : Barro and Lee 1996.

労働者よりも 400 時間ほど多く働いている。ぼくたちが以前のたった半分しか働いていないのは、週労働時間が短くなったのと、休暇が増えたせいでもある。でもそれだけじゃない。ぼくたちは長生きするようになったのに、キャリアは長くなっていないからだ。長期データとしていちばんよいものは、イギリスのデータだ。それによると、1870 年には、典型的なイギリス人の男性は 10 才から死ぬまで働いた 全部で約 47 年間だ⁵⁷⁸。平均して人々は 60 才前に死んだから、年金はあまり必要ではなかった。平均年齢が高くなるにつれて人々のキャリアもだんだんと長くなり、1930 年代まではイギリス人は平均して 52 年間働いた。その後、教育が改善され、定年が早まったため、1980 年代初頭にはキャリアの長さの平均はふたたび約 47 年になった。

かなり安定したキャリアと年間の労働時間の順調な減少があいまって、生涯を通しての仕事量は減った。また、ぼくたちはかなり長生きするようになった。平均的なイギリス人の寿命は 1870 年にはたった 41 年だったが、1987 年にはおよそ 75 年になって (図 15 参照)、使える時間は増えた。労働時間が短くなり、時間が増えたということは、ぼくたちの自由 (働いていない) 時間のトータルは大幅に増えたことになる。

図 44 は 1 日に自由にできる時間全般 (ぼくたちが眠ったり、食べたり、シャワーを浴びたりしていない時間、だいたい 1 日に 14 時間) の使い方の推移を、過去 125 年間にわたって示している。ぼくたちは、1856 年には生涯のうち 124,000 時間を労働につぎこんでいたが、今日ではたった 69,000 時間だ。一方で、働いていない時間は 118,000 時間が

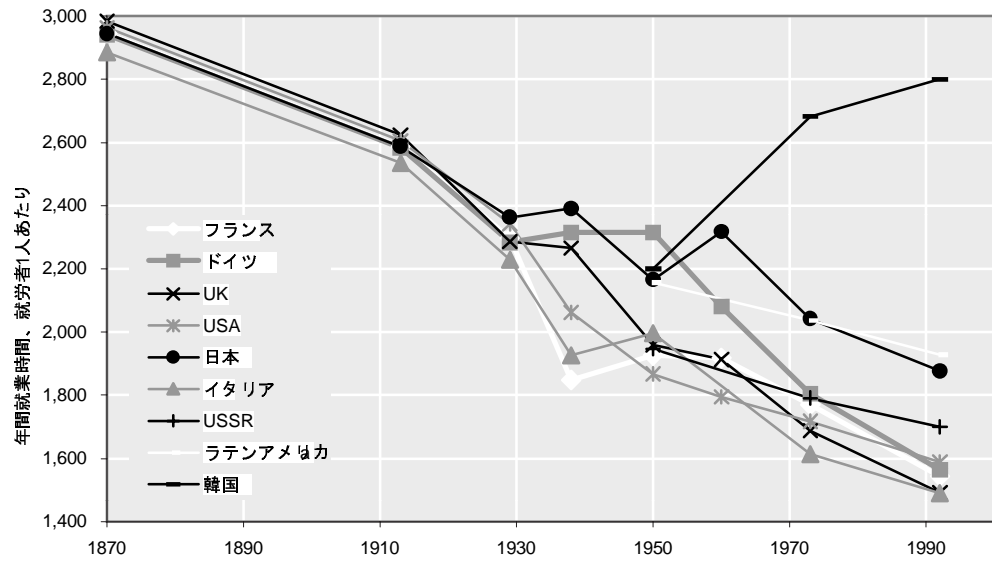


図 43: 各国雇用一人あたり年間労働時間、1870–1992。出所：Maddison 1995a:248。

ら 287,000 時間に増えている⁵⁷⁹。図 44からわかるように、1856年には人生の 50 パーセントが労働に費やされていたが、今日では 20 パーセントだ。また、働いていない時間の割合は人生の約 30 パーセントから 60 パーセントにまで増加している。

図 43にまとめられているように、労働時間が長期間にわたって下降傾向にあることは間違いないが、週労働時間の平均は過去数十年で安定してきたようだ⁵⁸⁰。でもこの週労働時間の安定には、1965 年以降に女性の労働参加が 40 パーセントから 60 パーセントに増加したことが隠されている。つまり女性が平均してもっと働くようになったのだ。おそらく、過去数十年間にわたる労働と自由時間の内訳をより正しく示すのは、男性全体と女性全体についてとった平均だろう。これをやったのが表 1だ⁵⁸¹。これではっきりするのは、平均すると男性の労働・通勤時間はかなり減少しているということだ。これは就労者の占める割合が下がったことと、労働者の就労時間が 4 時間少なくなったことの両方からくる⁵⁸²。これに対し、女性の平均労働時間は大幅に増えている。就労者の労働時間が増えたからではなく、もっと多くの女性が働くようになったからだ。しかし、家事（掃除、子育て、買い物）についてはこれとは逆の傾向が見てとれる。女性のシェアが減り、男性のシェアが増えている。まだ平等にはほど遠いけれど、男性は今や家事の 5 分の 1 どころか、3 分の 1 以上を負担している⁵⁸³。家事の総量は下がっている。平均して子供の数が減ったことと、結婚して過ごす時間が減ったせいだ⁵⁸⁴。

結論としては、過去 30 年間で労働時間のトータルは女性で 4 時間、男性で 5 時間減ったことになる。男性は食事時間と身繕いの時間も減り、自由時間のトータルは約 8 時間増

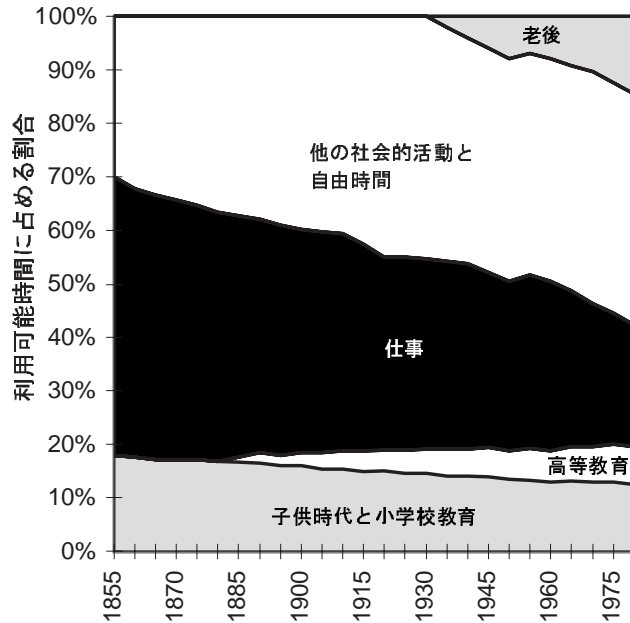


図 44: 利用可能時間（睡眠、食事、個人衛生に使われていない一日 14 時間）の利用割合。各種活動のイギリス男性、1856–1981。出所：Ausubel and Grübler 1995。

表 1: 労働、個人活動、自由時間のトレンド、アメリカ 1965–95（週当たり時間、年齢 18–64, 週合計 168, ただし丸め誤差あり）出所：Robinson and Godbey 1993:326–41。

	女性				男性			
	1965	1975	1985	1995	1965	1975	1985	1995
家事	40.3	32.9	30.7	27.4	11.3	12.3	15.7	15.6
仕事・通勤	19.1	19.4	22.5	28.3	47.8	41.4	37.4	38.6
仕事合計	59.4	52.3	53.2	55.7	59.1	53.7	53.1	54.2
睡眠	55.7	58.8	56.5	57.8	54.8	56.2	55.5	55.0
食事	8.7	8.8	8.7	7.2	10.6	10.4	9.3	7.5
身繕い	10.1	9.5	10.8	8.9	7.9	8.4	9.4	7.2
個人ケア合計	74.5	77.1	76.0	73.9	73.3	75.0	74.2	69.7
テレビ	9.3	14.2	14.5	15.0	11.9	15.8	15.6	17.3
読書/ステレオ	3.8	3.7	3.3	3.0	4.8	3.6	3.1	2.8
社会資本	11.2	9.9	9.0	8.3	9.5	8.7	8.2	8.6
娯楽	9.7	10.5	12.1	12.4	9.5	11.1	13.5	14.9
自由時間合計	34.0	38.3	38.9	38.7	35.7	39.2	40.4	43.6

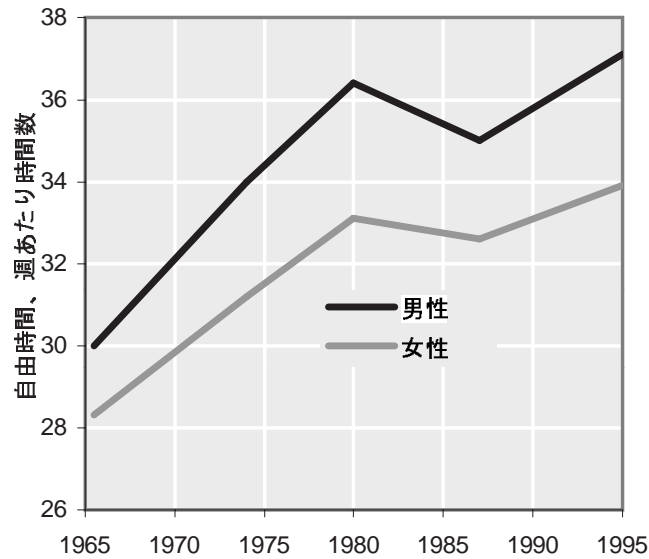


図 45: 男女別 19 ヶ国 (欧米カナダ) の自由時間平均トレンド、1965–1995. 出所: Bittman 1999.

えた。女性は睡眠時間と身繕いの時間が多く、それはあまり減っていないので、女性の自由時間が 4.5 時間増えたのは主に仕事量が減ったためだ。自由時間の大部分は、余計にテレビをみることに費やされている。一方社会活動 (社会に役立つ活動、団体への参加、宗教活動) は減少し、レクリエーション (特にスポーツ、成人教育) は増加している。

ここで見たアメリカでの自由時間の増加は欧米諸国での一般的な傾向とよく似ている。19 カ国 (ヨーロッパ、アメリカ、カナダ) から手に入れた時系列のデータからは、図 45 で示されるような一般的な傾向が見られる。女性の自由時間は男性より 2 時間から 3 時間短く、(このいくらかはおそらく身繕いの時間の差によるのだが) 概して自由時間は過去 30 年間で 6 時間か 7 時間増えているのだ。

6.7 高くなった安全性とセキュリティ

ほとんどの社会でも、最も凶悪な犯罪は他の人間を殺すことだ。このため、殺人についてはかなりいい統計がある。結果はおどろくべきもので、欧米ではとても長い間にわたって殺人の割合が減りつつあるのだ。ただし 20 世紀にはふたたび (ほとんどの国で少しだけ、アメリカではかなり) 増えてはいるけれど。

ぼくたちは有史以前の社会が穏やかで非暴力的だったと考えてしまいがちだ。もちろん記録はほとんどないに等しいのだけれど、人類学上の記録によると、どうもそれは全くの理想化にすぎないようだ。20 世紀に研究されているほとんどの集団社会もしくは部族

社会において、実は殺人は死因のトップに位置していた⁵⁸⁵。

最古の統計資料はイギリスのもので、13世紀には住民100,000人あたり20人以上が殺されていた。この割合は20世紀中盤までは着実に減り続け、100,000人あたり0.5人になった後、ちょっと増えた⁵⁸⁶。この統計は歴史学者たちによる過去何百年の暴力的な様子の描写とも一致する：

現存するこうした私信および日記から判断して、15世紀から17世紀にかけての社会関係は冷やかかで、非友好的でさえあったようだ。法的文書や他の記録に記された、異常な量の日常的な個人間の肉体的暴力および言葉の暴力から見て、あらゆる地位の男性も女性も、明らかに非常に短気であつたらしい。ごくささいな意見の相違がすぐに殴り合いに発展したし、ほとんどの人々がただの肉切り用ナイフにせよ武器になる物を持っていた。(中略)1日の記録は夕食の席や食堂での残忍な暴行についての説明であふれ、それがしばしば死につながっている。(中略)

見知らぬ人からの不慮の暴力もまた日常的な脅威だった。18世紀のロンドンの路上では、いわれのない残忍な暴行が、たとえばモホーク族のような由緒ある家柄の暇な若者集団によって頻繁に起こっていた⁵⁸⁷。

殺人による死亡率の変遷はスウェーデンでも同様だった。19世紀の終わりには100,000人あたり2人だったのが、1960年には0.8人に減り、その後わずかに増えて1人になった。イタリア(第二次世界大戦を例外とする)でも同様に5人から1.3人に減った。アメリカでの殺人率は約10人で、これらの一般的な傾向の唯一の例外だ。

一般的に言って、自殺についての状況はこの逆だ。従来社会では、自殺率は非常に低かった⁵⁸⁸。しかしながら、都市化が進むにつれ自殺率は大幅に増加している。100,000人あたり約1人だったのが10-25人になることもしばしばだ。1980年には、デンマークが100,000人あたり32人で世界一の自殺率を記録した。今日では約20人に減ったが、一方でロシアでの自殺率が大幅に増加して約42人となり、ハンガリーがこれに次いで33人だ⁵⁸⁹。

6.8 少なくなった災害と事故

災害と事故はニュースにはうってつけた。でもぼくたちは過去100年でこの2つによる死亡数を減らすことに成功した。

図46は自然災害による死亡率が20世紀初頭からいかに急激に下がったかを示している⁵⁹⁰。1900年から1939年にかけての総死亡率が100,000人あたり約2,000-3,000人だったのに対し⁵⁹¹、自然災害による死亡数は66人。1990年代には、総死亡率が927人に対

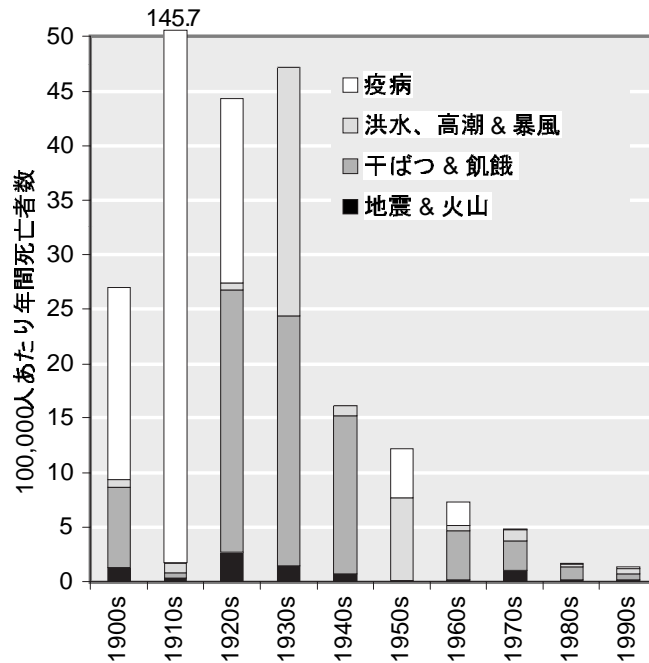


図 46: 災害による年間死亡率、10年平均、1900-99 自然災害のみ: 疫病、洪水、津波、嵐(トルネード、サイクロン、ハリケーン他)、浸水、干ばつ、地震、火山。1910年代の高い疫病率は1918年の世界的な「スペイン風邪」による2000万から2500万人の死者のためであり、このために全自然災害死亡率は145.7になっている。出所: EMT-DAT 2000。

し自然災害による死亡率は1.4人だ⁵⁹²。絶対的な減少はほぼ98パーセントで、全般的な死亡率の低下とくらべても、94パーセント以上の減少が見られる⁵⁹³。

世界人口が3倍以上になったにもかかわらず、20世紀初頭には年平均120万だった死亡数は1990年代には7万7千に下がった。1930年代以降の減少は薬の改善、警報の改善、災害対処能力の向上、社会が以前ほど脆弱でなくなったことなど多くの要因による。たとえば、バングラデシュではサイクロンによる死亡数が著しく減少した。バングラデシュ政府と、バングラデシュのレッドクレセント協会によるサイクロン対策プログラム、そして1970年代に建てられたサイクロンシェルターのおかげだ⁵⁹⁵。

自然災害による死亡数の世界的な低下は、図47に示したアメリカ、イギリスでの事故数の減少にも反映されている。これは主に事故が起こる領域がみなどれだけ安全になったかを示したものだ。事故による死亡率は100年間で4分の1に減り、ぼくたちの身のまわりにある物の安全性が向上したことを示している。職場での致命的な事故は、もっと安全性の高い設備、トレーニングの改善、労働条件の向上の結果、85パーセント以上も減少した⁵⁹⁶。これらの大幅なリスクの減少がなければ、アメリカでは年間あたりさらに40,000人

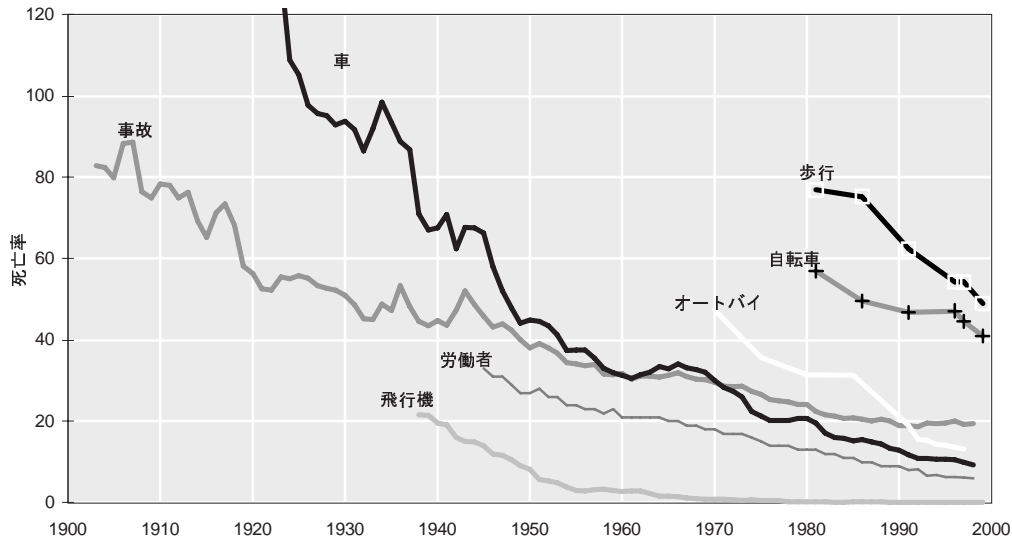


図 47: 20 世紀の事故死亡率トレンド。労働（労働者 10 万人あたり）、事故（自動車事故除く、住民 10 万人あたり）、自動車（10 億車両 km あたり）、飛行機（アメリカの航空会社の 10 億乗客 km あたり⁵⁹⁴）、オートバイ（1 億車両 km あたり、つまりほかのものより 10 倍低い単位）、自転車と徒歩（10 億 km あたり）。最初の数十年の自動車死亡率は、150–200 程度。データはアメリカ、ただし自転車と徒歩はイギリス。出所：NSC 1990:29–30, 37, 72–3, 1999:36–7, 49, HHS 1997:59, 111, 165, NCHS 1999a:199, USBC 1999c, FHWA 1996, ONS 1999: 204, 2000a:205, 2001a:220, ATA 2001b, DOT 1999:1–28, 3–1.

が勤務中に死亡していた計算になる。同様に、車での走行 10 億 km あたりで発生する死亡事故件数も大幅に減少した。これは特に車の構造と安全装置が向上したためで、同じ傾向が先進国すべてで見られている⁵⁹⁷。最もめざましいのは航空交通のリスクが 1940 年から 150 分の 1 以下に減ったことだ。つまり飛行機で 10 億 km を旅する際のリスクは、今日ではたった 0.13 だ（平均すると飛行 75 億 km、つまり飛行機で地球を 200,000 周してやっと死ぬる）⁵⁹⁸。

リスクを比べるには、リスク全てを 1 人あたり km に換算しなきゃいけない。今日ではアメリカの車は平均して 1.6 人を乗せているので、1 人あたりのリスクは図 47 に示された車のリスクより約 40 パーセント低くなる⁵⁹⁹。だから平均すると 1km あたりでは、車は飛行機にくらべて約 45 倍危険な一方⁶⁰⁰、自転車にくらべて 7 倍、歩くより 8 倍、そしてバイクに比べたらオドロキの 22 倍も安全だ。

第7章

第II部の結論：かつてない人類の 繁栄

人類の活動の主な領域ではすばらしい進歩が見られた。ぼくたちは史上最長の寿命を享受し、期待寿命は過去 100 年間に 2 倍以上になった。発展途上国における改善はもっとめざましかった。乳児死亡率は大幅に減り、つい最近の 1950 年には 5 人に 1 人の乳児が死亡していたが、今日では 18 人に 1 人だけだ。これはたった 50 年前の先進国と同じ割合だ。ぼくたちは身長が伸び、もっと健康になり、感染症にかかることも減った。人間の数も増えた。「ウサギみたいにうじゃうじゃ子供を産むようになった」からではなく、「単に、ハエみたいにぼこぼこ死ななくなった」からだ。

同時に食料も増えた。世界中で飢えている人々の割合は 1970 年に 35 パーセントだったが、今日では 18 パーセントに減り、2010 年までにはさらに 12 パーセントに減る見込みだ。新たに 20 億以上の人々に十分な食料が行き渡るようになり、発展途上国でのカロリー摂取の平均は 38 パーセント増加した。

先進国と発展途上国の両方において、過去 50 年間に収入は 3 倍に増え、貧困の割合は減少した。世界で最も裕福な人々と貧しい人々の間の、富の分配の格差はわずかに減少した。21 世紀のうちには大幅に減ると見込まれている。

ぼくたちは数々の消費財にかこまれ、おかげで生活が向上して、もっと快適に暮らせるようになった。先進国の人々は冷蔵庫、もっといい住居、車、電話、コンピュータ、ビデオデッキを持っている。発展途上国でもこれらの財は増え、もっと大事なこととして、以前よりずっとたくさんの人々が、きれいな水、下水処理設備、エネルギー、インフラへのアクセスを手に入れた。

ぼくたちが労働に費やす時間は過去 120 年間に半分に減った。以前より長生きするようになったため、ぼくたちの余暇は 2 倍以上に増えた。

殺人による死亡率はかなり減少した。ただしこれは自殺率の増加によって相殺されてし

まっている。今日では致命的な事故の件数は昔にくらべてずっと少なくなった。

平均して、教育はずっと行き届くようになり、発展途上国はこの点で先進国に追いつきつつある。発展途上国で大学レベルの教育を受けている人々の数はおよそ5倍に増えた。全体的に見ると、実に驚異的な進歩だ。

でも問題がないってことじゃない。問題はある。アフリカはとりわけ問題の多い地域だ。過去100年で他の多くの国々でみられた成長にくらべると、アフリカの成長は非常にわずかだ。AIDSの拡散はアフリカの南東地域の一部を飲み込んでしまったし、戦争、政治的不和、民族不和のため見通しは明るくない。それでも20世紀の始めにくらべれば、アフリカでさえずっと良くなったのだ。栄養摂取は改善され、収入は上がり、教育も改善した。物事はすべて良くはなくても、以前よりはましになったのだ。

世界全体、特に発展途上国、そしてアフリカの問題のある地域さえ、みな進歩を遂げた。第三部では、この進歩が本当に維持できるのか、改善できるのかどうかを見よう。

第III部

人類の繁栄は続けられるんだろ
うか？

第 8 章

ぼくたちは未来を食いつぶして現在の繁栄を維持しているのでは？

第 II 部では、人類の福祉のあらゆる計測可能な指標はおおむね改善を示しているということを見てきた。こういう指標に刃向かうのは実にむずかしい。でも、ひょっとしてぼくたちは未来を食いつぶしているだけかもしれない。

これはワールドウォッチ研究所みたいな団体から出てくる典型的な反論だ。

二〇世紀はヒトという種にとっては驚異的な成功だった。その成功はあまりに大きすぎたかもしれない。人口が 10 億から 60 億に増え、経済が 1900 年の規模に比べて 20 倍以上になるにつれて、われわれは自分たちが生まれ出た自然システムを圧倒する存在となり、自分が最早健全な環境に依存していないという危険な幻想を創りだした⁶⁰¹。

言い換えると、確かに事態はこれまでうまく行っていたかもしれない。でも実は、事態はあまりにうまく行きすぎている。この発展は継続不可能だ。その発展の自然基盤が崩壊するぞ、ということだ。しつこく繰り返されるたとえ話で、ぼくたちはこう聞かされる：「成長を続けるガンがいずれ宿主を殺して自らの生命維持システムを破壊するように、絶えず成長を続けるグローバル経済は、ゆっくりとその宿主——つまりは地球の生態系を破壊しつつある⁶⁰²」。

エーリック教授も同じ基本的な発想を繰り返す。経済学者は GDP と一人あたりの食料がどんどん成長していることを指摘して喜んでいる。「でもこの議論には致命的な欠陥がある。これはおおざっぱに言えば、毎月どんどん多くの小切手を切れると自慢しつつ、預金口座の残高にまったく注意を払わないようなものだ⁶⁰³」。

こうした批判の多くの中核にある中心概念は、現在の発展が^{サステイナブル}持続可能か、ということだ。この概念を最初に提示したのは 1987 年の国連ブルントランド報告で、^{サステイナブル}持続可能な開

発というのは、単に人類が「将来の世代が自分たちのニーズを満たす能力を犠牲にしないで、現在の世代が自分のニーズを満たす⁶⁰⁴」ようにする、ということだった。実はこんなのは言うまでもない点だ⁶⁰⁵。ぼくたちは、子孫がいまのぼくたちと少なくとも同程度の暮らしができるよう^{サステイナブル}に行動すべきだ。問題はもちろん、現代社会がすでに持続可能かどうか、ということだ。多くの環境保護論者たちは、ぼくたちのいまの社会は持続可能^{サステイナブル}じゃないと強く確信している。「実質的に、われわれは自分たちに子供がなく、次の世代が存在しないかのように振る舞っている」とワールドウォッチ研究所は述べている⁶⁰⁶。生物学者デヴィッド・エーレンフェルドは、もしぼくたちの先祖がいまのぼくたちが残しているような惨憺たる環境をぼくたちに残していたら、今日のぼくたちの楽しみいや生存すら^{サステイナブル}の可能性はかなり限られたものになる、と論じている⁶⁰⁷。

生物学者ダニエル・シラスはもっと具体的だ。ぼくたちの社会は持続可能^{サステイナブル}じゃない、なぜかという^{サステイナブル}とぼくたちは汚しすぎ、資源をあまりに急速に使いすぎるからだ⁶⁰⁸、と言う。この主張について、今後の章や部で検討しよう。

8.1 資源・リソース 福祉の基盤

ぼくたちが存在し続けるためには、地球の資源の多くに対してぼくたちがアクセスできることが決定的に重要だ。こうした資源の一部は自然に継続的に再生される。たとえば太陽光エネルギー、水、空気、植物や動物だ。こうした資源は再生可能だ。

ほかの資源、たとえば地球の天然資源や鉱物資源は再生できない（少なくとも数百から数千年という人間的な時間では）ので、一定量しかない。

こうした二種類の資源は、これから見るようにそれぞれ関連する問題もちがう。でも、現在の発展の持続可能性^{サステイナビリティ}を評価するには、再生可能なものもそうでないものも含め、すべての資源の使いぶりを見てやる必要がある。

第9章

食べ物は足りるの？

食糧は、人類にとって最も重要な資源かもしれない。ぼくたちの存在そのものが食糧にかかっているからだ。再生可能な資源ではあるけれど、希少な資源であって、しかも人口増大で圧力がかかっている可能性もある。

ワールドウォッチ研究所のレスター・ブラウンは、過去30年にわたる人口増の間を通じてずっと、農業生産はこれ以上追いつかないぞ、今度こそ価格が上がり出すぞ、と言い続けてきた⁶⁰⁹。これまでの章で見てきたように、そんなことは起きてない。『地球白書』1998年版では、図48が証拠として挙げられた。ほとんどの人はこれを見て、全般に価格は下がっているな、と思って、それまでの危機の予想や価格上昇は一時的なものだったな、と思うだろう。ところがこのデータは、価格がついに逆転して今度こそ上昇に向かっていると証明するのに使われているのだ。

今世紀の半ば以来続いてきた、世界の主要主食である小麦の実質価格の長期低下傾向は、1990年代に底を打ったかもしれない。1993年に近年の底値であるブッシュェルあたり\$3.97を記録して以来、価格は3年続けて上昇し、1996年にはブッシュェル\$5.54と39パーセント上昇した。将来の各年ごとの価格変動は、1997年がそうだったように下がることもあるだろうが、この分析によれば、長期的なトレンドは上昇に向かう可能性が高いことが示されている⁶¹⁰。

まとめの章では、こんどはこのデータはずっと広い意味合いを持たされている。

世界穀物価格の上昇は、世界が経済・人口的に維持不可能な道筋にあることを示す、初の世界的な経済指標かもしれない⁶¹¹。

でも、小麦価格の低下は20世紀半ばから始まったことなんかじゃなくて、遅くとも1800年から続いていたことで、これは図25を見ればすぐわかる。さらにブラウンが分析の根拠にしている価格上昇は、一時的な異常事態でしかなかった。大規模食糧研究所の一

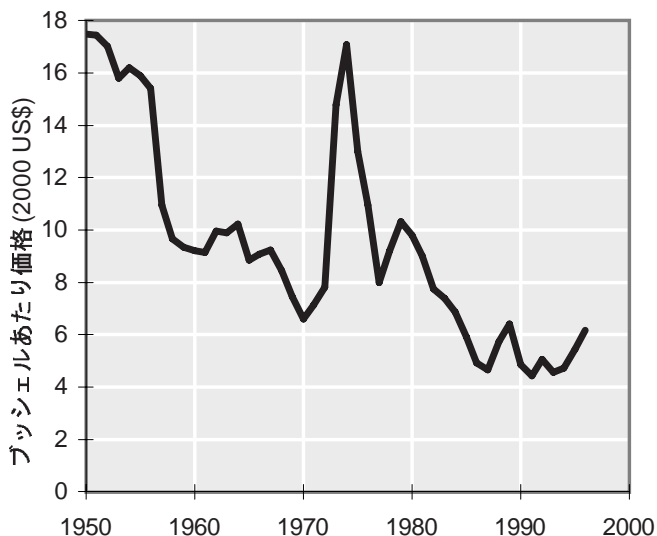


図 48: レスター・ブラウンの図、WI 1998:92. 2000 年ドル/ブッシェル換算の小麦の国際市場価格、1950–96⁶¹³。出所: IMF 2001, CPI 2001a.

つ IFRPI が、ワールドウォッチ研究所へのほとんどあからさまに近い言及をこめて書いているように、「1995–96 年の穀物価格上昇は短期的な現象で、一部の人々が恐れたような、長期的な価格上昇傾向の始まりや、新たな世界食糧危機の前兆などではない⁶¹²」。本書執筆時点の 2001 年 2 月で見ると、小麦はまたもや最低価格の記録を更新している（図 49）。

9.1 少なくとも一人あたり穀物は減少している

でも食糧生産に問題があることを示したいんだったら、使えるデータにはどんなものがあるだろう？ すでに農業が、1961 年以来先進国でも発展途上国でも、一人あたりの食糧もカロリーもますます多く生産してきたことはこれまで見てきた通り。

ここ何年にもわたり、食糧生産が人口増に追いついていないことを示すとおぼしきデータがもう一つある。このデータはワールドウォッチ研究所が派手に喧伝していて、図 50 に示してある⁶¹⁴。ここで見せられているのは、世界の住人一人あたりの平均穀物量が 1984 年までは伸び続けたけれど⁶¹⁵ これは緑の革命が本当に成功したことを示す その後それが 11 パーセント下がったことも示している。でも、ワールドウォッチ研究所がこの図を見せる時には、世界全体についてを示す上のグラフしか見せない。この世界トレンドはとっても有効で、あちこちで参照されている⁶¹⁶。2000 年のあるエコロジスト宣言では、これは衰退を示す最重要指標とされていた⁶¹⁷。レスター・ブラウンの表現では、食

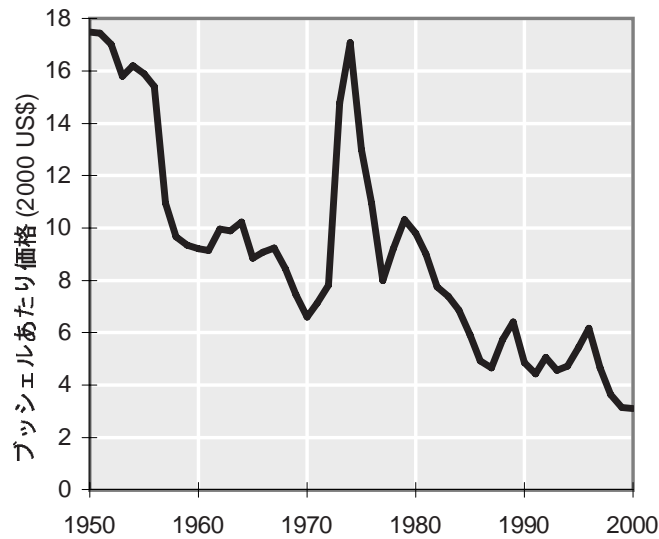


図 49: 2000 年ドル/ブッシェル換算の小麦の国際市場価格、1950–2000。出所: IMF 2001a, CPI 2001.

糧生産は「劇的に勢いを失っている」とのこと⁶¹⁸。

でもこういう選択的な図はまちがった印象を与えるし、その背後にある理屈もまちがっている。これは、発展途上国の穀物生産を同時にプロットするとわかる。確かに一人あたりの穀物生産高は、1984年に $344kg$ でピークに達して、その後は $306kg$ まで下がった。でもこれは、主に統計的な処理の影響でしかない。先進産業国では、穀物生産量は1950年代から1980年代にかけて着実に増えて、住民あたり $650kg$ で頭打ちになったけれど、これは要するに、ぼくたちがもうそれ以上は食べられないってだけの話。実はぼくたちがこんなに大量の穀物を消費できているのは、その大部分が動物の飼料になって、その動物の肉をぼくたちが食べているからだ。でも発展途上国では、生産は増加を続けている。1961年の $157kg$ から、2000年には $211kg$ になっている⁶¹⁹。驚異的な34パーセントの増加。それでも全地球の平均が下がっているのは、途上国では人がどんどん増えているからだ。200kgくらいを生産している人がどんどん増えてきて、先進国ではほぼ一定数の人が $650kg$ ずつ作っていたら、地球全体での平均は下がるしかない⁶²⁰（でも、2000年の生産高は例外的に低かったことも注意。これは価格が下がりすぎたのと、中国の気候が悪かったせいで⁶²¹、このために発展途上国ですら珍しいほど平均穀物収量が下がった。他の発展途上国では、2000年の平均はそんなに目立って下がっていない⁶²²）。

だから、世界平均の低下だけを示すのは、発展途上国のますます多くの人が、これまでにない大量の食糧を得ているという事実を隠しちゃうことになる。実はFAOはまさにこれについて、世界の穀物低下は「大幅な警戒を要するものではない⁶²³」と指摘している。

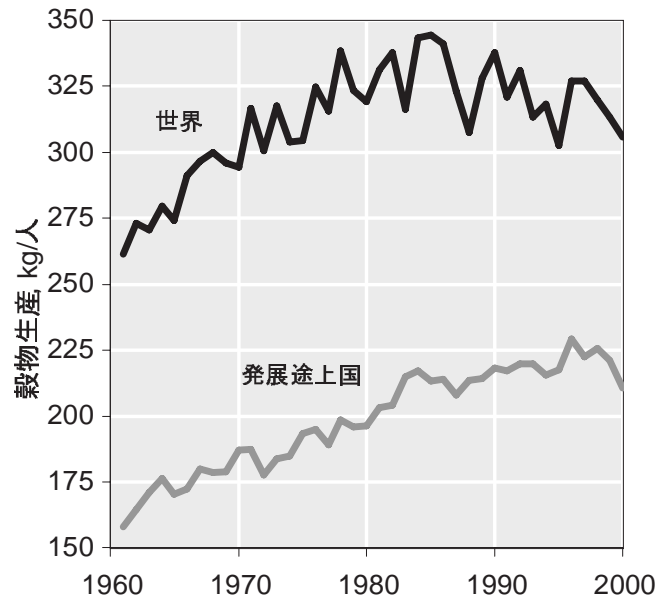


図 50: 穀物生産、一人あたり kg、世界と発展途上国、1961–2000。出所: FAO 2001.

FAO は、発展途上国での一人あたり食糧穀物生産は、2010 年まで上昇を続けると見込んでいる⁶²⁴。そして実は、FAO は世界の一人あたり穀物生産でさえ、いずれ逆転して 2030 年には 340kg となると予測している。ブラウンのすてきなグラフもこれで台無しだ⁶²⁵。

だから手に入る証拠をきちんと見てやれば、食糧生産は勢いを失ってなんかないことがわかる。

9.2 生産性が下がっている

緑の革命は勢いを失っている、とよく言われる。これまたその一変種として、ワールドウォッチ研究所はぼくたちが「すさまじく勢いを失⁶²⁶」いだしている、と論じる。成長は鈍化していて「横這いになるか、横這いになりそうな兆候を見せている⁶²⁷」。驚いたことに、レスター・ブラウンはこの横這いを示そうとすると、世界の穀物総生産の年間伸び率の数字を使う⁶²⁸。もちろん、そんなのは本当に大事な数字じゃない。ぼくたちがもっぱら気にするのは個人のことで、だから見るんなら一人あたり生産高のほうがいい。同時に、1990 年代初期というのが穀物生産にはかなり条件が悪かった、という点についての補正は何もない。これは、かつての計画経済と欧州連合の両方のせいだ。旧ソ連を始めとする中央計画経済の崩壊は、1990 年から 2000 年にかけての生産高をほとんど 40 パーセント下落させ、それまで世界の穀物の 17 パーセントを生産していた同地域は、10 パーセント以下しか生産しなくなった。欧州連合は、共通農業政策を改訂して、補助金依存を改

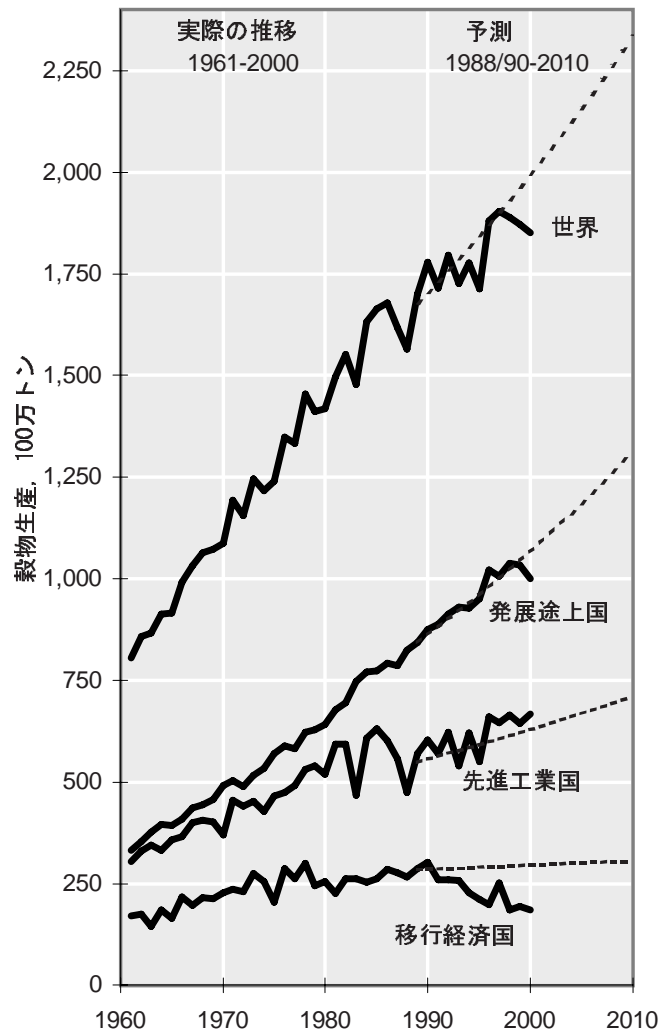


図 51: 穀物生産、FAO の予測 1989-2010 と実績 1961-2000 出所: Alexandratos 1997, FAO 2001.

めて過剰生産を防ぐようにして、これまた EU の食糧生産が 5 パーセント以上下がる結果を招いた⁶²⁹。さらに EU は環境的配慮から農地の留保量を増やしたし、国際市場価格の低さもまた生産を引き下げた⁶³⁰。

でもソ連崩壊も EU の農業リストラも、ぼくたちがどれだけ生産できるのか、という問題に比べればどうでもいいことだ。ここで FAO は、穀物生産は見通しがつく限り上昇を続けると予測している。これは図 51 に示した 2010 年公式予測でも明らかだ。

レスター・ブラウンは、1990 年代の穀物生産について絶えず楽観的すぎたといつて FAO と世界銀行を糾弾している。かれは、この両者による総量は 14 パーセント近くもは

ずれていると主張する。でもこうした非難は、ただの計算ミスや不正確なデータによるものが主だということがすでに示されている⁶³¹。図 51は、穀物生産の推移と FAO の予想を示しているけれど、一般に実際の世界総生産は予測値とそんなにはずれていない⁶³²。全体としてのずれは、旧計画経済諸国が 1990 年代にえらく成績が悪かったことからくる。この生産の減少は、いずれ逆転すると見込まれている⁶³³。でも途上国は、予想された成長を実にきれいになぞっている（ここでもまた 2000 年だけは別で、これは中国が極度な低価格と悪天候のために成績が悪かったせいだ）⁶³⁴。

それでも世界的な収量増加率は、世界のカロリー摂取のほとんど半分をしめる米、小麦、トウモロコシについて低下してきているというのは事実だ⁶³⁵。1970 年代に、米の収量は年率 2.1 パーセントで成長していたのに、いまの収量は年 1.5 パーセントまで下がっている。小麦とトウモロコシの状況も似たようなものだ⁶³⁶。でも、それを心配すべきなんだろうか？

この質問に対する答は 3 通りある。まず、収量成長が鈍化したということは、植物効率性の生物学的・生理学的な限界に近づいているってことなのかどうか考えるべきだ。ぼくたちは、植物からこれ以上のサービスをしぼりとれないところに近づいているのか？ 第二に、生産を制約しているのはてっぺんのところの収量なのか、第三世界の農民たちの大半は、むしろ最高収量のずっと下のところで生産しているんじゃないか、ということを考えなきゃいけない。第三に、ぼくたちが心配すべきかどうかは、人類がこれ以上の高収量を必要としているのかどうかにもよる。人口増加率はどんどん下がってきているし、摂取栄養も増えてきたし、ぼくたちにだって食べられるカロリーには上限があるのだ。

9.3 収量の限界？

ぼくたちは、植物から搾り取れるものの限界にきているんだろうか。レスター・ブラウンはまさにこの点を図 52で論じている。これは世界のトップクラスの生産国 日本の米とアメリカの小麦の収量の推移を示したものだ。ここでも、何も知らない読者は単に、収量はどんどん向上しているなあ、と思うだけかもしれない。でもブラウンは、アメリカの 1983 年の小麦収量（グラフで表示）を見ろと言う。当時、アメリカは 2.65 トン/ha 生産していたけれど「それ以来、収量は増えていない⁶³⁷」。同じように、ブラウンは 1984 年の日本の収量を見ろという。これは 4.7 トン/ha だった。「それ以来、これは頭打ちになっている⁶³⁸」。二カ国の農民たちは、ほぼ同じ時期に「壁にぶち当たった」ようだ。この農業最先進国 2 つでの頭打ちは、一時的なものだろうか？ それとも他の国でも、農民たちが利益の出る形で収量を増やす既存手段を使い果たすにつれて同じ事態になるんだろうか？⁶³⁹

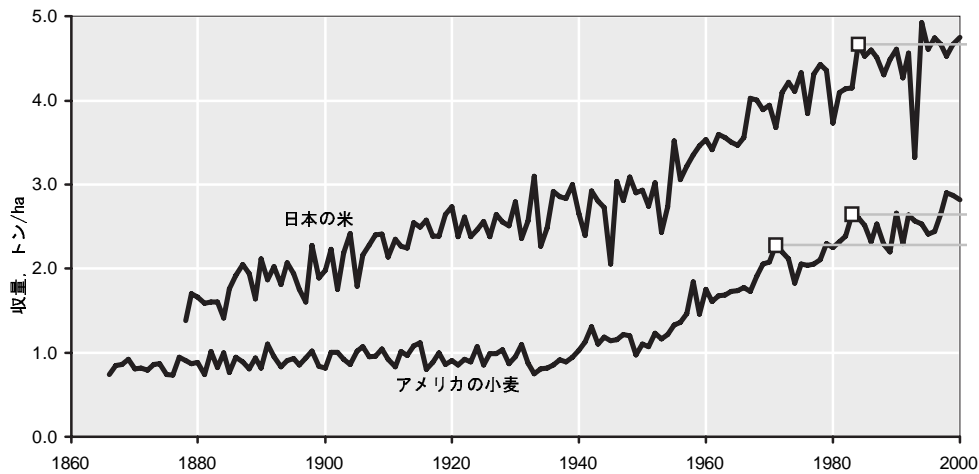


図 52: アメリカの小麦と日本の米の収量 1860 年代–2000, t/ha。ワールドウォッチ研究所の図 5-2 (WI 1998:82) とまったく同じものに、1998–2000 の数字を追加。ワールドウォッチ研究所が指摘した以前の頂点 (小麦の 1971 年と 1983 年、米の 1984 年) をマーク。出所: WI 1998b, USDA 2001a, FAO 2001a.

レスター・ブラウンは、後者こそが正しいと答える。われわれは「生物学的な現実に向き合⁶⁴⁰」い始めなくてはならない。「近い将来に、さらに多くの国が『壁にぶち当たる』のは確実なようであり、「いずれ穀物収量の上昇はいたるところで横這いになるだろう⁶⁴¹」。ぼくたちは「世界が希少性の時代に突入⁶⁴²」して穀物価格も上昇するんだ、と聞かされる⁶⁴³。これは「第三世界の都市にかつてない政治的不穏を創り出し」、これが進歩に影響して全金融システムが危機に瀕する⁶⁴⁴。ブラウンは、国連と世界銀行が自分の予想に強く反対していることは知っているけれど、1995 年の「京都ニュース」で言及されている日本の研究がかれの見解を支持していることで安心しているようだ⁶⁴⁵。

でも、1983 年とか 1984 年とかいうデータポイントが、ずいぶん慎重に選ばれていることにご注目。出発点としてずばり 1983 年を選んだ場合にのみ、アメリカの小麦収量はそれ以来増えていないなんていう主張ができる。同じように、日本の場合でも頭打ちを主張するには、1984 年以外を選ぶわけにはいかない。もし たとえば一貫性を持たせるため 日本でもブラウンが 1983 年を選んでいたら、生産性はその後大幅に向上したことになる。皮肉なことだけれど、ブラウンがいまの発言をしたまさにその年 (1998 年) に、アメリカはその「壁」とやらを突破した。これは図 52 でもわかるように、1983 年のほとんど 10 パーセント増した。

実はレスター・ブラウンは、昔も似たような議論をしている。1981 年にかれは、今こそアメリカの小麦収量は限界に達したと主張した。かれが指摘したように、アメリカの収量は 1972 年から 1977 年にかけて 6 パーセント低下した⁶⁴⁶。そして、はいその通り、

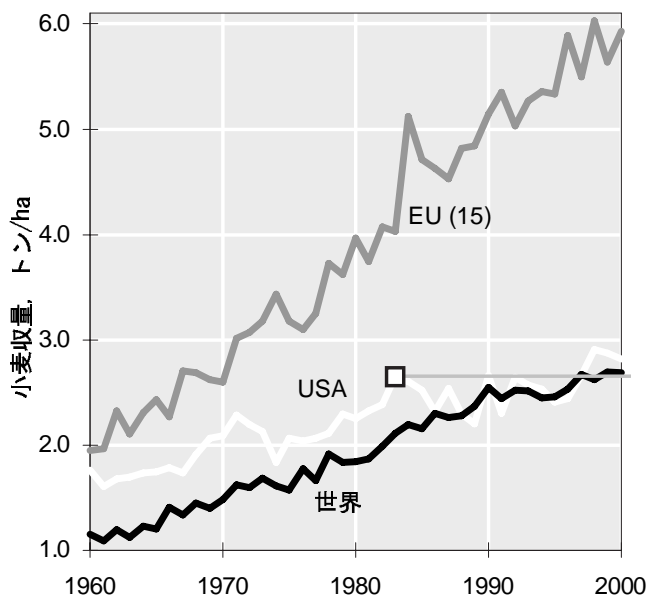


図 53: 小麦収量 1960–2000, t/ha, アメリカ、EU、世界。出所: USDA 1998, 2001a.

1971–2 年はまさに、収量が以前のピークに達した時なのでした（図 52）。そして同じく、これまた皮肉なことに、ブラウンがこの声明を出したまさにその年に、小麦収量はそれまでの壁を突破して、それ以来、1 年をのぞけば毎年その「最大収量」を上回っている。

アメリカは世界の小麦の 11 パーセントを生産している。EU は 15 パーセントほどで、双方の小麦収量は図 53に見られる。明らかに EU のほうが、アメリカに比べてヘクタールあたり倍以上の小麦を生産している。これは EU のほうがずっと農地が少ないので、EU の畑のほうがずっと集約農業になっているからだ。でも、図 53から真っ先に読みとるべき大事なメッセージは、EU はレスター・ブラウンの「壁」なんかにぶちあたっていない、ということだ。ヘクタールあたり収量はずっと増え続けてきている。ここからして、ブラウンの議論は小麦については成り立たないようだと言える。第二のメッセージ　そしてたぶんレスター・ブラウンにとってずっと都合の悪いメッセージは、アメリカが壁にぶちあたっていたにしても、当のアメリカ自身がそれを 1998–9 年に突破しただけでなく、世界全体がそれを 1997 年と 1999 年に突破しているということだ。EU でもアメリカでも世界全体でも、データは「壁」仮説を支持していない。

同じパターンは、レスター・ブラウンのもう一つの例である日本の米収量（図 54）についても言える。日本はとてもちっちゃな田んぼでものすごく集約的に米を育てている。だから日本より高い収量を持つ国はあんまりない⁶⁴⁷。日本は農民にものすごく補助金を出すし、USDA によればこれはつまり、収量を増やしても経済的なメリットがなくて、だ

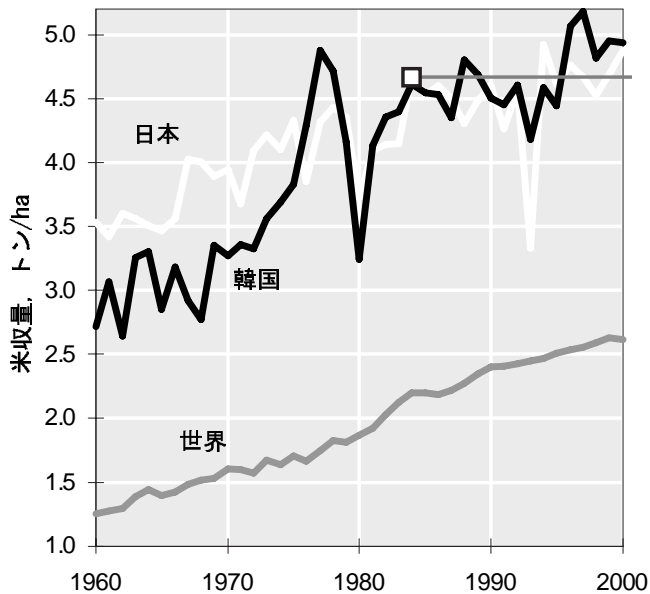


図 54: 米収量 1960-2000, t/ha, 日本、韓国、世界。出所: USDA 1998, 2001a.

から最近の日本の農民たちはむしろ自分の作業量を減らそうとする⁶⁴⁸。時間の節約のため、ヘリコプターから種もみをまく試みさえ一部では行われているとか！⁶⁴⁹言うまでもなく、こんなインセンティブ構造じゃ収量増加なんか期待できない。

でも他の集約型米生産国、たとえばアメリカや NIC（韓国などの新興産業国）は、明らかに安定した収量増を示している。日本の米の収量についてブラウンが見つけた「壁」は、意図的に誤解を招くような例を使ったことで生じているようだ。世界の収量を見てもこの点は裏付けられて、収量は安定して向上している。

ところがレスター・ブラウンは、自分の収量の壁には理論的な裏付けもあるんだと言う。かれは、ぼくたちが収量増加の生物学的かつ生理学的な限界に急速に近づいているんだ、と述べる。「(収量が)いったんこの限界近くまで押しやられたら、残った選択肢は比較的少ない」。遅かれ早かれ「各国で、どの穀物でも、農民たちが収量増加を維持できなくなるポイントがやってくる⁶⁶¹」。でも、ぼくたちは理論的な「壁」にたどりついたりもしていない。CIMMYT（これはノーマン・ボーローグとともに緑の革命を始めた組織だ）の最新研究では、今後も安定した収量増が可能だと自信を持って述べている。「穀物の収量増加率が最近低いことについて、大惨事の予兆と見る『悲観的』またはマルサス的なアナリストたちは間違っていると信じる⁶⁶²」。最近の生産高の成長率が低いのは、むしろ実質価格低下のせいらしい⁶⁶³。

実際問題として小麦生産上限の上昇率は、たぶんどう考えても減速するどころか、過去

30年にわたり1パーセント程度で一定しているし、今後も収量改善の機会はいくつもある⁶⁶⁴。トウモロコシの生産性増大もすぐに実現できそうで、レスター・ブラウンだって「トウモロコシはまだ頭打ちにはなっていないようだ⁶⁶⁵」と認めている。最後に、米の見通しは劇的に明るい。中期的には20パーセントの収量増加が見えていて、研究者たちは長期的には50パーセントの収量増加も予想している⁶⁶⁶。

同時に、新しい穀物品種は耐害虫性や穀物の質でも優れていて、収穫期間や水・栄養分の要求も小さい⁶⁶⁷。さらに大規模な生産性増加は、農薬や肥料の利用増加や、労働管理の改善と知識によって可能になる（こっちのほうがありそうだ）⁶⁶⁸。

もちろん穀物の生産性は、勝手に上がってくれるわけじゃない。企業や政府による研究投資は必要だし、穀物価格がさらに下がると予測され、つまり研究の見返りも低いとなると、急速な収量増加は公共による研究投資からしか出てこないかもしれない。それでも、これは政策の優先順位づけの問題であって、食糧生産の基本的な問題なんかじゃない。最高収量の「壁」なんて、間近にはないようだ。

バイオマス

1986年、エーリック夫妻の率いる研究者チームが地球の純一次生産（Net Primary Production, NPP）のうちどれだけ実際に人間に消費されているかを調べた⁶⁵⁰。手短かに言うと、地球上で本当に成長に貢献しているのは光合成を通じた太陽エネルギーだけで、だから研究者たちはバイオマス、あるいは「緑の物質」の成長のうちどれだけを人間が活用しているか知りたかったわけだ。

答えは、人間は直接、あるいは動物を通じて間接的に、地球のバイオマス生産の3.9パーセント程度を利用している、というもの。怖いほど大きな数字って感じじゃない⁶⁵¹。研究者たちは、人間がどれだけ食べるかにとどまらず、生産過程で無駄にされる植物成長（たとえば糞など）や、ぼくたちの生活スタイルが阻害する植物成長（駐車場や家や道路やショッピングセンターを作ったために起きなくなったバイオマス成長）、畑によるバイオマス生産減（長命、または長年にわたる自然な植物成長ではなく一年ごとの刈り入れ）、放牧地にならなかつたら森林がどれだけ余計にバイオマスを作れたか、砂漠化がどれだけバイオマス成長を減らしたかも調べた。

よく引用される結果は、人類は地上の純バイオマス成長のうち38.9パーセントを消費、妨害、阻害している、というものだった。この数字はぼくたちの好奇心に訴えはするかもしれないけれど、でもたぶんあまり意味はないだろう。

でも、これはずいぶんあちこちで持ち出される解釈につながった。それもなかなか恐ろしいけど、ひたすら間違った解釈だ。ある有名なデンマークの科学者の表現を借りると、「今日、人間活動は土地ベースの光合成の40パーセントを利用している。人口が倍増したら、それは80パーセントを使うようになるということだ。100パーセント利用とな

ると、これはエコロジ的にも社会的にも不可能だ⁶⁵²」。

もとの研究チームはこんなまちがった主張をしないだけの慎重さを持っていたけれど、その後のエリック夫妻はそういう慎重さを持ち合わせていなかった。「NPP の人間のシェアはほとんど 40 パーセント近くだ。(中略)ほとんどの人口学者は、ホモ・サピエンスが次の 1 世紀かそこらで人口を倍増させると予想している。これはつまり、ヒトという種が地上の NPP の 80 パーセントを楽にものにできるといふ信念を意味している。人間活動の今日の水準ですら致命的な影響が出ているのをすでに目の当たりにしているエコロジストたちにとって、これは笑止な考え方だ。人口がさらに倍増できると思っている楽観論者たちは、基本的な食糧資源がどこから入手できるのかを考えたほうがいい⁶⁵³」。著名な環境経済学者ハーマン・ダリーも同じ論理的な誤りをおかしているし、これは他の環境ライターによって同じように繰り返されている⁶⁵⁴。

確かに「人口が倍増すれば 40 パーセントが 80 パーセントに」という言いぐさはもっともらしいけれど、でもこれはまるっきり間違っている⁶⁵⁵。たぶんこういう物言いの著者たちは、40 パーセントという数字を単純に解釈して、その背景になっている材料を読みも理解もしなかったんだろう。

すでに見たように、国連は世界人口が現在の人口の倍くらいで頭打ちになると見込んでいる。もちろんこれは、ぼくたちが最低でも倍の食糧を生産しなきゃいけないってことだ。でもだからって、耕作地を倍増させる必要なんかまったくない。生産増の圧倒的 대부분は、収量の増大からくるからだ。国際食糧政策研究所は、1993 年から 2020 年までに食糧生産は 41 パーセント増えるけれど、耕作地はたった 5.5 パーセントしか増えないと推計している⁶⁵⁶。耕作面積増以外の部分は収量の増大からくるけれど、これは追加のバイオマスを必要としない。これは単に、茎から実へとエネルギーを振り向けて、灌漑と施肥を通じて成長を高めるだけだからだ⁶⁵⁷。

農業は現在、潜在的な地上の光合成のうちたった 10 パーセントを利用しているだけだ。農業生産を倍増したら、この利用度をせいぜい 12 パーセントにするだけだ⁶⁵⁸。さっきの 40 パーセントという数字で他の大きな要因は、放牧地 (6.5 パーセント)、通常の伐採 (5.8 パーセント)、森林のかわりに農業生産を行うことによるバイオマス喪失 (7.0 パーセント) で、どれも人間の数とは正比例よりかなり弱い関係しかない⁶⁵⁹。

だから最終的な NPP 利用度は、人口が倍増しても 80 パーセントなんかには近づきさえもせず、たぶん 50 パーセントくらいだろう。長期的にもっと豊かさが増せば、この比率は逆に下がるかもしれない。多くの国が 現在の多くの OECD 諸国がそうになっているように 再植林をして、草原を作り、休閒地の農業利用をやめるようになるからだ⁶⁶⁰。

9.4 ふつうの農民はどうよ？

同時に、そして潜在的にはずっと深刻な点として、レスター・ブラウンはふつうの農民の状況について議論しない。発展途上国の圧倒的多数の農民たちは、現地の最高の生産者たちと比べてもずっと低い収量しか実現していない。推定によれば、ほとんどの農民は最大可能収量の半分以下しか実現していない⁶⁶⁹。インドのアンドラ・プラデシュ地区では、研究ステーションは伝統的な農民の5倍から10倍の収量を当たり前のようを実現している⁶⁷⁰。だから改善の余地はまだある。たとえばシリア、古代には中東のパンのバスケットとまで言われた地域は1991年に、やっと再び小麦が自給できるようになった。高収量品種や灌漑、施肥、教育を通じた熱心な取り組みを通じて、生産は1950年から4倍になった。

FAOは、発展途上国の収量成長を詳しく検討している。「発展途上国全体としては、一人当たり農業生産成長率（全産物）の最近8年の移動平均は、以前の8年の移動平均と比べても下がってはいない⁶⁷¹」。これは農業生産依存度の低い国についても成り立つ。特に、農業生産への依存度が高い発展途上国については、収量成長率がわずかにだが上昇していることがわかっている。だから、FAOはレスター・ブラウンについて明らかにほめかしつつこう述べる。「この証拠に基づけば、近年の進展が事態の悪化に向けて転換を示したという主張を受け入れるのは困難である⁶⁷²」。

言い換えると、特に第三世界での発展は、ますます高い収量が得られる形で続き、結果としてますます農業生産も高まるわけだ。

9.5 まだ収量の高成長なんて要るの？

新しい高収量品種の開発が「壁」にぶつかる恐れはないし、特に発展途上国がもっと食糧をたくさん作れると考えるべき理由は多い。それでも、確かに生産の成長は鈍っているのは事実だ。一人当たりの食糧生産は増えてはいるけれど、追加の成長は、単位収量で見ても総生産で見てもだんだん減ってきている。

でもこれは絶対に問題なんかじゃない。米の収量の伸び率が2.1パーセントから1.5パーセントに下がったという事実は、問題であるようには見える。でも、同時期に人口の伸びだって1970年代初期の2パーセント以上から今日の1.26パーセント以下まで下がっているし、今後50年でこれはさらに0.5パーセント以下にまで落ちる。実は、これまでの農業生産成長のほとんどは、人口増加のせいで必要となっていたもので、所得の伸びが需要に与える影響はずっと小さい⁶⁷³。だから、今日では生産量の伸び率が小さくて

も、1970年代にかなり高い生産量の伸びが実現したよりも多くの食糧を各個人に与えることができるのだ。

同じように、地球住民のずっと多くの割合の人が、十分な食事を得られる。飢えている人の割合は35パーセントから18パーセントに下がった。1961年、発展途上国の住民たちは平均で1,932キロカロリーを摂取したけれど、1998年にはそれが2,663キロカロリー。38パーセントの増加だ。1960年代と1970年代の世界が生産量の大成長を必要としたのは、人口成長に追いつくためだけでなく、各個人に行き渡る食糧が増えるようにするためでもあった。今日では、必要な成長は昔ほど高くない。追いつくべき人口の伸びも減ってきたし、もっと食糧を必要とする人の数も減っているからだ。結果としてFAOの予測は、世界の需要が今後30年で年平均1.5パーセントしか伸びないと推計している。過去30年では、これが年平均2パーセントだった⁶⁷⁴。

まとめとして、FAOは農業生産の伸びが減ってきてても心配しなくていい、と述べている。基本的にこれは「世界の人口と開発進行における嬉しい進展の反映である」：世界人口の伸びはずっと下がり、ますます多くの国の人々が、これ以上は食べられないという食糧消費水準にたどりつきつつあるわけだ⁶⁷⁵。

それでも、まだ飢えている人がいるのに世界の農業生産の成長率が下がっているということには、道徳的な問題がある。でもこれは、生産の根本的な問題のせいじゃなくて、こうした人々がもっと食べ物を要求するだけのお金がないという事実からきている。FAOのことは借りると、「栄養不足が根絶されないのは、貧困削減の失敗が主な理由だということとはよく認識されている⁶⁷⁶」。

だから、前の章でも述べたけれど、最貧国での飢餓者にとって進むべき道は、もっと経済成長を進めて、こうした人々でもまともな暮らしができるようにしてあげることなのだ。

9.6 穀物備蓄が減ってるぞ！

ワールドウォッチ研究所はまた、世界の穀物繰越備蓄量についても懸念を表明している。穀物備蓄ってというのは、ちょうど新収穫期直前に残っている穀物の量のことだ。「多くの点で、繰越備蓄こそは食糧安全保障の指標として最も重要なものだ」とワールドウォッチ研究所は主張している。図55からもわかる通り、2000年の穀物備蓄は消費62日分くらい、FAOの推奨値64日よりちょっと少ない⁶⁷⁸。

でも、これがもっぱらプロパガンダ的な数字でしかない理由はいくつかある。まず、穀物備蓄が減ってきたのは、主にアメリカとEUでは大量の余剰備蓄に対する財政的なインセンティブがうち切られたからだ⁶⁷⁹。第二のもっと大事な点として、穀物備蓄は一般に、

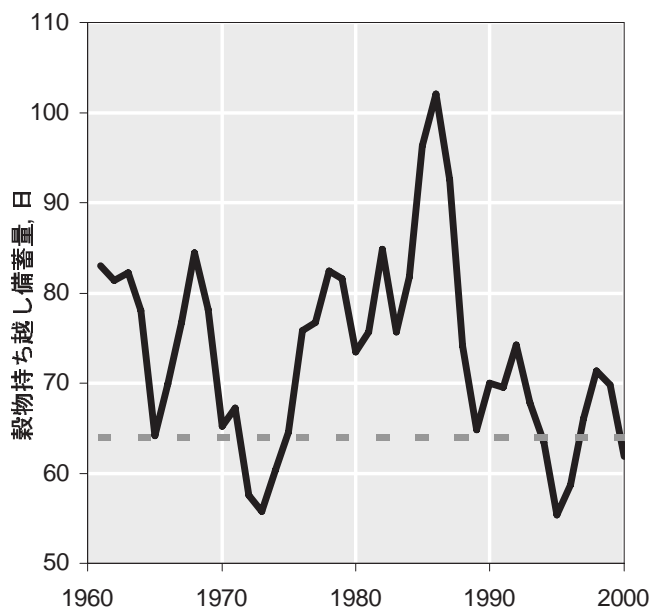


図 55: 穀物繰越備蓄量、1961–2000: 次の収穫の直前における消費可能日数。点線は FAO の推奨値 64 日を示す。出所: USDA 1998, 2001a.

だんだん備蓄を減らす方向に動いている。世界の貿易がずっと柔軟になってきたからだ。今日では、インフラが改善され、貿易も整備されて、情報も流通しやすいから、必要なところに食糧を届けるのはずっと簡単だ。世界はますます統合されてきて、それぞれの政府がいちいち大量の備蓄を用意して自分の食糧供給を確保しなくてよくなった。今日では、人類は集合的にお互いの面倒を見ているわけだ。こういう安全保障のほうはずっと効率がいい⁶⁸⁰。

アメリカ農務省のいくつかの調査によれば、穀物供給は実はだんだん安定してきていて、これは特に発展途上国の消費者たちを、単発の不作年からくる不安定性から保護するように機能している⁶⁸¹。こういう安全保障の増加は、単に国際貿易の発展だけでなく、いわゆる飼料穀物バッファと称するものからきている。不作だと、人間の消費する穀物が稀少になる。でもそのせいで国際市場価格が上がると、家畜用の飼料が減って、これが部分的に当初の不足を補うことになる。1972–4 年にかけて、穀物供給が落ちて価格が劇的に上昇したとき、アメリカの飼料消費の落ち込みは、世界の穀物生産の低下分と同じくらい大きかった⁶⁸²。

食糧安全保障は、別に穀物備蓄の日数にさほど依存していない⁶⁸³。ずっと大事なのは、国際貿易が円滑で、穀物備蓄　つまりはそのコスト　を最小限にしてくれて、一方で供給が安定してくれたということだ。それが証拠に、備蓄は 3 年連続で減る見通しだけ

ど、USDA は輸出業者が価格を変えずに需要を満たせるだろうと見ているし、実はずっと大きな問題は、既存の大量の備蓄が保管施設にかなり負担をかけているということのほうだ⁶⁸⁴。

さらに食糧安全保障は、単に危機のときに飢えから守られるってだけの話じゃない。図55を見てそういう含意を読みとる人は多いけれど、食糧安全保障っていうのは、日常生活での安全を守る、ということでもある。つまり日常的な食べ物が手に入るようにすることだ⁶⁸⁵。そしてここでは、食料価格のすさまじい低下がもっと多くの家族に十分な食糧を行き渡らせ、限られたリソースのもっと多くの部分を、食べ物以外の大事な生活の質を向上させるための使途に向けられるようにしている。

国際化の進展は、食糧生産が地上のいちばん生産的な地域に移行することを可能にした。これはもっと安い食糧ともっと高い経済成長を与えてくれたし、各家族の選択機会を高めてくれているのだ⁶⁸⁶。

9.7 中国はどうよ?

レスター・ブラウンはまた、1995年の著書『だれが中国を養うのか? 迫りくる食糧危機の時代』で中国からの食糧安全保障に対する脅威の可能性について、集中的に論じている。論点その1、中国は世界最大の国で、世界人口の20パーセントを擁する。論点その2、中国は過去20年にわたり、年率10パーセント近くという驚異的な成長をとげてきた⁶⁸⁷。ブラウンの考えでは、中国が2030年までに人口をもう5億人増やして同時に急速な経済成長をとげたら、これは食糧需要を劇的に押し上げる、ということになる。

特に重要なのは、肉需要の高まりだ。今日、中国人はほとんど肉を食べないし、世界のあらゆる経験からして、所得が増えると肉や乳製品の消費量は増える。肉はとっても「高価」だ。つまり1kgの食べられる牛肉は16kgの穀物を必要とするからだ。残り15kgは、動物の運動と、食べられない部分に使われる⁶⁸⁸。もしすべての肉が放牧の家畜で生産できるなら、これはもちろん問題にはならないけれど、中国にはそれだけの農地はない。レスター・ブラウンの推計では中国は今日の一人当たり年間35kgの肉消費(いまの日本の40kgに近い)から台湾並みの75kgに移行すると推計している。全体としてブラウンは、これが穀物およそ3億トン、つまり世界の穀物生産の15パーセントの需要増につながるとしている。これは可能だろうか? レスター・ブラウンは、無理だと考える:「中国は、じきに大量の穀物輸入国となるかもしれない。その量はあまりに多く、これがかつてない世界食料価格高騰を引き起こすかもしれない⁶⁸⁹」。実はかれは「中国はわれわれに、西洋の産業モデルはどう考えても資源不足のために実現できないということを教えてくれているのだ⁶⁹⁰」と思っているのだった。

ブラウンは、農地総面積は50パーセントほど減ると考えている。その土地が道路や建物やその他の目的に使われるからだ。このパターンはすでに日本や韓国や台湾でも見られたものだ。さらにブラウンは、中国がすでに高収量を実現していて、今後あまり大幅な改善は期待できないと書く。中国での肥料使用はすでに高く、これ以上肥料を使っても、今後それほど収量が増えるとは思えない。さらに各種報告によれば、水と風による土壌流出が激しくて、生産性向上の見通しはさらに下がる。中国はさらに大気汚染の水準も高く、これまた収量を5-10パーセント引き下げるとされる。最後にレスター・ブラウンは、世界市場が中国の将来におけるすさまじい輸入ニーズをカバーするのは不可能だと指摘する。したがって、穀物価格の大幅上昇が予想され、世界経済は危機を迎える。「史上初めて、人間の食糧需要と地球の自然の限界の一部が環境的に衝突し、世界中に波及する経済効果をもたらすであろう⁶⁹¹」。

でもブラウンの想定のおおくは、ふたを開けてみると実に心もとないものばかりだった。ブラウンは、2030年の中国人口を過大に推計している。かれは16億人以上と想定しているけれど、国連推計は14.62億、アメリカ国勢調査局の推計は14.83億人だ⁶⁹²。

FAOの2010年世界食糧予測の主任だったアレクサンドラトスと、アメリカ農務省のクルックは、数々の点でブラウンのまちがいを訂正している⁶⁹³。ブラウンが農地面積推計に使った数字は、極度に過小報告されていることをかれらは指摘する。なぜかということ、農民は土地保有税を減らすために登記しないからだ。これはブラウンも知っていることなのに無視されていて、その理由についてはまったく説明なし⁶⁹⁴。いくつかの報告やUSDAは、本当の農地面積は40パーセント多いとしていて、1999年末に中国もやっとこの数字を認めた⁶⁹⁵。

両批判者ともに、レスター・ブラウンは農地が大幅に減るとい議論をきちんと展開していないと指摘する。ブラウンは、実は単に1990年から1994年の変化率 たった4年間 を使って、今後35年の動向を予測している。ブラウンの収量に関する議論を考えると、この期間の選び方というのが、1994年にこの時期の底がきていて、1990年がほとんどピークの年になるようにしてあるというのも、不思議でもなんでもない⁶⁹⁶。ある農業専門家が述べるように、中国の土地利用と日本だの韓国だの台湾だのの土地利用とを対比させるというブラウンのやりかたは「とうていまともなものとは言えず、ひどく誤解を招くものだ⁶⁹⁷」。ある権威は、中国の農業に関する2000年の評価書でこうまとめている：「都市化やその他非農業建設は、中国の土地の無視できるほどの部分しか使っていない⁶⁹⁸」。

最後にブラウンは、中国の収量がとても高く、だからこれ以上はあまり伸びようがない、と想定する。でも面積が過小報告されているんだから、実際の収量は公式推計より

ずっと低いと言うことで、つまり改良の余地はかなりあるわけだ。さらに当のブラウン自身、中国の収量は今後 30 年で 54 パーセント向上すると仮定している。

これらすべてが何を意味するかと言えば、中国の穀物需要が世界の食品市場を激動させるなんて予想しているのはレスター・ブラウンただ一人ってことだ。図 56を見ると、中国の国際市場における穀物購入が増えるのはどの研究機関も合意しているけれど、ワールドウォッチ研究所以外のあらゆるところは、ずっと低い需要を予測しているのがわかる。差は 400–500 パーセント以上だ。だからほとんどの農業経済学者たちは、ブラウンの中国評価はあまりに悲観的だと合意している。IFPRI は「中国はすでに世界食糧市場で重要なプレーヤーであり、その重要性は今後高まる見通しが高い。しかし、世界食糧市場への大きな脅威とはならない⁶⁹⁹」と結論づけている。各種の中国モデルのレビューで、著者たちは基本的なモデルが二種類あることを発見した。一つはブラウンのもの（そして非常に似たもう一つのモデル）で、価格や技術進歩を無視している。もう一つは高度なマルチセクターモデル群で、洗練度はいろいろ。かれらの結論によれば、ブラウンのモデルとその姉妹モデルは「極端な最悪ケースシナリオで、ほかのものすべてが経済環境変化にまるで反応しなかった場合に起こることを示唆している。したがってこうした研究は真面目に受け取るべきではないし、特に将来の食糧バランスを左右するような政策形成や評価に使ってはならない⁷⁰⁰」。でももう一種類のモデル群は「生産、需要、貿易について実に一貫性のある予測を出して」いて、みんな 2010–20 年に 1500–2500 万トンの輸入を予測している⁷⁰¹。

この理解は、1997 年 9 月に世界銀行が出した報告書でも支持されている。そこでの結論はこうなっている：「中国は今後 20 年から 30 年にわたり食料的に不安はないし、中国の国内食料生産はおおむね人口増にあわせて増加できる⁷⁰²」。2020 年の予測輸入総量は、他の研究機関の予測と似たようなものだった。自給自足戦略をとれば、輸入は 3,000 万トン程度になる⁷⁰³。またもやレスター・ブラウンの予想をはるかに下回る。同じように、1999 年に応用システム分析国際研究所はその中国分析の最後に大声で「そう、中国は自分で食べていける！」と書き添えて、そのために必要な政策ステップを指摘している⁷⁰⁴。

今日ぼくたちは、ブラウンの予想の最初の 5 年について評価することもできる。農地面積は、ブラウンは年率 1.58 パーセント縮小すると予想していたので、1990 年から 1999 年にかけて 15 パーセント以上減ったはずだ。実は農地面積は、むしろちょっと増えている⁷⁰⁵。ブラウンの劇的な農地減少は、はやくも幻と消えたようだ。

同じく、ブラウンは収量増大を年 1.09 パーセントと予想しているけれど、これが当たったのは 1990 年がえらくよくて、2000 年が大凶作だったからだ。1990 年から 1999 年にかけての平均収量増加は、予想より 40 パーセントも高い 1.56 パーセントだった⁷⁰⁶。

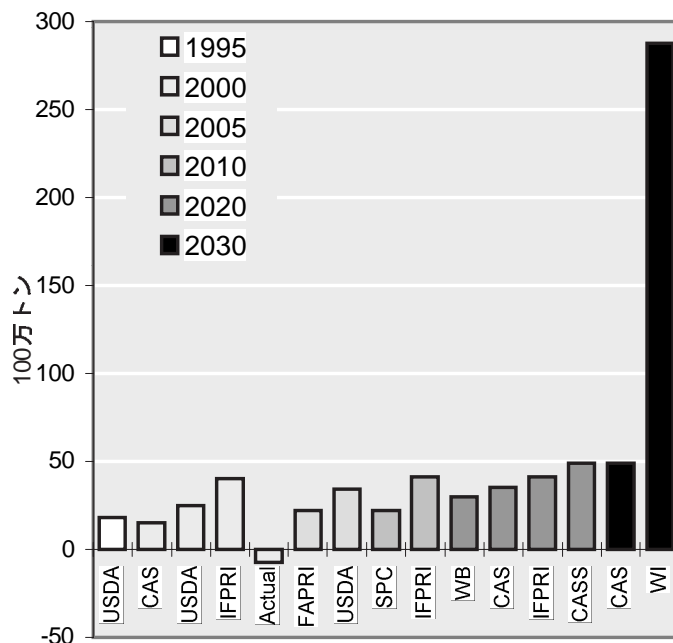


図 56: 各種機関による中国の将来穀物輸入量推計と、1999/2000 の需要実績値 (ERS 2000:10). USDA=アメリカ農業省、CAS=中国科学院、IFPRI=国際食料政策研究所、FAPRI=食料農業政策研究所、SPC=中国国家計画委員会、WB=世界銀行、CASS=中国社会科学院、WI=ワールドウォッチ研究所。出所: ERS 1996:1, World Bank 1997d, USDA 2000b.

輸入量の最新の数字を見ると、中国はブラウンの予想を裏切ったばかりか、輸入量はいちばん慎ましい予想をすら下回っている。1999/2000年の中国は、USDAの表現を借りれば「穀物に埋もれて」いて、備蓄は「記録的な水準」だった⁷⁰⁷。中国は穀物420万トンを入力するけれど、一方で1140万トンの穀物を輸出していて、差し引きで純輸出が720万トンになる⁷⁰⁸。いまではUSDAは、2009/10年の総輸入をたった266万トンと見積もっている⁷⁰⁹。

全体として、ブラウンは中国の穀物生産が1999年には3.15億トンに下がると予想していた。実際の産出は3.951億トンで、ずばりIFPRIや世界銀行の予測値の範囲内だけれど、ブラウンの予想より25パーセントくらい高かった⁷¹⁰。

9.8 土壌流出を心配したほうがいいの？

もう一つ文献でよく取りざたされる、よくある心配が「環境資源の劣化と消尽、たとえば、耕作地の土壌流出⁷¹¹」だ。このおびえは、土地が雨や風の影響で浸食されると、栄養分が失われて、保水力が下がり、結果として収量が下がるという事実に基づいている。

レスター・ブラウンは1984年に、ぼくたちが世界で毎年254億トンの表土を失っていると試算している⁷¹²。1995年にはコーネル大学のピメンテル教授（この人には序文で世界の健康について議論したときにお目にかかった）は、地球の浸食を年間750億トンの表土喪失と試算している⁷¹³。

でも、この土壌流出の数字には深刻な問題が2つある。まず、これらは主にアメリカからの、ごく少数の不確実な推計にしか基づいていない。ピメンテルは1974年に、アメリカは30トン/haの表土を失ったと発表したけれど、正しい数字は12トン/haだったのが判明している⁷¹⁴。かれの全ヨーロッパについてのヘクタール当たり17トンという推計は、実は長い論文の孫引きの果てで、それぞれがちょっとずつ不正確にその前の論文を引用しているベルギーの斜面にある0.11ヘクタールの農地のたった一つの調査から派生したものだった。その調査の著者自身が、結果を一般化するなど警告している⁷¹⁵。750億トンという数字は、マイヤーズの環境アトラスからきている⁷¹⁶。IFPRIは「初期の土壌劣化に関する高い推定値は、その後裏付けがとれていない⁷¹⁷」と結論している。実際に中国とインドネシア（地球の浸食地域の15パーセントを占める）で長期の計測を行った数少ない調査の一つでは、こうした高い推定値を裏付ける材料はほとんど得られなかった⁷¹⁸。それどころか表土について言えば、調査は「表土層は中国でもインドネシアでも、1930年代から1980年代にかけてあまり薄くはならなかった⁷¹⁹」ことを示している。

第二のもっと大事な点として、ピメンテルは土壌流出に関する主要な大規模研究二つに言及していない。一つは国連が出資したものだ。この調査によれば、農業生産に対する影響はあまりに過大に扱われている。

過去数百年にわたり、ぼくたちが作られたよりも大量の表土を失ってきたのはまちがいない。そしてその絶対総質量は増えているだろう。これは主に、ぼくたちがますます農業に頼ってきたからだ⁷²⁰。表土浸食が農業開始以来起きていたのもまちがいないし、古典時代の物書きたちだってすでにこの現象については懸念してきた⁷²¹。

でもここで大事な点は、もちろん土壌流出が農業生産性に与える影響だ。そしてここで、実は土壌流出と収量の間にははっきりした結びつきがないことがわかる。国連食糧農業機関FAOは以下のように述べる：土壌流出が「作物単位収量や生産量に与える影響を明確化しようとする試みは数多く行われてきたが、物理的にはあまりはっきりしていない。土壌流出と生産性との関係は、これまで考えられていたよりもずっと複雑である⁷²²」。FAOはさらに、失われた土壌のかなりの部分は、単に斜面をもっと下ったところや谷や平野で放出されるので、浸食された地域での収量ロス、どこか余所での収量増で相殺される、と付け加えている。実は、浸食された表土のうち、そんなに遠くまで移動する

ものはごく少ないらしい。アメリカのピエドモントで過去 200 年にわたる土壌流出のうち、川までたどりついて流れ去ったものはたった 5 パーセントでしかない⁷²³。中国についての総合的な調査によれば、各種の土壌特性に関する出入りの総合的な結果としては「差し引きで土壌の劣化は見られない⁷²⁴」とのことだ。

土壌流出の世界的な二大調査は、別々の道筋をたどっている。一つの調査は FAO のデータを利用して、脆弱な土地のほとんどを構成する世界の乾燥地域における、土地の劣化の空間的な広がりや生産性への影響を試算しようとしている、年間の生産性低下は、年率 0.3 パーセントと推計されている⁷²⁵。もう一つの調査は国連環境計画 UNEP が共同出資したもので、約 200 人ほどの土壌専門家に、それぞれの専門地域における土壌劣化の程度と深刻度についての評価を求めたものだ。その情報をまとめて、巨大な世界土壌劣化地図に表示した⁷²⁶。すべての土地の 17 パーセントはある程度劣化しているけれど、大幅に劣化したところは 0.07 パーセントしかない⁷²⁷。農地については、38 パーセントほどが影響を受けていて、そのうち 20 パーセントは穏やかな劣化、6 パーセントは強い劣化だ⁷²⁸。全体として、この土壌流出は第二次世界大戦の終わり以来 45 年で累計 5 パーセントの農業生産引き下げにつながっている、つまり年率になおすと 0.1 パーセントくらい⁷²⁹。

土壌流出の問題は、農業生産性が年間 1-2 パーセント上昇しているという数字と照らし合わせて考える必要がある。この生産性上昇は、高収量品種、農業技法改良、灌漑や農薬、肥料の利用などからくるものだ。こうした生産性の上昇に比べれば、土壌流出の影響はあまりに小さくて、しばしばそれを防ぐための追加の努力が無意味なほどだ。

明らかに、農民たちはかなりのリソースを使って自分たちの土地を守り、深刻な流出は起きないようにしている。だってなんといっても、自分の生活がかかっているのだもの。この保護策は、たとえば栄養素の枯渇を防ぐための施肥、段々畑による水と土の保持、等高線式耕作に土地帯状分配なんかで実現されている⁷³⁰。ここでの問題は主に、明日のことを考えている余裕がなくて、結果として今日自分の土地を使いすぎてしまう貧しい農民たちだ⁷³¹。でも今日では、きちんとした農業管理さえ行えば、土壌の成分と構成をいつまでも維持することはちゃんとできるのだ⁷³²。さらに FAO は、放棄されたり深刻に劣化した土地が、大したコストをかけずに再生できた例をいくつか挙げているし、IFPRI は土地を再生する前に食料価格が上がるのを待つほうが合理的だということを描いている⁷³³。

アメリカの場合、今後 100 年の土壌流出の影響は、全部で 3 パーセント程度と見積もられる。「技術進歩から期待される収量増と比べると、土壌流出からくる 3 パーセントの損失はささいなものである⁷³⁴」。要するに、土壌流出は地域的な問題で、しばしば貧困の結果だけれど、現在の証拠から見て土壌流出が世界の食料生産に深刻に影響する様子はな

い。いままでも将来も、土壌流出の影響は食料生産性の大幅な増加で圧倒的に相殺されると考えられるからだ⁷³⁵。

9.9 魚はどうよ？

レスター・ブラウンは「世界の農民たちは、天候に恵まれようと恵まれまいと、毎年追加で8,000万人もの人々を食べさせようと苦闘している。そしていま、史上初めて、かれらは食料供給拡大にあたり漁船団からの支援をあてにできなくなったのである⁷³⁶」。

今まで見てきたように、別に農業は特に支援なんか必要としていない。でももっと大事な点として、漁業が多少増えたところで大した差は出ない。ブラウンは「人類は（中略）食料を得るのに海に大幅に依存している⁷³⁷」と主張するけれど、魚は人類のカロリー消費において、あるかないかの些末な一部でしかない。1パーセント以下だ⁷³⁸。そしてタンパク質摂取量で見ても、魚はたった6パーセントだ⁷³⁹。

それでも、レスター・ブラウンは漁業にえらく関心を持っている。なぜかというところでは事態はどう見てもあまり進歩していないからだ。年刊『地球白書』が「崩壊する漁業」における悲惨な状況について書くときはしやぎっぷりしたら、それはすごいものだ。「もし漁業が続くなら、漁業はいずれ崩壊する」だの「海洋漁業は発展途上国の沖合部だけではなく（中略）先進工業国の沖合でも崩壊」していて、こうした問題は「山のような社会的不穏、経済圧力、暴力の脅威⁷⁴⁰」につながる見込みだそう。ワールドウォッチ研究所は、一人当たり漁獲高は1988年以來7.5パーセント下がって、今後さらに下がる見通しだと結論づける⁷⁴¹。

でもまあ例によって、これはお話のすべてを語っていないのだ。

世界の漁獲高は、1990年代には昔ほどは増えていない。これは図57を見ても明らかだ。これは主に、世界の漁船団は一般に、お目当ての魚を捕りすぎる傾向があるからだ。漁獲高の35パーセントは、漁獲高の減っている魚によるものだと見積もられている⁷⁴²。これはみんなお馴染みのメカニズムからきている。連帯責任は無責任ってやつだ。あるアパート住民が共同の花壇を持っていたら、みんなそれがきれいだといいな、とは思う。でも困ったことに、みんな掃除や草取りは他の人がやってくれるといいな、とも思うわけだ。

この現象に初めて名前をつけたのはギャレット・ハーディンで、かれは16世紀イギリスの問題について説明していた。ここでは広い草地、いわゆる共有地コモンズが、だれでも使える放牧地になっていた。貧乏な人たちは、家畜をこのコモンズに放って、雀の涙ほどの収入には必須の補填を得ていた。各人にとっては、放つ家畜は多い方がいいけれど、その社会全体としての帰結として、その共有地コモンズが扱えるよりずっと多くの家畜がきてしまった。そしてみんなその結果として被害を被った。ハーディンはこの現象を「共有地コモンズの悲劇」⁷⁴³

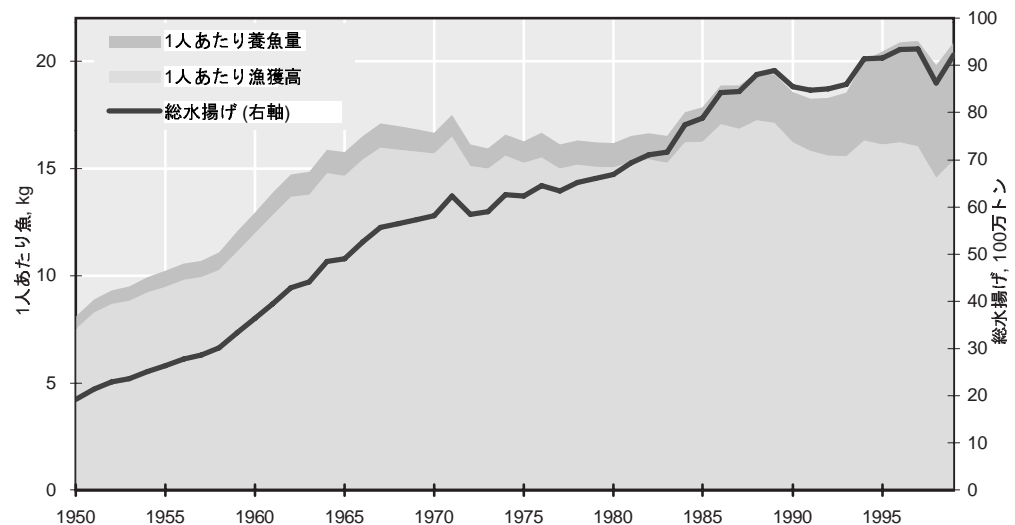


図 57: 一人当たり漁獲高と養魚高、及び漁獲高総量、1950-99 (1999 年データは速報値)。出所: WI 1998b, USBC 2000, FAO 2000b, 2001b。

と名付けた。漁業もほとんど同じ力学を持っている。海洋はみんなのものなので、だれも責任を持たない。だから個々の漁師としては、とにかく獲れるだけ獲っちゃう、他のみんなのことなんか知るか、ということになる。結果としてみんなが獲りすぎることになる。

もし漁師が全員漁業をやめたら、みんな儲からなくなるけれど、漁師みんなが海を全部獲り尽くしたら、これまた将来まったく儲からなくなる（海は空っぽになるからだ）。この両極端の間のどこかに最適な漁獲水準があることは示せる。この水準では、魚はたくさん捕まるけれど（つまり今たくさんお金が儲かる）、同時に十分な量の魚も残っている（これが将来の魚を生んでくれる）⁷⁴⁴。

問題は、この最適水準を実現するには、魚について何らかの所有権を確立する必要があるってことだ⁷⁴⁵。たとえば、ある国が領海を 200 海里に広げて、この領海内の魚を全部所有することにすると、その国は（たとえば許可証なんかを通じて）最適量の魚しか獲れないようにできる。でも、魚を所有するのは、しばしば困難か不可能だ。マグロやサケといった多くの魚は長距離を泳ぎ、200 海里の外に移動する（そして他の国がそれを捕まえてしまう）。さらに、各国は特に第三世界では規制がなかなかできず、特に漁師の数を減らすのに苦労する。最後に、海に棲む多くの魚に所有権を割り当てるのは容易なことじゃない。

国や国際協定が最適な利用を確保できなければ、みんながお互いに争いあう状況になってしまう。こうなると、漁師は高価な設備に過剰投資して、できるだけ迅速かつ効率よく海の魚を獲り尽くそうとする。投資の唯一の制約は、海があまりに空っぽになって、それ

以上の漁業が儲からなくなることだ。結果として、今の世界の漁業は、一方ではコントロールと最適利用、一方では獲りすぎと金鉱掘りの態度のごたまぜになっている。

海洋は、ぼくたちが「無料で」(つまりぼくたちがエサをやらなくても、ということ)獲れる魚を年に1億トンほど生産できる。いま、ぼくたちはたった0.9億しか獲っていない。残り0.1億トンは、獲りすぎてきた代償だ⁷⁴⁶。もちろん、その残り0.1億トンを手に入れられたら素敵だろう。でもこれは、さっきの引用などでレスター・ブラウンがなんと言おうと、どう考えても食料供給を大きく左右したりはしない。世界の漁業を完全に協調させて、残り0.1億トンをずっと捕まえ続けられるようにしたところで、この追加分はカロリーベースで、世界の農業生産増加の19日分にしかならない⁷⁴⁷。だから、追加の0.1億トンをつまみ食いするのは、非効率だけれど、でも実質的には世界の食料の進展を、3週間弱ほど逆戻りさせたにすぎない。

漁獲高は1億トン以上増やすわけにはいかない。これはまさに、この収穫が無料で手に入るものだからだ。かわりにぼくたちは、養魚場で魚の養殖をするようになっている。これは特に中国で盛んだ。この生産は、1984年から5倍増している⁷⁴⁸。結果として、漁獲高は人口増に追いついていないけれど、水揚げ総量は大きく増えて、1990年代末の一人当たり水揚げは、またもや史上最高記録を更新した(図57)⁷⁴⁹。

レスター・ブラウンが全般に、一人当たりの魚が減っていると思うのは、こういう養魚場での生産を含めないからだ。この判断はずいぶん変だ。カロリーやタンパク質を得る場合、消費者としてはこのシャケが養殖物か大西洋の天然物かをそんなには気にしないはずだからだ。

先行きを見ると、FAOは魚の消費量は大幅に増えると期待している。一人当たりだと、2030年までに23パーセント以上増える⁷⁵⁰。これはつまり、養殖漁業の生産が、伝統的漁業の漁獲高を上回るということだ⁷⁵¹。でも、たぶん値段も上がるだろう。途上国の所得が上がって、魚の需要も増えるからだ⁷⁵²。

9.10 結論

レスター・ブラウンは、1970年代初期からずっと食料生産について心配し続けてきた。幾度となくかれは、今度こそ食料生産は下がって価格が上がる、と予言し続けてきた。1974年にかれはこう書いている：「第二次大戦以降のほとんどの期間を通じて、世界の食料経済は危機的な過剰容量、余剰備蓄、低い食料価格に悩まされてきた。しかしいま出現しつつある条件は、こうした時代が終わりつつあって、食料がおおむね絶え間なく稀少となり、高価格となる時代が代わりに到来しつつあることを示唆している⁷⁵³」。1996年にもかれは、年を変えただけで同じ発言をしている：「明らかにわれわれは新しい時代に突

入つつある。食料が比較的豊富だった時代は、食料稀少の時代にとって代われつつある⁷⁵⁴。でもどっちの発言もまちがっていた。2001年はじめ、小麦は最安値を更新した。IMF（国際通貨基金）の食料価格インデックスも史上最低となった。

1981年にも、レスター・ブラウンはまたもや、単位収量の将来成長は「世界のあらゆる食料供給の公式予測で想定されたものよりずっと低いかもしれない。ヘクタールあたり収量増加という戦後のトレンドは、アメリカ、フランス、中国で頭打ちか逆転している⁷⁵⁵」と書いた。この3ヶ国とも、その後年率2.3-5パーセントの単位収量増加を経験している⁷⁵⁶。

この章で私たちは、人口増が食料生産を上回るという議論を正当化するためにレスター・ブラウンが持ち出してきた精一杯の議論を調べてきた。でも、どれもまともなものとは思えない。価格は下がっている。最大収量に「壁」なんか見えていない。同時に、世界の農民の相当部分が、今日のトップ20パーセントの生産者の収量に近づけば、それだけで劇的な収量の改善が期待できる。FAOは、発展途上国の食料生産は今後15年で年率1.6パーセント増え続けると予想している⁷⁵⁷。

穀物備蓄は特に低いわけじゃないし、どのみちそれを心配する理由なんか特にない。実は食料安全保障は、まさに国際貿易の拡大のおかげで改善している。そして大凶作があっても、「飼料穀物バッファ」で人間の食料供給は確保できる。

中国が、世界の食料市場を決定的に揺さぶると考えるべき理由はない。現在にいたるまで、ブラウンの中国に関するあらゆる予想は大外れだった。そして最後に、漁業は世界の食料の1パーセントくらいしか供給していないので、それがどうなっても人間の栄養摂取の面ではあまり影響がないし、それにここですら1990年代末の1人当たり生産量は、史上最高を更新している。

だからFAOは、2010年、2015年、2030年のいずれの都市でも、もっと多くの人々がもっと多くの食料を得られると予想している⁷⁵⁸。栄養不足の人は減り、すべての地域で一人当たりカロリーが増加する。2030年までの予測を図58に示す。おおむね同じ結論がIFPRIやUSDAや世界銀行からも出ている。そしてこの3者とも、価格はさらに下がると予想している⁷⁵⁹。

でもこの発展は、地区ごとに分配が不均衡で、サブサハラアフリカはやっぱり他の地域よりもできが悪いだろう。栄養状態もちょっとしか改善せず、経済発展も小さい。さらに一部の発展途上国はもっと食料を輸入する必要がある。これはアジアの豊かな国にとっては問題ないけれど、経済的に弱いアフリカにとっては、さらに悩みが増えることになる。すでに述べたように、これは主に貧困の問題で、繰り返すけれど、強力な経済成長によって対処するのが一番いい。

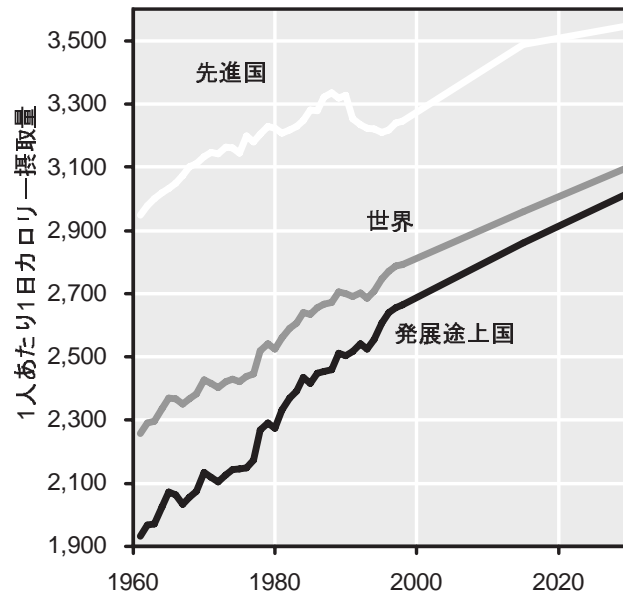


図 58: 先進国、発展途上国、全世界の一人当たりカロリー摂取量、1961–2030。出所: FAO 2000d:23, 2001a.

でも主要な結論はそれでも成立する。FAO、IFPRI、USDA、世界銀行の調査はすべて、農業危機なんか目の前に迫っていないし、食料が稀少になる様子もないことを示している。食料はどんどん安くなり、さらに多くの人々が、もっと高質な食べ物をもっと大量に消費できるようになるのだ。

第 10 章

森林ってなくなりかけてるの？

森林も、ぼくたちが乱開発しているかもしれない再生可能資源のひとつだ。多くの人々が、森林は消え続ける一方だと強く信じている。『タイム』誌の環境調査はこんな見出しを掲げた。「森林：世界規模のチェーンソー殺戮⁷⁶⁰」。世界資源研究所は端的にこう呼んでいる。「森林破壊：世界的侵攻は続く⁷⁶¹」。WWF も似たようなメッセージをウェブサイト上で広めている。1998 年の 4 月まで掲載されていた森林についてのトップページは図 59 の通り。「地球上に残された最後の森林を保存するためにいますぐ行動を」と書かれている。他のところでは、WWF は「世界の森林は驚くべきスピードで消失しつつある⁷⁶²」と主張している。これは WWF の国際主幹であるクロード・マーチンの声明とも一致している。かれは 1997 年に「瀬戸際の世界森林」というプレスリリースの席上でこう述べた。「世界のリーダーたちに懇願します。それぞれの国に残されている森林を保存するといま誓ってください。世界の森林は存亡の危機にあるのです⁷⁶³」。また、こうも述べている。「世界の森林地帯は、面積的にも質的にも著しい低下を見せている⁷⁶⁴」。ワールドウォッチ研究所は「森林破壊は過去 30 年にわたり加速する一方だ⁷⁶⁵」とまで述べている。

でもこんな主張をする根拠はない。世界的には、森林に覆われた地帯の総面積は 1950 年からあまり変わっていないことが図 60 を見ればわかる⁷⁶⁶。世界の森林についての未来予測（21 世紀中）は図 150（p. 407）にまとめられている。最も悲観的な予測では 2100 年までに 20 パーセントの減少という結果が出ているものの、ほとんどのシナリオでは森林地帯の面積は変わらないか、いくらか増加さえしている。

もちろん、何をもちて森林と呼ぶかを決めるのは難しい。密林からサバンナ、低木のステップまで、段階的な遷移があるからだ。辺縁部に近づくほど木々が低くなり、まばらになるのと同じだ。それに、ブラジルの雨林をデンマークのブナ林やアメリカの植林地と比較するのも実に難しい。それでもそんな比較を敢えてするなら、世界の森林地帯に関する最高のデータをまとめたのが図 60 だ。でも、これが状況の大まかな雰囲気伝えるもの



図 59: 「地球上に残っている森林を保存するためにいま行動を」WWF の森林についてのウェブページ(~1998 年 4 月)。出所: <http://www.panda.org/forest4life/>

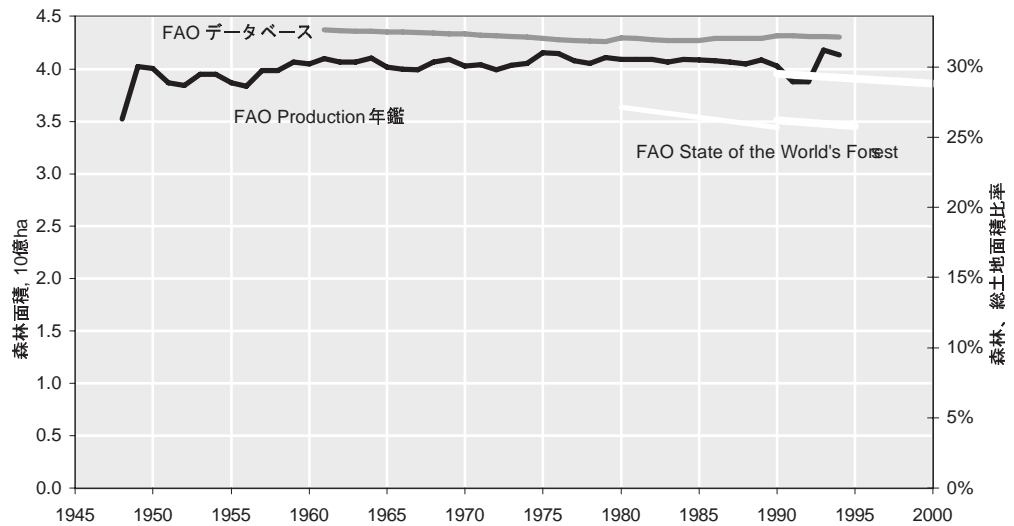


図 60: 国連による世界森林の推定面積、1948–1994、1961–1994。1980–1995 についてはより密集した森林に限定、1990–2000 は森林の定義を新しく設定。全て FAO によるもの。出所: FAO Production Yearbooks 1949-45, FAO 2000, 1995a, 1997c, 2001c:34。データは不十分だが、手に入るものの中では圧倒的に優れている⁷⁶⁷。

でしかないことをよく覚えておく必要がある。

世界的に、森林面積は 20 世紀後半、感心するほど安定している。最長の時系列データによると、森林面積は 1950 年に世界の土地面積の 30.04 パーセントだったのが、1994 年には 30.89 パーセントに増えている。つまり 44 年間で 0.85 パーセントの増加だ。それよりちょっと短い 1961 年からのデータでは、世界的森林面積は 32.66 パーセントから 32.22 パーセントへと減ったと推定されている。言い換えれば、この 35 年間ほどで 0.44 パーセントの減少となる⁷⁶⁸。国連 (FAO) は 2 度の世界森林調査を 1995 年と 1997 年に行い、1980–90 年、1990–95 年にかけてもっと限定した定義による森林地帯を調べている。この調査によれば、森林面積は 27.15 パーセントから 25.8 パーセントに減少、つまり 1.35 パーセントの減少となっているけれど、この数字はかなりの不確実性があるって怪しい。例えば、2 回目の調査のときに 1990 年の森林面積の値が上方修正されたけれど、その増分は 1990–95 年の減少量合計よりも大きい (言い方を変えると もし 1990 年の森林面積が改訂されなければ、1990–95 年ではむしろ森林の増加が見られたわけだ)⁷⁶⁹。それに、この調査には世界で最大の森林面積を持つロシアが含まれていない。したがって、こうしたかなりの短期的な不確実性がある以上、できるだけ長期にわたる調査に焦点を当てざるを得ない。このことについては注でもっと詳しく論じている⁷⁷⁰。2001 年開始の最新の森林調査では、FAO はまたもや森林の定義を変更し、1990–2000 年の森林面積について試算し直している。結果は、29.5 パーセントから 28.8 パーセントへの減少が見られている⁷⁷¹。

森林のほとんどは数カ国に集中している。ロシア、ブラジル、アメリカ、カナダを合わせると世界森林の 50 パーセント以上を占めている⁷⁷²。世界的に見れば森林は農地の約 2–3 倍ある⁷⁷³。

10.1 森林と歴史

農業の開始以来、人間は森を伐採して農地を得てきた。プラトンによれば、アテネ郊外のアッティカ高地は、森林破壊の結果「病に冒された体に浮いた骨」のようだったそうなの⁷⁷⁴。

ヨーロッパはもともとあった森林の 50–70 パーセントを失ってしまった⁷⁷⁵。ほとんどは中世の初期に、農地や薪を得るために切り崩された。フランスの森林の半分は 1000–1300 年に消失した⁷⁷⁶。ペストが 14 世紀中頃にヨーロッパ人口の 3 分の 1 を一掃して森林への圧力を和らげたので、大部分は再生した⁷⁷⁷。ようやく 1500 年代、1600 年代になって、かつてなく人口が増えて再び森林が圧迫され、前より多くの森林が切り倒された。1700 年までには、フランスの森林は 1000 年と比べて 70 パーセント以上も減少し

た⁷⁷⁸。でも18世紀には、人々は森林が限りある資源で、かつ軍艦の造船に欠かせないということに気づき始めた。このため1700年以降だとヨーロッパの森林は、たった8パーセントぐらいしか減っていない⁷⁷⁹。

アメリカが失ったのはもともとの森林地帯のおよそ30パーセント程度で、このほとんどが19世紀の出来事だ⁷⁸⁰。消失量があまり多くないのは、主に人口圧力がヨーロッパほどひどくならなかったせいだ。1880–1920年のアメリカにおける農地の倍増は、草地を農地へ転換することで実現されたため、森林地帯にはほとんど影響を与えなかった⁷⁸¹。

一方、その他の世界各地で森林破壊が激化したのは19世紀だった⁷⁸²。ラテンアメリカは早くから世界経済の一員となり、過去300年間で森林面積のおよそ20パーセントを切り崩した⁷⁸³。このほとんどが砂糖、のちにはコーヒー畑に化けたが、1690年に始まった金鉱、ダイヤモンドブームもブラジルの森林を2パーセントほど減らすことになった⁷⁸⁴。

むかしから集約農業を実践してきたアジアが世界経済に加わったのは比較的遅かった。インドが大規模に綿を輸出するようになったのは、アメリカ南北戦争が起き、1869年にスエズ運河が開通してからだった⁷⁸⁵。結局、南アジアと中国は1700年以降、合わせて約50パーセントの森林面積を失った⁷⁸⁶。これに対し東南アジアが過去300年間に失ったのはわずか7パーセント。また、アフリカ、ロシアはそれぞれ20パーセント弱の森林面積を消失している⁷⁸⁷。

世界的には、農業の開始以来もともとの森林面積の約20パーセントが失われたと推定される⁷⁸⁸。この数字はいろんな団体がよくふりかざす数字よりはるかに小さい。例えばWWFは、農業開始以来、森林の3分の2が消失したと主張しているけれど、序章でも述べたように、論拠はまったくない⁷⁸⁹。

10.2 森林破壊：一般的な見解

森林は多くの利益をもたらしてくれる。最もわかりやすいのは、主に建材、家具、紙、薪などおよそ5,000にのぼる製品からくる利益だ⁷⁹⁰。世界レベルでみると、林業は世界のGDPに約2パーセント、6,000億米ドルの貢献をしていると推定される⁷⁹¹。

また、森林は都会住人にはレクリエーションの場ともなる。川や貯水池の堆積物の原因となる土壌流出を食い止め、洪水を減らしてくれる⁷⁹²。そして、森林、特に雨林はさまざまな種類の動物のすみかでもある。これについては後に生物多様性についての章で検討する。

温帯林のほとんどは北アメリカ、ヨーロッパ、ロシアにあり、過去40年にわたり拡大を続けている。その一方で、とても多くの熱帯林は消失しつつある。熱帯林にはすくなくさんの動植物が住んでいて、バイオマスとしてもずば抜けて大きい⁷⁹³。熱帯林の中の

湿った部分である熱帯雨林だと、わずか数百平方キロメートルに何百種もの樹木が存在することもよくある⁷⁹⁴。これとはまったく対照的なのが北方林で、カナダの北方林には1,000平方キロメートル強の広さにわずか20種ほどの樹木しかない⁷⁹⁵。

1970年代後期には、雨林の半分以上が数十年のうちに消失するんじゃないかと懸念された。カーター大統領の環境報告『グローバル2000』では、熱帯林の年間消失量は2.3–4.8パーセントと推定されている⁷⁹⁶。著明な生物学者ノーマン・マイヤーズはごく最近1990年代初期にも、全森林の2パーセントが毎年破壊され、2000年までには(かれの予言からわずか9年で)熱帯林の3分の1が失われるだろうと予測した⁷⁹⁷。それどころかかれは「これからわずか数十年で、我々は熱帯林の実質的な消滅を目にする可能性もある⁷⁹⁸」と主張している。年間の森林消失量1.5–2パーセントという水準の予測は、当時の生物学者たちの推計としては珍しくなかった⁷⁹⁹。今日では、この予測は過大もいいところだったことがわかっている。おなじみのFAO予測は1980年代における熱帯の森林破壊率を0.8パーセントとしたけれど、1990年代にはその数字を0.7パーセントに下方修正した⁸⁰⁰。FAOによる2001年以降の新しい調査は正確な衛星画像に基づいているけれど、熱帯の森林ネット破壊率の推定値は0.46パーセントとさらに低下している⁸⁰¹。

それでもこれはかなり高い数字だ。理由は主に3つある。1つは、熱帯林がだれにも所有されていないか、所有権の管理がきちんとしていないことが多いということ。実のところ、この問題は先に述べた世界の漁業問題と似ている。雨林がみんなのものなら、誰の責任でもない。開拓者たちはひたすら森林を切り開いて開墾を試みては、数年のうちに土壌をだめにして新しい土地に移ってしまうだろう⁸⁰²。森林破壊に対する規制の不徹底については政治的取り組みがあまり行われぬ。規制すれば、その地方政府は貧困者と失業者すなわち政治的不安材料を大都市に増やしてしまうことになるからだ。

2つめは、熱帯林が生み出す木材にとっても価値があること。大規模な材木会社との取引は、経済的な苦境にある発展途上国にとって、お手軽な逃げ道だ。スリナムでは、材木関係のコングロマリットが、国内の森林の3分の1での伐採権と引き替えに、スリナムのGDP総額に匹敵する投資を申し出た⁸⁰³。500パーセントのインフレと失業の増加の中では、このような申し出はたまらなく魅力的だ。最初に打撃を受けるのは森に住むわずかなインディアンたちだけだろう。でも長い目で見れば、これは家宝の銀器を売るに等しい。スリナムも経済圧迫が和らいだなら、森林を適切に管理してもっと多くの見返りを得ることができるはずだ。

3つめは、発展途上国では薪の収集が森林破壊の主な理由であること。木材が供給するのは世界のエネルギーの1パーセントに過ぎないけれど、発展途上国全体のエネルギー消費でみると25パーセント、アフリカでは50パーセントを占めている⁸⁰⁴。主に料理と

暖房に使われる薪は、灯油など他のクリーンな燃料を買えない最貧困層の人々が集めている。これが発展途上国の森林破壊と砂漠化を招いている。アフリカの都市の多くでは、半径 50 キロメートルに薪は見あたらないから、女性や子供は年に 100~300 日間もひたすら薪を探し歩く⁸⁰⁵。ふつうの木よりも成長が早く、荒れた土地でも育つ代替燃料用植物はたくさんある。また、昔ながらの石 3 つを使った簡易炉は発生エネルギーのたった 6 パーセントしか使えないのに、安価な金属ストーブの熱効率は 2 倍、発展途上国でも作れるセラミックストーブだと 4 倍で、屋内空気汚染も減らして光熱費を 20 パーセント節約してくれる⁸⁰⁶。

ここで述べた森林破壊に関わる 3 つの問題は、要するに管理の悪さだ。これら 3 つの問題の原因は、現在発展途上国が直面している別の問題にある。無秩序な森林破壊は土地のない多くの貧民によるところが大きいし、薪の乱獲は基本的には低所得のせいだ⁸⁰⁷。どちらの問題の根っこにも、貧困を減らし成長を高めるという課題が存在する。

同様に、材木の問題が頻繁に起こるのも、負債の罠にはまった国が目先のことしか考えられず、ろくでもない取引の餌食となりやすいからだ⁸⁰⁸。熱帯林破壊問題をどうにかしたければ、先進国は森林の保存に対して発展途上国にお金を払うべきだ。こうした自然保護と債務の交換が初めて行われたのはボリビアだ。アメリカの銀行団が、ボリビアが 150 万ヘクタールの熱帯林を生物学的保護地とすることを条件に、ボリビアの国家債務の一部を買い上げたのだ。残念なことに、ボリビアはこの約束を守らなかったのも、いまだこの地域は法的に守られていない⁸⁰⁹。でもこのアイデア自体はエクアドル、コスタリカ、フィリピンで採用されている⁸¹⁰。専門家の多くが基本的に合意していることとして、熱帯の樹木を生物学的に無理のない形で伐採することは可能だ。ただし、それにはもっと厳しい規制をかける必要はあるけれど⁸¹¹。

10.3 森林破壊：どれだけ？

でも森林破壊問題がどれだけ深刻かをはかるには、どれだけの熱帯雨林が実際に消失したかを見なきゃいけない。正確な数字は入手できないけれど、国際自然保護連合 (IUCN) によると、もともと存在した森林面積の 80 パーセントは無事だ。つまり、有史以降およそ 20 パーセントの熱帯林が消失したわけだ⁸¹²。森林の約半分を伐採しちゃった先進国と比べれば、相対的にましな数字じゃないかな。

ナイジェリア、マダガスカルといった国々は、もともと存在した熱帯林の優に半分以上を失ったし、中央アメリカは 50-70 パーセントを失ったはずだ⁸¹³。でも全体的にみれば、この地域は世界の熱帯林の約 5 パーセントしか占めていない。熱帯林の大部分はブラジルのアマゾンにある⁸¹⁴。ブラジルの森林は世界の熱帯林の 3 分の 1 を占めている。こ

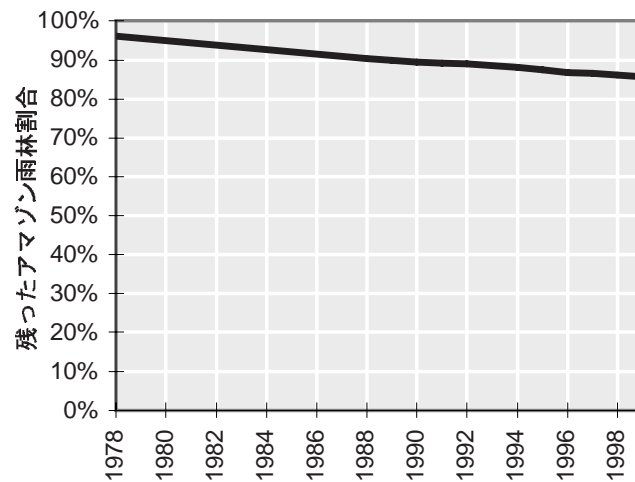


図 61: アマゾンに残る森林、1978–99。アマゾンは世界の熱帯林の 3 分の 1 を占めている。出所: INPE 2000:7; Brown and Brown 1992:121.

れに比べれば、2 番目に大きな熱帯林を持つインドネシアも、世界の熱帯林の「わずか」6 パーセントでしかない。

1988 年に、ブラジル宇宙機関 (INPE) は人工衛星が 7,000 もの火災を確認し、ブラジルでは森林が年間 800 万ヘクタール およそ 2 パーセント 伐採されていると発表した⁸¹⁵。かけがえのない自然を破壊しているとして、この数字はブラジルに対する激しい批判を招いた。でも後でこれはひどい過大申告だったことがわかった。1999 年についての公式速報値は年間 170 万ヘクタール、つまり 0.5 パーセント弱だ。事はアマゾン全体での森林破壊は有史以来 14 パーセントくらいでしかないことが図 61を見ればわかる⁸¹⁶。そしてこの 14 パーセントのうち少なくとも 3 パーセントくらいは、新しい森林に置き換わっている⁸¹⁷。

図 61はどう見ても、そう悪くは思えない。アマゾンの森林の 70 パーセントが手つかずのまま残ると信じるだけの十分な理由があるし、1998 年の 4 月には、ブラジル政府は追加で 2,500 万ヘクタールの土地に保護令をかけることを約束した⁸¹⁸。

でも WWF は 1996 年に、森林破壊の速度が 1992 年と比べて 34 パーセント増加したと発表した。1997 年の森林破壊率は 50 パーセント以上減少し、調査開始以来 2 番目に少ない破壊率だったことは、翌年言わなかったけれど。

10.4 どれだけの森林？

どれだけの森林を世界として持ちたいかについて、よく考えた政治的決断をしたいなら、森林開発の賛否両論について包括的に見てやるのが大切だ。

熱帯林を重要資源と見なす主な理由は 2 つ。ぼくたちは 1970 年代には、雨林は地球の肺だと聞かされた。2000 年 7 月にも WWF は「アマゾン世界の肺と呼ばれている」からとブラジルのアマゾン保護を主張した⁸¹⁹。でもこんなのは思いこみでしかない⁸²⁰。確かに植物は光合成によって酸素を生成する。でもその植物が死に、腐敗するときには、まったく同じ量の酸素が消費される。したがって、安定した森林（樹木が生長する一方で老木が倒れて、バイオマスがほぼ一定に保たれている状態）だと収支が打ち消しあって、酸素は生産も消費もされない。もし地上、海中のすべての植物が枯れて腐敗したとしても、このプロセスで消費されるのは大気中の酸素の 1 パーセントに満たない⁸²¹。

森林保存を支持するもうひとつの理由は、この星の様々な種、つまりは生物多様性を維持すること。この議論については 23 章で検討する。簡単に言えば、今後 50 年間では多くの人が主張するような、全動植物種の 50 パーセントが失われるなんてことはない。むしろ 0.7 パーセントぐらいだろう。こういう種が本当に経済的資源になる（新しい重要な薬の原料になるかもとか）なんていう議論は一般には成立しないけれど、でもそういう生物を保護すべきだという道徳的な議論はできるだろう。

一方で、森林の状態についてはずいぶんとまちがった印象が出回っている。ほとんどの人々は、過去 50 年間に人類は雨林と温帯林の大部分を葬り去ったと信じこんでいる。前に引用した WWF の主張なんかは当然この思いこみを固めてしまう。でもすでに指摘したように、この 50 年間、世界の森林面積は減ってない。一方、ヨーロッパは農業と人口増加のために、中世後期までに自前の森林の相当部分を始末してしまっていた。

紙の消費や広告紙の使用が森林破壊につながっていると心配する人も多い。ワールドウォッチ研究所は 1998 年に「劇的に増加する紙などの木材商品への需要（中略）は、地域の森林破壊問題を世界的破滅へと導くことになる⁸²²」と記している。だが実のところ、木材や紙の総消費量は、現在の森林面積における新規の材木成長分のわずか 5 パーセントでまかなえるのだ⁸²³。

同様に、森林面積が安定しているのは、天然林をつぶしてその分植林地を増やしているだけのことだと主張する人々も多い。古くからの天然林には動植物種が豊富だが、植林地には遺伝的に同じ樹木が立ち並び、それ以外にはごくわずかな動植物種が生存しているだけだというのだ⁸²⁴。もちろんこれは、一般的な生物多様性に関する議論の副産物だ。でも、そもそも植林が全体的な生物多様性を損なうかどうかははっきりしない。確かに植林

地には動植物種が少ない。でも植林は木材を大量に生産することが目的だからこそ、植林地が増えれば天然林への経済的圧迫を減らすことになる。結果的に、天然林の破壊は減り、残った天然林が多様な種を養ったり、人間にとってよい憩いの場になったりできるのだ⁸²⁵。アルゼンチン産の木材の60パーセントは植林地で生産されているけれど、これはアルゼンチンの森林地帯のわずか2.2パーセント。つまり植林地がその他97.8パーセントの森林を救っていることになる⁸²⁶。もう1つ気になるのは、植林地は一般的に広大だと言われていること。WWFは、植林地は「現在の森林面積の相当部分を占めている⁸²⁷」なんて言ってる。もちろん「相当部分」という言葉はあいまいだけれど、FAOによると植林地が占めるのは世界の森林地帯のわずか3パーセントだ⁸²⁸。

最後に、いやほど聞かされた1997年のインドネシア森林火災について。この火災は、何ヶ月もの間、タイからフィリピンにわたる東南アジア全域に厚いスモッグを広げた。この火災は深刻な健康問題を引き起こし、総額でGDPの約2パーセントにも及ぶ大きな経済的打撃をもたらした⁸²⁹。でもこの火災は同時に、森林破壊への注目を集める手段としても利用された。WWFは1997年を「世界に火がついた年」と表し、主席クロード・マーチンは「これはただの非常事態ではない、全地球的な大災厄だ⁸³⁰」と断言した。そしてまとめてWWFは「1997年の火災は歴史上かつてない規模の森林を焼き尽くした⁸³¹」と主張した。

だがこれは事実と反している。WWFは報告の中で、インドネシアの火災は200万ヘクタールに及んだと推定しているが、この数字は報告内で参照されている文献のどの見積もりよりも大きい。この200万ヘクタールという数字は絶えず出てくるけれど、これが森林と「非森林」地帯の双方を合わせた数字だということはかなり後まではっきりしない⁸³²。インドネシアの公式見解は約165,000–219,000ヘクタールだ⁸³³。後の人工衛星を利用した測定だと、130万ヘクタールを上回る森林地帯が被害にあったらしい⁸³⁴。フリーの火災専門調査官ヨハン・ゴルダマーは「1997年がインドネシアや世界全体にとってまれに見る火災の年だったと示すものは何ひとつない⁸³⁵」と述べている。

また、WWFはブラジルの森林火災についても「インドネシアでの火災に並ぶ規模」と表しているけれど、参考文献を示していない⁸³⁶。WWFは1997年に森林火災数が増加したと発表しているのに、後になって火災のほとんどは、すでに森林伐採後の土地で起きていたと述べている⁸³⁷。ブラジル環境庁は、全火災の94パーセントがすでに焼き払われた土地で起きたものと推定しており、ブラジルの環境研究所はこれを約72パーセントと推定している⁸³⁸。

このWWF報告は、その他の様々な火災の規模に関する記述を欠いている。特にタンザニアでの5,000ヘクタールに及ぶ火災、コロンビアでの40,000ヘクタールの火災だ。

結局のところ、WWFの挙げる数字ですら、1983年から1984年にかけて240万–360万ヘクタールの森林を焼いたインドネシアボルネオ島の火災にはほど遠いし、1987年に中国と旧ソ連で1,300万ヘクタールを焼いた火災には及びもつかない⁸³⁹。実のところ、毎年1,000–1,500万ヘクタールの北方林および温帯林、2,000–4,000万ヘクタールの熱帯林、5億ヘクタールもの熱帯サバンナ、亜熱帯サバンナ、森林、疎林が火災によって消失していると推定されている⁸⁴⁰。ロシアの森林火災だけで約1,200万ヘクタールにのぼると言われている⁸⁴¹。だから1997年が歴史上最も多くの森林が焼失した年なんかであるはずがないのだ。

それに、森林火災の評価については他にも問題がある。まず、原生林に影響を及ぼすのは焼失面積のごく一部でしかない。WWFは1997年に破壊された原生林は「たった」約100,000ヘクタールだと推定している。インドネシアの森林面積の1,000分の1以下に相当する⁸⁴²。焼き畑が多く行われるのは、サトウキビの収穫のためにすでに開墾された土地だ。畑や草原を確保するため、また、それが土壌に良いと信じられているからだ⁸⁴³。

もう一つ、人類ははるか昔から火を使ってきた。ある調査によれば、オーストラリアへ人間が入植すると同時に、植生が耐火性になったとか⁸⁴⁴。世界規模でみると、急激な人口増加や、これに伴う焼き畑農業の増加にも関わらず、バイオマスの総焼却量は1880年以来、最大でも50パーセントしか増加していないと推定されている⁸⁴⁵。

10.5 結論

アメリカやヨーロッパが自分でやってきた森林破壊を考えれば、そもそも熱帯林破壊について憤慨する権利なんてあるのだろうか。自分は森林を派手に伐採することで莫大な利益を得ておきながら、発展途上国には同じ利益にあずかることを許さないなんて、偽善としか思えない。

それでも、2つの事実は指摘できる。1つは、発展途上国の人々は森林の伐採を短期間に、それも不必要に無分別なやり方で、長期的には損害となるやり方だ、行うことが多いこと。伐採を行う理由は、個人の貧困と政府財政の貧しさの両方だ。どっちの問題でも根っこにあるのは経済状態の貧しさだから、解決策にはしっかりした経済成長策を含めなきゃダメだ。そうすれば将来的に、発展途上国は森林開発についてもっと広い視野を持つだけの資源を確保できるようになる。

2つめは、生物多様性の減少を防ぎたいというのが本気なら、口だけじゃなくお金も出せということ。発展途上国の森林資源を、自分たちがしてきたようには開発してほしくないなら、その分を補償するべきだ。方法はいくつかある。大規模な自然地帯を保護する

かわりに、欧米諸国や企業が途上国の債務を肩代わりする、自然保護・債務スワップについてはすでに述べた。世界的な認定システムの導入によって、発展途上国の森林保護を強化することも可能だろう。簡単にいえば、明確な国際的ラベルを使って、その木材商品が適格な条件で、責任を持って育成された森林から生産されたことを消費者に知らせるわけだ⁸⁴⁶。この解決策も問題を市場と結びつけることで、森林の開発を適切な形で行うほうが発展途上国の利益になるようにするわけだ。

でも基本的には、森林は危機に瀕しているわけじゃない。歴史的にみると、全森林の約 20 パーセントが消失してはいるけれど、全世界の土地の 3 分の 1 は森林に覆われているし、その面積は第二次世界大戦以降あまり変わっていない。熱帯林は破壊されつつあるけれど、その率は年間 1.5–4.6 パーセントなんていうおっかない水準よりずっと低い

FAO の最新のデータでは年間 0.46 パーセントだ。発展途上国では、森林が軽率で無責任なやり方で管理されることもあるけれど、それに対する一番の解決策は、もっと高い成長と経済基盤を実現させて、森林資源を持つ国々が長い目でものを考えられるだけのリソースを与えることだ。道徳的な見地から、生物多様性の減少に歯止めをかけようとして熱帯林破壊の軽減を心がけることはできる。でも生物多様性の減少は、もともと考えられていたよりもはるかに小規模だということも認識しておく必要はある。

最後に、世界の紙需要は現在の森林面積のわずか 5 パーセント分からの木材生産で永久にまかなえる。植林地が森林地帯全体に対して占める割合は大きくない。それに植林地は、いまま世界の森林の 95 パーセント以上を占める原生林への圧迫を和らげるために役立っているのだ。

第 11 章

エネルギー

もうすぐ石油が枯渇する。毎度のことながら。E Magazine が 2000 年 7 月に書いたように：

シナリオはこうだ：ガソリンスタンドではステッカー表示の価格が一夜にしてほぼ倍増し、衝撃が走る。開いている数少ないガソリンスタンドでは長い行列。閉まったガソリンスタンドでは、段ボールに殴り書いた「ガソリン売り切れ」の看板が入り口をふさいでいる。「大型」乗用車はたたき売り。低燃費車に長い待ち行列。1973 年？ 1979 年？ それとも 2007 年？⁸⁴⁷

全部前に聞いたことがある話だ⁸⁴⁸。そしてこの先も繰り返される話だろう。でも議論はどうも事実には基づいていないようだ。劇的な価格上昇は起きないし、実は将来のエネルギーニーズにも対応できると考えるべきちゃんとした理由はある。

11.1 ぼくたちの文明はエネルギー上に築かれている

ぼくたちのありとあらゆる行動は、いちいちエネルギーを必要とする。ぼくたちの体は、100 ワット電球に等しいエネルギーを発するけれど⁸⁴⁹、でも歴史の初期から人はもっと多くのエネルギーをコントロールしようとしてきた。最初は主に、動物や奴隷の利用を通じて。遠からずして、ぼくたちは技術的な工夫を通じて自然エネルギーを使うようになった：帆船、風車に水車。それでも、人が思い通りに大量のエネルギーを生産できるようになったのは、1769 年のワットの蒸気機関発明以来のことだ。蒸気機関は産業革命の基盤を作り、おかげでイギリスは続く 100 年にわたり、それまでほぼ完全に人間労働に依存していた生産を、化石燃料を主要なエネルギー入力とするものに作り替えてしまった。

でも同時に、その生産がもはや薪には頼れないことは明らかになってきた。イギリスは急速に森林がなくなりつつあった。イギリスでもアメリカでも、ますます石炭が使われる

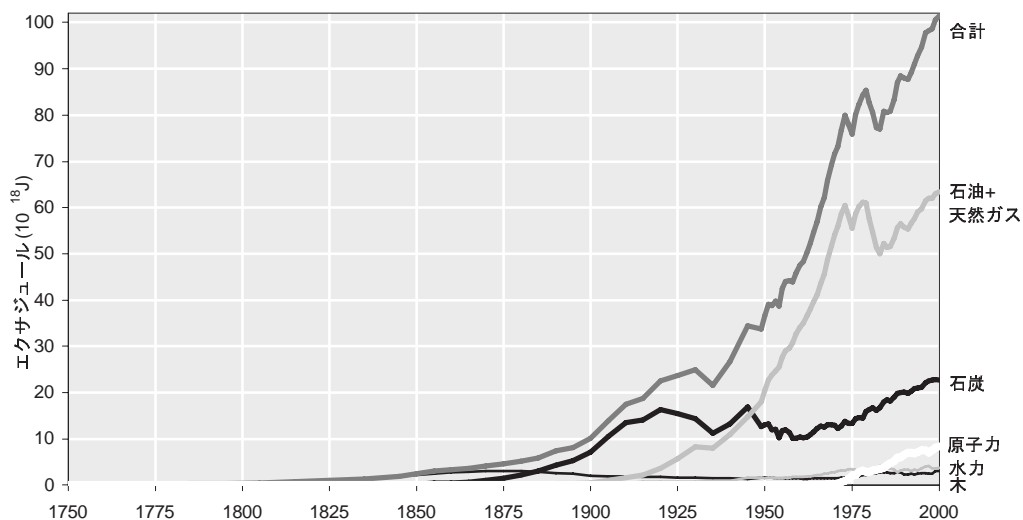


図 62: アメリカのエネルギー消費、1750–2000、薪、石炭、石油、天然ガス、水力、原子力、単位はエクサジュール ($10^{18} J$, 石油約 1.67 億バレルまたは石炭 3700 万トンに相当)。出所: EIA 2000d:349–50, 2001a:1.⁸⁵²

ようになった(図 62)。そのほうがエネルギー源として薪より優れていたし、ずっと大量に手に入ったからだ。このプロセスは、あらゆる産業国で繰り返され、エネルギーと非再生資源に対するぼくたちの依存をがっちり固めた。20 世紀になって、石炭は石油にとってかわられた。こっちのほうが輸送、保存、利用がしやすいからだ。

石炭、石油、天然ガスは、すべて何百万年も前の植物が分解してできたものだ。だから、これらはまとめて化石燃料と呼ばれる。石炭のほとんどは、3-4 億年前の地上植物が広大な沼地で分解した残存物だ。最初は泥炭になり、その後十分な圧力と熱で水分が絞り出されるとそれが石炭になった⁸⁵⁰。一方、石油と天然ガスは、主に 200 万年前から 1.4 億年前に海底に沈んだプランクトンでできている。石油と天然ガスの比率や質は、圧力と温度による。驚くかもしれないけれど、ほとんどの天然ガスは圧力がいちばん高いところできる⁸⁵¹。原油はいろんな化学成分でできていて、ガソリンとかディーゼル燃料とか灯油とか、アスファルト用の材料とかの製品を取り出すには精製が必要だ。

今日、ぼくたちの文明はエネルギーの十分な供給に大きく依存している。19 世紀末には、産業用の作業のうち 94 パーセントは人間の労働だった。今日では、人間労働はたった 8 パーセントだ⁸⁵³。

ぼくたちが使うエネルギーを、「召使い」換算で考えてみよう。つまり人間と同じだけの労働力を持った存在がどれだけ要るかを考えるわけだ。すると、西欧の各人は召使い 150 人、アメリカでは 300 人、インドでさえもみんなが 15 人ずつの召使いに手伝っても

らっていることになる⁸⁵⁴。こういうお手伝いさんなしで暮らすのはどんなものか、想像するだけで気持ちが悪くなってくる。

11.2 このままやっていけるだけのエネルギーはあるの？

最大の問題は、この依存は持続可能かということだ。答はびっくりするだろうけれど、かなり将来まで化石燃料はなくなったりはしない、というものだ。

でも、長期的にはどうしようか。今日のぼくたちのエネルギー供給は、何百万年もかけて作られた石炭と石油に基づいている。多くの人は、ぼくたちがいまの文明を維持するのに、何百万年もかけてできた資源をほんの数百年で消費してしまうという、一見すると問題に見えるものを指摘している。むしろ資源を^{サステイナブル}持続可能なかたちで使って、ぼくたちの消費のせいで将来の世代がこうした資源を使えなくならないようにすべきだ、と言う。でも、これはもっともらしい議論ではあるけれど、孤立した非再生可能エネルギーを、将来の世代も確実に使えるような形で消費するのは不可能だ⁸⁵⁵。世界が年に1バレルずつしか使わなかったとしても、将来の世代はいずれどこかで、まったく石油がない状態を迎えるにはちがいない⁸⁵⁶。

でも、問題をこういう形で設定するのはあまりに単純すぎる。ノーベル賞経済学者のロバート・ソローによれば、あれこれの資源をどれだけ使っていいかという問題は「問題のたてかたとして致命的なほど狭い⁸⁵⁷」。問題は、ぼくたちがあらゆる個々の資源を将来のあらゆる世代のために確保すべきだってことじゃない。だってそんなの不可能なもの。むしろ未来の世代に知識と資本を残して、かれらが少なくともぼくたちと同じくらいの生活の質を得られるようにしてあげることだ。それも総合的に見て。

これは実は、びっくりするほど大事な洞察だ。石油との関連で見てもやろう。遅かれ早かれ、石油を世界の主要燃料として使うのは採算が合わなくなるだろう。いずれ石油価格が上昇するか、そして/あるいは他のエネルギー源の値段が下がる。でも社会は、別に石油そのものに依存してるわけじゃない。この石油が供給するエネルギーに依存しているだけだ。だから問題は、続く世代に石油をどれだけ残すかということじゃない。エネルギー生産が安上がりな社会を残すか、それが高価な社会を残すかってことだ。

これをもうちょっと単純に説明しよう。もしぼくたちの社会が、石油や石炭を使い果たす一方で、すさまじい量の技術的な財、知識、資本を開発して、ほかのエネルギー源をもっと安く使えるようにしていたら、それは化石燃料に手をつけずに社会を発展させなかったような状態に比べると、社会としてずっと優れていることになる。

長期的に石油が枯渇するかどうかを尋ねるのは、よく考えると間抜けな質問だ。もちろん、長期的にはぼくたちは他のエネルギー源に依存するようになるに決まっているから

だ。でもこの質問でみんながびくびくするのは、それがエネルギー危機と経済停滞のイメージを引き起こすからだ。でも、この章（そして次の原材料の章）でも見るように、長期的な未来のために十分な資源はあるし、化石燃料からの転換が起きるとしても、それはそのほうがぼくたちの福祉が向上するからだ、と考えるべきちゃんとした理由はある。

サウジアラビアの元石油相で OPEC の創始者だったシーク・ヤマニが指摘したように：「石器時代が終わったのは、別に石がなくなったからではない。同じように、石油時代も終わるだろうが、それは石油がなくなるせいではない⁸⁵⁸」。ぼくたちが石を使わなくなったのは、青銅や鉄のほうが優れた材料だったからだ。同じように、他のエネルギー技術のほうが高い便益を与えてくれるようになったら、ぼくたちは石油を使わなくなるだろう⁸⁵⁹。

11.3 石油危機

実際のところ、石油危機はどうなったんだろうか？ ぼくたちは何度も何度も、石油がどんどんなくなってきて、今度こそ枯渇すると聞かされてきた。でも、枯渇していない。石油危機が起きたのは、1970 年代中と 1980 年代始めに、生産を制限して価格を押し上げるのに成功したからだ。でも、これは決して実際に石油がなくなりかけている兆候じゃなかった。石油は当時から今も たっぷりあった⁸⁶⁰。それなのに、燃料に依存しはじめたときからずっと、ぼくたちは枯渇を心配している。多くの人にとって、1973 年の初の石油危機は、まさに資源の希少性の証明に他ならなかった。

OPEC に先立つこと 1 年、すさまじく人気と影響力を持った一冊の本が出た 『成長の限界』だ。システム分析とコンピュータシミュレーションという新しいコンセプトを使ったこの本は、ぼくたちの過剰消費や大惨事への道筋分析の 1970 年代における焦点となった。一見すると果てしないコンピュータ出力のスクロールみたいに見えるものを使って、この本は危機や崩壊につながる各種のシナリオを見せてくれた。この本は、単純な基本的議論 2 つに基づいていて、その論点はいまでもほとんどの資源議論の出発点になっているようだ。両方ともマルサスと農業生産の問題に立ち戻るものだけれど、でもそれはかなり一般化して定式化できる。第一の点は、社会拡大につれて多くのプロセスは成長するというもの。第二は、この成長には限界があるというものだ。

バクテリアを一匹、栄養素のたくさん入ったびんに入れると急速に分裂増殖する。一時間毎に倍増できるとしようか。1 時間後にはバクテリア 2 匹、2 時間後にはバクテリア 4 匹、そして 8、16、32 と増える。これが幾何級数的な成長の例だ。一定の時間ごとに、倍増する。この幾何級数的な成長が最初の前提となる。多くの人間活動はこの性質を持っているようだ。地球上の人口をグラフにすると、幾何級数的に見える。5 パーセントの利率で、お金を複利で銀行に入れておけば、金額は幾何級数的に増大して、14 年毎に倍増す

る。実は、一定の成長率を持つものはすべて幾何級数的な成長を示す。経済も、GDP も、社会の資本も、財の需要も、なんでも。

二番目の想定は限界だ。地球には限られた資源しかないというのは、実は地球が「球」だということからくる自明な結論でしかない。だからこそ、だれでもこの発想にはまる。地球上にあるものには、まちがいなく限度がある。資源の一部を使ったら、来年使える分は減って、遅かれ早かれなくなる。確かに、消費には限界がある。

幾何級数的成長と有限の資源という想定から、破滅の日を予言してみせるのは実に簡単だ。幾何級数的成長ということは、需要はどんどん上がって、その上がり方もどんどん加速するってことだ。そして累積的な供給に対して、有限の資源は厳しい上限を課す。そして『成長の限界』で得られたのはまさに破滅の日の予言だった。『成長の限界』は各種の資源とあわせて、石油も 1992 年以前に枯渇すると示してくれた⁸⁶¹。ご存じの通り、そんなことにはなっていない。エーリックは 1987 年に、石油危機は 1990 年代にも再来すると告げた⁸⁶²。それも起きなかった。

こうした歴史的な経緯で、みんな少しは賢くなったかと思うだろう。でも 1992 年には、『成長の限界』改訂版の『限界を超えて』が刊行された。ここでまたもや、資源が間もなく枯渇するぞと聞かされることになった⁸⁶³。初版は資源枯渇の厳密な年を予測したものとしていささか誤解されたけれど、でも今度こそ、やがて問題が出現するのをみんな目の当たりにすることになるぞ、と。『限界を超えて』はまたもや、石油が枯渇し（2031 年）、天然ガスも枯渇する（2050 年）と予言している。痛みを多少は先送りできるかもしれないけれど、天然ガスの消費は年 3.5 パーセント成長している。つまり 20 年ごとに倍になる⁸⁶⁴。だから 20 年ごとにぼくたちは、それまでの累積消費量と同じだけの新しい天然ガスを見つけなきゃならない。「等比級数成長とはそういうものだ」と同書が述べている通り。

11.4 石油はどれだけ残っているの？

歴史のほとんどを通じて、石油はベタベタしたいやな臭いの物質として嫌われてきた。使い道として知られている数少ない手段として、伝説のバベルの塔は、石油からとれる瀝青で固められ、高さ 90 メートルに到達したとか⁸⁶⁵。ノアの箱船みたいな船の防水にはタールが使われた。

19 世紀半ばまで、潤滑油や照明油の需要には植物油や獣脂、特に鯨油が使われた。でも各種の蒸留プロセスの発明により、石油がいきなり興味深い商品として浮上してきた。続く 50 年、石油の商業生産は急速に拡大し、20 世紀初頭に中東で初の大規模発見が行われて以来、第二次世界大戦後にはまさに生産は爆発的に増大した（図 63）。

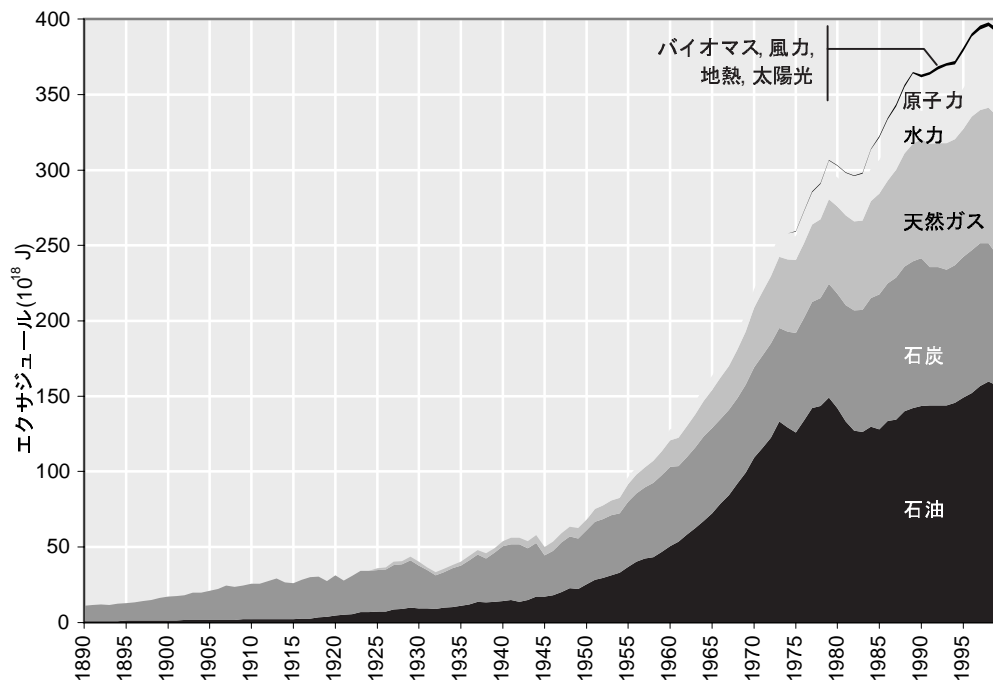


図 63: 世界のエネルギー生産、1890–1999、燃料種類別 (単位: エクサジュール)。出所: Simon *et al.* 1994, WRI 1996a, EIA 2000:39–40, 269. 注: この数字は市場で取引されたエネルギーだけを示している。発展途上国における全エネルギーの 1/4 は薪からくと推定されている; Botkin and Keller 1998:264. 伝統的な非商業エネルギー源を含めると、商業生産量の 7 パーセントほどが追加されることになる。WRI 1998:332.

世界の GDP1.6 パーセントを構築する石油は、今や国際貿易における最も重要で最も価値の高い商品だ⁸⁶⁶。石油は世界中で見つかるけれど、でもその圧倒的に大部分は中東にある。世界の埋蔵量の 50–65 パーセントはここにあると言われる⁸⁶⁷。結果として、ぼくたちの未来のエネルギー供給にとっても、この地域がそこそこ平和でいてくれるのはとても大事なことだ⁸⁶⁸。

石油は三大化石燃料の中で一番使い勝手がいい。エネルギー含有量も高いし、かなりコンパクトで、輸送も簡単だ。一方、石炭は重いし、かさばるし、公害もたくさん出す。天然ガスはクリーンだけれど、かさばるし、輸送にパイプラインが必要だ⁸⁶⁹。これは図 64に見られるように、それぞれの価格比にもあらわれている。石油が単位エネルギーあたり一番高価で、石炭が一番安い。天然ガスの値段がだんだん石炭より高くなったのは、まさに多くの国がパイプラインを導入してこのクリーンなエネルギー源を活用するようになったことの反映だ。

ぼくたちは昔から、石油が枯渇しかけていると聞かされ続けてきた。1914 年には、ア

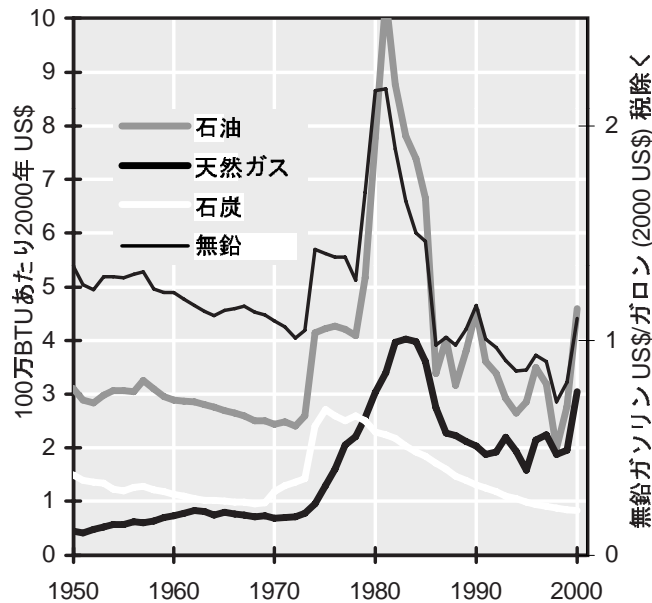


図 64: 石油、天然ガス、石炭の単位エネルギーあたりアメリカ価格と、ガソリン小売り価格 (税金は含まず、レギュラー無鉛価格に換算), 2000 年ドル、1950-2000。百万 BTU は石油 30 リットル (8 ガロン) に相当。出所: EIA 1999c:63, 159-61, 2000c:117, 129, 131, 2001a:129, 131, CPI 2001, DOT 2000:2-9⁸⁷⁸。

メリカ鉱物局が残った石油は今後 10 年の消費分しかないという推計を出した。1939 年には、石油はあと 13 年分しかないという予想を内務省が出した。そして 1951 年にも、またもや石油があと 13 年しかないという予想が出た⁸⁷⁰。プリンストン大学のフランク・ノテスタイン教授が言うように、「私がガキの頃からずっと石油は枯渇し続けてるんだ⁸⁷¹」。

石油がなくなりかけている、というのはどう計ればいいだろうか。石油がなくなったと言っても、それは別に石油が完全に消滅したってことじゃない。ものすごく高価になるということだ。もし石油がどんどん希少になっているかどうか調べたければ、石油がどんどん高価になっているかどうかを見ればいい⁸⁷²。図 65を見ると、石油価格は別に長期的な上昇トレンドにはないことがわかる。

1973 年から 1980 年代半ばの石油価格高騰は、人工的な不足によって引き起こされている。OPEC が一貫した生産調整を実現したからだ⁸⁷³。同じように、現在の石油価格高騰は、OPEC が 1990 年代末に合意した生産切り下げ準拠で起きている⁸⁷⁴。だから石油価格は、今の 27 ドルから 2020 年頃までには 20 ドル台前半に下がると予想されている⁸⁷⁵。この予想は、最近の国際予測 8 つが出している \$17-\$30 という範囲のほぼ真ん中あたりに収まっている⁸⁷⁶。

長期トレンドがこの価格からあまりずれないと予想される理由は、実質価格が高くなる

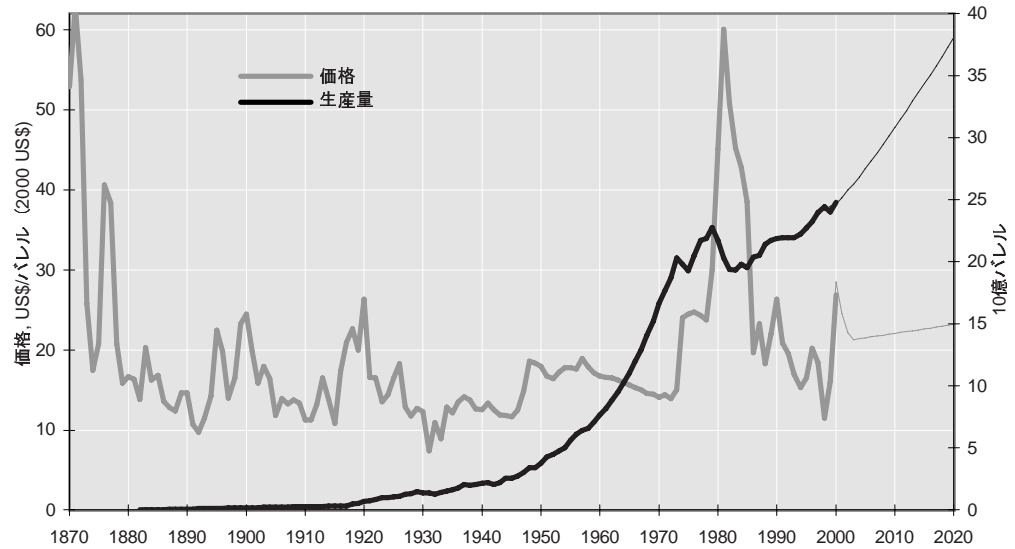


図 65: 石油価格の推移, 2000 年ドル、1871–2020 と、世界の生産量 1882–2020, 2001–20 はアメリカエネルギー情報局の予測。出所: Simon *et al.* 1994, EIA 1999c:63, 273, 2000e:127, 153, 2001a:117, 137, 2001c:13, CPI 2001.

と消費が抑えられて、他の原油源や非原油エネルギー供給の開発が進んじゃうからだ。同じように、価格がずっと低いままなら、逆の結果になる⁸⁷⁷。

実は、ガソリンの小売価格（税抜き）を見ると、現在\$1.10 で石油危機以前の最低価格と同水準だ（図 64）。これは、ガソリン価格のほとんどは精製と輸送のコストで、どちらもかなりの効率性向上が実現しているからだ⁸⁷⁹。

同時に図 66を見ると、利用可能埋蔵量がかつてない量になっていることもわかる。これは実に驚異的だ。常識的に考えると、1955 年に 35 年の消費分が残っていたら、その翌年には 34 年分の利用可能埋蔵量しか残っていないはずだ⁸⁸⁰。いや、むしろ 33 年分くらいかな。だって 1955 年より 1956 年のほうが消費量は多いはずだからだ。でも図 66だと 1956 年には 常識とは正反対に 年間消費量は増えているのに、利用可能埋蔵年数はもっと増えていることになっている⁸⁸¹。その後の年を見ても、石油が別にどんどん減っている様子はない。

図 65を見ると、石油消費はだんだん増えている（ただし 1970 年代は例外）。これは破滅の預言者たちの言うとおりだ。消費は崩壊に向かっている。でも図 67を見てやろう。ここでは需要と、既知の利用可能埋蔵量すべてが同じグラフに表現されている。これを見ると、利用可能埋蔵量の推移は需要の増加を圧倒的に上回っていることは明らかだ。

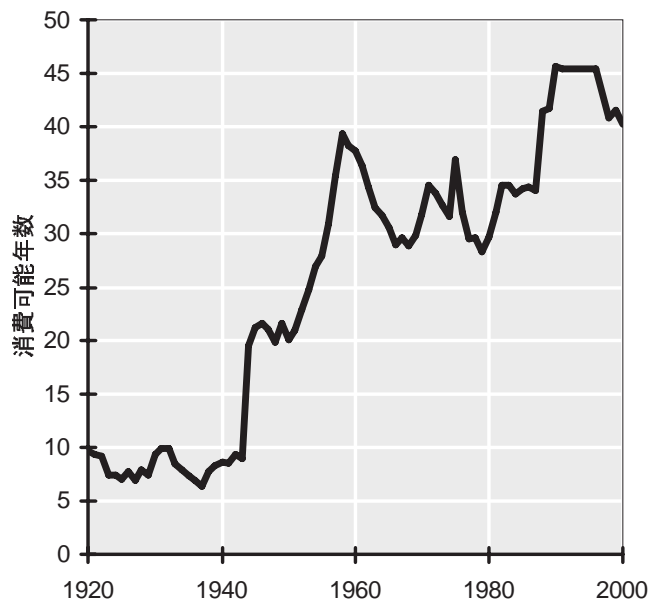


図 66: 消費可能年数: 世界の利用可能埋蔵量と、年間生産量との比, 1920–2000。
 出所: Simon *et al.* 1994, EIA 1997b:Table 11.3, 11.5, 1999c:271, 2000d:277,
 2000a:109, 2001c:136, 2001a:137, 2001b:113. 1944 年までの総利用可能埋蔵量は
 アメリカのみ、その後は全世界.

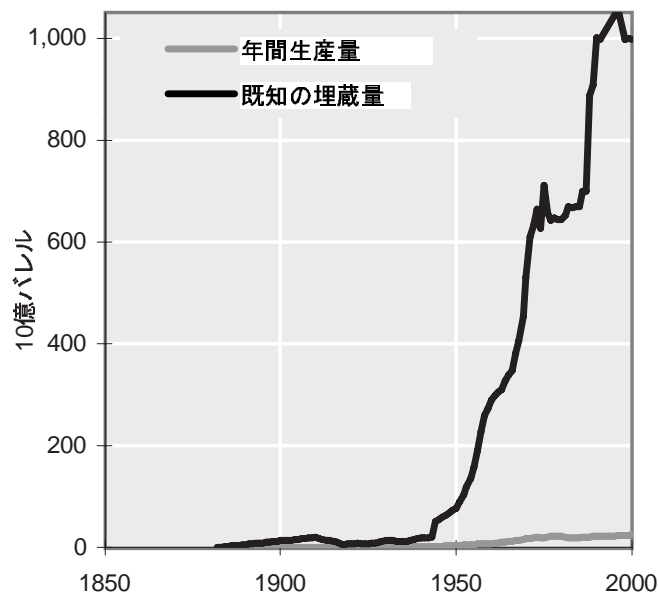


図 67: 世界の既知の利用可能埋蔵量と、世界の年間石油生産量, 1920–2000。出所: 図 66に同じ.

11.5 楽観論者と悲観論者の議論

どうしてみんな、ちっとも枯渇しないのに、石油が枯渇すると思いつけているんだろうか。

1865 年に、ヨーロッパで最も権威ある科学者の一人だったスタンリー・ジェヴォンスは、イギリスの石炭利用についての本を書いた。その分析では、産業革命は石炭の需要を鬼のように増やして、だからまちがいなくそれはイギリスの石油埋蔵量を使い果たすことになり、イギリスの産業は急停車を余儀なくされるだろうとのことだった。「産業の基本構成要素の将来的な不足からは、逃れられるいかなる合理的な見通しもないことは必定であろう⁸⁸²」。ジェヴォンスの議論は、『成長の限界』で展開されたものとえらく似ている。でもジェヴォンスが認識しなかったのは、石炭価格が上昇したら、石炭のもっと効率いい使い方を探すインセンティブも高まるし、新しい石炭埋蔵を探そうとしたり、もっと安い石炭輸送手段を見つけたり、石油みたいな他のエネルギー源を探そうといった努力も高まるということだった⁸⁸³。ジェヴォンスの危機は結局起こらなかった。

ぼくたちが資源をもっと上手に使って、どんどん資源を見つけられるのは、人間の創意工夫というやつの下にまとめられるだろう。はいはい、地球は確かに丸くて有限だけれど、でもこれは必ずしも反論として意味あるものじゃない。問題はむしろ、実際に開発できる埋蔵量がどれだけあるのかということだ。こうした埋蔵量は有限かもしれないけれど、でも値段が上がれば、これはもっと埋蔵量を見つけて、こうした埋蔵物を取り出すためのもっといい技術開発をするインセンティブにもなる。だから、値段が上がれば総利用可能埋蔵量も増えて、おかげで値段はまた下がる。

実は、資源がなくなりつつあるか、それとも増えつつあるかは、この二つのアプローチ次第だ。資源が物理的に有限だと主張する終末論者たちは、資源は物理的に有限だから、必然的になくなってゆくのだと論じるのに対して、豊穡論者たちは人間の創意工夫とデータという経験的な証拠に注目する。どっちが正しいのかは、実は経験論的な問題だ⁸⁸⁴。

11.6 使える石油はかつてなく多い

図 65を見ると、石油価格は別に長期的に上昇傾向にはないし、石油が特になくなりかけているわけでもないのははっきりしている。図 66を見れば、残っている石油はどんどん増えていて、減ってはいないことも明らかだ。それでも、なんだか変な気はする。どんどん使う量が増えているのに、残っている量がますます増えるなんて、どうしてそんなことがあり得るの？

この疑問に答えるには、資源は有限アプローチに対する3つの主要議論を指摘する必要がある。

1. 『既知の資源』ははっきりこれと決まっているわけじゃない。別にぼくたちは、石油のある場所を全部知っていて、あとはそれを汲み上げるだけというわけじゃないのだ。新しい地域を探索して、新しい石油を発見していくわけだ。でも探索にはお金がかかるから、新しい探索を始めるのは、生産予定日より極端に前じゃない。だから、需要が高まるにつれて、新しい油田が次々と見つかることになる。残存消費年数が増える一方で減らない理由の一つがこれだ。

だいたい既知の資源が資源の残りすべてだと思いこんで、それが尽きたら大問題だなんて言い出す人がいるということ自体、かなり不思議なことだ。これってぼくの冷蔵庫の中身を見て「おお、あと3日分の食糧しかないぞ。4日したらきみは飢え死にだ」なんて言うのとちょっと似ている。どういたしまして、2日後にはぼくはスーパーにでかけて、もっと食べ物を買ってくるだろう。要するに、石油は既知の場所から出てくるだけじゃなくて、まだぼくたちの知らない場所からもたくさん出てくるわけだ⁸⁸⁵。アメリカ地質調査は、定期的にまだ見つからない石油や天然ガスについて推定値を出している。そして2000年3月にかねらはこう書いている：「1981年以来、過去4回の調査ではそれぞれ、その前の回に比べて確認された有効埋蔵量と未発見の資源の合計が少しずつ上昇している⁸⁸⁶」。

2. 資源が上手に活用できるようになる。新技術を使って、既知の油田から、もっと石油を取り出せるようにするし、新しい油田を見つけるのも上手になるし、これまでは利用が高価すぎたりむずかしすぎたりした油田も使えるようになる。最初に掘ったときには、その油田の石油のたった20パーセントしか取り出さないのが通例だ。現在の高度な技術を使って、水や蒸気や薬物を注入してもっと石油を絞り出しても、半分以上の資源は地面の中にそのまま使われずに残っている^{*1}。アメリカ最大の油田10ヶ所は、閉鎖される時にもまだもとの石油の63パーセントが残っているだろうと試算されている⁸⁸⁷。だから、この分野ではまだまだできることがある。最新のアメリカ地質調査では、こうした技術改良により既知の利用可能埋蔵量は

*1 訳注：査読者がよくわからないというので説明。石油は、昔のプランクトンが地層の間で高い圧力をかけられることでできる。だからふつうは、ものすごい高圧になっている。このため、ここに穴を開けると石油は勝手に吹き出してくる。よく映画なんかで、油田を掘り当てるとやぐらのてっぺんから石油が噴き出して、主人公たちが石油まみれになって喜ぶシーンがあるけれど、あれはこの石油の自噴だ（これが、本文中の「最初の20パーセント」に相当する部分）。ある程度以上そうやって自噴すると、圧力が下がって、もうひとりでは石油が上がってこなくなる。でも、まだ圧力のかかっていない石油はたっぷりあるのだ。そこでこんどは、上から水や蒸気を押し込んでやると、それに押しのけられて石油がもっと上がってくる。それでも、まだ全部は取り出せないで、かなり残ってしまうのだ。

50 パーセント以上増えると予想されている⁸⁸⁸。

同時に、出てきた石油の使い方も上手になってきた。アメリカの平均的な車は、1973 年以來燃費が 60 パーセントも向上している⁸⁸⁹。同じように、ヨーロッパやアメリカの家庭暖房は 24–43 パーセント効率が上がっている⁸⁹⁰。多くの機器はずっと高効率になった。自動食器洗い機や洗濯機は、利用エネルギーを 50 パーセントも減らしている⁸⁹¹。

そしてエネルギー効率はまだまだ改善の余地がある。試算によれば、アメリカのエネルギー利用の 43 パーセントは無駄遣いされている⁸⁹²。アメリカエネルギー省では、家庭のエネルギー消費は 50 パーセントから 94 パーセントは節約できると推定している⁸⁹³。今日では、リッター 50–100km を叩き出せる安全な車だって、作ろうと思えば十分作れる⁸⁹⁴。もちろん、これほどの効率性向上が見えているのに、それが全部採用されていない理由は、現在のエネルギー価格や技術水準ではそれがコスト的に引き合わないからだ⁸⁹⁵。

ほとんどの国は、実際にどんどんエネルギーの使い方が上手になってきている。国民生産の追加の 1 ドル、1 ユーロ、1 円を生み出すのに必要なエネルギーはぐんぐん下がっている。図 68 は、アメリカが 1800 年以來、同じエネルギーでどんどん多くの財を作り出せるようになってきていることを示している。これは 1880 年以來のイギリスでも、1973 年以來の EU や日本でも同じだ⁸⁹⁷。全世界で見ると、1992 年の単位エネルギーあたりの富の生産は、1971 年のほとんど倍だった⁸⁹⁸。この時期に、デンマークはさらに進んで GDP 成長とエネルギー消費上昇との相関を「断ち切った」。全体としてデンマークでは、1970 年から 1989 年にかけて GDP が 48 パーセント上昇したのに、使ったエネルギーはかえって減った⁸⁹⁹。

3. 代替できる。ぼくたちは別に、石油そのものが欲しいわけじゃなくて、それが提供できるサービスが欲しいのだ。一番多いのは、熱や電気や燃料が必要な場合で、これは他のものからだって得られる。だから、ほかのエネルギー源のほうが優れていたり安かったりすれば、そっちに切り替えるのはやぶさかではない。イギリスでは、1600 年頃に薪がますます高価になってきて（近くの森林が伐採され尽くして、インフラが悪かったせいだ）、これが石炭への切り替えを次第にうながした。図 62 に示したように、アメリカでも似たような動きがあった⁹⁰⁰。19 世紀後半には、石炭から石油への転換が同じく起こった。

だれでも思いつくこととして、短期的には石油を天然ガスや石炭など既知の化石燃料に切り替えればいい。でも長期的には、エネルギー消費のかなりの部分を原子力や風力や太陽光、バイオマス、シェール油なんかでカバーできる可能性がかなり

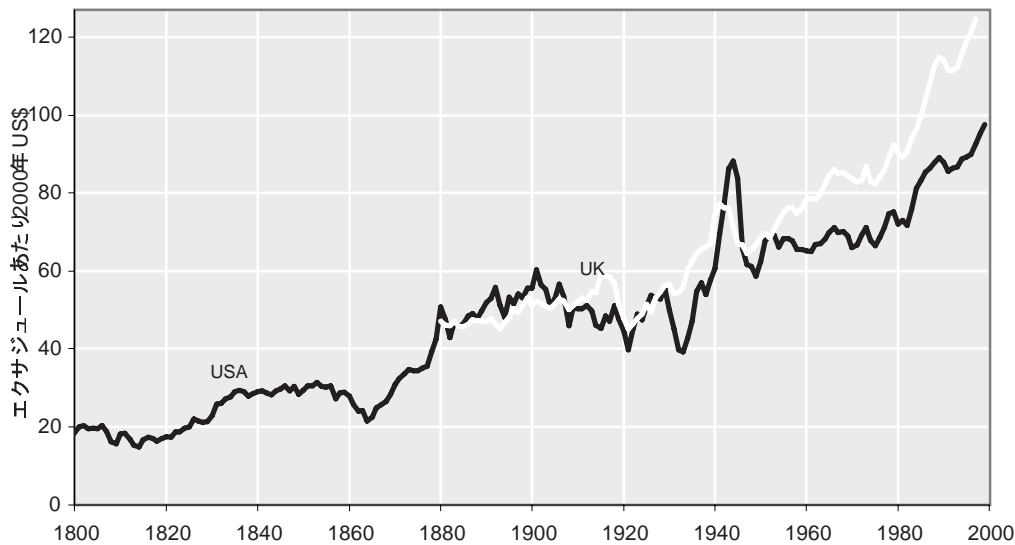


図 68: エネルギー効率、アメリカ 1800–1999 とイギリス 1880–1997。1800 年にはエネルギー 1EJ がたった 190 億 2000 年ドルしか生み出せなかったのが、1999 年には同じだけのエネルギーが 900 億ドル以上を生み出せていたことを示す。出所: 図 30, 図 62に同じ, 及び Pearson 1998.⁸⁹⁶

ある。

11.7 その他化石エネルギー源

天然ガスはクリーンで安いエネルギー源だけれど、巨大なパイプライン流通システムを必要とする。第二次大戦後、化石燃料の中で最大の伸びを示したのが天然ガスだ。生産量は、図 69からもわかるように、1950 年以來 12 倍以上になった。天然ガスは、1950 年には世界エネルギーのたった 10 パーセントでしかなかったけれど、今日ではそれが 23 パーセント⁹⁰¹。天然ガスは他の化石燃料に比べて単位エネルギーあたりの二酸化炭素排出量がずっと少ない。二酸化炭素の面では、石炭が最悪だ⁹⁰²。

生産量が大幅に増えたのに、天然ガスは石油と同じく、時間と共にどんどん豊富になってきている。でもこれまでの議論を見れば、これは特に驚くことじゃないはずだ。今日では、利用可能な天然ガス埋蔵量は 1973 年以來 2 倍以上に増えている。毎年天然ガスの使用量は増えているのに、利用可能な天然ガス埋蔵量はますます長持ちするようになっていく。1973 年には、1973 年レベルの使用を 47 年続けられる埋蔵量があった。1999 年には、消費量は 90 パーセント以上上がったのに、利用可能な天然ガスはあと 60 年分もある⁹⁰⁴。

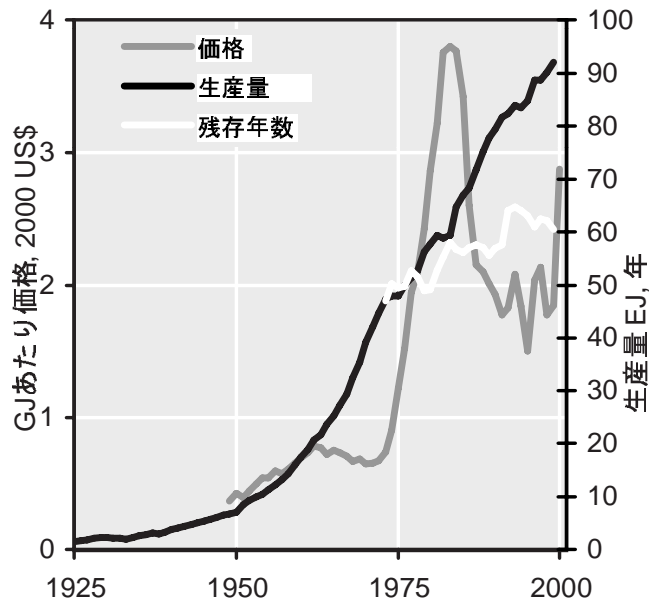


図 69: 世界の天然ガス生産、価格と残存消費年数。生産はエクサジュール単位、1925–1999、価格はギガジュールあたり 2000 年米ドル、1949–2000、および残存消費年、1975–1999。出所: WI 1999c, EIA 1999c:63, 269, 2000a:109, 131, 2001b:42, CPI 2001, BP 1998, 1999⁹⁰³。

歴史的に最も重要な化石燃料は石炭だったけれど、戦後に一部が石油に代替された。石炭がエネルギー源として再評価されたのは、1970 年代のオイルショックのおかげだ。でも石炭は重くてかさばるし、だから輸送コストが高つく⁹⁰⁵。だからほとんどの石炭は採掘地のすぐ近くで消費される。石油は生産量の 60 パーセントが輸出されるけれど、石炭は 10 パーセントだ⁹⁰⁶。デンマークでは、1973 年の第一次オイルショック後、石油消費のかなりの部分が石炭に置き換わって、その後すごくゆっくりと天然ガスが石炭に取って代わりつつある。この傾向はヨーロッパでは広く見られる。天然ガスのほうがクリーンだし、ドイツやイギリスの地元の石炭が高価になりすぎたからだ⁹⁰⁷。

石炭はおおむねえらく公害をだすけれど、先進経済諸国では、低硫黄石炭に切り替えたり、脱硫装置みたいな大気汚染制限装置のおかげで、二酸化硫黄や二酸化窒素の排出は大部分が除去されている⁹⁰⁸。でも全世界で見ると、石炭は相変わらず大きな公害源で、推定では年間 1 万人よりかなり多くの方が石炭のせいで死んでいる。これは一部は公害によるのと、一部は石炭採掘が今日ですらかなり危険だということがある⁹⁰⁹。

でも石炭は今後かなりの期間にわたってエネルギーを供給できる。石油と天然ガスの場合と同じく、石炭の利用可能埋蔵量もだんだん増えてきた。1975 年以来、石炭の利用可能埋蔵量の総量は 38 パーセント増えた。1975 年には、1975 年レベルの消費を 218 年間

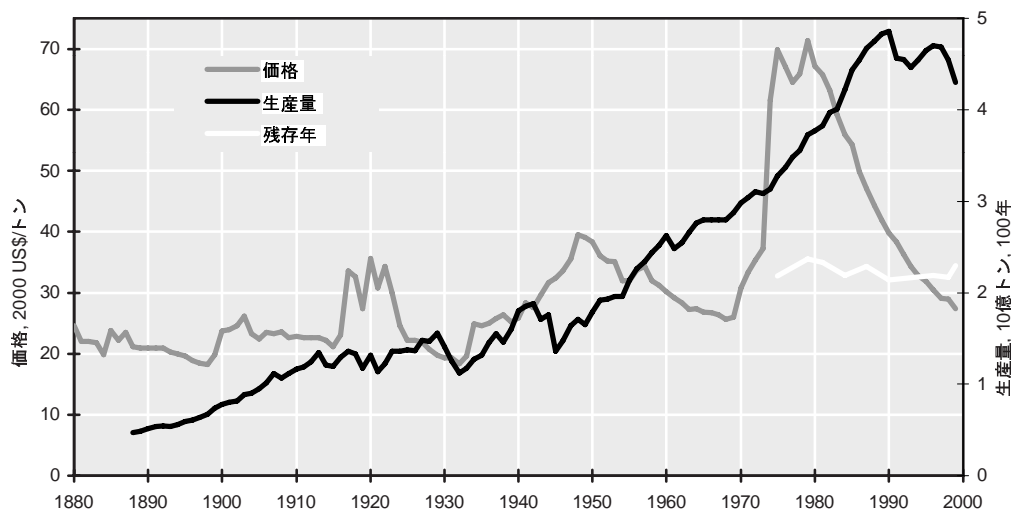


図 70: 世界の石炭生産、価格と残存消費年数。生産は 10 億トン単位、1888–1999、価格はトンあたり 2000 年米ドル、1880–2000、および残存消費年 1975–1999 は百年単位 (右軸)。出所: Simon *et al.* 1994, EIA 1997b:Table 3.2 11.15, EIA 1999c:63, 2000a:23, 2000d:205, 2001b:25, 295, Freme and Hong 2000:5, CPI 2001, BP 1998, 1999⁹¹³。

続けられるだけの石炭があったけれど、その後消費は 31 パーセント増えたのに、1999 年の利用可能石炭埋蔵量は 230 年分もあった。消費可能年数がもっと増えていないのは、単に価格が下がっているからだ⁹¹⁰。石炭資源の総量はずっと多いと見積もられている。今後 1,500 年は優に保つだけの石炭があると考えられている⁹¹¹。生産は過去 100 年でほとんど 10 倍近くになっているけれど、でも図 70 からわかるように、それで価格が長期的に上がっているわけでもない (ただしオイルショックの時の価格高騰は除く)。実は 1999 年の石炭価格は、それ以前の最底値だった 1969 年の水準に近い。

同時に、化石燃料資源を大幅に拡大した発見が他にいくつかある。まず、石炭層のメタンガスが使えるようになり始めた。昔は、炭坑夫たちはしみ出てくるメタンガスを恐れていた。これは爆発を引き起こして炭坑を潰してしまうからだ。今日では、このガスが使える。炭坑メタンガスの使用可能量は知られていないけれど、現在の天然ガスの利用可能埋蔵量より多いと推定され、ひょっとするとその倍くらいあるかもしれない⁹¹²。これだけで少なくとも今後 60 年分はこのガスがあることになる。

タールサンドやシェール油にもますます関心が集まるようになってきた。どちらも石油を含むけれど、残念ながら抽出がむずかしくて、だから利用も高かついた。カナダでは、1978 年以來タールサンドから石油が抽出され、ここではコストがバレルあたり \$28 だったのがたった \$11 にまで下がってきている⁹¹⁴。ちなみに 2000 年の石油価格はバレルあ

たり\$27だ。

アメリカエネルギー情報局の推計では、今日では 30 ドル以下の値段でタールサンドやシェール油からは 5500 億バレルの石油がとれる。つまりこれでいまの世界の石油利用可能量が 50 パーセント増えるということだ⁹¹⁵。そして 25 年以内に、現在の石油埋蔵地にある石油を商業的に二倍も活用できるようになると推定されている。石油価格がバレル 40 ドルを超えるようになったら、たぶん現在の利用可能埋蔵量の 5 倍は使えるようになるだろう。

シェールオイル資源の総量は、気が遠くなるほどのものだ。推定だと世界には、伝統的な石油資源とくらべて 242 倍以上のシェールオイルがあると推定されている。ほかのエネルギー資源すべて（石油、天然ガス、石炭、泥炭、タールサンド）を合計したものの 8 倍以上のエネルギーがシェールオイルにはある⁹¹⁶。このすさまじい量のエネルギーは、現在のあらゆるエネルギー消費総計の 5,000 年分以上にも相当する⁹¹⁷。

結果として化石燃料がすぐにもなくなるような心配はしなくていい。ただし化石燃料のある程度の部分は、高いコストでしかアクセスできないだろう。でも、ぼくたちの予算の中でエネルギーが占める割合は（ぼくたちが化石燃料だけに頼り続けたとしても）下がると考えるべき理由は十分にある。今日、エネルギーの世界的な値段は、世界 GDP の 2 パーセント以下が。GDP がごくわずかしか成長しなかったとしても、この比率は下がり続ける見通しが強い。エネルギー価格が仮にとんでもなく上昇して 100 パーセント増し（つまり倍増）したとしても、2030 年までの所得の中でエネルギーに費やす比率はちょっと下がることになる⁹¹⁸。

11.8 原子力

原子力は世界のエネルギー生産の 6 パーセントを占め、原子力を持っている国の発電量では 20 パーセントを占める⁹¹⁹。アジアでの伸びにも関わらず、この分野の見通しは 2010 年までは横這い、その後はちょっと下がる。なぜ下がるかということ、スリーマイル島やチェルノブイリの事故で強調された安全性の問題が、このエネルギー源に対する多くの人の安心感を潰してしまったからだ⁹²⁰。

ふつうの原子力は、ウランウム 235 原子をかち割って、そこから出る熱エネルギーを利用する核分裂方式だ。ウランウム 235 が 1 グラムで得られるエネルギーは、石炭ほぼ 3 トンに近い⁹²¹。原子力はとてもきれいなエネルギー源でもあって、通常の運用下ではほとんど公害を出さない。二酸化炭素は出さないし、放射能排出は、実は石炭火力発電所から出てくる放射能より低いくらいだ⁹²²。

一方で原子力は、何年にもわたって（中には 10 万年以上）放射性を持つ廃棄物を作り出

す。これは廃棄物の保管所と、未来の世代にそんな遺産を残すことについて、すさまじい政治論争の種となった。さらに、民間核反応炉からの廃棄物は、核兵器用のプルトニウム生産に使える。だから多くの国では原子力の使用は、安全保障上の問題にもなってくる。

現在では、この先 100 年分くらいのウラニウム 235 がある⁹²³。でも、特殊な反応炉
通称高速増殖炉 は、ウラニウムの 99 パーセントを占める、はるかに豊富なウラニウム 238 を使える。発想としては、ウラニウム 238 そのものはエネルギー生産に出来ないけれど、それをウラニウム 235 といっしょに反応炉の炉心に入れておこうというわけ。ウラニウム 235 のほうはふつうの原子炉と同じようにエネルギーを作り、その放射能がウラニウム 238 をプルトニウム 239 に変えて、これが原子炉の新しい燃料として使える⁹²⁴。ほとんど魔法みたいだけれど、高速増殖炉は本当に、消費するよりたくさんの燃料を生み出す。だから、この原子炉を使えば、今後 14,000 年も保つだけのウランがあることになる⁹²⁵。残念ながら、こうした原子炉は技術的にもっと脆弱で、核兵器生産に使えるプルトニウムも大量に作り出すので、安全保障上の懸念がさらに増すことになってしまう⁹²⁶。

でも、原子力は電力生産でほとんど効率があがらないのだ。原子力利用がもっと普及しない大きな理由はこれだろう⁹²⁷。総コストについてみんなが納得する推定値を出すのは難しいけれど（計算に影響してくる変数が多すぎるから）お値段はだいたい 1999 年価格で、1 キロワット時 (KWh) あたり 11–13 セントくらいをうろうろしている⁹²⁸。化石燃料による平均電力価格は 6.23 セントだ⁹²⁹。

長期的には、主に注目されるのはもはや核分裂じゃなくて、核融合のほうだろう。この技術は二つの水素原子を融合させて、ヘリウム原子を一つ作ろうとする。燃料 1 グラムで石油 45 バレル分のエネルギーが出る⁹³⁰。燃料は基本はそこらの海水から獲れるから、供給はまあ無限だ。さらに、放射性廃棄物や放射能もほとんどない。ただし核融合は天文学的な温度を要求し、これまで 200 億ドル以上の投資が行われてきたのに、エネルギー生産に必要なレーザー出力の 10 パーセントしか実現できていない⁹³¹。だから核融合エネルギーが商業的にモノになるのは早くて 2030 年以降、ヘタをすると 22 世紀にかなり入り込むまで無理かもしれない⁹³²。

11.9 再生可能エネルギー

再生可能エネルギー源は、化石燃料とちがって、使い果たすることなくいつまでも使える⁹³³。これは主に、太陽、風、水、地熱みたいなエネルギー源だ。ほんの数年前まで、こうしたエネルギー源はまあ「代替/オルタナティブ」として見られていた *The Economist* 誌の表現を借りれば、「サンダル履きのひげ面菜食主義者たち」のお遊びプロジェクトだ

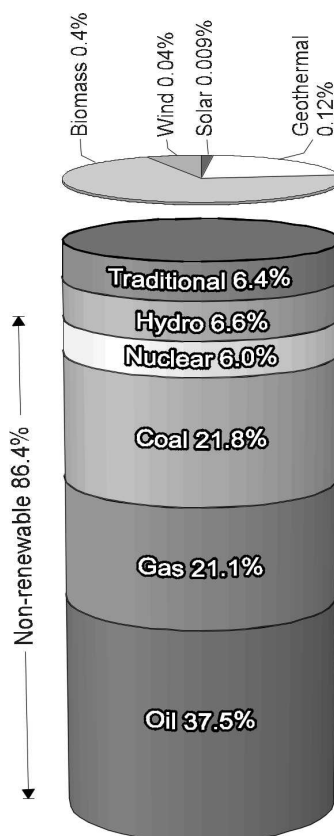


図 71: エネルギー源別の世界エネルギー生産比率、1998 年、合計 428EJ。石油、天然ガス、石炭、原子力のような非再生可能エネルギーが 86.4 パーセントを占める。再生可能は主に水力発電と、薪や炭など主に第三世界で使われる伝統燃料。最後に、薄いてっぺんの切れっ端が有名な再生可能エネルギー源となる。合計 0.6 パーセント、バイオマス、地熱、風力、ソーラーパワーだ。出所: EIA 2000a:201ff, WRI 1998b.⁹⁴¹

⁹³⁴。でもこれは様子が変わり始めている。

再生可能エネルギーを使うと、いいことがたくさんある。公害は少ないし、その国の輸入燃料依存度は下がるし、外貨は少なくて済むし、二酸化炭素排出もほとんどない⁹³⁵。さらに、多くの技術は安上がりで、修理も輸送も簡単なので、発展途上国や遠隔地に最適だ。

図 71を見ると、再生可能エネルギーが世界のエネルギー生産のたった 13.6 パーセントでしかないのは明らかだ。このうち、大半を占めるのは、水力発電と伝統的燃料だ。水力は世界エネルギー生産の 6.6 パーセントを占める。伝統的燃料は、薪、炭、バガス（サトウキビの搾りかす）、動物の糞や植物のカスなど。これらが世界のエネルギー生産の 6.4 パーセントを占め、特に発展途上国ではエネルギー消費の 25 パーセント以上を占める⁹³⁶。

ほかのもっと有名な再生可能エネルギー、たとえばバイオマス、地熱エネルギー、風力、太陽パワーが、世界エネルギー生産の最後の 0.6 パーセントを占める。図 71 のてっぺんの薄い切れっ端だ。この切れっ端のうち、かなりの部分は 0.4 パーセントを占めるバイオマスだ。木や農業廃棄物を燃やしたり、都市ゴミ焼却からくるエネルギー生産だ⁹³⁷。そのさらに残りは 0.12 パーセントの地熱エネルギーで、地球内部の熱を使う。

いちばん有名な再生可能エネルギー、風力と太陽光は、1998 年には全エネルギー生産量のたった 0.05 パーセントを生産したにすぎない。その中でも風力が圧倒的で 0.04 パーセント、太陽エネルギーはほんの 0.009 パーセントだ⁹³⁸。電力だけを見ても、風力はたった 0.09 パーセント、太陽光発電は 0.02 パーセントだ⁹³⁹。進歩的な EU では、消費エネルギーのうち再生可能なものはたった 5.6 パーセント、そのほとんどがバイオマス (3.7 パーセント) と水力発電 (1.8 パーセント) で、風力はたった 0.04 パーセント、ソーラーは 0.02 パーセントだ⁹⁴⁰。

ほとんど毎年のように、レスター・ブラウンは再生可能エネルギー源の利用が石油よりもずっと高い成長を示していると言って大はしゃぎする：

かつては、エネルギーに関する議論は新しい経済がどのような形になるのかについて論じていた。今やわれわれは、その新しい経済が台頭しつつあるのを実際に見ることができる。それは日本やドイツの屋上の太陽電池、スペインやアイオワの風力発電ファーム、そして各種エネルギー源のさまざまな成長率に見られる。風力は 1990 年から 1998 年にかけて年率 22 パーセント伸び、太陽電池は年率 16 パーセントで伸びているのに、石油利用の伸びは 2 パーセント以下で、石炭の伸びはまったく見られなかった⁹⁴²。

でも、こんな伸び率を比べても誤解のもとでしかない。風力なんてたった 0.05 パーセントしか占めていないんだから、2 桁成長なんかすぐに実現できるのだ。1998 年には、そのたった 2 パーセントの成長で増加した石油エネルギーは、風力発電の 22 パーセント増分の 323 倍もあった⁹⁴³。風力発電の成長率がこのまま続くという考えにくい事態が起きたとしても、風力の 22 パーセント成長が石油の成長分のエネルギーを上回るには、この成長率が 46 年間ずっと続いてくれなきゃいけない⁹⁴⁴。

単純に言えば、世界のエネルギー生産で再生可能エネルギー源のシェアが低いのは、これらが化石燃料と比べて競争力がないからだ⁹⁴⁵。いままで、ほとんどの再生可能エネルギープロジェクトは、公共の資金と税制優遇によって実現したものだ⁹⁴⁶。でも図 72 からわかるように、値段は急速に下がってきていて、この低下は今後も続くと見込まれている。

水力発電は多くの国にとって重要だ。63 ヶ国で、発電量の 50 パーセント以上をまか

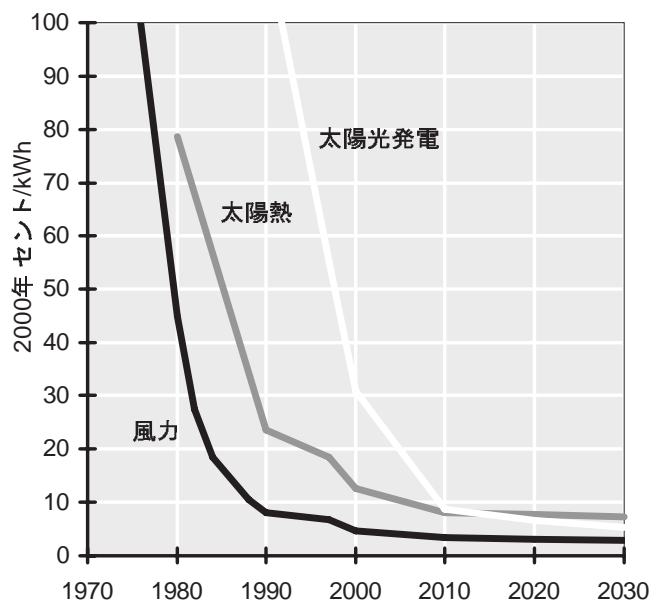


図 72: 各種再生可能エネルギー源による kWh あたり価格、1975–2030。主要出所: DOE 1997, CPI 2001⁹⁵²。

ない、23 ヶ国では 90 パーセント以上をまかなっている⁹⁴⁷。水力発電はかなりの期間にわたって競争力を持っていたけれど、もうかなり開発が進んでしまい、ヨーロッパでは今後、大規模な拡大の可能性はほとんどない⁹⁴⁸。さらに、水力発電にはいくつか欠点がある。一部はそれが環境にとってマイナスになることが多いのと⁹⁴⁹、もう一つはほとんどのダムが、20 年から 50 年すると上流からの堆積物で埋まってしまうことだ。エジプトのアスワンハイダムは、2025 年までに半分埋まると予想されている⁹⁵⁰。

地熱は、地球内部の熱を利用するもので競争力があるけれど、でもちょうどいい条件を持ったところは、フィリピンやインドネシアの一部など、ごく少ない⁹⁵¹。

今のところ、幅広く活用できる一番競争力の高い再生可能エネルギーは風力だ。いまのお値段は 5–6.4 セント/kWh くらいで、これは 20 年前のお値段に比べれば 10 倍も安くなってはいるけれど、それでも化石燃料からの電力に比べたらちょっとお高めだ⁹⁵³。価格はもっと下がると期待されているけれど、でも 2005 年では、天然ガス発電プラントによる一番安い発電に比べるとまだ 5 割増し、2020 年でもまだ 2 割増しくらいだろうとも予想されている⁹⁵⁴。

多くの人は、再生可能エネルギーが化石燃料より安くないと聞いてびっくりする。だっ

て、燃料は無料じゃん！ はいその通りではありますが、でもそれが大きな問題にならない理由はいくつかある。まず、実際の燃料価格は、総発電コストの中では結構小さい。1995年だと、化石燃料コストは、総発電コストのたった16パーセントにしかならなかった⁹⁵⁵。第二に、化石燃料は研究開発面で圧倒的なリードを保っている。こっちのほうがずっと昔からあったし、国の研究予算もずっとたくさんもらっていたからだ。最後に、化石燃料の利用のほうも、時間とともにどんどん効率が上がる。新研究のおかげで、発電容量が倍増するごとに、投資コストは2.5パーセントずつ下がっている。同時に、競争が多くて管理も改善されてきたから、1982年に250人を必要としていた石炭火力発電所は、1995年にはたった200人で運転できた。天然ガス火力発電所の効率向上はもっとすごくて、同じ時期に必要な労働力は28パーセントも下がった⁹⁵⁶。電力および石油と天然ガス市場の規制緩和も、非再生可能エネルギーによる電力を安くする一因となった⁹⁵⁷。

それでも、伝統的な化石燃料と、一番安い再生可能エネルギー源とのコストの差は、相対的にとても小さいという事実には注目が必要だ。さらに、こういう経済コストは化石燃料の使用が環境に与えるマイナスの社会コストを含んでいない。石炭火力発電所からの電力は、風車による電力よりまだ2-5割安いかもしれないけれど、その価格差よりも石炭の公害や石炭ガラが環境や人に与える影響のほうが大きいようならば、社会としては風力エネルギーに切り替えたほうがいいわけだ⁹⁵⁸。

最近、ヨーロッパで一つ、アメリカで2つの大規模プロジェクトが、発電に関するあらゆるコストを検討しようとした。石炭採掘の死亡リスク、輸送からくる交通危険性、発電からくる職業上の危険や、酸性雨、微粒子、二酸化窒素、二酸化硫黄、オゾンなどが湖や作物、建物、子供や老人に与える影響、さらには税金体系や仕事の影響など、膨大な検討事項とコストを見ている⁹⁵⁹。まとめると、これらの研究によれば、新設の石炭火力発電所の追加の社会コストは0.16-0.59セント/kWhだ⁹⁶⁰。でも3調査のいずれも、二酸化炭素のコストは定量化していない。これはたぶん追加で0.64セント/kWhになるだろう(地球温暖化の章参照)⁹⁶¹。

結果として、再生可能エネルギーは社会コストを含めた場合ですら、競争力がつくにはもうちょっとお値段が下がる必要がある。それでも、再生可能エネルギーのお値段は、伝統エネルギーのお値段よりも急速に下がると考えられている。ただし、こうしたお値段の予想については、まだかなりの不確定要素があることも追加しておこう。特に、以前の予想が今にして思えばかなり楽観的すぎたからだ。1991年に、「懸念する科学者連盟」(Union of Concerned Scientists)は、2000年には太陽光発電のコストは10セント/kWh以下に下がると予想したけれど、でも残念ながら、まだ50セント/kWhにしかならない⁹⁶²。

だから、再生可能エネルギーを補助金や免税措置で支援する必要はあるのかどうか、実ははっきりしない。デンマークでは、こうした補助は風力発電の場合、5 セント/kWh にものぼるし⁹⁶³、アメリカでは風力発電への補助金は約 1.5 セント/kWh くらいとされる⁹⁶⁴。でも、エネルギーに課税して、その実際の価格が生産時と排出物からくる社会コストを正しく反映するようにしたほうがずっといいはずだ。

この根底にある議論は、再生可能エネルギーをいまから支援しておかないと、化石燃料が枯渇しても市場は手遅れになるまで気がつかないだろう、というものだ。でもこれまで見たとおり、そんな目先に化石燃料がなくなるリスクはまったくない。一部のエネルギー源はちょっと高くなるかもしれないけれど。だから前提としてはやっぱり、税金が社会コストをきちんと反映さえすれば、市場が再生可能エネルギーに最適な額の投資を行うだろう、というものであるべきだ⁹⁶⁵。でも、地球温暖化の章では、社会としてはむしろ、再生可能エネルギーのコストをもっと急速に下げるための研究にいっぱい投資したほうがいいんじゃないか、というのを検討する。

とはいえ、エネルギーに関するこの節で一番大事な点は、化石燃料はたっぷり蓄えがあるぞと強調することだけでなく、潜在的には無限の再生可能エネルギー源が、まちがいになく経済的に手の届くところまできている、ということを確認しておくことだ。

11.10 太陽光エネルギー

地球上のエネルギーの圧倒的大部分は太陽からくる。地球内部の核反応プロセスからくるエネルギーはごく一部だ。太陽の放つエネルギーはすさまじく、地球上を $1m^2$ の升目に切って、そのすべてで 180 ワット電球をずっとつけっぱなしにするのと同じだけのエネルギーがくる。もちろん、そのエネルギーの分布は平等じゃない。熱帯地区はそれが 250 ワット電球になるし、北極や南極地区はたった 100 ワットほどだ⁹⁶⁶。

太陽エネルギーの流入量は、いまの全世界のエネルギー消費の約 7,000 倍に等しい⁹⁶⁷。この関係のスケールは図 73 に示してある。これを見ても、毎年の太陽エネルギーは、他のどんなエネルギー源をもはるかに上回ることは明らかだ。あるいは別の言い方をすると：いまの比較的効率の悪い太陽電池でも、熱帯地区で一辺 469km の正方形の土地（理屈面積の 0.15 パーセント）を太陽電池で覆えば、いまのエネルギー需要は全部満たせる⁹⁶⁸。原理的には、この面積をサハラ砂漠で確保したっていい（サハラ砂漠の 2.6 パーセントの面積だ）し、海上だってかまわない⁹⁶⁹。現実にはもちろん、中央発電所をたった一つだけ作るようなことはしないだろうけれど、でもこの例を見ても、ぼくたちのエネルギー需要を満たすには実にわずかな空間しか要らないことはわかるし、その土地を生物学的・商業的に無価値なところに置くことだってできることもわかる。

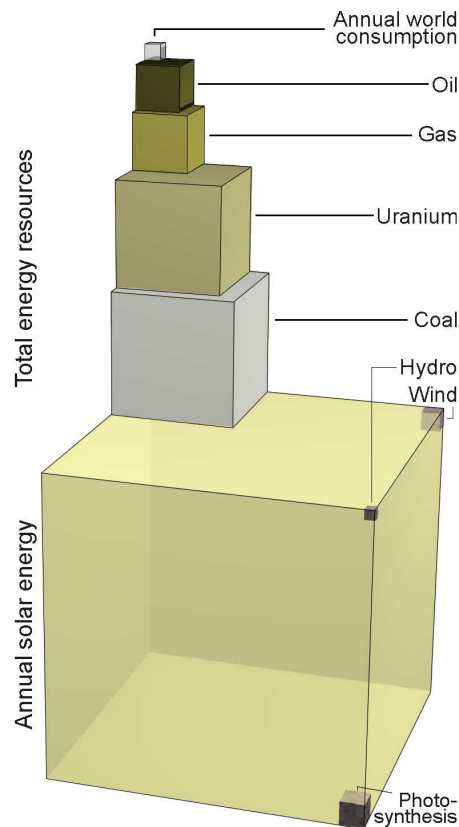


図 73: 年間太陽放射のエネルギー含有量 (2,895,000EJ) と、非再生可能エネルギーのすべての資源量 (石油 8,690EJ, 天然ガス 17,280EJ, ウラン 114,000EJ, 石炭 185,330EJ)、および世界の年間エネルギー消費量 (400EJ) の比較。他の大きな再生可能エネルギーの潜在力も示した。水力発電は最大で 90EJ、風力は最大で 630EJ を生産できる。比較のために、植物光合成はおよそ 1260EJ くらいを占める。全資源と潜在量は最高の推定値でしかなく、桁数の目安以上のものと考えてはいけない⁹⁷²。出所: Craig *et al.* 1996:159, 163, 181, 193, Cunningham and Saigo 1997:505.

一番安い太陽電池は、1978年に比べると効率が3倍になったし、価格は1970年代初期に比べると50分の1まで下がった⁹⁷⁰。太陽電池はまだ十分な競争力はないけれど、でも価格はさらに下がると予想され、2030年には5.1セント/kWhまでくると期待される。特に都市部や既存送配電網から遠い地域では、太陽電池はすでに商業的に成立するものになっている。

インドネシアの僻地にあるスカタニ村は、1989年に太陽電池が設置されて、文字通り一夜にして変わった。赤道の夜は年中通じて12時間続き、それまでは何もすることがなかった。でも今日、子どもたちは夕ご飯のあとで宿題ができるし、村には電動の緯度ポンプが水を供給してくれて、衛生状態も向上し、一部の近所のワルン(商店)は日没後も開いていて、テレビがエンターテイメントと、広い世界への窓を提供してくれている⁹⁷¹。

太陽エネルギーはまた、熱源として直接活用できるし、植物を育てて後でそれを燃やすことで間接的に利用もできる（バイオマス）。デンマークでは、直接の太陽熱はエネルギーの 10–12 パーセントくらいを供給できると試算されている⁹⁷³。アメリカでも、バイオマスはかなりの成長が見込まれている。問題は、緑の植物は太陽光をあまり効率よく利用しないことだ（図 73 参照）。バイオマスが世界エネルギー消費量の相当部分を供給できるようになるとは考えにくい。茎や藁などの農業バイオマス生産は、体積的には世界の収穫量の半分を占めるけれど、それでも 65EJ、現在のエネルギー消費量の 16 パーセントにしかならない⁹⁷⁴。緑の植物は平均で太陽エネルギーの 1–3 パーセントしか使わない。太陽電池なら、15–20 パーセントのエネルギー効率だ⁹⁷⁵。だから太陽電池は植物に必要な面積の 1/13 しか必要としないし、しかも良質な農業用の土壌も要らない⁹⁷⁶。同時にバイオマスは他の公害問題をわんさか引き起こす。たとえば微粒子、硫黄、ニッケル、カドミウム、鉛など⁹⁷⁷。バイオマスは今日ではまだ競争力はないけれど、太陽電池よりは安い⁹⁷⁸。

多くの発展途上国にとって、バイオマスは農業用地へのアクセスをめぐって食料生産と競合することになる。でも世界の一部では、バイオマスを育てるのは賢い選択かもしれない。やせた土地でも生産できるし、土壌流出を防ぐし、生産力の高い土地の再生にだって貢献する可能性があるからだ⁹⁷⁹。

アメリカエネルギー情報局は、太陽エネルギーはアメリカの全エネルギー需要の 3.5 倍以上をカバーできると試算している⁹⁸⁰。ただしこれが実現するには、かなりの工夫が必要だ。

日本は太陽電池を建材に組み込みはじめ、壁や屋根の一部に使い出している⁹⁸¹。他のところは水漏れのしない薄膜状のセラミック太陽電池を開発して、ふつうのルーフィング材料のかわりにしている。ウェールズでは、訪問者に開放された実験センターが、電力供給のためだけでなく、伝統的なルーフィング費用を節約できるからという理由で太陽電池を採用している⁹⁸²。

11.11 風力エネルギー

風力エネルギーはもう何千年も利用されている。紀元前から、中国やインド、ペルシャの古代文明は水の汲み上げや穀物の製粉に風力を使っていた⁹⁸³。すでに中世初期でさえ、風車はヨーロッパ中で知られた技術だし、風車は蒸気機関の到来までずっと主要エネルギー源だった。自前の石炭供給のないデンマークのような国では、風車はずっと中心的な役割を果たし続けた。1916 年だけでも、デンマークは新しい風車を 1,300 基も建設している。

オイルショックは風車に対する新しい研究上の関心をかきたてて、それ以来すばらしい成果と進歩が実現してきた。1975年以來、価格は94パーセントという目の飛び出そうな下落ぶり、生産性は1980年以來年率5パーセントで上昇し続けている⁹⁸⁴。世界的には、風車で全エネルギー消費の半分以上をカバーすることも不可能ではないと推定されているけれど、このためには1億基くらいの風車が要る⁹⁸⁵。風力の世界最先端にいるデンマークですら、風力発電は1998年の総電力の9パーセントしか生産していない⁹⁸⁶。アメリカでは、風車は1998年の総発電量のたった0.1パーセントでしかない⁹⁸⁷。

でも、国の電力需要の相当部分を風力でまかなおうとしたら、問題が出てくる。居住地の近くだと、風車の騒音が問題になるだろう。さらに、効率を出すには、風車は開けた土地に設置する必要があるって、そうなるとすぐに景観破壊につながる。唯一の長期的な解決策は、風車を海上のはるか沖合に作ることだ。美的な問題はほとんど皆無になるだけでなく、そのほうが風車も効率が5割増しくらいになる⁹⁸⁸。

風車を批判する人々は、それがまだ儲からないと指摘する。生産にかなりのエネルギーが必要で、さらには鳥を殺すという指摘もある⁹⁸⁹。すでに見たとおり、風車はまだ十分な競争力を持っていないけれど、でもたぶんコスト的に3-5割高いくらいで、化石燃料を使い続けるのに比べた社会コストまで含めて考えたら、差はさらに詰まるだろう。長期的には、まちがいなく競争力を持つし、化石燃料より安くなる可能性だってある。

風車自体を作るのにかなりのエネルギーが要る、という反対もある。鉄を掘って、溶かして、圧延する必要があり、風車自体も輸送して、最終的には廃棄が必要になる。でも長期的なエネルギー収支を見てやると、いまの風車は自分の生産に要したエネルギーを、たった三ヶ月以内で回収できちゃう⁹⁹⁰。

風車が鳥を殺すというのは事実だけれど、海上でならこの問題はぐっと小さくなる。デンマークでは、毎年風車に巻き込まれて死ぬ鳥が3万羽と推定される⁹⁹¹。アメリカではこれが7万羽くらいだ⁹⁹²。かなりの数に思えるかもしれないけれど、ほかのところで死ぬ鳥の数に比べたら大したことはない⁹⁹³。デンマークで車にぶつかって死ぬ鳥だけでも毎年100万羽はいるし、オランダだとこれが200-800万羽だ⁹⁹⁴。アメリカでは、車は年間5,700万羽の鳥を殺し、建物の窓ガラスにぶつかって死ぬ鳥は9,750万羽いる⁹⁹⁵。イギリスでは、飼い猫が毎年哺乳類を2億匹、鳥を5,500万羽、は虫類や両生類を1,000万匹殺している⁹⁹⁶。

11.12 貯蔵と移動中の消費

太陽光発電も風力も、タイミングの問題がある。人間が一番必要とするときに必ずしも太陽は照らないし、風も吹かない。だからエネルギーの保存が必要だ。

送配電網がダムにつながっていたら、これを保存に使える。要するに、風が吹いたら風力を使って、ダムは閉じて水が貯まるようにして水力を保存する。風がなくなったら、水力で必要な電力を作ればいい。

でもこれは、風力も水力もかなりの余剰発電能力を持っている必要があるってことだ。どちらもピーク需要に対応できなきゃいけないから。この解決法はまた、大規模な水力発電にすぐアクセスできることも条件になる。

だから全体として発電をずっと多様化しなきゃいけない。バイオマスと地熱はいつでも使える。さらにエネルギーは水を電気分解して水素として保存できる⁹⁹⁷。この水素は、あとで発電に使ってもいいし、車でガソリンがわりに使ってもいい⁹⁹⁸。このコストはまだ通常のガソリンの倍くらいだけれど、水素は環境にずっと優しい燃料になる。燃やしても水しか出ないからだ。

11.13 結論

証拠を見れば、ぼくたちが大規模なエネルギー危機を迎えたりはしないのは明らかだ。エネルギーはたっぷりある。

化石燃料の利用はどんどん増えているけれど、見てきたとおりそれを上回るだけの量がどんどん新規に見つかっている。石油、石炭、天然ガスの利用可能埋蔵量は消費可能年数で見た場合ですら増えてきている。今日、石油は少なくとも現在の消費を 40 年続けられるだけあるし、天然ガスは 60 年分、石炭は 230 年分ある。

バレル\$40（現在の石油の国際価格の 3 割増し程度）になれば、シェールオイルが現在の消費量で今後 250 年分の石油を提供できる。そしてすべて含めれば、今後ぼくたちの総エネルギー消費を 5,000 年はカバーできるだけの石油がある。ウラニウムは今後 14,000 年分ある。現在のエネルギーコストは世界 GDP の 2 パーセントほどだから、かなりの価格増が起きたとしても、福祉に大きな影響は出ない。たぶん予算比率から見ると、エネルギー支出の比率はそれでも下がり続ける見込みが高い。

さらに、再生可能エネルギーを使う選択肢がたくさんある。今日では、世界のエネルギー生産のうちあるかないかの割合を占めるだけだけれど、これは変われるし、実際に変わるだろう。太陽エネルギーと風力エネルギーのコストは、どちらも過去 20 年で 94–98 パーセント下がり、厳密な意味で収益性が出る水準に近づいている。再生可能エネルギー資源はほとんど想像もつかないくらい莫大だ。太陽は、いまのエネルギー消費総量の約 7,000 倍も与えてくれている。例えば、サハラ砂漠のたった 2.6 パーセントを太陽電池で覆うだけで、全世界のエネルギー消費をまかなえてしまう。風力エネルギーは、現実的に世界の総エネルギー消費の半分以上をカバーできると推計されている。

これらの事実は別に、今日のエネルギーの大半を供給してくれる化石燃料が非再生可能だという事実を否定するものじゃないことに注意。もし技術が一定で、ぼくたちが化石燃料だけを使い続けたら、いつの日かエネルギーはなくなる。でもポイントは、技術は一定じゃないし、化石燃料だけが長期の主要エネルギー源じゃないってことだ。まず、歴史的な証拠を見ても、ぼくたちは絶えず化石燃料を見つけ、取り出し、利用するのがどんどん上手になってきていて、それが消費の増分をも上回っている。第二に、利用可能な太陽エネルギーがぼくたちのエネルギーニーズをはるかに上回ることがわかっているし、これが50年以内に競争力のある価格で利用可能になるだろう。

だから、今度こそエネルギーが枯渇する、という話をしつこく聞かされるのは驚くべきことだ。データを見れば、そんなことはありそうにないのがわかる。アメリカエネルギー情報局が『国際エネルギー予測一九九九』に書いたように：「世界の残存石油資源ポテンシャルに大して描かれた暗い未来像は、証明された利用可能埋蔵量の現在の推定値と、その減少について（よくある理論的な）形で想定したものにに基づいている。未発見の石油や効率性改善、これまで利用されなかった原油資源を考慮すれば、かなりの将来まで石油が有力なエネルギー源になるという長期的な見通しについて、楽観視しないほうが困難である⁹⁹⁹」

もっと長期的には、たぶんエネルギーニーズは化石燃料から他のもっと安上がりなエネルギー源に移行するだろう。それは再生可能エネルギーかも知れないし、核融合かも知れないし、まだぼくたちが想像だにしない技術かも知れない。だから、石器時代が石の不足で終わったのではないのと同様、石油時代もいずれ終わるだろうけれど、石油不足のせいで終わるんじゃない。むしろ、もっと優れた代替エネルギーがいずれ手にはいるようになるから終わるわけだ。

第 12 章

エネルギー以外の資源

資源枯渇の心配は、エネルギーだけでなく、ぼくたちが今日使っている他の数多くの再生不能資源にも当てはまる。これについての議論もまた、エネルギーについての章での議論とこわいくらい似ている。

実は、ぼくたちは資源の枯渇について昔から心配してきた。古くは銅やスズの枯渇について、深刻な懸念が表明されていた。1972 年のベストセラー『成長の限界』はこのおなじみの心配事をとりあげ、ほとんどの資源が枯渇すると主張した。金は 1981 年に枯渇、銀、水銀は 1985 年、亜鉛は 1990 年¹⁰⁰⁰。でも、当然ながらまだそうはなっていない。

12.1 悲観論者は資源が枯渇する方に賭け　そして負けた

昔から経済学者たちは、資源枯渇のおびえが間違っていることを知っていたけれど、この議論は 1970 年代と 1980 年代のインテリ層に対し、魔法のような掌握力を発揮した。今日でさえほとんどの議論は、『成長の限界』の理屈に端を発する議論を背景として演じられているようだ。

地球の原油、食料、原料が枯渇するというしつこい主張にうんざりした経済学者ジュリアン・サイモンは、この確立された信念に対し、1980 年に賭をもって挑んだ。サイモンはどんな原料　賭けの相手に選ばせたもの　であっても、その価格が少なくとも 1 年後には下落している方に 10,000 ドルを賭けると申し出た。スタンフォード大学の環境学者エーリック・ハーテ、ホルドレンは「あぶく銭の誘惑には逆らいがたい¹⁰⁰²」とこの挑戦を受けた。かれらはクロム、銅、ニッケル、スズ、タングステンに賭け、時間枠を 10 年とした。この賭けは 10 年後にその実質価格（インフレ調整した価格）が上がったか下がったかで判定されることになった。1990 年 9 月、これら原料の合計はもちろんのこと、それぞれの個別価格も下がっていた。クロムは 5 パーセント下落、スズは 74 パーセントの暴落。終末論者たちの負けだった。

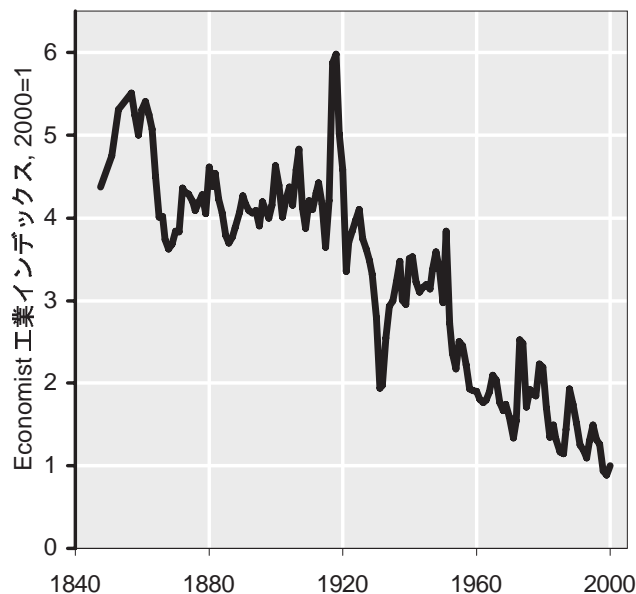


図 74: *The Economist* による産業物価指数、1845–2000。インフレ調整済（1845–50=100）。この指数は産業関連物資（綿、木材、皮革、ゴム、アルミニウム、銅）の価格の総合指標¹⁰⁰⁶。出所: Anon. 1999h:147, *The Economist*, 2000 の全号, CPI 2001.

実際のところ、かれらはどうやっても勝てたはずがない。エーリックたちが賭けたのが、石油だろうと食料品、砂糖、コーヒー、綿、羊毛、鉱物、リン酸だろうと、何をとってても負けていただろう。すべて安くなっていたのだ¹⁰⁰³。

12.2 下落する価格

大部分の工業製品の価格は過去 150 年間下降を続けている。図 74は、工業品の価格が 1845 年以降 80 パーセント近くも下落したことを示している。同様に、世界銀行は世界で一番取引されている非エネルギー商品 24 種（アルミニウム、バナナ、羊毛など）について指標をつくった。過去 100 年で価格は 3 分の 1 に下落している¹⁰⁰⁴。金属についても同じだ。図 75の IMF 指標は 1957 年以降、価格が約 50 パーセント下がったことを示している。

原材料は合計しても、世界の GDP のせいぜい 1.1 パーセントにしかならない¹⁰⁰⁵。それに、この支出の大部分を占めているのはごく少数の原材料だ。表 2は商業的に一番重要な原材料 24 種を示したもので、これらだけで世界中の原材料コストの 95 パーセントを占めている¹⁰⁰⁷。残りの約 70 種の原材料費は、ぼくたちの所得の 0.05 パーセント以下だ。だからそうした 70 種類の原材料の価格がいくつかが上がっても 物のすごく上がった場

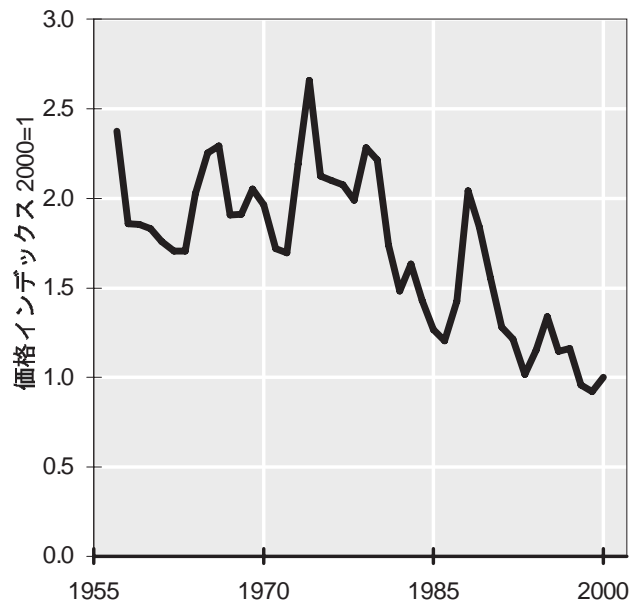


図 75: 金属の価格指数、1957–2000。2000 年を 1 とする。出所：IMF 2001a, CPI 2001.

合でさえ 経済的繁栄に及ぼす影響は取るに足りないだろう。

12.3 セメント

ぼくたちは毎年 1,110 億ドルをセメントに費やしている。総原料費の 34 パーセントを占めるセメントは、原料費の中では段トツだ。これはセメントが高価だからではなく、ぼくたちがすごく大量に使うからだ¹⁰⁰⁸。

セメントは主に石灰岩から作られる化学的結合剤で、砂や砂利と混ぜればモルタルやコンクリートができる。ギリシャ人、ローマ人はセメントの製法を知っており、ローマ人はこれを使用してパンテオンやコロセウムを建てた。セメントの製法は中世の間に忘れられ、やっと 1756 年になって再発見された。1824 年に標準化されたポルトランドセメントタイプが発達して以来、セメントは近代建築の基礎となり、今日では世界で最も広く使用されている建材となった。実は、その他の建材すべての総計の 2 倍のコンクリートが使用されている¹⁰⁰⁹。

ぼくたちは年に 15 億トン以上のセメントを消費しているけれど、「セメントの材料は世界各地で事実上ほぼ無限に入手でき」、現在の消費レベルを続けても 1,000 年をはるかに超えて保つだけの備えがある¹⁰¹⁰。だがセメントの生産においては二酸化炭素も生成され、それが全世界の二酸化炭素排出量の約 3 パーセントを占めている。これについては地球温暖化についての章で見ると¹⁰¹¹。

表 2: 世界の原材料売上高の 95 パーセントを占める主要な原料 24 種。出所: USGS 1998a. 備考: 原材料カテゴリーの一部は多少重複。価格、質量は不安定。1997 年の情報を集めようとしたが、不可能な部分もあった。また、ここに示されたカテゴリーには加工工程の差がある。結果的に、この表が示すのは原料の一般的な傾向と資源支出の上限にすぎない。セメント、アルミニウム、鉄、銅、金、窒素、亜鉛が世界の資源生産の約 80 パーセントを占めている (Mt は 100 万トン、Gt は 10 億トンを示す)

世界 GDP 比 1997 (%)	世界 GDP 比 累積 1997 (%)	原材料	総価格 (10億 1997US\$)	累積価格 (10億 1997US\$)	生産量	kg あたり 価格	埋蔵量	潜在埋蔵 量	残存消費 年数 1997年消 費水準で (注1001)
0.376	1.1	セメント	111.8	327.4	1.5Gt	7.45セント	十分		
0.118	0.73	アルミニウム (ボーキサイト)	35.1	215.7	21.2Mt	\$1.65	23Gt		243
0.105	0.61	鉄鉱石	31.3	180.6	1.03Gt	3.04セント	240 Gt		228
0.089	0.5	銅	26.4	149.3	11.3 Mt	\$2.34	320 Mt	630 Mt	56
0.089	0.41	金	26.4	122.9	2300 t	\$11,464	45,000 t	72,000 t	31
0.062	0.32	窒素	18.4	96.5	96 Mt	19.20セント	十分		
0.045	0.26	亜鉛	13.4	78.1	7.8 Mt	\$1.72	190 Mt	430 Mt	55
0.03	0.22	宝石	9	64.7	350,000 t				
0.025	0.19	ニッケル	7.5	55.7	1.08 Mt	\$6.93	40 Mt	140 Mt	130
0.024	0.16	砕石	7.2	48.2	1.33 Gt	0.54セント	十分		
0.015	0.14	雲母	4.4	41	3.7 Mt	\$1.20	大量		
0.014	0.12	建材用砂・砂 利、USのみ	4.3	36.6	961 Mt	0.45セント	大量		
0.011	0.11	燐灰石	3.2	32.3	136 Mt	2.37セント	11 Gt	33 Gt	243
0.008	0.1	銀	2.3	29	15,300 t	\$148.55	280,000 t	420,000 t	28
0.007	0.09	産業用砂・砂 利、USのみ	2.1	26.8	115 Mt	1.81セント	大量		
0.007	0.08	硫黄	2.1	24.7	54 Mt	3.80セント	1.4 Gt	3.5 Gt	65
0.005	0.08	コバルト	1.4	22.6	27,000 t	\$50.71	4 Mt	9 Mt	333
0.004	0.07	スズ	1.3	21.3	201,000 t	\$6.61	7.7 Mt	12 Mt	60
0.004	0.07	クロム	1.2	19.9	12 Mt	10セント	3.6 Gt	7.5 Gt	625
0.004	0.06	石綿 (アスベスト)	1.1	18.7	2.26 Mt	50.60セント	200 Mt	250 Mt	108
0.004	0.06	石灰	1.1	17.6	124 Mt	0.90セント	十分		
0.004	0.06	モリブデン	1.1	16.5	131,000 t	\$8.50	5.5 Mt	12 Mt	92
0.004	0.05	ホウ素	1.1	15.4	3.25 Mt	34セント	170 Mt	470 Mt	145
0.003	0.05	滑石、蠟石	1	14.3	8.27 Mt	12.2セント	30 Mt		36

12.4 アルミニウム

ぼくたちの原料費の 12 パーセントを占めるアルミニウムが、経済に占める重要性はますます高くなりつつある。軽く、扱いやすく、高い導電性を持ち、耐食性に優れているためだ¹⁰¹²。この軽金属は一般的に缶、自動車、飛行機に使われるほか、ほぼすべての高圧送電線に使われている。銅よりも軽く、強いからだ。

アルミニウムが最初に発見されたのは 1827 年で、当時は抽出がきわめて難しかったため、とても高価だった。ナポレオン III 世は、自分と貴賓用にアルミニウム製のフォーク

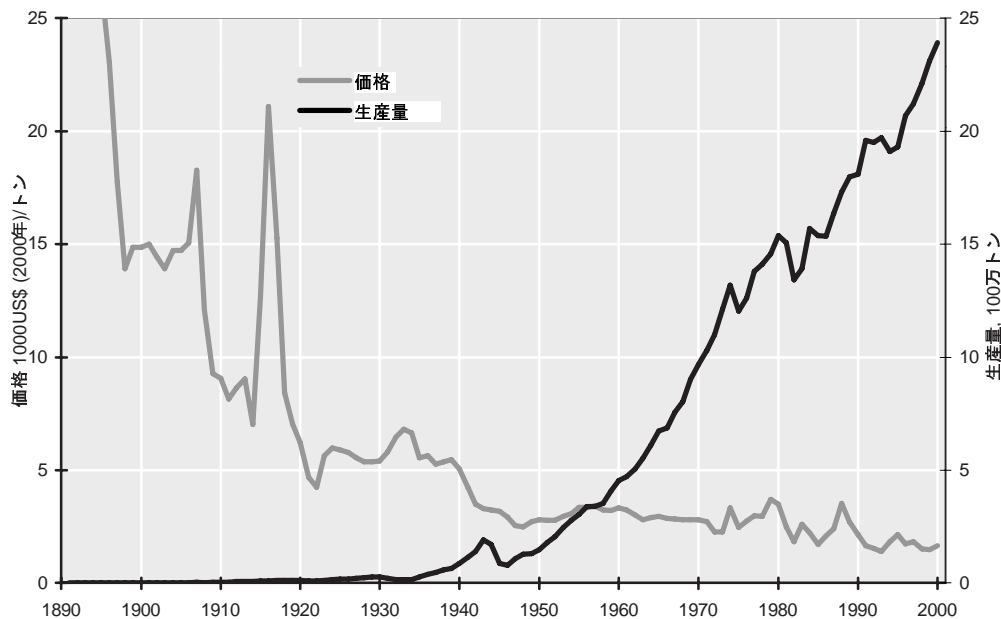


図 76: アルミニウムの価格、1895–2000、およびその生産量、1891–2000。価格は 2000 年 US ドル。出所: Simon *et al.* 1994, USGS 2001a, CPI 2001.

とスプーンを作らせ、位の低い客には金食器ですませた¹⁰¹³。アルミニウムの生産量と価格は図 76 の通り。20 世紀の初めからみると生産量、消費量は 3,000 倍以上に増加したけれど、価格はたった 9 分の 1 にまで下がった。

アルミニウムはシリコンについて 2 番目に豊富な金属元素で、地殻の 8.2 パーセントを構成している。今のところ確認されているアルミニウムの埋蔵量は、現在の消費レベルで 276 年分と推定されている¹⁰¹⁴。だが原油、ガス、石炭について見てきたように、使う量がどんどん増えてもだんだん残存消費可能年数が減るとは限らない。資源の活用方法も、資源の発見方法も改善されるからだ。

図 77 を見ると、最もよく使われる 4 種の金属については、残存消費可能年数が減少する様子はないのがわかる。それどころかわずかに増加傾向にある。そして一方で、この 4 種の原料の使用量は毎年増えているのだ。アルミニウムの消費量は 1950 年に比べ 16 倍になったのに、残存消費可能年数は 171 年から 276 年に増えている。

12.5 鉄

ぼくたちは鉄鉱石に年間 310 億ドル、つまり原材料費の 11 パーセントを投じている。

鉄が有史以来用いられてきたのは、驚くほどどこにでもあり、楽に入手できるうえ、比較的簡単に溶鉱して成形できるし、非常に頑丈で耐久性に優れているからだ¹⁰¹⁵。最初の

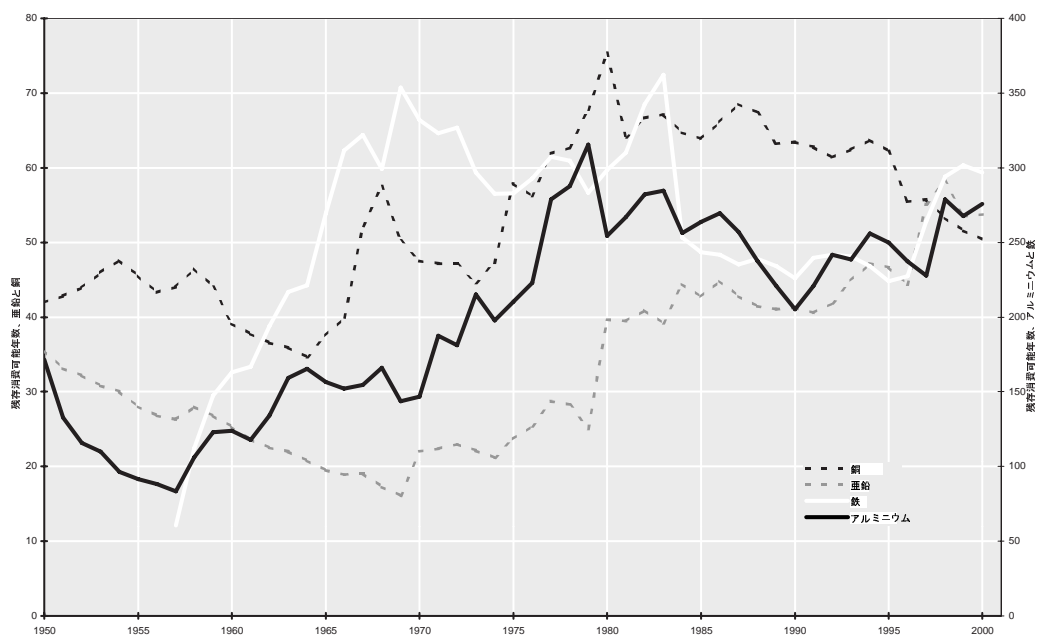


図 77: 最もよく使用される金属 4 種の残存消費可能年数、1950–2000。鉄のみ 1957–2000。出所: Simon *et al.* 1994, USGS 2001a.

鉄器は隕鉄のかけらを叩いたものだったから、溶鉱の必要はなかった。でも鉄器時代が始まったのは、鉄鉱石の溶鉱と成形の知識が中東で広まった紀元前 1200 年頃だ¹⁰¹⁶。

現在、すべての鉄の 3 分の 2 以上が鋼鉄（鉄とその他の金属（アルミニウム、クロム、ニッケルなど）の合金）を作るのに使われている¹⁰¹⁷。産業革命以降、鉄と鋼鉄はぼくたちの産業のバックボーンとなり、重量で見ると金属消費量の 95 パーセント以上を占めてきた¹⁰¹⁸。図 78を見ると、鉄の消費量は 20 世紀中を通じて上昇を続け、しかも価格上昇は起きなかった。生産過程でエネルギーをたくさん消費する鉄は、オイルショックに強く影響されたけれど、現在では 20 世紀中で最低の価格となっている。

鉄は地球上で 3 番目に豊富な金属で、地殻の 5.6 パーセントを構成している¹⁰¹⁹。それでもなお、鉄がじきに枯渇するという懸念はしょっちゅう出てきた。アメリカ鉄鋼産業のパイオニア、アンドリュー・カーネギーは、鉄の含有量の高い鉄鉱石がやがて枯渇すると心配した。1908 年にホワイトハウスで開かれた州知事会議での演説で、かれはこう述べている。

私は長年にわたり、鉄鉱石供給が着実に取り崩されてゆくのに注目してまいりました。十分にあると思われていた、鉄含有量の高い鉄鉱石の供給が、いまこの世に生まれはじめた世代より長くはもたず、今世紀の後半には含有量の低い鉄鉱石しか残らないとは、きわめて恐るべきことであります。我々の国家繁栄の基盤となる材

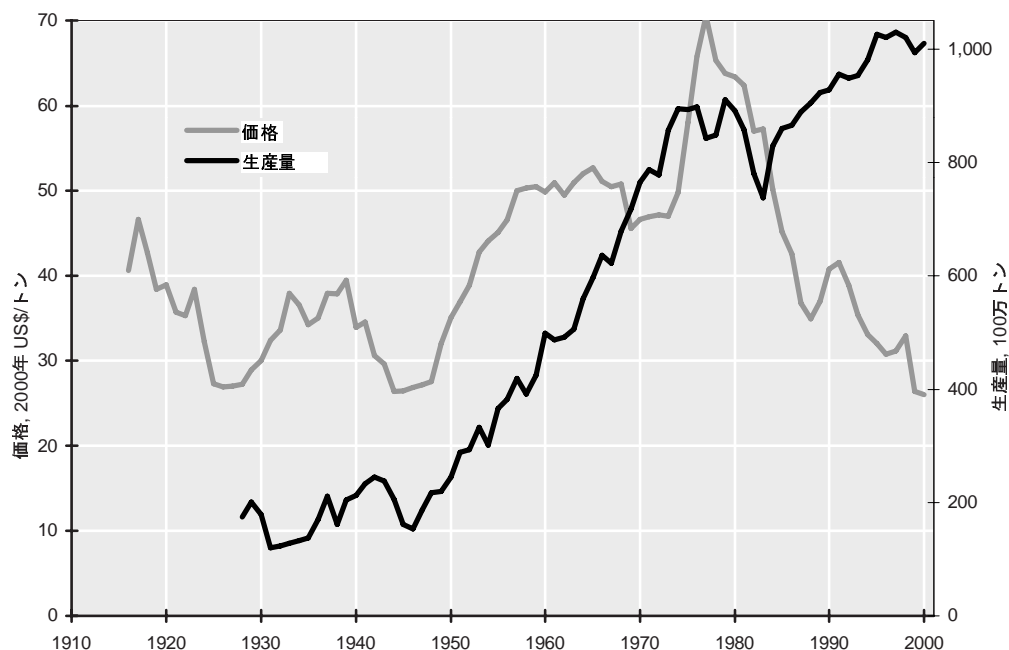


図 78: 鉄の 2000 年米ドル換算価格 1916–2000 とその生産量 1928–2000。出所: Simon *et al.* 1994, USGS 2001a, CPI 2001。

質要因に関わる人間として、私は今こそ明日のことを考慮すべき時期であると判断いたします¹⁰²⁰。

でもここでも技術の進歩のおかげで、今じゃ鉄をたった 30～40 パーセントしか含まない鉱石だって利用できるのだ。現在確認されている埋蔵量は、現在の消費レベルで 297 年分と推定されている。図 77 でわかるように、年間生産量が 2 倍以上に増えているのに、2000 年時点での残存消費可能年数は、1957 年当時に比べてはるかに多い。実はアメリカ地質局は 1957 年に鉄の世界埋蔵量を 250 億トンと推定したのだけれど、それ以来ぼくたちは 350 億トンを消費している。現在では、世界埋蔵量は約 3,000 億トンと推定されている。

12.6 銅

銅の年間コストは 260 億ドルで、原料消費高の 8 パーセントを占めている。銅が有史以前から用いられてきたのは、成形しやすいからだ。また、銅と主な銅合金である青銅、真ちゅうは魅力的だし、耐久性はあるし、耐食性も結構優れているからだ。

銅の需要は 19 世紀に爆発的に伸びた。送電に使われるようになったからだ。銅は導電性が高いだけでなく、柔軟でハンダ付けしやすい送電線を作れる¹⁰²¹。図 79 からわかる

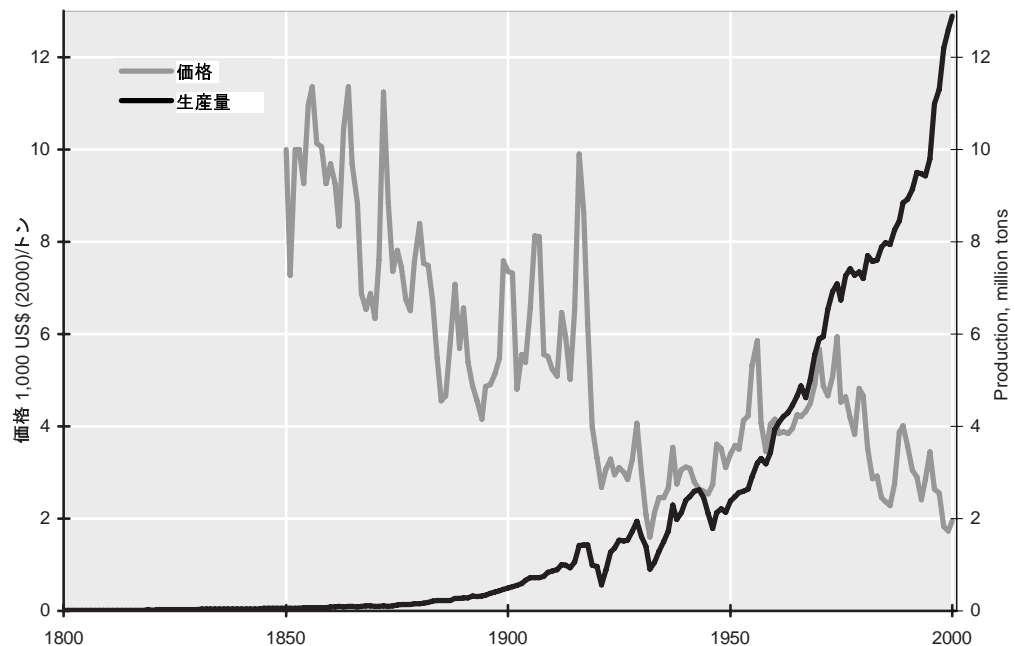


図 79: 銅の 2000 年米ドル換算価格 1850–2000 とその生産量 1800–2000。出所: Simon *et al.* 1994, USGS 2001a, CPI 2001.

ように、19 世紀初頭の銅の年間生産量は約 15,000 トンだった。現在ではその 2 倍以上が毎日生産されている。それにもかかわらず、価格は約 4 分の 1 に下がった。

銅は、アルミニウムや鉄の豊富さにはまるで及ばない。地殻のわずか 0.0058 パーセントにしかならないのだ¹⁰²²。それでも 8,300 万年間の消費に耐えられる、とはいえ地殻に含まれる全ての銅を抽出することなんてできないから、この数字はかなり絵空事ではあるのだけれど¹⁰²³。現在の利用可能埋蔵量は、いまの消費レベルをあと 50 年続けるのに十分だ。これでもたった 42 年分しか銅がなかった 1950 年に比べると増えている。その間にぼくたちの銅消費量は 5 倍になっている。1950 年には、世界埋蔵量は 1 億トンと推定されていたが、ぼくたちはその後 3.38 億トンの銅を生産してきた。現在では埋蔵量は 6.5 億トンと推定されている。ここでもまた、消費量の増加よりも、資源を発見しては開発する能力のほうが伸びが高いことがわかる。1946 年以降、銅は現実に消費するより早いスピードで発見されているのだ¹⁰²⁴。

それに、地殻に含まれる銅なんて、銅資源の一番重要な部分なんかじゃないのだ。深海底のあちこちには、マンガン、鉄、ニッケル、銅、コバルト、亜鉛を含む直径約 5–10 センチくらいの小さなかたまりが散らばっている。こうしたかたまりで回収できる量は、銅なら 10 億トン以上で、地上資源の総量を超える¹⁰²⁵。つまり少なくとも 1 世紀以上保つだけの銅があるわけだ。

12.7 金と銀

金と銀は貴金属として最も広く知られ、昔から使われてきた。金は柔軟で打ち延ばししやすいし、耐久性、耐食性にも富んでいるため、過去に抽出された金の85パーセントは今も使用されているだろう¹⁰²⁶。これまで世界で採掘された金の総量は約10万トンと推定される。一辺たった17メートルの立方体だ¹⁰²⁷。約35,000トンが公的ストックとして中央銀行に貯蔵され、残りは金塊、コイン、宝石類として個人に所有されている¹⁰²⁸。

金は貴重で耐久性に優れていることから、古くから交換手段に用いられ、ついには世界中で通用する価値尺度となった。でも今では、世界で生産される金の約半分は電化製品、航空宇宙機器、特殊合金、歯科医療に利用されている¹⁰²⁹。

銀もまた、古くから特にローマ人が銀本位制を採用して以来¹⁰³⁰ 交換手段に用いられてきた。今日では、生産される銀の大部分は、たった2つの目的のためだけに使われている。銀はすべての金属類の中で最も電気抵抗が小さいことから、新しく採取される銀の25パーセントがエレクトロニクス産業で用いられている¹⁰³¹。また、感光性があることから、生産される銀の約50パーセントは写真産業で使用されている¹⁰³²。

金と銀は多くの点において特別な金属で、価格が投機で左右される。1967年にドルが金と分離されて以降、価格はつり上げられた。でも図80で明らかのように、戦後の残存消費可能年数は減少していない。実は生産は過去50年間で倍以上になったのに、消費可能年数は2000年が32年で最大なのだ。同様に、銀の残存消費可能年数は約27年だけれど、デジタル写真が写真市場の大部分を占めるようになれば、銀の需要は大幅に減少すると推測されている¹⁰³³。

12.8 窒素、リン、カリウム

食料の生産は3つの資源（土壌、水、肥料）に絶対的に依存している。肥料の中で最も重要なのは窒素、リン、カリウムで、これらは19世紀までは主に堆肥でまかなわれていた。

現在では、世界の原料費の約6パーセントが窒素に費やされている。窒素は食料の生産に必要不可欠だ。窒素は、植物を緑色に保ち、光合成で日光をデンプンに変える葉緑素分子にとって欠かせない。今日では、窒素のほとんどが空気から合成されている。空気の約78パーセントは窒素なので、枯渇することはない¹⁰³⁴。

リンはDNAの構成要素で、全生命体に不可欠な存在だ。リンの量が自然界の生物活動を限定することがよくある。リンは原料費の約1パーセントを占める。リンの埋蔵量は消

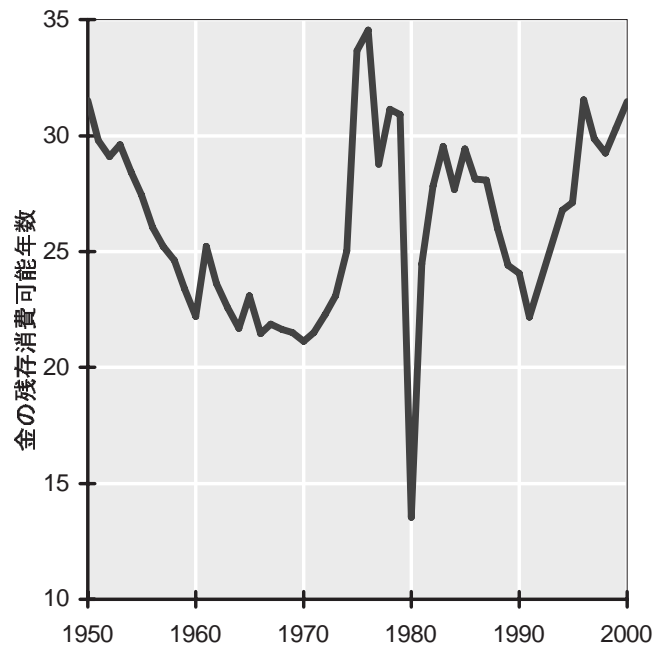


図 80: 金の残存消費可能年数、1950–2000。出所: Simon *et al.* 1994, USGS 2001a.

費年数にして約 90 年分だが、燐灰岩はよくある頁岩や石灰岩と似ていて専門家でも区別が難しいだけに、今後の技術の向上とともに大規模な鉱床の発見が期待される。アメリカ地質調査部は先頃、フロリダ沖合の大陸棚でリンのかけらやかたまりが見つかったことを発表し、これだけでリンの利用可能年数は約 180 年へと倍増した。だから、リンの有無が食料の生産を制限する見通しはない¹⁰³⁵。

カリウムは地殻で 8 番目に豊富に含まれる成分で、肥料として重要だけれど心配の必要はない。世界の原料費の約 0.1 パーセントはカリウムに費やされている。現在の消費レベルで少なくとも 357 年分のカリウムがあると推定され、入手できる総埋蔵量で 700 年以上はもつとされている¹⁰³⁶。

図 81 で明らかなように、肥料の価格は戦後約 50 パーセント減少している。これも肥料が希少になるどころか、むしろ潤沢になりつつあることの表れだ。

12.9 亜鉛

亜鉛は原料費の 5 パーセントを占め、ほとんどがサビを防ぐために鉄鋼に施す亜鉛メッキに用いられている。亜鉛は銅と同じく比較的貴重で、地殻のわずか 0.0082 パーセントを占めているだけだ¹⁰³⁷。理論上はこれが 1.69 億年分の消費量に相当するものの、全部掘り尽くすことは不可能だ¹⁰³⁸。そうはいつても、ぼくたちは今まで消費量をはるかに上

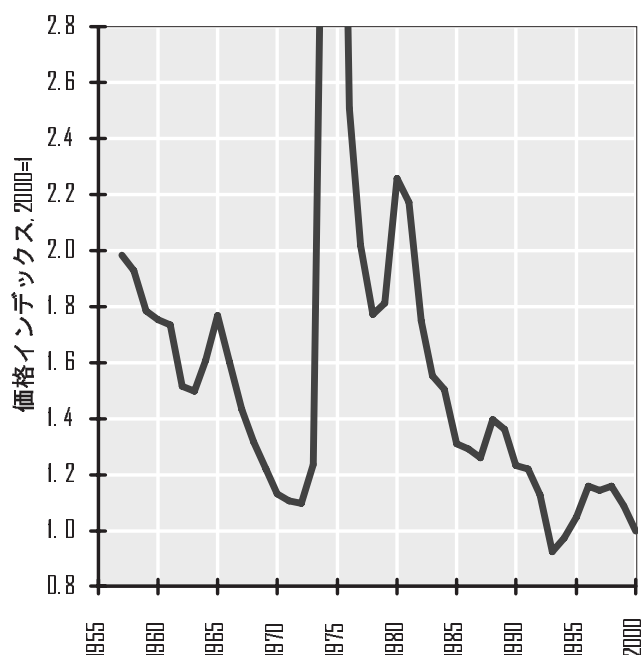


図 81: 肥料価格指数、1957-2000; 2000年=1。1974年と1975年の値はそれぞれ4.3、5.0。出所: IMF 2001a, CPI 2001。

回る量の亜鉛を発見してきた。1950年当時36年だった残存消費年数は54年に増えている(図77)。

銅と同じく生産量は劇的に増加して、1950年以来4倍になったことが図82からわかる。1950年当時の世界埋蔵量は7,000万トンとされていたけれど、その3倍以上を消費した現在では、埋蔵量は4.3億万トンと推定されている。この間ずっと価格は上昇していないどころか、やや下降している。

12.10 その他の資源

ぼくたちが原料資源を使い果たすにはほど遠いことは、もう十分に明らかだろう。宝石類に原料費の3パーセントを費やしているのを除けば、原料費で1パーセント以上を占める原料はその他ニッケル、砕石だけだし、石が枯渇することはない。ニッケルは主に合金としてステンレスを作るのに使われ、現在の消費レベルでは、確認されている埋蔵量でおよそ50年はもつと推定されている。だが深海のかたまりには、少なくともさらに1,000年分のニッケルが含まれているとの推測もある¹⁰³⁹。

1980年代の調査で、高度な材質利用法を持つ47の資源をレビューしたところ、利用可能埋蔵量で不足する可能性があるものはたった11種類だった。この11の資源は表3に

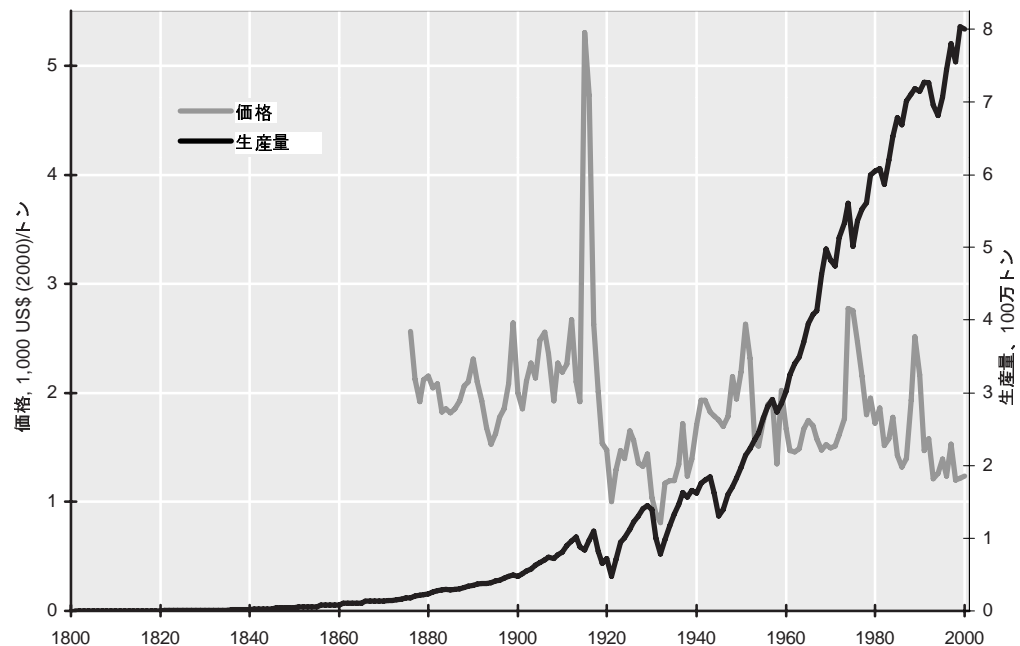


図 82: 亜鉛の 2000 年米ドル換算価格 1876–2000 およびその生産量 1800–2000。
出所: Simon *et al.* 1994, USGS 2001a, CPI 2001.

まとめた。でもこのうち 3 つ以外については、1988 年以降に利用可能埋蔵量は減るどころか増えた。この 3 つの資源の総コストは世界の GDP の約 300 万分の 1 だ。タンタルは航空宇宙産業のハイテク合金や、エレクトロニクスに使われている。まちががなく、タンタル使用の一部は何かで代替する必要がある。代替品はタンタルより高価になるか、タンタルより性能が落ちるだろうけれど、全体的にみればそのコストはごくわずかだ¹⁰⁴⁰。水銀の埋蔵量が減少しているのは、主にぼくたちが水銀をあまり使わなくなったからだ。1971 年以降、世界消費量は 3 分の 1 以下に落ち込んだ。結果として、新たに水銀を探す商業的なメリットがなくなったのだ。現在確認されている埋蔵量は 100 年以上と推定されている¹⁰⁴¹。カドミウムについての問題はもっと小さい。カドミウムは主に充電式バッテリーに使われているけれど、技術的には様々な他の場合に比べてはもっと優れた代替品がある。アメリカ地質調査部は「現存するカドミウム資源量は 21 世紀の半ばまでの需要に耐える¹⁰⁴²」と推定している。

そして残りの資源は希少になるどころか潤沢になりつつある。だから古典的な天然資源経済学の大学向け教科書である Pearce and Turner は結論として、圧倒的多数の証拠から見て「現在使用されている資源の大部分については、物理的不足が大きな問題となることはないであろう¹⁰⁴³」としめくくっているわけだ。

表 3: 調査対象 47 物質のうち、確認埋蔵量では不足する可能性のある 11 種。出所: Fraser *et al.* 1988:9; cf. Pearce and Turner 1990:295; USGS 1998a.

世界 GDP 比率 1997 (%)		利用可能埋蔵量 1997 1988=100
0.000084	タンタル	51
0.000088	水銀	94
0.000145	カドミウム	97
0.000065	タリウム	100
0.088656	金	113
0.007642	銀	11
0.000090	ビスマス	122
0.000090	インジウム	153
0.004470	スズ	257
0.000067	砒素	860
0.000375	バリウム	1021

12.11 なぜ資源が増えたりするの？

どうして資源は枯渇しないの？ その説明はなぜ石油、天然ガス、石炭がなくならないかという説明とそっくりだ。

第 1 に、「既知の埋蔵量」ははっきり決まった量じゃない。絶えず新しい鉱床は発見できるし、実際に見つかる。これは図 77 を見れば明らかで、年間消費量が 2~15 倍増えたのに、最重要資源の残存消費可能年数は増えている。なぜこれ以上の速度で鉱床を発見できないのかというと、探すのにお金がかかるからだ。だから、使う前の適切な時間枠の中で、必要に応じて探されるわけだ。

第 2 に、資源の抽出方法が向上し、使い方の効率も上がったこと。現在、車 1 台に使用される金属の量は、1970 年製造の車で使われた金属のわずか半分だ。極細の光ファイバーは、20 年前に 625 本の銅線を必要としたのと同じ数の電話を もっと高品質につなげる¹⁰⁴⁴。紙の生産技術がかなり向上したため、新聞はもっと薄い紙に印刷できるようになった。橋に使われる鉄鋼の量はかなり減った。これは鉄鋼の強度が上がったのと、設計仕様をもっと厳密に計算できるようになったことの両方が効いている。いろんな道具の耐久性が上がったので、交換頻度が減った¹⁰⁴⁵。そのうえ情報技術でぼくたちの消費も変わった 相対的に買うモノが減り、ビットが増えた。数百ドルの価値をもつプロ

グラムがおさめられるのはわずか 2 セントのプラスチック製 CD-ROM だ¹⁰⁴⁶。アメリカ人は過去 20 年間に 30 パーセントも裕福さを増したが、木材、金属、プラスチックの消費量は減少している¹⁰⁴⁷。

第 3 に、金属はリサイクルすれば利用可能量がさらに増やせること。金属はエネルギーとちがって消滅せず、利用に伴って形と場所が変わるだけだということは、改めて指摘しておくべきかもしれない。現在、世界で生産される鉄の約 3 分の 1、アルミニウムの 25–30 パーセント、ニッケルの 25 パーセント、銀、鉛の 45–50 パーセント、スズの 15–20 パーセント、銅の 35–40 パーセント、亜鉛の 20–25 パーセントがリサイクルされている¹⁰⁴⁸。でもリサイクルには障害もある。金属の一部は腐食で使えなくなるし、商品の中には一部しかリサイクルできない構造のものや、パーツのリサイクルがまったく不可能なものもある。実は効率化やリサイクルによって、理論的には限られた資源を使い続けても枯渇させないことが可能ではある。残存消費可能年数が 100 年で、需要が年 1 パーセント増える資源では、リサイクルや効率性が年 2 パーセント向上すれば 新しい資源がまったく見つからなくても 絶対にそれが枯渇することはない。これは要するに、リサイクルや効率化 ぼくたちの知恵 が、消費とその増加の両方をまかなうからだ¹⁰⁴⁹。

第 4 に、原料を他のもので代替できる場合が多いこと。1978 年にザイルが政治的内紛のためにコバルトの供給を 30 パーセント削減したとき、コバルト価格は高騰した。でも新開発のセラミック磁石がまもなくコバルト合金磁石にとってかわり、コバルト塗料はマンガン塗料で代替され、価格はすぐに下落した¹⁰⁵⁰。アメリカでの銅の使用を調べると、この代用メカニズムが機能しているのがわかる。安価な銅が 2070 年に枯渇し、高額な採掘しか手がなくなると仮定しても、総コストはそこそ小さいだろう（収入の 0.5 パーセント以下）。銅の利用方法のほとんどは、他のもので代替されるだろうから¹⁰⁵¹。

同様に、情報技術は伝統的な原料資源の多くを代替している。現在ぼくたちがほとんど水銀を使わないのは、デジタル温度計の利用が増えたせいでもある。すでに述べたように、デジタル写真により銀の消費は 50 パーセント近く減るだろう。実は、原料の大半はどれも他のもので代用できる。ただいくらお金が余計にかかるだけだ（だってそうでなければとっくの昔にそっちに切り替わっていただろうから）。

最後に、鉱物需要は終末論者が恐れているような幾何級数的な伸びは見せていない。むしろ直線的増加をたどっている¹⁰⁵² この点からも、資源供給の将来について特に心配することはない。

12.12 結論

どうやらすべての指標は、将来ぼくたちが深刻な原料不足に直面する可能性が低いことを示している。過去 100 年にわたり、ほぼすべての資源の価格が下落を続けている。重要資源の多くは、生産量が驚くほど増加したのに、残存消費可能年数は以前より伸びた。

原料の総コストは世界の GDP の 1.1 パーセントで、この総コストの 60 パーセントは残存消費可能年数が 200 年以上ある原料に費やされている。重要資源について分析した結果、3 種の鉱物について埋蔵量の減少が見られたが、その減少が深刻だったのはたった 1 種、タンタルのみだ。タンタルに使われる総コストは世界の GDP の 100 万分の 1 以下。しかもこの資源は代替がきく。

ぼくたちは原材料の枯渇をしばしば恐れてきた。でも金、銀、スズ、水銀はどれもまだ残っているし、それには十分正当な理由がある。

化石燃料についての章でみたように、こうした事実は非エネルギー資源が再生不可能だということを否定するものじゃない。何の技術変化もないまま、この調子で資源を使い続ければ、いつかはなくなる。それでも深刻な不足はまず起きないだろうという結論でこの章をしめくくれるのは、新たな資源の発見が続いていること、資源の利用効率も上がっていること、そしてリサイクルや代替が可能だからだ。

第13章

水

ぼくたちがしばしば当たり前のように思っている資源なのに、将来の問題の種としてますます指摘されるようになってきた資源がある。水だ。

地球の人口が増え、水の使用量も増えている。1940年以來、水の消費量はほぼ4倍になった¹⁰⁵⁴。当然の意見として「こんなことが続くわけがない」というのが出てくる。おかげで政府機関は「水の危機がすぐそこまで来ている¹⁰⁵⁵」と心配するようになった。『国連環境予測2000』は、水不足は「全面的緊急事態」と断言、「これから数十年のうちに地球の水循環は、需要に対応できなくなる可能性が高い。深刻な水不足がすでに世界各地の発展を妨げており、状況は悪化する一方だ」と述べている¹⁰⁵⁶。

WWFも同意見で、「淡水は人類の健康をはじめ、農業、産業、自然の生態系に不可欠である。しかし現在、世界各地で不足しつつある¹⁰⁵⁷」と述べている。『人口報告』は「人類が直面する最大の天然資源問題のひとつとして、淡水が浮上している¹⁰⁵⁸」と断言している。環境についての議論は「水の危機」、「時限爆弾：水不足」といったはやり言葉だらけになってきて、*Time* 誌は地球の水資源に関する展望を「枯れゆく井戸」というタイトルでまとめている¹⁰⁵⁹。国連気象教育機関 (UN organization for meteorology and education) はこの問題を指して「水が枯渇する世界」と呼んでいる¹⁰⁶⁰。

水不足はまた、貴重になる水をめぐる争いを増やすことになっている。そして来るべき「水戦争¹⁰⁶¹」について、いくつもの記事が書かれている。ワールドウォッチ研究所はこの不安をきれいに総括して「水不足は90年代において、70年代のオイルショックのようなものになるかもしれない。国際紛争と国家経済の大転換をもたらすのだ¹⁰⁶²」と主張している。

でもこんな見出しは誤解のもとだ。たしかに水については地域的、物流的な問題はあるかもしれない。水はもっと上手に使うようにしなきゃいけないだろう。でも基本的に水は充分にあるのだ。

13.1 水は世界にどれだけあるの？

水は人類の生死を左右する。地球が「青い星」と呼ばれるのも、大部分を水が覆っているからだ。地表面の71パーセントは水で覆われていて、その総量は136億立方キロメートルというとてつもなく巨大なものと推定される¹⁰⁶³。この水のうち97.2パーセントを海、2.15パーセントを極氷が占めている。残念ながら海水は塩分を含みすぎているので、人間が直接飲むことはできない。極氷には飲める水が含まれるものの、簡単に入手するってわけにはいかない。結果として、人間は残る0.65パーセントの水に頼ることになる。うち0.62パーセントは地下水だ。

地下水の淡水は、貯まるまでに何百年から何千年とかかることが多い。地下750メートルまでのアメリカの地下水を全部汲み尽くしたら、それを再び貯めなおすには150年かかると推定されている。だから、考えなしに地下水を利用するのは、他の再生不可能な天然資源を掘り出すのと同じ話だと言える¹⁰⁶⁴。でも地下水は海、大気、土壌、河川、湖をめぐる、いわゆる水循環という絶え間ない水の動きによって絶えず補充されている。太陽が海水を蒸発させ、風が蒸気の一部を雲として地上に運び、蒸気は雨や雪になって降る。地面に落ちた水はふたたび蒸発するか、川や湖を通して海に流れるか、地下水として貯まる¹⁰⁶⁵。

地上の降水量は約 $113,000\text{km}^3$ で、そのうち $72,000\text{km}^3$ が蒸発することを考慮すると、年間に流入する淡水の量は正味 $41,000\text{km}^3$ 。陸地全体に30センチメートル降ったのに相当する量だ¹⁰⁶⁶。この雨の一部はアマゾン流域やコンゴ、北アメリカの僻地、ユーラシア大陸の河川など、かなりへんびなところにも降っているわけだから、地理的に入手可能な水の総量としてもっと筋の通った推計は、 $32,900\text{km}^3$ だ¹⁰⁶⁷。さらに、この水のかなりの部分は短期間に集中している。アジアでは、降水の80パーセントが5月から10月の間に起こる。世界的には、洪水性の降水量が流水量の約4分の3と推定される¹⁰⁶⁸。だから、人間が捕まえられる水の量は $9,000\text{km}^3$ になる。ダムは洪水の水を $3,500\text{km}^3$ ほど追加で捕まえているので、これを足すと使える流水量は $12,500\text{km}^3$ だ¹⁰⁶⁹。これは地球上の人間1人1人に、毎日約5,700リットルの水が割り当てられるのに相当する。ちなみに、平均的なEU市民が1日に使う水の量は566リットル¹⁰⁷⁰。世界的に利用可能な水の約10パーセントで、EUで利用可能な水の総量と比べても5パーセントほどになる¹⁰⁷¹。でもアメリカ人は毎日この約3倍、1,442リットルの水を消費しているのだけだ¹⁰⁷²。

図83のように世界的レベルで水の消費量を見るときは、取水量と使用量を区別することが重要だ。取水量は物理的に取り除かれる水の総量のことだけれど、この概念は水の総

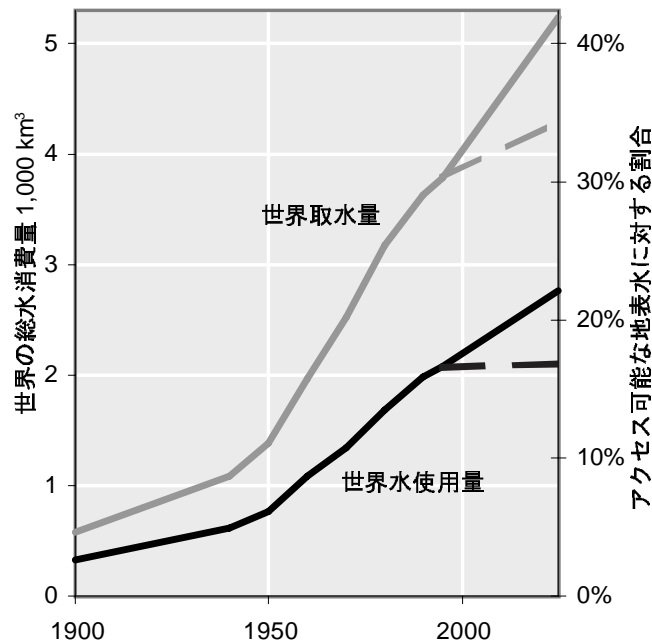


図 83: 世界の年間取水量および水使用量 (単位: $1,000km^3$) と、アクセス可能な流水比率¹⁰⁷⁴、1900-95 実績と 2025 年までの予測値。出所: Shiklomanov 2000:22 (高位予測値), World Water Council 2000:26 (低位予測値)。

量の上限についての議論ではあまり使い物にならない。取水量のかなりの部分が、後に水循環に戻されるからだ¹⁰⁷³。EU、アメリカでは、取水量の約 46 パーセントが単に発電の冷却水に用いられ、すぐに放出されて下流で使えるようになる¹⁰⁷⁵。同様に、ほとんどの工業利用では取水量の 80-90 パーセントが放流されるし、灌漑用水でさえ 30-70 パーセントが湖や河川に流れこむか、帯水層へ浸透して再利用される¹⁰⁷⁶。だから、水の消費量をはかるのにもっと適した尺度は、蒸発したり、植物の蒸散作用で消費され、再利用できない形で失われた水の量ということになる。これを水の使用量と呼ぶ。

20 世紀を通じて、地球全体の水の使用量は約 $330km^3$ から約 $2,100km^3$ に増加した。図 83 からわかるように、今後の使用量や取水量についてはやや不確かだが (これは主に灌漑事業の発展次第)、これまでの予測のほとんどは水の消費量を過大に見積もる傾向にあった。多いときには 100 パーセントも過大に見積もっていた¹⁰⁷⁷。とはいえ総使用量は入手可能な水の 17 パーセント以下にとどまっているし、見積もりが過大だとしても、2025 年の総使用量はその年にアクセス可能な毎年更新される水のわずか 22 パーセントだ。

一方で、図 84 で示されているように、アクセスできる水の量はどんどん増えてきた¹⁰⁷⁸。1 日に入手できる水の量は、過去 100 年間に 1 人あたり約 1,000 リットルから約

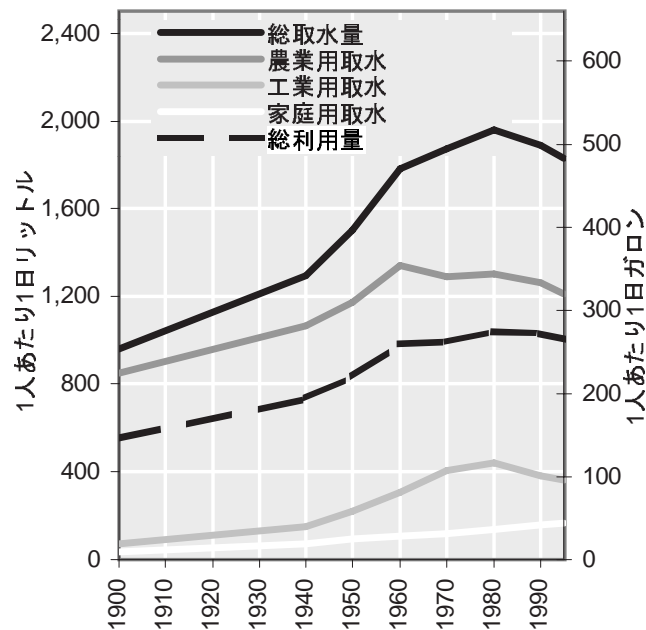


図 84: 世界の取水量（農業用、産業用、都市用）と使用総量、1900-95。単位 1 日 1 人あたりリットルとガロン。出所: Shiklomanov 2000:24.

2,000 リットルに増えた。これは特に農業用水が約 50 パーセント増加した結果だ。おかげで灌漑地での収穫量が増え、飢餓人口が減った。でも農業用水は 1 人あたり 2,000 リットル弱で落ち着いた。これは 1980 年以降、灌漑効率が良くなり農業用水の消費量が減ったことが主な理由だ。20 世紀中に消費量が激増したけれど、それがいま頭打ちという同様のパターンは EU、アメリカでも見られている¹⁰⁷⁹。一方で、個人消費量（地域の取水量より概算）は過去 100 年間で 4 倍以上に増加している。これはアクセスが容易になった水から得られる福祉の向上を反映している。発展途上国では、この福祉の増大は相当部分が健康に関わるものだ。きれいな飲料水と下水設備へのアクセス改善で、病気が防げて福祉が向上する（図 5 参照）。一方、先進国の水利の増加は、皿洗い機や見た目の良い芝生などのアメニティの向上を示す。

で、世界で使用される水の量は、簡単に手に入るうえに再生可能な水資源の 17 パーセント以下で、水利の増加が食料増産と、飢餓の減少と、高い健康と福祉の向上をもたらしてくれたんなら、ぼくたちは何を心配してるんだろうか？

13.2 3つの中心的な問題

水について決定的な問題は3つ。第一に、降水はどう見ても、世界中で均一に分布して
るわけじゃない。つまり、だれもが同様に水資源にアクセスできるわけじゃなく、アクセ
スできる水の量が世界平均よりずっと少ない国もあるってことだ。すると問題は、その地
域で現在すでに水不足が深刻かどうかだ。第二に、地球の人口が増え続けていること。降
水量はおおむね一定なんだから、1人あたりの水資源は少なくなる。この場合の問題は、
将来もっと深刻な水不足になるかどうかだ。第三に、多くの国は水資源のほとんどを河川
に頼っている。261の河川流域は、地上の陸地の半分をちょっと下回る面積を覆っている
けれど、それぞれが2カ国以上にまたがっているし¹⁰⁸⁰、そのうち少なくとも10の河川
は6カ国以上にまたがって流れている。中東諸国のほとんどは帯水層の水資源を共有して
いる¹⁰⁸¹。つまり、水問題には国際的観点も必要で 国際協力がダメになったら 国
際紛争の可能性があるということだ。

この3つの問題以外に、水不足に関連してしょっちゅう話題にのぼる課題が他に2つ
ある。でもこれらは実は、その発想からしてまったく別の問題だ。1つが水質汚染、特に
飲料水についての心配¹⁰⁸²。汚染が起きれば手に入る水の量も限られてくるから、その意
味でも水質汚染を防ぐことはもちろん重要だ。でもこれは水不足問題そのものとは関係な
い。だから水質汚染の問題については、飲料水と農業についての章で見る。

2つめの課題は、第三世界における水へのアクセス不足。これについてはすでに見てき
た(p. 28-30)。この問題は小さくなりつつあるとはいえ、いまだに世界の福祉にとって
は大きな障害だ。水不足について語る際におまけとして、飲料水、下水処理設備へのア
クセス不足に話が及ぶことがよくある¹⁰⁸³。でももちろんこの課題は、水不足問題とは
まるっきり別の話だ。まず、原因は水不足じゃない(人間に必要な水の量は1日にたっ
た50-100リットルで、クウェート以外どこの国でもまかなうことができる量だから。表
4参照)¹⁰⁸⁴。これはむしろインフラストラクチャーへの投資不足が原因だ。それに、アク
セス不足に対する解決策は、現在の消費量を絞ることじゃなくて、実は将来の消費量を増
やすことにある。

最後に、地球温暖化(後に第V部24章でとりあげる)と水利の関係にも触れておこう。
直観的には、暖かくなれば蒸発量が増える 水が減る 問題が増えると思いがちだけれ
ど、蒸発量が増えれば、降水量も増えるのだ。基本的に、世界気象モデルでは、どこが水
不足になるかは変わるけれど(一部の国が基準値を上回ったり下回ったりする)、全体と
しての変化の幅は小さく(1-5パーセント)、さらに増える場合もあれば減る場合もある

¹⁰⁸⁵。

13.3 水が足りない？

降水量はどこでも同じというわけじゃない。アイスランドのように、住民1人あたり毎日約200万リットルも割り当てられる計算になる国もあれば、クウェートのようにわずか30リットルでやりくりしなきゃいけない国もある¹⁰⁸⁶。問題は、その時点でその国に水が十分でないと言えるのか、ということだ。

人間は生きるだけで1日に約2リットルの水を必要とすると推定されている。だから、これだけあれば十分とは言えないのは当たり前だ¹⁰⁸⁷。最も一般的なアプローチは、水文学者マリン・ファルケンマークが提唱したいわゆる水ストレス指標を使うことだ。この指標は1人の人間が乾燥地帯のそこそこ開発された国で、標準的な生活をするために最低限必要とする水の量をはかろうとするものだ。このアプローチは、世界銀行をはじめ様々な機関で使われ、環境科学の標準文献や『世界資源』誌での水不足論議にも用いられている¹⁰⁸⁸。この指標では、人間は1日に約100リットルの水を飲用、家事、衛生に使い、さらに500–2,000リットルを農業、産業、エネルギー生産に使うと評価されている¹⁰⁸⁹。水は乾期にいちばん必要とされるので、水ストレス指標はもっと高く設定されている。1人あたりの水の量が4,660リットル以下だったら、その国は定期的に、もしくは常に、水の欠乏によって負担がかかっていると予想される。アクセスできる水の量が2,740リットル以下なら慢性的な水不足状態。1,370リットル以下では完全な水不足、まったく深刻な不足となる¹⁰⁹⁰。

表4は2000年にこの定義で慢性的水不足とされる15カ国　世界人口の3.7パーセントを占める　を示している¹⁰⁹¹。名前のあがった国々の大部分については何の不思議もないだろう。だが問題は、ぼくたちが深刻な危機に直面しているかどうかだ。

クウェートはいったいどうやって1日にたった30リットルでやりくりしているんだろう？　答え：30リットルなんかでやりくりしていないのだ。クウェート、リビア、サウジアラビアは水の需要の大部分を、最大の水資源を開発することでまかなっている　海水の淡水化だ¹⁰⁹²。クウェートなんか、使用量の半分以上を海水の淡水化でまかなっている¹⁰⁹³。淡水化には多量のエネルギーが必要だが（海水を凍結するか蒸発させるかのどちらかで行う）先ほど名前のあがった国々は多量のエネルギー資源を持っている国々でもある。海水の淡水化にかかるコストは50–80セント/ m^3 。半塩水ならたった20–35セント/ m^3 だ。つまり淡水化された水はふつうの淡水よりは高価な資源になるけれど、決して手が届かないわけじゃない¹⁰⁹⁴。

これで2つのことがわかる、第1に、お金さえあれば、水は十分に手に入るということ。やはりここでも、ぼくたちが抱える問題の解決にまず障害となるのは、環境ではなく

表 4: 慢性的な水不足（1日1人あたり2,740リットル以下）の国とその他の国の比較、それぞれ2000年、2025年、2050年。出所：WRI 1998a.¹⁰⁵³

利用可能な水 (リットル/人日)	2000	2025	2050
クウェート	30	20	17
アラブ首長国連邦	174	129	116
リビア	275	136	92
サウジアラビア	325	166	118
ヨルダン	381	203	145
シンガポール	471	401	403
イエメン	665	304	197
イスラエル	969	738	644
オマーン	1,077	448	268
チュニジア	1,147	834	709
アルジェリア	1,239	827	664
ブルンジ	1,469	845	616
エジプト	2,343	1,667	1,382
ルワンダ	2,642	1,562	1,197
ケニヤ	2,725	1,647	1,252
モロッコ	2,932	2,129	1,798
南アフリカ	2,959	1,911	1,497
ソマリア	3,206	1,562	1,015
レバノン	3,996	2,971	2,533
ハイチ	3,997	2,497	1,783
ブルキナファソ	4,202	2,160	1,430
ジンバブウェ	4,408	2,830	2,199
ペルー	4,416	3,191	2,680
マラウイ	4,656	2,508	1,715
エチオピア	4,849	2,354	1,508
イラン	4,926	2,935	2,211
ナイジェリア	5,952	3,216	2,265
エリトリア	6,325	3,704	2,735
レソト	6,556	3,731	2,665
トーゴ	7,026	3,750	2,596
ウガンダ	8,046	4,017	2,725
ニジェール	8,235	3,975	2,573
慢性的水不足の 人々の割合	3.70%	8.60%	17.80%
イギリス	3,337	3,270	3,315
インド	5,670	4,291	3,724
中国	6,108	5,266	5,140
イタリア	7,994	8,836	10,862
アメリカ	24,420	20,405	19,521
ボツワナ	24,859	15,624	12,122
インドネシア	33,540	25,902	22,401
バングラデシュ	50,293	35,855	29,576
オーストラリア	50,913	40,077	37,930
ロシア	84,235	93,724	107,725
アイスランド	1,660,502	1,393,635	1,289,976

貧困だということが改めて強調される。第2に、海水の淡水化のおかげで、世界に水問題があるといっても、その問題の深刻さには上限があるということだ。基本的には、太陽発電の脱塩工場を1つサハラ砂漠におけば、地球上で現在消費されている水の量を全部まかなえるのだ。太陽電池を並べるのに必要な地域はサハラの0.3パーセント以下だ¹⁰⁹⁵。

現在、淡水化した水は世界の水のわずか0.2パーセント、都市で利用される水の2.4パーセントを占める¹⁰⁹⁶。都市の総取水量を加工水でまかなうのにかかる費用は世界のGDPの約0.5パーセント¹⁰⁹⁷。もちろんそんなことをするのは資源の無駄だ。ほとんどの地域において水は豊富にあるし、どこの地域でもある程度は水へのアクセスがあるんだから。でも水問題に上限があるということはここからも強調される。

また、水資源の総量だけを見て水の供給量が充分かどうか判断することには、根本的な問題がある。困ったことに、ぼくたちはその水がどんな具合に使われているか、どれだけ賢く使われているかについて、必ずしも知らないのだ。限られた水資源で平然と暮らしている国はいっぱいある。そういう国は水資源を効率よく利用しているのだ。効率よく水を利用している良い例がイスラエルだ。イスラエルが農業で高効率な水利用を実現できているのは、非常に効率の良い細流灌漑で砂漠の緑化をやっていて、また同時に家庭排水を灌漑用にリサイクルしているからだ¹⁰⁹⁸。ところが1人あたりの水の量は1日に969リットルだから、分類上で言えばイスラエルは完全な水不足に陥っていることになってしまう。したがって、水についての1997年国連報告のために背景報告書を書いた人が指摘したように、2,740リットルという基準は「現代社会で生き抜くために最低限必要な水の量であると、一部の権威に誤って認識されてしまっている¹⁰⁹⁹」。

もちろん、ダメな分類が引き起こす問題は、境界が高ければ高いほど増える。欧州環境機構（EEA）は1998年のアセスメントでちょっと信じられないような提案をした。1日1人あたり13,690リットルを下回る国を「低供給」と分類しようというのだ。これではEUの半分以上どころか、世界の70パーセント以上が水不足になってしまう¹¹⁰⁰。デンマークの淡水供給量は1日あたり6,750リットル。この提案の境界線を大きく下回る国々のひとつで、EEAの「寡少」境界に近い。それでも、デンマークの取水量は入手可能な水量のわずか11パーセントで、消費量をほぼ倍にしても環境にダメージを与えることはないと推定されている¹¹⁰¹。デンマーク環境保護局（EPA）の長官は次のように述べている「もともとデンマークは自然のおかげで、実際使用する量をはるかに上回る良質な地下水に恵まれているのです¹¹⁰²」。

世界で使用される水の圧倒的大部分は農業用だ。世界的に見ると、産業が23パーセント、家庭が8パーセントに対して農業が69パーセントだ¹¹⁰³。つまり、水利を大幅に抑えるなら農業用水を減らせば良いのだ。だから、水の供給量が少ない国々の多くは、穀物の大部分を輸入することでその分を補填している¹¹⁰⁴。穀物1トンは約1,000トンの水を消費するから、これは実質的な水の輸入方法としては非常に効率が良いのだ¹¹⁰⁵。イスラエルは穀物消費の約87パーセント、ヨルダンが91パーセント、サウジアラビアは50パーセントを輸入に頼っている¹¹⁰⁶。

まとめると、現在全世界の96パーセント以上の国々には水が充分にある。全大陸において、アクセス可能な水の量は一人当たりで増えたとし、今までになく多くの人々がきれいな飲料水と下水処理設備にアクセスできるようになった。水へのアクセスは改善されてきたとはいえ、いまだにきれいな飲料水へのアクセスなど基本的なサービスが不足していたり限られていたりするところが多く、地域的、局地的には水不足が起こっていることは否

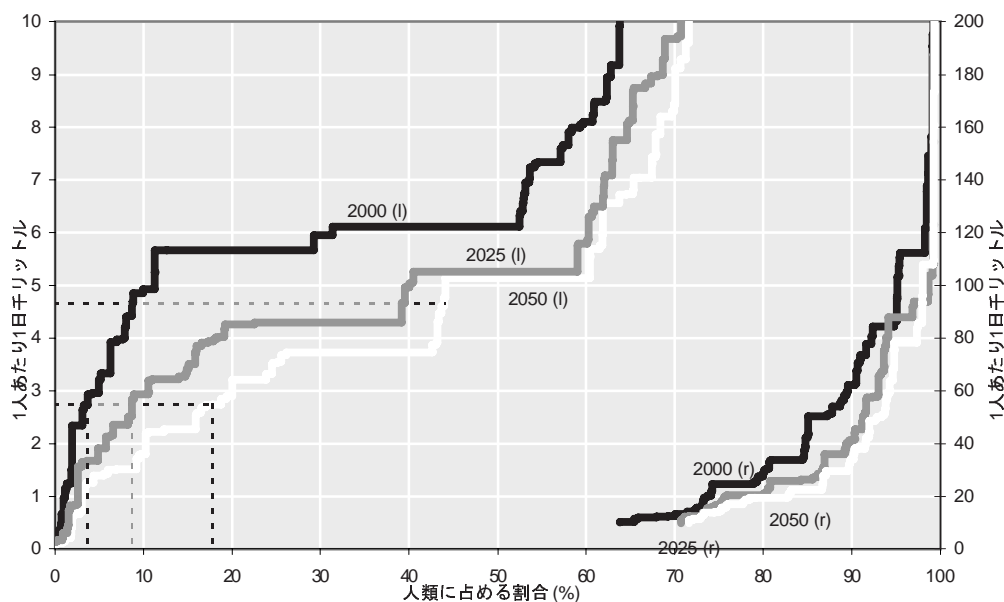


図 85: 入手できる水の最大量ごとに見た人口分布、2000 年、2025 年、2050 年。国連の中位人口推計値を使用。左のグラフは左軸、右のグラフは右軸を採用。出所: WRI 1998a.

定できない。でもこういう問題は、水そのものの不足ではなく、主に適切な水資源の管理がないせいで、結局のところは資金不足のせいであることが多い。海水の淡水化や、穀物の輸入によって国内の水資源への圧迫を和らげる資金がないわけだ。

13.4 将来はもっと悪化するのでは？

水の供給について懸念されるのは、かなりの部分が現在抱えている問題がいずれ悪化するんじゃないかということだ。世界人口が増加し、降水量が変わらなければ 1 人あたりの水の量は減り、ファルケンマークの水ストレス指標による水不足の国は増えるだろう。図 85 を見れば、水ストレスを抱える国々の人口比率が 2000 年に 3.7 パーセントだったのが、2025 年には 8.6 パーセント、2050 年には 17.8 パーセントに増加するのははっきりしている。

よく指摘されることとして、人口が増えれば定義からして水ストレスも増えるけれど、そんな「推計は予測でも予言でもない¹¹⁰⁷」。実際のところ、この推計が意味するのは、水資源をもっと有効利用しなければ、水はもっと不足するだろうということにすぎない。でも水の利用法や配分方法が向上しないなんてことはありそうにない。水の消費量の大部分を占めているのが農業なんだから、消費効率アップが大きく期待できるのも農業だ。たいていの灌漑システムは、水の 60–80 パーセントを無駄にしていると推定されている¹¹⁰⁸。

イスラエルの例にならい、細流灌漑を用いるようになったインド、ヨルダン、スペイン、アメリカなど広範な国々では水の消費量を30–70パーセント減らす一方で、収量は20–90パーセント増やしている¹¹⁰⁹。他の研究でも、ほとんどコストを増やすことなく工業用水の30–90パーセントを削減できることが示されている¹¹¹⁰。家庭消費分ですえ、まだまだ水を節約できる可能性はある。EEAは、ヨーロッパ各国でもかなり漏水があって、オーストリア、デンマークが10パーセント、イギリスが28パーセント、チェコ共和国が33パーセントと推定している¹¹¹¹。

水の無駄遣いという問題が起きるのは、多くの場合水の価格が適正でないからだ。世界の灌漑のほとんどは、年間を通して定額制で、課金額が水の消費量に応じて変わることはない¹¹¹²。当然の結果として、利用者は次の1リットルの水を節約するのがコストに見合うかどうか考えたりしない。最初に払ってしまえば、水は無料だ。だから、追加の1リットルを使っても自分にとっての効用がほとんどない場合ですら、どうせ無料なんだからってことでそれが使われてしまう。これもまた漁業についての章でみた共有地の悲劇の一例だ。

この問題は特に貧しい国でみられる。最貧国は水の90パーセントを灌漑に用いている。豊かな国々だと、これがたった37パーセントなのに¹¹¹³。だから農業用から産業用、家庭用に水を再分配することが必要になり、これをやると潜在農業生産高はやや落ちるだろう（つまり、生産の増加が小さくなる）。世界銀行は、この減少分はごくわずかで、水の再分配は貧しい国々にとって必ず有益になると推測している¹¹¹⁴。もちろん、水不足の厳しい国々では、穀物の輸入が増えるだろう。でも国際水管理研究所（IWMI）の研究では、輸入の増加分は、水が豊富な国々、特にアメリカの余剰生産でカバーできると示されている¹¹¹⁵。

一方、家庭用水の効率化をすすめるのもかなり効果的だ。マニラでは、水の58パーセントが消え（配水中になくなるか盗まれる）、ラテンアメリカでは約40パーセントがなくなってしまう。平均すると第三世界の家庭は水の実際価格の35パーセントしか負担していない¹¹¹⁶。自然と過剰消費につながるわけだ。従量価格制によって需要は減る。定額制のかわりに使った分だけ消費者が払うことになれば、水は節約されるはずだ¹¹¹⁷。

実のところ、もっと適正な課金をすれば、将来の水の供給が確保されるばかりか社会全体の水消費効率も上がりそうだ。農業用水が安かったり無料だったりするのは、実質的に莫大な補助金が裏で出ているのと同じことだ。アメリカでは農民への水補助金は90パーセント以上、35億ドルと推定されている¹¹¹⁸。発展途上国ではこの金額はより多い。都市部の水の隠れた補助金は約220億ドル、農業への隠れた補助金は約200–250億ドルと推定されている¹¹¹⁹。

このように、人口の増加が水の需要を増加させ、人口のほぼ 20 パーセントに余計な水ストレスをかけているとはいえ、この水不足は解決できそうだ。解決策の 1 つは水の値段を上げることだ。値段が上がれば非効率な水の消費は減る。もう 1 つの解決策は、穀物輸入を増やすことだ。これで農業用水を削って、産業、家庭消費などもっと大事な分野にまわせる。最後に、繰り返すけれど淡水化が問題の上限となる。十分な財力さえあれば、淡水化でまさに無限に飲料水が生産できるのだ。

13.5 紛争が激しくならないの？

どうやら適切な価格づけこそが、水問題の主要課題らしい。水資源が無料であれば今まではそうだが、人はできるだけ大量に消費しようとしてしまう（ぼくたち個人のコストのせいだ）。だんだん裕福になってきて、もっと多くの水を使い、地球上で生活する人もどんどん増えてきたので、限度が見えてきた。水が無料であるかのように振る舞っていると問題は大きくなる。だからこの資源の用途に優先順位をつける必要がでてきたのだ。大量の水を使っても食料を増産すべきだろうか？ 都市部での水利用を増やして、農業は効率化させるべきだろうか？ 水に価格づけすれば、最も効率の良い妥協点が見つかるのだ。

でも、水が稀少だということが認識されて、水がもっと貴重になれば、水の分配についてそれぞれの国がもっと注意を払うようになるだろう。すると国家間の緊張が高まり、水問題への政治的関心が高まる。国際的利害の対立という潜在的な爆発力を持つカクテルに、水をめぐる緊張が新しい要素として追加されるわけだ。でも、だからと言って「今世紀に起きた戦争の多くは石油にまつわるものだが、次の世紀に起こる戦争は水をめぐるものになる」なんて話にはならない。ちなみにこの文は、「戦争」なんて単語が一度も出てこない報告書についてのプレスリリースで世界銀行が使った一文で¹¹²⁰、ずいぶんいろいろと引用されてしまっている。

アーロン・ウルフ教授が国際危機にまつわるデータセットすべてを調べたところ。1918–1994 年の 412 の危機のうち、水が原因の一部にでもなっているものはわずか 7 つだった¹¹²¹。このうち 3 つでは発砲すらなかったし、すべて戦争と呼べるほど暴力的なものではなかった¹¹²²。ウルフは以下のように結論づけている：「おわかりのように、水をめぐる紛争の実際の歴史は、本で読んで受ける水戦争の印象ほど劇的なものではない。（中略）調べがつく限りでは、水をめぐっての戦争は 1 つもなかった¹¹²³」。水をめぐる事実上の戦争がなかったことは、CE805 年から 1984 年の間に国際的水資源に関する 3,600 以上の条約が結ばれたという事実と比べておくべきだろう。過去 100 年間ですら、149 以上の条約が締結されている¹¹²⁴。

水戦争議論がかなり誇張されていると考えるべき理由はかなりしっかりしている。第1に、水のために戦争をするということ自体、戦略的にほとんど意味がない。目的は何？戦争を起こす動機と能力があるのは、下流に位置する強国だけだ。でもかれらとて、上流の国が故意に水源を汚染して報復してきたらどうしようもない点は変わらない。だから戦争するなら、単に戦力誇示だけでなく、流水域の永久的な占拠、ひょっとして強制移住も必要になるだろう¹¹²⁵。第2に、そんな戦争にはものすごく費用がかかる。海水淡水化とは比べものにならない。イスラエル国防軍のアナリストは以下のように指摘している：「水なんかのために戦争する必要がありますか？ 戦闘をたったの1週間実施する費用で、海水淡水化工場が5つは建てられる。人命が失われることもないし、国際的圧力も、敵地で防衛し続ける必要もない確実な水供給が得られるんですよ¹¹²⁶」。第3に、水については国々の利害は共通していることがしばしばだ。上流の国がダムによって水力発電をする一方で、下流の国はきちんとコントロールされた水を農業に使う¹¹²⁷。最後に、水に関する協力関係はとっても強固だ。水に関するメコン委員会は、ベトナム戦争中ですら機能しており、イスラエルとヨルダンが公式に戦争中だった30年間、水について密談を行い続けた。インダス川委員会は2回のインド・パキスタン間の戦争を生き延びている¹¹²⁸。

実際には、水をめぐる問題が最近注目を集めるようになったからこそ、多くの不和が解決されるようになってきた。独立してからというもの、インドとバングラデシュはガンジス川の水利権をめぐって激しく争ってきた。ガンジス川はインドによって管理されていたが、バングラデシュの農業には不可欠なのだ。インド政府は、必要なだけ水を取る権利を50年にわたって主張していたが、1996年に、農業にとって重要な3月-5月は一定量の流量を保証する条約を結ぶことに同意した¹¹²⁹。

このように、水の価値は上がるだろうけれど、それが戦争を増やすと考えるべき理由はない。戦略的にも経済的にもまるで意味がないからだ。むしろ、水の価値が上がることによって、現存する多くの水問題の解決に必要なだけの注意・関心が喚起されることが予測される。

13.6 結論

水事情をめぐっては、かなりの誇大広告がのさばってきた。それをよく表しているのが、1995年のある学術誌の強烈なタイトルだ。「世界的な水危機：21世紀の中心問題、爆発的に増大する問題¹¹³⁰」。でもこれが巨大な問題だとの見方を支えるデータはない。ぼくたちの井戸は干上がってはいないし、どうしようもない水不足に直面してもいない。むしろ、水をめぐる課題が強調してくれたのは、もっと慎重に水を管理して、現実的な価格をつけ、乾燥地帯で自給自足の食料生産をやめるのはしょうがないと認めることの必要

性だ。

水に関する主な報告のすべてにおいて、同じ結論が出されている。1997年には、国連が『世界淡水資源総合評価報告書』の最新版を発表した。前文では、水ストレスの増加は「不適切な水の分配、資源の浪費、適切な管理を怠ったことによる結果に負うところが大きい¹¹³¹」と記述されている。世界水評議会の報告で全世界を扱った『世界水ビジョン』は、概要部分でもっとはつきり述べている：「現在、水危機は存在する。だが、我々の需要を満たすのに十分な水がないという危機ではない。水の管理が不適切であるために、数十億の人々 および環境 が苦境に立たされるという危機だ¹¹³²」。

水は充分にあるけれど、もっとうまく管理する必要がある。過去の過ちからは学ぼう。ソ連はカラクム砂漠を緑化するために、アムダリア川とシルダリア川からアラル海に流れ込む水を分流させてしまい、おかげでこの世界で4番目に大きい湖を破壊してしまった。これを教訓に、東カリフォルニアのモノ湖プロジェクトで作られた支流は、1990年代中頃には元に戻された¹¹³³。

世界で年間約 160km^3 と推定される地下水のくみ上げもやめる必要がある¹¹³⁴。国際水管理研究所の予測では、2025年には農業増産のためにさらに 600km^3 の水が必要となる¹¹³⁵。合計 760km^3 を得るのは不可能じゃない。今後建設するダムだけで新しく $1,200\text{km}^3$ の地表水が得られるんだから¹¹³⁶。

そのうえ、農業、産業、水の分配に非効率な点が多々あることもわかっている。水に適正価格をつけることで、一滴あたりの収穫高を上げることが可能になる。また、最も水資源が乏しい国では生産活動が農業からサービス、産業へ移行すると考えていいだろう。最後に、海水の淡水化という最後の拠り所となる技術が、それなりの代価を払えば十分な水を生み出してくれる。実際のところ、今後の効率化によって経済（非効率的な助成金の削減）環境（最も脆弱なところから経済圧力を取り除く）の両者に良い影響を与えればいい¹¹³⁷。

国際水管理研究所の予測の結果では、食料総生産は増加し、1995年には2,800キロカロリー以下だった1人あたり1日カロリー摂取量は、2025年には3,000キロカロリー以上に増える。一方で、発展途上国のより多くの地域がきれいな飲料水と下水処理施設へのアクセスを手に入れることが見込まれている。

「世界的な水危機：21世紀の中心問題」との声をしばしば耳にするが、これは無用に修辭的でおっかない。世界の井戸が干上がるなんて推測は不合理だ。水はもっと適切に管理されるべきだし、適正な価格づけや輸入代替も必要だ。でもそうすれば、食料は増え、飢餓は減り、健康状態は向上し、環境は良くなって、もっと豊かになれるだろう。

第14章

第III部の結論：繁栄は続く

ぼくたちは再生可能資源を使いすぎてはいない。ワールドウォッチ研究所は、環境崩壊の最初の兆候は食料不足となる、と述べる¹¹³⁸。でも、第9章で見たように、食料はどう考えても、どんどん安く、どんどん手に入れやすくなる見込みが高い。そしてぼくたちは、さらにもっと多くの人々を食べさせられるようになる。

森林は破壊し尽くされていないし、第二次世界大戦後、地球の森林面積はだいたい一定だ。確かに熱帯雨林は年0.5パーセントずつ切り倒されているし、一部の国は森林資源を後先考えずにばかげた形で使っているけれど、熱帯雨林の80パーセントはまだ手つかずだ。

水はたっぷりあるし、再生可能な資源だけれど、希少な場合もある。これは一部は、水がもっと早くから限られた価値ある資源として扱われてこなかったからだ。多くの場所でこれは大幅な水の無駄遣いにつながった。基本的に、問題は管理の改善で、水に値段をつけることであらゆる目的に対する水が、適正かつまったく十分に確保できる。

もっと驚くことかもしれないけれど、非再生可能資源についても、特に深刻な問題はなさそうだ。たとえばエネルギーや原材料などがそうだ。全般にこうした資源が次々に追加で見つかったので、エネルギーについても原材料についても消費量が大幅に増えたのに、供給可能年数は増え続けていて減る様子がない¹¹³⁹。非再生可能資源は、原理的には使い果たすことはできるけれど、ぼくたちの消費の60パーセントは200年以上もの埋蔵量を持っている。十分なエネルギーがあれば、ぼくたちは今日よりずっと低質な鉱石などでも利用できるようになって、これがまた使い果たすまでの時間を大幅に増やし、原理的には何百万年も保つようになる¹¹⁴⁰。

はるか未来まで使えるようなエネルギー資源はたくさんある。同時に、再生可能エネルギー資源だって使えるし、これがどんどん安くなってきているし、今日使われているよりずっと大量のエネルギーを供給してくれる可能性がある。世界のエネルギー消費量のすべては、サハラ砂漠のたった2.6パーセントに今日の太陽電池を置くだけで確保できる。そ

してこうしたエネルギー源が、今後 50 年でほとんど収益性を保つようになるか、伝統的なエネルギー生産より低コストになることも十分に期待できる。

食料、森林、水、原材料やエネルギーみたいな重要資源の消費はこういう特性を持っているので、来る世代の選択肢は減るどころか、かえってずっと増えそう。未来の社会はたぶん、一人あたりずっと多くの食料を生産し、森林を脅かすことはない。それどころか、地球を再植林して生活水準を高めるように土地とお金を割けるかもしれない。ぼくたちのエネルギー消費は短期的には限られていないし、長期的には無限の太陽光エネルギーが使えるようになったらほぼ無尽蔵になる。証拠を見ると、水や原材料といったリソースについて、厳しい制限が示されているようには思えない。そして長期的に十分なエネルギーがあれば、どちらも必要量が得られる。結果として、ぼくたちの社会が口座残高のない小切手を切り続けることで生き延びているだけだという心配された悲観論には、ほとんど基盤がなさそう。

世界銀行は持続可能な開発を「先々続く発展¹¹⁴¹」と定義している。この意味でぼくたちの社会はまちがいなく持続可能なようだ。

でもぼくたちが目先の福祉を維持するばかりか改善できそうだからといって、子どもたちの社会がもっとよくなるということにはならない。ぼくたちはあまりに汚染しすぎていて、実は自分の命や長期的な福祉や将来世代の機会を台無しにしているのかもしれない。この問題について、これから見てやろう。

第Ⅳ部

公害は人間の繁栄をダメにするだろ
うか？

第 15 章

大気汚染

人類の健康に影響を及ぼすいろんな公害の中で、最も大事なものは大気汚染だ（屋外の空気と室内の空気のどっちも）。主要なアメリカ環境保護局（EPA）の規制範囲（大気、水、農薬、自然保護、飲料水、有害物管理、損害賠償）の中でも、EPA 自身が認識しているように、EPA のもたらす社会的利益の 86–96 パーセントが大気汚染の規制からきている¹¹⁴²。同じように、1999 年の州と地方 39 地域における比較リスク分析を統合した結果、大気汚染は人類の健康にとって一番重大な環境問題として浮上した¹¹⁴³。だからまずは大気汚染の問題から検討することにしようか。

ぼくたちはよく、大気汚染は最近の現象で、どんどん悪化していると考えがちだ。でもこれからはっきりすることだけれど、西側世界の空気がこんなにきれいなのは数世紀ぶりなことだ。さらに発展途上国における大気汚染だって、いずれだんだん改善するものと思っただけじゃないようだ。

15.1 昔の大気汚染

鉛による大気汚染の記録は 6000 年前に遡り、ギリシャ・ローマ時代に最初の頂点に達した。BCE500 年というはるか昔、グリーンランド上空の大気の鉛含有量は、各地のヨーロッパ文明が金属精錬を始める以前に比べると 4 倍も濃くなっていた¹¹⁴⁴。古代ローマでは政治家、セネカが都市の「臭くてすすだらけのどんよりした空気」に不平を述べている¹¹⁴⁵。

1257 年に英国女王がノッティンガムを訪れた際、石炭を燃やして出た煙の悪臭が耐えがたく、女王は命からがら逃げ出したそう¹¹⁴⁶。1285 年、ロンドンの大気があまりに汚染されていて、エドワード 1 世が世界最初の大気汚染委員会を設立した。22 年後、王は石炭を燃やすのを違法にした。禁止令は続かなかったけれど¹¹⁴⁷。

早くも 14 世紀には、汚物投棄のために悪臭が漂うテムズ川や街路への投げ捨てを禁

止する試みが行われた¹¹⁴⁸。が、無駄だった。1661年にジョン・エブリンは相変わらず、「多くのロンドン市民は薄黒い汚い蒸気と一緒に出たすすけた濃い霧をひたすら吸い込み、肺を悪くしている¹¹⁴⁹」と主張していた。18世紀には都市は筆舌に尽くしがたいほど汚かった。ローレンス・ストーンは次のように言っている。

都市のドブは今や淀んだ水であふれていて、あたりまえのように屋外便所として使われていた。肉屋は店で動物を屠殺し、通りに残骸を投げ捨てた。死んだ動物は放置されたまま腐って腐臭を放つ。便所の穴は井戸のそばに掘られていたので上水を汚染した。教会の地下納骨所では裕福な人々の死体が腐敗して、牧師や信徒たちが悪臭で逃げ出すこともしばしばだった（後略）¹¹⁵⁰。

1742年にジョンソン博士の描いたロンドンは「野蛮人ですら驚嘆して眺めるほどの汚物の山だらけ」な都市だった。これを裏付ける証拠として、確かに大量の人間の排泄物が「住民たちが家の戸締まりをする夜に通りに投げ捨てられた」ことが証明されている。そしてその排泄物がこんどは周囲の公道や溝にぶちまけられるだけだったので、ロンドンを訪ねた訪問者たちは「排泄物が発するひどい臭いをさけるために息を止めざる負えなかった¹¹⁵¹」。

都市は実に汚染されていたので詩人シェリーは「地獄はまさにロンドンのような所にかがいない。煤けて人だらけの町だろう¹¹⁵²」と書いている。

公害の大半は硫黄分の多い安い石炭が原因だった。13世紀初期にこうした安物の石炭が、値段の高い薪や木炭に代わって産業用に使われるようになったからだ。ロンドン周辺の森林破壊のせいで木材はますます高価になった。17世紀初頭から、多くの一般家庭もどんどん石炭を使うようになり、その後100年で消費量は20倍になった¹¹⁵³。

大気の質の悪化は17世紀終わり頃に多くの抗議を引き起こした。多くの人々が、建物に穴があき、鉄の構造物が以前よりずっと早く腐食するのを観察している。アネモネが減って他の植物も育たないという苦情も聞かれた¹¹⁵⁴。セントポール大聖堂は、修復がまだ終わってもいなのに、すでに汚れ始めていた¹¹⁵⁵。ひどい煙のせいで家の塗装の艶が実に急速に消えてしまったので、多くの賃貸契約書は建物の壁を年に3回塗り直せと規定していた¹¹⁵⁶。

ロンドンは何世紀にもわたって濃い霧、評判の悪いスモッグで有名だった。当時のある人が次のように考察している。

都市の空気はそれが煙にも似ているという理由から、特に冬の時期には極めて不健全なものとなっている。風が吹かない場合、そして特に霜の降りるとき、街は分厚いブロヴィラール (Brovillard) または雲で覆われており、冬の太陽の力ではこ

れを散らすことが出来ないのである。おかげで住民たちは死者ですらかじかむような寒さのもとで苦しむこととなる。日中の暖かさと心地良さをすっかり奪われた状態におかれているのだから。(中略)それなのに町からたった1マイル離れただけのところに居る者たちにとっては、空気は清涼で健全であり、太陽が実に気持ちよく元気づけてくれるのだ¹¹⁵⁷。

これがもたらした影響はたくさんあった。18世紀を通じてロンドンには年に20日間霧に覆われていた。これが19世紀末には60日近くに増えてしまった¹¹⁵⁸。これはもちろん、ロンドンの日照が周囲の町より40パーセント少なかったということだ¹¹⁵⁹。同じく雷は18世紀初期から19世紀後期にかけて倍増した¹¹⁶⁰。

この極度の公害は異常なほど人命損失をもたらした。これについては後述。でも、当時ですらみんな、公害と病気には何か関係あるぞと気づき始めた。当初、気管支炎が「イギリス病」と呼ばれたのも偶然じゃない¹¹⁶¹。最後のひどい霧は1952年12月のものだったが、これでさえたった7日でロンドンっ子約4,000人を死に至らしめた¹¹⁶²。

イギリスの環境科学者ピーター・ブリンブルコムは、はるか1585年までさかのぼってロンドンの大気汚染を推計するモデルを作った。石炭の輸入量に基づいて、かれは二酸化硫黄と煙(微粒子やすず)の濃度を推計した。その結果を1920年代から今日までの実測データにあわせて更新・補正したのが図86だ。これを見ると、煙の汚染が1585年以来300年間かけてすさまじく増え、19世紀後期にピークに達した後、上昇したより急速に減ったことがわかる。おかげで1980年代から1990年代の値は16世紀後半の値より低いくらいだ。この先、煙や微粒子はおそらく群をぬいて最も危険な汚染物質だということを示す。つまり最悪の汚染物質に関してロンドンの空気が現在ほどきれいだったのは、中世以来なかったことなのだ。近代ではほぼずっと、今日の状態より煙の汚染はひどかった。大気汚染は、新現象がどんどん悪化したようなものじゃない。昔からあった現象がどんどん改善されて、ロンドンは中世以来のきれいさを達成している。

同じように図86が示しているのは、1585年から二酸化硫黄濃度が劇的に急上昇し、それが1700年から1900年にかけて実に高い高原状態にとどまり　今の第三世界の百万都市のほとんどよりひどい　それから急落して、またもや1980年代から1990年代の値が16世紀後期の水準より低い。つまり、二酸化硫黄についても、今日のロンドンの空気は中世以来なかったほどきれいだ。繰り返すが、大気汚染は目新しい問題がどんどん悪化しているのではなく、昔からあった問題がどんどん改善しているのだ。

15.2 何が危険なの？

大気汚染にはいろいろある。が、最も重要なもの6つは：

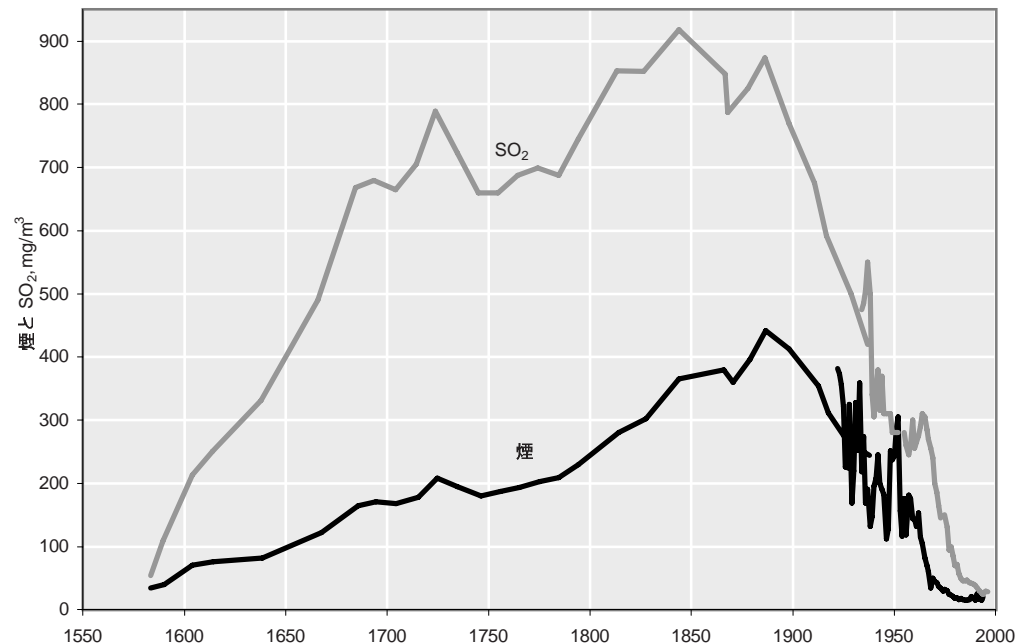


図 86: ロンドンの SO_2 と煙平均量、1585–1994/5。1585–1935 のデータは石炭輸入量からの推計値を平均実測データで補正したもの¹¹⁶³。出所: Brimblecombe 1977:1161, Elsom 1995:477, Quarg 1996:75, EPAQS 1995: Fig 3, Laxen and Thompson 1987:106, OECD 1985a:28, 1987:31, 1999:57。

- 粒子状物質（煙とすす）
- 硫化物（ SO_2 ）
- オゾン（ O_3 ）
- 鉛
- 窒素酸化物（ NO と NO_2 、総称して NO_x ）
- 一酸化炭素（ CO ）

これらの 6 物質はいわゆる基準汚染物質で、アメリカの環境保護局（EPA）が全国大気品質規格（National Air Quality Standards）を設定している公害物質はこれらだけだ¹¹⁶⁴。これらは一般的に規制され記録されている大気汚染物質だ。世界銀行、OECD など数多くの他の機関によって大気の状態を表すために使われている。EU と WHO は共にこれらの物質の基準と制限を設定した¹¹⁶⁵。でも、怖さの程度はそれぞれちがう。

物質がどれほど危険かをきっちり決めるのはとてつもなく難しい。これはぼくたちの知識がしばしば不十分なのと、物質のもたらす影響が実に多種多様なものとの両方からくる。それでも各汚染物質の総コストを計算してみることはできる。咳が増えたことから、知能低下から、早死にいたるまで。

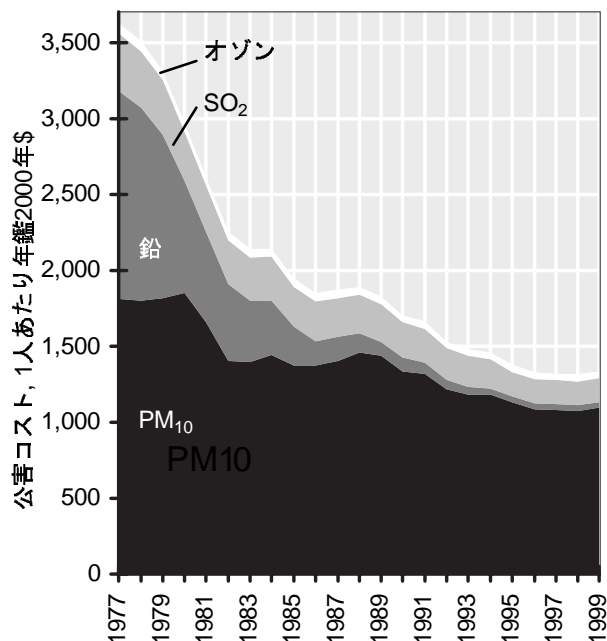


図 87: アメリカの汚染レベル実測値に基づく PM_{10} (小さい粒子の煙) 鉛、硫化物、オゾン汚染物質の平均コスト。2000 年米ドル換算の一人あたり年間コスト表示。鉛排出量をもとにコスト推計を 1960 年まで遡らせると、1960 年代の 1 人あたり総コストは 4,000–4,500 ドルと試算される。経済推計は不正確で、ラフな推計としてのみ考慮すべきものだということに注意。出所: EPA 1997b:88, 2000e:119, 2000f:4, CPI 2001, Krupnick and Burtraw 1996:468, Burtraw and Krupnick 1996:462–3.¹¹⁶⁶

こういう経済的なアプローチで気を悪くする人もいるかもしれないけれど、どの問題が一番深刻かについておおざっぱな感覚を与えてくれるという利点は絶対にある。環境汚染についての最大規模の新研究 3 つ EC、アメリカ DOE、ニューヨーク州エネルギー研究開発局による研究 との関連で、各種汚染物質の人間に対する総コストを明確にしようという試みが行われた。全体としてわかったのは、全大気汚染コストのうち圧倒的に大きな部分を占めるのは健康に対する影響、特に死亡率への影響だということだ¹¹⁶⁷。

図 87 はアメリカでの 1977–1999 年の公害による一人あたり年間コストを示している。 NO_x と一酸化炭素の有害な影響は計算されていないけれど、たぶん二酸化硫黄やオゾンより少ないだろう¹¹⁶⁸。イギリス政府はいくつかの発表でイギリスの汚染コスト総額の推計を出した。結果はおおむね似通っている¹¹⁶⁹。

図 87 から二つのことがわかる。まず、全体的な問題はたった 21 年前と比べても深刻さがかなり下がっている。大気汚染コストの平均は 3 分の 2 近くも低下して、3,600 ドルから 1,300 ドルに減少している。もっとさかのぼって 1960 年代まで考えると (鉛排出

量をもとに鉛汚染負荷を推計) コストは約 4,000–4,500 ドルくらいらしい。つまり過去 39 年間の改善ぶりはさらにすごく、70 パーセントもきれいになったわけだ¹¹⁷⁰。個別汚染物質によるコストも過去 22 年間で減った。オゾン は 27 パーセント、粒子状物質は 40 パーセント、 SO_2 は 60 パーセント、鉛は 97 パーセントも減っている。もう一つわかることとして、人類の健康に対する恐ろしさの面で、物質間でかなりの差がある。一番深刻な大気汚染問題は明らかに粒子状物質で、現在の総コストの 82 パーセントを占めている。1970 年代には鉛も深刻な問題で、総コストの 40 パーセントくらいを占めていた。

もちろん、ほかにもいろいろな物質を調べることもできただろう。たとえば VOC (揮発性有機化合物) ダイオキシン、そして重金属などだ。でも、一つにはこれらについては有効なデータがはるかに少ない。さらに多分これらは人類にとっての危険度が低い¹¹⁷¹。

EPA はベンゼン、ホルムアルデヒド、スチレンなどたくさんの有害汚染物質を調査し始めた。汚染物質が一番集中しているのは、圧倒的に都市部だ¹¹⁷²。その都市部でも、1993 年から 1998 年の間で見ると (残念ながらえらく短期間だけれど、これでも手に入る中では最長) 「結果としておおむね調査対象の有害大気汚染物質ほとんどが減少傾向にあることがわかった¹¹⁷³」。全体として、有害大気汚染物質が統計的に有意な増加を示した観測局一つにつき、6 つ以上の観測局が統計的に有意な減少を記録している¹¹⁷⁴。カリフォルニア州は最大最長の大気有害物質プログラムを持っている。そして EPA が採りあげた 6 つの主要汚染物質すべてが、35–70 パーセントの改善を見せた¹¹⁷⁵。イギリスでは 1976–1993 年に 6 種類の金属についてロンドンの大気中濃度を測定したが、すべて濃度は低下している。クロムや銅は 50 パーセント減、カドミウムや亜鉛は 66 パーセント減、ニッケルは 75 パーセントで鉛に至っては 87 パーセント減だ¹¹⁷⁶。

15.3 微粒子 (粒子状物質, SPM)

空中の粒子が実際にいかに危険であるかが認識されたのは、やっとここ 10 年のことだ。

すす、粒子、二酸化硫黄がせきや呼吸器系統の病因となることは昔から知られている。1952 年にロンドンのような状況で、一週間に 4,000 人が死んだから、すさまじく高水準の公害と、日常的な高い死亡率との間に関係があることは明らかだった¹¹⁷⁷。でも 1980 年代後期から 1990 年代初期に大規模な統計学的調査が実施されて、ようやく大気汚染が同時にかなりの長期的な影響を持つことが明らかになったのだった¹¹⁷⁸。

この遅れの理由は大きく二つある。一つはいろんな公害から生じる結果を区別するのがすさまじく困難なこと。どこか微粒子で汚染された場所で死亡率がちょっと高いことを科学者が発見したら、微粒子が高死亡率の原因だと思いたくなるのが人情だ。でも、微粒子の濃度が高い場所では概して SO_2 、鉛、オゾン、 NO_x 、一酸化炭素だって高いたろう

ならこれらのうち、実際はどれのせいで死亡率が増加したんだろう？

統計学的に言うと、研究者たちはたとえば SO_2 は高濃度でも微粒子は少ない地域で死亡率がより低いかどうかを調査して、この問題を解決しようとしている。もしそっこのほうが死亡率が低ければ、犯人は粒子状物質だということになる。残念なことに、この種の関係はすさまじく複雑なので、今のところ言えるのは、微粒子は公害による死亡の第一原因らしい、というくらいがせいぜいだ¹¹⁷⁹。だからアメリカ EPA は、大気汚染規制の長所と短所を述べた大規模な 1997 年報告において、ほとんど微粒子による死亡だけに集中しようとした。大気汚染の死亡リスクはほとんどすべて、微粒子の影響だけで説明できると判断されたのだ¹¹⁸⁰。

でも、これで 2 番目の理由が強調される。粒子状物質がなぜ、どんなふうにも人々を殺すのか、わかってないのだ¹¹⁸¹。微粒子を吸い込むと、それが肺に入り込んでこびりつくと考えられている。そしてそれが、肺の通常の機能を変化させ、気管支を刺激して肺の pH 値を変える¹¹⁸²。このため、微粒子の大きさの問題にかなり関心が集まっている。大きな粒子は鼻やのどで止まる。ところが、ものすごく小さい微粒子は、肺の最も深い部分、肺胞にまで入りこめる¹¹⁸³。証拠がそろうにつれて、人間の健康に最大のリスクをもたらすのは最小の粒子だということになりそうだ。

1980 年代の半ばまで、あらゆる粒子はすすか煙として測定分類された。研究者たちが 1980 年代終わりに、小さい粒子状物質の影響を認識し始めてからやっと、アメリカ EPA は直径 10 万分の 1 メートル以下 ($10\mu m$ 、あるいは PM_{10}) の小さい微粒子を測定し始めた。ごく最近、EPA はたった $2.5\mu m$ ($PM_{2.5}$) の超微粒子を計測して規制をかけ始めた。こういう微粒子こそが本当の悪者だと考えられている。これらはとても小さいから、肺で酸素が吸収されるまさにその部分に無理矢理入り込めるせいだ。アメリカ以外では、 PM_{10} について系統的な測定は未だないも同然だ。

最小の粒子 $PM_{2.5}$ は自動車のエンジンや発電所、工業、暖炉、薪ストーブなどの燃焼から生じる。ちょっとばかり大きい PM_{10} は、ほこりや機械の摩耗により生じる¹¹⁸⁴。微粒子のうち、人間が作り出すのはたった 10 パーセントだけれど、都市環境で一番ふつうに見られるのは圧倒的に人工の微粒子だ¹¹⁸⁵。

で、粒子は健康にどんな影響を及ぼすんだろうか？ 最高の国際調査をもとに評価すると、アメリカの微粒子汚染は毎年約 13.5 万人の死亡を引き起こすと推計される¹¹⁸⁶。これは全死者数のおよそ 6 パーセントだ。ちょっと比べてみると、1997 年の全米の交通事故死者数は 42,400 人だ¹¹⁸⁷。イギリスで、同じように微粒子汚染による死亡数は、6.4 万人ほどと推計される¹¹⁸⁸。ここでも、この数字は驚いたことに交通事故よりずっと多い。イギリスの交通事故死者数は、1998 年で 3,581 人だ¹¹⁸⁹。

だが、実際に死んだのはだれなんだ？ あるいはもっと皮肉な言い方をすると、そういう人たちが失った余命は何年くらいなんだろう？

1998年5月30日に、ニューデリーの猛暑が500人の命を奪ったと世界のメディアは報道した¹¹⁹⁰。でもぼくたちはしばしば、だれが死んだのかと問うことを忘れてしまっている。ふつうは、こういうすさまじい天候条件で死ぬのは高齢者と非常に脆弱な人々で、医学研究によれば、そのうち多くの人たちは天気がましでもどうせ数日中に死んでいただろう¹¹⁹¹。だから医者たちは、こうした気象条件についていささか諧謔的に、これらは刈り入れ効果 (harvesting effect) を持つ、なんてことを言う¹¹⁹²。でも逆に、仮にこの熱波に倒れたのがもっぱら若くて健康なインド人たちだったら、その人たちはこれさえなければふつうの平均寿命の62歳まで生きていただろうと期待される ということはあと35年くらいか。だから、寿命があと数日ほどしか残っていなかった老人500人が死んだのも悲劇ではあるけれど、それよりはあと35年生きられたはずの若者500人が死ぬほうが、ずっと悲惨だということになる。

微粒子汚染で死ぬのは主に高齢者だと推計されている（なぜかという、その公害が一番長いことさらされていたわけだから）。それでも失われた余命の平均は14年にものぼる¹¹⁹⁴。つまり、微粒子汚染で毎年死ぬ13.5万人のアメリカ人は、平均14年の余命を失っているということだ。全都市住人でならしてみると、イギリスでは一人当たり期待余命の一年以上、アメリカでも一年の3分の2近くを失っていることになる¹¹⁹⁵。さらに現状のアメリカの微粒子汚染のために、毎年約800万の子供たちがひどい気管支炎を起こしているし、のべ2,000万日の労働日数が失われている¹¹⁹⁶。

小さな微粒子を完全に除去できるかどうかはわからないけれど、数字から見てこれは優先順位が高い。ただし排出量を抑えるのにいくらかかるのかにもよるけれど。でもこの先で示すけれど、空気の質はこれまでも驚くほど改善されてきた。

図88は、1960年代から今日までのアメリカとイギリスの微粒子汚染を示している。粒子状物質汚染がものすごく改善している、というのが肝心のポイントだ。1957年以来、アメリカで微粒子汚染は62パーセント減少したし、イギリスで煙は95パーセント減った。もっと危険な小さい微粒子 (PM_{10}) は、継続的に観測されているのはアメリカでも1988年以来だけれど、この測定された12年についてだけでも、この汚染は25パーセントの減少を見せている。超微粒子の数が、1960年代以来どれだけ変化したかははっきりしないけれど、たぶん激減したはずだ。超微粒子 ($PM_{2.5}$) が きわめて控えめに見積もっても 半減はしていると考え、微粒子汚染が下がったことで、アメリカでは13.5万人ほど、イギリスで6.4万人ほどの生命が毎年救われ、アメリカ人の平均寿命は0.7年、イギリス人の寿命は1.35年のばしたはずだ。 $PM_{2.5}$ の減少が実際にはもっと大きかった

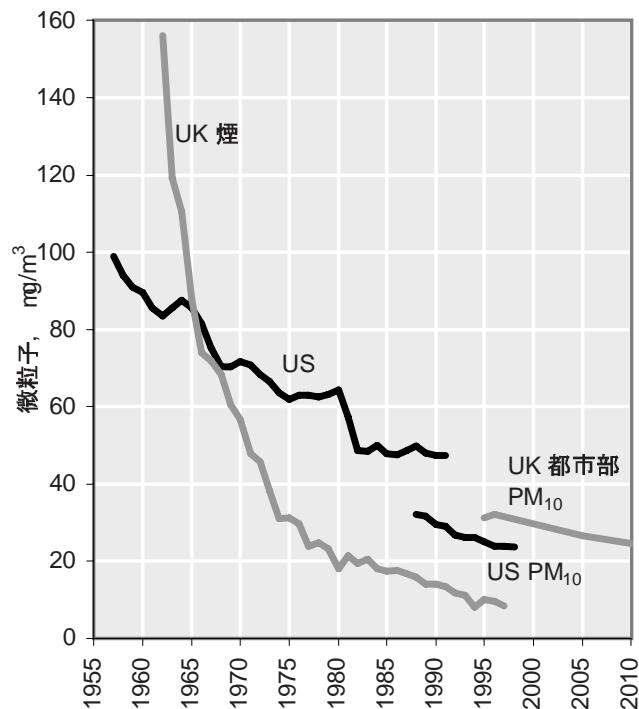


図 88: アメリカ (1957–99) とイギリス (1957–99) における粒子状物質の濃度実績と、イギリス都市部についての予測 (1995–2010)。アメリカの時系列は TSP (全浮遊粒子状物質) と 1988 年以降の $10\mu m$ (PM_{10}) 以下の粒子を測定。イギリスの時系列は各種方法で黒煙を計測したもので、少なくとも 1990 年代については、イギリスの煙はアメリカの PM_{10} と比較するためには 3.5 倍すべきである (QUARG 1996:84)。イギリスの都市部についての予測は PM_{10} 。出所: CEQ 1972:214, 1975:263, 1981:168, 1982:243, 1989:351, 1993:337, EPA 1997b:88, 2000e:119, 2000f:4, Ludwig et al. 1970:473, Bailey 2000:293, NETC 1999, QUARG 1996:77, Stedman 1998: Table 2.3&4.¹¹⁹³

ら (これはかなり見込みが高い) それに比例して改善幅も大きかったはずだ¹¹⁹⁷。なんのかの言って、ぼくたちは健康水準の面で驚嘆すべき改善を実現したわけだ。

さらにこうした動向は、図 88 のグラフに限った話じゃない。図 86 のロンドンについて見ると、19 世紀末から微粒子汚染は 22 分の 1 に減っている。1952 年 12 月のロンドン最後のスモッグでは、 $6,000\mu g/m^3$ 以上の煙が記録された。ロンドンの現状の 300 倍以上だ¹¹⁹⁸。同じようにピッツバーグ都心部の降下煤塵は、1920 年代以来 8 倍の減少を見せているし、同時に煙たい日数は年 360 日からほとんどゼロにまで下がった¹¹⁹⁹。

さらに図 88、図 89 でもわかるように、このトレンドは今後も続きそうだ。道路交通からの PM_{10} 排出量は、アメリカでは 1960 年以来減少しているし、イギリスの都市交通からの PM_{10} も 1990 年以来減り続けているばかりか、2010 年までどちらも減り続けると

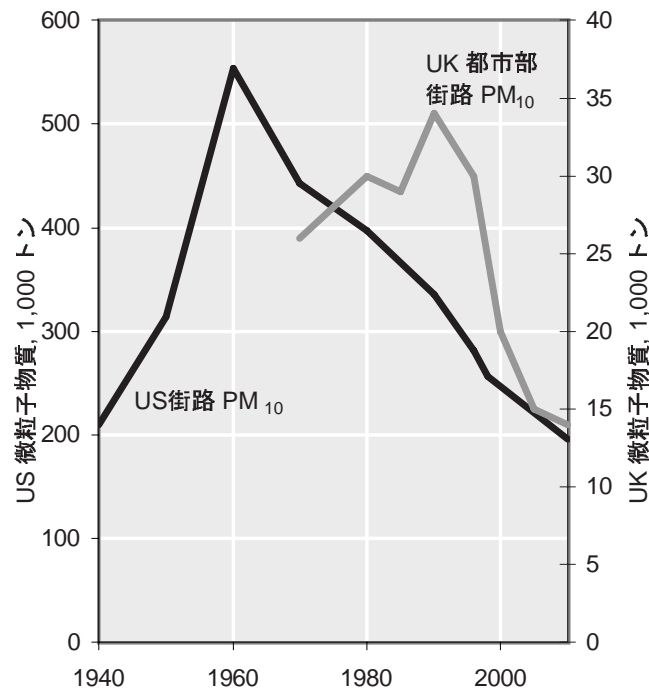


図 89: アメリカにおける自動車 PM_{10} 排出量 (1940–2010) とイギリスの都市自動車 PM_{10} 排出量 (1970–2010)。2000–2010 は予測値。出所: EPA 2000d:3-13, 1999e:12, QUARG 1996:49.

予想されている。交通量は増えるのに、排出は今後 10 年間で、アメリカでは 20 パーセント、イギリスでは 30 パーセント減るだろう¹²⁰⁰。さらにこの PM_{10} 排出の減少は道路交通からの排出減だけのおかげじゃない。 PM_{10} 排出量は、アメリカでは 1990 年以來 42 パーセント、イギリスでは 47 パーセント減った¹²⁰¹。大都市の PM_{10} 濃度に関する最近の調査では、実は 1996 年から 2010 年にかけて 24 パーセントの減少を予測している。これは図 88 に示してある。他の国々だって同じような減少を経験した。1980 年以來、浮遊粒子状物質汚染は日本で 14 パーセント、カナダで 46 パーセント、ドイツで 48.5 パーセント改善した¹²⁰²。アテネは 1985 年以來、43 パーセントの低下を実現したし、スペインでは 1986 年以來 34 パーセント減少した¹²⁰³。パリでは 1970 年以來、なんと 66 パーセントも下がっている¹²⁰⁴。

なぜ微粒子がこんなに減ったかといえば、一つには微粒子汚染の相当部分を引き起こしている SO_2 排出量がものすごく減ったからだ。EU では 1980 年以來およそ 50 パーセント、アメリカでは 1970 年以來約 37 パーセント¹²⁰⁵。これは化石燃料消費の減少のおかげだ。特に高硫黄石炭の使用を減らしたのと、発電所で煙突に脱硫装置を導入し、エネルギー効率を上げたのが大きい。

硫黄分の排出を制限しようという政策判断は、酸性雨問題に密接に結びついている。酸性雨問題は、1980年代にはみんなの大きな懸念事項だった。やがて酸性雨の恐怖は、後に検討するけれど、ひどく誇張されたものだということがわかった。でも、 SO_2 を減らす努力は、結果的には微粒子汚染の削減に役にたったから、理にかなっていたというわけ¹²⁰⁶。

でも、都市部での減少には他にいくつか原因がある。歴史的に都市部に発電所を作らなくなってきたことと、もっと高い煙突を使うようになったことが、公害緩和の大きな原因2つだ¹²⁰⁷。同時に、ぼくたちはもうコークス炉を使わないし、石油によるセントラルヒーティングへの依存度も下がって、代わりに天然ガスや地域暖房に変えた¹²⁰⁸。最後に自動車からの汚染は、触媒コンバータのおかげもあるけれど、ディーゼル車が低硫黄のディーゼル燃料を使うようになったので、以前よりはるかに減少している¹²⁰⁹。とはいえガソリン車に比べるとディーゼル車は粒子状物質の点ですべて汚染度が高い。イギリスでディーゼル車は車両台数の6パーセントしか占めないのに、全自動車の排気ガスの92パーセントを引き起こしている¹²¹⁰。つまりディーゼル車が極端に増えると、微粒子排出の減り方が遅くなる¹²¹¹。

専門家の資料には、大気汚染の減少にとって法規制がどのくらい不可欠だったか、少なくともどのくらい重要だったか、という議論がいろいろ書かれている。多くの研究が驚くべきことかもしれないけれど、特筆すべき影響をまったく記述できていない¹²¹²。イギリスの1956年の大気浄化法 (Clean Air Act) の分析によると、汚染が減っているのは事実ではあるけれど、1956年以前と以後の減少速度には、はっきりわかるような差がないということだ。あるいは公害規制のある都市とない都市でも、明らかな差はない。「1956年の大気浄化法がなくても、どのみち空気の質はかなり改善されていた見込みが高い¹²¹³」。なぜ空気がきれいになったかという、産業や家庭で使う製品や技術が改善されたおかげが相当部分だ。

アメリカの3都市の研究では、公害規制の義務づけは効果があったけれど、規制コントロールの効果は「おおむね経済変化、天候などの要素の影響によってかき消されてしまう程度のものだ¹²¹⁴」ということが明らかになっている。一般的に、規制が公害削減の理由の一つだというのは正しい主張だろうけれど、ほかの技術的な要因も大きな役割を果たすのだ。

まとめると、人類へのコストで見れば、大気汚染物質として一番深刻なのは微粒子汚染だということは強調しておくべきだ。ということは (EPA 規制から生じる社会便益の96パーセントは大気汚染削減からくるので) 微粒子は圧倒的に、あらゆるものの中で最も深刻な汚染物質だ、ということになる。そしてこの点での結論は何の疑いもなくはっきり

している。ぼくたちの一番大きな公害問題はすさまじく改善されているのだ。

15.4 鉛

鉛は古代でも広く使われていた。器や管の形に曲げたり成型したりするのがとても簡単だったからだ。ローマ人たちは上水道にたくさんの鉛を使用したし、女性たちは粉末鉛を化粧品として使った¹²¹⁵。中世の間も、鉛は広く使われていた。主に酸っぱいワインを飲むようにするための添加物として　そしてこれは痛々しい、時には致命的な後遺症をもたらした¹²¹⁶。現代では鉛はカットガラス製品、陶器の釉薬、白い塗料、銃弾、印刷活字に大変役立つ金属となっている。自動車が登場すると、鉛蓄電池が電力を供給したし、オクタン価を上げるためにガソリンにも鉛が入れられた¹²¹⁷。

残念なことに、鉛はまたものすごく有毒だ。一部の科学者たちは、ローマの上流階級の人々は鉛のパイプから水を飲み、鉛製のマグ、器、美容クリームを使っていたので、慢性的な鉛中毒に苦しんでいたと考えている。これは奇形児や広範な身体障害をもたらしたはずで、これもローマ帝国滅亡の一因だったかもしれない¹²¹⁸。

血中の高濃度の鉛は激しい腹痛、昏睡状態、そして死亡を引き起こすことは、昔から知られていた¹²¹⁹。でもごくわずかな鉛摂取から生じる深刻な影響についてはっきり認識されるようになったのは、ここ 20 年間ほどのことだ。胎児は特に危険だ。父母のどちらかでも職場で鉛にさらされていると、流産が増加するという研究結果が出ている。鉛は男性の生殖機能を低下させ、女性が知恵遅れの子供を産むリスクを倍増させる¹²²⁰。アメリカでは毎年、約 12,000–16,000 人の子供たちが鉛中毒で入院している。そのうち 200 人が死亡し、生存者の 30 パーセントが精神薄弱や身体麻痺などの永続的な障害に苦しむことになる¹²²¹。

血液中の鉛濃度別に子供たちを調べた大規模調査では、これが子供たちの IQ に大きな影響を与えることが明らかになっている　血中の鉛濃度が高い子供は、低い子供に比べて明らかに知能が低く、集中力が低くて落ち着きがない¹²²²。鉛はまた成人男性に高血圧を起こす¹²²³。子供たちの鉛の摂取は、鉛ベースの古い塗料の薄片を吸い込むことで生じる。こういう塗料は 1940 年頃に禁止された。オハイオ州ヤングスタウンの古い家出身の子供たちは、新しい家の子供たちに比べると鉛の血清レベルが倍以上高かった¹²²⁴。

世界的には、鉛排出の 90 パーセントが有鉛ガソリンによるものだ。もっとも現在では、有鉛ガソリンは鉛消費全体の 2.2 パーセントにすぎないのに¹²²⁵。アメリカは 1973 年からガソリンの鉛添加を段階的に廃止し始めて、これが実質的に 1986 年に完了した¹²²⁶。イギリスでは鉛削減が 1981 年に始まり、1985 年にはガソリン中の鉛の量は以前の 3 分の 1 まで減らされた¹²²⁷。今日、アメリカのガソリンは全て無鉛だ。同じくイギリスでは

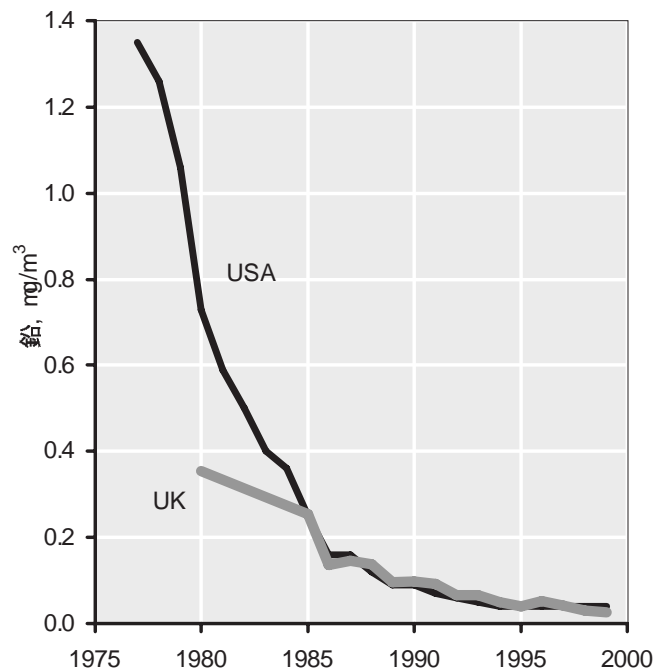


図 90: アメリカ (1977–1999) とイギリス (1980–1996) の鉛濃度。アメリカのデータは 1986 年までは 122 の観測局の最も高い四半期平均を測定し、1986 年以降は 208 の観測局の最も高い四半期平均を採用。イギリスのデータは 9 つの観測局の年間平均を採用。出所: EPA 1997b:88, 2000e:118, 2000f:4, DETR 1998a:Table 2.18.¹²³¹

全ガソリンの 75 パーセント以上が無鉛だ¹²²⁸。これで鉛の濃度はずいぶん変わった。図 90でわかるように、イギリスの大気中の鉛濃度は 85 パーセント低下した。アメリカでこの効果はもっと大きい。1977 年以来、鉛の濃度は 97 パーセント以上落下し、測定限界にまで近づいている¹²²⁹。この結果は、人間に換算することもできる。この時期に、アメリカ人の血液中の鉛量は 14.5 から $2.8\mu\text{g}/\text{dl}$ までほぼ 80 パーセント減少した。10 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 以上の鉛濃度の子供の数は白人については 85 パーセントだったのが 6 パーセントに、黒人については 98 パーセントだったのが 21 パーセントまで減少した¹²³⁰。

アメリカ EPA は、こうした鉛汚染の急速な改善による大幅な便益について推計を出している。全死者数のおよそ 1 パーセントにあたる約 22,000 人が毎年救われていると見積もられている¹²³²。鉛による死亡者の多くは子供だったので、これによって追加された平均余命は 38 年にもものぼった¹²³³。これはアメリカの全住人の寿命が 3 ヶ月延びたに等しい¹²³⁴。同じくらいの鉛負荷量を持つイギリスのような国でも、鉛を完全にフェーズアウトすれば、ほぼ同じくらいの余命延長が実現されるはずだ。アメリカの子供たちは鉛減少のおかげで IQ を最大 3 ポイント失わずにすんでいるとも推計されており、精神薄弱児も

4 万 5 千人減っている¹²³⁵。最後に、男性の高血圧症患者が約 1200 万人減っている。

こういう数字は驚くほど大きく、大気汚染についての目覚ましい改善を表している。2 番目に有害な大気汚染物質について、過去 15–20 年間で鉛濃度値が 80 から 97 パーセントというすさまじい急落ぶりを見せているわけだ。

15.5 SO_2

SO_2 排出規制はもっぱら、1980 年代の酸性雨と、酸性雨にさらされる地域の森林や湖への影響に関する不安の結果だった。後でわかったのは（酸性雨の章で見るように）森林への影響はごくわずかか、あるいは存在すらしないってことだ。でもこの規制にはプラスの副作用があった。粒子状物質排出を減らしたのだ。 SO_2 が燃焼中に排出されると、一部の気体は酸化して、小さな未燃焼の凝縮核のまわりにくっついて微粒子になる¹²³⁶。 SO_2 排出削減の最も大きい便益は、断然こういう微粒子の防止にあった。

さらに、 SO_2 は建築物や像のような文化的な物に損害を与えている。金属はずっと早く腐食し、特に大理石や砂岩への被害が大きい。というのも、 SO_2 は硫酸になって、これがじわじわと岩を溶かすからだ¹²³⁷。でも全体的な影響は、大規模なアメリカでの調査によれば、比較的マイナーだ。一方、イギリスと EU の研究では、コストはずっと大きいという結果が出ている¹²³⁸。 SO_2 はまた視界を悪くする。これは薄い霧や、あるいはロンドンでかつておなじみだった濃い灰色のスモッグを形成するからだ¹²³⁹。1990 年のアメリカにおける視界低下のコストは、ざっと一人あたり 12 ドルと推計される¹²⁴⁰。

最後に SO_2 の排出は、実は森林や特に農作物に対し、無料で肥料をあげていることになる。これはアメリカでは年間 5 億ドル程に値すると推計されている¹²⁴¹。デンマークでも、硫黄汚染が一番ひどかった頃、たくさんの硫黄を必要とする菜種やキャベツのような作物は、必要量をこの公害から得ていた。今日ではこういう作物には、わざわざ硫黄を散布しなきゃいけないくなっている¹²⁴²。

1979 年、長距離越境大気汚染条約がヘルシンキで採択され、1983 年に施行された。まず、1985 年に厳格な議定書が調印され、1993 年までにヨーロッパ各国の政府は排出量を 30 パーセント減らすよう義務づけられた¹²⁴³。が、図 91 でわかるように、ヨーロッパの排出量はもともと 1975 年から減少を続けていた。なぜ減ったかという点、他のエネルギー源への切り替え、硫黄分の多い石炭使用の減少、そして脱硫装置の普及のおかげだ¹²⁴⁴。1980 年以來、EU の排出量は一貫して下がり続けていて、2010 年までにはもっと下がって、全部で 75 パーセント以上の削減が実現されると見込まれている。1990 年にはアメリカで大気浄化法が改正されて、同じような規制が導入された。これにより発電所の排出量は約 50 パーセント下がった¹²⁴⁵。ここでも 1970 年代初期以來、アメリカの排出

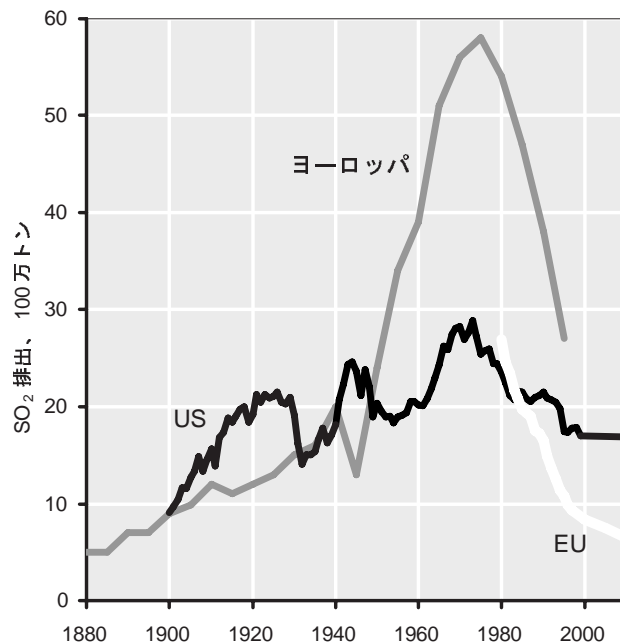


図 91: ヨーロッパ (1880–1995), アメリカ (1900–2010), EU(1980–2010) における SO₂ 排出量。2000–2010 は予測値。出所: NERI 1998a:49, EPA 1998d:25, 1999e:12, 2000d:3-12, EEA 2000, EMEP 2000.

量総計はすでに下がっていた。そしてここでも SO₂ 排出量はさらに下がると予想されていて、2010 年までに削減量は合計で 26 パーセントになる。結果として、ヨーロッパとアメリカ双方で二酸化硫黄による公害は劇的に削減された (図 92)。イギリスでイギリス人たちが毎日吸わされる SO₂ 濃度は 1962 年に 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ だったのが、今では 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ になり、88 パーセントも下がった。ロンドンの大気中の大幅な減少も図 86 で明らかだ。ロンドンでは濃度は、過去 100 年で 96 パーセント以上も下がった¹²⁴⁷。同じくアメリカでも、図 92 でわかるように、SO₂ 濃度は 1962 年以来ほとんど 80 パーセント低下した。1995 年の大規模な研究で EPA が出した推計によれば、1990 年からの SO₂ 濃度の低下のおかげで、1997 年には年間 2,500 人以上の人命が救われている¹²⁴⁸。とはいえ、この人命救済分は、微粒子公害の削減だけから生じているとも考えられるのだけれど¹²⁴⁹。2010 年に改正大気浄化法が完全に効力を発揮するようになったら、年間 9,600 人の命が救われると見込まれている。

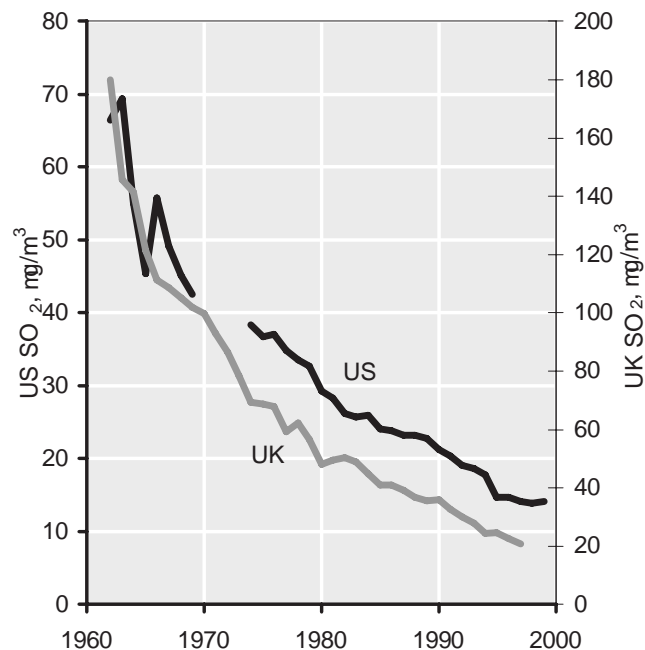


図 92: アメリカ (1962–99) とイギリス (1962–97) における年間平均 SO_2 濃度。出所: CEQ(米国環境諮問委員会)1972:214, 1981:167 1989:351, 1993:337, EPA1997年 b:88, 2000e:119, 2000f:4, Ludwig et al. 1970:474, Bailey 2000:297, NETC 1999.¹²⁴⁶

15.6 オゾン

オゾンは成層圏の重要な層の一つを形成している。これは太陽の紫外線からぼくたちを守っている。「オゾンホール」については後で取り上げる (p. 394ff)。が、地球に近いオゾンは人間に有害で、植物の成長に悪影響を及ぼす¹²⁵⁰。オゾンは呼吸器系に炎症を起こし、ゴムを分解し、植物の発育に悪影響を与える。オゾンは二次的な汚染物質だ。というのもオゾンはもっぱら NO_x と炭化水素の複雑な相互作用で作られるからだ¹²⁵¹。オゾンと NO_x は、ロサンゼルスでよく見られ、最近では発展途上国の多くの大都市でも見られるようになっている、茶色い (光化学性) スモッグ形成に大きな役割を果たしている¹²⁵²。

オゾンは別に、生命を脅かすような影響を持つとは考えられていない¹²⁵³。イギリスの大気汚染基準専門家パネルは「イギリス程度のオゾン曝露水準では、呼吸器系統に長期の障害が生じると考えるべき証拠は見いだせなかった¹²⁵⁴」。一方で、農業と園芸にはずいぶん影響を与える。オゾン公害による最も大きな経済的損失は、こうした産業が被っていると思われる。アメリカではそのコストが数十億ドルと見積もられている¹²⁵⁵。でもオゾンはかびによる攻撃のリスクと影響も減らしてくれる¹²⁵⁶。

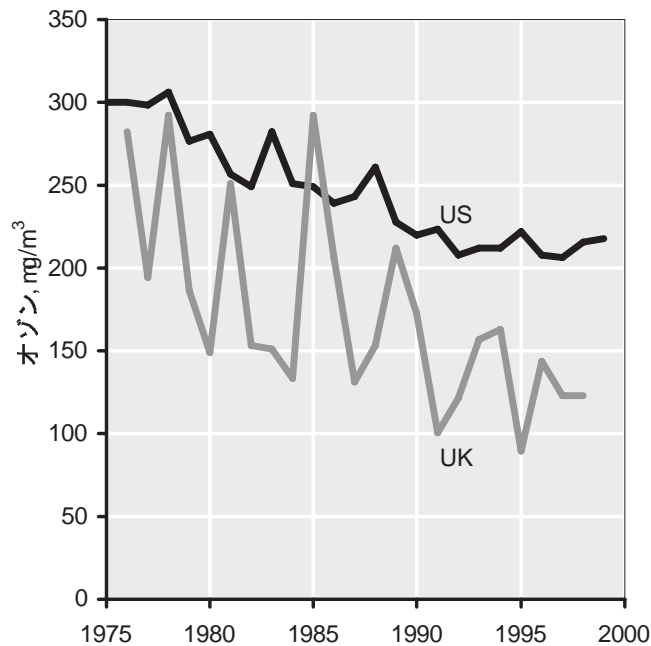


図 93: アメリカ (1975–1999) とイギリス、ロンドン (1976–1998) のオゾン値。アメリカの時系列は全国平均で毎年 2 番目に高い 1 時間あたりオゾン値 (2nd max. 1 -hr) を取っている。ロンドンのデータは時間平均の最大値を採用。出所: CEQ 1993:337, EPA 1997b:88, 2000e:119, 2000f:4, DETR 2000.¹²⁶⁰

オゾン汚染はふつうは最高濃度で計る。健康や植物への影響に一番問題となるのが最高濃度だからだ¹²⁵⁷。1977 年以来、アメリカではオゾンの最高濃度は 30 パーセント近く低下した (図 93)。イギリスでは、全国規模ではオゾン値が継続的に計測されていない。1997 年イギリスのオゾンレビューでは、最高濃度が減少しているというはっきりした証拠があると結論づけられた¹²⁵⁸。図 93 が示すように、ロンドンのピーク値のデータは、1976 年から今日まで 56 パーセントの落下を示している。

農業について言えば、今後 EU の 15 ヶ国すべてで農作物のオゾン曝露は減ると予測されている。曝露値は 1990 年から 2010 年にかけて平均約 25 パーセント低下することになるだろう¹²⁵⁹。

15.7 窒素酸化物 (NO_x)

窒素酸化物 (NO_x) はもっぱら自動車と発電所から生じている。オゾンとあわさると、 NO_x はロサンゼルス茶色のスモッグの主要構成物質となる。また SO_2 と一緒だと酸性雨の原因となるし、それに加えて子供たちなどやぜん息患者などの脆弱グループに、呼吸器疾患や肺感染症を起こす¹²⁶¹。でも NO_x は人類にとって微粒子、鉛、 SO_2 ほど危険

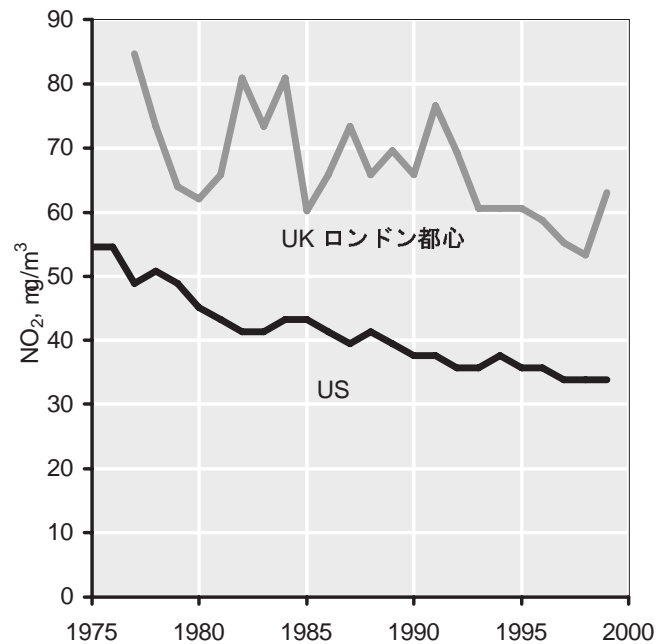


図 94: アメリカ (1975–1999) とイギリス、ロンドン中心部 (1976–1998) の NO_2 年間平均濃度。アメリカの測定は 1986 年まで 238 の観測ステーション、その後は 600 の観測ステーションに基づいている。出所: EPA 1997b:88, 2000e:118, 2000f:4, DETR 2000.¹²⁶⁴

ではないし、死亡率の上昇との関連づけは何度やっても示せていない¹²⁶²。

NO_x はまた土壌や水に入ると肥料になる。これもマイナスの影響を生じることある。海や内陸水系が富栄養化して藻類が繁殖するような場合だ。これは夏の終わりに酸素欠乏や魚の死亡などのリスクを上げる（この問題は 19 章で論じる）¹²⁶³。この影響はプラスに働くこともある。 NO_x が農作物に降ってくると、原理的には無料の肥料となるからだ。ただしまあ、全体としてそういう働きをする NO_x はかなり少ないだろう¹²⁶⁵。

アメリカの NO_x 汚染はだんだん減ってきている。これは図 94 で明らかだ。1975 年以来、濃度は 38 パーセントほど下がっている。イギリスには NO_x について全国の長期測定結果はない。でもロンドンのデータを見ると、1976 年以来 40 パーセント以上の低下を示している。イギリスの NO_x 排出は、1990 年以来減少していて、2010 年までに 55 パーセントほど下がると見込まれている¹²⁶⁶。同じようにドイツは 1985 年以来 NO_x を 15 パーセント、スペインは 1987 年以来 17 パーセント、カナダは 1980 年以来 32 パーセント減らしている¹²⁶⁷。改善の多くは（自動車の）触媒コンバータのおかげだけれど、改善がもっと大きくならない理由は NO_x の発生がオゾンにも依存していて、そのオゾンがもともと限られているからだ¹²⁶⁸。

15.8 一酸化炭素 (CO)

一酸化炭素は、ものすごく大量に投与すると危険だ。車をアイドリングさせてガレージで自殺する人がいるけれど、これが可能なのは一酸化炭素が酸素の代わりに血液に吸収されるので、窒息するからだ¹²⁶⁹。でも一般的に屋外で見られる程度の一酸化炭素濃度は致命的なものではないし、たぶんここで採りあげた他の公害物質ほど危険じゃない¹²⁷⁰。コペンハーゲン市大気監視局の言葉によると、「この一酸化炭素の値それ自体は、健康への影響をもたらすとみなされていない¹²⁷¹」。

多くの人にとって、一酸化炭素の主要源はたばこだ。すさまじい一酸化炭素汚染にさらされている人々に比べても、喫煙者たちは吸い込む一酸化炭素の値が 50–700 パーセントも高い¹²⁷²。都市では、一酸化炭素の圧倒的な発生源はガソリンエンジンの不完全燃焼だ¹²⁷³。触媒コンバータは一酸化炭素排出量をほぼ 8 分の 1 に減らしている¹²⁷⁴。

図 95を見ると、アメリカでは 1970 年以來、一酸化炭素濃度はほとんど 75 パーセントというものすごい低下を示している。イギリスでは一酸化炭素の全国的な水準はモニターされていないけれど、図 95に表示されたロンドンのデータは 1976 年以來、80 パーセントの低下を示している。ロンドンの観測局はたった一つでしかないから、年ごとのばらつきはずいぶん大きくなっている。

15.9 発展途上国？ 成長と環境との両得

今まで見てきたように、大気の質は主な要素に関する限り大幅に改善されてきた。粒子状物質、鉛、 SO_2 、オゾン、 NO_x そして一酸化炭素。これはイギリスやアメリカだけの話じゃない。西洋社会の大部分にあてはまっている。「OECD の国々の大気の質はかなり改善されている」と世界銀行は結論づけている¹²⁷⁵。

でもこの良いニュースは多くの発展途上国にはあてはまらない。今日、世界で最も汚染されている場所の一部は北京、ニューデリー、メキシコシティのような発展途上国の百万都市だ。この 3 都市全てで粒子状物質水準は約 $400\mu g/m^3$ 。アメリカやイギリスの大気の 8 倍以上汚染されているし、世界保健機関 (WHO) の推奨している 50 から $100\mu g/m^3$ という閾値をはるかに越えている¹²⁷⁷。今日世界で 15 の最も汚染された都市のうち 13 がアジアにある¹²⁷⁸。同じ事が SO_2 にもあてはまる。これらの都市の値は、WHO 最大推奨値の最低二倍はある。世界銀行の推計では、北京では年に最低 4,000 人が SO_2 のせいで命を失っていて、この数は増えている¹²⁷⁹。

でも、ここで西側世界で起こったのがズバリということだったかについて、ちょっと

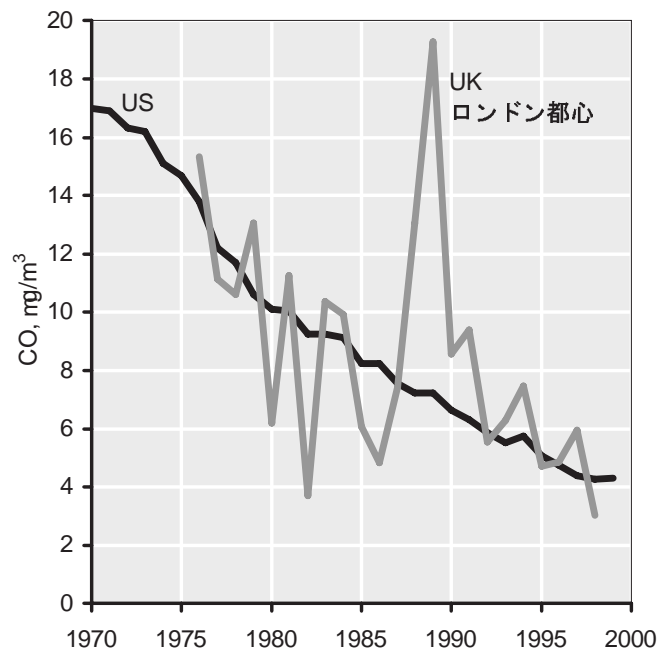


図 95: アメリカ (1970–99) とイギリスのロンドン中心部 (1976–98) における年平均一酸化炭素濃度。アメリカは 2 番目に大きい 8 時間最大値、ロンドンは 8 時間移動平均の最大値。アメリカの数字は 1976 年まで 91 の観測局、1977 年から 1986 年は 168、その後は 345 の観測局の測定値平均。出所: CEQ 1982:243, EPA 1997b:88, 2000e:118, 2000f:4, DETR 2000.¹²⁷⁶

検討してみよう。100 年から 300 年間にわたり、西側諸国は所得の上昇と、ますます増大する公害を体験してきた。1930–1940 年代のロンドン、今日の北京、ニューデリー、メキシコシティよりもっとひどく汚染されていた。先進国で経済成長と公害増加の同時進行が終わったのは、やっと過去 40–100 年になってからだった。なぜそうなったかという、世界銀行によれば、西洋世界で豊かさが高まるにつれ、だんだんきれいな環境に金が出せるようになったのと、同時に汚染された環境にみんな耐えられなくなってきたからだ。これに伴って政策的決断が行われ、もっときれいな環境が実現されている¹²⁸⁰。でも、西側社会で所得と公害の並行上昇が終わったのなら、途上国だってどんどん豊かになれば同じことが起こると期待していけない理由があるだろうか？ 彼らだって、同じようにもっとよい環境を欲しがらんじゃないだろうか？

世界銀行は調査に手をつけた。成長がまずは環境を悪化させる方向に動き、その後で成長が環境を改善するほうに作用するという一般的な傾向があるかどうかを調べようというのだ。かれらは経済発展と公害について数字が入手できるすべての国を比べようとした。結果は図 96 でわかる。横軸にそって国の裕福さで、縦軸は汚染度だ。1972 年を見ると、

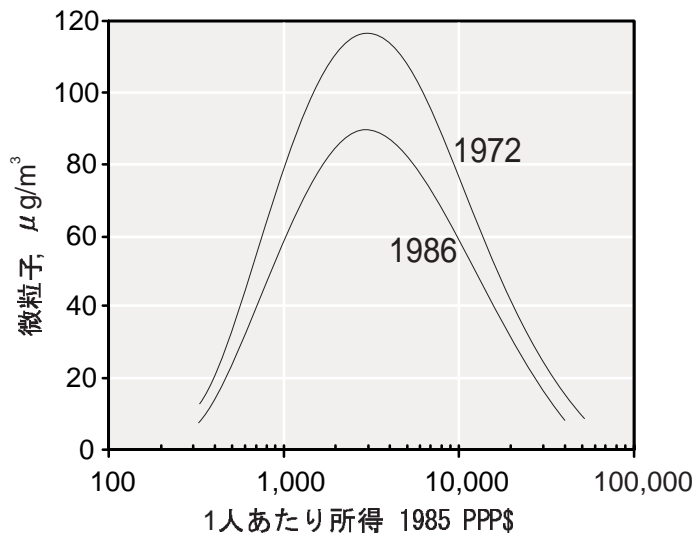


図 96: 31 ヶ国 48 都市の一人あたり GDP と微粒子汚染の関係、1972 年と 1986 年。
出所: World Bank 1992:41, Shafik 1994:764.

結論は実にはっきりしている。成長の第一段階では、国々が極貧状態から中所得レベルへ発展し、その間は汚染はどんどん進む。でもその後で汚染値は実は下がってくる。それも発展し始める以前の値に¹²⁸¹。だから、高い生活基準を実現しつつ、昔より改善された環境を手に入れることは可能らしい（これは p. 47 の図 9 がおおむね示していたことでもある）。

たぶんもっと驚くのは、1972 年から 1986 年にかけての所得と汚染の関係の変化だろう。1986 年でも、所得増加にともなって、まずは公害が増えて次に下がるという基本パターンは見られる。でも、あらゆる所得水準の国において、公害が減っていることにご注目。技術が発展し続けているおかげで、同量の財を生産しても環境負荷は減らせるわけだ（たとえばもっと多くのドルをもっと少ないエネルギーで得られる。図 68 参照）。分析が示しているのは微粒子汚染は毎年 2 パーセントほど減っている、ということだ。つまり、発展途上国は経済成長とより良い環境の双方を獲得しているばかりでなく、富が同じでも時がたつにつれてもっとよい環境を達成できる。発展途上国は西洋からもっと安い、もっと環境に優しい技術を買えるからだ。ここでカギとなるのは、技術は経済成長だけでなく環境改善も実現できるということだ。これは矛盾に聞こえるかもしれない。経済成長と環境は対立するものだと考えがちだからだ。でもこれは初期の西洋産業革命に根ざした誤解なのだ。

それでも魔法のように思える。きれいな環境と同時に経済発展？ 現実には単純な話だ。きれいな水やきれいな空気、人の健康などの自然資源に賢明に値段を付けられない限り、

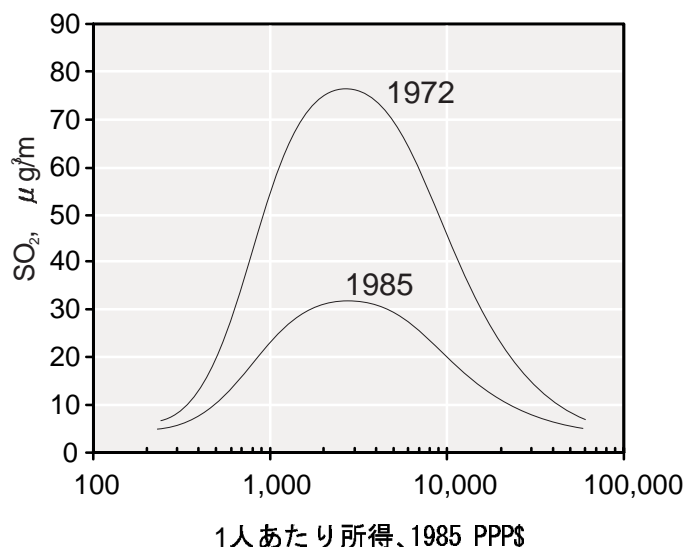


図 97: 31 ヶ国 47 都市の一人あたり GDP と SO_2 汚染の関係、1972 年と 1986 年。
出所: World Bank 1992:41, Shafik 1994:764.

生産者たちがこれらを収奪するのは簡単だ。ほとんどの人々が物質的發展だけを求め、あるいはそれ以外のものを求めるには政治的に弱すぎる限り、生産はさらに汚染し続ける。でも、西側諸国がきれいな環境による優れたライフクオリティをどんどん重視するようになるにつれて、汚染は高くつくようにすべき、という政治的判断が下されるようになった。禁止、規制、課税という手段で、生産が自動的にずっと効率的で公害が少なくなるよう市場を変革したのだ。所得と大気汚染の関係が、図 86 で見た 1585 年以降のロンドンの汚染トレンドに非常に似ているのは偶然じゃない。第三世界は今日、ぼくたちが 50 から 80 年前に直面した問題と同等の深刻な環境問題に直面しているけれど、同じ発展が第三世界で進まないと思なすべき決定的な理由はない。

図 96 は所得と微粒子の関係を示していた。図 97 は所得と SO_2 の、同様にまったく疑問の余地のない関係を示している。このケースだと、1972 年から 1986 年の減少はさらに大きい。この分析によると年 5 パーセントの低下が示されている。

15.10 結論

本章で見てきたような、西側社会における主要大気汚染物質濃度のすさまじい減少は、それ自体驚嘆すべきものだ。でも、経済が発展し、潜在的な汚染源がものすごく増加しているのに状況が改善されているというのはもっと印象的だ。アメリカでは自動車の総走行距離数は、過去 30 年間で倍増した。経済も同様に倍増している。人口は 3 分の 1 以上も増加した¹²⁸²。それなのにその間に汚染物質の排出量は 3 分の 1 も減り、濃度はもっと改

善した¹²⁸³。これが大気汚染という課題について楽観的であるのが合理的な理由だ。先進国で大気汚染を撃破できるということ　そして歴史的にみて実際に撃破されたということ　がわかっただけじゃない。発展途上国だって、ぼくたちのやり方にならって、長期的には大気汚染を抑えられると信じられるだけのちゃんとした理由があるのだ。

世界銀行が力説しているように、経済成長と環境は対立していない　これらはお互いに補完しあっている。環境を適切に保全しなければ、経済成長は損なわれるだろう。でも成長しなければ環境保全は維持できない¹²⁸⁴。世界銀行が指摘しているように「解決の鍵は生産を減らす事ではなく生産の方法を変えることだ¹²⁸⁵」。これこそまさに、新技術が先進国において可能にしたことだ。そしてこれこそまさに、発展途上国にだってますます可能になってきたことなのだ。

第 16 章

酸性雨と森の死

酸性雨は 1980 年代、大きな恐怖だった。ぼくたちはテレビのニュースで病んで枯れかけた木を見せられ、酸性雨が森を殺していると言われた。1980 年代の出版物を見ると、読者は酸性雨についての記述をいささかも容赦してもらえなかったことがわかる。酸性雨は「見えざる疫病¹²⁸⁶」で、「生態にとって原爆なみの¹²⁸⁷」影響をもたらす。国連のブルントランド報告は、「ヨーロッパでは酸性降雨が森を殺している¹²⁸⁸」とあからさまに決めつけている。今日でもエコロジー本のいくつかは、この糾弾をオウム返しにしている¹²⁸⁹。

1989 年刊の通俗書『酸性雨：生命への脅威』は次のように述べている。

酸性の疫病が地上を覆いつつある。雨、雪、霧、霧は世界中の工場や自動車のせいで酸性になってしまい、酸性雨に変わってしまったのだ。

酸性雨は建物や像を破壊する。でも自然環境をも脅かす。

ドイツの森の 3 分の 1 が攻撃され、木々が枯れつつあるか、すでに枯れてしまった。

スウェーデンで 4,000 の湖がだめになり、14,000 の湖沼が死につつある。(中略)

地球のどんな都市でも人々は窒息している あるいは死んでいっている 煙に逃げ場がないせいだ。(中略)

酸性雨は地球上の生命にとって最も重大な脅威の一つになった¹²⁹⁰。

大都市の大気汚染は酸性雨とは何も関係がないという点はさておくにしても、上の記述はたぶん書かれた当時ですらちょっと大げさだっただろう。今日、ぼくたちは酸性雨は 1980 年代にあれこれ言われた問題とはまったくちがう代物だったことを知っている。

「酸性雨」は一般的に、 NO_X や SO_2 排出によって生じたと思われる森、湖、建物への被害を表現する総称として使われている¹²⁹¹。実は工業化以前から、実際に雨は全て自然に酸性だったので、酸性雨というのは NO_X や SO_2 が水と反応して硫酸や硝酸を作るた

めに生じた追加の酸についての話だ。

1970 年代後期から 1980 年代初期にかけて、中央ヨーロッパの一部はすさまじい森の死滅に苦しんでいた。ババリアで最も大きな痛手を受けた地域では、最高 40 パーセントの木が病んで枯れていた¹²⁹²。あるドイツの科学者グループは、ヨーロッパの森林は酸性雨に脅かされていて、あらゆる木の 10 パーセントが危険にさらされていると予測した¹²⁹³。この予測は他の科学者たちから厳しく批判されたけれど、病んで枯れかけた木々の映像は世界中に届き、他のヨーロッパ諸国やアメリカで懸念が広まった¹²⁹⁴。

酸性雨についての恐怖や憶測のおかげで、多くの科学的調査が行われた。酸性雨に関するアメリカ政府の公式プログラム、アメリカ国家酸性雨評価計画 (NAPAP) は世界最大で最長期の最も予算をかけた調査だ。10 年近くにも及ぶもので、約 700 人の科学者たちが参加し、5 億ドルが費やされた。酸性雨と森林、湖や建築物の関係をはっきりさせようとして、きわめて多くの問題が検討された。

図 98 は NAPAP による長期のコントロール実験の 1 つの結果だ。この実験では 3 種類の木々の苗木がほとんど 3 年間にわたり各種濃度の酸性雨にさらされた。木々は酸性雨の悪影響を最大限に受けるよう、いささかやせた土壌で育てられた。図が示すように、3 種類の木のもれ一つとして、酸性雨の影響は見られなかった。東アメリカ (pH 4.2) の平均的酸性雨の約 10 倍もの酸度の雨でも、木々は同じ速度で。実は NAPAP の研究の多くでは、そこそこの酸性雨にさらされた木々のほうが成長が早いことが示されてしまった¹²⁹⁵。もっと長期間にわたるコントロール実験がノルウェーでいくつか行われた。ここでも結果は同じで、予想されたような酸性雨の悪影響は「実証できなかった¹²⁹⁶」。これを理由に NAPAP は「アメリカとカナダにおける森林の大部分は、(pH 値の) 低下による影響を受けてはいない。(中略) さらに、酸性物質の降下が主要原因と見られる森林消失の事例は一つもない¹²⁹⁷」と結論づけている。

NAPAP はまた、湖や建築物への酸性雨の影響を評価している。湖に関する限り、最も酸性に弱い地域でも、酸性化問題は湖の 4 パーセントと水路の 8 パーセントにしか影響を及ぼしていないという結論に至った¹²⁹⁸。西部の山岳地帯と南東の高地にもほとんど問題がない。ここで酸性化した湖沼は 1 パーセント以下でしかない¹²⁹⁹。とはいえ、こういう湖の 1 パーセントでは、実際に魚が失われ、その他水中の動植物も失われたことはまちがいない。

ヨーロッパの湖について言えば、ノルウェーなどのスカンジナビア諸国が一番打撃を受けている。ノルウェーの湖の 27 パーセントでは、硫黄の降下は危険水準を越えている。フィンランドでは 10 パーセント、スウェーデンとデンマークでは 9 パーセントだ¹³⁰⁰。でもここ 10 年間で、スカンジナビア半島の国々を含むヨーロッパの多くの国々の湖が、

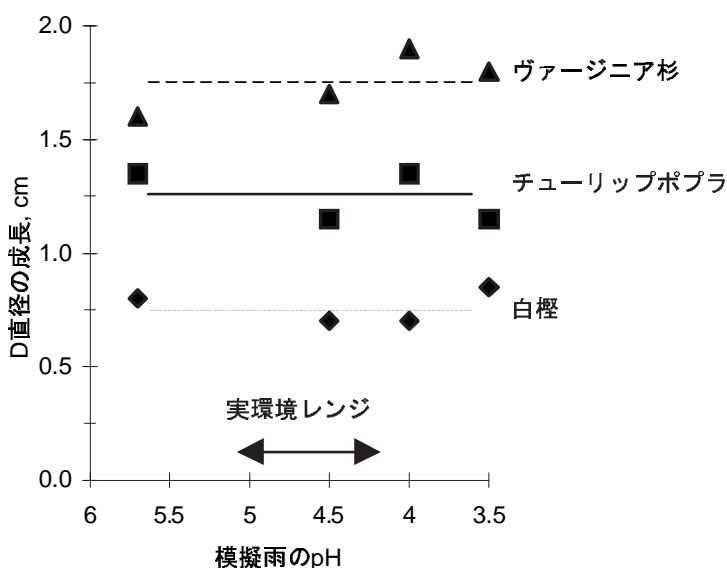


図 98: NAPAP の実験結果。各種の模擬酸性雨にさらした 2 才から 5 才の苗木の直径成長を示す (pH 値が低いほど酸性が強い雨)。出所: Kulp 1995:529.

前ほど酸性ではなくなっている (図 99)。これはもっぱら SO_2 排出量減少のおかげだ。

最後に NAPAP は酸性雨が建築物や遺跡に実際にどのくらい損害を与えるかを調べた。ふたを開けてみると、酸成分が 20 パーセント増えても、修復が必要な時期は 2-5 パーセントしか早くならない¹³⁰¹。酸成分が 50 パーセント減っても、修復時期は 10-15 パーセント遅らせられるだけだ¹³⁰²。つまり、酸度を 50 パーセント低下させたら、建物の壁面補修は 50 年ごとではなく、56 年ごとになるだけの話。

森林についてのヨーロッパの研究は、NAPAP と同様の結論を出した。だから 1996 年に発表された国連と EC の、森林状態に関する年次報告の結論は「(森林への)被害の原因として大気汚染が同定された例はごく少数しかない¹³⁰³」というものだった。同じように、1997 年に国連は世界の森についてのレビューをまとめ、こう記述している；「1980 年代の多くの人が予想した、大気汚染によるヨーロッパの森林の大幅な消滅は起こらなかった¹³⁰⁴」。

実のところ、森の消失はヨーロッパ全体の森林地域のほとんどにおいては、0.5 パーセント以上の面積に影響を及ぼさなかった¹³⁰⁵。またもう一つわかったこととして、ババリア地方やポーランド、チェコにおける大規模な地元森林の消失は酸性雨のせいじゃなくて、その地域の公害のせいだった。汚染源から出る煙が直接木々に被害を与えていたのだった¹³⁰⁶。国境を越える酸性雨と違って、こうした地域的な公害は地元の規制で対応

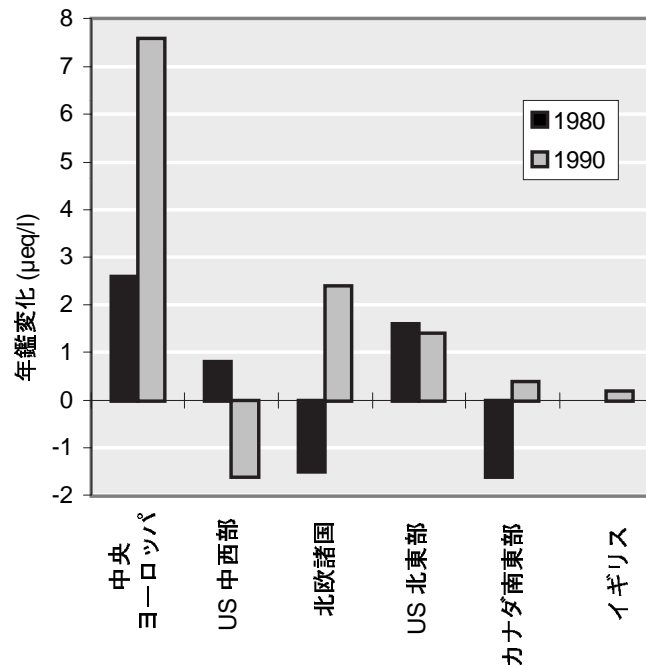


図 99: 1980 年代と 1990 年代の年間あたりの湖の酸度の変化。プラスは酸度が下がったことを示す。出所: NERI 1998a:52, EEA 1998:75.

できるし、また実際に対応されてきた。 SO_2 排出はドイツで 30 パーセント低下したし、ポーランドやチェコ共和国双方で 50 パーセント減少した。 SO_2 濃度は 1989 年以來 7 年間で 50 から 70 パーセント下がった¹³⁰⁷。

ヨーロッパの森林の成長を見ても、酸性雨理論が予測したようには減少していない¹³⁰⁸。それどころか「過去数十年で、森林はヨーロッパの大部分で大いに増加した」とオランダの研究は結論づけている¹³⁰⁹。すなわち 1950 年代以來、木々はますます早く育つようになっている。これは菜種とキャベツの関係のところでも触れたけれど、木々の必須栄養素の一部が窒素汚染からもたらされたからだ¹³¹⁰。

最近では、ヨーロッパの各種の木の健康について、大規模な事例報告が用意されている。主に実施されたのは、葉が大幅に散ってしまった木の割合と、変色した木の割合を計測することだった。1983 年の最初のレポートに比べて、この割合がすさまじく増えたので、当然の事ながらパニックが生じた。でも今日では、これは単に計算方法が変わったせいだということがわかっている¹³¹¹。

それでも、葉を大量に失った木の割合は今日では 25 パーセント以上なので、これを根拠に森林は相変わらず悪い状態だと多くの人は力説し続けている¹³¹²。よく持ち出される理論では、公害は（酸性雨理論によって提唱されたように）直接的に木々に被害を与える

んじゃなくて、木々の抵抗力を弱め、害虫の攻撃、霜、干ばつの影響を受けやすくするのだとか¹³¹³。こういう理論を実証するのは難しい。特にこの影響は間接的で、遅れて出てくるとよく主張されているからだ。とはいえそうだとすると、様々な地域の公害水準と森林消失を比べたとき、相関がほとんどあるいはまったくないというのは、驚くべきことのように思えるのだが¹³¹⁴。

だからこそヨーロッパ環境局もまた「酸の降下の入力と（中略）観察されている木の葉の減少との間には、単純な関係は（中略）見いだすことができない¹³¹⁵」と結論づけている。実はヨーロッパ環境局は、 SO_2 排出が減少しているのに葉の消失増加が観測され続けていることを指摘し、本当の原因は観測されている木立が高齢化してきているだけかもしれない、と述べている¹³¹⁶。

同じ方向性の研究として、ドイツの科学者が 30–60 年前に撮影された森林地帯の写真を分析して、ダメージの見られる木々の割合は今日と同じくらいだということを見つけた¹³¹⁷。実は木の葉の損傷は、不特定多数のよくある病気の結果でしかなくて、ぼくたちがそれを心配するようになったのは、それを実際に計測するようになったからにすぎない¹³¹⁸。

SO_2 を論じたセクションで述べたように、多分健康の観点から考えて SO_2 排出削減は理にかなっていただろう。この削減の副作用として、粒子状物質が減ったからだ。でも酸性雨は決して、1980 年代にぼくたちが聞かされていたようなひどくおっかない脅威ではなかった。予想された大規模な森林破壊は決して起こらなかった。

残念なことに、思いこみは多くの場所で生き延びている。よくある定番の懸念事項を延々と並べたものが 1999 年の *American Journal of Public Health* で発表されたが、その中で個人の健康問題が公的な環境問題になってきたことが実にあっさりと言われている。「コミュニティは川で有毒廃棄物処理場を、川にポリ塩化ビフェニール (PCB) を、そして森林を破壊する酸性雨を見いだしている¹³¹⁹」と言って。同じように、最近ではデンマークの日報新聞 *Politiken* は手短かに要点を書いた：「大気中の硫黄は酸性雨をもたらす。そして酸性雨は森林を殺す¹³²⁰」。

単純明快。が、証拠に基づいたものじゃないのだ。

第 17 章

屋内の空気汚染

空気汚染と言われてすぐに思い浮かぶのは、煙や自動車の排気ガス　つまり屋外の大気汚染だ。でもそういうのは危険だけれど、全地球レベルで見ると、実は屋内の汚染のほうがずっと大きな健康リスクをもたらしている¹³²¹。WHO の最新の推計によると、図 100 が示すように、屋内の空気汚染は屋外の大気汚染より 14 倍も多い死亡者を出している。さらに、発展途上国でも先進国の都市区でも、屋内の空気汚染による犠牲者の数の方がはるかに多い。総計で屋内の空気汚染は毎年 280 万人の人命を犠牲にすると見積もられている。

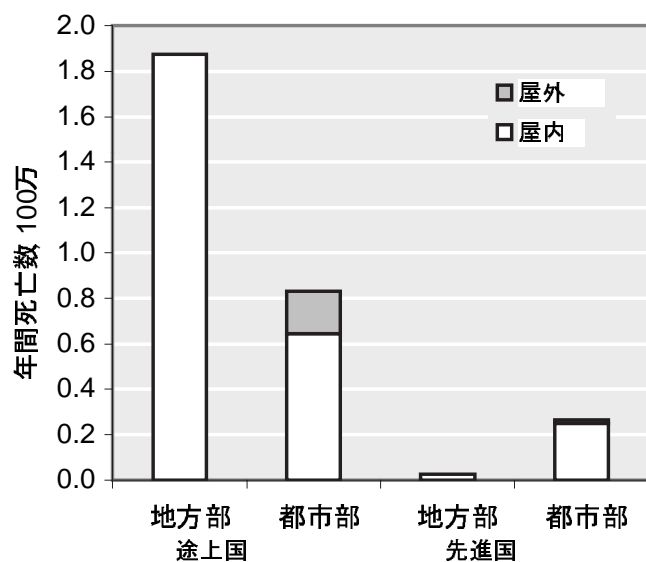


図 100: 室内の空気汚染と屋外の大気汚染による世界の年間死亡者数推計。出所: WHO 1997:17.

17.1 発展途上国の屋内の空気汚染

屋内の汚染は特に第三世界で問題となっている。ここで約 35 億の人々（世界人口の半分以上）が家庭での調理や暖房に、薪、炭、乾燥糞、農業廃棄物のような伝統的燃料に頼っている¹³²²。こういう燃料はどれも、ガスや灯油のような現代の燃料より圧倒的に大量のすす、微粒子、一酸化炭素や各種有害化学物質を出しやすい。

特に粒子や一酸化炭素が狭い家で大量放出されると、住人は汚染が最もひどい都市よりもはるかに高い汚染レベルにさらされてしまう。いくつかの WHO の研究によれば、発展途上国における一日の平均屋内空気汚染は、推奨最大閾値を 1,000 から 2,000 パーセント上回っているとのこと¹³²³。だから室内では、空気は平均して北京、ニューデリー、メキシコシティのような最も汚染された百万都市の外気に比べ、3–37 倍汚染されていることになる¹³²⁴。

調理のときにはもちろん必要以上の燃料が燃やされるから、すでに信じ難いほど高い汚染値がさらに 500 パーセント増大する（つまり WHO の推奨最大値を 5,000 から 10,000 パーセント上回る）¹³²⁵。特に料理をする女性たちとその子供たちが、この室内の空気汚染にさらされている。煙は呼吸器感染の深刻な原因だ。これは世界規模で年に 400 万人以上の子供や幼児たちを死亡させている¹³²⁶。高レベルの室内の大気汚染にさらされている子供たちは深刻な呼吸器感染に 2 倍から 6 倍かかりやすいという推計もある¹³²⁷。女性にとって、空気汚染は慢性の肺炎やガンのリスク、出産時に問題を生じるリスクがはるかに高くなるということだ¹³²⁸。メキシコの研究によれば、長年にわたり薪の煙を吸った女性たちは 75 倍も慢性の肺炎になりやすい。同様に中国の雲南省 Xuan Wei 郡の女性は伝統的燃料で調理する。アメリカの EPA はこの地域の非喫煙者女性の肺ガンリスクを調査して、はじき出された数字は中国全土の 10 万人につきたった 3.2 人に比べ、10 万人あたり 125.6 人だった。血液と室内の空気の分析により、屋内で燃やされる燃料が肺ガンの根本原因だ、ということがわかった¹³²⁹。

WHO は屋内空気汚染による年間死亡者を 280 万人と見積もっている。これは世界最高の死因の一つだ（あらゆる死亡者の 5.5 パーセントにあたる）¹³³⁰。これはものすごく大きい数字なので、屋内の空気汚染が世界で 4 番目に重大な環境問題の一つだ、という世界銀行の判断も裏付けられようというもの¹³³¹。

屋内の空気汚染問題の解決について最も大きな貢献が実現するのは、発展途上国がもっと豊かになって、安価な汚い燃料より高価できれいな燃料、つまり灯油やガスのような燃料に切り替えられるようになった時だ¹³³²。この理由からも、第三世界の一人当たりの国民所得の増加に注力するのはとても大事だ。

17.2 先進国における屋内の空気汚染

屋外の空気汚染の劇的でありがたい改善のパラドックスめいた結果の一つとして、室内の空気汚染による影響が屋外の大気汚染より今や相対的に大きくなった¹³³³。これはぼくたちが、はるかに長い時間を屋内で過ごしているのと、石油危機以来、家屋の断熱がしつかりして、家屋の密閉度が上がったせいでもある。同時に、屋内の空気汚染はかなりむずかしい問題でもある。というのも汚染水準をモニターし、規制削減するのがはるかに困難だから。ついでながら、緑色植物を家の中に置いても、計測可能な範囲では室内空気の改善にはまったく役に立たないことは書いておこう¹³³⁴。

アメリカ EPA によると、4 つの最も危険な物質は、主要な屋外の汚染物質ではなく、ラドンガス、たばこの煙、ホルムアルデヒド、石綿だ¹³³⁵。ラドンは目に見えない放射性ガスで、地面から立ち上って建物に入り込む。これはウラニウム 238 が原子崩壊してできる物質で、底土で自然に発生し、新鮮な空気中に放出されて広まって分解する分にはほとんど無害だ。でも家庭内では、ラドンガスとその崩壊生成物は貯まってかなりの水準になり、これを吸入すると肺ガンの原因になってしまう¹³³⁶。

ラドンは人類がふつう浴びている自然放射線の 55 パーセントほどを占めている¹³³⁷。その影響はまだまだ結論が出ていないけれど、家屋に入り込むラドンはアメリカでの年間 157,000 人の肺ガン死亡者のうち、15,000–22,000 人くらいを引き起こしているの見積もられている¹³³⁸。EU では、ラドンによる死亡者数は約 10,000 人、つまりすべてのガン死亡者数の 1 パーセントくらいと見積もられている¹³³⁹。

ラドン問題のほとんどは、ごく少数の家屋に集中している。アメリカでは、 $148\text{Bq}/\text{m}^3$ (立米あたりベクレル)¹³⁴⁰ という閾値を超えているのは全家屋の 6 パーセントほどだとされる。こういう家でラドン水準を下げれば、ラドンによる肺ガン罹患率は 1/3 減るだろう¹³⁴¹。この濃度を下げるには、カーペットの下に気密性の膜を張ったり、なんらかの喚気設備を入れることだ¹³⁴²。

タバコ喫煙は喫煙者にすごく高い死亡率をもたらすけれど、間接喫煙によって非喫煙者も影響を受ける。微粒子汚染 (PM_{10}) は、喫煙者のいない家庭より喫煙者がいる家庭の方が 2、3 倍も高い¹³⁴³。アメリカでは年間 3,000 人ほどの死者が間接喫煙によるものと推計され、年に 180,000–300,000 人の児童が間接喫煙で気管支炎になっている¹³⁴⁴。デンマークではあらゆる子供たちの 66 パーセントが家庭や保育所で間接喫煙にさらされている¹³⁴⁵。

家屋のホルムアルデヒドは、もっぱら合板製品の接着剤から発生する。例えば集成材、硬材パネル、羽目板、段ボールなどだ。これは吐き気や涙目の原因となる。大量に吸入す

ると呼吸困難になったり喘息発作を起こしたりすることもある。またホルムアルデヒドには、発ガン性があるんじゃないかとも言われる¹³⁴⁶。

石綿は微細な繊維でできた鉱物で、この繊維を吸い込むと肺ガンやアスベスト肺（繊維の損傷による細胞の傷）の原因になる。石綿は安くて耐火性がある優れた断熱材だから、配管や炉の材料、アスベスト板、生地の塗料、床タイルなど無数の製品に用いられていた¹³⁴⁷。かなり後になってから、石綿に接する労働者たちに高いリスクがあることがわかり、アメリカでは 1974 年にこの物質の屋内使用が禁止された¹³⁴⁸。

石綿は一般的に、封入された形で使われる。例えば天井のタイルなんかだ。こういう形での利用はおそらく危険はない¹³⁴⁹。石綿の除去が本当によいことなのか、そのままそっとしておくべきなのかは、いまだにはっきりしていない。石綿が低水準でどのくらいリスクがあるのか実ははっきりしないのと同じだ¹³⁵⁰。

概して言うと、先進国では屋内空気汚染と屋外大気汚染のどちらが重要かを判断するのは難しい。図 100 の WHO 推計を見ると、先進国ですら屋外大気汚染より屋内空気汚染による死亡者の数が、田舎でも都市部でもはるかに多いのははっきりしているように思える。でも WHO のモデル化は、主に屋内汚染のほうを集中して検討している。屋外大気汚染の推計は、前に論じた粒子状物質汚染の議論を考慮すると小さすぎる。もっと納得できる推計としては、両者は大体同じというものがある。アメリカでは屋内空気汚染は年間 85,000–150,000 人の死者を出していて、これに対して屋外大気汚染による死者は 65,000–200,000 人だ¹³⁵¹。

4 つの主要な屋内空気汚染物質について言うと、ラドンについてほとんど何も対策が講じられておらず、その影響は過去 20 年間にわたりたぶん悪化してきただろう。断熱性の向上した家屋はますます換気が悪くなってきているからだ。でも喫煙者の比率は急激に低下し、1965–1997 年にかけて 42 パーセントからたった 25 パーセントになった¹³⁵²。ホルムアルデヒドと石綿についていえば、こうした危険物質を含む製品は段階的に禁止されるか、ちゃんと規制を受けるようになってきた。これはおそらく長期的な安全性を高めてきただろう。

全体として見ると、先進国における屋内空気汚染による死亡者数は、第三世界でのものよりもずっと低いのはまちがいない。

第 18 章

アレルギーとぜん息

アレルギーは昔よりずっと増えていて、これはあれやこれやで環境がますます悪くなっているせいだとよく聞かされる¹³⁵³。でもアレルギーやぜん息と環境との関係について、どれ程わかっているのかな？ 研究にはかなりの力が注がれてきたけれど、全体として言えることは、アレルギーやぜん息の原因についていくつか重要な点がはっきりしていないし、それどころかアレルギーやぜん息が本当に増えているのかも実はよくわからないのだ。

アレルギーとは特定物質（アレルゲン）に過敏になることだ。他の人なら平気な濃度でも強い免疫反応が起こる¹³⁵⁴。アレルギーにはいろいろある。花粉症、ぜん息、食物アレルギー、じんましん、アナフィキラシーショック¹³⁵⁵、湿疹など。ヨーロッパでは約 10 パーセントから 30 パーセントの人々が何らかのアレルギーで、中でも圧倒的に多いのが花粉症とニッケルアレルギーだ¹³⁵⁶。アメリカでは 35 パーセントの人々がアレルギーだと自称している。が、公式の推計では約 18.5 パーセントだ¹³⁵⁷。アメリカでアレルギーは致死性病の原因として第 6 位だ¹³⁵⁸。

世界的には、ぜん息は一番深刻なアレルギーの一つだ。アメリカ人の 6 パーセント弱、あるいは 1,500 万人のアメリカ人がぜん息で¹³⁵⁹、30 パーセントあるいは 1,800 万人のイギリス人がぜん息症状を持っている¹³⁶⁰。ぜん息は気道を狭くする。慢性の気管支炎とちがって、この気道狭窄はたいてい一時的で、自然に止まるか治療をすれば止まる¹³⁶¹。

世界中のほぼあらゆる研究が、ぜん息発生率の増加を示している。これは図 101 を見てもわかる。増加率はイギリスで年約 5 パーセント、スウェーデン、スイス、ノルウェー、アメリカ、オーストラリア、ニュージーランド、台湾でも同じくらいの増加率が認められている¹³⁶²。でももちろん問題は、これが実際の増加のせいなのか、それとも単にこの病気についての人々や医学上の認識が高まっただけなのか、ということだ。こういう解釈は、別に見たほど驚くべきことじゃないのだ。一つには、ぜん息の診断はそんな白黒ははっきりしたものじゃない。例えば WHO、米国胸部医師協会、米国糖尿病学会、全米ぜん息教

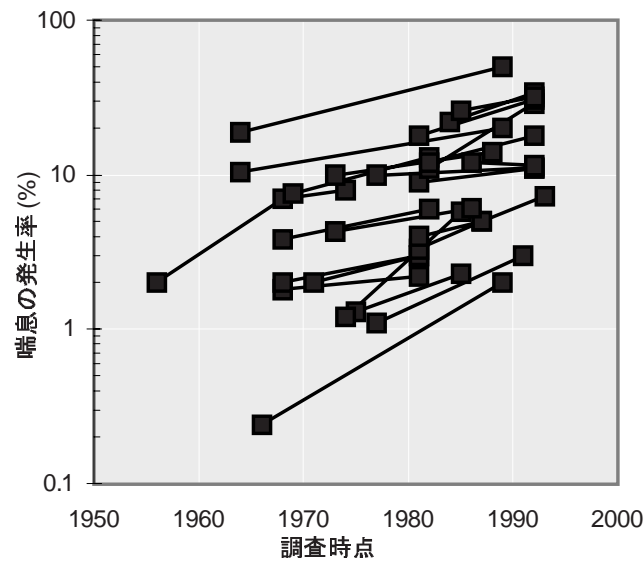


図 101: 1956-93 にかけての調査によるぜん息と喘鳴の発生率の推移。ここでのグラフは、*British Medical Journal* に発表された通り、対数目盛の縦軸を使っていることに注意。実数で描くと、増加はもっとすさまじいものに見えるだろう。出所: Jarvis and Burney 1998:607.

育プログラムの専門家パネル報告は、どれもぜん息の定義がちがっている¹³⁶³。だから発生率の測定は単に数を数えればすむ話じゃないわけだ¹³⁶⁴。

おまけに、ぼくたちの知識が疾患の分類に大幅に影響する。多くの人々が食べ物によるアレルギーについて知るようになり、今日ではおおむね人口の約 20 パーセントが、自分は食物アレルギーだと思っている。でも臨床調査によると、実際に食物アレルギーで苦しんでいるのは全成人のたった 1.4 パーセントだ¹³⁶⁵。同様に、ぜん息についての一般認識が高まっている。だから 20 年前の人といまの人のサンプル群に、あなたはぜん息ですかと尋ねたら、実際にはまったく同じ状態でも、いまのほうが「はい」と答える人の割合はずっと大きいだろう。

あいにく、長期的にぜん息を堅牢に測定するような研究はほとんどないので、まともな比較ができない。『イギリス医学ジャーナル』に掲載された最近のメタ研究（他の多くの調査を調査するもの）は、科学的な研究は大量にあるけれど「ぜん息や喘鳴の件数が増えたという証拠は弱い。用いられた測定手段が系統的な誤差を生じやすいものだからだ¹³⁶⁶」と結論づけている。それでもほとんどのお医者さんは、報告件数が大幅に増加しているので、これは実際の発生件数の増加 　ただし報告件数ほどではないけれど 　を反映していると考えている¹³⁶⁷。

一方で、ぜん息による死亡率はちょっと上がっている。これはぜん息の発生件数が増加

しているという客観的な証明だと解釈もできる¹³⁶⁸。でももちろん、他の説明もある。多くの国でぜん息による死が、一時的にもものすごく増えたのは、1960年代になってからのことだった。でも今日では、その増加はいわゆる非選択性ベータ拮抗剤の過度なあるいは間違った使用のせいだったと考えられている¹³⁶⁹。過去20年で死亡率が少し上昇したのは、もっぱらお粗末な治療のせいと考えられている。特に黒人や貧困層などハンデのあるグループに対する治療はお粗末だった¹³⁷⁰。イングランドとウェールズでの死亡率は1980年代後半と1990年代前半に低下し、1969年にモニタリングを開始して以来、今や最低となっている¹³⁷¹。

ぜん息が著しく増大しているかどうかはまだ明らかではないにしても、認知されたぜん息が大幅に増えているせいで、公共医療予算の負担がどんどん増えている。アメリカでは、ぜん息の総コストは約70億ドル、ヨーロッパでは直接費と間接費あわせて290億ドルと見積もられている¹³⁷²。今日の西側世界では、少なくとも子供の10パーセント、大人の5パーセントがぜん息に悩まされている¹³⁷³。

だから、ぜん息の原因を見つけることも重要だ。ぜん息はかなりの部分が遺伝だ。ほとんどの免疫系が「敏感」か「鈍感」かは、遺伝子がある程度決めるからだ¹³⁷⁴。双生児の研究により、ぜん息の発生のうち40パーセントから60パーセントが遺伝によることがわかった¹³⁷⁵。でも遺伝学は多分、各国間の大きな差は説明できないだろう（例えば図101参照）。ぜん息の症状は、ニュージーランド、オーストラリア、アメリカ、イギリスの方が、その他のヨーロッパ諸国より多く発生している。また子供のほうが発症しやすい

そして女の子より男の子の方が¹³⁷⁶。軽症の子供は大抵大人になると治るけれど、重症の子は一生苦しむ¹³⁷⁷。

ぜん息の遺伝以外の主因は環境だ。一般に、田舎より都会や町の方がぜん息は多いようだ¹³⁷⁸。もちろんこれは、経済状況や栄養状態、ストレスなんかの要因で起きているのかもしれない。でも都市部への移住者がたくさん調査されたけれど、移住者は田舎に残った人々に比べてぜん息になるリスクがずっと高いことがわかった¹³⁷⁹。

ここから、ぜん息の増加は大気汚染のせいだと思いたくもなろうというもの。ところが、これまで見てきたように、大気汚染は西側世界では、過去20から30年にわたって減少している。結局のところ、汚染はすでにぜん息に苦しんでいる人にとっては事態を悪化させることもあるけれど、それ自体がぜん息の原因にはならないのだ¹³⁸⁰。実際問題として、湾岸戦争の後で撤退するイラク軍が起こした油井火災のひどい煙さえ、クウェート人のぜん息比率には何も影響を与えていない¹³⁸¹。実は、屋外大気汚染の医療面への影響を調べるために設立されたイギリスの公式委員会は、いささかびっくりするような結論を出した：「ぜん息の発生について、現存する証拠はほとんどが、外気汚染が原因としての役

割を担っているという見解を支持するものではない。(中略)イギリスにおいてぜん息は過去 30 年間増え続けてきたが、それが大気汚染の変化の結果である可能性は低い¹³⁸²。

この結果は、ぜん息が一番よく見られるのは先進国だという事実によって裏付けられている。そこでは大気汚染は縮小している。それなのに、大気汚染が拡大している発展途上国ではあまり見られない¹³⁸³。唯一のはっきりした外気汚染による原因は、花粉やカビ孢子など、既知のアレルゲンである生物学的汚染物質だ。

ぜん息の原因はどうやらむしろ家庭にあるらしい。喫煙者の子供たちは、ぜん息になるリスクが 2 倍だし、タバコの煙は既存のぜん息症状をもっとひどくする¹³⁸⁴。アメリカでは、ぜん息症例のうち約 380,000 は両親の喫煙によるものだと推定されている¹³⁸⁵。ぜん息患者の相当部分が、デンマークなどの湿った北風の中で繁殖するダニに過敏だ¹³⁸⁶。そのような場所ではおおむねぜん息患者が多い。たくさんのダニが繁殖するようになるベッド用シーツをニューギニアのいくつかの部族が使い始めたら、ぜん息の発生率が劇的に上昇した¹³⁸⁷。これに加えてネコ、ゴキブリ、カビ孢子もアレルギー反応をかなり起こす。けれどあいにくぜん息件数の増加が、たとえばネコを飼う人が増えたせいじゃないかということを調べた人はまだだれもいない¹³⁸⁸。

一方、エネルギー危機以来、光熱費を減らすために家の断熱性がすさまじく高まったことはわかっている。今日、屋内の空気は 30 年前に比べ入れ替え率が平均で 10 分の 1 だ¹³⁸⁹。これは室内の湿度をものすごく上げて、イエダニや他のアレルゲンの濃度も大幅に上げた¹³⁹⁰。さらにふかふかした家具や全床面カーペットも増えたけれど、これはダニにとって絶好の繁殖地だ¹³⁹¹。

最後に、人が室内で過ごす時間がずっと増えた。ぼくたちは以前に比べてちっとも外出しない。スポーツをしたりアウトドア活動に参加したりもしない。かわりにテレビゲームをしたり、テレビやビデオを見たり、一部の研究者たちが言う室内娯楽文化というもので時間を費やしている¹³⁹²。推定によれば、ぼくたちは時間の約 90 パーセントを屋内で過ごす。65 パーセントは自宅で¹³⁹³。つまり、ますますアレルゲンの濃度が高まっている環境で、ますます多くの時間を過ごしているわけで、たぶんこれがぜん息件数の相当部分について主な説明かもしれない。

残念ながら、ぜん息についてはまだよくわからない要因がたくさんある。最近勢いを増している説明が、いわゆる「衛生仮説」だ¹³⁹⁴。要するにこれは、ぼくたちが抗生物質やワクチン注射によって伝染病を撲滅したおかげで、免疫系は何にもすることがなくなって、バクテリアやウイルスと戦う練習もできなくなったという話。通俗的に言うと、このせいで免疫系は、特に害のない微生物や物質に出くわしただけで半狂乱に陥るわけだ。多くの研究結果がこういう発想を裏付けているようだ。多くの感染症に苦しむ(つまり免疫

系に仕事をさせる) 子供は、明らかにぜん息になるリスクが小さい。大家族の一番下の子たちは、ぜん息になるリスクが兄さんや姉さんより低い。年上の兄弟から多くの感染症をうつされてきたからだ¹³⁹⁵。新しいイタリアの研究が衛生仮説をもっと直接的に裏付けている。この研究によると、細菌に多くさらされた男は呼吸器アレルギーになりにくい¹³⁹⁶。その他いくつかの研究も、はしか、寄生虫、結核をもらうとぜん息のリスクが減ると指摘している¹³⁹⁷。同様に、2歳までに経口抗生物質を内服した子供たちは、そうでない子供たちよりぜん息にかかりやすいと観察されている¹³⁹⁸。新しいドイツの研究は、幼い頃に何度もウィルス感染を経験した子供たちは、ぜん息にかかるリスクが低いことを示している¹³⁹⁹。

同時に食事の習慣(例えばファーストフードや塩分の高い食べ物)とぜん息との間にも関連が見られるものの、それが原因かどうかはまだ確認されていない¹⁴⁰⁰。未熟児は後にぜん息になりやすいという関連も見ついているから、未熟児の生存率の上昇だって、ぜん息発生率の増加を部分的には説明できるかもしれない¹⁴⁰¹。最後に、肥満はぜん息を起こしやすくするようだ。太った人はますます増えているから、これもぜん息の増加の説明の一つになるかもしれない¹⁴⁰²。

これだから多くの研究者はだんだん、ぜん息の発症はたぶんライフスタイルの総合的な変化から生じているんだろうということで見解の一致を見ようになっている¹⁴⁰³。でもここで指摘しておくべき大事な点は、ぜん息の増加は環境の悪化のせいだと考えるべき理由はまったくなくて、むしろぼくたちが家を密閉して、室内でやたら長く過ごし、家の中に(アレルゲンの発生しやすい)ふかふかした製品をたくさん置くようになったせいだと考えるべきだ、ということだ。

第 19 章

水質汚染

地球の 71 パーセントは海の塩水によって覆われている。湖沼は地表のほとんど 0.5 パーセントすらない。こうした湖の半分が淡水湖だ。川は淡水湖地域のさらに 0.2 パーセントにすぎない¹⁴⁰⁴。

どう考えても人類にとっては沿岸水域や川、湖のほうが海よりはるかにずっと大事だ。主にこっちのほうがずっとぼくたちの暮らしに近いからだ。でもこう考えると、海はぼくたちが扱うのに慣れている水に比べてどんなに巨大かがわかる¹⁴⁰⁵。

19.1 海の石油汚染

海洋汚染の話では、トール・ヘイエルダールに触れるのが通例だ。1947 年、かれはコンティキ号に乗って太平洋を横断した。何週間もの間、人や船、ゴミを見ることもなかった。一方、1970 年の 2 回目の探検で大西洋をラー II 世号でわたった時、かれは「魚よりはるかに多くの廃油ボールを目撃した」。ヘイエルダールは「私たち皆にとってはっきりしたのは、人類は最も重要な水源、惑星地球のなくてはならない浄水場である海洋を汚染しつつあるのだ、ということだった¹⁴⁰⁶」とまとめた。

でも海は実に信じられないほど広いので、ぼくたちのこれらへの影響は驚くほどセコい。海洋は 1,000,000,000,000,000,000 リットル以上の水から成る¹⁴⁰⁷。国連の海に関する総合評価の結論は「外海はまだ比較的きれいだ。低レベルの鉛、合成有機化合物、そして人工放射性核物質は、広く分布はしているものの、生物学的には重大なものではない。石油流出やゴミは海上輸送路にはよく見られるが、現在では外海水域に生息している生物界にあまり影響を及ぼしていない¹⁴⁰⁸」。実は、ヘイエルダールが非常に懸念していた廃油ボールは今じゃずっと減少しているのだ。1985 年に海洋の石油汚染源のほぼ 60 パーセントは、定期タンカーの輸送作業によるものだった。ちなみに 20 パーセントはぼくたちがテレビで見かける、よくある海上への石油流出が原因となっている。約 15

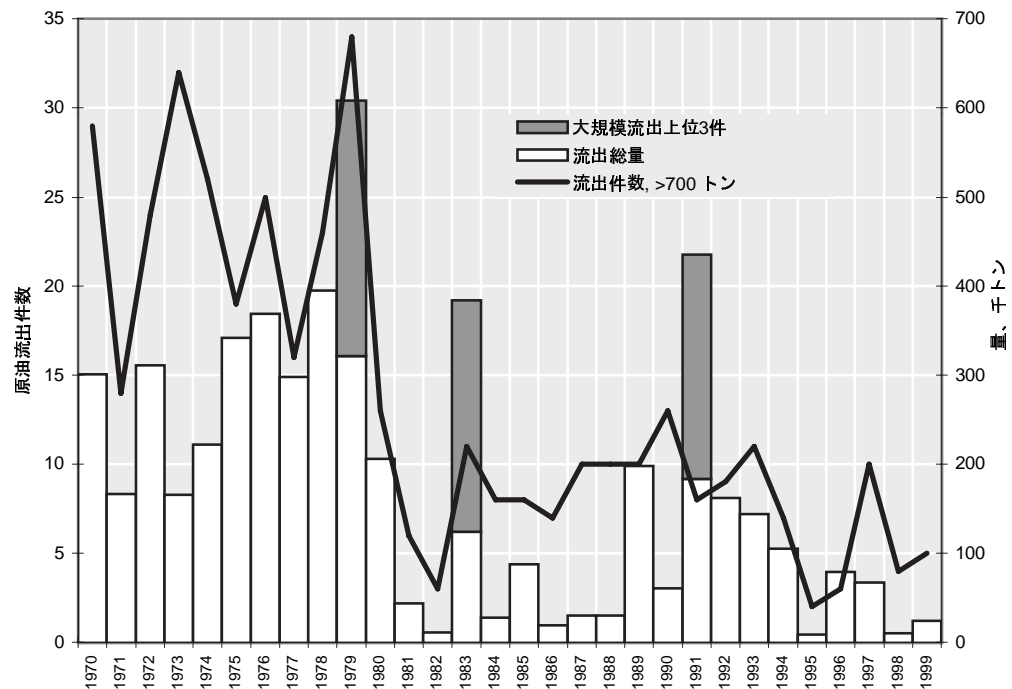


図 102: 世界の大きな石油漏出の件数 (黒線、700 トン以上の漏出) と石油漏出の総量 (棒グラフ)、1970-99。最大の漏出 3 つが明記されている (1979 年のアトランティック・エンプレス号、1983 年のキャストリーヨ・デ・ベルバー号、1991 年の ABT サマー号)。ちなみに 1989 年のエクソンバルディーズ号の石油流出は、規模としては史上 20 番目でしかなく、Atlantic Empress のたった 8 分の 1 だ (本文も参照)。出所: ITOPI 2000。

パーセントは海底の石油の自然漏出や堆積物の侵食だ¹⁴⁰⁹。

定期船による石油汚染は、タンカーがタンクが空荷で航行するときに、バラストがわりにタンクに海水を入れて使うせいだ。おかげで油の残留物がバラストがわりの水と混ざり、石油積み込み地に着いたらこれが港に流し出されてしまう。いくつかの国際協定が定期タンカーによる石油汚染を規制し、かなり減らした。法律によって、バラストの水処理に新技術を義務づけたのだ。例えば、水と油が分離することを利用したり (到着したときには、底の水の層だけを排出するようにする)、タンク内に最後に残った石油を除去したり (水の代わりに油でタンクを清掃させる)、港の廃棄処理施設の改良、そして最後には、水用のバラストタンクを別に用意することを義務づけることで¹⁴¹⁰。

自然の石油は油脈上の海底のひびから漏れ出している。驚くかもしれないけれど、人類による石油開発のおかげでこういう油のくぼみにかかっている圧力は緩和され、たぶん自然の石油漏出は減ったはずだ¹⁴¹¹。でも、これらの石油汚染の原因 2 つは、どちらも長期的にきちんと記録されていない。

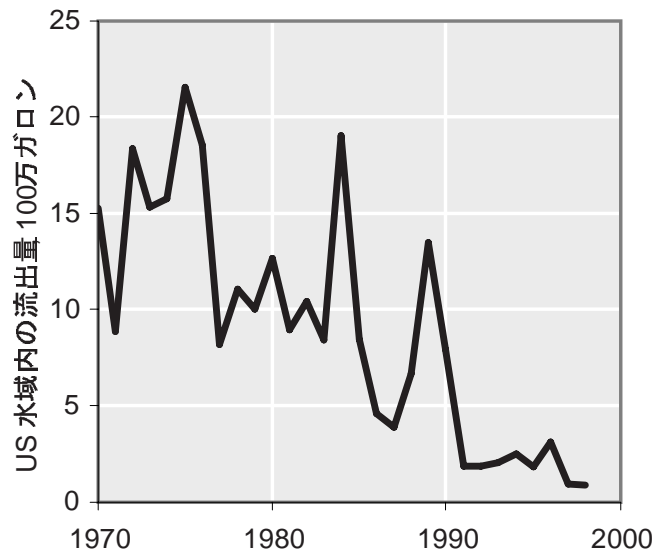


図 103: アメリカ水域で流出した石油量、1970–98。出所: CEQ 1993:421, USCG 1999¹⁴¹⁶。

でも国際統計のおかげでぼくたちがよく知っているのは、事故による石油流出が時間とともにどう変化してきたかだ。図 102は主なタンカー事故数と石油流出量を示している。80パーセントを大幅に上回る石油流出が重大事故によるものだ¹⁴¹²。かなりはっきりしているのは、事故による重油流出件数は、時間とともに減ってきていることだ。1980年以前には、年平均24件の重大事故があったのが、1980年代には年平均9件ほどになり、1990年代にはたった8件だ。同じように、石油流出量は1970年代には年平均318,000トンほどだったのが1990年代には110,000トンへと低下した¹⁴¹³。アメリカだけで見ても、図103で明白なように、石油流出量は同じく減っている。ここでは1970年代には年平均石油流出量は1,430万ガロンだったのが、1990年代にはたった260万ガロンにまで下がった¹⁴¹⁴。

とはいえ、ほとんどのタンカー事故は陸近くで発生し、大規模流出は現地の動植物に影響を及ぼす。よくあるテレビニュースのシナリオはもうお馴染みだろう。7時のニュースで、目の前で息絶える油まみれの鳥、黒い重油におおわれたアザラシ、環境破壊を防ぐためのなりふりかまわぬ重油回収作業、その後の巨額の請求書¹⁴¹⁵。でも一部の報告は、こういう努力がそのための高額な出費に見合うかどうか、疑問を持ち始めている。

アメリカ連邦議会のために行われた報告は、2つの石油掘削装置の事故と、タンカー事故4件について調査した。これによると、確かに海洋生物は当初は大打撃を受けたが「ほとんどのケースでは、個体数の回復は迅速だった¹⁴¹⁷」。生態系への影響と経済的被害は「比較的軽く、判断のつく限りではかなり短期間にとどまった¹⁴¹⁸」。

報告書が指摘したように、油は自然物質で、少し時間が経てばほとんどの石油は蒸発するか、生物学的・化学的に分解するか、あるいは比較的無害なタールの塊を形成する¹⁴¹⁹。これは 1993 年にイギリスで起きた、ブラーエル号による石油流出の追跡調査でも確認されている。ここでは公式の測定プログラムによると「1994 年になる頃には、(汚染)レベルは汚染現場から離れた場所で見られるのと同水準にまで低下した¹⁴²⁰」。連邦議会の調査報告の刊行と同時に、権威ある雑誌『サイエンス』は科学者数名に意見を求めた。この問題が大いに議論的となっている話なので、彼らは自分の名前を公表しはがらなかったけれど、この報告の主要な結論にはみんな同意した。石油流出の話では相当な過剰反応が見られ、油の回収に費やすお金は他の場所でもっと有効に使える、というのがその結論だ¹⁴²¹。

石油汚染で一番ひどい打撃を受けた場所の 2 つでも、同じ様な構図が見られる。湾岸戦争後のペルシャ湾とエクソン・バルディーズ号座礁事故後のプリンス・ウィリアム湾だ。

19.2 ペルシャ湾の石油

1991 年の湾岸戦争の撤退のとき、サダム・フセインはクウェートの精油所に、ペルシャ湾に 600 万から 800 万トンの石油を放出しろと命令した。これは世界最大規模の海洋石油汚染事例だ¹⁴²²。1992 年の湾岸レポートで、グリーンピースはこれを「前代未聞の大惨事」と呼んだ。「サウジアラビアと南クウェートの沿岸浅瀬地域にすさまじい被害が生じている。(中略) こういう地域の動植物は、浅いペルシャ湾の生態系の存続に不可欠だ。こうした根元的なレベルでの環境的障害は、生態系全体に影響を及ぼす。それはしばらく経ってからやっと表面化するようなものであり、直近の現場より少し離れたところで起きる可能性もある¹⁴²³」。この「環境に対して下された破壊的な一撃は、今後長期にわたり人間生活への影響を増す」ものであり、それでもこうした出来事はきたるべき「長期的問題¹⁴²⁴」の前触れにすぎない、とのこと。

他の初期の報告は、同じように大規模な海洋の絶滅を唱え、ペルシャ湾の将来的な回復について悲観的な予測を出した¹⁴²⁵。バーレーンの厚生大臣は、石油帯が「現代最大の環境危機」であり「この地域の野生生命の終わりかもしれない¹⁴²⁶」と主張した。結果として、70 人の海洋科学者たちによるタスクフォースが、EU とサウジアラビアの環境委員会と一緒に、被害を図示して状況を評価する広範囲な調査を実施した¹⁴²⁷。

1994 年に中間報告が出た。結論は基本的に明るかった。海洋の動物たちは「最も楽観的な専門家が予想したよりはるかに健康だった¹⁴²⁸」。それでも沿岸地域はもっと手痛い打撃を受けていたが、それも今や「ほとんど回復した¹⁴²⁹」。沿岸の潮汐地帯上部はきわめて大きな打撃を受けていて、他の同様の地域に比べるといまだに動物生命はずっと少な

かった。それでも一般に「回復に向けての動きが見られ、種の多様性と個体密度は増大しつつある¹⁴³⁰」。

IAEA（国際原子力機関）の海洋生物学研究所も、1992年に同じ結論に至った。かれらはベルシャ湾で石油の跡を調べて、たった4ヶ月で「流出した石油はかなりの部分が分解された」と結論づけた。ついでにかれらが水質を分析したところ、アメリカやイギリスなど他の沿岸部に比べても石油残留物が特に多いわけでもなく、バルト海に比べれば石油残留物はかえって少なかったということがわかった¹⁴³¹。こういう発見は後の研究でも確認されている¹⁴³²。

1995年に終了した最新のレビューもまた、着実な生物学的回復を示している。深い沿岸の生物相は15から80パーセントの多様性の低下に苦しんでいたし、浅い沿岸の生物相は1991年の終わりまでにほとんど100パーセントの多様性低下となっていた。それが深い沿岸は100パーセントに戻り、浅い沿岸は71から100パーセント元通りになった。沿岸の最上部は、1995年の同様の非汚染沿岸部に比べて83から100パーセントの水準にまで回復していた¹⁴³³。

ベルシャ湾の石油汚染は世界でかつてなかった最も広範なものだったし、たくさんの動物の生命が犠牲になった。でもこれは人々が怯え、予測したような長期にわたる生態系の大惨事にはならなかったのだ。

19.3 エクソン・バルディーズ：相変わらず大惨事なのか？

1989年3月24日0時4分、オイルタンカー、エクソン・バルディーズ号がアラスカのプリンスウィリアム湾に座礁した。タンカーは100万バレル以上の石油を積んでいた。この船は総計266,000バレルの石油を流出し、史上20番目にひどい事故となった。ベルシャ湾の事件に比べて25分の1の事故だ¹⁴³⁴。この事故は、環境への配慮を欠いた強欲な大企業が起こすエコロジー上の大災厄のシンボルとなった。アメリカの若者に対する世論調査によると、エクソン・バルディーズ号は「彼らの最大の懸念事項 惑星の居住可能性を象徴している¹⁴³⁵」。10年たった今も、多くのアメリカ人はエクソン・バルディーズ号の名前を覚えているし、66パーセントが海岸や海水がまだ相当汚染されていると信じている¹⁴³⁶。

エクソンは事故とのつながりで35億ドルほど支払った。重油回収作業のために21億ドル、復旧のために約10億ドル、地域の漁師たちに2億5000万ドルほど。ちなみに集団代表訴訟は懲罰的損害賠償金として50億ドルを支払ったが、上訴となり未だに審議が続いている¹⁴³⁷。

多額の金がからんでいるので、エクソンも政府当局も独自に科学的調査を行っている

¹⁴³⁸。いわゆる公僕信託協議会は、復旧作業のために 9 億ドルを管理している ¹⁴³⁹。かれらは 2006 年までに石油による損害をもっと見つけたら、追加で 1 億ドルもらえる。だからかれらのレポートがすごく楽観的なものになることはたぶんあり得そうにない ¹⁴⁴⁰。信託評議会の 2000 年の年次報告は、損害と将来の見通しについて検討していた。

エクソン・バルディーズ号の石油流出は、海岸線 300 キロほどを重度に汚染し、さらに全海岸線 14,400 キロのうち 1,800 キロほどを軽度に汚染した ¹⁴⁴¹。石油流出は 300 頭のゴマフアザラシ、2,800 匹のラッコ、250,000 羽の海鳥、250 羽の白頭ワシや、おそらく 22 頭のシャチを殺したと推計されている ¹⁴⁴²。これは勿論ひどい損害だ。が、これも全体像の中で考える必要がある。エクソン・バルディーズ号の惨事による総計 250,000 匹の鳥の死は、アメリカでたった一日のうちに窓ガラスにぶつかって死ぬ鳥の数より少ない。あるいはイギリスで飼い猫に殺される鳥二日分より少ない ¹⁴⁴³。

この報告はまた、個々の種の状態についても調べていて、生態の崩壊とはほど遠い状態だということがはっきりしている。カワウソは基本的に回復した ¹⁴⁴⁴。ラッコについては「回復が進んでいるのは明白だ ¹⁴⁴⁵」。アザラシの 13 パーセントほどは石油流出で死んだし、その個体数の減少は 1973 年 エクソン・バルディーズ号座礁事故のずっと前から始まっていて、いまでも続いている ¹⁴⁴⁶。白頭ワシは「回復した」。36 頭から成るシャチの群は、石油流出事故の後 2 年間で 13 頭が死んでしまい、1989 年以来、アラスカ湾に生息するシャチの個体数は増えているけれど、協議会はシャチは「回復していない」と分類している。この群れは 1996 年以来 2 頭増えただけで、「自然の再生産でこの損害分を埋め合わせるには何年もかかると考えられる ¹⁴⁴⁷」からだ。

太平洋のニシンの数は 1992 年まで増える一方だったが、その後暴落した。おかげで、個体数の激減は石油流出のせいだという強い非難が起きた ¹⁴⁴⁸。でも今日では、この激減がウィルスと細菌感染によって生じたことがわかっている。とはいえウィルスと細菌感染が起きたのは、魚がストレスのせいで弱っていたせいかもしれない ¹⁴⁴⁹。

他の生物種もいくつか検討され、好調なものもあれば、不調なものもあるけれど、全般的な印象としては、大した損害は出ていないというものだ。報告ははっきりした結論を出すのを控えている。でも、『サイエンティフィック・アメリカン』は信託評議会の科学者数人に、復旧作業についてインタビューをした。アラスカ環境庁のアーニー・パイパーはこう述べた：「生態系は多くの意味で、われわれとしては信じがたいほどはるかに回復力に富んでいるように思えます。そうは言っても石油流出や重油の除去作業による消し去れない影響は存在します」。信託基金のベテラン科学者ロバート・スピーズは「状況は回復していると思います。どのリソースを見るかによってまだ変動はありますが ¹⁴⁵⁰」。

アメリカ海洋大気庁（NOAA）は油の回収努力に深く関与していて、プリンスウィリアム湾は実際に回復したのかどうかを自問自答しながら10年間の総括を行った。「その答えは文句なしの『イエスとノー』である。一方では（中略）現場や研究室や、その他統計理論の前線での作業によれば、イエス、確かにわれわれの調査している多くの潮間帯生物コミュニティは、各種の基準から見て回復したと言える。だからといって、アメリカ史上最悪の石油流出の痕跡が全てなくなって湾は回復したということか？ ノー、必ずしもそうとは言えない」。それでもかれらは「プリンスウィリアム湾が、流出とその後の大騒ぎからこんなにも回復したことに感激して」おり、「私たちはプリンスウィリアム湾が立派に回復途上にあると考える が、まだ完全には回復していない¹⁴⁵¹」と結論づけている。

他の科学者たちは、こんなにあれこれ言い逃れをしまわったりはしない。コロラド州立大学のジョン・ウィーンズは、「石油流出によって海鳥個体数は壊滅したりしなかったのが明らかだ」と述べ、「石油流出は海鳥に対し、永続的または壊滅的な長期的影響をほとんど及ぼさなかったようだ¹⁴⁵²」と述べる。エドワード・ジルフィランはエクソン社のために大規模な科学調査を実施した。彼が言うには、「早くも1990年には地域の73から90パーセントが元に戻った¹⁴⁵³」。

信託評議会からの一番はっきりした声明は、1999年に事務局長モリー・マクキャノンが「生態系は着実に回復に向かっているが、個々の個体数への長期的な影響は、完全に癒えるまでには何十年もかかるかもしれない¹⁴⁵⁴」と述べたものだろう。

たぶんもっと驚くのは、NOAAの公的調査によって、もとの重油回収作業がひよっとするとかえって害になったようだと示されたことだ。もとの石油の約20パーセントが蒸発し、50パーセントが分解し、12パーセントが固まりになって海底に沈み、3パーセントほどがまだ無害な固まりとして海岸に残っているという推計が出されている¹⁴⁵⁵。さらに8パーセントが水面から除去され、6パーセントが海岸から除去された。しかしながら、湾岸を高圧力の水噴射で洗ったために、多くの海洋生命を奪うこととなった。実験のために浜辺の一部では除去作業が行われず、そうした箇所海岸の生物はたった18ヶ月後に戻ってきたけれど、除去作業をした海岸では3年から4年は戻ってこなかった¹⁴⁵⁶。石油の専門家は除去作業が始まった最初の数ヶ月間に、幾度となくそうなるよと述べてきた が、無駄だった。状況についての一般の見解と一致しなかったからだ。つまり、除去作業は何がなんでも動物たちにとってよいにちがいない、という見解だ¹⁴⁵⁷。『サイエンティフィック・アメリカン』に書かれたように「大衆は動物たちを救いたいと願っている カワウソ一匹あたり80,000ドル、ワシー羽につき10,000ドルかけて 救出によるストレスが、当の動物を殺してしまっても¹⁴⁵⁸」。

結論として、アラスカのその時点での生物学的な損失は大きかったとはいえ、それはア

アメリカで一日に起こる窓ガラスへの鳥の衝突死、あるいはイギリスでの飼い猫による鳥の死亡 2 日分と同じくらいだった。別の示唆に富む比較として、汚染全体はアメリカで毎年モーターボートによって生じる汚染の 2 パーセントより少なかった¹⁴⁵⁹。最後に、関係者一同は皆、湾はほとんど完全に回復したか、あるいは数十年以内に元通りになるだろう、ってことで意見が一致している。

除去作業の金額は総額 20 億ドル以上で、これはおそらく自然環境を修復するよりむしろ、もっと害を与えたに違いない。事故後の数年で、ほとんどの地域には生き物がたくさん戻っていた。ジェシー・ウォーカーが『リーズン』誌で説明したように「湾が回復したとすれば、それはほとんどすべてが自然の過程のおかげだ。人間による重油回収作業は金くい虫以外の何ものでもなかった¹⁴⁶⁰」。

これはもちろん、石油流出がきわめて不幸な事故じゃないってことではない。しかしながら、これは連邦議会ですら提起してた疑問を強調するものではある。つまり、あの 21 億ドルにはもっといい使い道があったんじゃないかってことだ。

19.4 沿岸の海水汚染

人間について言えば、海水について最も大事な水質指標は健康リスクの大きさだ。バクテリア、ウィルス、原生動物、菌、寄生虫による汚染水は、耳や肌に触れると感染を起こすし、汚染された海水を飲み込むと呼吸器疾患が生じることもある¹⁴⁶¹。こういった病原体は一般に温血動物の腸内にいて糞便に混じって排出される。

存在しそうな無数の病原体について全部存在を分析するのは、しばしばものすごく難しい。だから多くの規制は汚染水の指標として、容易に分析できる糞便の細菌（腸内細菌、腸球菌そして大腸菌）の濃度を使う。かつて汚染水は下水垂れ流しからくるものが一番多かった。だが今日ではしっかりと整備された下水処理のおかげで、汚染はほとんど下水の氾濫や嵐時の汚れた雨水の流出のせいだけになった¹⁴⁶³。

概して、海水の状態は迅速な改善を見せている（図 104）。1987 年、イギリスでは 30 パーセントの浜辺が汚染されていた。ところが 2000 年には、その割合はたった 5 パーセントに落ちた。デンマークでは海岸の 14 パーセントは 1980 年の健康基準に違反していた。だが、1999 年その割合は 1.3 パーセントに低下した。EU では平均割合の下落はもっと早い。1992 年、ヨーロッパの浜辺の 21 パーセントが汚染されていたけれど、1999 年には汚染されたのはたった 5 パーセントだ。人類にとってこれは、今やイギリス、デンマーク、EC のその他諸国の海岸で泳ぐのは安全だと言うことを意味している。

浜辺の汚染について、アメリカでは残念ながら同じような数字がない。測定基準が地域ごとに設定されているからだ¹⁴⁶⁴。1988 年以来、全米資源保全評議会（Natuinal

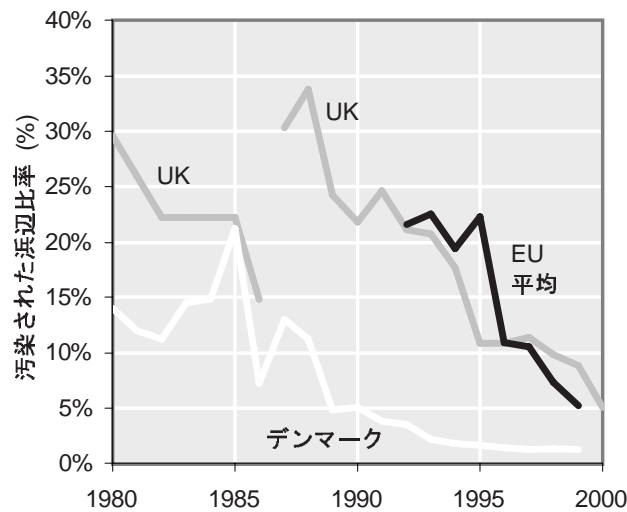


図 104: イギリス (1980–2000)、デンマーク (1980–1999)、EU 平均 (1992–1999) の地域規制、あるいは EU の規制に違反しているビーチの割合。イギリスは 1986 年 (27 ヶ所) から 1987 年 (360 から 463 ヶ所) に調査対象ビーチ数を大幅に増やし、実質的に指標自体が別物になってしまった。デンマークの指標は糞便の細菌だけを基にしている (だから他より低い)。一方イギリスや EU 平均は EU の海水浴水質基準 (エンテロ・ウイルスやサルモネラ感染源を測定、EU 1975) に基づいている。出所: UK EA 2000, EU 2000b, DK EPA 1994:66, 1996b:67, 1997b:67, 1999, 2000.¹⁴⁶²

Resources Defense Council) は、ますます多くの州に対してビーチ閉鎖数を問い合わせるようになった。閉鎖数は 1988 年に 484 だったのが、1998 年には 7,236 へと増えた¹⁴⁶⁵。これは多くの機関、例えば環境品質評議会 (Council of Environmental Quality) などによって、汚染された浜辺がどんどん増えている証拠だと受け取られた¹⁴⁶⁶。しかしながら、データはそういう結論を裏付けるものじゃない。というのも全米資源保全評議会は、データを問い合わせる州の数を増やしているからだ。1988 年には 7 つの州だったのが、1998 年には 23 の州に問い合わせている。さらにモニタリングと海水浴場閉鎖は地域ごとに判断されるし、時間的に見ても実施方法に一貫性はない¹⁴⁶⁷。全米資源保全評議会は注意書きでこの点を警告している。「この閉鎖データをもとに、州同士の直接比較を行ったり、時系列でのトレンドを見たりすることは不可能である¹⁴⁶⁸」。

他方で、海は食べ物、主に魚介類の源でもある。すでに漁業の問題については論じたけれど、海産物の質だって極めて重要だ。図 105 は DDT、ポリ塩化ビフェニル (PCB)、ディルドリン、カドミウムのような有毒物質の濃度が沿海ですさまじく急落したことを示している。1973 年以来デンマークでは、海水魚中の DDT と PCB は 90 パーセント以上

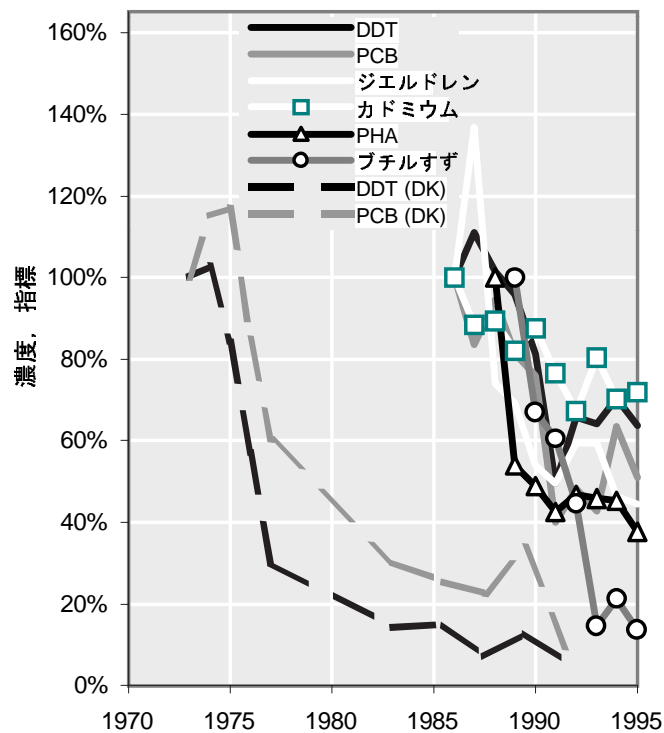


図 105: 魚貝類内の沿岸汚染物質濃度、デンマークの指標 (1973–1992) とアメリカ (1986–95)。デンマークのデータはタラの肝臓中の DDT や PCB の平均濃度を示す。(1973 年 = 100 パーセント)。アメリカのデータはムール貝の中の DDT、PCB、ディルドリン、PAH (1986 年 = 100 パーセント)、ブチルすず (1988 = 100 パーセント)、カドミウム (1989 年 = 100 パーセント) の平均濃度を示す。出所: DK VFA 1994:78, NOAA 1998.

減少している。残念なことに、イギリスはまだ長期の汚染傾向を測定する計画を開始したばかりで、結果は 2002 年までは出ないとされる¹⁴⁶⁹。イギリスにおけるタラの肝臓中の DDT と PCB の短期分析は、デンマークのものと同じ減少傾向を見せている¹⁴⁷⁰。

アメリカはムール貝観察プロジェクトを通じて海洋環境の質を評価しようとしている¹⁴⁷¹。軟体動物中の汚染物質の計測はなかなか賢明だ。これらはじっとして容易に採取できるし、汚染物質濃度は周囲の濃度に比例しているからだ¹⁴⁷²。残念なことに、このプログラムは 1986 年からやっと稼働し始めた。それでも過去 9 年間にわたり大幅な減少が見られる。カドミウムについて 28 パーセント、DDT が 36 パーセント、ポリ塩化ビフェニル (PCB) について 48 パーセント、ディルドリンが 56 パーセント、多環芳香族炭化水素 (PAH) 62 パーセント、ブチルすず 86 パーセントの減少だ。アメリカの最新の *State of the Coastal Environment* は、多くの汚染物質濃度は低下していて、増加し続けているものは一つもない、と結論している¹⁴⁷³。

19.5 沿岸水の窒素

もちろん、沿岸水域は多くの動植物の住処でもある。こういう生物の福祉はそれ自体で検討する価値があるかもしれない。ここではタンパク質供給源としての海洋生命体や、人間の娯楽用の水という観点で見ているのではない。当の動植物の福祉について、その動植物自身にとっての価値、あるいはその直接的な奢侈的価値　つまりそいつらが「単にそこにいること」の影響　をわれわれが享受するという観点から意図的に検討してみようというわけだ。

一番目立った問題は、世界のあちこで起こっている酸素欠乏　いわゆる低酸素状態　と藻の繁殖（赤潮）だ。これらはニューヨーク州のロングアイランド湾から、カリフォルニアのサンフランシスコ湾、ルイジアナ沖のメキシコ湾からバルト海、黒海、オーストラリアのクイーンズランド沖まで各地で起こっている¹⁴⁷⁴。どうやら過剰な栄養素が農地から流れ出て河口、湾に流出し、藻類を繁殖させ、そしてこれらが腐るとき、低酸素状態を発生させるようだ。生物学者が言う富栄養化という状態だ¹⁴⁷⁵。こういった状況は、世界の沿岸部について国連の大きな懸念事項として採りあげられた¹⁴⁷⁶：

栄養素　主に硫黄化合物だが、ときにはリン化合物も　の流入が上昇しており、富栄養化の生じている地域も拡大している。これに伴い、高頻度で異常な規模のプランクトン繁殖と過剰な海草の成長が見られる。沿岸水域への主要な栄養源 2 種類は、排出下水と肥料を使った農地や集約家畜飼育からの農業廃水である¹⁴⁷⁷。

問題は「指数関数的に¹⁴⁷⁸」拡大しているとよく言われ、国連の *Global Environment Outlook 2000* では　ちょっと信じがたいことだけれど　これが地球温暖化に匹敵する問題だとうたわれている¹⁴⁷⁹。だから、窒素の問題はあるにしても、まずその規模と重大さの感触をつかむことが大事だ。このためにはちょっと寄り道をして、地球の窒素サイクルやブルー・ベビー（青色児）、そしていくつか他の窒素の影響についての説明が必要になる。

窒素は生命にとって不可欠なほど重要だ。タンパク質の 16 パーセントは窒素だし、DNA、酵素、そして植物の葉緑素にとっても欠かせない要素だ¹⁴⁸⁰。窒素は空気中には豊富にあって、空気の 78 パーセントは N_2 だけれど、こういう大気中にある形だと植物には利用不可能だ。だから植物は、化学的に利用できる形で窒素を固定できるバクテリアにほぼ完全に依存している¹⁴⁸¹。窒素の固定は結構時間がかかるし、収穫ごとに失われた窒素分を補給しなきゃいけないから、窒素は実質的に収穫高の上限を決め、つまりは食糧生産に上限を設けていることになる¹⁴⁸²。

1800 年代、チリの硝石やペルーのグアノを輸入することで、ヨーロッパではこういう生産の上限はちょっと上昇した。でも窒素肥料を使って収量を劇的に上げられるようになったのは、1908 年にドイツのフリッツ・ハーバーがアンモニアを合成し、1914 年にカール・ボルチが工業生産プロセスを完成してからのことだった¹⁴⁸³。技術革新のおかげで生産に必要な電力が 90 パーセント削減され¹⁴⁸⁴、安い肥料が緑の革命への道を切り開いた。その結果として、図 106 であきらかなように、1960 年から 1998 年にかけて肥料使用は 7 倍にも増加した。

とはいえ大事な点として、肥料使用は恐れられていたのとはちがい、指数関数的に増大を続けたわけじゃないことにご注目。アメリカと西欧の増加率を見ると、肥料消費の総量は頭打ちになった。これは成熟した技術ではよく見られることだ¹⁴⁸⁵。そして養わなければいけない人口が相変わらず増加している発展途上国でも、上昇率はいまだにプラスではあるけれど、でも鈍ってきていて、年 15 パーセント成長からたった 5 パーセントの成長に下がっている。

肥料以外にも、バイオマス生産（大豆、豆、アルファルファなど、従来の植生よりもはるかに多くの窒素を大気中から固定する豆科の作物が蒔かれてた畑）も増えているし、化石燃料の使用も窒素サイクルをさらに拡大させている。肥料は追加の窒素放出の大部分（約 57 パーセント）を占め、次がバイオマスの増加分で 29 パーセント、残りが化石燃料による 14 パーセントだ¹⁴⁸⁶。全体として、この窒素放出は自然の窒素固定とほぼ同じ規模なので、地球の利用可能な窒素は実質的に倍増したわけだ¹⁴⁸⁷。

合成肥料のおかげで食糧生産を大幅に増すことができるようになった。このためスウェーデン王立科学院は、1918 年にフリッツ・ハーバーにノーベル化学賞を授与した。ハーバーが「農業の水準と人類の福祉を改善するためのきわめて重要な手段」を創造したことというのがその理由だ¹⁴⁸⁹。

今日、作物の窒素の 40 パーセントが合成肥料からのもので、人間のタンパク質消費の 3 分の 1 が合成肥料に依存していると推計されている¹⁴⁹⁰。さらに、肥料は少ない農地でたくさんの食糧生産を可能にしてくれる。だからこそ、農地面積はたった 12 パーセントしか増えなかった 1960 年から 2000 年にかけて、地球人口は倍増できて、しかも食糧事情は改善できた¹⁴⁹¹。

これを 1700 年から 1960 年にかけて農地が 4 倍に増えたのと比べてみよう。これはもちろん広大な森林や草原を開拓したことで実現された¹⁴⁹²。要するに、1960 年以降の肥料供給量のおびただしい増加は、他の自然生育環境に対して人類が極端に圧力をかけずすむようにしてくれたわけだ。肥料使用が 1960 年の水準にとどまっていたら、最低でも現在より 5 割増しの農地が要る¹⁴⁹³。これは、全地球の森林のほとんど 4 分の 1 を耕作

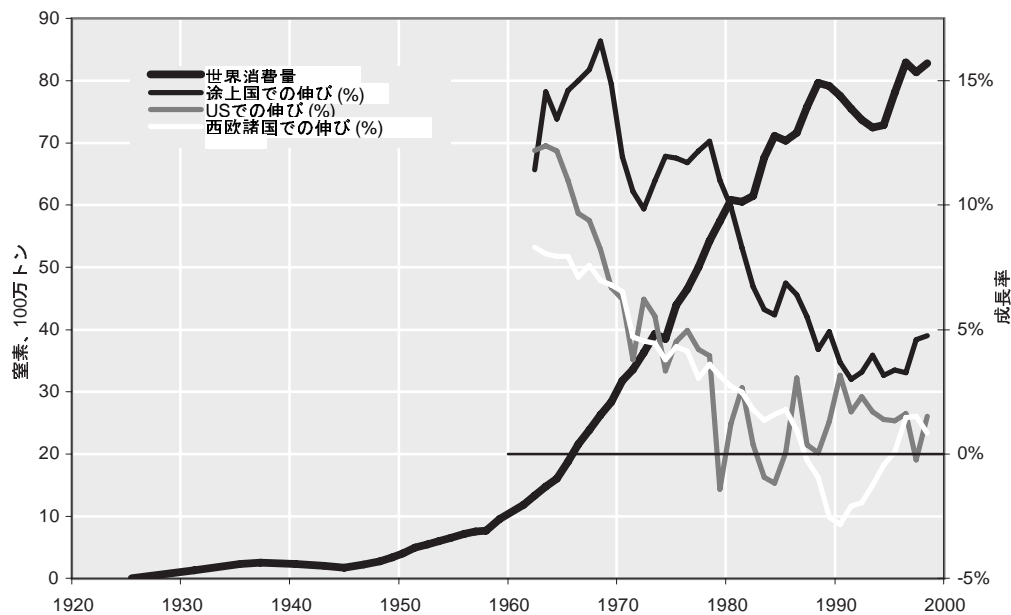


図 106: 世界の肥料使用 1920-99 と、アメリカ、西欧、発展途上国での肥料利用成長率 1961-99¹⁴⁸⁸。出所: Smil 1990:426, IFA 2000。

地にするのに相当する¹⁴⁹⁴。今後 2070 年まで肥料使用を放棄するとしたら、100 億人をもっとよく食わせるための必要農地は、地球にますます多くを要求することになる。ある研究では、地球表面積の 210 パーセントの農地が必要になるとされる¹⁴⁹⁵。これは不可能だ。つまり合成肥料は、世界を養う一方で他の生物種のために十分な場所を残しておくのにきわめて重要だったし、今後はもっと重要になる。でも、地球上で使える窒素の量を倍増させたことで、問題も生じた。

一番良く引き合いに出される窒素の問題は、さっき述べた酸素欠乏と富栄養化の問題で、この問題はまったく深刻だ。1997 年、アメリカ EPA は酸素欠乏の原因と影響について調査し、可能な対策を示すためのタスクフォースを作った。NOAA (米国海洋大気庁) とホワイトハウスの科学技術政策局主導で、多くの大学や連邦及び州の科学者たちが『低酸素評価報告書』を完成させた。ずっしりした 6 巻の評価書と、それをまとめた要約版 1 冊で構成されている¹⁴⁹⁶。以下の議論の大半はこの評価報告書からのものだ。

世界中で低酸素のあるいは酸素欠乏状態の地域がたくさん確認されている¹⁴⁹⁷。これは当然ながら、その地域の深海や海底に影響を及ぼしている。酸素レベルが落ちると、泳げる生物 (魚、カニ、エビ) はその海を去ってしまうし、残された生物は大きなストレスを受けるか死んでしまう¹⁴⁹⁸。低酸素水は昔からずっとあったけれど、過去 50 年から 100 年間にかけて増えて来たようだ¹⁴⁹⁹。その原因として思い当たるのは富栄養化。人類の

活動によって増加した窒素排出だ¹⁵⁰⁰。

アメリカ沿岸、というか西大西洋全域で最大の低酸素水域は、ルイジアナ州沖のメキシコ湾北部だ¹⁵⁰¹。1985年に測定が始まって以来、ほとんど毎年夏になると10,000km²ほどニュージャージー州ほどの大きさの水域が低酸素状態になることが観測されている¹⁵⁰²。1985年以前については系統的な計測はないし、1970年代初め頃の観察はさらに少ないとはいえ、データを見る限りでは今世紀中ずっと、ある程度の酸素欠乏は起こっていたようだ¹⁵⁰³。とはいえ沈殿物のサンプルから数々の酸素指標を検討してみると、低酸素状態が特に1950年以来増えたという推定が妥当らしい¹⁵⁰⁴。

酸素欠乏の結果というのは、もちろん海底に住む生物の一部が全部が死んでしまうということだ¹⁵⁰⁵。これは生物種の構成が、大きくて長生きする生物から小さくて短命な生物へとシフトする結果ともなる。死ぬリスクが高いんだから、酸素があるうちにやることを一通りやっところ、というわけだ¹⁵⁰⁶。これはつまり、微生物が増え、無脊椎動物が減り、種の多様性が下がるということでもある¹⁵⁰⁷。でも、エビは短命の種を主に食べているから、小さい短命な生物へのシフトのおかげでかえって恩恵を被っているかもしれない。

人類にとって最も重要なこととして、魚とエビの水揚げ量と低酸素状態の間には、どうやら関連がないらしい¹⁵⁰⁸。さらに『低酸素評価報告書』は(栄養素の増加のせいで)バイオマス全体が増加したか、あるいは(季節ごとの絶滅のせいで)¹⁵⁰⁹バイオマスが減少したかどうか判断できていない。実はこの報告書は、栄養分が多少増えるとかえって漁業ストックが増えた様子さえあると記述している¹⁵¹⁰。

図107は、アメリカの分水界における窒素の発生源の概要を示している¹⁵¹¹。28パーセントという最大の影響は、湿地帯や都市、森林地、不毛地のような非農業地からの流出による。肥料は窒素負荷量全体の22パーセントほど、そして畜産はさらに14パーセントほどを占めている。大気からの降下が16パーセントを追加している。一方、市の污水处理場のような点状の窒素源はたった0.8パーセントにすぎない¹⁵¹²。でもこの配分は地域によって大きくちがう。メキシコ湾の場合には、大気からの窒素は少なく、栄養素の高さは主にミシシッピ川流域からきている¹⁵¹³。ここでは肥料は窒素負荷量全体の約50パーセントを構成している。他の水源からの流出は23パーセント、家畜の飼育15パーセント、点状窒素源11パーセントほど¹⁵¹⁴。つまり、この富栄養化の大部分は農業肥料が原因だ¹⁵¹⁵。

もし窒素負荷量削減のために何も手を打たなかったら、メキシコ湾の現状は今後も続くだろう。肥料使用と他の窒素源は1980年から頭打ちになっているようなので、現在の低酸素状態は悪化しないまま続く¹⁵¹⁶。メキシコ湾の窒素負荷量を1950年以前の水準に戻

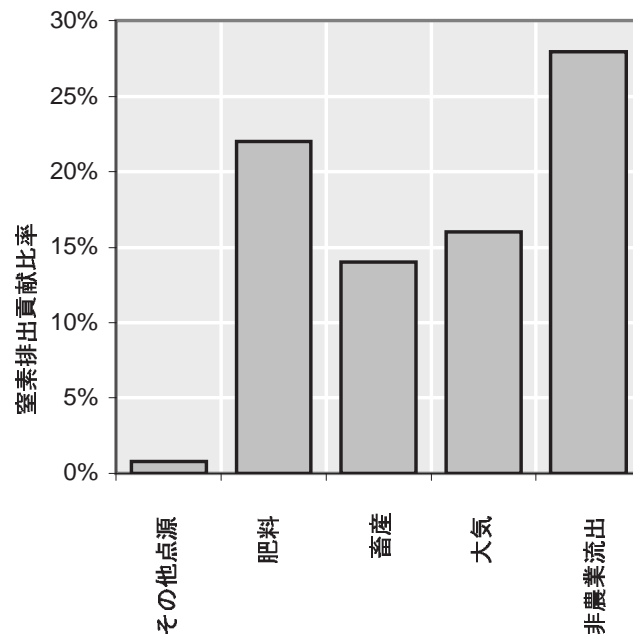


図 107: 連続したアメリカ合州国における各種発生源からの流入窒素量比率、メジアン値。こうした値は地域ごとに大幅に異なることに注意。これらはメジアン値なので合計は 100 パーセントにならない。出所: Smith and Alexander 2000:7.

したいなら、窒素流入を 40 パーセント減らす必要がある¹⁵¹⁷。これをやっても、湾で低酸素状態が起きなくなるってことじゃない。すでに見て来たように、低酸素状態はときどき自然にだって起きるんだから。それでもいまよりはかなりまれになるだろう。モデルによれば、これほど意欲的ではない 20 パーセントの削減だと、影響も小さいけれど、それでもなお酸素レベルを 15 から 50 パーセント改善できて、酸素欠乏は減らせるけれど、自然の背景レベルには戻せない¹⁵¹⁸。

『低酸素評価報告書』は窒素負荷量を削減する 2 つの主要な方法を指摘している。まず、農地での肥料の使用を減らすことができる。これは肥料そのものを減らしたり、施肥や管理を改善したり、代替作物を採用したり排水溝の間隔を広げればいい¹⁵¹⁹。次に、河岸地帯や湿地帯を作れば窒素負荷量は減るだろう。水と窒素化合物がこういう地域を流れるとき、いくつかの微生物による処理でかなりの窒素化合物が N_2 に戻り、それ以上植物に利用できなくなるからだ¹⁵²⁰。

しかしながら、窒素負荷を 20 パーセント減らしたいなら、肥料の使用を 20 パーセント削減しただけじゃ不足だ。肥料を 20 パーセント減らすと、農民は農業のやり方を変えることになる。肥料が少ない作物に切り替えたり、窒素を固定しやすい豆科の作物をもっと育てるようになるだろう。だから肥料を 20 パーセント削減しても、窒素負荷量は 10.3

パーセントしか減らない¹⁵²¹。実はまともに 20 パーセント削減したいなら、肥料使用は 45 パーセント削減が必要だ¹⁵²²。するとトウモロコシ価格は 28 パーセント上昇し、大麦、麦、小麦の価格は 12–14 パーセント上がる¹⁵²³。同時に、こうした値上がりはアメリカの他のところで生産量の増大をもたらし、そうした地域での窒素の浸出を 7.6 パーセント増やしてしまうだろう。さらに、土壌流出がミシシッピ川流域でもその外でも加速してしまうことがわかっている¹⁵²⁴。総コストは毎年 29 億ドルとなり、これは上昇した価格を通じてもっばらアメリカの消費者が負担することになる。

『低酸素評価報告書』はまた、ミックス政策なるものを検討している。これは 20 パーセントの肥料削減と 2 万 km^2 の湿地建設を組み合わせたものだ¹⁵²⁵。この解決策は窒素負荷量を約 20 パーセント減らすだろう¹⁵²⁶。でも、これまた 4–10 パーセントの食糧価格上昇を招く。さらに窒素負荷量をどこか他の場所でわずかに増やすだろうし、土壌侵食をいたるところで増進させるだろう¹⁵²⁷。主要な問題は上昇した食糧の価格や湿地にかかるお金による 48 億ドルの年間コストについてだ¹⁵²⁸。『低酸素評価報告書』の推計によると、湿地保護プログラムが 5 倍に増えることで、娯楽の魚釣りや「それがそこにいるという安心」の価値が、ミシシッピ川流域の人口に対し、年間 28 億ドルの便益を追加で与えるそうだ¹⁵²⁹。合計すると、肥料 20 パーセント削減と 2 万 km^2 の湿地というミックス政策のコストはちょっとばかり安い年間 20 億ドル、ということになる。

すると問題は、提案された 20–29 億ドルの年間コストのかわりに何をぼくたちが得られるかということだ。もちろん窒素負荷量を 20 パーセント減らすことで、湾の酸素欠乏は自然レベルには戻らなくても緩和はされる¹⁵³⁰。結論としては、これは水産業に目に見える差をもたらさないとされる。「ミシシッピ川流域からの窒素負荷量削減による湾の漁業への直接的便益は、よく言っても限られたものでしかない¹⁵³¹」。他に 2 種類の便益が残っている¹⁵³²。まず、低酸素状態が改善されると、メキシコ湾でレクリエーションとしての魚釣りをする機会が増える可能性はある。でもこれは考えにくい。商業上の漁業には影響がないんだから、娯楽用の釣りだってよくなるとは思えない。次に、ルイジアナ沖の沿岸で被害を受ける海底生物が減ることからくる「それがそこにあるという安心」の便益がある。つまるところ、こういう生物を救うコストは、図 108 が示すように、年間 20 億ドル強。メキシコ湾の低酸素状態に手をつけるかどうか検討するにあたり、明らかな民主主義的問題は、この 20 億ドルには別のもっといい使い道が考えられるんじゃないかってことだ。

もちろんぼくたちは、何か間違っているなら、例えば肥料の使用がメキシコ湾で生き物をたくさん殺してしまうなら、何か手を打つべきだと考えることに慣れている。これは気高い姿勢ではある。でもぼくたちの行動が他人に影響を与え、断固たる行動が手助けと

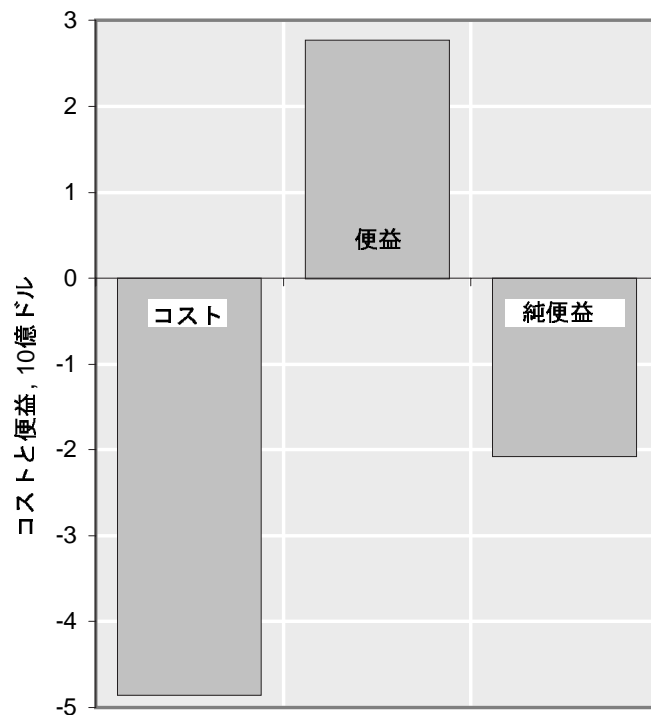


図 108: メキシコ湾の窒素負荷を減らすための政策ミックスオプションの費用、便益、純便益（マイナス）。出所: Doering et al. 1999:133.

なりうる場合というのは山ほどあるのだ、ということだって忘れちゃ駄目だ。そしてそれを何もかもやることは不可能なんだから、一番いい結果を実現できるのはどこかを考える必要がある。

はいはい、確かにたくさんの生物が湾で毎年時期尚早に死んでしまっている。ぼくたちが窒素負荷量を減らさなければ、今後も早く死に続けるだろう。でも問題は、それを救うのが年 20 億ドルに値するかどうかだ。最終的に、こういう問題は政治的な優先順位づけによるけれど、でも問題の重要性についての実感を得たければ、生物を早死にさせるような人間活動は他にもたくさんあって、そっちのほうはたぶん絶対に人間として変える気はないだろうということを考えてほしい。アメリカでは年間推計 1 億羽の鳥たちが窓ガラスに衝突して死んでいるし、毎年 6 千万羽の鳥が交通事故のせいで死亡している¹⁵³³。同様に何十億という昆虫が、毎年農薬のせいで意図的に畑で殺されている。でもぼくたちは鳥を窓ガラスや交通事故から救ったり、害虫を殺すのを禁止するために 20 億ドルかけたいか？ 最後に、20 億ドルで役に立つことがしたいなら、同じ金額をかければ第三世界で毎年約 3 千万人を救えることを考えよう¹⁵³⁴。

だいたい、上昇した栄養値のせいで毎年死ぬ生物を心配しつつ、まさにその栄養素のお

かげで生き延びる、少なくとも同じくらいのバイオマスを持つ生物たちについて考えないのはどうして？ 『サイエンティフィック・アメリカン』はメキシコ湾の富栄養化について採りあげた時、意図せずにこの問題を浮き彫りにしてしまった。「環境学者たちはこの地域を『死の地帯』と名付けた。この呼び名はこの地域に生命がまちがいなく存在しているという事実を無視するものだ でもそれはまちがった種類の生命なのだ¹⁵³⁵」。どうして一部の生物が「まちがった種類」呼ばわりされなきゃいけないの？ 同様に、UNEP (国連環境計画) は「過剰な植物の増殖¹⁵³⁶」を心配している。こういう懸念は第 9 章囲み (pp. 140–141) で論じたような、バイオマス減少を心配する考え方とちょっと矛盾している。

いずれにしても『低酸素評価報告書』が示しているのは、ぼくたちがリソースをそっちにまわしたいなら、富栄養化を解決することは可能だということだ。基本的問題は、それがリソースの使い方として良いかどうかってことなのだ。

まとめると、浅瀬の湾岸域における酸素欠乏は、農業肥料の増加によって生じているという証拠はかなりしっかりしているし、こういう状況はたぶん世界中で広がっているようだ。同時に、人口が 2200 年までにほぼ倍増するのもかなり確実だ。だから肥料使用はさらに伸びるように思える。ある研究によれば、2030 年までに 70 パーセントの増加を見せるだろうとのことで、それも主に発展途上国で増える¹⁵³⁷。これはつまり、おそらく多分富栄養化がもっとひどくなり、もっと広がるってことだ。

しかしながら、これについて懸念するのは正しいことではあるけれど、何が大事かの優劣感覚だって忘れちゃいけない。肥料とその結果として生じる富栄養化は、地元の海洋生息地の一部生物の命を犠牲にしている（そして他の生物に命を与えている）。でもそれは、同じ農地ではるかにたくさんの食料を作れるようにしてくれる。これは今日森林の 25 パーセントほどを救ったし、今後はずっとたくさんの森林を救うことになるだろう。この意味で富栄養化というのは、ぼくたちが人類の食糧を確保しつつ、広い森林生息地を維持するという成功のツケを、一部の海洋生物たちにまわしているのだと言える¹⁵³⁸。

もちろんある程度は肥料の使い方を改善はできるだろうし、先進国では札束で富栄養化を防ぐこともできるだろうけれど、でもそれが希少なリソースの配分として一番いいかどうかは考えてみる必要がある。

19.6 肥料による健康への影響

富栄養化以外にも、窒素サイクルに関する懸念事項はいろいろある。

2 つの地球規模の窒素問題は N_2O で、地球温暖化とオゾン層破壊の原因となっている。これについては 24 章で検討する¹⁵³⁹。でも N_2O の地球温暖化への影響は CO_2 の 10 分

の1にすぎないし、最新の窒素についてのレビューの結論では N_2O の「主要源として化石燃料の燃焼と農業肥料の直接的な影響があるのではないか」という説はどちらも検討された結果、棄却された¹⁵⁴⁰」。

地域的・局所的な問題として、 NO_x は地元の大気汚染源となるけれど、すでに見たとおりこの問題は縮小しつつある。 NO_x は酸性雨の原因となるけれど、酸性雨問題は改善されてきた。ただしこれは、むしろ SO_2 の大幅な削減によるものだ、ということは酸性雨の章で述べた¹⁵⁴¹。

最後に、富栄養化以外で窒素についての大きな気がかりは、飲料水中の（窒素を含む）硝酸塩が健康にとって有害だという主張だ。この主張のおかげで、飲料水中の硝酸塩の制限が義務づけられた。EU では1980年以來 $50mg/l$ で、アメリカでは $44mg/l$ 以下とされている¹⁵⁴²。

1980年代、地下水中の硝酸塩が大きな関心を集めた¹⁵⁴³。デンマークの環境庁長官、クリスチャン・クリステンセンは、硝酸塩汚染は深刻な結果をもたらす、ときっぱり述べた。その理由は以下の通り：

胃ガンと飲料水中の高濃度の硝酸塩との間には、はっきりした相関が見いだされた。そして多くの幼児は、水分の相当部分を食べ物に含まれる水から得るので直接的な危険にさらされている。これは緩慢な窒息状態をもたらすことがある。過剰な硝酸塩は、血液の酸素吸収を妨害するからだ。内臓を壊すし、子供たちは病気になったり集中力が欠如したりする。だから私は絶対に窒素化合物で汚染された水は飲まないし、自分の子供にも飲ませない¹⁵⁴⁴。

こういうおっかない脅しは広く繰り返されたけれど、これが浮上した時ですら、事実関係のまともな評価とはほど遠い代物だった。

ぼくたちが消費するほとんどの硝酸塩は野菜からくる。特にカブ、セロリ、レタス、ほうれん草が大きい。これは一日 $75mg$ から $100mg$ の窒素化合物を供給している。ベジタリアンならこれが $250mg$ 以上になる¹⁵⁴⁵。硝酸塩が危険である主な理由は、それがバクテリアによって亜硝酸塩に変化するからだ。これは血液のヘモグロビンを酸化し、酸素の運搬を妨げる¹⁵⁴⁶。こういう酸化はメトヘモグロビン血症と呼ばれている。でも硝酸塩は、ふつうは無害だ。というのも、原因となるバクテリアは胃酸に触れると死んじゃうからだ。でも6ヶ月以下の乳幼児たちは、胃酸が弱いのと、ヘモグロビンの酸化を逆転させる酵素系を持っていないせいでリスクにさらされている。酸素の劇的な低下はチアノーゼと呼ばれ、皮膚が青くなるので「ブルー・ベビー」症候群という名がついた。最悪の場合、これは死をもたらす。でも最近では西欧で死亡は起こっていない¹⁵⁴⁷。「ブルー・ベビー」症候群の発生はハンガリー、スロバキア、ルーマニア、アルバニアのようなごく数

カ所に限られていて、そういうところでも発生率はすごく低い¹⁵⁴⁸。さらに、臨床観察によれば、メトヘモグロビン血症の主な原因は、乳児の哺乳びんの衛生状態が悪いことらしい。おかげでミルクを飲む前にバクテリアが作用して、亜硝酸塩を危険なレベルにまで高めてしまうわけだ¹⁵⁴⁹。これは乳幼児を対象にしたいくつかの実験によっても裏付けられている。これらの実験では、硝酸塩濃度が 150mg/l もの高さの場合ですら、水がきれいな限りチアノーゼは発症しないことが示された¹⁵⁵⁰。

一方で、バクテリアを多く含む水は硝酸塩の分解を助け、一部の乳幼児は 50mg/l から 100mg/l の汚染飲料水でチアノーゼになってしまう。これを理由に、WHO は硝酸塩の世界的な上限値を 50mg/l に設定した。これはもっぱら地下水がバクテリアで汚染されがちな発展途上国で、望み通りの効果を上げるための設定値だ。でも、WHO の窒素化合物の上限を定めるのに助力した環境医学の元教授ポール・ボネヴィーが指摘するように、こんな低い上限値を定めたのはバクテリア汚染があればこそだった。実際には「この上限値は（デンマークを含む）多くの国々では医学的根拠を失っている¹⁵⁵¹」。

もう一つの人類の健康についての懸念は、硝酸塩値が高まると、ガンの発生率、特に胃がんの発生率の上昇につながるかもしれないというものだ。最新のメタ研究が指摘しているのは、水中の硝酸塩濃度と血液や唾液中の硝酸塩濃度との間にはっきりとした関係があり、「広範な人口が硝酸塩にさらされているにも関わらず、飲料水中の硝酸塩にさらされている人口においてがんのリスクが上昇しているという直接的な疫学上の証拠はほとんどない¹⁵⁵²」。研究は「疫学的データは結論を導き出すのには十分ではない¹⁵⁵³」と結んでいる。

硝酸塩による他の影響は見つかっていない。特にデンマークの環境庁長官が述べたような、硝酸塩が「内臓を壊す」なんていう様子はまったくない¹⁵⁵⁴。さらに、メトヘモグロビン血症やがんについての議論は、よく言っても非常に弱い結びつきでしかない¹⁵⁵⁵。

結果として、硝酸塩の健康への影響への関心は、まともな根拠に基づいていないようだ。

19.7 河川の汚染

世界的観点から河川は大事だ。というのもそれは飲料水、個人の衛生目的、工業用水、農業用水の主な供給源だからだ¹⁵⁵⁶。飲料水として使われる水は、大腸菌が多すぎないことが絶対不可欠だ。大腸菌が多いということは、他のもっと深刻なバクテリアやウイルスもいるってことだからだ。

世界銀行は 25 ヶ国の 52 の河川データを用いて、図 109 のような、所得と大腸菌バクテリアとのもっと複雑な相関関係を示した。当然といえば当然だけれど、大気汚染の場合

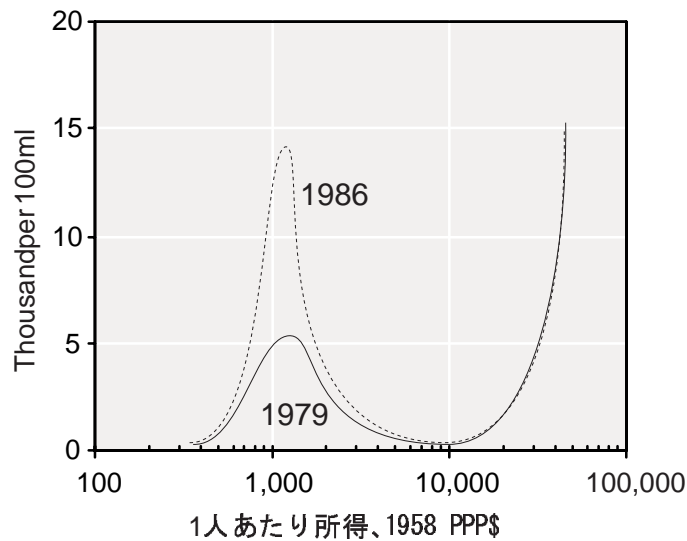


図 109: 一人あたり所得に対する河川の大腸菌数、1979 年と 1986 年。出所: World Bank 1992, Shafik 1994:764.

とまったく同じように、糞便汚染は約 1,375 ドルの所得水準まで悪化し、それ以上の所得になると河川はきれいになる。でも大気汚染の曲線とは違って、データによれば所得が 11,500 ドルを超えると糞便の汚染は再び増加し始める。どうやらこれはデータに問題があるせいじゃないようだ。オーストラリアや日本、アメリカの川は、どこもかなり高い水準の大腸菌汚染を示している¹⁵⁵⁷。この説明としては、人々が河川水に依存している限りにおいて、河川の糞便汚染は全般的に下降する、ということらしい。でも国々が十分に豊かになると、川の水より地下水を多く使うようになる。これは河川の糞便汚染レベル低下を推進する切迫性をなくし、政治的な意欲も下げてしまうわけだ。とはいえ、飲料水を川に頼っている大多数の国々にとって、大気汚染の時と同じ結論がここでも言える。最初のうちは、豊かさが増すと川は汚染されてくる。でもかなり低い水準の所得レベルを越えると、河川の糞便汚染は実は減少することになる。

でも生物学的に言うなら、溶存酸素レベルのほうが大腸菌よりはるかに重要な水質指標だ。溶存酸素はあらゆる水生生物にとって 魚だけでなくカニ、貝、動物プランクトンのような無脊椎動物にとっても 生存に絶対に欠かせないものだ。さらに、酸素はおびただしい数の水の指標にも影響を与える。これは生化学的な指標だけでなく、臭い、清涼さ、味のような審美的な指標も含む。結果として、酸素はたぶん最も確立された水質指標となっている¹⁵⁵⁸。

経済学的分析によれば、所得が上がると溶存酸素値が改善されるらしい¹⁵⁵⁹。図 110に見られる全体像もこれを示している。この図では、主な河川の溶存酸素水準が何十年も

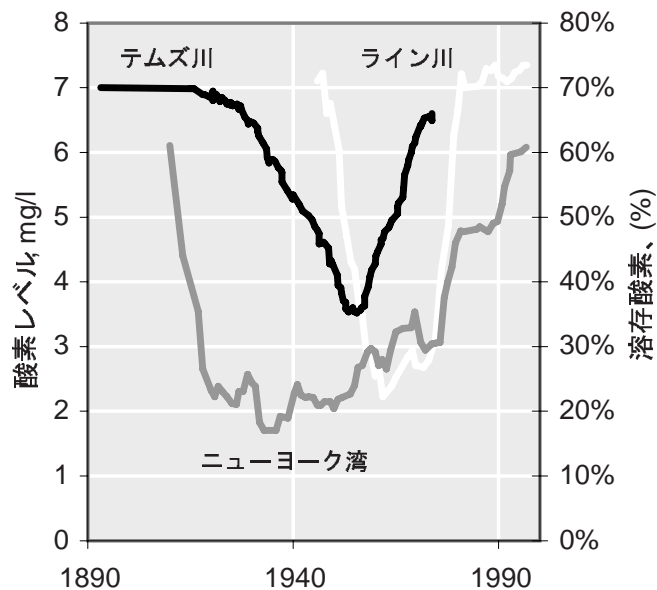


図 110: テームズ川 (1890–1974、右軸)、ライン川 (1945–97、左軸)、ニューヨーク港 (1910–97、左軸) の酸素水準。溶存酸素量を河川同士で直接比較してはいけないことに注意。自然な酸素水準は、他にも多くの要素で左右されるからである。出所: Goudie 1993:224, EEA 1994:49, OECD 1999:85, DEP 1997:38¹⁵⁶²。

低かったのに、それが以前の高い値に戻ったことが示されている。これは水中生命体と人類双方にとって有意義だ。こういう河川の溶存酸素増加は生命の可能性を高めた。1971 年以来、ライン川の生物多様性は 6 倍に増えた。1964 年以来、テムズ川では魚の種類が驚くなけれ、20 倍にも増えた¹⁵⁶⁰。同じように、ニューヨーク港の溶存酸素水準が回復したおかげで、釣りや海水浴が再び可能となった¹⁵⁶¹。1970 年代初期の水準では魚なんか生き残れなかったのに、今やニューヨーク港では記録的な数のチョウザメ (short nosed sturgeon) が観察できるし、ハヤブサ、青サギ、白サギそして初めての多産な白頭鷹の回復が見られた¹⁵⁶³。改善が起こったのは、生下水の河川への放流が抑制されたからだ。1930 年以来、ニューヨークでは生下水は 99.9 パーセント削減された。ロンドンの排出量は 1950 年から 1980 年にかけて全体で 88 パーセント削減された¹⁵⁶⁴。

ヨーロッパの酸素値を見ても、水質改善の様子は確認できる。ここでは第二次世界大戦以来、川はますます高まる汚染にさらされ続けてきて、これはライン川で見られたようなすさまじい酸素欠乏を引き起こした。でも過去 15–20 年間で家庭下水と工業排水の生物処理が進んだおかげで、EEA(欧州環境庁) はヨーロッパ全体として「酸素状況が向上し、河川の水質の相当な改善」を報告しており、「多くの川はいまやたっぴりと酸素を含んでいる¹⁵⁶⁵」とのこと。ヨーロッパの川について言えば、酸素を使い果たす(つまり他の水

棲生命の酸素を減らす)有機汚染についての EEA がまとめたところによると、全河川の 27 パーセントでは悪化(汚染が高まり酸素が減少)したが、73 パーセントという大多数の川では改善が見られている¹⁵⁶⁶。

イギリスとアメリカの河川水質について、もっとおおざっぱな状況を見てやっても、やっぱり全体として改善されていることがわかる。イギリスでは National Water Council と National Rivers Authority が、各種のちがったますます客観的な河川水質分類法を考案し続けていて、これによりイギリスの川はきれい、ふつう、ひどい、汚い、に分類されている¹⁵⁶⁷。1970 年以來、水質の区別方法は 4 回変化したけれど、「ひどい」と「汚い」の区分は、区分方法の変化にあまり左右されておらず、継続的に比較できる。その結果が図 111 に示されている。全体的な結果として、水質が悪い川は減ってきている。「ひどい」「汚い」に区分される川は、1970 年は 16 パーセント強だったのが、1997 年には 10 パーセントに下がっている。最悪な河川(「汚い」)はもっと激減して、過去 10 年間で 2.6 パーセントからたった 0.7 パーセントに減っている。同じように、「きれいな川」と「非常にきれいな川」の割合は、1989 年には 37 パーセントだったのが、1997 年には 59.2 パーセントに増えた。10 年以下で目覚ましい増加ぶりだ。さらに、まさに最高の川(「非常にきれい」とされた川)は、17.7 パーセントだったのが 27.6 パーセントになり、ほとんど倍増した。最近の政府報告書のあっさりした結論によると「イギリスの水質は改善された¹⁵⁶⁸」。

同じ状態がアメリカでもはっきりしている。1980 年代を対象とした USGS による全国の河川水質の最新レポートの結論によれば、伝統的な水質汚染物質は「1980 年代には減少しており、全体としてこの 10 年間で公害抑制が進行したという証拠を提供している¹⁵⁶⁹」。違反率を見てみると、ごくわずかな下降傾向が大腸菌。それもあるかないかだがで見られるにすぎない。これは図 109 で見た、飲料水を川に依存していない豊かな国々は特に大腸菌の値を減らす動機がない、という結論を支持するものだ。でも他の指標。酸素、リン、カドミウム、鉛。を見ると、どれも違反比率のかなりの減少を示しており、水生生物にとっての河川水質改善がはっきりと見られている¹⁵⁷⁰。

ここまでは大腸菌とか酸素とか、一般的な汚染指標を見てきただけだ。でも同じように大事な、水の化学物質汚染を見るべきだろう。ここでも沿岸地域と同じパターンが見られる。アメリカの全米汚染物質生物観測プログラム(National Contaminant Biomonitoring Program)は、魚の分析により水環境に長期にわたって残存する有害汚染物質を調査した。魚は、農薬を蓄積する傾向があるために選ばれた。また多様な食性と幅広い地理配分のために、ヨーロッパムドリが選ばれた¹⁵⁷¹。図 112 は、アメリカ全国の DDE (DDT の分解生成物)汚染が 1969 年から 1986 年にかけて 82 パーセント落下し、同時期に PCB が 83 パーセント下がったことを示している¹⁵⁷²。

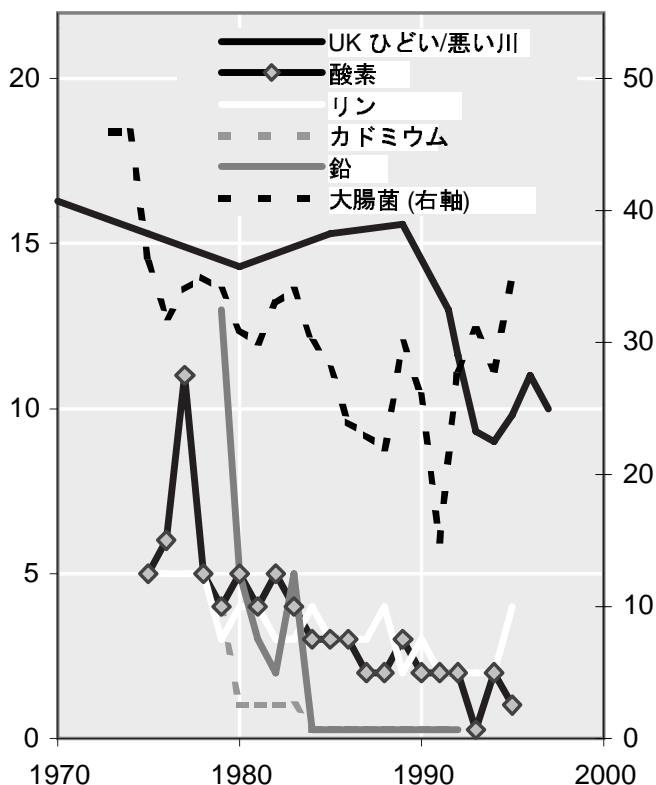


図 111: イギリスとアメリカにおける低水質河川の割合。イギリスは汚染された/ひどい川の割合 (1970-97)。アメリカは EPA 基準に違反している河川の割合、大腸菌 (1973-95、右軸) と酸素、リン、カドミウム、鉛 (1975-95) で。出所: UK EA2000, CEQ 1997:299, Simon: 1996:251.

図 112はまた、アメリカとカナダの五大湖での化学汚染を示している。これらの湖は、地球上の淡水面の 20 パーセントを占め、アメリカとカナダの 3,200 万人以上の人口に囲まれている¹⁵⁷⁴。ここでは、その他の低水準汚染の便利な指標として、セグロカモメ (herring gull) の卵についての計測が実施されている¹⁵⁷⁵。ここでも同じ状況が見られる

1974 年以来、DDE、PCB、HCB、ディルドリンはどれも 80 から 90 パーセントとすさまじく低下した¹⁵⁷⁶。

まとめると、河川は所得上昇に伴って水質が向上するようだ。ライン川、テムズ川、ニューヨーク港で溶存酸素値が大幅に上昇したのはまちがいない。200 以上のヨーロッパの川の分析でも、こういう溶存酸素値改善傾向は確認された。さらに、イギリスとアメリカでの全般的な水質指標は、河川の水質改善を示している。淡水中の残存汚染物質は、劇的に減少してきた。汚染濃度をアメリカの魚や五大湖のセグロカモメを通して測定してみると、汚染物質濃度は 80 から 90 パーセント低下している。

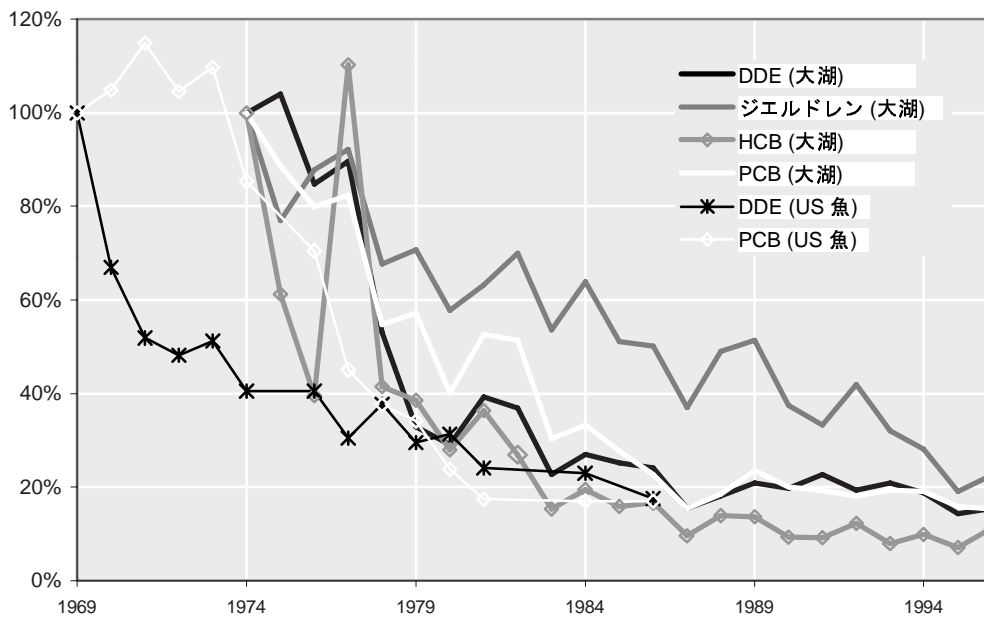


図 112: アメリカの淡水魚中 (1969–86) と、アメリカ/カナダ五大湖のセグロカモメの卵 (1974–96) 中の残存汚染物質水準、初年度を基準に指数化。出所: NCBP2000a-b, CEQ 1997:334-8.¹⁵⁷³

第 20 章

廃棄物:捨て場はないのか？

ぼくたちはよく山積するゴミを心配して、これはいったいどこへ持っていけばいいだろうと不安になる。「使い捨て社会」とその産業基盤は環境を蝕んでいるように感じている。こういう恐怖について一番はっきり述べているのは、前副大統領アル・ゴアかもしれない。かれは「都市や工場から溢れ出るゴミの洪水¹⁵⁷⁷」に不安を感じている。「埋め立て地が満杯になり、焼却炉は空気を汚し、隣接するコミュニティや州が溢れるゴミ問題をこちらに押しつけようとする」ようになって、「廃棄物を視界や頭から消しておくような方法で廃棄物を処理する手口がもうなくなってきている¹⁵⁷⁸」とのことだ。問題は、ぼくたちがこれまで「ゴミをすべてぶち込めるだけの、十分に広くて深い穴が永続的に見つかる」と想定していたことだ。「でも、地球の容量は人類文明の影響をいくらでも吸収できるという数々の想定と同じように、この想定もまちがっていた¹⁵⁷⁹」そうだ。同じように、アイザック・アシモフは環境についての著書で「既存のゴミ埋め立て地はほとんどすべて最大収容量に達しており、新しい処分場を作る場所はなくなりつつある¹⁵⁸⁰」と述べている。

ゴミ排出が GDP に伴って増加するのは事実だ。豊かになるにつれて、出すゴミも増える。これは図 113 で示されているように、世界銀行による所得と一人あたり廃棄物量についての分析でわかる。問題はもちろん、これが本当に問題なのかどうかということだ。ぼくたちは、ゴミ排出量は収集がつかないほどすごい勢いで増えていて、埋め立てゴミは山積みになっていてもうこれ以上場所がなくなる、と思ってるかもしれないけれど、これは事実には程遠い。

ある廃棄物の専門家の指摘によれば、現実にはぼくたちがたった 10 年前に心配していたのとはまるきり違ってきた。「ゴミがどんどん増えて行き場がなくなるという毎晩のニュースからくるイメージのおかげで、方々の市長や公共事業担当者たちは震え上がった。子どもたちは、ゴミ埋め立て地で上空を滑空するカモメたちの侵略を免れる一番の方法は、空瓶を洗って古紙を積み重ね、リサイクルすることだと教わってきた。でも予想された危機は起こらなかった¹⁵⁸¹」。

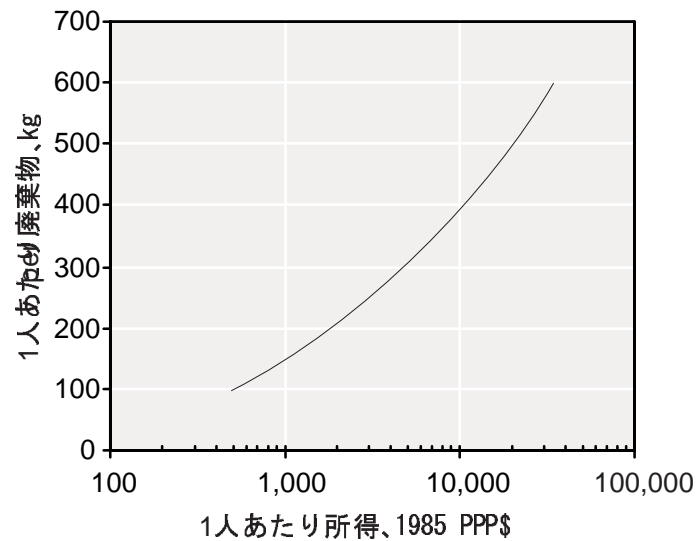


図 113: 1985 年 39 ヶ国における一人あたり所得とゴミ排出量との関係。出所: World Bank 1992, Shafik 1994:764.

アメリカ人は一日一人当たり 2kg ほどのゴミを出している。都市ゴミは、全部で毎年 2 億トンほどになる¹⁵⁸²。これはかなりの量に思えるし、さらに図 114でわかるように、1966 年以来ゴミの総量は倍増している。ところが 1980 年代以来、実際に埋め立て地に到着するゴミの量は増加が止まっている。アメリカ人一人がいま埋め立て地に送り出すゴミの量は、1979 年より減っているのだ。主な理由は、焼却処分されたり、リサイクル、堆肥化されるゴミがますます増えてきたせいだ。さらに、アメリカのゴミの総量が増えている理由は、人口増加が大きい。1966 年以来、一人当たりのゴミ量は 45 パーセント増えたにすぎない。そして出したゴミの中で埋め立て地送りになるゴミ量を検討すると、一人当たりで 1966 年より 13 パーセント多く出しているだけなのだ。

EPA のデータは 1960 年までしかないけれど、消費パターンはもっと長期を見るとものすごく変化している。20 世紀初めには、アメリカ家庭はさらに毎日 2kg ほどの石炭灰を捨てていた。だから、今世紀を通じて見ると（石炭灰がいまはもうなくなっているから）埋め立てゴミの量は 20 世紀を通じてそんなに増えたとは考えにくい¹⁵⁸³。

とはいえ、アメリカ人が今後も毎年 1.1 億トンのゴミを埋め立て地に送り出し続けるのはたぶんまちがいないだろう。アル・ゴアが指摘したように、直感的に考えてこれは永遠には続くとは思えない。アメリカが 21 世紀の残り、2001 年から 2100 年にかけて毎年埋め立てゴミを 11 億トン出し続けると考えたら、これはどれくらい広い場所をとるんだろう？ 埋め立て地一ヶ所にゴミを全部集めて、これは実際には賢明なやり方じゃないけれど、まあ単に感じをつかむための想定だ。深さ 30 メートルまで埋め立てたとして。

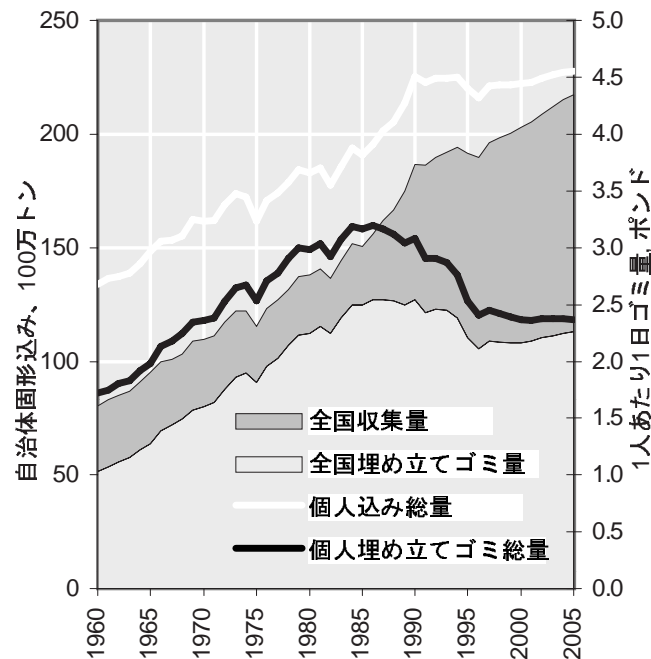


図 114: アメリカのごみ、全国と一人当たり、埋め立て、回収、焼却、1960–2005。
出所: EPA 1999b:133, USBC 2000d.

この深さは、ニューヨーク市域内のスタッテン島フレッシュキルズ埋め立て地のゴミの厚みよりかなり浅い¹⁵⁸⁴。するとアメリカで 21 世紀すべてを通じて排出されるゴミは、すべて一辺たった $23km$ ほどの正方形におさまる¹⁵⁸⁵。

さて、21 世紀ずっとゴミの量が一定という想定は、確かにあまりにも楽観的だ。経済成長はゴミの量を増やすし (図 113 で見たとおり)、国勢調査局によると、アメリカは 2100 年までに人口が倍増すると見込まれている¹⁵⁸⁶。そこで 1990 年からの実績で 2005 年まで想定されている個人総ゴミ量増加率が、2100 年まで続くと想定してやろう。さらに、増加する一方のアメリカの人口を考え、そのそれぞれがどんどん多くのゴミを出す想定しよう。再び廃棄物の総量を合計してそれを深さ 30 メートルで埋めよう。驚いたことに、必要な面積はちょっとしか増えない 一辺 $29km$ より小さい正方形がゴミで埋まればすむ¹⁵⁸⁷。

図 115 はこの埋め立て地をオクラホマ州ウッドワード郡に置いてみたものだ。21 世紀全体のアメリカのゴミは全部、ウッドワード郡区域のちょうど 26 パーセントを使うだけの埋め立て地一つにおさまってしまう¹⁵⁸⁸。これはオクラホマ州の 0.5 パーセント以下¹⁵⁸⁹、アメリカ全体の 12,000 分の 1 0.009 パーセント以下にしかない¹⁵⁹⁰。同じように、各州がその州のゴミを自前で処理すると考えよう まあ議論上、各州が総量の

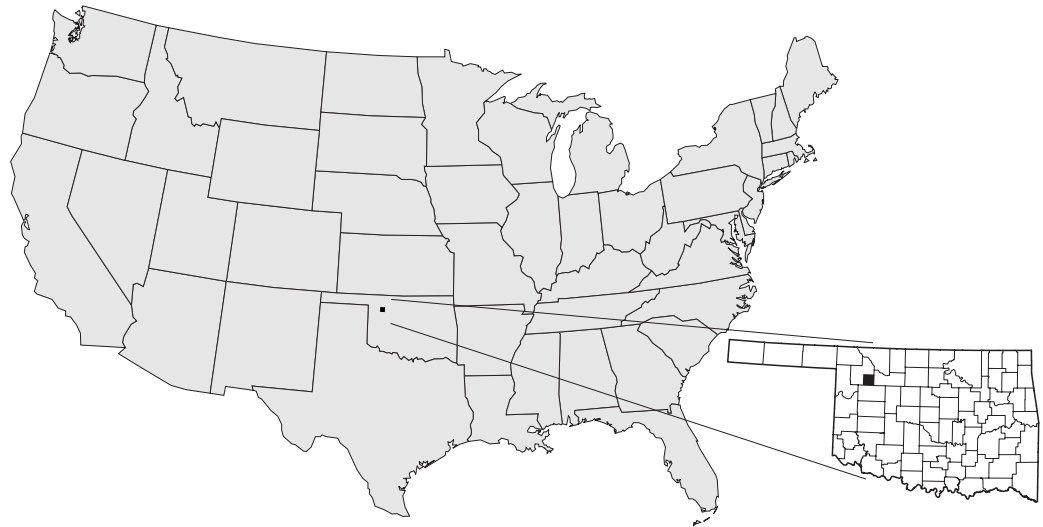


図 115: 21 世紀のアメリカの全廃棄物を処理するのに必要な埋め立て地の大きさ。一辺が 29km 以下の正方形となる。ここではオクラホマ州のウッドワード郡に置いた場合を描いてみた。同郡の 26 パーセント、あるいはアメリカ全土の 0.009 パーセント以下だ。

50 分の 1 ずつを処理するとしよう。すると各州は 21 世紀全体のゴミ処理のために、一辺 4km の正方形の場所を確保すればすむ¹⁵⁹¹。

さらに、ゴミ総量が増え続けるというお話は、多分ちょっと誇張されているだろう。特に原材料についての章で述べたように、今後の経済成長はほとんどがサービス産業や情報技術分野で見られることを考慮すれば、モノの生産においてすら、全般的なトレンドとしてはモノの使用は減っている。いわば経済の脱物質化とでも言おうか¹⁵⁹²。自動車は金属、プラスチック、電子材料、ゴム、ガラスなど、産業経済のあらゆる製品の寄せ集めとなっているので、見事な例だ。1970 年代初期以来、炭素鋼がハイテックスチールやプラスチックや複合材料に置き換えられ、部品三つが新材料一つに置き換わることで、構造的な強固さを犠牲にせずに車をますます軽くしてくれた¹⁵⁹³。

それでもここで言いたいのは、ぼくたちはゴミで埋め尽くされたりはしないってことだ。ゴミは対応可能な問題だ。これはマネジメントの問題なのだ。

だからといって、埋め立て地を見つけるのが簡単だと言いたいわけじゃない。ゴミ埋め立て地の隣に住みたい人はいない。この現象はあまりにお馴染みなので、名前がついているくらいだ：NIMBY あるいは Not In My Back Yard (迷惑施設が必要なのは認めるけれど、でも自分の近所に作られるのは絶対いや、という態度)¹⁵⁹⁴。だからゴミは政治的な問題ではある。でも、物理的スペースが足りないという問題じゃない。

ちなみに触れておくと、今日では埋め立て地は地下水にとって非常に安全だ。EPA の

推計によると、アメリカの 6,000 のゴミ埋立地を管理する環境規制のおかげで、今後 300 年間でガンによる死亡者は 5.7 人、あるいは 50 年でたった 1 人がガンによって死ぬだけですむと裏付けている¹⁵⁹⁵。アメリカでガンが毎年 563,000 人の命を奪っていて、食物で香辛料を使うだけで毎年約 2,000 人が死んでいるという事実との比較でこれを考えてほしい¹⁵⁹⁶。

他の国でも、ゴミの量は、(図 113 から予想されるように) 少し増えているけれど、アメリカより増え方ははるかに低い。日本で一人あたりゴミは一日あたり 1.1kg、フランスでは日に 1.3kg で、ゆっくりと増大はしているけれど、アメリカの一日 2kg よりずっと少ない。厳しい政策の結果、一日当たり 1.2kg というドイツの廃棄物量は、1980 年以來 29 パーセント減少した¹⁵⁹⁷。イギリスにはまともなゴミ統計がほとんどないけれど、どうも多少の増加傾向にあり、排出量としてはフランス並らしい¹⁵⁹⁸。イギリスのゴミ総量がアメリカと同じ比率で上昇しているとしても(イギリスの人口増加はアメリカより低いので絶対に大きすぎる見積もりだが)、21 世紀にイギリスにとって必要な埋め立て地は一辺 13km の正方形(イギリスとアイルランドの間にある)マン島の 28 パーセントに相当する広さとなる¹⁵⁹⁹。

最後に、リサイクルについて触れておこう。アメリカでは、紙、ガラス、金属、プラスチックが回収されている¹⁶⁰⁰。リサイクルというのは目新しい現象だと思っている人が多い。でも実はアメリカは、20 世紀中ずっと紙の 20 から 30 パーセントをリサイクルしてきた。今のアメリカのリサイクルは、1930 年代や 1940 年代のレベルよりもかなり低い¹⁶⁰¹。でも銅や鉛のような材料はますます再利用されるようになっている。リサイクル率 5-10 パーセントだったのが、今やそれぞれ 50 パーセントとや 70 パーセントになっているのだ¹⁶⁰²。

さらにぼくたちは、リサイクルはすべて何でもリソースを節約するしゴミを減らすからいいものだ、と考えがちだ¹⁶⁰³。もちろん 12 章で見たように、原材料、特にどこにでもある石、砂、砂利のような素材については、別に心配する必要はないだろう。でも木材や紙についてもそんなに気にかける必要はない。どちらも再生可能な資源だからだ。

また、アメリカの 21 世紀のゴミすべてがオクラハマ州のウッドワード郡のごく一部でしかない埋め立て地一つに収まるなら、ゴミを減らすためにリサイクルをするというのが、リソースの賢明な投資といえるかどうかについても検討すべきだろう。焼却炉で古紙を燃やし、その熱を活用しつつ木をもっと伐採するほうが、古紙を収集・分別して準備しフィルタリングするのにエネルギーを使うよりもリソースをたくさん節約できるかもしれない。新しい研究によれば、新しい紙を生産するより古紙をリサイクルする方が実はコストが高いらしい¹⁶⁰⁴。

社会全体についての分析が概ね示しているのは、リサイクルは民間の経済性から見ると引き合わないけれど社会全体を考えれば収支トントンだということだ¹⁶⁰⁵。これはつまり、最近のリサイクル水準は合理的だという証拠として見ることはできる。でも、これ以上あんまり無理してリサイクルを増やすべきじゃない、ということにもなりそうだ¹⁶⁰⁶。

第 21 章

第 IV 部の結論:公害の負担は減りつつある

公害は、人類の福祉を台無しにしつつあるわけじゃない。それどころか公害の負担は先進国では激減してきた。大気汚染について言えば、改善は議論の余地がない。人類の健康は鉛と粒子状物質濃度の低下により、ものすごい恩恵を受けている。一般的な直感とは裏腹に、1585 年以来、ロンドンが今ほどきれいだった試しはない。

だが、屋内の空気汚染はほとんど変わっていない。これは個人の責任によるところがずっと大きい。特に喫煙との関係が一番大きい。ぜん息の件数は増加したけれど、これはもっぱらぼくたちが実に上手に家を密閉し、室内で過ごす時間がはるかに長くなったからだ。ぜん息の件数増加は大気汚染とは何の関係もない。

大気汚染は発展途上国において悪化している。これは主に急激な経済成長のためだ。でも発展途上国は先進国が 100–200 年前にやったのと同じトレードオフをしているにすぎない。長期的な視点で問題を検討すれば、環境と経済的繁栄は対立する概念ではなく、むしろお互いを補いあう存在だ。適切な環境保全がなければ経済成長は衰えてしまう。が、環境保護は経済発展なくしては負担しきれない。つまり、世界の発展途上国の所得向上が実現されれば、かれらも先進国におけるぼくたちがやったのと同じように、もっときれいな環境を好むようになるし、それを手に入れるだけの財力も得られる。

また、数多くの深刻な環境問題は、大したことがないとわかった。酸性雨は、1980 年代には森林を破壊すると思われていたけれど、実は森の成長にほとんど影響を与えないとわかった。ただし脆弱な湖には被害を与えただろうけれど。海は極端な被害はまったく受けておらず、湾岸戦争やエクソン・バルディーズ号座礁事故ですら、どうやら永続するような損害なんか起こしていない。

湾岸水域の水質は、人間と関係した部分ではまちがいなく向上した。でも世界の多くの湾岸地域は栄養素の流入が増えてきている。これは水棲生物にとって有害となる低酸素状

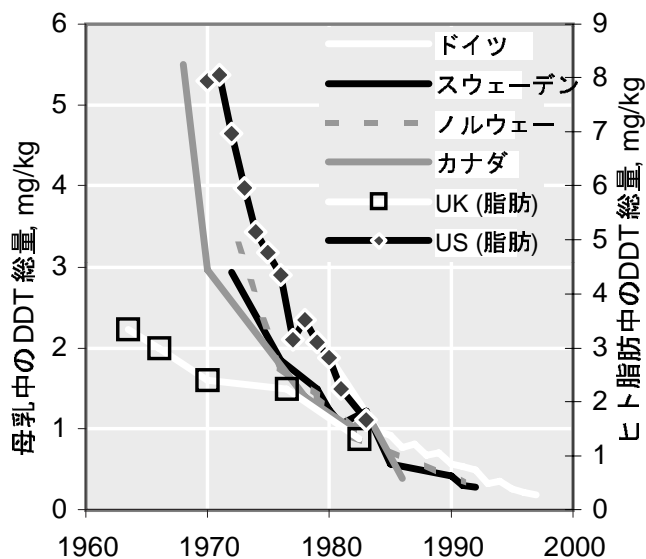


図 116: 各国における母乳や脂肪中の DDT 濃度, 1963-97. 出所: Smith 1999a, Schade and Heinzow 1998, CEQ 1989:417, Bernstam 1995:510, HSDB 2000.¹⁶⁰⁷

態、あるいは酸素欠乏の増加に貢献している。こういう問題の大部分は、肥料が簡単に手に入るようになったことから生じている。肥料は緑の革命をもたらし、はるかに狭い土地で世界を養えるようにしてくれて、結果として森林などの自然生息地に対する圧力をすさまじく低下させている。こうして見ると栄養過剰は、ぼくたちが人間の食糧確保に成功し、同時に大量の森林生息地を確保するのに成功したことのツケを、海洋生命体に払わせているということになる。

十分なリソースを使えば、確かに低酸素状態を改善はできる。だが、それがぼくたちの限られたリソースの使い道として一番賢明なものだろうか、という疑問は残る。メキシコ湾でぼくたちは、酸素欠乏を改善してたくさんの海底生命体を救える。でもこれをやるには年間 20 億ドル以上のお金がかかる。20 億ドル使って何かよいことをしようという話なら、それだけの金があれば第三世界の人々を最低 3 千万人救えることを考えるべきだろう。

河川は全般に、ほとんどどんな指標を見ても改善された。ライン川、テムズ川、ニューヨーク港の溶存酸素量が上昇し、20-40 年前よりずっと多様な動植物を養っていることも見てきた。最後に「ゴミ処理の危機」は 1980 年代のお化けでしかなかった。ゴミの量が増え続け、アメリカの人口がこれから 100 年間で倍増しても、21 世紀のアメリカのゴミは全部、一辺 29km 以下の正方形の埋め立て地におさまってしまう これはちょうど

オクラホマ州ウッドワード郡の 26 パーセントでしかない面積だ。

人類にとっての汚染負荷量は、都市（の大気汚染）でも海洋、大陸、河川でも減少している。多くの指標の一つとして、これは人の脂肪や母乳中の DDT 濃度を低下させている。図 116を見ると、総 DDT は最低でも 60 パーセント、時には 93 パーセント以上も低下した様子がわかる。減少は PCB や HCB など多くの指標によって裏付けられている¹⁶⁰⁸。脂肪から PCB が検出されたアメリカ人の比率は、1972 年から 1983 年にかけて 68 パーセントからたった 9 パーセントまで下がった¹⁶⁰⁹。これはとても重要だ。新しい調査によれば、母乳中の PCB 濃度が高いと、子供の学力が低下し、IQ が下がる可能性があるからだ¹⁶¹⁰。同じくダイオキシンの値は低下している。最新の EU 報告によれば、「EU 加盟国でダイオキシン汚染は、毎年 9 パーセントから 12 パーセント減っている」。さらに母乳内の濃度は年間 8 パーセント下がり、血液中濃度は年間 12 パーセント下がっている¹⁶¹¹。

ぼくたちはいかに人類の進歩が驚異的だったかを見てきた。食料だろうと、原材料、エネルギーだろうと、リソース不足は当分やってこないようだし、生産と福祉の向上継続に対する深刻な問題も見えてきていない。第 IV 部では、公害による問題を見ても経済成長が地球を破壊しつつあると信じる理由はないことを見てきた。それどころかその正反対だ。重要な問題の大部分については、公害は減らせたし、環境の質は向上した。こういった分野でも、世界は暮らすのにずっとよい場所になった。

でも、ここ何年間かで論争されてきた大きな環境問題も検討する必要がある。地球温暖化による気候変動、化学物質の負荷量増大、オゾンホール、生物の多様性の喪失は、人類の繁栄に問題を投げかけ、深刻な危機をもたらすだろうか？

第 V 部

明日の問題

第 22 章

化学物質がこわい

『タイム』誌選出の、20 世紀で最も影響力のあった人 100 人中の 1 人に選ばれたレイチェル・カーソンは¹⁶¹²、1962 年「沈黙の春」によって人々の環境意識を高揚させた¹⁶¹³。この本で彼女は DDT のような殺虫剤が地球をだめにして、鳥たちがさえずることのない沈黙の春をもたらす可能性がある¹⁶¹⁴と述べた。彼女の未来についてのビジョンは以下の通りだ。

ところが、あるときどういう呪いを受けたのか、暗い影があたりにしのびよった。いままで見たことも聞いたこともないことが起こりだした。若鶏はわけのわからぬ病気にかかり牛も羊も病気になって死んだ。どこへ行っても、死の影。農夫たちは、どこのだれが病気になったという話で持ちきり。町の医者も、見たこともない病気が後から後へと出てくるのにとまどうばかりだった。そのうち、突然死ぬ人も出てきた。何が原因か、わからない。大人だけではない。子供も死んだ。元気よく遊んでいると思った子供が急に気分が悪くなり、二、三時間後にはもう冷たくなっていた¹⁶¹⁴。

死の影、悪魔の呪縛こそが化学物質の時代の始まりだ。「有史以来、今までだれも経験しなかった宿命を、私たちは背負わされている。いまや、人間という人間は、母の体内に宿ったときから年老いて死ぬまで、危険な化学薬品との接触を運命づけられている¹⁶¹⁵」。

この化学物質による一大異変の主張は怒濤のベストセラーとなり、そのメッセージはアメリカ国外にも広く広まった¹⁶¹⁶。このメッセージというのは化学物質が鳥や蜂に害を与えるというだけのお話じゃない。引用から明らかなように、むしろぼくたちやその子供たちを殺すかもしれないという話なのだ。このメッセージがカーソンの遺産であり、環境運動の主要な根っこの一つとなっている。つまり化学物質のこわさ、だ¹⁶¹⁷。

彼女の化学物質、特に農薬　彼女はこれを仰々しく「死の霊薬¹⁶¹⁸」と名付けたへのこだわりは、その後新聞の一面を飾る延々と続く化学物質への怯えの背景を確立した

1619。ラブカナルやタイムス・ビーチのような最も悪名高い懸念事項は、人気のある偶像となったのだ。それらの科学的な根拠は、後にいささか怪しいものとなったにも関わらず¹⁶²⁰。

カーソンは化学物質が動物や人間にさまざまな影響を及ぼすことを指摘したけれど、その影響として文句なしに断トツはガンで、これは彼女が最終章のタイトルにしたように「4人に1人」を死に至らしめるとされた¹⁶²¹。カーソンは、農薬利用の増加と高まるガンの発生率との関連の可能性を指摘し、ガン問題を世間の注目の旗印にした。こうした関心と、無数の新しいガン研究と、官庁としての独立を求めて苦闘していた設立初期のアメリカ EPA とが組合わさって、ガンは環境規制の主要領域の一つになった¹⁶²²。

これは「環境」と「ガン」、「殺虫剤」を奇妙に融合させ、それが今日に至っている。2000年2月のアメリカの自然保護連盟有権者教育基金が行った、アメリカ人の環境意識についての世論調査では、環境保護の最優先事項5つのうちの3つが有毒物質の規制に関連していた。つまり飲料水、有害廃棄物、殺虫剤の規制だ¹⁶²³。他の2つ、きれいな空気と清潔な河川のうち、きれいな空気はガンによる死への関心を通じて、有害物質規制と多少は関連しているのは間違いない。ギャラップ世論調査も1990年代には一貫して、有毒廃棄物と大気・水質汚染が重要な環境問題だと思われることを示し続けていた¹⁶²⁴。

結果はお互いに絡み合い、相互に強化しあっている。あれやこれやのためにガンになると主張しているガンの研究がますます耳に入るようになり、ガン発生率がますます増えていると耳にする。だから現代世界ではガンが爆発的に増大しているんだと思いきみがちだ。その結果として、やっぱり環境はどんどん悪化しているんだとさらに確信を深めるようになる。逆の場合もある。定番話についての背景知識が増えて、環境がどんどん悪化していると聞かされるにつれて、ガンの話も真実味が増してくるってわけだ。

メディアはガンの大流行についての話であふれている¹⁶²⁵。『トータルヘルス』誌は、人々は「現代のガンの大流行¹⁶²⁶」から救われるべきだと主張。『アメリカ公衆衛生ジャーナル』に載った論文で、著者たちは、ガンへの晒され方は様々であり、統計も解読がむずかしいけれど、「アメリカでガンの爆発的増大が起こっているのは確実だ¹⁶²⁷」と自信たっぷりに述べている。WHO（世界保健機関）の事務局長グロ・ハーレム・ブルントラントさえ、「ガンのような非伝染性の新興の病気の大潮流¹⁶²⁸」のためにWHOにもっと資金をよこせと主張せずにはいられなかった。そして『ミッドライフウーマン』誌は「ガンの爆発的増大が世界中で猛威を振り続けている」とほとんど読者を怒鳴りつける¹⁶²⁹。

そしてこのガンの爆発的増大は、環境における農薬汚染の進行が原因ということになっている。『セラクラブ』は疑問を發してすぐにそれに自分で答えている。「なぜこんなに多くの人々がガンになるのか？ 一つの理由は大気や水系へ何百万ポンドもの発ガン性化

学物質の放出が合法的に許可されていることかもしれない¹⁶³⁰。『ミッドライフウーマン』誌は「このようなガンや感染症、免疫系障害（ぜん息、アレルギー、狼瘡）の発生率増加は、私たちの環境がますます汚染されているせいだ¹⁶³¹」と自信たっぷりに述べる。『環境マガジン』は、有機栽培による食物がすばらしいのは、従来の育て方の作物に比べてミネラルを倍も含むことだけでなく（これはまちがっている¹⁶³²）、「これらはアメリカ環境保護局（EPA）が3番目のガン要因と評価した農薬を使ってないから¹⁶³³」だ（これもまちがい。後述）と語っている。

農薬がガンを爆発的に増大させているという発想が一番はっきりまとまっているのは、第I部でも採りあげた、コーネル大学のピメンテル教授の有名な論文だろう。かれは論文の冒頭で、タバコや栄養不良の圧倒的な影響をまったく考慮せず、自信たっぷりにこう述べている：「我々の計算によると、世界の死亡の推計40パーセントが環境要因に起因するものである。特に有機および化学物質による汚染が原因だ¹⁶³⁴」。『サイコロジートゥデイ』誌では、この研究のメッセージがもっと簡潔に繰り返されている。「世界中の死亡の40パーセントは、公害など環境要因のためだ¹⁶³⁵」。疾病制御センター（Centers for Disease Control）のニュースレターでは、ピメンテルの論文は箇条書きの一項目としてまとめられている：増加する公害は「ある避けがたい結論を示している：地球の生活はわれわれを殺しつつある¹⁶³⁶」。

この情報の連打のおかげで、最も重要な健康の決定要因は自分自身の行動ではなく、環境からの影響なのだみんな信じこんでしまったのも無理はない。1990年から始まった世論調査で、アメリカ人は健康について2択で尋ねられた。「大気汚染、水質汚染、化学物質の廃棄物処理などのような環境に関する原因」あるいは「食事、喫煙、飲酒、ストレスなどの種類の個人の習慣」、どちらのほうが「人の健康を害するという点で」深刻か¹⁶³⁷。44パーセントが環境のほうが重要と答え、個人の習慣を選んだのはたった34パーセント¹⁶³⁸。さらに環境が主な健康決定要素だと信じている人々の数は、1985年には38パーセントだったのが上昇しているのだ¹⁶³⁹。

ぼくたちは環境が健康に対しておそらくは最大の影響を及ぼしていると確信している。ガンは疫病並に爆発的に増大しつつあると信じこんでいる。そしてこの相当部分は、環境を汚染する各種の化学物質のせいだと認識している。

ところが証拠はこんな各種の「定番話」の神話をまったく裏付けていないのだ。

22.1 ガン：死

ガンはおそらく西側社会が一番こわがっている病気だ¹⁶⁴⁰。だからガンに多くの思いこみがつきまとうのも、驚くべきことじゃない。最も広まった思いこみは、ガンが爆発的増

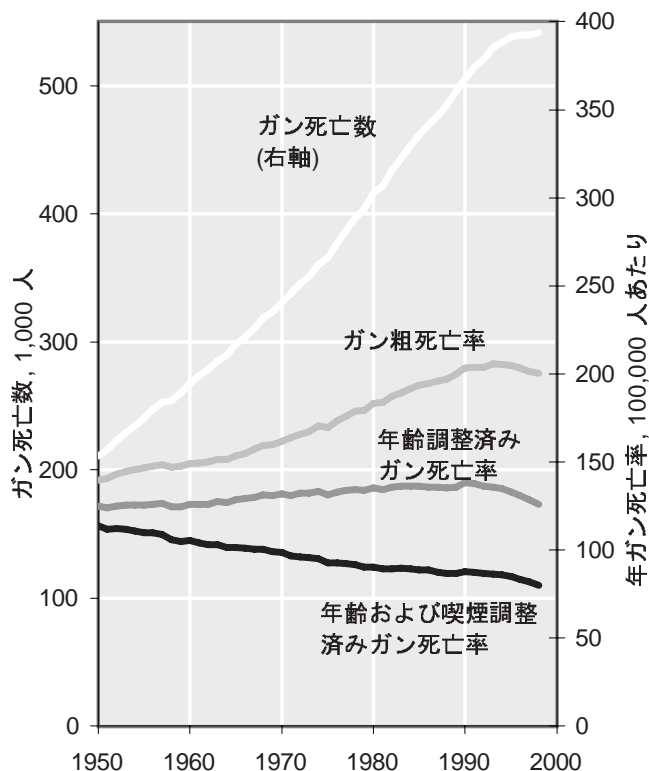


図 117: アメリカのガン死亡率, 1950-98。総ガン死亡者数、ガン粗死亡率、年齢補正済みの死亡率、年齢や喫煙補正済みの死亡率を表示。全てのガンを含む。年齢は世界標準人口に補正。出所: WHO 2000d, CDC 2001a, HHS 1997:77, 140, Peto et al. 1992, 1994.

大しているという考えだ。

ガンについての議論で困るのは、恐ろしげに聞こえる数字を見つけるのはいとも簡単ってことだ。図 117では、アメリカのガンによる死亡率をいろんな方法で示している。まず、死亡者総数を見てやろうか。1950年にはガンで約 211,000 人が亡くなっているが、1998年には 540,000 人以上がガンで死んでしまった。150 パーセント以上の増加だ。でももちろん、これと並行してアメリカの総人口だって急激に増えている¹⁶⁴¹。人口が倍増したら、当然ながらガン死亡者数も倍増するだろうし、それで特に恐ろしいってこともない。

だからガンの問題を見るには、比率を見るほうが正しい。一般的には 10 万人あたりのガン死亡者数を見てやる。図 117では、死亡率が 1950 年から現在にかけて 140 人から 200 人に増えたことがわかる。つまり、1950 年より 1998 年の方が、ガンによる年間死亡者数が 10 万人あたり 60 人多い。ガンの頻度が 43 パーセント増えたわけだ。

実は 1900 年までさかのぼると、毎年 10 万人あたりのガン死亡者数はたった 64 人だった。だから今日では、10 万人あたり 136 人以上もガン死亡者が増えている。213 パーセ

ントの増大だ¹⁶⁴²。でもだからと言って、20世紀にはガンが爆発的に増大したと結論づける前に、今世紀に起こった他のことについても考える必要がある。

ガンはもっぱら高齢者の疾患だ。ガンになるリスクは生まれてから25歳までは10万人あたりざっと4人だ。25歳からの10年間では、それが3倍の12人になる。その後も10年ごとに約3倍ずつになり、50歳頃では400人、50歳からの20年間でさらに3倍くらいの1,350人になる¹⁶⁴³。つまり人口が高齢化するとガン死亡者数も増える。だから実際には、何も驚くことじゃないのだ。1900年には、若者が結核だのインフルエンザだの肺炎だのといった感染症で死んでいた（p. 79の図20を参照）。今日では、まさに人がそういう感染症で死ななくなったために長生きするようになり、そして遅かれ早かれ人は何かの原因で死ぬので、心臓疾患やガンで死ぬ人はいやでも増える。1900年のアメリカの平均年齢は26歳だ。1998年にはそれが36歳になっている¹⁶⁴⁴。

つまり人口が高齢化してるんだから、ガンが増えているのは別にリスクが高まったわけじゃなくて、単に感染症で死なない人が増えて、ガンのリスクが高まる年齢層まで生き延びる人が多くなっただけかもしれない。この問題は、ガン発生率を年齢で補正すれば解決できる。つまり人口の年齢構成が同じだったらガン死亡率はどうなったかを考えるわけだ。ふつうは、1970年のアメリカの人口構成と（国同士の比較がわかりやすいように）世界の人口構成を基準にする。図117では年齢補正済みのガン死亡率を見ている。これは人口の配分が世界の一般的な年齢構成と同じだった場合のアメリカのガン死亡率だ。これを見ると、年齢補正済みガン発生率はほんのちょっとしか上がっていない。125人だったのが1983年には136人になり、1998年に126人に戻った。つまり最初は9パーセント上昇し、いまでは1パーセント上昇しただけだ。それでももちろん、ガンは本当に増えているわけだ。年齢補正後でも毎年ガンのせいで死ぬ人はまだ1パーセント増えている。

でも、年齢補正済みのガン発生率がわずかに増えている圧倒的な理由は、肺ガンの急増加で、これはご存じのようにもっぱら喫煙の増加のためだ¹⁶⁴⁵。WHOは非喫煙者のガン発生率を使って、喫煙による肺ガンやその他ガン患者数を推計した。今日肺ガンの圧倒的な大部分（約91パーセント）は喫煙のせいだ¹⁶⁴⁶。喫煙による肺ガンは、喫煙によるガン総数の約70パーセントを占める¹⁶⁴⁷。つまり、年齢補正済みのガン発生率から喫煙によるガンを除外すると、人口の高齢化と過去の喫煙パターンをどちらも考慮したガン発生率が得られる。この最終的な比率を図117に示した。これはつまり人口が高齢化せず、だれも喫煙しない場合のアメリカのガン発生率だ。結果を見ると、1950年から1998年にかけて、ガンによる死亡は大幅に約30パーセントも減っている。

同時に他の原因による死亡も減っている。特に血管の病気による死亡は減った。これが平均寿命がのびている理由だ。1955年から1995年にかけて、アメリカではガン以外の

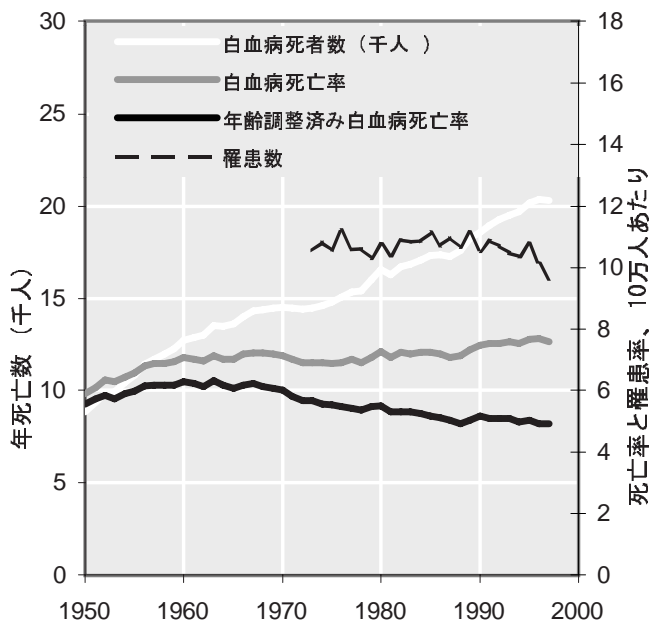


図 118: アメリカの白血病による死亡率と発生率 (ガン の 発 症) 1950–1997。総死亡者数、ガンによる粗死亡率、年齢補正済み死亡率と発生率を示す。年齢補正は世界の標準人口にあわせた。発生率についてはアメリカ 1970 年の人口構成にあわせた。出所: WHO 2000d, SEER2000b。

死因すべてについて、年齢補正済みリスクは男性について 40 パーセント、女性では 45 パーセント下がっている¹⁶⁴⁸。先進国全体でガン以外の死亡率の減少は、男性で 37 パーセント、女性で 47 パーセントになる¹⁶⁴⁹。

まとめると、証拠が一貫して示しているのは、タバコを吸わない人たちはガンによる死亡率も下がっているし、その他の病気による死亡率もどんどん下がっているってことだ。ガンの爆発的増大なんか起きてないのだ。

だからガンについての不安を見るときは、それが単に絶対数や補正していない比率のような誤った統計に基づいていないことを確認するのが重要だ。ところが、今はそれが標準のやり口になっちゃってる。レイチェル・カーソンが 1950 年から 1960 年での白血病の「不穏な増加」を心配したときにやったのも、まさにこれだ¹⁶⁵⁰。ここで彼女は要するに、1950 年の 8,845 人と 1960 年の 12,725 人の死亡者数を比べている 43 パーセントの上昇だ¹⁶⁵¹。これも図 118 に示しておいた。彼女の主張は、ここには年間 4–5 パーセントの絶対死亡者数増加が見られます、ということだった (実はこれは計算まちがいで、実際には年 3.7 パーセントになるけど)。彼女は修辭的にこんな質問を投げかける。「これはいったいどういうことなのだろうか？ わたしたちの環境にかつてなかった、いかなる致死性の物質や物質群に人々はますます頻繁にさらされるようになっているのだろうか？¹⁶⁵²」

自分の主張を裏付けるべく、彼女は粗死亡率の推計も挙げていて、これは 1950 年から

1960年までで20パーセントの増加が見られる。でももちろん彼女は年齢補正済みの死亡率を用いて議論をすべきだ。そうするとこれは13パーセントの増加になって、さっきよりは心配なくていい数字になる。その先の年について見てやると（まあこれはカーソンには不可能なことではあるけど）、白血病による死亡率は1974年には1950年の水準に戻ったし、1997年までにさらに11パーセント減少を見せた。じつは1973年にモニタリングが開始されて以来、発生率（ガンの発症）は9パーセントほど減少している。

白血病の原因は相変わらずはっきりしない部分があるけれど、命を奪う合成化学物質だけに注目するカーソンは、どうも的はずれだったようだ¹⁶⁵³。実際にはどうも、白血病の発生は二段構えのプロセスらしい。まず、非常にまれな染色体の組換えが子宮内で起こる。これは遺伝子転写を妨害する化学物質によって生じることもあるけれど、そういう化学物質の多くはごくふつうのものだ。生殖器イボの治療に用いられる樹脂、漢方薬、醤油のゲニステイン、赤ワインやタマネギや他の食べ物の風味物質、そしてベンジンやキノリン抗生物質のような合成物などだ¹⁶⁵⁴。さらに、アルコールの代謝産物は染色体の組換えのきっかけとなることができるようだ。これで妊娠中の飲酒と白血病との間に観察される相関が説明できる。

さらにもう一つきっかけとなる要因が必要で、ここで珍しい感染が関係してくることを多くの研究が示している。人口密度が高い地域のほうが白血病が多い¹⁶⁵⁵。さらに人口の混ざり具合が高いところのほうで、白血病が増加している。有名な研究によると、第二次世界大戦中にイギリスで都会の人々が田舎へ疎開させられると、都会人の滞在が増えたところほど地方部での白血病比率が上がった（おそらく感染の機会が増えたんだろう）¹⁶⁵⁶。つまりカーソンの指摘する1950年から1960年までの白血病の増加は、アメリカの都市化進行（1950年からの10年間で64パーセントから70パーセントへ上昇）の結果でしかなかったかもしれない¹⁶⁵⁷。

図119でアメリカの主要なガンを見ると、最も明らかなのは肺ガン件数の多さだ。特に男性の肺ガンがひどい。男性にとって肺ガンは、1953年以来ガンの最大の原因となっている。女性では1986年に肺ガンは乳ガンを上回った。肺ガンの増加は喫煙と強く関連している。それぞれ100万人以上を対象とした世界最大のガン研究2つからわかっているのは、非喫煙者の肺ガン発生率は実に低く安定しているってことだ¹⁶⁵⁸。実は喫煙者は平均して、肺ガンのリスクが10倍上がるし、またその肺ガンによる死亡率も、喫煙者の男性は一度もタバコを吸ったことがない男性に比べて23倍も高い。女性の喫煙者の場合は、肺ガン死亡率が非喫煙女性に比べ13倍になる¹⁶⁵⁹。

同時に、今世紀の初頭で喫煙はすさまじく増えた。タバコの消費は1900年代から1960年代にかけて、年間一人当たり54本から4,345本に増え、その後は減って1998年に2,261

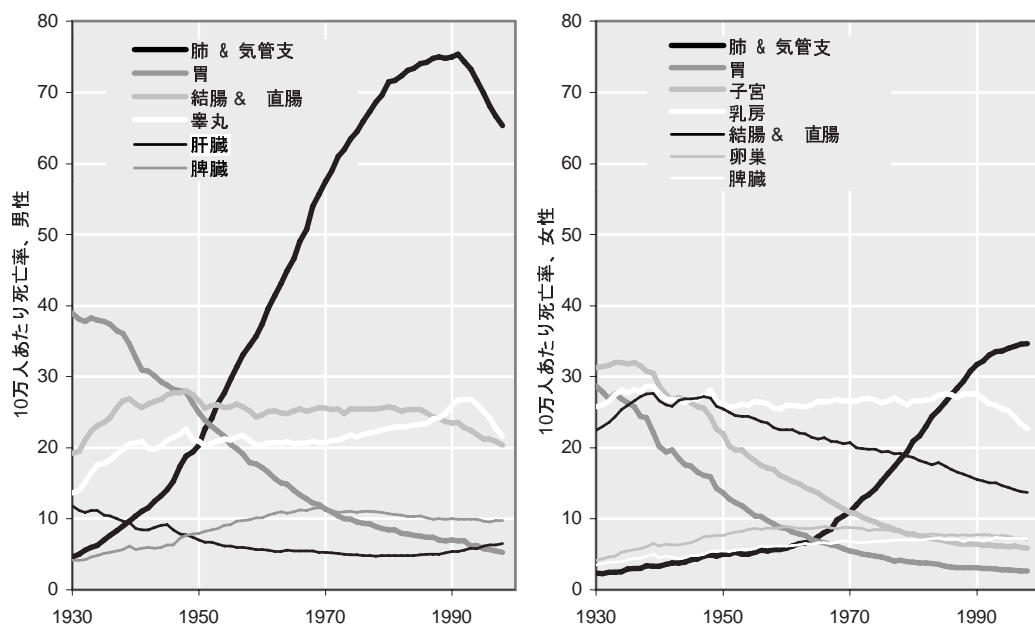


図 119: アメリカの男女別年齢補正済み癌死亡率、1930-98。1970 年のアメリカの人口構成で年齢補正。出所: ACS1999、CDC2000b、2001a。

本になった (1942 年と同水準)¹⁶⁶⁰。喫煙者比率は 1965 年の 42 パーセントから 1997 年で 25 パーセントと低下 男性の喫煙者比率は 1955 年の 54 パーセントから 1997 年に 28 パーセントまで一貫して下がったのに対し、女性喫煙者比率は 1995 年に 24 パーセントだったのが 1965 年に 35 パーセントまで上がり、その後は下って 1997 年に 22 パーセントとなった¹⁶⁶¹。

この情報を使って、アメリカの男女別タバコ消費のおおざっぱな目安を作ってみたのが図 120だ。ガン死亡率の曲線とあわせて見ると、これは喫煙のすさまじい影響を示している。男性は今世紀初期にタバコを吸い始め、それが 1960 年頃に頂点に達し、(非喫煙者を含むすべての男性を平均して) 平均一日 16 本以上のたばこを吸っていた。男性の肺ガン発生率も(非喫煙者を含め) 10 万人あたり 5 人ほどだったのが 1991 年の最高 75 人にまで増え、それ以降は減っている。女性は男性ほどはタバコを吸わず、1970 年半ばの一日 9 本が最高値で、その後は減っている。女性の肺ガン発生率は、1950 年には 10 万人あたり 2.3 人だったのが 34 人以上に増え、まだ頭打ちになっていないけれど、でもじきにそうなるだろう。

女性にとって二番目に重要なガンは乳ガンだ。これまた、乳ガンによる死亡が爆発的に増えているという、えらく広まった神話がある。ある通俗記事は「乳ガンとすべての生殖器系のガンは 300 パーセントも増えた¹⁶⁶³」と述べる。ところが絶対数で見た場合ですら、この主張を裏付ける証拠はない。1950 年から 1998 年にかけて、年間の乳ガン件数は

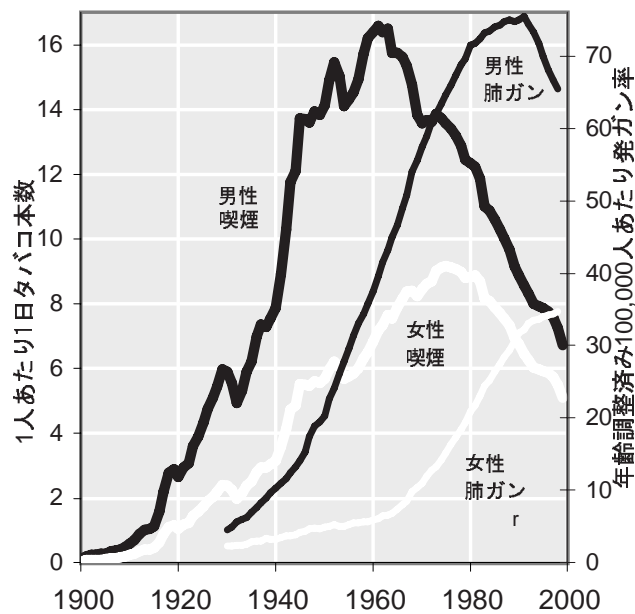


図 120: アメリカの男女性全成人のタバコ消費量、1900–99, および男女別肺ガンと気管支ガン発生率、1930–98¹⁶⁶²。出所: CDC 1997b:6–7, 8, 21, 35, 2000b, 2001a, ERS 2000a:41, ACS 1999。

19,000 人から 42,000 人になった。つまり 120 パーセントの増加だ¹⁶⁶⁴。でも、すでに見てきたとおり、絶対数を見るのはあまり参考になる見方じゃない。一つには、アメリカの女性の数は 1950 年に比べて 58 パーセントも増えているし、またもう一つの理由として人口は高齢化していて、乳ガンのリスクは年齢に伴いすさまじく上昇するからだ¹⁶⁶⁵。

図 119 で年齢補正済みの乳ガン死亡率を見るなら、爆発的には増えていないことははっきりしている。それどころか死亡率は 1990 年までずっと、10 万人中 25 から 27 人でほぼ安定している（発生率については少し後で見よう。）とはいえ、1960 年から 1990 年にかけて、図 121 でもわかるように、死亡率はたった 6 パーセントほどとはいえ増えている。年齢以外にも、ほかの危険要因がいろいろわかっているのだから、これは驚くほどのことじゃない¹⁶⁶⁶。最も重要な要因は、高齢出産と少子化だ。30 歳以上で臨月を迎え初産した女性、あるいは子供のいない女性は、20 歳以前に妊娠した女性の 2–3 倍リスクが高い¹⁶⁶⁷。そして 1960 年以来、母親の初産年齢の中央値は 21.15 歳から約 25 歳に上がっている。教育やキャリアのために出産を遅らせる女性がどんどん増えているからだ¹⁶⁶⁸。

出産が遅くなったこと以外にも、女性が産む子供の数が減ると、乳ガンになるリスクは上がるようだ。そして 1960 年から 1975 年まで女性一人あたり平均の子供数は、図 121 でわかるように減少した。（軸が逆さになっていることに注意）。ふつうの母親に対する女の子の赤ん坊の数（総出生率 gross fertility rate）は 1960 年に 1.8 人だったのが 1976 年に

は 0.85 人に下がり、それ以来女性一人当たりほぼ 1 人の赤ん坊で安定している。

最後に、乳ガンリスクは体重とともに増加する¹⁶⁶⁹。そしてアメリカ女性のうち肥満者の割合は劇的に上昇している。1960–1962 年の初の全米健康調査では、女性全体のたった 14.9 パーセントが肥満とされた。でも 1988–1994 年にかけての 4 回目の調査では、その割合は 25.1 パーセントに上がったのだ¹⁶⁷⁰。

アルコールなど、その他の危険因子もおそらく乳ガンのリスクを増やすはずだ。けれども飲酒量の上昇に関する証拠はあいまいで矛盾している¹⁶⁷¹。ストレスは乳ガンを増やさないようだ¹⁶⁷²。どうも未熟児で生まれた女性はリスクが高めのようで、今は早産の赤ん坊が生き残るようになったからこれも乳ガン死亡率を押し上げる¹⁶⁷³。また遺伝もからんでくる（姉妹と母親のどちらも乳ガンなら、その人の乳ガンリスクは 6 倍に増える）¹⁶⁷⁴ けれど、遺伝で説明がつくのは 5–10 パーセント程度で、遺伝的な変化が過去 40 年間の乳ガンリスクを左右したとは考えられない。

まとめとして 1990 年にいたるまでの乳ガン死亡率のほんのわずかな増加は、高齢出産化、少子化、女性の肥満によって十分に説明できる。これらはすべて個人の決定に関係する要因であり、致命的な化学物質が環境に出てきた作用ではない。1980 年代半ば以来、タモキシフェン治療と組み合わせて乳組織の定期的なスクリーニングがアメリカ、イギリス、カナダで行われるようになり、これはどこでも乳ガンの死亡率をかなり低下させている¹⁶⁷⁵。新しい総括研究は、最近の乳ガン死亡率低下は続くだろうと結論づけている¹⁶⁷⁶。

図 119 で最近になって増加している主なガンリスクは、1950 年以來 8 パーセントほど増えている男性の前立腺ガンだ。前立腺ガンは基本的に高齢者の疾患で、前立腺ガンと診断された人のメジアン年齢は 72 歳だ¹⁶⁷⁷。多くのさまざまな要因が有意らしくて、特に研究によると、動物性脂肪の摂取増加と前立腺ガンのリスク上昇とはかなりしっかりした相関があるようだ¹⁶⁷⁸。まだ断定はされていないものの、NIH の概要では「前立腺ガンの発生において食生活が重要な役割を果たしているという証拠はここ 10 年にわたって増えてきている¹⁶⁷⁹」。

さらに、新しい試験方法、前立腺特異抗原（PSA）テストが 1987 年に導入され、急速に広まっている。この試験は多くの潜在的な前立腺ガンの発見につながり、その結果前立腺ガンのせいではないのに前立腺ガンだと死因を誤診するケースが増えている。1999 年の米国立ガン研究所の研究は、最近の前立腺ガン死亡率の急激な上下動の原因はこれだろうと指摘している¹⁶⁸⁰。でも PSA の採用は、長期的には前立腺ガンの死亡率を減らすだろう¹⁶⁸¹。

残りの主なガンの死亡率は、図 119 で明らかなように、おおむね下がっているし、中に

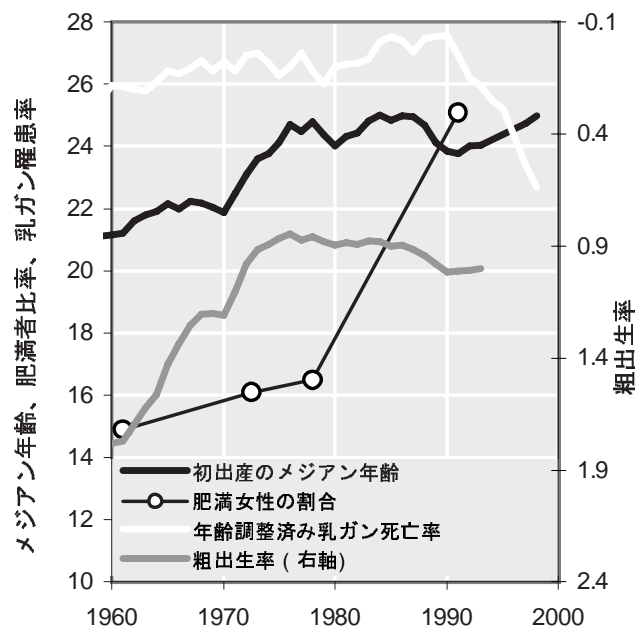


図 121: 乳ガンのリスク要因、1960–98；女性の初産年齢の中間値、総出生率（母親から生まれる女の子の平均数）と人口中の肥満率、および年齢補正済みの乳ガン発生率。出所: NCHS 1999a:223, 1999b:13, 6, Ventura et al. 1998:12, 2000:26, ACS1999, CDC2000b, 2001a.

は対象とした 70 年間を通じて一貫してすさまじく減っているものもある。男性の場合、結腸ガンと直腸ガンは 1948 年以来 26 パーセント減っている。一方、女性については 51 パーセントくらいの減少だ。さらに女性の子宮ガンは 81 パーセント減少している。一番すごいのは、胃がんが男女ともに減っていることで、男性 84 パーセント、女性 91 パーセントの減少だ。これは新鮮な果物や野菜がもっと簡単に入手できるようになったこと、冷蔵庫による食物貯蔵の改良、ヘリコバクターピロリ菌感染の減少を含む、食生活の改善に関係している可能性がいちばん高い¹⁶⁸²。

つまり、ガンによる年齢喫煙補正済み死亡率は低下している。死亡率が上がっている数少ない部位はちゃんと調べがついて、現在までに主要部位ほとんどで死亡率は下がっている¹⁶⁸³。こういう実態理解は、ガンの爆発的な増加を報じるよくある記事とはまるっきり違う。WHO 喫煙研究の筆頭著者は以下のように結論付けている：

先進国でガンによる死亡が増えているというよくある信念は、タバコの影響以外は思い込みにすぎない。多くの国でタバコによるガンの死は増え、ごく一部ではやっと減りはじめた。だが、喫煙によるガンの死亡を除くと、残りのガン死亡率はむしろ低下している。これは西欧、東欧、北アメリカでも疑問の余地なく事実である。「西側諸国」では、他の病気による死亡率はすさまじく下がっている。たい

ていの非喫煙者にとって、現代社会の健康上の便益は、新しい危険に勝るものだ。タバコはさておき（そして地域によっては HIV は別として）西側社会は目覚しく健康的な生活の場なのだ¹⁶⁸⁴。

ガン死亡率は下がっている。ヘルスケアを除けば、ガン死亡率のトレンドを決める一番重要な要因は、環境じゃなくて個人のライフスタイルの選択なのだ。

22.2 ガン：発生率

とはいえ、ガンについて心配したいなら、戦略はほかに二種類ある。つまりカーソンの「わたしたちの環境にかつてなかった、いかなる致死性の物質や物質群に人々はますます頻繁にさらされるようになってきているのだろうか？」¹⁶⁸⁵という質問を言い換えるためにガン統計を使うやり方が、もう二種類あるということだ。最初はガンの発生件数または発症件数を見ることで、もう一つは珍しいガンや特別なグループだけを見てやることだ。

まず発生件数を見てやろう。全米 SEER（米国ガン患者登録データベースからの疫学的調査結果）のガン調査プログラムが全米人口のおよそ 10–14 パーセントを対象として 1973 年に始まった¹⁶⁸⁶。1973 年以来、発生率は前立腺、乳房、女性生殖器のような主な発生部位の一部についてはすさまじく増えている¹⁶⁸⁷。図 122 は、全発生件数の 60 パーセント以上を占める上位 5 ヶ所のガン件数推移を示している¹⁶⁸⁸。これを見ると、乳ガンと前立腺ガンはどちらも発生率が過去 25 年間で明らかに上昇している。肺ガンと気管支ガンや女性の子宮ガンは、乳ガンや前立腺ガンよりちょっと少なめとはいえこれもまた増えている。結腸ガンと直腸ガンはちょっとずつ減ってきている。

これは憂慮すべき傾向を示しているのかな？ 例えば乳ガンについてもっと詳しく見てみよう。発生率は 1973 年以来 62 パーセント増えている。ところが、死亡率は 13 パーセント以上減っている。なぜだろう？ 米国ガン協会が指摘するように、発生率の上昇はほとんどが 1982 年から 1988 年に起きていて、この時期には年率 4 パーセントで増加している¹⁶⁹⁰。この大きな上昇は、ほとんどが乳房撮影によるスクリーニングの急速な増加のためだとされる。1980 年代初期には、40 歳以上の女性のうちスクリーニングを受けたのはたった 10–20 パーセントだったけれど、1992 年には少なくとも 60–70 パーセントが乳房撮影を受けている¹⁶⁹¹。

この期間中、2cm 以下の小腫瘍の発生率は倍以上に増えた。一方、3cm 以上の大腫瘍は 27 パーセント減っている。これはつまり、乳ガンの発見が前より早まったことを示している¹⁶⁹²。増加の相当部分是非浸潤性ガン（隣接組織に広がっていない初期のガン）だ

この非浸潤性ガンを除くと、1973 年からの増加率は 22 パーセンテージポイント下がる¹⁶⁹³。これらのガンのほとんどは、いわゆる非浸潤性の腺管ガン（DCIS）だ。これ

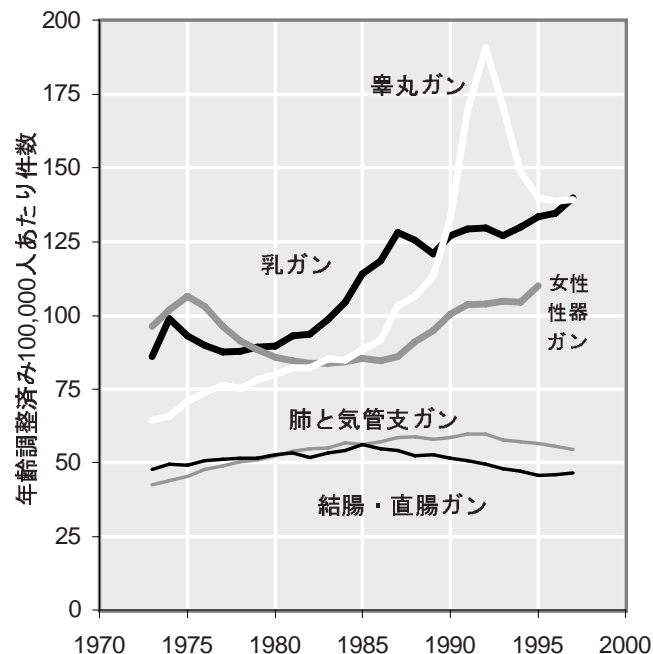


図 122: ガンになりやすい部位の年齢補正済みの発生リスク、1973-97。女性乳ガン、女性子宮ガン、男性前立腺ガン、男女双方の気管支ガンと結腸、直腸ガン。出所: SEER2000b.¹⁶⁸⁹

らは乳房撮影以外ではほとんど見つからない¹⁶⁹⁴。米国ガン協会の判断によるとこれは「より早期の治療可能な時期にガンを検出できるようになったことの反映である。発生件数が実際に増えているのではない¹⁶⁹⁵」。

ぼくたちはよく、8人に1人の女性が乳ガンになるといった話で心配する（囲みを参照）。でも本当にだいじなのはそんなことじゃない。早期発見と、厳密にはガンだけでも無害な胸のしこりの発見が増加したために、発生件数は上昇しているように見える¹⁶⁹⁶。でも、だからこそガンの多くの治療が間に合って、死亡率は下がっているわけだ。

8人に1人と他の生涯リスク

リスクとしてたぶん一番広まっているのは、「女性8人に1人が乳ガンになる」というものだろう。これは米国ガン協会によって1970年代初期から発表されている統計だ（ちなみに当時の率は16人に1人だったけど）¹⁶⁹⁷。この統計は、正しいには正しい。でもこれだけを説明なしに述べられると、それを自分の人生と関連づけるのがむずかしいので、しばしばこれは必要以上の心配のタネとなっている。8人に1人の女性が乳ガンになるというのは、8人の女性の誕生から死までを見てやると、その中で平均1人が乳ガンと診断されるってことだ。（どの女性も、それぞれの年代における現状の死亡リスクや事故・病気のリスクを経るものと想定していることに注意）。時には、この8人に1人というのはその

女性たちがほかの死亡原因を免れた場合の数字だ、と説明されることもあるけれど¹⁶⁹⁸、これはまちがっている。もちろんほかの死亡原因だって考慮してますとも¹⁶⁹⁹。

というわけで、統計は正しいけれど、でも認識すべきことが2つある。まず、この8人に1人というのは発生件数のことで、死亡ではないってこと。第二に、この8人に1人というのは生涯リスクなのに、みんな今現在のリスクだと誤解しているってことだ¹⁷⁰⁰。

発生件数じゃなくて死亡で見てやると、乳ガンによる女性の生涯死亡リスクは「たった」3.29 パーセント、あるいは30人に1人だ¹⁷⁰¹。そして今現在のリスクはどうかといえ、それはその人の年齢に大きく左右される。50歳以下で乳ガンができる女性は2パーセント(50人に1人)以下にすぎず、60歳以下で見てもリスクはまだたった4.24パーセント¹⁷⁰²。65歳以前の総死亡リスクは1.5パーセント(65人に1人)だ¹⁷⁰³。

それなのに8人に1人という統計は、女性の恐怖をすっかり乳ガンに集めてしまった。45–64歳の女性1,000人へのアンケート調査では、61パーセントがガン、特に乳ガンが一番こわがっている。実際に一番彼女たちの死因になりやすい病気、心臓病を恐れていたのはたった8パーセントだ¹⁷⁰⁴。人気がある女性誌4誌で乳ガンについての記事59本すべてを検討した研究者たちが発見したのは、20の記事が「8人に1人」の統計を使っているのに、説明をつけていたのは6つの記事だけ、ということだった¹⁷⁰⁵。さらに、そうした記事の中で採りあげられている女性の平均年齢は41歳だ。これはアメリカの乳ガン発症の一般的な年齢、65歳よりはるかに若い¹⁷⁰⁶。

8人に1人という数字を他のリスクの推計と比べると、危険なこととそうでないことが感覚的にわかりやすくなるだろう。ざっと10人のうち4人がガンになって、そのうち2人が死ぬ。女性は男性よりガンで死ぬ人は少ない。でも冠状動脈性心臓病になるリスクはだいたいガンと同じくらいで、死亡リスクはずっと高い。

女性の乳ガンと男性の前立腺ガンは、すべてのガン発生件数の3分の1以上を占めるけれど、死亡数で見るとたった7分の1でしかない。男も女も、死ぬのは肺や気管支のガンが一番可能性が高い。でも生涯で見ると、ガンになるより自動車事故にあって身体障害者となる可能性のほうが高い。ちなみに、敢えて言わせてもらえば、生涯の死亡リスクの総計は100パーセントだ。つまり問題は死ぬかどうかではなく、なぜそしていつ死ぬかってことだ。

もちろん、様々なリスクの時期は、生涯のリスクだけを見てもうまく把握できないし、同じく行動も大幅にリスクを変えうる(煙草を吸わないなら肺ガンによる生涯死亡リスクは、表5のものよりはるかに下がる)。

同じように前立腺ガンの116パーセントの上昇も、ほとんどが早期発見による増加だ。一つには、良性の前立腺の病気に対する手術が増えていて、その際に無症候性の前立腺腫瘍が偶然に見つかる¹⁷⁰⁸。針生検を指針とする経直腸的超音波断層法やCTスキャン、今まで述べてきたPSA血清試験などのおかげで発見率が上がった¹⁷⁰⁹。実は、まったく関係ない死因で死亡し、前立腺ガンの病歴がまったくない70歳男性の前立腺を調べてみ

表 5: 代表的な出来事の件数と死亡の生涯リスク (パーセント)。数字の出所や年次、計算方法は様々であり、おおざっぱな比較にしか使えない性質のものであることに注意。出所: SEER 1995a, Lawrie *et al.* 1999, NSC 1999:30, 80, USBC 1999a:14, NCHS 1999a:151.¹⁷⁰⁷

生涯リスク	男		女	
	発生率	死亡率	発生率	死亡率
ガン	42.80	23.94	37.56	20.53
肺ガン・気管支ガン	7.82	7.62	5.66	4.74
乳ガン	0.12	0.03	14.96	3.29
前立腺ガン	15.65	3.29	-	-
結腸・直腸ガン	5.76	2.45	5.50	2.43
皮膚ガン	1.66	0.34	1.19	0.20
自動車事故	48.02	1.69	38.95	0.87
自殺		1.67		0.41
他殺 (アメリカ)		0.60		0.21
他殺 (カナダ)		0.25		0.13
主要鬱病や躁鬱			20	
摂食障害			3	
冠動脈心臓疾患	48.6	30.9	31.7	31.9
パーキンソン病	2.5		2.5	
精神分裂病	1		1	

ると、25 パーセントが前立腺ガンだということを研究者たちは見つけた。つまり見つかっていないだけの。そしてたぶん無害かもしれない。前立腺ガンのプールはとても大きいということがわかる¹⁷¹⁰。それでも、発見が増えたというまさにそのこと自体が、おおむね前立腺ガンの早期発見につながり、結果として治療の可能性が上がり、図 119でわかるように死亡率を低下させている。

図 112の他の 3 つのガンには、みんなそんなに怯えないだろう。肺ガンと気管支ガン発生率の 28 パーセント増は、当然過ぎるくらいの結果だ。喫煙から来る肺ガンや気管支ガンによる死亡率は、男性については長期にわたって上昇してきたし、女性ではいまなお上昇しつつあるんだもの。結腸ガンや直腸ガンの発生率は 3 パーセントほど低下した。女性の子宮ガンは安定しているし、その中でも悪性ガンの比率は下がっている¹⁷¹¹。

ガン統計をネタに問題をひねり出すもう一つの戦略は、実に珍しいガンや、特別なグループについて検討することだ。特に、発生率がただの偶然にしても上昇していそうところを探すといい。1997 年 9 月、アメリカ環境庁は「子供のガン発生率が上昇しているの

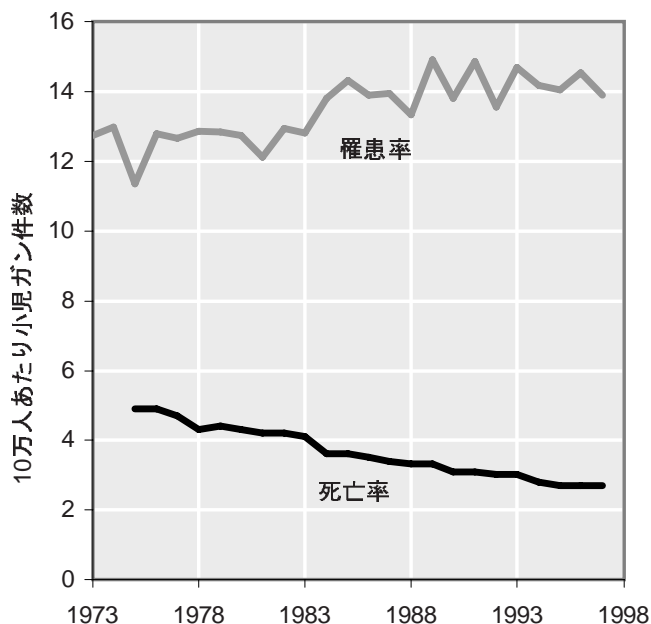


図 123: 小児ガンの年齢補正済み発生率と死亡率、0-14 歳、1973-97。出所: SEER 2000a:27, 2000b.

ではないかという懸念に動かされて¹⁷¹²」子供のがんと環境要因とのつながりの可能性を考える初の国際会議を開いた。レイチェル・カーソンに明らかにヒントを得た環境庁長官キャロル・M・ブラウナーは会議で以下のように指摘した。「私たちの子供たちが今生まれてくる世界は、ほんの数十年前にすらまるでなかったような、何万もの新しい化学物質を含んでいます。それも大気、水、家庭、食べ物に含まれているような物質です¹⁷¹³」。

でも、そもそも心配するような根拠ってあるの？ 図 123 が示しているのは、小児ガンの発生率が 9 パーセント増えたということだ。一方で死亡率は 45 パーセント下がった。国立ガン協会の最新のレビューで研究者たちは小児ガンの問題を検討したけれど、それはまさに、環境インパクトのおかげで小児ガン発生率が上がっているかもしれないというメディア報道から生じた世論の懸念のせいだった¹⁷¹⁴。結論は以下の通りだ。

主な小児ガンについての発生率に大きな変化はなく、発生率は 1980 年代半ば以来、比較的安定している。微増が見られた（中略）のは 1980 年代半ばに限られている。そのパターンから見て、この増加は診断技術の改善や、記録方法の変化を反映したものである見込みが高い。小児ガン死亡率の劇的な低下は、生存のための治療関連技術の改善を反映している¹⁷¹⁵。

皮膚ガンでも話は同じだ。ここでは発症率と死亡率のどちらも、実に 38 パーセントもの増加が見られ、衝撃的な感じだ。でも増加率じゃなくて、発生率や死亡率の実際の数字

を挙げたら、たぶん話はそんなに衝撃的には思えないだろう。皮膚ガンによる死亡率は、1973年には10万人あたり1.6人だったのが、1997年には10万人あたり2.2人に増えたというわけ¹⁷¹⁶。生涯リスクは、表5に示したように、たった0.2–0.34パーセント。そして増えた理由もまったくつまらないものだ。増加は主に、ぼくたちが日光浴の時間を増やし、外出するときに薄着になったからだ¹⁷¹⁷。(オゾン層とのごくわずかな関係については24章 p. 394で検討する)。

まとめると、喫煙による肺ガンはまあ別にして、ガンの爆発的増大を示唆するものはないようだ。年齢と喫煙補正済みの死亡率は減少している。発生率が上がっている場合でも、それは単に、スクリーニングがもっと頻繁かつ早期に行われて、死亡率を低下させていることを示しているにすぎない。

化学物質の「死の霊薬」がガンを増やし続けているという疑いに、根拠はまるでないようだ。むしろ逆なのだ。

国立ガン協会がガンについての総括で結論づけているのは以下の通り。

全般的な環境的危険要因にさらされる機会が増えていることは、ガン発生率の全体的なトレンドには大した影響を及ぼしてはいないようである。これはイングランドとウェールズにおける死亡率トレンドについての最新の調査からの結論と一致するものである。だが一部の腫瘍についての発生率の増加は、明らかにたばこの喫煙、HIV感染、直射日光への曝露状況が変化したことによって明らかに影響を受けている¹⁷¹⁸。

22.3 農薬がこわい

じゃあ環境はガンにどう影響しているんだろう？ ガンの形成に化学物質汚染はどれだけ重要なんだろう？

いろいろ考えてみると、ここで特に農薬という化学物質グループの影響を検討するのがいいだろう。まず、農薬はEUでもアメリカでもよく認知され、こわがられている。世紀の変わり目のヨーロッパの環境を評価するにあたり、ヨーロッパの環境庁は飲料水に含まれる農薬を「ヨーロッパにおいて最重要な健康課題」の一つと呼んだ¹⁷¹⁹。同じように、殺虫剤はアメリカの環境に関する懸念事項の中でも高位にランクしていて、全アメリカ人の75パーセントが「極めて高い」または「非常な」関心を抱いている¹⁷²⁰。

第二に、農薬はよく研究されているので、いろんな費用や便益を議論して記述するのが簡単だ。最後に、1999年にデンマーク政府が農薬を徐々になくした場合の社会的な結果に関する史上最大の調査を完了したので、各種の政策オプションを評価するためのよい背

景情報が手元にある。

驚いたことに、EU とアメリカはどちらも農薬による水質汚染を一番心配している。EU では、農薬はおおむね地下水の話をするときに出てくる¹⁷²⁷。同じように、農薬に対するアメリカ人の態度についての調査では、71 パーセントが上水に殺虫剤が入ることを「多少」または「非常に」心配している¹⁷²⁸。

この懸念を一番はっきり表明しているのは、おそらく EU の飲料水政策だろう。ここで農薬が規制されているのは、農薬そのものが危険なためじゃなくて、単にみんなが農薬をいやがるからだ。農薬の許容濃度は $0.1\mu\text{g}/\text{l}$ に設定されている。この許容濃度が定められた 1980 年に測定可能な下限がこの量だったからだ¹⁷²⁹。「もし健康上の理由だけで農薬の許容水中含有量を考えたら、上限値は 問題となる農薬にもよるが 今日の知識で判断する限り、今より相当に高くなるはずだ」とデンマーク環境庁長官エリック・リングガードは述べている¹⁷³⁰。かれの事務官はもっときっぱり言う。「健康関連の許容濃度を農薬について定めるなら、現在の政治的な値よりもずっと高くなるだろう¹⁷³¹」

検出手法がますます向上しているので、農薬はヨーロッパの至る所で飲料水中から検出されている。欧州環境庁が指摘するように「多くの農薬が地下水中で見つからないのは、単にそれを調べていないからだ。調査すれば、多くの場合には検出されるだろう。ただしその濃度は、最大許容濃度 $0.1\mu\text{g}/\text{l}$ 以下かもしれないが¹⁷³²」。そして加盟国が調べてみると、サンプリングした半分強の場所で、農薬は上限 $0.1\mu\text{g}/\text{l}$ を超えていることがわかった¹⁷³³。果物や野菜に関する限り、EU でもアメリカでも、農薬含有量の許容濃度を越えているのは約 1 パーセントくらいだ¹⁷³⁴。でも果物や野菜の場合、許容濃度は健康関連の評価に基づいて定められていて、その下限値は約 500、つまり飲料水の 50,000 倍高い（閾値の定め方についての囲みを参照）。

アメリカ人は平均で年に果物を 133kg、野菜は 187kg を食べる¹⁷³⁵。ざっと計算すると、アメリカ人は毎年 24mg の農薬を口にすることだ¹⁷³⁶。EU のちょうど上限値の農薬濃度を持つ水源から、一年中ずっと一日 2 リットルの水を飲む人でさえ（これは一番悲観的なシナリオだろう）、果物や野菜より水から取り込む農薬の量のほうが 300 倍少ない。この手っ取り早い推計は、ずっと正確な研究によっても裏付けられている。その研究によれば、アメリカ人の総水分摂取量が EU 許容濃度の農薬で汚染された水源からだとし、食べ物から摂取する農薬の量は水から摂取する量の 225 倍となる（図 124 を参照）¹⁷³⁷。

これはつまり、もしぼくたちがそもそも農薬なんかには怯える必要があるにしても、その摂取源として怖がるべきなのは食べ物であって、水じゃないってことだ¹⁷³⁸。

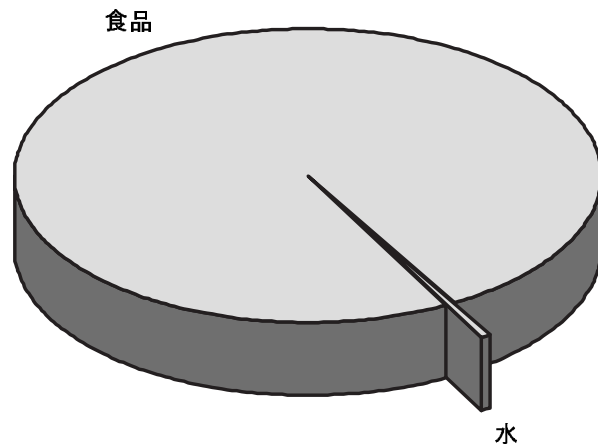


図 124: 食べ物からの農薬摂取量 (45 μ g/日あるいは99.6パーセント)と水からの農薬摂取量 (0.2 μ g/日あるいは0.4パーセント)。EU 許容濃度の農薬を含む水源から毎日2リットルの水を飲んだとしても、飲料水からの量はこんなに少ない。出所: Ames et al. 1987:272.

リスク分析によって閾値を定める

食べ物や水から摂取される物質は、徹底的に規制されている。世界的には国連、アメリカでは食品医薬品局 (FDA)、環境保護局 (EPA)、ヨーロッパでは EU が規制主体で、主に規制上限値の設定による規制が行われている。これは国連の表現を借りれば「全消費者のグループにとって、健康へのあらゆる危険を最小限にするための、十分な安全マージンを実現¹⁷²¹」するような値だ。

手短かに言うと、こういうことが行われる。動物実験により、物質が有害な影響、たとえば毒性を持ったり炎症をおこしたり、再生産能力に影響を与えたりといったことが、存在しないような閾値が定められる¹⁷²²。この上限値は、NOEL (無有害影響量) あるいは NOAEL (無毒性量)¹⁷²³ として知られる。この値をさらに引き下げて、ヒトにとっての限界値を作る。これがいわゆる ADI (許容一日摂取量) だ。

ヒトと動物で生物学的な感度差があるかもしれないから、それを吸収するためにまず NAOEL を 10 分の 1 にするのがふつうだ¹⁷²⁴。いろんな人口群 (子供たち、高齢者など) の差を吸収するため、これがさらに 10 分の 1 になる。情報不足や不確実性などいろんな条件によっては、限界はまだ下げられる。というわけで、ADI は NOAEL より 100 から 10,000 倍低い¹⁷²⁵。

つまり、もし実験でネズミが物質 X を体重 1 キロに対し 1 日 100mg 食べても影響がないとして (NOAEL)、よくある安全 100 の一般的な安全比率が適用されたら、1 日あたりの許容摂取量 (ADI) は体重 1 キロについて 1mg と定められるわけだ¹⁷²⁶。

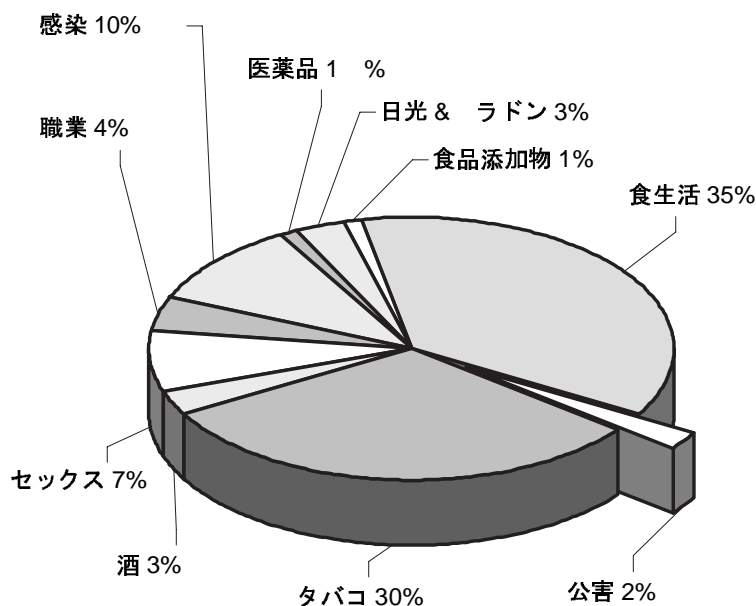


図 125: アメリカにおける原因別ガンの割合。農薬は、汚染によるガンのなかの極めて小さい割合を占るにすぎない。出所: Doll and Peto 1981:1256¹⁷⁴⁶。

22.4 農薬とガン

農薬が人の健康にとってどれくらい危険なのか、計ってみよう。

農薬が怖がられるのは基本的に長期間の影響のせいだ。長期の影響に比べて、物質が有害かどうかとか、目をチカチカさせるか、肌に炎症ができるか、といったことを判断するのは簡単だし、各種の投与量がどんな結果をもたらすかについても、比較的幅広い合意がある¹⁷³⁹。カーソンの遺産のため、長期間の影響として心配されていたのは主にガンだった。同じように、農薬についてのほとんどの公的規制は、低容量農薬の継続的な接触に伴うガンのリスクに焦点をあてている¹⁷⁴⁰。最近では、新しい恐怖が生じている。農薬が人類にホルモン上の影響を与えるかもしれないという恐怖だ。ここではどちらの問題も取り上げる。まずはガンからだ。

西側社会で、ガンは全死亡の約 23 パーセントの原因となっている。これは死亡者数で見ても、失われた余命で見ても同じだ¹⁷⁴¹。世界最高のガンの研究者 2 人、リチャード・ドール卿とリチャード・ペトは、アメリカにおけるガンの原因の相対的な重要性について最大級の研究を実施した¹⁷⁴²。重要な原因とどうでもいい原因とについての結論が図 125 に示されているけれど、その結果には驚く人も多いただろう。

タバコはガンによる全死亡のうち 30 パーセントほどの原因となっている。1960 年から 1980 年にかけて喫煙者数は増えたから、西側社会では今後もタバコの喫煙から生じたガ

ンによる死亡者は増える。喫煙は多くの心臓血管の病因でもある。今日、あらゆる死亡者数のうち約 20 パーセントはタバコによるもので、この割合は増加が見込まれている¹⁷⁴³。

食生活はガン関連死亡総数のうち 35 パーセントほどの原因となっている¹⁷⁴⁴。食生活がガンのリスクに影響を及ぼすことは、多くの研究で明らかになっている¹⁷⁴⁵。特に移住者についての研究による部分が多い。たとえば結腸ガンと直腸ガンについての研究があって、これらのガンはアメリカではとても多いけれど、日本では珍しい。ところが日系アメリカ人には多い¹⁷⁴⁷。ぼくたちが口にする食べ物は、産業化により大幅に変化した。加工食品が増え、砂糖、肉、乳製品、脂肪をはるかに多く食べるようになった¹⁷⁴⁸。脂肪と塩の量が増えたことや、繊維が少ない肉中心の食事を増やしたことで、ガンになるリスクも増大した。同じように、肥満や高いカロリー摂取もガンの発生リスクを上げている¹⁷⁴⁹。一方、果物と野菜を食べるとどっちもガンになるリスクを下げる¹⁷⁵⁰。脂肪、肉類、肥満を避けて、果物や緑黄野菜、繊維中心の食生活に変えれば、食事関係のガンはほとんどあるいは全部なくなると考えられている。つまり、そうすれば西洋におけるガンの発生率が 35 パーセントも下がる！¹⁷⁵¹

ガン発生総数のうち、10 パーセントが伝染病によるものだからといって、ガンが伝染性というわけじゃない。一部のウイルス、バクテリア、寄生虫がガンを引き起こすということだ¹⁷⁵²。同じく、セックスと出産がガン総数の 7 パーセントほどを占めている。主に子宮頸ガン（セックスの相手の数に比例）、乳ガン、卵巣ガン（高齢初産で増える）¹⁷⁵³の原因となる。直射日光のもとで長時間過ごすともガンになりやすい（ここ 14 年間で 50 パーセントの増加だ）。地下から染み出る放射性ラドンもガンを引き起こす¹⁷⁵⁴。これらを合わせると、ガンによる死亡総数のうち 3 パーセントくらいの原因となる。

アルコールは発ガン性があり、ガン関連死亡総数の 3 パーセントほどの原因となっている。そしてアルコール摂取量は、収入増加や都市化に伴って増えている¹⁷⁵⁵。薬剤やレントゲン検査は、ガンによる総死亡数の 1 パーセント程度を引き起こすと見積もられている¹⁷⁵⁶。香辛料、防腐剤、人口甘味料のような添加物はガンの原因となることもあるけれど、ドールとペトは一方で、食べ物の安全性を改善し肥満を減らすから、実際にはガンを防ぐ効果もあるはずだと考えている。ドールとペトの最善の予想では、食品添加物はガンによる死亡総数のうち、1 パーセント以下の原因となっている。ただしこれは、実際にはマイナス 5 パーセントくらいの可能性もある（つまり 5 パーセントの死者を防いでいる、というわけ）。

最後に公害がある。これは大気汚染、水質汚染、食物汚染を含むけれど、あわせても全てのガンによる死亡のうち 2 パーセントだ。これらの要因のうち、ガンの主要因になっているのは大気汚染だ。一方、水質汚染は「それほど重要ではない」と考えられている¹⁷⁵⁷。

そしてやっと話が農薬にまわってくる。どれほどガンの原因となっているだろう。ドールとペトは以下のように結論づける。「食事の汚染物質としての見られる程度の農薬は何ら重要性を持たないようだ¹⁷⁵⁸」。つまりこの結論は、ぼくたちの農薬に対する怯えとはまるで一致していない。農薬によるガンで死んだヤツなんて、ほとんどだれもいないのだ。

さっき、アメリカ人はほとんどのガンのリスクが食事、喫煙、飲酒のような個人の選択ではなく、むしろ「大気汚染、水質汚染、化学物質の廃棄物処理などのような環境に関する原因」によって引き起こされていると思っていることを指摘した¹⁷⁵⁹。でも図 125 の区分を数えると、ガンのリスクの少なくとも 75 パーセントが個人の選択によって生じており、外部要因は 7 パーセント以下だ。しかもこれは、職場環境の 4 パーセントを選択の余地がないものに含めたうえでの数字だ。農薬に対するおびえは、全アメリカ人の 75 パーセントを「極度に」あるいは「非常に」心配させているけれど、どうも根拠がないようだ¹⁷⁶⁰。

もちろん、そんなことを主張しているのはドールとペトだけだと思いきむことはできる。もっともかれらは国際的に高い評価を得ているのだけれど。でも、ドールとペトだけじゃない。他にもたくさんの人たちがガン全体のリスクと農薬だけのリスクを推計しようとしてきた。もっと以前の 1977 年に行われた、ガンを個別要因に分類しようという試みも、ドールとペトの推計にとてもよく似た結果を出している¹⁷⁶¹。こちらの研究では、ほとんどすべての要因は個人の振る舞いのせいで、公害は検討はされたけれど、最終的な要因分類には含まれさえしなかった。個人では変えられない外部要因は、たった一つ、職業だけで、ガン総数の 2-5 パーセントとなっていた¹⁷⁶²。その後、引用されることの多い『アメリカ医学協会ジャーナル』による 1993 年の研究では、ガンに限らずすべての死を何らかの原因に帰着させようとした¹⁷⁶³。説明できた死亡のうち少なくとも 80 パーセントは個人の行為に基づくもので、有害物質による死亡はたった 6 パーセント。この有害物質には職業による災害、環境汚染要因、食物や給水の汚染、商業製品の含有物が含まれる¹⁷⁶⁴。主な環境上の影響はアスベスト被曝からくるもので、これは職業上の危険に含まれ、ここでもまた汚染からの死亡は 2 パーセントくらいだ¹⁷⁶⁵。

実は、アメリカ環境保護局が 1987 年に行った、環境要因からのガン推計の結果は、ドールとペトの結果に驚くほど似ている。環境保護局の推計によると、公害は 1-3 パーセントのガンを起こす（ドールとペトでは 2 パーセント）、太陽光線とラドンが 3-6 パーセント（ドールとペト：3 パーセント）、職業によるものが 0.5-4 パーセント（ドールとペトは 4 パーセント）、そして消費製品は 1 パーセント以下だ（ドールとペトは 1 パーセント）¹⁷⁶⁶。環境保護局の毒物学的方法と、ドールとペトの疫学的方法のレビューは次のように

まとめている：「ドールとペトの推計と環境保護局の推計の一致からわかるのは、環境曝露によるガンのリスクは、ガンの総リスクのうち相当低い割合しか占めないという結論を裏付けている¹⁷⁶⁷」。

アメリカ環境保護局のリスク推計は、食べ物中の農薬による総リスクの評価を含んでいる。ここで EPA は、ほかのどんな研究より圧倒的に高いリスクを発見した。農薬によるリスクはガンによる死亡総数の、0.5–1 パーセント、つまり年間 3000–6000 人の死因となっている。EPA は、これは最悪ケースの数字で、正しい数字はずっと低く、ひよっとしたらゼロに近いかもしれないと認めている¹⁷⁶⁸。

けれども 3 つの新しい包括研究によって、本当の数字は多分かなり低いことが示された。1996 年に、全米科学アカデミー (National Academy of Sciences) の一部、アメリカ研究評議会 (National Research Council) は、環境保護局やその他の資金により、食べ物に含まれる発ガン物質について 500 ページのレポートを作成した。主な結論は「食事の中に含まれる、個々の自然発生物質や合成化学物質の大多数は、顕著な有害性の生物的影響がありそうな水準を下回るレベルであり、あまりに低くて検出できるほどのガンリスクをもたらすことはなさそうだと思う¹⁷⁶⁹」。

これまた、ぼくたちの農薬に関する通常の見方にまっこうから対立するものだ。でも、こういう評価をしているのは、アメリカ研究評議会だけじゃない。1997 年に、世界ガン研究基金とアメリカガン研究所 (American Institute of Cancer Research) は、WHO やアメリカ国立ガン研究所、FAO、国際ガン研究機関 (IARC) の支援を受けて、ガン発生に及ぼす食べ物の影響について調査しようと 4,500 以上の研究をたんねんに調べた。650 ページの報告書は、農薬についての問題にも触れていて、以下のように結論づけている。

食品の汚染物質（農薬を含む）がいかなるガンのリスクをも変えるというはっきりした証拠はないし、またその可能性がありそうな因果関係の証拠もない。実は現在では、適正な規制下での食物や水の化学物質（農薬）汚染が、ガンのリスクに大きく影響するという疫学的な証拠はほとんどない¹⁷⁷⁰。

この報告書はまた「一般には食品や水の化学物質汚染（農薬）はヒトのガンの大きな原因だと考えられていることが多い」が、「専門家たちは（中略）おおむね残存化学物質は比較的重要でない要因でしかないという見方をしている¹⁷⁷¹」と述べる。

最後に、カナダのガン協会が 1997 年に、まさに農薬についての大規模な報告書を発表した。その評価は「多くのカナダ人の間で、食品に残存していたり、芝生や庭への散布を通じた農薬/殺虫剤との接触がガンの大きな原因になるのではないかという懸念が高まっている¹⁷⁷²」というものだった。でも報告書の結論は、かれらもまたドールとペトの農薬評価と同じ結論に達していて、「一般国民は、食品の残存農薬を通じては目に見えるリス

クにさらされていない¹⁷⁷³」という。

最近の研究すべての結論から見て、ぼくたちの理解はまちがっていたことになる。ぼくたちはほとんど、いやまったく存在しない脅威におびえていたわけだ。現状では、食物や飲料水の残留農薬のためにガンで死亡する人はきわめて少数で、ほとんどいない。

一方で、ふつうの人たちよりも農薬をはるかに多くあびている農民たちは、確かにガンになるリスクが高いという研究がいくつかある。例えば、フランスワイン用ぶどう栽培者たちは脳ガンになるリスクが 25 パーセントも高いという研究がある¹⁷⁷⁴。でもこうした研究はよくメディアで報道はされるけれど、他にどんな種類のガンについて調査が行われたか知りようがない、ということだ。2 章で触れた「ファイル棚」問題ですな。著者が 20 あるいは 30 種類ほどのガンについて調べて、農民について他とはちがっているものだけを見つけ、それを報告して、残りの興味のない部分はファイル棚で腐らせている、という可能性はありそうだ（というかこの調査に関する限り、たぶん実際にそうだった見込みが高い）¹⁷⁷⁵。ということはつまり、こういうフランスのワイン用のぶどう栽培者たちの脳ガンと農薬との関係といった発見結果が、本当の因果関係なのかどうかははっきりわからないということだ¹⁷⁷⁶。

でも、いくつかの科学者のチームが、ファイル棚問題を正すべく、農民について一連の総括的な研究を行った。1998 年から始まった、最新最大の包括研究は、37 の他の研究を検討し、「農民に明らかに多いガンは、唇のガンだけだ¹⁷⁷⁷」と発見している。唇のガンは農民たちが屋外で仕事をし、直射日光を浴びている時間が長いという事実と関係している見込みが高い。農業についての論議も、農薬が顕著なガンの原因だという議論を裏付けてはいないようだ。

22.5 動物実験におけるガン

じゃあ農薬はちょっとでもガンを起こすの？ 断言するのは難しい。基本的に何が問題かということ、多くの農薬みたいな実に低い発ガンリスクを見ようとすると、他に關係してくるじゃまな要因がたくさんありすぎて、その人口群での発生率が増えているかどうかははっきりしないことだ。統計屋はこういうのをノイズと呼ぶ。時には、ある物質を長年にわたり高濃度で浴びる仕事をしてきた職業グループを見ることはできる。たとえば 17 章で見たような、ラドンを高濃度で浴びる鉱夫たちについて調査した研究は、一般家庭で発ガン性があるラドンを減らすという判断において重要な裏付け調査となっている¹⁷⁷⁸。ごく少数の農薬、たとえば砒素、ベンジン、クロムなどはヒトに発ガン性があることが確認されているけれど、もちろんこういうのも規制され禁止されている¹⁷⁷⁹。

というわけで、いまぼくたちが置かれている状況というのは、現在の農薬がガンを起こ

すにしても、個人へのリスクはあまりに小さくて、農民みたいに被曝量の大きいグループで見てもガンリスク増大を見つけるのはすごく難しいというもの¹⁷⁸⁰。もちろんだからと言って、社会への全体的なリスクが深刻じゃないってことには必ずしもならない。

それだから科学者たちは、農薬がラットやマウスにガンを起こすかどうかを調べるわけだ。困ったことに、標準的な動物実験は各グループ 50 匹ずつしか使わないので、規模が小さすぎて 10 パーセント以下のちがいを統計的に検出できない¹⁷⁸¹。マウスを 2 つのグループに分けて 1 つのグループに一生にわたりずっと農薬を与えると 4 匹のマウスがガンになったとしよう。だが毒物を与えなかったグループでは 3 匹がガンになった。この場合、何の結論も出てこない。両者の差はただの偶然かもしれないからだ。統計的な有意性が出るには、ガンになったマウスの数の差が最低でも 5 匹なきゃいけない。

もちろん、物質を与えるマウスの数を増やすことはできる。でも標準の 1 グループ 50 匹の実験でも、約 40 万ドルかかるし、ふつうは二種類の動物について少なくとも 2 回実験を行う必要がある¹⁷⁸²。だから専門家たちは、致死量寸前のものすごい量を実験動物に投与して、発ガン率が確実に上がるようにする¹⁷⁸³。ここで評価について疑問が頭をもたげるわけだ。大量投与によるマウスたちのガンリスクは、少量を摂取するヒトにとってどんな意味があるのかな？ 問題は、マウスから導き出された結論をヒトに適用できるか、大量投与の結果を少量摂取に適用できるか、ということだ。

簡単に言ってしまうと「わからない」¹⁷⁸⁴。でも安全側に振っておこうということで、アメリカ EPA(環境保護局) は最も敏感な動物からのデータを使い、大量摂取と少量摂取がはっきり関連しているものと想定している¹⁷⁸⁵。そしてそれをもとに、その化学物質によりガンになる生涯リスクが 1 対 1,000,000 となるように一日あたりの許容摂取量 (ADI) を定める¹⁷⁸⁶。

特に疑問視されるのが、大量投与と少量投与の相関関係だ。たとえば図 126 のようなよくある実験をどう解釈すればいいだろう。これは殺菌剤の副産物として有名な ETU (エチレンチオ尿素) についてのものだ。500ppm の ETU はネズミを甲状腺ガンにする。これは統計的にまちがいない。0ppm では ETU は当然ながらガンを起こせない (グラフで発ガン率 2 パーセントになっているのは、背景発ガンレベルだ。つまりほかの要因で発生した甲状腺ガンだ)。実際には、ETU は 125ppm 以下の値ではガンリスクを増大させないようだ。ガンのリスクはこの値以上でしか増えない。どうもこの 125ppm という値は閾値のようだ。125ppm 以下の ETU は無害で、それ以上になると発ガン性が出るということだ。この解釈は、薬学の開祖パラケルスス (1493–1541) の以下の洞察と同じだ。かれ曰く「あらゆる物質は毒物だ。毒でない物質などない。毒と治療法を分けるのは、ただしい処方量である」¹⁷⁸⁷。

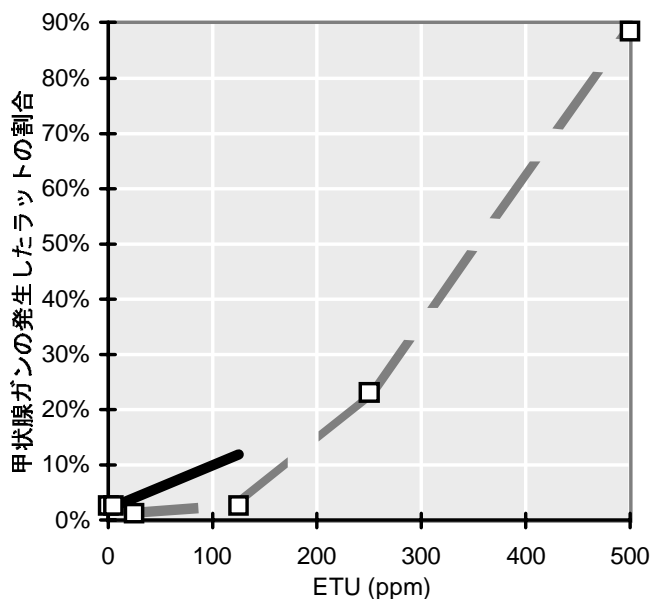


図 126: エチレンチオ尿素 (ETU) の発ガン性についてのラット研究。1 日あたり投与量 (ppm) と実験後に甲状腺腫瘍を起こしたラットの割合 (各グループ約 70 匹)。黒い直線はアメリカ EPA (環境保護局) の少量投与時におけるリスク相関推定を示す。出所: Rodricks 1992:133, EPA 1996c:117.

それでも、統計的には 0–100ppm で最小限とはいえ何らかのリスクがある可能性は否定できないし、そのリスクはラット 70 匹では識別できない。少量摂取のリスク相関を推定するために、各種の複雑なモデルが提案されている¹⁷⁸⁸。EPA の推計は、リスクは図 126 の線のように直線的に下がる、というものだ¹⁷⁸⁹。ほとんどだれもが (当の EPA すら) この直線的なリスク推計は最悪ケース想定型のアプローチで、リスクを激しく過大評価しかねないということを認めている¹⁷⁹⁰。

これが論争の核心だ。つまり発ガン物質には閾値があって、それ以下では危険ではないのか、それとも危険度はだんだん下がってゼロになるだけなのか。そしてここでの数字があまりに小さいために、この論争をふつうの方法で解決するのは、たぶんえらくむずかしいだろう¹⁷⁹¹。

22.6 天然農薬と合成農薬

カルフォルニア大学バークレー校のブルース・エイムズ教授は長年にわたり、閾値のあるなし議論について根本的に新しい考え方を提案している¹⁷⁹²。ブルース・エイムズは世界で最も尊敬されている微生物学者でありガン研究者で、かれが考案した実験はガンの試験に一番よく使われていて、その実験方法にはかれの名前さえついている¹⁷⁹³。かれの

見方は最近、アメリカの国立ガン研究所に支持された¹⁷⁹⁴。

エイムズが繰り返し主張しているのは、みんな人工農薬のことばかり心配しているけれど、多くの農薬は天然なんだよ、ということだ。どうもみんなこれを聞いてびっくりするみたいだけれど、でも考えてみれば実はあたりまえだ。植物は、動物みたいに走って逃げられない。だからこそ、植物の最も重要な進化上のサバイバル戦略は、有毒になって食べられないようになることだったわけだ。

ところがレイチェル・カーソンのおかげで、初期の環境運動はもっぱら人工農薬に話をしばっていた。だからこそ、ぼくたちの恐れと関心は合成化学物質にばかり集中している¹⁷⁹⁵。カーソンは以下の有名な引用で、環境運動の目標を確立した。「人類の歴史がはじまって以来、今までだれも経験しなかった宿命を私たちは背負わされている。いまや、人間という人間は、母の胎内に宿ったときから年老いて死ぬまで、おそろしい化学薬品の呪縛のもとにある¹⁷⁹⁶」。エイムズが彼女の根本的な誤解を指摘している。「この主張は間違っている。人類がさらされている化学物質の大半は天然のものだ。どんな化学物質だって、ある程度の量以上だと危険になる¹⁷⁹⁷」。

化学的には、天然農薬と合成農薬を分けることには根拠がないようだ¹⁷⁹⁸。砒素は除草剤として使われてきたし、天然の鉱物でもある。アフラトキシンは今までに知られている最も発ガン作用が高い殺虫剤だ。これはピーナッツ、穀物、とうもろこしなどにつくカビが天然で発生させる¹⁷⁹⁹。除虫菊は殺虫剤で、これは菊の仲間として自然に発生した。同じくたばこの木は、自分を守るためにニコチンを自然の農薬として使う¹⁸⁰⁰。

そして調べてみると、ぼくたちは合成農薬より天然農薬をはるかにたくさん摂取している。おおむね天然農薬は、植物の乾燥重量の5-10パーセントを占める¹⁸⁰¹。推定では、ぼくたちが消費する農薬のうち、重量で見ると99.99パーセントが天然のものだ。合成なのは0.01パーセントだけ¹⁸⁰²。この99.99パーセントという数字はしょっちゅう引用されるけれど、これだけじゃ意味のある話がとうかわからない。合成農薬が天然のものより発ガン性が高いのかどうか知る必要があるからだ¹⁸⁰³。

エイムズはバークレー校の同僚たちといっしょに、ぼくたちが食べたり飲んだりするいろんなものについて評価を行った。例えば、コーヒーは1000種類ほどの化学物質を含む。マウスやラットで発ガン性の試験がされたのは、そのうち30だけだ。そして試験された化学物質のうち21種類は、ネズミに発ガン性があった¹⁸⁰⁴。

こうした物質がどのくらいの発ガンリスクを持つかを評価するには、体重1キロあたりの摂取量と、マウスやラットが一生摂取し続けた場合に50パーセントがガンになる投与量(TD_{50} として知られている 図126だと約350ppmだ)とを比べればいい¹⁸⁰⁵。体重70-80kgの標準的な成人がコーヒー豆4gで入れたコーヒー杯を飲むと、カフェイ

ン酸を 7.2mg、つまり体重 1 キロ当たり 0.1mg ほどを摂取することになる¹⁸⁰⁶。ネズミの群にカフェイン酸を約 285mg/kg (これが TD_{50} だ) を毎日飲ませ続けると、半数がガンになる。つまり、毎日飲む一杯のコーヒーは、人間に 0.1/285 すなわち 0.035 パーセントの影響を及ぼす。これは 0.035 パーセント HERP(推定ヒト曝露量/ネズミ有効投与量)¹⁸⁰⁷ として知られている。このリスクが適用できるのは、2 つの大事な条件がそろった場合に限る。ネズミの結果をそのまま人間に適用できるという条件と、そしてアメリカ環境保護局の、線形の閾値なしの推計手法が意味のあるものだという条件だ。

ネズミの結果を人間に直接適用できないなら (そして適用には当然ながら大きな問題があるのだけれど) 数字を絶対数のままじゃ使えない。それでも、相対的なリスクなら比較できる。というのもこれは、閾値がないという想定にしか依存しないからだ。だから閾値がないと想定すれば、ぼくたちが食べるものすべてについて、発ガンリスクを比べられる食品だろうと残留農薬だろうと。この閾値がないという想定での推計は、ごく少量の摂取量の場合には最悪のケースの推計を出す。だから合成農薬の危険性についても、どちらかといえば過大に評価するのはまちがいない。

図 127を見ると、1 日 3 杯のコーヒーを飲むこと (アメリカ人の平均だ) は、0.1 パーセントほどのリスクとなる。アメリカ人が食べるレタスの平均量 14.9g は 0.04 パーセント。どちらもカフェイン酸を含むからだ¹⁸⁰⁸。オレンジジュースの平均摂取量は、1 日にグラス一杯よりちょっと少な目だけれど、これは d-リモネンのおかげで 0.03 パーセントのリスクが見られる。同じくマッシュルームの平均摂取量 2.25g あるいは 6 分の 1 個は、ヒドラジンを含むから 0.02 パーセントのリスクがある。初めて農薬が出てくるのは、りんご、シナモン、にんじん、じゃがいも、セロリ、食パン、ナツメグの平均摂取量のやっと次でしかない。それが図 126 で見た、エチレンチオ尿素 (ETU) だ。アメリカ人の ETU 摂取量からくるリスクは 0.002 パーセントだ。これは 1972 年以前の DDT 摂取量からくるガンのリスクと同じだ (DDT は 1972 年にアメリカで禁止された)。DDT によるリスクは 0.00008 パーセントほど。りんごに散布される農薬アラールによって、1988 年のアメリカ人の平均摂取量のりんごジュースからくるリスクは 0.001 パーセントだった。洋ナシのアメリカ人平均一日摂取量である 10 分の 1 個に含まれるカフェイン酸よりリスクは小さい¹⁸⁰⁹。

天然農薬として知られる物質ざっと 10,000 種類のうち、発ガン性の試験が行われたのはたった 79 種類だけれど、ぼくたちの摂取量からしてこれらは明らかにリスク一覧の最上位に位置している¹⁸¹⁰。

こういう数字が示しているのは、日頃まったくふつうに口にしている食べ物の多くは、合成化学物質に適用されるような規制基準には合格できないということだ¹⁸¹¹。ぼくたち

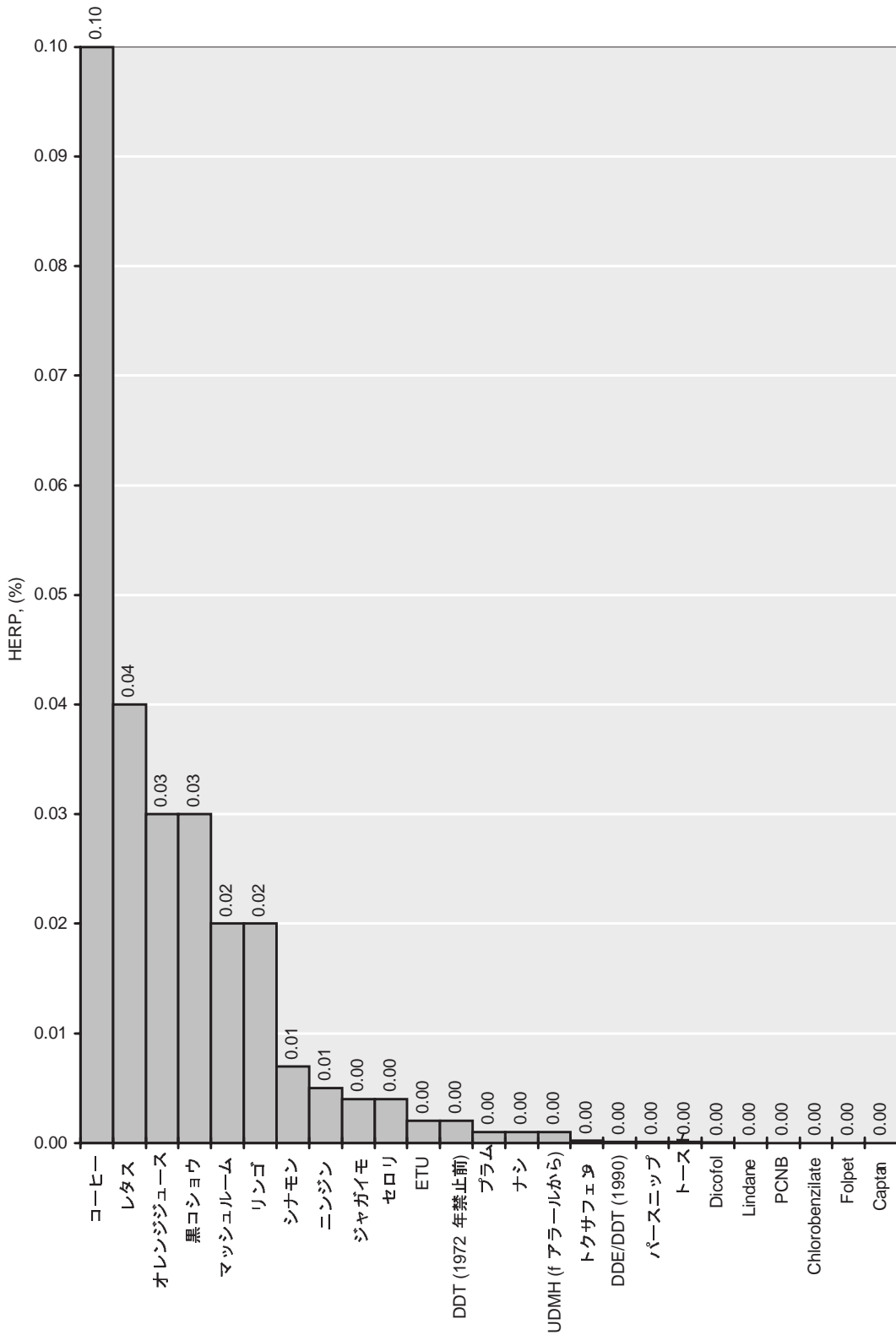


図 127: 平均的なアメリカ人、一日当たりの各種食べ物と合成農薬の摂取量に関連性のあるがんのリスク (HERP) の比較。平均的なアメリカ人の成人のアルコール摂取量は 1.7 本のビールあるいは 3.6 パーセントに値する。例えば、コーヒーより 23 倍も大きい。農薬アラールによる UDMH の摂取量は 1988 年以來平均量であることに注目。出所: Ames and Gold 1998:214-15, Gold et al. 1992:264.

のコーヒー摂取量は、禁止される前の DDT 摂取量より 50 倍も発ガン性が高く、現在の DDT 摂取量に比べたら 1,200 倍以上も発ガン性が高い。さらには現在最も危険性が高い農薬である ETU の摂取量と比べても、発ガン性が 66 倍以上も高い¹⁸¹²。

図 127 に出てこないけれど、1 日 1 グラムのバジルはエストラゴールが含まれているので、コーヒー 3 杯と同じくらい危険で、ETU の平均摂取量の 66 倍以上危険だ（なぜ出てこないかということ、一日の平均摂取量がわからないからだ）¹⁸¹³。同じようにアメリカのふつうの（移動式でない）住宅は、屋内空気汚染の章で検討したようにホルムアルデヒドを含んでいる。一日 14 時間室内で過ごすリスクは 0.4 パーセント、あるいは ETU からのリスクより 260 倍も高い。

アルコールはこの図なんかにはとうてい収まりきらない。平均的なアメリカ人はアルコールを一日ビール 1.7 杯分相当量だけ飲む¹⁸¹⁴。これは HERP リスク 3.6 パーセント、つまり最も危険な農薬 ETU より 2,100 倍以上高い¹⁸¹⁵。言い換えると、生涯をかけて毎日 ETU の平均量を摂取するのと、生涯で 1 度だけ 13 杯のビールを飲むのとは、発ガンリスクで言えば同じだ。あるいはもっと違った比較をするなら、一生涯を通じて ETU の平均摂取量を摂取し続けるのは、平均的なアメリカ家で、2 ヶ月ちょっとの期間を室内で過ごす それも一度だけ と同じくらいリスクだ。

この分析から言えるのは、ぼくたちは合成農薬なんかよりコーヒーやバジル、レタスのことをもっと心配すべきだってことか、あるいは閾値なしの値が有効だという前提が間違ってるってことだ。世界ガン研究基金による大規模研究が発見したのは、コーヒーが膀胱ガンを引き起こすという可能性は排除できないということだった。ただし「その関係についてよくわからないこと」があり、そしてその結びつきはいかなる条件下であっても「臨床的には大したことはない¹⁸¹⁶」けれど。

エイムズ教授の意見によると、むしろ典型的な発ガン性に関する動物実験が誤解を招く結果を作り出している可能性のほうが高い¹⁸¹⁷。カフェイン酸、エストラゴール、合成農薬のような物質をものすごく大量に投与された動物は、慢性的細胞死を起こすことがある。これは局所的な過剰摂取（たとえば胃などで）が起きるからだ¹⁸¹⁸。ガンが動物たちに生じるのは、まさに大量に投与しているからだ。これを裏付ける事実として、試験された合成農薬のほぼ半数が発ガン性があるとわかったけれど、天然農薬の半分についても発ガン性があることが示されているということがある¹⁸¹⁹。この世のあらゆる物質のうち、すさまじく高い割合が発ガン性試験では陽性となるはずだ。つまりこれは、ぼくたちが実はまるっきり違ったものを測定しているかもしれないってことだ。局所的な過剰使用を計っているだけじゃないかというわけ。

しかしながら多くの人々は、天然農薬に対しては進化が防御のメカニズムを発達させて

きたんじゃないかと考えている。合成農薬とはちがって、ヒトは天然農薬とかなりの時間を一緒に過ごしてきたからだ¹⁸²⁰。でもいくつかの事実を見ると、この見方はありそうにないことがわかる¹⁸²¹。

まず、人間のガンに対する防御（ふつうはDNA修復）は一般性があるもので、天然農薬と合成農薬のどちらに対しても有効だ¹⁸²²。次に、ヒトがまだ対処法を見つけていない天然農薬はまだたくさんある（例えばピーナッツ中の菌類によるアフラトキシン）。同じように、多くのよくある物質、たとえばカドミウム塩類、ベリリウム、ニッケル、クロム、砒素なんかは、ヒトの進化の間中ずっとあったものなのに、未だにヒトに対して発ガン性を持っている¹⁸²³。

3番目に、しばしば人間は食用植物とは「毒の調和」を形成したけれど、新しい薬物とはそれが形成されていないという主張がよく聞かれる¹⁸²⁴。でも、現在のぼくたちの食物の中で、進化プロセスの間中ずっとあったものはほんのごく一部でしかない。ぼくたちのほとんどは、ご先祖さまたちはまるで知らなかったような代物をいろいろ食べている。たとえばコーヒー、ココア、お茶、ジャガイモ、トマト、スイートコーン、アボカド、マンゴ、オリーブやキウイフルーツなど¹⁸²⁵。

4番目に、食物連鎖の中で蓄積されるのはDDTみたいな合成農薬ばかりじゃない。天然の神経毒性を持つ農薬であるソラニン、カコニンは、ジャガイモに含まれるもので、人間の脂肪組織に貯まる¹⁸²⁶。これらの毒素はネズミに出生異常を起こすことがわかっている¹⁸²⁷。最後に、進化論の観点から見て、人間の体が発ガン性の天然農薬に対する防衛機構を発達させたと考えるのは不合理だ。ガンは高齢者の病気で、生殖時期が終わった後にしか生じないのがふつうだからだ¹⁸²⁸。

言い換えると、上述の合成農薬によるリスクは、ぼくたちが消費する健康なモノ、例えばレタスやフルーツジュースやリンゴやセロリなんかからくる、すでに検出不可能なほど小さなリスクと比べても、さらに小さいと言える。合成農薬が年3,000から6,000人の命を犠牲にするというアメリカ環境保護局の最悪ケースの推計を信じるのであれば、証拠から見てレタス、フルーツジュース、リンゴ、セロリに含まれる天然農薬のほうが実際にはずっとたくさんの人命を犠牲にしていることになる¹⁸²⁹。でもそれよりずっと可能性が高いのは、動物を使った発ガン性試験は本当のリスクを示しておらず、すさまじく安全側に振った、極端な最悪ケースのリスク評価を示しているってことだ¹⁸³⁰。だから天然にせよ合成にせよ、農薬によるガンのリスクは実に低いと考えるには十分な根拠があるわけだ。

このような2つのものすごく低いリスクについて、あえて具体的な推計値を出そうという人はなかなかいない。多くの大規模なガンの評価は、もっぱら慎重に合成農薬によるリスクを「ごく小さい」「微々たる」と表現するにとどめている。正確な量を決めるのは途

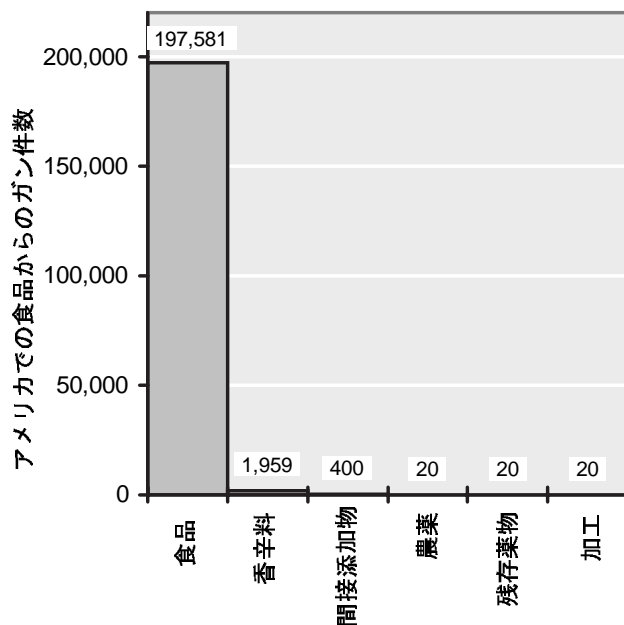


図 128: アメリカにおける食物関連のガンによる原因別死亡者数。総数 200,000 人。
出所: Scheuplein 1991.

方もなく難しいからだ。アメリカ食品医薬品局主任の毒物学主任であるロバート・ショープレイン博士は、この業界で一般に考えられているだいたいの水準について、かれなりの数字を示してくれた¹⁸³¹。彼の評価によると、食物関連のガンの一番可能性が高い配分として¹⁸³²：伝統的な食べ物（赤身肉、鶏肉、穀物、じゃがいも、砂糖、ココア、塩など）によるものが 98.79 パーセント。香辛料と自然調味料（マスタード、こしょう、シナモン、バニラなど）によるものが 1 パーセント。間接添加物（潤滑油、表面付着物、包装の残りなど、工場からくっついてきたもの）によるものが 0.2 パーセント。農薬（殺虫剤、除草剤、殺菌剤、PCB、DDE、ダイオキシン、アフラトキシン）によるものが 0.01 パーセント。動物の薬剤残留物（抗生物質、成長ホルモンなど）が 0.01 パーセント、調理（発酵、揚げる、ゆでるなど）によるものが 0.01 パーセント。

アメリカでのガンによる死亡数（1999 年で 563,000 人ほど¹⁸³³）を元に、35 パーセントが食品関係だというドールとベトの推計を適用し（200,000 人）、さらにそれをショープレイン博士の配分で振り分けてみた結果が図 128 だ。結果として、EPA よりもっと現実的な推計としては、農薬はたぶんアメリカで年に 20 人の統計上の死者を出しているだろう。

22.7 合成エストロゲン（環境ホルモン）

新しい大きな不安が広がり始めている。人間や動物のホルモンに類似する合成化学物質に関する懸念だ。特に通俗科学書『奪われし未来』の出版以来¹⁸³⁴。『地球白書』ミレニアム版の総論部分で、ワールドウォッチ研究所は1962年のレイチェル・カーソンの心配を、ホルモン活性を持つ「農薬とプラスチック関連の合成化学物質」についての「高まった関心」にわざわざ結びつけている¹⁸³⁵。

妊娠中のホルモン変化はごく少量でさえ重大な結果をもたらすことがわかったのだ。胎盤の中で2匹の雄の胎児にはさまれていた雌のネズミの胎児は、「攻撃的」になり雌としての魅力がなくなっていた。兄弟の雄ネズミのホルモンが、胎児期の成長に影響を及ぼしたわけだ¹⁸³⁶。

問題は一部の物質、特に DDT や産業化合物 PCB のような物質がホルモン、なかでも女性の卵胞ホルモン（エストロゲン）と似た働きを示すことだ¹⁸³⁷。1940年代末から1971年にかけて、卵胞ホルモン状の物質 DES が流産と妊娠合併症の予防に広く用いられた。総計500万人ほどの女性が DES を使った¹⁸³⁸。残念なことに、DES は流産を防げないどころか、むしろ流産を増やし、同時に母親が妊娠中に DES を服用していた若い女性の膈での、珍しい種類のガン発生率を高めることがわかった。また大量の DES を服用した母親から生まれた男の子も、精子の数がぐんと減少している¹⁸³⁹。

同じように DDT や PCB にさらされた動物は、雌雄の比率に変化が見られた（雄が減少し、雌が増加した）。またペニスや睾丸が小さくなることが観察された¹⁸⁴⁰。ちょうどさっき述べたネズミの子供と同じように、DES や DDT、PCB とそれらの分解産物が、卵胞ホルモンのような影響を及ぼして、胎児期のある段階で、一部の雄の発達や女性化、あるいは性変化すら生じさせた。DES は1971年に禁止された。1970年代初期には多くの産業国で DDT が、1970年代後期には PCB が使用を禁じられた。DDT や PCB の環境中の濃度はその時以降すさまじく落下した（例えば、図112と図116）¹⁸⁴¹。

じゃあ今さら何を心配しているのかって？ うん、それ以外のいろんな物質も、弱い卵胞ホルモンのような効果があるからだ。それらの影響は卵胞ホルモンより何千倍も小さい。でもそれがどのくらい強く効くかははっきりしない。合成卵胞ホルモンは自然卵胞ホルモンと違って、体内の他のタンパク質によってブロックされないからだ¹⁸⁴²。

多くの植物も自然卵胞ホルモンを含んでいる。これは植物が天然農薬を含むのと同じ理由で、これは植物の数々の自衛手段の一つだ。自分を食べる動物たちの自然なホルモンバランスを崩せたら、その動物は進化の過程であまりよい成績をあげられず、おかげでその植物種への影響は弱まる¹⁸⁴³。たとえば、ヒツジがムラサキツユクサを食べると生殖障害

を起こす。ムラサキツククサには卵胞ホルモンに類似した物質ゲニステインがたくさん含まれているからだ¹⁸⁴⁴。

科学者たちは数えきれないほど多くの食品に自然卵胞ホルモンを発見した。ライ麦、麦、キャベツ、ほうれん草、大麦、米、大豆、じゃがいも、人参、エンドウ豆、豆、アルファルファ、芽キャベツ、リンゴ、さくらんぼ、すもも、コーヒー、ウイスキー、パセリ、セージ、ニンニク¹⁸⁴⁵。重量的に見れば、ぼくたちは一般に合成卵胞ホルモンより自然の卵胞ホルモンをはるかにたくさん摂取している。でもいちばん大事なのは影響であって重さじゃない。いくつかの研究によれば、若い時期に植物卵胞ホルモンを大量に浴びると、ネズミの子供は大人になってからの生殖能力を衰えさせてしまうらしい¹⁸⁴⁶。大豆のタンパク質は卵胞ホルモンをとっても大量に含有していて、これが女性の月経周期に影響を及ぼすという証拠もある¹⁸⁴⁷。科学者たちはまた、こうした主要卵胞ホルモンが体の機能に及ぼす影響を調べないうちは、赤ん坊に豆乳を飲ませるのは問題だ、と指摘している¹⁸⁴⁸。

多くの研究者たちが指摘しているのは合成化学物質のホルモン効果は自然に生じたホルモンの影響よりはるかに小さいということだ。だから合成ホルモンを摂取しても、まともな危険が生じるほど重要じゃない。ある報告によると、卵胞ホルモン状物質に換算したぼくたちの合成卵胞ホルモン総摂取量は、自然植物からの卵胞ホルモンの平均摂取量に比べると4,000万分の1以下だ¹⁸⁴⁹。合成卵胞ホルモンの摂取量は、避妊薬の一日当たり平均摂取量の60億倍以上弱いのだ。こうして見ると、この騒ぎ全部がいささか農薬についての懸念と似たようなものに見えてくる。つまりそれって、自然の背景効果よりずっと低い影響しかないんじゃないだろうか。

『奪われし未来』では、こういう計算に対する著者たちの反応が描かれている。「そのような主張は証拠に裏付けられていない。手持ちの情報や科学文学を詳しく読んでみるなら、空白箇所や誤りがあまりに多すぎて、人がどれだけ摂取しているか、あるいは摂取が許されるかについて、絶対的な結論を出せるだけのおおざっぱな目安すらないことがすぐにわかる¹⁸⁵⁰」。つまり、単に卵胞ホルモンを数えあげるだけだと、合成卵胞ホルモンの影響は影響全体のほんの消えそうなほど小さな一部でしかないことになるけれど、ぼくたちはまだまだこの分野についてあまりにも知らなすぎるってことだ。*Environmental Health Perspectives Supplements* に載った卵胞ホルモンについての主要論文の中の1つでも同じ議論がされ、ずっと多くの研究が必要だと締めくくっている¹⁸⁵¹。

しかしながら、影響はおるか因果関係すらほとんどわかっていないことを認めるなら、一方で『奪われし未来』のような本に描かれた環境ホルモンの不安に関する議論だって、卵胞ホルモンの影響についての危なっかしいお話や実例をもとにしているということになる。ここでは、そうしたもののなかでいちばん有名かつ特筆に値する3つを見てやろう。



図 129: 1938 年から 1990 年にかけての 61 の研究における平均的な精子の数 (円の大きさはそれぞれの研究における男性の数を示す)。出所: Carlsen et al. 1992:610¹⁸⁵⁵。

22.8 卵胞ホルモン：精子が劣化した

環境ホルモンの影響の主な調査では、精子の質に関する議論が一番重要視される。「最も根本的な変化は、男性の射精時の精子の数が驚くほど減っていることだ¹⁸⁵²」、『奪われし未来』で著者たちは次のように書いている。「ホルモン攪乱物質がすでに大きな被害を与えたかもしれないという最も劇的かつ懸念される兆候は、ヒトの男性精子数が過去 50 年で急落したという報告である¹⁸⁵³」。こうした精子数減少とされるものはまた、有機農法を支持する主要な論拠としても使われる¹⁸⁵⁴。

1992 年、コペンハーゲン大学病院のニールス・スキャケベク教授率いるデンマークの科学者グループが報告を発表した。男性の精液の中の精子細胞の数が 1938 年から 1990 年にかけてミリリットルあたり 1.13 億からたった 0.66 億に減ったことを示したのだ (図 129)¹⁸⁵⁶。この低下が卵胞ホルモン状物質が原因なのか、他の原因のせいなのかはまだわからないと、とこの論文は最後に指摘していた¹⁸⁵⁷。

この話は世界中のメディアでとりあげられ、それを受けてグリーンピースはなかなか機知に富んだ広告を制作した。見出しの下に極端に小さいペニスの 30 代半ばの男性の絵がある。「あなた、お父さんの半分も男じゃないのね¹⁸⁵⁸」。男性のプライドに対するなかなかきついでこすりってわけだ。

一年後、スキャケベクはイギリス医学研究評議会 (British Medical Research Council) のリチャード・シェイプ教授とともに、医学雑誌『ランセット』で精子の質の低下と卵胞ホルモンの相関関係についての仮説を立てた¹⁸⁵⁹。また二人は、精子の質の低下は、過去 30-50 年間で記録された精巣ガン件数の大きな増加とも関係しているかもしれないとも推

定している¹⁸⁶⁰。論文中で彼らは、人が卵胞ホルモンにさらされる機会が増えたかもしれない7つの可能性を挙げた。一部を挙げると：

- 繊維が少ない食生活は女性の卵胞ホルモンの「再利用」を促進するようだ。
- 肥満は生物学的に利用可能な卵胞ホルモンを増やす。
- 食生活における変化（例えば大豆）で卵胞ホルモンの摂取量は増える。
- 牛乳をたくさん飲むと卵胞ホルモンの摂取量が増える。
- 私たちは合成卵胞ホルモンにさらされる機会が増えてはいるようだ。

つまり合成卵胞ホルモンは、ありそうな説明のごく一部（しかも一番不確実なもの）にすぎない。だが、メディアが選んで流しているのはこの話だった。

さらに、精子の数が過去 50 年間で半減したというのが本当に正しいのかどうかというそもそもの疑問が残る。1992 年の論文はおびただしい批判を招き、その後の新しい研究では精子の数が減った場合もあれば、安定している場合もある¹⁸⁶¹。パリでは精子の数は減少したが、フランス南西部の都市トゥールーズでは変わらなかった¹⁸⁶²。スコットランドで精子の数は減った。一方、フィンランドでは同じかあるいは微増¹⁸⁶³。ベルギーとロンドンの一部の研究は減少を示している。けれどニューヨーク、ロサンゼルス、ミネソタ、シアトルなどアメリカでの研究では一定だった¹⁸⁶⁴。

『奪われし未来』は精子の数の低下を示した調査についてしか述べていない¹⁸⁶⁵。さらに、そうした調査が医学専門家の一部からはまだ多少疑問視されていることも触れられている。しかしながら同書はいささか傲慢にもこう述べる。「こういう疑念は、南極上空で地球を守るオゾン層に大穴が開いたという 1985 年の最初の報道に対する初期の同様の疑念を思い出させる¹⁸⁶⁶」と。

問題は要するに、1970 年以前の精子の数について情報が足りないってことだ。スキヤケベクのチームはさんざん努力したけれど、関連調査を 13 しか見つけられなかった。そして 1970 年以前の 13 の調査においては 1,780 人の男性が調査対象になっているけれど、そのうち 84 パーセントはたった 5 つの大規模研究（100 人以上をサンプルとしたもの、図 129 の大きな円）に含まれ、そしてこれは全部アメリカについての調査だ¹⁸⁶⁷。それどころか、最初の大規模調査 4 つ（1938–51 年）はたった一つの都市、ニューヨークしか調べていない¹⁸⁶⁸。これは重要な点だ。ニューヨークは約 1.3 億/ml という世界で最も精子の数が多都市の一つだからだ¹⁸⁶⁹。なぜニューヨークで精子がそんなに多いのかは、よくわからない。でも例えば精子の数は気温に左右され、冬の方がずっと多い。フィンランドの男性も同じくらい精子の数が多く、約 1.3 億/ml だ¹⁸⁷⁰。

ヨーロッパや世界その他の都市に比べてニューヨークに精子数の高い男性がずっと多ければ、これは明らかにノイズを作り出す（図 129 で精子の数が派手に上下動しているの

は、一部の円はニューヨークのもので、他がちがうからだ)。これは分析を鈍らせるが使いものにならなくするわけじゃない。けれど 1970 年以後の調査の地理分布を検討してみると、大規模の研究のうちアメリカのものは 20 パーセントにすぎず、ニューヨークのものはたった 7 パーセント。つまりニューヨークは初期の調査ではかなりサンプリングされているのに (93 パーセント)、後期では軽くしか (たった 11 パーセント) サンプリングされていない¹⁸⁷¹。さらに、ニューヨークだけについての調査からわかることとして、1972 年から 1994 年にかけてニューヨークでは精子の数は減っていない¹⁸⁷²。だから 5 つのニューヨークの研究は省く方が理にかなうかもしれない。これらを除くと精子の数はもはや 40 パーセントも減っていない。それどころか、実際には統計的に有意な減少は見られなくなってしまう¹⁸⁷³。驚いたことに、スキャケベクはこういう事実について公式にコメントしていない¹⁸⁷⁴。

ここからさらにもっと大事なことが出てくる。1970 年以降の期間は、ずっとたくさんの入手可能な情報によってはるかにきちんと検討されている (研究の 79 パーセント、男性のサンプル数の 89 パーセント)。この情報によれば、1970 年以来、精子の数には変化がまったく見られない¹⁸⁷⁵。それどころか実は微増気味なんだけれど、これは統計的に有意じゃない¹⁸⁷⁶。さらに、ニューヨークとアメリカの他の地域で集めたアメリカのデータを見直した結果、「アメリカで過去 60 年間には精子の数に大した変化は見られない¹⁸⁷⁷」という結果が出た。

それでも、ぼくたちは手持ちのデータから出発するしかないわけだ。初期のデータがニューヨークばかりで後期のものはもっとあちこちからだというのは問題ではある。でも精子の数が減少したかもしれないという問題は重要なんだから、手持ちのデータで最善を尽くすしかない¹⁸⁷⁸。確かに 1942 年から 1970 年にかけて、精子の数はちょっと減ったようではある。ただし問題はもう一つあるようだ¹⁸⁷⁹。

男性の射精間隔が短くなると、精子の数は減ることがわかっている¹⁸⁸⁰。つまり男性が過去 50 年間でセックスの回数を (相手がいる場合もない場合も含め) 増やしているなら、精子の数は少なくなり、精子の質の低下についての不正確な解釈を招く恐れがある。もちろんこういう問題を回避しようという試みはされている。ふつうは精子の提供者に、指定の日数だけ射精をしないでくれと頼むのだ。だが まあ予想通り これはチェックも強制も実に難しいことだ¹⁸⁸¹。

一方、スキャケベクは「私たちの知る限り、1930 年代以来マスターベーションや性交の頻度が変化しているというデータはない¹⁸⁸²」と主張する。多少割り引いて聞くにしても、これは驚くべき発言だ。だって 1930 年代以来、ぼくたちはセックス革命を経てきているし、避妊ピルだって使えるようになってきているんだから。でも実は、この分野について

はいくつかの大変優れた統計がちゃんと存在している。1940 年代初期から 1970 年代初期にかけてマスターベーションの頻度は、未婚の 30 歳男性の場合年間約 30 回から 60 回へと上昇した。既婚の 30 歳男性だと、マスターベーションは年間約 6 回から 24 回に増えた¹⁸⁸³。性交については、「データによれば一般的な（中央値の）夫婦間の性交回数は、顕著で歴史的な増加を示している¹⁸⁸⁴」。既婚の 30 歳夫婦の場合、性交回数は週に 1.9 回から 3 回へと増えた¹⁸⁸⁵。

もちろん人が自分について述べることを額面通りに受け取る場合には注意しなきゃいけない。でもこの数字は、手持ちのほかの情報ともかなりよく一致している。たとえばアメリカ人カップルについての 1983 年の大規模調査がある。これによると、そこそこ新婚のカップルの 45 パーセントは、週に 3 回以上もセックスをするということだ¹⁸⁸⁶。同じように、おそらく最も大規模な代表的研究は、1965 年から 1970 年にかけて 4,500 人以上の女性を対象としており、たった 5 年間で最低でも 17 パーセントの性交頻度の上昇を示している。これは特に避妊薬がはるかに手に入れやすくなったからだ¹⁸⁸⁷。1975 年のフォローアップ調査によると、性交頻度はもっと増えた¹⁸⁸⁸。あるスウェーデンの調査によれば、セックスの間隔は 1956 年から 1986 年にかけて、7.5 日から 4.4 日に急落した。つまり 70 パーセントほどの頻度の上昇に等しい¹⁸⁸⁹。

つまりデータによると、1940 年に比べて 1970 年には、男性は毎週はるかにたくさんセックスしているし 2 倍の回数の射精をしているらしい。

射精を 3 日ではなく 10 日間控えたら、精子の濃度は 60 パーセントほど上がることが知られている¹⁸⁹⁰。つまりセックスの間隔を一日減らすと、精子細胞は 1,300 万ほど減る計算だ¹⁸⁹¹。ということは、スキヤケベクの発見した 50 年間での 4,700 万精子細胞/ml の減少（問題の多いニューヨークの調査も含む）は、セックス間隔が 3.6 日縮んだのと同じことになる¹⁸⁹²。上で見たように、スウェーデンでのセックス間隔はたった 30 年で 3.1 日減っている。

有機農法の農民たち

有機農法の農民たちやエコロジストたちは、ほかの職業従事者よりも精液の質が高いことを示したデンマークの調査 2 つ¹⁸⁹³ は世界中で引用されたので、ここで触れておこうか¹⁸⁹⁴。

もちろん、精液の質がよりよい有機食品と関連している、と信じたくなる気持ちはわかる（これは例えば *Eco Living* などの本でも強く指摘されている）¹⁸⁹⁵。でもこの調査が出た時点でさえ、これは多くのありそうな説明のうちの一つにすぎなかった。

エコロジストたちは、まちがいなく「そこらの一般人」に比べているんな意味でかなり

ちがっている 特に、都心から離れた郊外に住んでいて、ストレスもずっと低い生活を送っていると推定される点大きい¹⁸⁹⁶。

デンマークの環境保護局による調査が後に示したのは、伝統的な(有機農法でない)温室栽培農民だって、他の職業グループの数多くよりも精液の質が優れているということだ¹⁸⁹⁷。

最後に 1999 年に、伝統的な農民たち 171 人と、有機農家の農民たち 85 人について大規模調査が行われて論争にケリがついた¹⁸⁹⁸。15 の様々な精液の質の尺度のうち、14 ではまったく区別がつかなかった。最後の尺度の点では、有機農家の農民たちの精液のほうが、ずっと多くの通常精子を含んでいた。でも別の分析によれば、5 つの農薬については、摂取量が多い方が、死んだ精子細胞の少なさと有意に相関しているということだ。結論として「推定される 40 の農薬についての食生活からの摂取は、精液の質の劣化リスクを持っていない¹⁸⁹⁹」。

精子の質の低下についての初期の評価において、1942 年から 1980 年にかけての約 4,000 万精子細胞/ml の減少をセックス頻度の上昇で説明するなら、人はかつての倍のセックスをしていなければならない、とジェイムズ教授は書いている¹⁹⁰⁰。そしてまさにその通りのことが起きている。だから、セックスが増えたのも精子減少理由の一つだということは、あらゆる面から言える。

さらに総じて、ニューヨークの統計を使うのは明らかに問題があるようだ。ニューヨークを除けば精子の数の減少はなくなる。過去 20 年についての分析が示しているのは、概して減少ではなく、それどころかむしろ増加だ¹⁹⁰¹。

さらに、精液の質を評価するだれでも思いつく別の方法でも、劣化は見られない それは男性の受精率を見てやることだ。アメリカにおいて、不妊症の割合は過去 30 年間にわたり 8 から 11 パーセントほどで、ほぼ一定だ。男性による不妊はそのうち約 3 分の 1 を占めている¹⁹⁰²。イギリスでは、2000 年の最新研究によれば、男性の受精率は実は 1961 年以来、増えている¹⁹⁰³。

もちろん精子の質はとても大事だ。ニューヨークのような手法上の問題についての数字を補正するとしてもスキャケベクの調査はたぶん精液の質が多少は下がったことを示しているだろう。もちろん、これが単にセックスの回数が増えたというだけの理由なら、何の問題もない。そして残る精液の質の低下のうち、少なくとも一部は過去 50 年にわたる性交頻度のすさまじい増加で説明できる、というのははっきりしているようだ。

それでもこれに当てはまらないデータはあるし、パリやスコットランドのような場所では精液の質は下がっている。こうした統計はかなり変動が激しくて、データ集計を開始時や終了時に大きく左右されるのはわかっているけれど、こうした状況について調べることはもちろん重要だ¹⁹⁰⁴。

でももっと重要な点として指摘しておくべきなのは、精液の質が世界中で圧倒的に下がっているというおっかないビジョンは確実にまちがっていたということだ。過去 20 年から 25 年にかけて、トゥールーズ、ニューヨーク、ロサンゼルス、ミネソタ、シアトル、フィンランドのような多くの場所において、精液の質はずっと一定だ¹⁹⁰⁵。減少が本当に見られたとしても、それは全世界的なものじゃない。

22.9 合成卵胞ホルモン：「カクテル」効果

合成卵胞ホルモンが及ぼす影響についてあまり心配する必要がなさそうな理由の一つは、それらが天然の卵胞ホルモンや DES より数千倍も弱いからだ¹⁹⁰⁶。けれど 1996 年にジョン・マクラクラン率いるトゥレイン市の多くの有名な卵胞ホルモン研究者たちが *Science* 誌に論文を発表し、2 つの卵胞ホルモンの組み合わせによりそれぞれの効果が 160 から 1,600 倍増幅されると述べた。これはよくカクテル効果、あるいは相乗効果と言われている¹⁹⁰⁷。つまり、1 足す 1 はたった 2 ではなく、むしろ千とかになるわけだ¹⁹⁰⁸。

ふつう、自然な環境ホルモンは複数が同時に発生するので、これは多くのきわめて弱い卵胞ホルモンを、複合した強力でおっかないものに変えかねない発見だった。この話はすぐに世界中に広まった。卵胞ホルモンを疑問視していたステファン・セイフ教授も、あるインタビューで明らかにひどく居心地の悪い思いをしたようで、この結果がきわめて重要な意味を持つ可能性を認めざるをえなかった「これは非常に興味深いし、環境的な意義を持つかもしれない¹⁹⁰⁹」。

この結果は、毒物学についてこれまでわかっていることすべてを大きく覆しかねないので、カクテル効果についての不安は論争中にしばしば出現するようになった¹⁹¹⁰。

1997 年 6 月、マクラクランの実験を再現しようとした多くの科学者たちがニューオーリンズの公式環境ホルモン学会で顔を会わせた。かれらとしては、多くの研究が相乗効果をまったく見つけられなかったと結論づけるしかなかった。1 足す 1 はやっぱり 2 でしかなかったのだ¹⁹¹¹。当のマクラクランの手助けをしたチームさえ、自分たちの結果を再現できなかった。だからその週に、彼らは *Science* から自分たちの論文を取り下げた¹⁹¹²。デンマークのオデンス大学の生物毒物学のポール・ピエレガルド教授によると、今日では科学者たちが皆一致して、卵胞ホルモン状物質には相乗効果はないと合意しているそうだ¹⁹¹³。

だが、アメリカ環境保護局はまだこの研究に価値を認めている。「トゥレイン大の研究で提起された具体的な相乗効果が再現できなかったとしても、他のメカニズムによる相乗効果の可能性は否定できない。だからトゥレイン大の研究は、科学調査の前面に相乗効果についての認識をもたらした点で、未だに重要である¹⁹¹⁴」

つまり、あらゆる事実は今のところ卵胞ホルモンはカクテル効果がないことを示しているにも関わらず、ありもしない問題について認識が高まったのはよいことだ、ということですか。

22.10 合成卵胞ホルモン：乳ガン

環境ホルモンのこわさについて、最大の売り物は合成環境ホルモンが、いわゆる乳ガンの爆発的増大の原因かも知れないという立場だ。

1993年に、ある科学者グループが、女性58人について乳ガンと環境ホルモン状物質DDEとの結びつきを見つけた、と発表した¹⁹¹⁵。この著者たちによれば、環境ホルモ的な農薬は環境や人の食べ物中に実によく見つかるので、「全世界的な公衆の健康に対する介入という点で実に深遠な意義を持つ¹⁹¹⁶」とのこと。これを皮切りにして、すさまじい研究が行われ、乳ガンについてはそれ以来かなりの著述が行われている¹⁹¹⁷。

これが掲載された『全国ガン研究ジャーナル』の論説は、題名からしてレイチェル・カーソンに立ち返って化学物質へのおびえを述べ直していた。「残留農薬と乳ガン：沈黙の春の収穫物か?」。この論説自体は理にかなったバランスの取れたものだったけれど、この手のタイトルからくるメッセージにメディアは飛びついた。無責任で化学薬品に取り憑かれた社会のツケを、世界規模で蔓延した乳ガンという形で女性が支払わされている、というわけだ。

『タイム』誌は「執拗なDDT」が乳ガンを引き起こすと語った¹⁹¹⁸。グリーンピースは、「世界中で急増する乳ガンの主原因は化学汚染物質である¹⁹¹⁹」と主張する調査を発表。『サイエンティフィック・アメリカン』の記事は、合成環境ホルモンと乳ガンの結びつきはまだ推測にすぎないけれど「関連性を支持する証拠が次第に積み重なっている¹⁹²⁰」と述べた。

サンフランシスコの農薬教育センターの主任マリオン・モーゼス博士は、『ネーション』誌でこの相関について説明している。「乳房に蓄積した各種の毒物を考えてみれば(中略)今日の女性の8人に1人が乳ガンになると聞いても、驚きはしないでしょう。そして有機塩素農薬がこの世に登場したのが、第二次世界大戦以降でしかないことを考えれば(中略)現代の女性が母親たちよりも二倍の確率で乳ガンになりやすいというのも、当然のことです¹⁹²¹」。1993年の研究の研究者の一人、メアリー・ウルフ博士は叫んだ。「この数字は、本当にゾッとするものです。リスクがこんなに高いなんて、まだ信じられないほど¹⁹²²」。

『奪われし未来』は、かなりの部分をこの結びつきに依存していて、不吉にもこう叫んでいる「女性にとって何よりもおそろしい健康トレンドは、女性のガンで最も多い乳ガン

発症率の上昇である¹⁹²³」。農薬との結びつきは実にはっきり述べられている。「1940年の化学時代の夜明け以来、乳ガンによる死亡はアメリカでは年1パーセントずつ上昇を続け、他の先進国でも似た増加が見られている」。そして彼らは実に注意深く、これが年齢補正済みの発生率だと指摘している¹⁹²⁴。もちろんこれはまちがっている。図119で明らか通り。前にも指摘したように、『奪われし未来』執筆当時、1940年に比べた年齢補正済みの死亡率は、実は9パーセントほど下がっている。1998年の最新の数字だと、18パーセントも下がっている¹⁹²⁵。

とはいえ本当の問題はもちろん、合成環境ホルモンが乳ガンの原因となるかどうかだ。女性が生涯を通じてさらされる卵胞ホルモンの総量が、ガンに貢献するというのはおおむね正しいだろう¹⁹²⁶。ふつう、このホルモン曝露は当の女性自身の身体が出すホルモン（初産が遅くなったこと、初経が早まったことなどによってもたらされた大きな影響）と経口避妊薬からくる¹⁹²⁷。だから農薬と乳ガンの結びつきは理論的には、このような農薬が卵胞ホルモンに似た効果を持ち、女性の卵胞ホルモン負荷を増やして過剰なガンを起こすという考えに基づいている。でもこの解釈にはいくつか問題がある¹⁹²⁸。一つには DDT、DDE、PCB は卵胞ホルモンとしては弱く、また動物がガンになるのを促進することもあれば、抑制することもあるのがわかっている¹⁹²⁹。二番目に、職業柄 PCB や他の有機塩素系農薬を大量にあびる女性たちでも、乳ガンの増加はまったく見られない¹⁹³⁰。第三に、乳ガンの発生件数は増えているのに、環境中の DDT、DDE、PCB は減っている¹⁹³¹。アメリカ国立ガン研究所の言葉によると「農薬への被曝が減っているせいでガンの発生件数が増えるというのはいささかありそうにない¹⁹³²」。

さらに国立ガン研究所が行った、アメリカの各地域ごとの黒人と白人の乳ガンの発症率についての研究は、驚くような結果を示している。北西部の白人女性は乳ガンに関する死亡率が相対的に高いのに、同地域の黒人女性の割合は他の地域に比べて高くはない。これが示しているのはつまり「広く普及した環境的要因では、北西部のアメリカ白人女性に見られた相対的に高い乳ガン死亡率については説明がつかない¹⁹³³」ということだ。

すでに1994年には、乳ガンと合成卵胞ホルモンについて入手可能な5つの小研究についてのメタ研究がすでに結論を出した。「データは DDE や PCB への曝露が乳ガンのリスクを上げるといふ仮説を裏付けていない¹⁹³⁴」。アメリカ国立ガン研究所は最新のレビューで同じ結論に達した¹⁹³⁵。

それ以来、7つの(100人以上の女性を対象にした)大規模の研究と、4つのもっと小規模の研究が公表された¹⁹³⁶。1999年、化学物質の発ガン性についてのイギリス諮問委員会が、乳ガンと合成卵胞ホルモンについての入手可能な研究に基づく結果をイギリス厚生省に対して発表した。それによると、DDT について相関性を見つけたのは2つの小規模

研究だけで、大規模研究の一つはむしろ逆の相関を見つけた（DDTが増えると乳ガンは減った）¹⁹³⁷。だから委員会の結論は「疫学的な研究からは、DDTとの関連で乳ガンのリスクが上昇するという説得力ある証拠は全体として存在しなかった¹⁹³⁸」ということだった。

ディルドリンについて相関を調べた研究は二つしかなかった。一つは相関を見いだせず、一つは正の相関を見つけた。でも問題の研究は46種類のちがった相関を調べていたので、このたった一つの統計的に有意な結果は「偶然の産物¹⁹³⁹」でしかない見込みが高い。さらにラットとマウスを使った研究では、ディルドリンには卵胞ホルモ的な特性はまったく見られていない¹⁹⁴⁰。最後にディルドリンを用いる職業を調べても、ガンになる人が多かったりはしない¹⁹⁴¹。結果として委員会は、「疫学的な調査からは、ディルドリンと関連した乳ガンのリスクの上昇について説得力ある証拠は存在しない¹⁹⁴²」と結論づけた。

β -HCHとリンデン (lindane) について調べた3つの研究では、どちらの化合物についても乳ガンリスク上昇との相関の証拠をどれも発見できていない¹⁹⁴³。

1999年、アメリカの環境保護局などによる支援を受けたアメリカ科学アカデミー国立研究評議会は、合成卵胞ホルモンがガンのリスクに及ぼす影響についての証拠を調べた¹⁹⁴⁴。乳ガンについての結論のまとめは、イギリスでの評決とほとんど同じだった。「今日にいたるまで入手可能な研究を評価してみると、成人のDDT、DDE、TGDD、PCBへの曝露と乳ガンとの関係を支持するものではない¹⁹⁴⁵」。

ぼくたちはいまやデータを手に入れた。そしてそのデータによれば、合成化学物質が乳ガンを引き起こすという証拠はまったく出ていない。

22.11 合成環境ホルモン：心配すべきか？

ぼくたちの最新の化学物質に対するおびえは、びっくりするほど無根拠のようだ。精液の質低下は、ほとんどはニューヨークの統計を使ったことと、ぼくたちがもっとセックスをするようになったことの影響らしい。最悪でも減少は局地的で部分的なものでしかない。そしてそれは、受精率の研究から見ても裏付けられるものじゃない。

カクテル効果は、まるっきり裏付けが取れなかった。

乳ガンについては、入手できるあらゆる証拠をまとめた最新の概要2つは、合成卵胞ホルモンは乳ガンの原因にはならないことを示している。実は国立ガン研究所は乳ガンだけでなく、子宮内膜ガン、前立腺ガン、睪丸ガンについても検討している。こうしたガンはホルモンに敏感な組織で起きるはずで、したがって合成環境ホルモンの影響がいちばんはっきり出るのもこれらの部分のはずだからだ¹⁹⁴⁶。そしてNRC（国立ガン研究所）は、

ここでも何ら相関を見い出せなかった。

たとえば睾丸ガン为例に取ろう。ここで NRC が発見したのは、過去 40 年で白人男性については発生率が上がってきたのに、PCB や DDE や DDT の血中濃度がずっと高い黒人男性については下がってきている、ということだ¹⁹⁴⁷。さらに DDT とその分解成分の量は、過去 40 年間にわたり血液と母乳の双方において低下している。だから委員会は「北ヨーロッパ諸国と北アメリカでの睾丸ガン発生率増加は、環境中の DDT には無関係である可能性が高い¹⁹⁴⁸」と結論づけている。

入手できる研究すべてを見ると、おおむね結論としては「個別に見ても全体としても、これらの研究は DDE や PCB と人のガンとの間の相関を支持するものではない¹⁹⁴⁹」ということだ。

1998 年アメリカ環境保護局化学政策委員会は、長ったらしい報告書で合成環境ホルモンに関する中間公式見解を発表した¹⁹⁵⁰。この報告はさまざまな問題を検討して、精液の質の低下についてはスキャケベクのデータが地理的に分散しすぎており、1970 年以前のデータが不適切で、そして「射精間隔の系統的減少が、精液の濃度や精子の量の低下と称するものをかなり説明できる¹⁹⁵¹」と述べている。したがってアメリカ環境保護局は、スキャケベクの結論を「尚早」と結論づけた¹⁹⁵²。

環境ホルモン問題について、環境保護局の総合的な評価としては以下のように述べられている：「少数の例外はあるが（DES など）、特定の環境内物質への曝露と、内分泌攪乱メカニズムを通じたヒトの健康への悪影響との間には、因果関係は確立されていない¹⁹⁵³」。

だからと言って、もちろん知識を広げるためにこういう分野について研究するなってことじゃない。でも『奪われし未来』みたいなおっかないスローガンを使うのはもうちょっと慎重にやろうね、ということだ。

農薬による環境ホルモンの影響に伴う新たな「沈黙の春の収穫」は見られなかった。そしてまえに述べたように、殺虫剤がガンを引き起こして沈黙の春がくることもなかった。こうなるともちろん、農薬をだんだん廃止することのがそんなにいいことだろうか、という疑問がわいてくる。

22.12 結論：農薬を使うべきか？

1989 年のアメリカでは、農薬への不安 VS 実際のリスクという点で、最高に壮絶な事件が起きた。CBS のテレビ番組『60 ミニッツ』が、リンゴの殺虫剤アラールについて全国を不安に陥れたときだ。「最も危険な化学残留物」と称されたアラールだけれど、後にそのリスクはえらく誇張されていることがわかり、20 分の 1 に訂正された¹⁹⁵⁴。図 127 で

わかるように、他の天然農薬や合成農薬と比べると、1988年の平均摂取量ですら毎日コーヒーを3杯飲むのに比べて危険はおよそ100分の1も小さい¹⁹⁵⁵。でも人々の激しい抗議や懸念のおかげで、アラールは使用禁止になった¹⁹⁵⁶。これって賢明な動きだったのかな？ 農薬はもっと、あるいは全部禁止したほうがいいだろうか？

多くの人々と組織は、イエスと答えたがる。農薬を使うのはやめよう、と。天然資源保護評議会 (Natural Resources Defence Council) のアル・マイヤー・ホフは、各種のガンが特に子供たちで増えていると述べ、「農薬への曝露とヒトへのガン発生とに強い相関があることを、山のような証拠が示している¹⁹⁵⁷」と主張している。問題は農薬だ。「このような命にかかわる化学物質にさらされると、ガン、奇形児、神経障害を引き起こす」。で、結論は？ 「食物の供給から農薬を排除しなくてはならない」。

1999年オタワでの世界乳ガン学会でも、似たような主張がされた。ここでカナダのシエラクラブの事務局長エリザベス・メイは、乳ガン発生率は環境中の農薬増加と並行していることを指摘した¹⁹⁵⁸。シエラクラブの農薬キャンペーン主任ペギー・ランドは「私たちは農薬会社の銀行口座よりも私たちの健康を優先する必要があります。このような毒なしに暮らす権利を取り戻さなければなりません¹⁹⁵⁹」と付け加えている。で、解決策は？

「改善された試験基準により安全性がはっきりするまで、こうした有害化学物質を使用禁止にすべきです」。

こういう姿勢は世論調査にも現れている。全アメリカ人の45パーセントは、承認済みの指示にしたがって使用された場合でも農薬利用が危険だと感じている¹⁹⁶⁰。それどころか62パーセントは「農薬によって人間の健康にもたらされる危険は、農薬の便益を上回る¹⁹⁶¹」としている。

でもこの章で一貫して見てきたように、農薬によるガンや環境ホルモン効果へのおびえは、かなり無根拠なものだ。農薬がぼくたちのホルモンバランスに目に見えるほど影響を与えると考えるべき理由はまるでない。そして同時に、農薬はガンによる死亡に驚くほど影響がない。閾値がないモデルを使うと、農薬がガン死亡者総数に占める割合は最大で1パーセントだ。だがこの推計はたぶん、いろんな理由ですさまじく高すぎるだろう。ガンの原因についてのレビューされた6つの研究すべて、そして最大最新の3つの研究が一致して述べているのは、農薬のガンへの影響は無視できるほど小さいということだ。

ヒトを使った研究からはきわめて限られた情報しか得られていない。発ガン性農薬についての評価の圧倒的大部分は、実験室での動物実験に基づいている¹⁹⁶²。でも各種研究によれば、一日3杯のコーヒーあるいは一日1グラムのバジルは、現在の摂取レベルで見れば、最も毒性の強い農薬より60倍以上リスクが高い。ここから明らかにわかるように、農薬がガンを起こすというぼくたちのおびえはかなり杞憂で、動物実験からの推定をもと

に推定した場合でも、農薬がガンに及ぼす全体的な影響は取るに足りない。アメリカで、農薬によるガン死亡者数の納得できる推計は、多分ガン死亡者総数 560,000 人のうち約 20 人ってところだ。ちなみに、毎年風呂でおぼれ死ぬアメリカ人は 300 人ほどだ¹⁹⁶³。

それでも、今までのような議論により農薬がほんの少数のガン死亡者しか引き起こさないことがちゃんと示されたと認めたとしても、たった一人でも死ぬのであれば、殺虫剤を大幅に減らすか完全になくす理由としてはじゅうぶんだ、という立場をとることもできる。ガンの可能性がちょっとでも増えるかもしれないと思っただけでも、用心のために農薬の使用を控えるべきだ、というわけ。

そりゃ確かに、用心のために個人の農薬摂取量を最小限にするに越したことはない。でもそれは、そうすることで他にもっと高くつく結果が生じない限りの話だ。ないも同然なガン負荷増加を避けるために農薬使用を減らしたり、全面禁止したりしたがることの問題は、はるかに大きい副作用について考えてないということだ。

農薬使用にはすごい利点がある。農薬の最も厳しい批判者の一人、デビット・ピメンテル教授ですら、アメリカにおける農薬の純社会便益が年間約 40 億ドルだと述べている。かれが使った手法は、結果が系統的に農薬に不利になるよう歪めるものだったにも関わらず¹⁹⁶⁴。

いまの議論にもっと関係があるのは、農薬を一部禁止あるいは段階的な全面禁止した場合の社会の総コストを計ることだ¹⁹⁶⁵。特定の農薬グループ　アメリカの農薬全の半分ほどを占めている、いわゆる有機リン系農薬とカルバメイト農薬　の廃止について、最新のアメリカのコスト推計によれば、総計約 170 億ドルになる¹⁹⁶⁶。

もちろん世界中の色々な政治的背景では、農薬に対する態度もちがうから、全面禁止ができそうなところもあれば、できにくいところもあるだろう。確かにアメリカでは農薬全面禁止に対しては、あまり広い政治的な支持はない。ただし有機リン系農薬とカルバメイト農薬の全面禁止は、1996 年の食品品質保護法の施行をめぐる論議に含まれてはいたけれど¹⁹⁶⁷。でもヨーロッパでの多くの議論は雰囲気をもっと過激で、デンマークでは農薬の大幅削減や段階的な全面禁止という選択が、議会の過半数によって表明された¹⁹⁶⁸。

結果としてデンマークの議会は満場一致で全国委員会を設立し、2 年かけて農薬によるあらゆる影響を調査し、デンマークでの農薬使用を部分的あるいは全面的に禁止することによる全体的な影響を評価させることにした¹⁹⁶⁹。これは利害の衝突があると批判されてきた¹⁹⁷⁰ アメリカのいくつかの経済推計とはちがって、デンマークの環境保護局から任命を受けた議長と、伝統的農業組織と有機農業組織、学術団体、環境保護団体、消費者団体からのメンバーによる合議制委員会だ¹⁹⁷¹。その結果は 1999 年に公表された。1,000 ページを越える全 7 巻で、その 10 倍にも及ぶ委託背景調査報告書がもとになっている

1972。

結論としては、農薬使用のある程度の最適化は可能で、その場合、農民には2から3パーセントのコスト増、社会的なコストはほとんどなしとされていた。ただしこれはモデルに基づく結果ではない¹⁹⁷³。推計は、天候と災害のインパクトについて完全な情報を必要としていて、これは一部の地域では入手が困難か不可能と考えられていたため、この推計はいわばベストケース推計となる¹⁹⁷⁴。この場合、散布頻度をもとに計測した農薬は全部で29パーセントほど減る¹⁹⁷⁵。

農薬使用をもっと減らす場合について、委員会は農薬がある限られた害虫の処理にだけ許される、限られた農薬利用のシナリオを検討した¹⁹⁷⁶。この場合、農薬は約76パーセント減る¹⁹⁷⁷。社会全体の損失はGNPの0.4パーセント、年5億ドルあるいは農業総生産高の約9パーセントと推計された¹⁹⁷⁸。アメリカに置き換えると、農薬の使用制限による損失はざっと年間110–370億ドル。さっき述べた有機リン系農薬とカルバメイト農薬の禁止で生じるコスト170億ドルとだいたい似たようなものだ¹⁹⁷⁹。

最後に農薬の全面禁止は、GNPの0.8パーセントあるいは年間約10億ドルの社会的お値段をもたらすと推計された¹⁹⁸⁰。アメリカにざっとあてはめると、毎年230–740億ドルほどの損失だ¹⁹⁸¹。しかしながらEU法により、加盟国は農薬を使った農作物を輸入制限してはならないとされているので、このコストはあまり売れない作物だけを反映したもののだろう。一方で農作物の輸入自由化は維持されて、たぶん輸入量は大幅に増えるだろう¹⁹⁸²。だから家畜育成は、相変わらず輸入物の農薬を使った飼料を使うことになるだろう。

委員会はまた、有機栽培社会に完全に移行する場合の総コスト推計も出した。ここでは家畜用飼料も無農薬で栽培される。この場合、デンマークにとっての社会コストはGNPの約3パーセントあるいは35億ドルだ¹⁹⁸³。アメリカではざっと930–2770億ドルに相当する¹⁹⁸⁴。

つまり低価格で農薬使用を減らせるなら、減らすのは賢明だろう¹⁹⁸⁵。でももっと大量の農薬使用量削減は、社会にとってすさまじいコストをもたらす。

これでもまだ、もっと包括的な農薬の制限が良い投資だと考える人はいるだろう。なんと言ってもアメリカは豊かな国で、年20人かそこらのガン死亡者を救うのに、年に200億ドルから3,000億ドルほどかけるだけの財力はある。救われた命一人あたり、最低でも10億ドルだ。真っ先に出てくる反応としては、コストはいくらかかっても人命最優先だ、というのがあがる。でも、こうした議論をするなら、これだけのお金にはもっといい使い道があるんじゃないか、ということを考える必要がある。室内大気汚染についての章で、ぼくたちは地下から自然に染み出る放射性ラドンガスが、アメリカでは年に15,000人ほどの命を奪っていることを見た。ラドンを確認し、試験し、緩和するための規制プログラム

を導入すれば、一人 100 万ドルよりちょっと少ない予算で、年に 800 人ほどの命を救えるだろう¹⁹⁸⁶。だから、同じ 10 億ドルくらいのお金をかけるにしても、農薬を減らすと約一人（おそらくもっと少ない可能性が高い）を救えるし、あるいはラドン削減で 1,000 人の命を救える。だったら、一番よい結果の出るところにお金を使うべきじゃないの？

もっと深刻なこととして、農薬を禁止するとお金がかかるばかりでなく、ガンによる死亡もたくさん増えることになる¹⁹⁸⁷。

農薬は収穫高を増やしてくれるので、果物や野菜を安く作れるようにしてくれる。デンマークのシナリオでは、農薬の全面禁止は収穫高を 16 から 84 パーセント減らし、価格を 30 から 120 パーセント上昇させる¹⁹⁸⁸。まず、このシナリオはいま以上に自然地帯をつぶすことになる。耕作すべき土地が増えてくるし、また新たに農地化される土地は、たぶんそれほど肥沃じゃないだろうから¹⁹⁸⁹。2 番目に、人々は果物や野菜をあまり食べなくなるだろう。値段がずっと高くなるからだ。所得に占める食費の比率は大幅に増える。農薬使用を制限すると、作物価格は約 10 パーセント上昇すると予想される。全面的な禁止は、おそらく北アメリカやヨーロッパの家族が食べ物に使う所得比率を、今日の 8–20 パーセントから倍増させることになるかもしれない¹⁹⁹⁰。そして、使えるお金が減れば減るほど、人は果物や野菜を食べなくなることがわかっている¹⁹⁹¹。低所得者はむしろ、主食のでんぷんや肉類、脂肪をもっと多く買うようになる¹⁹⁹²。また食料品の品質は低下し、冬に手に入る食品も減るだろう¹⁹⁹³。

ガン頻度から見た影響はかなりのものだ。世界ガン研究基金による研究の推計では、一日あたりの果物と野菜摂取量を平均 250g から 400g に上げれば、すべてのガンの発生率は約 23 パーセント下がる¹⁹⁹⁴。アメリカ人の果物や野菜の平均摂取量は、一日約 297g だ¹⁹⁹⁵。つまり、値段が上がってアメリカでの果物や野菜の消費がたった 10 パーセント下がるだけで、アメリカのガン総数はおよそ 4.6 パーセント上昇するから、追加で 26,000 人くらいのガンによる死亡が生じる¹⁹⁹⁶。さらに他の研究によれば、虚血性心疾患や脳血管疾患のような、ガン以外の疾患による死亡率だってかなり増加しそうだ¹⁹⁹⁷。

世界ガン研究基金の研究が強く主張しているのは、ガンの頻度を減らしたければ、果物や野菜の摂取量を増やすことが絶対に不可欠だ、ということだ。でもそれをどう実現するかについては触れられていない¹⁹⁹⁸。果物と野菜の消費増加という目標は全米研究評議会も支持しているけれど、ここでも議論は医学的側面ばかりで、どうやって消費を増やすかについては示唆がない¹⁹⁹⁹。一方、カナダガン協会は、政策をたてるときには経済と健康をどちらも検討することが必要だと強く主張している。「本パネルは、果物や野菜の摂取増加に伴う残留農薬の接種増加が、ガンのリスク増大にいささかなりとも寄与するとは考えないし、またそんなリスクがごくわずか存在したと仮定しても、それはこうした食生

活からくる便益により圧倒的に相殺されるものだと考えている²⁰⁰⁰」。同時に「本パネルは作物生産拡大と品質向上における殺虫剤利用の重要性を認識しており、またそれに伴う果物や野菜の価格低下への効果、それを原因とする消費の増大、およびそこから発生するガンリスクの減少が重要であることも認識している²⁰⁰¹」。

高い評価を集める雑誌 *Science* はもっとはっきり主張している。

果物や野菜は何百という種類のカビを含む害虫による攻撃にさらされている。認められた防カビ剤の数が減らされて使えるものの数が減ったら、カビが作物を台無しにしてしまうだろう。専門家によると、合成防カビ剤がなければ、リンゴの生産は40パーセント減少するだろう。ぶどうは33パーセント、ももは49パーセント、そしていちごは38パーセント。ほとんどの野菜の生産も低下し、価格は上昇するだろう。犠牲になるのは低所得者たちだ²⁰⁰²。

驚くかもしれないけれど、選択は実にはっきりしている。農業生産物から農薬を排除するならば、そうした農薬が入っていない食べ物や水が手に入る。これはアメリカだと、おそらく年間20人ほどの死者を防げるということでもある。だが一方で、そのコストは少なくとも年間200億ドルかかり、ずっと多くの自然地帯が農地化されることになり、おそらく年26,000人以上の人がガンで亡くなっていくのを甘受することになるだろう²⁰⁰³。

第 23 章

生物多様性 ²⁰⁰⁴

我々は毎年おおむね 4 万種かそこら、一日あたり 109 種の生物を失っている。あなたがこの章を読み終わるまでに、一つの種が絶滅するだろう。

ぼくたちがこれを聞かされたのは 22 年前、ノーマン・マイヤーズの *The Sinking Ark* が 1979 年に初めて出たときだった ²⁰⁰⁵。このお話はアメリカの公的環境レポート『西暦 2000 年の地球』により世界に伝えられた ²⁰⁰⁶。それ以降、これはぼくたちの共有意識の一部になった。アメリカの元副大統領アル・ゴアは著書『地球の掟』で、この 4 万種という数字を繰り返している ²⁰⁰⁷。一般向け科学雑誌 *Discover* は、今日ぼくたちが知っている生物種の半分は 100 年以内に絶滅すると述べる ²⁰⁰⁸。有名なハーバード大学の生物学者エドワード・O・ウィルソンは、年 27,000 から 100,000 種が絶滅していると指摘する ²⁰⁰⁹。負けてなるかとポール・エーリック教授は、1981 年に毎年 250,000 種ほどが絶滅し、2000 年までに地上の生物種の半分が滅び、2010–2025 年には全滅するとまで推計している ²⁰¹⁰。

こういうすさまじい種の絶滅に関する主張はいたる所で繰り返されてきたのだけれど、これはどう見ても手に入る証拠と一致しないのだ ²⁰¹¹。

4 万種全滅というお話は大事だ。ぼくたちが死ぬまでに、地上の生物種の 25–100 パーセントが絶滅するという数字こそが、危機に瀕する種の保護を課題一覧の中で高い優先度に持ち上げるだけの政治的なパンチ力を提供しているからだ。これが今後 50 年で 0.7 パーセントというもっと現実的な数であれば、これほどの成果をあげるパンチ力は持てないだろう。

23.1 生物の種って全部でどのくらいあるの？

35 億年前に初めてバクテリアが登場し、地球上に生命が出現して以来、種の絶滅は進化にとって不可欠だった。生き残れなかった種は絶滅した。絶滅は、生息するあらゆる種の

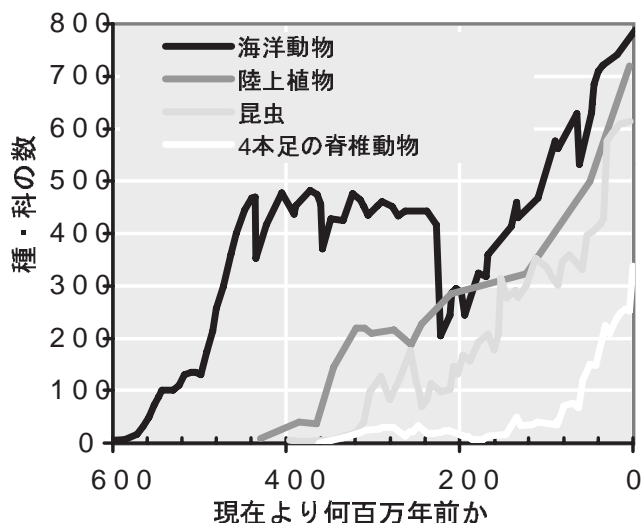


図 130: 6 億年前以来の海生動物、昆虫、4 本足の脊椎動物の科の数、および陸生植物の種の数。出所：UNEP1995:204,206,207。

究極的な運命だ²⁰¹²。

でも生物が絶滅する率は、いろんな時期ごとに変動している。図 130でわかるように、おおむね生物種は現在にいたるまで増えてきた。今ほどたくさんの種が存在していたことはない。科や種の数増加は、専門特化のプロセスのおかげだ。これは、地球の物質的環境がずっと多様化してきたのと、他の種がずっと専門特化してきたことの両方による²⁰¹³。でも、大規模の絶滅は何回か起こっている。一番有名なのは、たぶん 6,500 万年前の曲線のとぎれに見られる*¹、恐竜たちのほとんどが絶滅した時だろう。でも一番深刻だったのは 2 億 4,500 万年前に起こったものだ。このときは海洋動物と 4 本足の脊椎動物の半分ほどと昆虫の 3 分の 2 が壊滅している²⁰¹⁴。

過去の絶滅や種の数について情報は、不確かな化石発見記録だけに基づいている。でもそれを言うなら、実はこの点で今日の状況についてだって大してましな情報があるわけじゃない。ぼくたちは、地上に生きる生物種の本当の数を知らない。推定値は、たったの 200 万から 8,000 万種というとんでもない数字までの間をふらふらしている。今日までに実際に数えられた種は 160 万種ほどだ（表 6の推計を参照）。こういう種の圧倒的に多くは、カナブンやアリやハエやイモムシみたいな昆虫や、菌類、バクテリア、ウィルスだ。哺乳類や鳥類は、もうほとんど発見し尽くした。これらは大きくて認識しやすいからだ。でも、小さな生物の多くについての知識は断片的もしいところだし、それにそういうのを記述したところで、哺乳類や鳥類を記述するのに比べたらまるで華やかさは落ちる。

*¹ 訳注：グラフではあまりはっきりとぎれが見えない。恐竜がほろびる一方では哺乳類がたくさん発生してきているので、生物種総数にはあまり影響がなかったせいだとのこと。

表 6: 1600 年から現在にいたる種の数と、記録に残った絶滅の数。絶滅を記録する際の厳格な条件のため、この数字は間違いなく実際より過小となっている。出所: Ballie and Groombridge 1997; Walter and Gillett 1998; May et al. 1995:11; Reid 1992:56.

Taxa	種の概数	1600 年以來の絶滅数
脊椎動物	47,000	321
哺乳類	4,500	110
鳥類	9,500	103
は虫類	6,300	21
両生類	4,200	5
魚類	24,000	82
軟体動物類	100,000	235
甲殻類	4,000	9
昆虫類	> 100,000	98
維管束植物	250,000	396
合計	約 1,600,000	1,033

どれくらいの種が存在しているかを調べようとする試みのため、ずいぶんと独創的な方法も編み出された。生物学者アーウィンらは、熱帯雨林の上層部の葉に殺虫剤をかけ、木から落ちこちてきた種の数数を数えた²⁰¹⁵。いろいろな地域でどのくらいの種が重複しているかを比べると、平方メートルあたりのおおざっぱな新種数の推計値がわかる。これを使ってもっと広い地域についての推計値を出し、やがてはこれで全世界についての推計を出そうというわけだ。

また研究者たちは、動物が大きくなればなるほど種の数が減るという観察を利用してきた(ゾウほど大きい種はほとんどいないけれど、カナブンの大きさのものはワンサカ存在する)²⁰¹⁶。アーウィンの推計と、体の大きさと数の関係に基づく推計の両方とも、1,000 万から 8,000 万種という現在では最高の推計を出している。

種の総数の推計値がえらくばらついているので、絶滅を論じるには、10 年あたりの絶滅率を見てやるのが一番いい。

23.2 生物多様性って大事なの？

いささか不遜な質問として、そもそも種の絶滅なんてことを心配する必要なんかあるのか、ということを考えてやる必要がある。これを考えるべき理由はいろいろある。

第一の理由は、人間中心の理由だ。ぼくたちが野生の動植物を好むのは、そういう動植

物の生きる魅惑的で活気ある惑星に生きていることがぼくたちにとって嬉しいことだからだ。でも、そういうときにぼくたちが想定している種は、たぶんトラとかクジラ、アホウドリ、ブダイやチークの木のような「大きな種」だろう²⁰¹⁷。何百万のゴキブリ、ハエ、きのこの孢子であることは、まあ絶対になさそうだ。つまり、こういう保護論はかなり恣意的なものだ。

よく耳にするのが、熱帯雨林は薬品の備蓄として機能するんだ、という理屈だ²⁰¹⁸。確かに、多くの薬剤はもともとは植物から抽出されたものだ。ヤナギの木からアスピリン、キツネノテブクロから心臓の薬。とはいえ、今ではこういう薬剤はほとんど人工的に製造されているけれど。でも問題は、多くの場合、薬になる植物を探すのにどこから手をつけていいやらわからない、ということだ²⁰¹⁹。だから、手がかりを求めて現地で使われる生薬が調査される。これは、薬品材料になる可能性のある植物の保護（必要ならば植物園で）を唱える主張となっている。でも、既知のごく一部の植物についてすら、分析に手をつける現実的な手段すらない以上、これはたとえば熱帯雨林などのあらゆる種を保護するという一般論を主張するのには使えない。

ピメンテルをはじめとする研究者たちは、生物多様性の総価値を評価しようとした。人間による多くの自然利用を積み上げると（エコツーリズム、廃棄物処理、受粉、植物の品種改良など）3-33兆ドルあるいは世界経済の11-127パーセントというすさまじく大きい年間評価額が出てくる²⁰²⁰。こういう高い価値は生物多様性の重要性を主張するための一般論に使われている²⁰²¹。多くの生態系サービスには市場がないことを主な理由として²⁰²²、この推計は批判されてきた。でも生物多様性について一番の問題は、ここで問題にしたいコストは生態系の総コストなんかじゃないってことだ。だれも生物種を全部根絶やしにしようとか、生態系をまるごと削除しろとかなんて、主張も期待もしていない。問題にしたいコストは、100万種のカナブンのうち次のカナブンの種一つを保護する価値はどれだけなのかってことだ。これを考えると、いくつかの分析によれば、次の植物や動物種一つが薬物用に持つ人間にとっての価値はすさまじく小さい。これは、最後の一種にたどりつくずっと前に求めていた（薬の材料になる）種は見つかってしまうか、あるいはあらゆる種をすべて最後の種まで探し続けるのは、とんでもなく高くつくからだ²⁰²³。

遺伝多様性は、農作物の存続にとってきわめて大事だ。主な農作物（麦、トウモロコシ、米、ヤマイモなど）はごく少数のすさまじく収量の高い系統から育てられるので、遺伝多様性が大事だという議論は事実だ。この議論で標準的に挙げられる例は、1960年代末に世界の小麦の収穫を脅かした縞錆菌症だ。この病気は、トルコ系の野生麦から得た遺伝物質により対処された²⁰²⁴。今日では、こういう多くの種を保存した大規模な遺伝子ライブラリーがある。アメリカのアイダホ州アパディーンにある Agricultural Research

Service National Small Grains Collection には 4,300 種ほどが保管されている²⁰²⁵。この場合もやはり、問題は農作物の遺伝子プールを保護するのがいいかどうかじゃなくて、むしろこれをありとあらゆる他の種すべての保護を主張するためのまともな議論として使えるかどうかだ。

23.3 どれくらいの種が絶滅しているの？

自然環境では、種は他の種との競争により絶えず絶滅している。これまで生息してきた種の 95 パーセント以上は絶滅したと推計されている²⁰²⁶。種は一般に 100 万年から 1000 万年生息し続ける²⁰²⁷。記述されている 160 万種にあてはめるなら、10 年で種 2 つの自然消滅は認めなきゃいけない²⁰²⁸。表 6 を見ると、1,600 年以來 10 年間で約 25 種が絶滅している。だから観測されているのが単なる自然消滅だけじゃないのは明らかだ。実は人類は昔から絶滅の主因だった。最後の氷河期の頃、ほ乳類と鳥類の主要な科 33 種類が絶滅した。それに先立つ 150 万年で 13 科しか絶滅していないんだから²⁰²⁹、これはすさまじく多い。石器時代の人類が、これらの 33 科を狩り尽くして絶滅させたと推測される。

ポリネシア人は過去 12,000 年にわたり太平洋の 800 ほどの島に入植した。こういう島の鳥はあまり競争なしに進化したので、簡単に捕まってしまった。だからよく狩り尽くされて絶滅した。考古学的な発掘から出土する骨の研究によると、ポリネシア人は総計 2,000 種ほど、あるいは現在の鳥の種の総数の 20 パーセント以上にあたる鳥を絶滅させたと推計されている²⁰³⁰。

つまり人類はずっと絶滅率上昇の一因だった。けれど過去 400 年間に関しては、絶滅について他にも考慮すべきことがある。まず、絶滅を記述するためには、その種が生息していそうなあらゆる場所を数年間探し続けなきゃいけない²⁰³¹。こういう膨大な作業は多くのリソースを必要とするので、記録された絶滅数は最小限に減ってしまう。もう一つは、他の生物より圧倒的にほ乳類と鳥類に関心が集中していることだ。

だから種の絶滅を議論する場合、ほ乳類と鳥類の絶滅率が一番よく記述されている。この場合、記述された絶滅率は、過去 150 年間で 4 年に 1 種から年に 1 種まで増えている²⁰³²。この増加の一部は、起こりそうな絶滅を観察したがる職業生物学者、関心を持つ鳥類学者、動物愛好家の増加も原因だろう。でも絶滅が増えているのはまちがいない。

でも、ここで言いたいのは、毎年 4 万種が絶滅するなんて数字に至るには、まだまだほど遠いってことだ。

23.4 4 万種という主張

毎年 4 万種の絶滅という推計は、もともと 1979 年にマイヤーズが出したものだ²⁰³³。かれの議論ときたら、これが驚異的な代物だ。かれは、今まで見てきたのと同じく といへ参考文献を明示しないけど 1900 年まで 4 年ごとに 1 種、1900 年以降は毎年 1 種全滅したと述べている。そしてマイヤーズは、1974 年の会議を引用している。そこで絶滅速度が現在年間 100 種になったという「憶測が出回った²⁰³⁴」という。この数字はほ乳類や鳥類だけではなく、「科学で知られていようといまいと全生物種の絶滅率だ²⁰³⁵」から、年に 1 種という数字よりはるかに多いのはあたりまえだ。そしてここで議論の肝心な部分がやってくる：

だがこの数字ですら少く思える。(中略) 仮に、この人間による自然環境の扱い (引用者注：熱帯林の開墾を指す) の結果、今世紀最後の 25 年間で 100 万種の絶滅が目ざると想定しよう あり得ない見通しではまるでない。これはつまり、25 年にわたって計算すると、1 年あたりの平均絶滅速度 4 万種、あるいはむしろ一日 100 種以上という計算になる²⁰³⁶。

これがマイヤーズの議論のすべてだ。100 万種が 25 年間で絶滅すると仮定すれば、つまりは年に 4 万種となる。まったくの循環論法だ。4 万種と仮定したから 4 万種になる。もちろん、議論がこれだけしかないなんて、みんなとても信じられないだろう。でもマイヤーズの本は他にどんな参考文献も議論も挙げていないのだ。実際に観察されている、年に 4 分の 1 種、1 種、あるいは年 100 種という数字と、マイヤーズの 4 万種という推計との間の、ものすごい開きにご注目。この主張はかれ自身のデータの 4 万倍、最新の観察された速度の 1 万倍で、最大の当てずっぽうと比べてすら 400 倍大きい (図 131)。

でも、世界中の何百万という人々に届いたのは、この 4 万という数字なのだった。

23.5 モデルによる裏付け

1980 年、『西暦 2000 年の地球』というものすごく影響力がある環境のレポートがアメリカの大統領ジミー・カーターの要望で発表された。レポートはいろんな課題の中で、種の絶滅も検討していた。ここで WWF (世界自然保護基金) の生物学者トーマス・ラブジョイが、2000 年までに種全体の 15–20 パーセントが絶滅するというマイヤーズの主張を繰り返している²⁰³⁷。でも同時にラブジョイは、マイヤーズの物議を醸した 4 万という数字を裏付けるためモデルを構築した。ラブジョイのモデルは実に魅力的なほど単純だ。生物種の大部分は熱帯雨林で見つかる。熱帯雨林をそのままにしておけば、なにも起こら

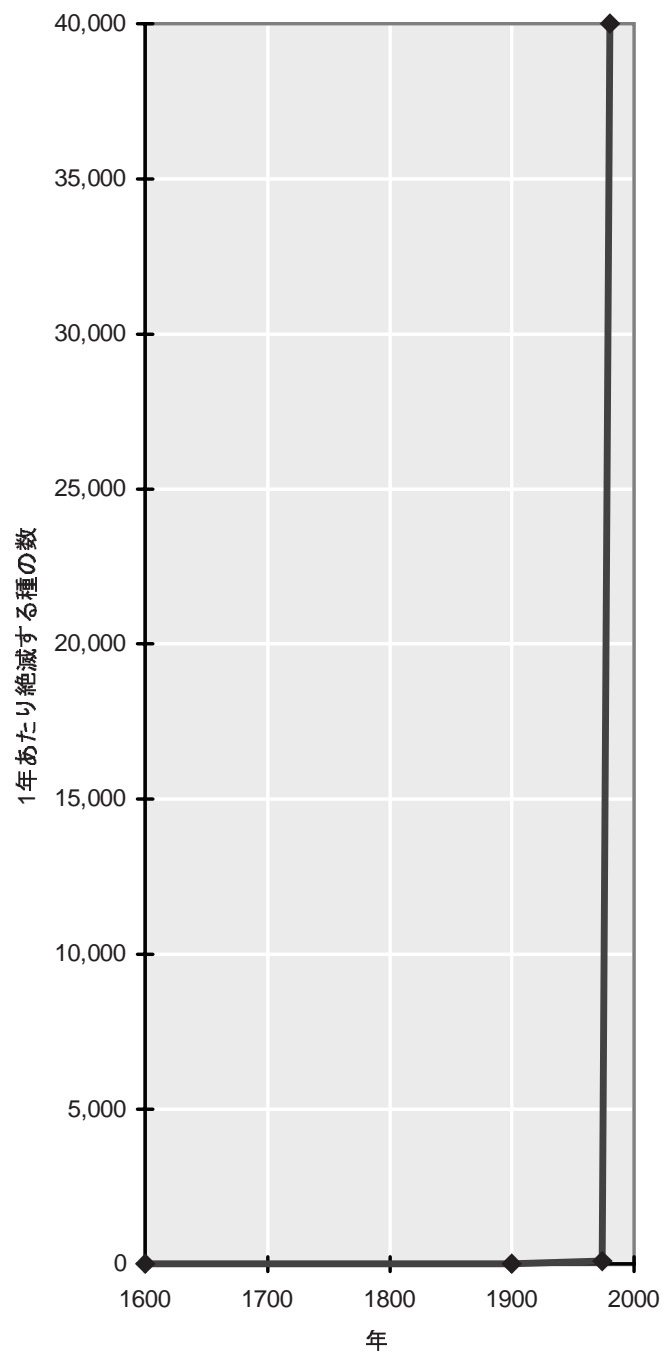


図 131: 1600 年から 1974 年までの絶滅率推計に、1980 年のマイヤーズの推計を追加。出所：Myers 1979:5.

ない。もし熱帯雨林を全部を伐採すれば、事実上あらゆる生物種が絶滅する。ラブジョイは、熱帯雨林を半分伐採すれば、生物種の 3 分の 1 が絶滅すると仮定している²⁰³⁸。

はい、これでお答え一発。20 年で 50 パーセントから 67 パーセントの熱帯雨林が減少するという推定から、33-50 パーセントの生物種が局所的に減少するというわけ。ラブジョイの推計によるとこれは世界の生物種の約 20 パーセント減少になる²⁰³⁹。

23.6 ぼくたちは何を失うの？

西側世界にとって、この議論は熱帯雨林の重要性を確固たるものにした。熱帯雨林は「地球の肺」であるというお話（まちがった話だったが）²⁰⁴⁰を一瞬みんながもてあそんでいたのを除くなら、今や熱帯雨林を保護しろという議論の最大の理由は生物多様性だ。

でも、実際にどんな種が死滅すると主張されているんだろう。多くの人々は、それがゾウとかコクジラ、広葉のマホガニーの木の問題だと信じこんでいる。でも残念でした。絶滅する種の 95 パーセント以上は、甲虫やアリやハエや微少なイモムシや菌類、バクテリアや藻類やウィルスだ²⁰⁴¹。絶滅するものが主に昆虫、バクテリア、ウィルスだと生物学者たちが強調していたら、熱帯雨林のロビーがどれくらい政治的支援を得られたかははっきりしない²⁰⁴²。

でも一番大事なのももちろん、雨林の伐採と種の絶滅との単純な相関関係が実際に議論として成り立つのかどうかだ。

23.7 モデルと現実

1960 年代に生物学者 E・O・ウィルソンが種の数と面積との関係を公式化した²⁰⁴³。モデルは魅力的なほど直感的に見える²⁰⁴⁴。理屈としては、場所が広ければ広いほど種はたくさん生息するというものだ。この理論は島の種数を説明するために作られたもので、その文脈ではなかなかうまく機能する。ウィルソンは経験則を唱えた：面積が 90 パーセント減少すれば、種数は半分になる²⁰⁴⁵。だがもちろん問題は、島についての理論が熱帯雨林みたいな広い森林地域にもあてはまるかどうかだ。島が小さくなれば逃げ場はない。でも雨林地域の一部が伐採されても、多くの動植物は周辺地域で生き延びられるだろう。

もちろんすぐにやれることとして、ヨーロッパと北アメリカで実行された人類の実験の結果を見てやればいい。どっちの地域でも、原生林は約 98 から 99 パーセント減少している。アメリカ東部の森は 2 世紀かけて、もとの原生林のたった 1 から 2 パーセントにしかない断片にまで減少した。だがそれにもかかわらず、森に棲息する鳥が 1 種絶滅した

だけだった²⁰⁴⁶。

熱帯雨林と種の絶滅の相関について、熱帯地区で最大の調査は、アメリカ農林水産省のアリエル・ルゴがプエルトリコで行ったものだ。この調査で、400年にわたり原生林の99パーセントが減少したことがわかった。全滅したのは60種の鳥のうち「たった」7種で、しかもこの島には今日97種の鳥が住んでいる²⁰⁴⁷。これはウィルソンの経験則が深刻な問題を持っていることを示す。そしておそらくもっと驚くべきこととして、プエルトリコの原生林地帯は99パーセント減少したが、鳥の種はかえって増えている²⁰⁴⁸！

どうしてこんなことになったかを理解するには、プエルトリコの森林地帯の総面積は10から15パーセント以下に下がったことはないということを教えてもらうことだ。まちがいは、開拓された雨林がすべて、単に伐採されたらそのまま不毛の地として放置されると思いきむところからきている。実はFAOの数字を見ると、伐採された熱帯森の約半分は、二次森林へと変えられているのだ²⁰⁴⁹。

23.8 生物学者の反応

生物多様性の問題は、モデルと現実の古典的な戦いとそっくりだ。生物学者たちは、数字となると問題があることは知っている。マイヤーズは「熱帯林の実際の絶滅率どころか、おおよその推測すらわかりようがない²⁰⁵⁰」と述べている。『サイエンティフィック・アメリカン』でコリンヴォーは、絶滅率は「計算不可能」だと認めている²⁰⁵¹。それでもE・O・ウィルソンは自分の権威をひけらかすことで、臭いものにふたをしようとする。「わたしを信じなさい、種は絶滅する。人類は年間10万種を優に絶滅させている²⁰⁵²」。かれの数字は「まったく否定しがたいものだ」し、「まさに何百という伝聞報告²⁰⁵³」に基づいているのだそう。

ある有名な自然保護論者が『サイエンス』誌上で「データがないのは確かに気がかり²⁰⁵⁴」と認めている。でも他の生物学者からの反応を心配して、かれは匿名を要求した。なぜなら、かれの表現では「こんな事を言ったらみんなに殺されてしまう」からだ。「殺される」というのはたぶん、比喩的な意味で言ったんだろうけれど、でも生物学者たちが数字とモデル論の結論をどこに持って行きたがっているかについてはっきりした見解を持っていることは、これでかなり強調される。この問題には多くの助成金が絡んでいるわけだ。

同じようにアリエル・ルゴは、大絶滅シナリオの背後にある科学的な想定をきちんと詰めようという「信頼に値する努力がまだない」と述べている²⁰⁵⁵。「けれど」とかれは付け加えている。「これを指摘したら、おまえは悪魔の手先だと言われるのがオチだ²⁰⁵⁶」。

23.9 データをチェックしよう

1990 年に IUGN がこの議論に加わることにした²⁰⁵⁷。IUCN は国際自然保護連合で、公式の危機動物一覧であるレッドリストを作っているところで、また世界最大の生物多様性と自然保護プログラムである BCIS を組織しているところでもある。アメリカからここに参加しているのは、アメリカ海洋大気圏局 (NOAA)、アメリカ国際開発庁 (USAID)、アメリカ農務省 (USDA)、アメリカの魚と野生動物のサービス、アメリカ国立公園サービスなどの政府機関や、天然資源保護協議会 (Natural Resources Defense Council)、環境防衛基金 (The Environmental Defense Fund)、アメリカ世界自然保護基金 (US World Wide Fund for Nature) などのグリーン団体だ。

その結果は、1992 年刊行のウィットモアとセイヤーによる本で読める。そしてその結論は、読み物として退屈とはなかなか言い難い。ヘイウッドとスチュワートは、ほ乳類と鳥類の記録された絶滅数は (表 6 参照) 「非常に少ない」と指摘する²⁰⁵⁸。もし他の生物でも絶滅率が同じくらいで、全生物種が 3,000 万種と想定すると、絶滅率は年間 2,300 種、あるいは 10 年で 0.08 パーセントになる²⁰⁵⁹。1830 年代以来、雨林面積は約 20 パーセント減少しているので、「こうした森林面積縮小によってきわめて大量の生物種がどこかの地域では失われたと考える必要がある。しかし驚いたことに、これを示す確固とした証拠はない²⁰⁶⁰」。

数少ない絶滅事例の一つはジェントリーの論文に登場する。かれはエクアドル・アンデスの山麓部の森林が伐採された時、90 種の生物が絶滅したと報告している²⁰⁶¹。生物学者たちは、これを立派な絶滅記録の例としてよく持ち出す²⁰⁶²。ウィルソンはこれを価値ある伝聞事例報告として取り上げている：「有名な例の一つはエクアドルの山の森林だ。ほんの 2、3 平方キロのかなり小さい森林では、他のどこにもない 90 種の植物が発見された。1978 年から 1986 年の間、農民たちはこの森林を伐採し、ほとんどの種を一撃で死滅させた²⁰⁶³」。ところが 6 年後に、2 回にわたって短期間にこの地に戻ってきたジェントリーは、それまで絶滅したと思っていた種を少なくとも 17 種、再発見してしまったのだ²⁰⁶⁴。

すでに森林の章で見たように、ブラジルのアマゾン雨林の約 86 パーセントはまだ手つかずで残っている²⁰⁶⁵。でも、大西洋側のブラジル雨林は 19 世紀にほとんどすべて伐採され、残っているのはたった 12 パーセントほど、それもきわめてちりぢりになっている。ウィルソンの経験則によれば、生物種の半分が絶滅していると予測される。ところが、ブラジル動物学協会のメンバーが既知の 171 の太平洋森林動物すべてについて分析したところ、「生息地がすさまじく減少して断片化してしまったにも関わらず、既知の動物種で

正式に絶滅したと宣言できるものは一つも見つからなかった²⁰⁶⁶」。そして2次リストに載った120の動物についても「絶滅したと言える種は一つもない²⁰⁶⁷」。同じく、植物種で絶滅が報じられたものもなかった²⁰⁶⁸。動物学者たちは「既存データを精査してみると(中略)大西洋森林地帯では種の絶滅がまったく起きていないか、ごくわずかしが絶滅していないという主張が支持される(ただし一部の種は非常に脆弱な状態で生息しているかもしれない)。実は、20年前には絶滅したと思われていた、鳥数種とチョウ6種を含むかなりの数の種が、最近になって再発見されている²⁰⁶⁹」。

一部の科学者たちが、2015年までに15パーセントとされる鳥絶滅率について調査をした。ヘイウッドとスチュワートは、この間に絶滅するとされる1,000種の鳥に関する詳細な調査の結果 もっぱら保護努力のおかげで 「これらの種の中で、2015年までに絶滅しそうな種はかなり少ない」と主張している²⁰⁷⁰。

IUGNは、もっと高い絶滅率を予測していたのに、「実際の絶滅数はいまも少ない²⁰⁷¹」と結論づけている。ホールドゲートが序文で、計算結果と観察結果がまるっきり食い違っていることを指摘している。「ブラジルの沿岸森林は、世界の他のあらゆる熱帯林型と同じくらいひどく減少している。計算によるとかなりの種を失われたはずだ。しかし古くから広く生息する土地固有の既知の生物種で、絶滅したと言えるものはない²⁰⁷²」。

実は、最新モデル予測結果は観察結果を裏付けているようだ。イギリスからの情報に基づいて、生物学者モーズレーとストークは、様々な種の絶滅率の関係はどうもかなり一定していることを示した。このモデルを使うと、絶滅した昆虫の数から鳥の絶滅数を推計できて、驚いたことにこの数字はかなりぴったり合う²⁰⁷³。このモデルを使うと1600年以来、昆虫全部の0.14パーセント、つまり10年で0.0047パーセントの絶滅を示せる。でもすでに見たように、絶滅率は上昇している。このために それと安全のためにモーズレーとストークはスミス教授のすさまじく高い推計を使う。絶滅率はこれから300年で12倍から55倍増えると言う推計だ²⁰⁷⁴。それでも動物全体の絶滅率は10年でまだ0.208パーセント以下で、おそらく50年でまだ0.7パーセントくらいということだ²⁰⁷⁵。

今後50年で0.7パーセントの絶滅率というのは、確かにただごとじゃない。これは自然の背景絶滅より約1,500倍高い割合だ²⁰⁷⁶。でも、よく持ち出される今後50年で10–100パーセント(つまり背景絶滅率の2万倍から20万倍)という数字よりは、はるかに小さい²⁰⁷⁷。さらに長期影響を算定するんなら、この絶滅率が何百年も続きそうか(そうなるほどひどい損失が蓄積される)、あるいは人口増加速度が落ち、発展途上国が環境支援、森林再生、公園建設なんかをするゆとりがあるほど豊かになるにつれて、この絶滅率が緩和されそうなのか(p. 407、図150、2100年までの森林地帯推移を参照)を考えてや

る必要がある²⁰⁷⁸。

この 50 年で 0.7 パーセントという推計は、国連の「地球生物多様性の評価」の推計と同意見だ。ここで著者たちは非常に慎重に、「近い将来の種の絶滅率はきわめて不確実だ」と述べ、「現場の知識と予測の差」を指摘している²⁰⁷⁹。最終的な概要は実際の絶滅率を述べず、「今日の絶滅率は、自然背景比率より数千倍でないにせよ数百倍は大きい²⁰⁸⁰」と相対的な表現にとどめている。これを実数に直してみると、50 年で 0.1 から 1 パーセントの絶滅率になる²⁰⁸¹。

23.10 生物学者の反応

あいにく白黒つける段になると、ほとんどの生物学者は観測データでは満足できないようだ。ウィルソンは相変わらず「わたしを信じなさい」と述べ続けている。1999 年になってすら、マイヤーズは実際に約 4 万種という推計を再び主張して、「今は人類による生物ホロコーストの初期に入りかけている²⁰⁸²」と述べている。

ウエスタンとパールの「二十一世紀のための自然保護」という論文の概要は、2000 年までに 15–25 パーセント絶滅という主張を繰り返している。かれらに言わせると「こういう絶滅の数字や影響については議論の余地があるものの、地球に対するもっと広範な影響は議論の余地がない²⁰⁸³」とのこと。

エーリック教授によると毎年どれくらいの種が絶滅しているかはきちんと把握されていない。でも「生物学者は種の生息数、相互関係、あるいは毎年の消滅数について知らなくても、地上生物相がすさまじい痙攣的な絶滅発作に突入しつつあることは認識できるので²⁰⁸⁴」そう。これは実に驚くべき発言だ。これで科学者たちは、自分で正しいと思う限り、絶滅数を立証しなくてかまわない、ということにしてもらえるわけだ。こういう主張は、社会が現実的で納得のいく選択をできるように客観的に証拠を集めるといふ、ふつうは科学者の義務と思われるものを放棄しているように思える。

ジャレド・ダイヤモンドは UCLA の教授で『人間はどこまでチンパンジーか?』やピューリッツァー賞受賞作『銃、病原菌、鉄』などの有名な本の著者として知られているけれど、かれは本気でエーリックの説を一步進めている。かれは、ぼくたちが知り得るのは一部の発展社会のなじみ深い種についてのことでしかない(そしてこれらの種ではほとんど絶滅は起きていない)と強調する。だからぼくたちは立証責任を逆転し、すべての種は、その存在が立証されるまで絶滅したものと考えべきだ、と言うのだ²⁰⁸⁵。「私たち生物学者は、無限の人口増を支持する経済学者(自信過剰な経済学者)に対して絶滅の危機が本物だと納得させる証明責任を負担すべきではない。むしろこういう経済学者たちにジャングルの研究資金を提供させて、健全な生物学的世界という怪しげな主張を裏付ける

かもしれないような主張を支持する研究を行わせるようにするべきだろう²⁰⁸⁶」。

種の絶滅に関する科学的な対話において証拠を示す必要がないという態度をとるのは、もちろん困ったことだ。生物学者たちは、疑問を持った人は自分でジャングルへ行って研究すべきだと本気で論じている。当の生物学者たちは、事態がまずい方向に向かっていることをすでに知っているから、と言って。もちろん現実には、かれらは大惨事（今後50年で50パーセント）と主張されているのに、実際のデータ（今後50年で0.7パーセントくらいの問題を示している）に支持されていない代物を防止するために、自分たちに白紙の小切手をよこせと社会に要求しているわけだ。

23.11 結論：絶滅を派手に誇張したらどうなるのか？

生物学者たちによる種の絶滅の警告を受け入れたら、優先順位づけに影響が及ぶ。ぼくたちは1992年リオで調印された生物多様性条約を認めた。その理由の一部は「人類活動による種の絶滅は恐ろしい勢いで続いている²⁰⁸⁷」ということだ。これはぼくたちが、国の政治プロセスに種の保護を導入することを余儀なくさせる²⁰⁸⁸。

ぼくたちは発展途上国が雨林伐採をやめるように要求している。その自分たちは、原生林は99パーセントを壊滅させたにもかかわらず。

生物多様性のコストに関する1993年の『サイエンス』記事によると、「ハーバード大学のエドワード・O・ウィルソンやスタンフォード大学のポール・エーリックのような科学著名人」は、ワイルドランドプロジェクトという計画の背後にある考え方を支持している。これは北アメリカの生物多様性を保護するためのすさまじく野心的な計画で、「野生保護区、人間バッファゾーン、野生回廊が広大な地域に広がる」というもので、その広大な地域は大陸の半分にもなる。*Science*の記事によると、プロジェクトの長期的な目標は「アメリカを野生地4.7パーセントの状態から、自然地帯に囲まれた人間の住む島の集まりに変換するに等しい」ものだ。こんな計画の実行には、まちがいなくすさまじい人々を移住させる必要が生じる²⁰⁸⁹。

なぜ生物多様性条約に調印するの？ なぜ雨林を保存するのか？ どうして何百万人ものアメリカ人を島状の都市に移住させて、隣接する田舎地帯へのアクセスを厳しく制限するの？ 答えはいつも同じ：年に4万の生物種が絶滅するのを防ぐため²⁰⁹⁰。

これはぼくたちの政治用語にまで入り込んだ「常識」と称する議論だ。世界環境開発レポートは「長期的には、現存種の最低でも4分の1、ひょっとすると3分の1かそれ以上が失われるかもしれない²⁰⁹¹」と述べている。有名なインターネットサイト Web of Life は、毎年5万種が絶滅していると述べている²⁰⁹²。ワールドウォッチ研究所は経済的發展に警告を発している。ぼくたちは豊かになったかもしれないが、「世界の動植物種の半分

を同時に消し去ったのなら」それは本当に有益だったのかよく考えるべきだ、と²⁰⁹³。

年間 4 万種という数字で表現された、生物多様性の劇的消滅は、モデルで作られた劇的な数字だ。これは単調なまですつこくいたるところで繰り返されたために、最終的にはみんなが信じ込んでしまっている。これはぼくたちの環境定番話の一部になっている。でもこの数字は、観察と慎重なモデリングのどちらとも矛盾しているのだ。

もちろん全生物種の 25–100 パーセント喪失は、どう考えても大惨事だろう。でも 50 年間で 0.7 パーセントの種の絶滅率が、ごく限られた期間だけ続くというのは、大惨事ではなくただの問題の一つだ。人類が解決すべき多くの問題の一つでしかない。限られた資源で最大限にいいことをするために厳しい選択をしなければいけない時には、こういう事実を見据えることが大事なのだ。

第 24 章

地球温暖化

1990 年代以降、環境問題として圧倒的な地位を占めるようになったのは気候変動、特に地球温暖化²⁰⁹⁴だ²⁰⁹⁵。環境に関するほとんどの議論は、ほかの指標はぼくたちがほとんどん状況を改善していることを示してはいても、いまの生活様式は気候変動を起こして地球温暖化をもたらしているんだから、ライフスタイルは大幅に変えなきゃいけない、と指摘しておしまいとなっている。

持続可能な開発に関する大統領委員会によると「きたる世紀の気候変動加速リスクは、持続可能な開発目標を実現しようとするにあたり、我々が直面する最重要問題の一つとして台頭してきた²⁰⁹⁶」。2000 年版『地球白書』で、ワールドウォッチ研究所は人口安定と気候の安定化こそが「新世紀の始まりにあたり、グローバル文明が直面する圧倒的な課題²⁰⁹⁷」2 つであると結論づけている。同じように国連開発計画 (UNDP) は、地球温暖化は人間を「地球に耐えられる限界」ぎりぎりにまで押しやる 2 つの危機のうちの一つだと見ている²⁰⁹⁸。アメリカの前大統領クリントンによると、地球温暖化は「これから 30 年間で世界が直面する 2、3 の大きな課題の 1 つだ²⁰⁹⁹」。ジョージ・W・ブッシュ政権の EPA 長官クリスティン・トッド・ホイトマンは、地球温暖化は「環境の課題として最大のものでないにしても、最大級のものの一つではある²¹⁰⁰」と述べる。グリーンピースのホームページは開口一番、「グリーンピースは世界気候変動を、地球にとって最大の脅威の 1 つとして認識した²¹⁰¹」と宣言している。

それがどういう意味かといえば、ぼくたちは産業的なスタイルを変えなきゃいけないということだ。ワールドウォッチ研究所は「唯一の実現可能な代替案は太陽・水素エネルギー経済だ²¹⁰²」と述べる。同じくグリーンピースは、ぼくたちはたくさん石油を持っているかもしれないけれど (11 章も参照)、地球温暖化のおかげでそれは使えないのだ、と述べる。「我々は第二の世界石油危機に直面している。だが 1970 年代における問題は石油の不足だったが、今回の問題は石油がありすぎることだ²¹⁰³」。唯一の解決策は「風力や太陽エネルギーのようなクリーンな再生可能エネルギーに基づくまったく新し

いエネルギーの方向性²¹⁰⁴」を選ぶことだとか。

こんな具合に、気候変動は環境問題の切り札になった。原材料は枯渇していないかもしれないし、ぼくたちは実際にほとんどどんな客観的指標で見ても改善しているかもしれない。でも地球温暖化が変化を要求するのであれば、他の議論はすべて重要性が下がる。ワールドウォッチ研究所は、21世紀には「気候をめぐる戦いが、20世紀における戦争、実際の戦争と冷戦の両方が持っていたような戦略的重要性を持つようになるかもしれない」と述べている²¹⁰⁵。『ネイチャー』に執筆する数多くの主導的科学家たちの後援を受けて、ワールドウォッチ研究所は気候変動と戦うのに必要な技術を開発するには、マンハッタン計画やアポロ宇宙計画並の緊急性を持ったものすごい研究努力を要すると主張している²¹⁰⁶。

こういうすさまじい努力が正当化されるのは、地球温暖化が深刻な影響をもたらすと一般に理解されているからだ。多くの人々の意見によると、気候変動はすさまじい気温上昇と危機的な気候変化につながる。地球温暖化の結果、生態系が破壊され、飢餓が広がり、ハリケーンがますます凶暴になり、南極の氷が溶け、モルジブやバングラデシュなど世界の低い国々が海に沈むんじゃないかと怖がっているわけだ。

まあ怖がりもするだろう、メディアがこれでもかとばかり、温室効果がらみの大災害の可能性を報道し続けているんだから。いまじゃもう、ありとあらゆる天気関係のできごとは、気候変動と結びつけられる²¹⁰⁷。レオナルド・ディカプリオによる2000年3月の大統領インタビューで、クリントンはぼくたちが方向転換しないと次の事が起こると述べた：

南極の氷がもっと急速に融けるだろうね。海面が上昇して貴重なフロリダ・エヴァーグレイズやルイジアナのサトウキビ畑のような場所に、洪水の危険が生じる。島国は文字通り沈没するかもしれない。例えば、アメリカの気候が丸ごと変化し、もっと多くの洪水、熱波、嵐、もっとひどい気象上のできごとが一般に多発するようになるかもしれない。

それに温暖化は健康への影響もある。例えばアフリカでは、これまで蚊には寒すぎたはずのどんどん高い標高でマラリアが見つかるようになっていたんだよ。

つまり実にひどい、もっと劇的な気象現象がたくさん起こるだろう。農業生産のパターンが変化する。相当ひどい洪水が起こり、もっと多くの人の健康に危険が及ぶだろう²¹⁰⁸。

この章では、こういう恐ろしい主張を検討して、この議論の技術面と経済面の両方を見てやろう。こうすることで、本当の現実問題と、おためごかしとをきちんと分けて、将来にとって一番いい行動の方向が描けるようになる。この章は、人間による地球温暖化の

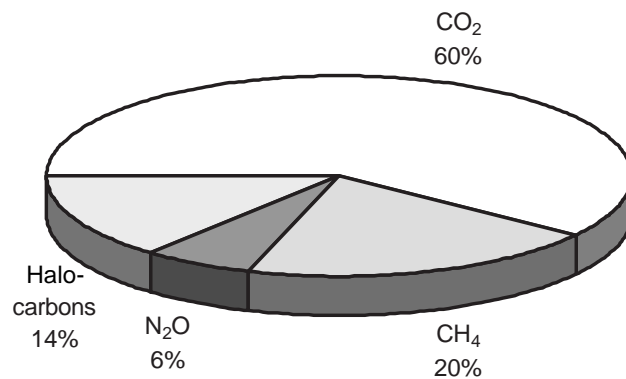


図 132: 人工温室効果気体別の、気候変化に及ぼす影響。1750 年から 1998 年の強制力変化は全体で $2.43W/m^2$ だ。出所: IPCC2001a:table 6.1.

現実を認めるけれど、でも将来のシナリオをはじき出した手法は再検討して、21 世紀末までに気温が 6 度上昇という予測は非現実的だということを導く。コンピュータモデルの限界、未来の技術革新についての非現実的な基本想定と、政策的価値判断のおかげで、一般向けに示されたシナリオが歪められている、と論じたい。さらに、CO₂ の即時削減の費用便益を経済的に分析してやると、気候変動にばかり注目した政策よりは、発展途上国の貧困問題解決と、再生可能エネルギーの研究開発に投資したほうが、世界全体としてはもっと有益なんだと論じるつもりだ。

この先は 断らない限り IPCC、国連の気候変動に関する政府間パネルが出した公式レポートの数字とコンピュータモデルを使う²¹⁰⁹。IPCC レポートは、気候変動がらみのほとんどの公共政策の基盤となっていて、環境保護団体が持ち出す各種議論のほとんどの根拠となっている。

24.1 温室効果の基礎

気候変動の大きな心配事は地球温暖化で、なぜ温暖化が予想されているかといえば、いわゆる温室効果のせいだ。温室効果の基本的な原理は実に単純で、何の疑問もない²¹¹⁰。気体の一部は熱をはねかえしたり、吸収したりする。そうした気体としては水蒸気、二酸化炭素 (CO₂)、メタン (CH₄)、笑気ガス (N₂O)、フロンガス、オゾン (オゾン層に関する囲み記事参照) などがある。これらをまとめて温室効果気体 (ガス) と呼ぶ。この章では、おもに CO₂ を扱う。追加で熱を吸収する気体の 60 パーセントを占めるのが CO₂ だし、その割合は今後もっと増えると予想されているからだ (図 132 参照)²¹¹¹。

温室効果ガスは、地球の放射熱の一部を吸収する。いわば地球を毛布でくるんだようなものだ。基本的には、温室効果は良いものだ 大気が温室効果ガスを含まなかったら、

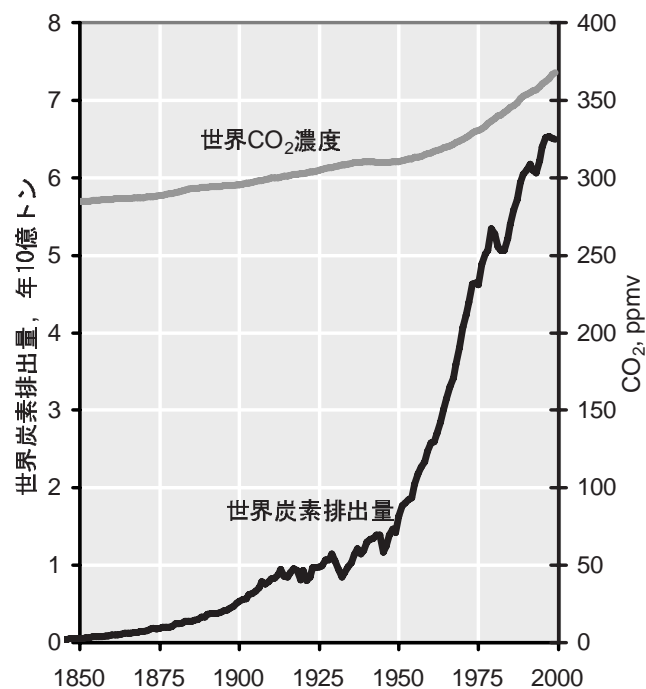


図 133: 化石燃料とセメント生産による年間世界炭素排出量、1850–1999、および大気中の CO_2 の濃度 (ppmv) 1850–2000。出所: Marland et al. 1999, Etheridge et al. 1998, Hansen and Sato 2000, Keeling and Whorf 1999, W1 2000b:67, pers.comm.P.Tans,Climate Monitoring and Diagnostics Laboratory, National Oceanic and Atmospheric Administration, USA.

地球の平均気温は今より約 33 度下がっちゃうので、みんなが知っているような今のままの生命は存在できないだろう²¹¹²。

問題は人間が大気中の温室効果ガス、特に CO_2 を増やしたということだ。 CO_2 増加の約 80 パーセントが石油、石炭、天然ガスの燃焼から生じる。残りの 20 パーセントは、森林消失や他の熱帯地帯での変動による²¹¹³。放出 CO_2 の 55 パーセントほどが海、北部の森林再生、そしてほとんどは植物発育の促進 (CO_2 は植物の養分になる) により再吸収される²¹¹⁴。けれど残りは大気に加わるので、 CO_2 濃度は産業革命前から現在までで、31 パーセント上昇した²¹¹⁵。 CO_2 排出量の増加と、その濃度上昇はどちらも図 133 を見ればわかる。

つまり理屈としては、温室効果ガス増加や、その中の CO_2 が熱を反射するなら、大気中の温室効果ガスが増えれば (その他の条件がすべて同じとすれば) 地球上の気温上昇を引き起こすことになる。これがいわゆる人為的温室効果、つまり追加の人間による温室効果だ。ぼくたちが興味を持っているのは主にこの効果だから、以下ではこれを単に温室効果と呼ぶことにする。人為的な温室効果がなんらかの形では存在するというのも、まあほとんど議論の余地はない。

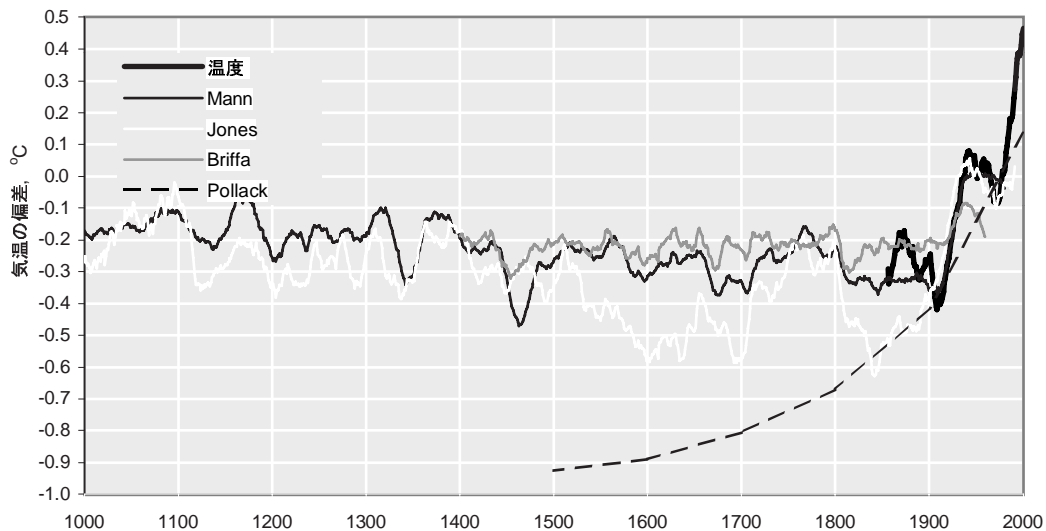


図 134: 過去 1000 年間の北半球の気温推移。Mann *et al.*、1000–1980 年次データは多くの代替指標を使っているが、初期データはほぼ全て北アメリカの木の年輪による。Jones *et al.* 1000–1991 年の暖季データも多くの代替指標を使っているが、これも 1400 年以前は 3–4 種類しか使っていない。Briffa *et al.* 1400–1960 年の暖季データは、年輪だけを使用。Pollack and Huang は 1500–2000 年の 100 年ごとのデータで、616 のボーリング穴から直接測定している。1856–2000 年の北半球の年間機械測定温度を参照のために表示。Mann、Jones、Briffa は 21 年移動平均平準化、機器測定温度は 11 年移動平均を使用。すべての気温は 1961–90 年の機器測定温度平均値に調整済み。出所: Mann *et al.* 1999a&b, Jones *et al.* 1998b&c, 1999b, 2000, 2001, Briffa *et al.* 1998a&b, Huang *et al.* 2000, Pollack & Huang 2001.

24.2 長期の気候の動き

地球の気温がどうなるかを理解するには、まずこれまで何が起きてきたかを理解しなきゃいけない。ぼくたちが温度計を系統的かつ全世界的に使い始めたのは、ほんの過去 150 年間ほどでしかない(イギリス中央部での世界最長記録ですら、1659 年までさかのぼるだけだ)²¹¹⁶。だから長期の気候動向を知りたいければ、気温測定の他の方法を見つけるしかない。

温度の推移を把握するには、それが今日のぼくたちでも測定できる他のものにどう影響したかを調べればいい。いわゆる代替指標だ。例えば気温は、北極や南極で積もった氷に、いろんな形で影響を及ぼしてきた。だから氷のコアを抜き取ってやれば、上から順に層をさかのぼって数え、融けた

過去 100 万年の間に、地球が太陽をめぐる公転が変化したせいで 8 つの氷河期・間氷期があった²¹¹⁹。最後の間氷河期　いまぼくたちが暮らしている完新世　は 1 万年ほ

ど前に始まった。氷河期の氷が融けたせいで、海面は 120m ほど上昇した²¹²⁰。この間氷期の初め頃の温度は、おおむね 20 世紀より暖かかった²¹²¹。記録を見ると、どうやら完新世の間には千年単位で大きな温度の上下動があった。一部の指標によれば、1500 年で $5-8^{\circ}\text{C}$ も温度が変化したらしい²¹²²。でも、氷のコアからの長い 40 万年の記録を見ると、完新世はほかの間氷期に比べて圧倒的に長く、暖かく、安定した時期らしく、これはもちろん、文明の発達にとって重要な意義を持っていた²¹²³。

過去 1000 年についてだと、ようやく全世界または半球レベルで、データを時系列に取ろうという試みが複数出てくる。これらを示したのが図 134 だ。なかでも圧倒的に有名なのは、マンたちによる記録だ。これは政策立案者向けの IPCC 概要報告でも示され²¹²⁴、地球温暖化を示す強力な目に見える論拠として使われるのがふつうだ²¹²⁵。

マンによる気温データは要するに、1000–1900 年まではわずかに気温低下を示している。これは次の氷河期に向かう天文学的な長さのトレンドのせいかもしれない²¹²⁶。これに続いて 20 世紀に、急速な温度上昇が見られる。このグラフによって、IPCC は 20 世紀がこの千年紀で一番暖かっただけでなく、なかでも 1990 年が最高に暖かい 10 年であり、1998 年はこの千年紀で北半球が一番暖かかった年だ、と結論づけることができた²¹²⁷。

基本的には、1900 年以前の数世紀は 20 世紀よりはるかに寒かったことはみんな合意している。この現象は歴史上「小氷河期」として有名で、だいたい 1400–1900 年まで続いている²¹²⁸。各種の幅広い情報源からの証拠は、ヨーロッパ大陸がグリーンランド、アイスランド、スカンジナビア、アルプスでの氷河の急速な成長からもわかるように、ずっと寒かったことを示している²¹²⁹。ヨーロッパでの多くの夏や春は、ずいぶん寒くて雨が多く、栽培期間が短くて不安定になったことに対応して作物の栽培方針もヨーロッパ中で変わり、飢饉も何度も発生した²¹³⁰。同じく中国でも、江西地方ではオレンジのような温暖地域の作物の栽培は諦められたし、北アメリカでも初期のヨーロッパからの入植者たちはとてつもなく厳しい冬を報告している²¹³¹。

実はマンのデータがもっと急激な気温低下を示していないほうがむしろ驚きだ。でもジョーンズの気温データではこういう気温低下が現れているし、ポラックのボーリング測定でもはっきりと示されている。

同じように、マンのデータの初期の頃を見てやると、ちょっと暖かめの気候、一部の時期では 20 世紀の平均気温と同じくらいの気温を記録している²¹³²。この点でも意見はおおむね一致していて、第二千年紀（1001–2000 年）の初頭は暖かい時期で、歴史的に「中世温暖期」として知られている²¹³³。気候が $2-3^{\circ}\text{C}$ 暖かかったために、その他の時期にはとても人なんか住めないグリーンランドやフィンランド（カナダの最東部、ニューファウ

ンドランド)にもバイキングたちが入植できた²¹³⁴。同じように、日本のサクラは12世紀初期には開花が早くなり、ロッキー山脈の雪線は今日より300メートルほど高かった²¹³⁵。

ここでもマンのデータで驚かされるのは、初期の温度があまりに低いことだ。900年代から1100年代までの気温は、たいていもっと高いと推定されてきた。これは1990年のIPCC初の報告だってそうだ²¹³⁶。ただし、こういう推計は個々の温度データ系列にも非常に影響されるから、中世温暖期が北大西洋地域だけに限定された現象だった可能性はそれなりにある。これは2001年IPCC報告の議論でもある²¹³⁷。

でも、マンの長期気温データの根拠にも問題がある。これは特に1000–1400年のデータで顕著だ。まず、データはほとんどすべて北アメリカの木の年輪データに基づいている²¹³⁸。これはもちろん、北半球全体での気温変動を示しているのだという主張の有効性をかなり限定してしまうものだ。二番目に、木の年輪のデータは(ほとんどあらゆる代替指標と同様)、当然ながら陸地のデータに限られる。つまり海洋に覆われた地表の70パーセント以上の気温についてはわからないということだ²¹³⁹。三番目に、木々の発育は気温以外にもいろんな要因に左右される。こういう他の要因の影響を除外することが重要になるけれど、それを具体的にやるには、木の年輪データと他のもっと優れた気温記録を照合するしかなさそうだし、そんな記録があるくらいなら、そもそも何のために年輪なんか見るんだ、という話になる²¹⁴⁰。四番目に、木々は主に夏や日中に成長する。つまり木々は年間気温を信頼できる形ですべて記録しているわけじゃない²¹⁴¹。

だから図134の入手可能な各種推計を見ると、気温の実際の推移についてはかなり大きな不一致があるようだ。ジョーンズの気温データは15–17世紀にかけて、他よりずっと顕著な気温低下を示している。一方、ブリファの気温データは1400年から1960年まで基本的に一定だ²¹⁴²。温度を直接測定したのから推計された唯一のデータはボーリング穴からきたもので、このデータを見ると、小氷河期以降にすさまじいリバウンドが見られる。

結果として、最近の現状報告書では「現在、データの空間的およびスケール上の大幅な不一致が見られる以上、地球全体はもとより、半球レベルの気候変動ですらきちんと表現している気温の代替指標データが十分かどうかは疑わしい²¹⁴³」と結論されている。さらにデータを見ると、過去14万年間では小氷河期や中世温暖期みたいな気候サイクルがざっと1500年周期で起きているみたいで²¹⁴⁴、するとこの1000年のデータ期間では関係してくる気候パターンを明確にするには短すぎることになる。最後に、多くの調査によれば、地球の気象システムは大規模な気温変動を持っているらしいのだけれど、これはマンのデータには現れていない²¹⁴⁵。

まとめると、20 世紀末の気温は前世紀より高いことは疑問の余地がない。でもそれだけですさまじい地球温暖化の証拠にはならない。ぼくたちはいま、小氷河期から抜け出す途上にもあるからだ。今の気温が過去 1000 年間のどの時代より高くなっているという主張は、データが海上の温度や夜や冬の気温を含まず、さらにほとんど全部が北アメリカのデータに基づいていることを考えると、必ずしも十分に裏付けられていない。最後に、マンのデータを見ると気象システムはほとんどずっと安定していて、それが過去 1 世紀で極度に乱れているという印象を受けるけれど、でも昔はずっと安定していたという印象はたぶん絶対にまちがっている。

24.3 気候、1856–2100 年

図 135 に示したのは、機器計測による 1856–2000 年の世界気温記録の推移だ²¹⁴⁶。全体として、1856 年以来気温は $0.4 - 0.8^{\circ}\text{C}$ 高くなった²¹⁴⁷。もっとよく見てやると、20 世紀の気温上昇は 1910 年から 1945 年の期間と、1975 年から今日までの 2 つの期間にまとめて起こっていることが明らかだ²¹⁴⁸。二番目の期間は、温室効果についての心配とうまくマッチしているけれど、1910 年から 1945 年までの気温上昇は、人間による温室効果ガス排出に伴うものとは主張しにくい。20 世紀初頭の温室効果ガス濃度も排出増加率も、そんなに高くなかったからだ (図 133)²¹⁴⁹。IPCC は、一部の気温上昇は 1700 年からの大規模で自然な日射量の上昇により説明出来ると見ているけれど、でもこれはまだほとんどともに定量化されていない²¹⁵⁰。

重大な問題は、将来の気温の動きがどうなるかだ。まず分析の手始めとして、これは CO_2 その他の温室効果ガスをぼくたちがどれだけ大気中に放出するかによるだろう。ということつまり、将来の温室効果ガスの排出量予測が必要になるってことだ。

1990 年に出た最初の IPCC 報告は、基本シナリオとして温室効果ガスを制限する手段がほとんどまったく講じられない未来を想定した。これがいわゆる基準 (business-as-usual または BaU) シナリオだ²¹⁵¹。このシナリオが気候に与える影響を、いろんな強さの温室効果ガス規制を持った他の 3 つのシナリオと比較できる。1992 年にこれらのシナリオは更新されて、シナリオの数も増えた。これは未来がどう展開するかについて、大幅な不確実性があるのを反映したものだ²¹⁵²。それでもシナリオの一つは、主要かつデファクトの基準シナリオ (BaU シナリオ) のままで、これが IS92a と名付けられた。

さて 3 回目の IPCC 評価向けに、これらのシナリオは 2000 年にまた更新された。ところが今回は不確実性がやたらに重視されてしまい、基準シナリオ (BaU シナリオ) らしきものはすべて排除されて、4 つのストーリーラインと称するものが、得体の知れない 40 個ものシナリオを作るのに使われて、そのどれも特に他より可能性が高いわけじゃないとさ

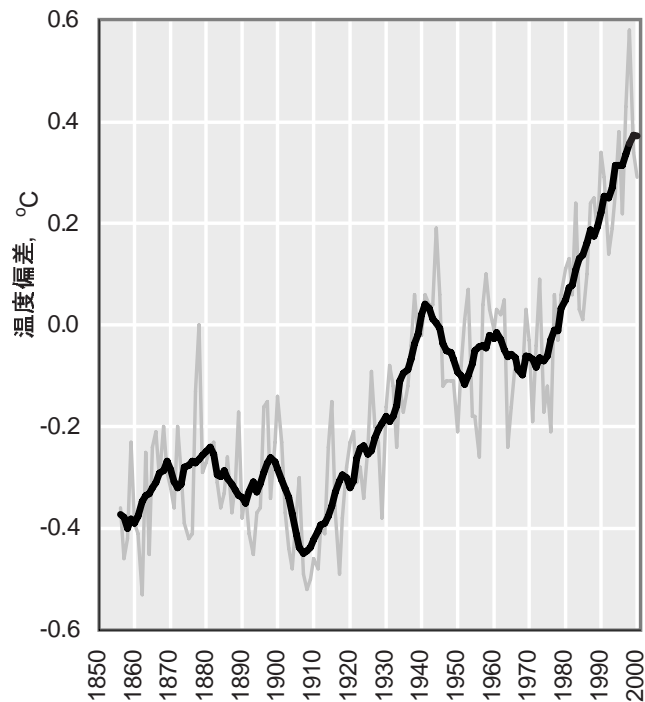


図 135: 全世界の気温、1856–2000、1961–90 平均気温からの偏差（アノマリー）として表示。気温は陸上の大気と海面気温の加重平均。グレーの線は年次実測値、黒太線は 9 年移動平均。地球温度の実数を選ぶには、 14.0°C を足すこと。Source: Jones *et al.* 2000, 2001.

れる²¹⁵³。こうしたアプローチは、確かに遠い将来についての避けがたい不確実性を明確に反映してはいるけれど、でも各種政策についての議論や比較をうんざりするほどややこしくもしてくれる。ここで示す 6 つのシナリオは、IPCC 推奨の最小サブセットだ²¹⁵⁴。

根本的に、これらのシナリオは 2 つの点で差を持つ²¹⁵⁵。1 つの大きな点は、未来が経済成長を重視するのか、環境改善を重視するのかという点だ。4 つのシナリオは経済成長を重視するもので、これを A で示す。他の 2 つのシナリオは環境の持続可能性を重視していて、これが B だ。もう 1 つの大きな点は、その方向性がグローバルか、地域的か、ということだ。4 つのグローバルシナリオには 1 の番号をつけて、地域志向シナリオ 2 つには 2 の番号をつける。

条件 2 つだと、シナリオは 4 つになりそうなものだけれど、経済重視/グローバル指向シナリオ (A1) はさらに 3 通りのシナリオに分けられている。1 つは化石燃料依存 (A1FI)、1 つは化石燃料と非化石燃料バランス (A1B)、最後は長期的な非化石燃料への移行シナリオ (A1T) だ²¹⁵⁶。

そして最後のひねりとして、IPCC はどのシナリオでも地球温暖化の懸念にともなう温室効果ガス排出量の削減をまったく考慮しないどころか、すでに調印された協定から生じ

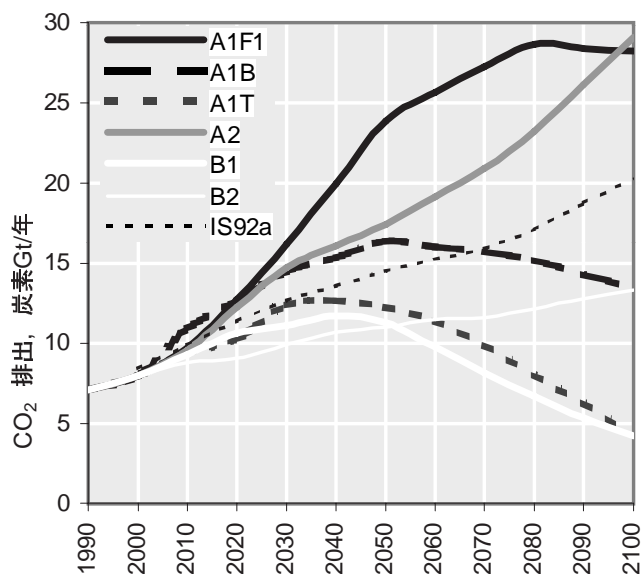


図 136: 新しい CO_2 排出シナリオ 6 つ、1990–2100、参照用にかつての IS92a 基準シナリオ (BaU シナリオ) も追加。シナリオは本文で説明したように経済重視 (A) あるいは環境重視 (B)、グローバル指向 (1) または地域指向 (2)。年間炭素、億トン (Gt) で表示。出所: IPCC2001b, 2001a:table 11.1, 1992:92。

る削減すら含めないと明示的に要求している²¹⁵⁷。これでシナリオはどれもいささか不自然なものになっているし、まちががなくどれも最悪ケースのシナリオになる。モデル作成チームは、厳しい環境政策を重視するのに気候変動に関する政策をまったく含まないなんていう社会を、シナリオとして想像するのはあまりに難しいと文句を言っているけれど、いやごもっとも²¹⁵⁸。

これらのシナリオがどれほどもっともらしいかは後で論じるけれど、ここでは新シナリオで示される実際の温室効果ガス排出量の推移を図 136 で見やろう。どのシナリオも気候変動対策はまったくないというシナリオではあるけれど、気候に関して考えられる将来像としてはそれぞれかなりちがったものが示されている。さらに、3 つの A1 シナリオだけで CO_2 排出量の考えられる幅 (2100 年に 4.3 から 28.2Gt の炭素) をほぼカバーできているので、40 のシナリオを作っている主要な点 2 つはほとんど無意味になっているということも、指摘しておいたほうがいいかな。

IPCC のこういう排出量シナリオに基づく気候への影響推計は、図 137 に描かれている。どれもかなりの気温上昇を示していて、2100 年には $2 - 4.5^\circ C$ も高くなっている。これは以前の IPCC の評価推計よりずいぶん高い。IS92a は 2100 年に $2.38^\circ C$ という水準で、図 137 の一番低いグラフになっているし、予想値の幅は約 1.3 から $3.2^\circ C$ だ²¹⁵⁹。この予想気温の上昇はよく引用されるけれど、これが生じたのは粒子状物質汚染の水準が

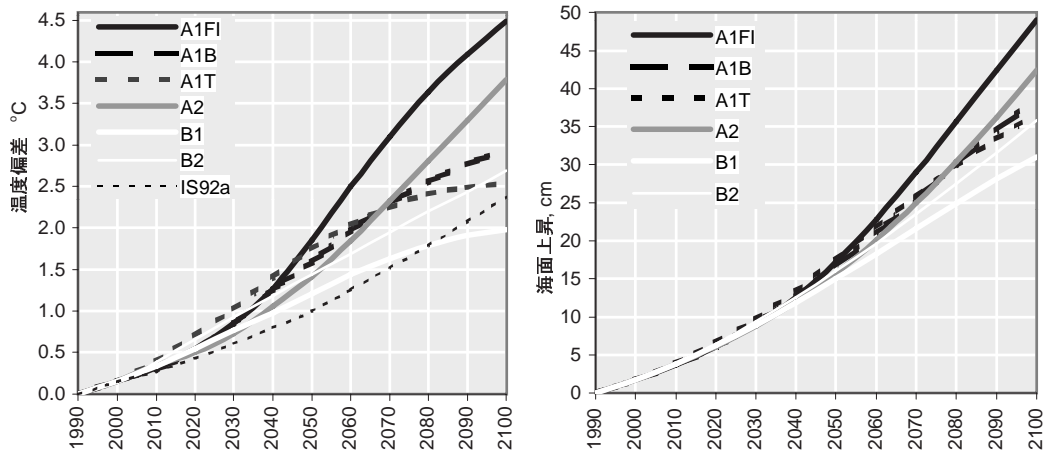


図 137: 予想気温と海面水準の総上昇量、1990–2000、6 つの新シナリオで、7 つの複雑なモデル出力により補正した単純な気象モデルを使用した結果。(この単純なモデルは、温度上昇を 20 パーセントくらい多めに見積もってしまう。以下の本文参照)。温度のグラフには IS92a を参考のため追記。IS92a による推計海面総上昇値は 49cm だった (IPC2001a:table 11.13, 1996a:383)。出所: IPCC2001a:figure 9.14, figure 11.12, appendix, table 11:4&5。

下がったのと、シナリオの排出量が増やされたせいだ。

同じように、21 世紀中の海面上昇は合計で 31–49cm くらいと見込まれる。温度は以前の予想より高くなるとされているのに、この海面上昇予想値は、以前の予想である 38–55cm よりちょっと低い。これは主にモデルが向上したからだ²¹⁶⁰。

気温と海面上昇は双方とも大事で深刻な影響を及ぼしかねない。でも地球温暖化という課題にまともに対応するつもりなら、考えるべき重要な 　そして決着のついていない問題が少なくとも 6 つある：

1. CO_2 は気温にどれくらい影響するの？ 大事なのは、気候が人工 CO_2 に影響を受けるかどうかじゃない。それがどのくらいの影響を受けるかってことだ。大気中の CO_2 が増えても気候への影響がわずかなら、地球温暖化はそんなに重要じゃないだろう。
2. 気温上昇には他の原因がないか？ もし今まで観測された気温上昇が CO_2 排出だけのせいじゃないなら、地球温暖化の重要性も下がる。
3. 温室効果シナリオはまともなの？ こんなことが起きるよ、と聞かされたら、そういう予想がまともな前提に基づいたものかどうかを考えてやる必要がある。
4. 気温上昇があったらどんな影響が起こるの？ もし気温上昇がこの章の初めで示したような破滅的影響を及ぼさないなら、温暖化は CO_2 のせいだろうとなかろうと 　言われているほどのもんじゃないことになる。

5. CO_2 排出量を削減しない場合に比べて、削減するコストはどのくらいなの？
地球温暖化について賢明な判断を下したいなら、行動しなかった場合のコストだけじゃなくて、行動する場合のコストも知る必要がある。
6. どうすればいいか選ぶにはどうすればいいの？ 行動するコストと行動しないコストのどちらを採るか決めるときには、どんな考え方をすべきだろう？

24.4 CO_2 は気温にどれくらい影響するの？

地球温暖化に関する論議のこんなにも多くが、人間の影響があるかないかをめぐるものだというのは、ずいぶんと奇妙なことだ。最新より一つ前の 1996 年の IPCC 報告で一番よく引用された一文は、「証拠を集大成してみると、地球気候には明らかに人間の影響が見られる²¹⁶¹」というものだった。最新の 2001 年報告はもっと大きくりに「過去 50 年に観測された温暖化のほとんどは、人間活動に起因するものである²¹⁶²」と述べている。(この引用についての議論は以下も参照)。

でも、温暖化を止めるような気象的影響(ネガティブ・フィードバック)がたくさんあるにしても、 CO_2 が増えて何らかの温暖化が起きないはずはなさそうだ。だから大事な問題は人による CO_2 が世界気温を上昇させるかどうかではなく、どれくらい上昇させるかだ。無視していいくらいの影響なのか、それともかなり大きい、あるいはとてつもない大災害なのか、ということだ。この質問は、ふたを開けてみるとかなりやっかいな問題だ。

CO_2 による気温上昇についての質問に答えるというのは、要するに今後何世紀もの地球気温を予測する、という話だ。地球の気候が途方もなく複雑なシステムだということを見ると、これは並大抵の作業じゃない。地球の気温は、基本的には地球が太陽と外宇宙との間で行う熱のやりとりによって左右される。計算には 5 つの重要な基本要素がからんでくる：大気、海、地表面、氷層、そして地球の生命圏²¹⁶³。

これら 5 つの基本要素間の相互作用はすさまじく複雑で、重要なメカニズムは未だにわからないか、あるいは科学文献の中でもあまりきちんと記述されていない。気候はあまりに複雑すぎるので、気象学者たちはいわゆる大気海洋結合大循環モデル(AOGCM、または単に大循環モデル(GCM))を使ってスーパーコンピュータ上での気候シミュレーションに頼るしかない。

こういうモデルの内部で、地球の大気は一般的に縦横 250km、高さ 1km のグリッドに仕切られる。海はもうちょっと薄く刻まれる²¹⁶⁴。そして大気モデルは、それぞれのグリッド内の大気の勢い、熱、湿度の推移を計算する。海のほうのグリッドでも似たような計算が行われる。こうした方程式が、モデル内で 30 分に相当する時間ごとに解かれて、

そしてこれを何度も繰り返し、モデル内で数百年に相当する時間だけ実行するわけだ。

とはいえ、気象システムの中のあらゆる重要要素を忠実にモデル化するととなると、惑星地球丸ごとから個々の塵の微粒子まで表現しなきゃいけなくなって、いまのぼくたちのコンピュータの手にはとても負えなくなる²¹⁶⁵。すごく大事な気象プロセス、たとえば雲や海流は、モデルのグリッドよりはるかに小さいので、明示的にはモデル化できない。これらはもっと大規模な変数に対する平均的な影響として、おおざっぱに近似されるパラメータ化として知られる技術だ²¹⁶⁶。

IPCC 予測だって、すべてこういう気候コンピュータモデルシミュレーションに基づいていると指摘しておくのは大事だ²¹⁶⁷。原理的に言えば、複雑なシステムを表現するのにコンピュータシミュレーションを使うことには何らやましいところはない。こういう技術は自然科学や、あるいは例えば経済分野なんかでも幅広く使われている。でもシミュレーションの結果は、コンピュータに入力されたパラメータやアルゴリズムに完全に依存していることを認識するのは大切だ。コンピュータは数字をバリバリ処理するだけで、占いの水晶玉じゃない。

気候のシミュレーションの最も難しい問題 3 つは、微粒子が持つ冷却効果のモデル化、水蒸気フィードバックのフィッティング、それと雲の処理だ²¹⁶⁸。さらに、この 3 つともきちんとモデル化することは、将来の気候をまともに予測するにあたって不可欠となる。

24.5 CO₂ は気温にどれくらい影響するの？ 微粒子

第一の課題である微粒子（いわゆるエアロゾル）の冷却効果は、実は IPCC 予測において絶対的に重要なものとなった。問題は、1990 年 IPCC 報告に使われ、その後 90 年代半ばまで使われ続けたコンピュータモデルは、とにかくデータとまるで一致しなかったということだ。モデルは CO₂ などの温室効果ガスの影響として、2000 年時点で実際よりずいぶん高い温暖化を予想していた。これは図 138 で明らかだ。温室効果ガスだけのシミュレーションは、2000 年の温度を約 0.91°C、つまり実際より 0.5°C 近くも高い温度を予測していた。IPCC は 1996 年の報告中の驚くほど見過ごされることの以下の多い発言で、この点については認めている：

20 世紀における気候変動をシミュレーションするとき、温室効果ガスの増加だけを考慮すると、ほとんどの GCM は (中略) 多くの GCM で使われているよりも低い気候感度を使わない限り、今日までに観察されているものよりも大きな温暖化結果を出力する。

(中略) 硫黄エアロゾルの増加が特に、温室効果ガス増加によるもの (気温上昇) をうち消すように働くという証拠が増えてきている²¹⁶⁹。

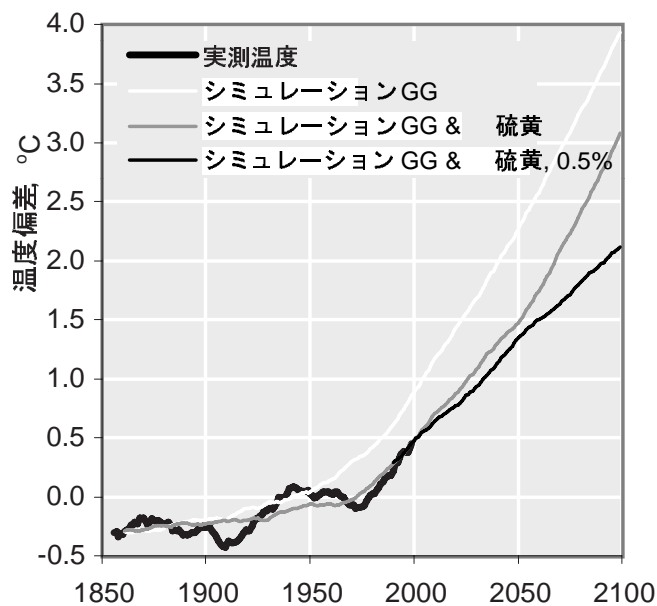


図 138: ハドレーセンター大気大循環モデル (CM2) による世界平均気温シミュレーション。温室効果ガス (GG) と、温室効果ガスに硫黄エアロゾルを加えたもの、標準 IPCC 想定 (1861–1989 は過去の CO_2 と SO_x の実績、1990–2099 は年率 1% の CO_2 相当の増加と IS92a SO_x 排出)、1861–2099。1990–2099 についてはもっと現実的な温室効果ガスと硫黄エアロゾル排出予想 (年率 0.5% の CO_2 相当の増加と IS92d)。1856–1999 年の気温実績を参照用に併記。すべてのシミュレーションは Wigley *et al.* (1997:8317) と同様に 4 回実行、19 年移動平均で平準化して、1861–99 の実測気温記録の平均値に会わせてある。出所: IPCC/DDC 2000a, 2000b, Jones *et al.* 1997, Jones *et al.* 2000。

IPCC は要するに、それまでのモデルがまちがっていたと言っているわけだ。前に主張されていたほどは温暖化しないか、温暖化を何かがうち消している、と。その何かは、化石燃料の燃焼からくる硫黄微粒子である可能性も高いし、また火山やバイオマス燃焼や土地の変化からくる微粒子である可能性も高い。こうした微粒子の一部は太陽エネルギーを反射するので、冷却効果を持っていわけだ²¹⁷⁰。

シミュレーションに硫黄微粒子を加えると、ある程度は実測値にもっと近い気温推移が出力される²¹⁷¹。図 138 では、予測による一般温暖化信号が 20 世紀後半の温度の実際の動きをかなりうまく再現していることを見ればわかるだろう。でも、1910 年から 1945 年までの急速な気温上昇はまだ説明されないままだ²¹⁷²。

基本的に、IPCC モデルのエアロゾルは、 CO_2 による強い温暖化をうち消すように導入されている。でもこれは、全体としての微粒子が、大きな冷却効果を持つという主張にかかっている。ところが図 139 で明らかなように、こういう推計はきわめて不確実だ。エアロゾルにはものすごい数の各種効果があって、中には良い影響も悪い影響もあるし、そ

のどれも不確定要素があまりに大きい。硫黄微粒子はかなりの冷却効果があるけれど、でもその不確定性係数は2だ。つまり実際の冷却効果は、2倍かもしれないし、半分かも知れない。バイオマスからのエアロゾルもちょっと冷却効果があって、この不確定性係数は3 (3x) だ。化石燃料からの微粒子は、温暖化効果を持つ黒色カーボン (2x の不確定性係数) と、冷却効果を持つ有機カーボン (3x の不確定性係数) を両方とも作る。鉱塵となると、これが大きく気候を冷やすのか温暖化させるのかさえはっきりしない。さらにエアロゾルは間接的にも気候に影響する。水滴を増やしたり (1 番目の間接効果)、降水を減らしたり (2 番目の間接効果) するわけだ²¹⁷³。1 番目の間接効果はゼロか、あるいは大幅な冷却だろう。まだよくわかっていない。2 番目の間接効果は事実上何もわかっていない。でもどうやら1 番目の効果を強めるらしい²¹⁷⁴。このすべての影響に関する科学的理解度は、「極めて低い」と評価されている。ただし硫黄エアロゾルの直接効果についての科学的理解は別で、これは「低い」と評価されている。まとめとして IPCC は「放射強制力に対するエアロゾル量増大の影響は、複雑でよくわかっていない²¹⁷⁷」と述べている。

でもほとんどすべての AOGCM は硫黄微粒子の直接的影響だけしか見ていない²¹⁷⁸。こういう判断は、不確定要素の数を制限しようとするモデル作成者たちにとっては納得がいくものではあるけれど、冷却効果も温暖効果もたくさんあるときに、冷却効果をたった一つだけ選ぶというのは要するに、CO₂ 温暖化予想を変えずに出力を現実に合わせて合わせるようにしているわけだ²¹⁷⁹。本当に気になる問題というのは、容赦のない CO₂ 温暖化を硫黄微粒子が一時的に冷やしているだけなのか、それとも CO₂ に対する気候の感度が本当に以前の想定よりも小さいのか、ということだ²¹⁸⁰。最近の概観によると、これは一般に主張されるよりもかなりモデルの堅牢性を低下させている²¹⁸¹。例えば IPCC のように、温度について「モデルと観察感の気温の大幅な一致²¹⁸²」が見られます、なんていう楽観的結論を出している研究は問題だ、ということになる：この結論は「たとえば硫黄エアロゾルの間接効果による追加の放射強制力減少をモデルに含めれば、大幅に変わってしまう。こうした研究は、よく混合された温室効果ガスと硫黄による直接の放射強制力への影響だけを含めることで、たまたま運良く純放射強制力に近いものが得られてしまっただけかもしれない²¹⁸³」。

さらに最近の推計によれば、微粒子による直接冷却効果は、これまで予想されていたよりはるかに小さいかもしれないことがうかがえる²¹⁸⁴。Nature2001 掲載の最新研究によれば、もっと優れた混合モデルを使うことで、放射強制力の合計は 0.55 W/m^2 、図 139 で予想されているよりずっと大きくなる。結果は「黒色カーボンによる温暖化効果は、他の人工エアロゾル成分からくる純冷却効果をほぼうち消すかもしれない²¹⁸⁵」ということだ。ということはつまり、いまの気象モデルは (図 138にあるように) やっぱり実際の温

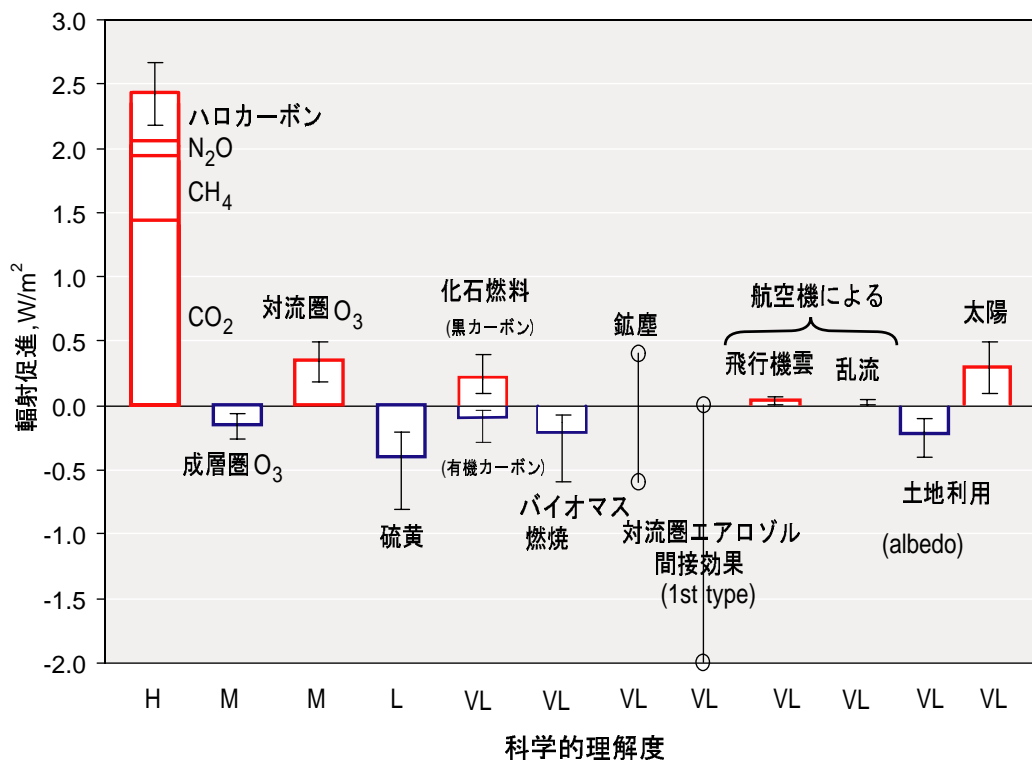


図 139: 放射強制力の世界平均と、各種のエージェントからくる不確実性、産業革命以前 (1750) から今日 (1990 年代末–2000) からの純変動。要するに、この図は過去 250 年にわたる変化のために地球に入ってくるようになった追加のエネルギーが 2.35W/m^2 であることを示している。おおざっぱに言って、 1W/m^2 の増加は 0.5 から 1°C ほどの気温上昇を意味する²¹⁷⁵。よく混合された温室効果ガス (CO_2 、 CH_4 、 N_2O 、ハロゲン炭素化合物) は (図 132 で示したように) 約 2.43W/m^2 の温暖化効果を持つが、これは 10 パーセントの不確実性を伴う。成層圏オゾン変化は冷却効果を持つ (オゾンホール) が、対流圏のオゾンは温暖化効果がある (オゾン汚染)。硫黄、バイオマス、化石燃料の有機カーボンエアロゾルは冷却する。だが化石燃料からの黒色カーボンは温暖化する。鉱塵には推計中央値はなく、 $+0.4$ と -0.6W/m^2 の幅の不確実性があるだけだ。対流圏エアロゾルの一次間接効果である水滴の増加はほとんどわかっておらず、中央推計値はなく 0 と -2W/m^2 の間の不確実性を持つ。2 番目の間接効果は推計すらない。飛行機雲や絹雲増加など航空効果も示した。土地利用変化は地球をちょっと冷却したが、太陽放射は温度を上げている。グラフ下に示したのは、IPCC の「科学的理解度」指標で、「高 (High)」から「中 (Medium)」「低 (Low)」を経て「非常に低い (Very Low)」に到る。出所: IPCC 2001a:table 6.11, figure 6.6²¹⁷⁶。

暖化を過剰に見積もり過ぎているという話に逆戻りで、CO₂ による温暖化そのものの総推計を引き下げるべきだということになる*¹。

24.6 CO₂ は気温にどれくらい影響するの？ 水蒸気

モデル作成の第二の課題は、大気中の水蒸気だ。水蒸気フィードバックこそ、人間のCO₂ 排出が大きな温暖化をもたらす主要原因だ²¹⁸⁶。大気のCO₂ 濃度の倍増(2070年以降になる)²¹⁸⁷による直接効果は、1–1.2°C くらいの気温上昇でしかないと思われる²¹⁸⁸。ところが大気にはまた増幅メカニズムが組み込まれている。地球が熱くなるともっと多くの水が蒸発して、水蒸気をもっと熱を吸収するからだ²¹⁸⁹。だから IPCC 推計によると、大気中のCO₂ 倍増による実質的な温暖化は1.5–4.5°C になるだろう(気候感度と言われるものだ)²¹⁹⁰。

でも、強い水蒸気フィードバックがもたら影響を受けるのは、地表温度にではなく、特に対流圏の温度だ。対流圏とは、地面から高さ約10–13km まで広がる、大気圏の一番低いところを指す。要するに、このフィードバックが有効に機能するのは、大気圏の底のほうで全部暖まって、対流圏が全体としてもっと水を含めるようになった場合に限る。そうでなければ、水蒸気フィードバックはずっと弱くなる²¹⁹¹。対流圏は水蒸気フィードバックの約90パーセントを占めると見積もられる²¹⁹²。

すべてのAOGCM 群は、対流圏の温度は地表面と同じくらいかそれより急速に上昇すると予想している。これは図140のNASA/ゴダード研シミュレーションでも見られる²¹⁹³。

1979年以來、NOAAの気象衛星が世界のあらゆる地域の対流圏温度の実に正確な測定を実現している(24時間以内に全世界の80パーセントの上空を通過、3、4日間で100パーセントをカバー)。この測定は、信頼できる気温データが入手困難か不可能な辺鄙な砂漠、雨林、海洋を含む²¹⁹⁴。さてこれをもとに1979年以降の対流圏気温を検討すると、困った問題が出てくる(図140参照)。実測対流圏温度には、まるでトレンドが見られない。モデルは10年で約0.224°Cの温暖化を見込んでいるのに、データは10年でたった0.034°Cの温暖化しか示していない。そしてこの上昇分ですら、ほとんどすべて1997–1998年のエルニーニョのせいだ。つまり温暖化は、モデルによる予測値の6分の1にすら達していない。これは長期の温暖化予測にとって極めて重要な意味を持つ。対流圏温度がほとんどあるいはまったく上昇しないなら、水フィードバックがはるかに弱いとい

*¹ 訳注: 昔のモデルは、CO₂ だけ見ていたので、温暖化を過大評価していた。それを補正するために微粒子の冷却効果をモデルに含めて、CO₂ の温暖化効果の見積もりは温存しておいたのだけれど、もし微粒子の冷却効果がやっぱりそんなに大きくないなら、やっぱり最初のモデルで温暖化が過大評価されたのは、CO₂ の影響を大きく見積もり過ぎているからだ、ということになる。

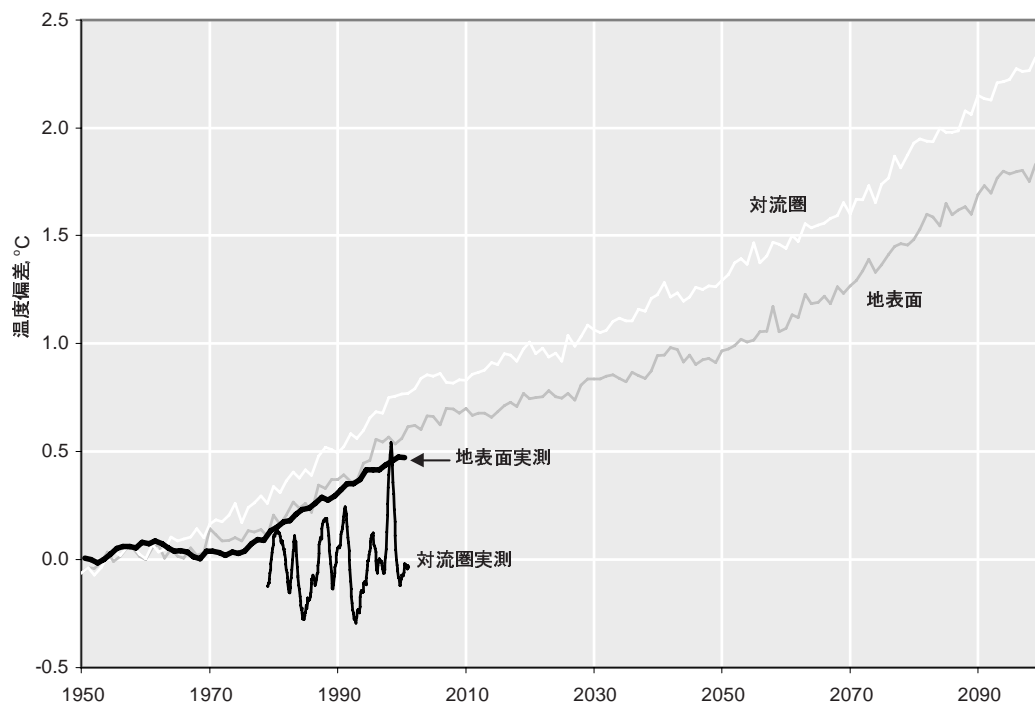


図 140: NASA/ゴダード研 AOGCM による地表と対流圏の温度差、1950–2099。モデル 2 回実行の平均結果、1950–1960 年の平均からのアノマリー、1990 年までは CO_2 実測濃度、その後は 0.5 パーセント年間上昇。硫黄エアロゾルは Mitchell *et al.* 1995 から。対流圏温度は 200、500、850mb の平均アノマリー。実測地表温度 1856–1999、実測対流圏温度は人工衛星からのマイクロ波探査ユニット (MSU 2LT) 1979–2001 年 4 月。出所: NASA/GISS 2000, Jones *et al.* 2000a-b, Christy *et al.* 2000, 2000a, 2001。

うことで、温暖化の推計もずっと低くすべきだということになる²¹⁹⁵。

地表温度と対流圏温度の差をつきとめようと、無数の研究が行われた。衛星データにまちがいがあることを示そうとした研究もかなりある。ある研究は、人工衛星のアルゴリズムに問題があることをちゃんと指摘した²¹⁹⁶。これは現在修正されている（ここでは修正済みデータを使っている）²¹⁹⁷。

でも人工衛星の測定データを見てやるのに、もっと明白な方法がある。気象観測気球により対流圏低層部の温度全体が定期的に測られてきているので、1958 年以來のデータで世界平均が取られた。人工衛星と気球という独立した 2 種類の測定を比べると、図 141 のように、ほとんど完全に一致している。これらはどちらも (人工衛星だと $0.034^{\circ}C/10$ 年、気象観測気球だと $0.029^{\circ}C/10$ 年)、地表の温度上昇 ($0.17^{\circ}C/10$ 年) に比べると実に小さい値だし、まして大気海洋結合モデル予想 ($0.22^{\circ}C/10$ 年) に比較するとさらに小さい。結果として、多くのコメンテーターや、IPCC と全米学術研究評議会の 2000 年研究は、地表温度と対流圏温度の推移がはっきりと異なっていることを認めている²¹⁹⁸。そして

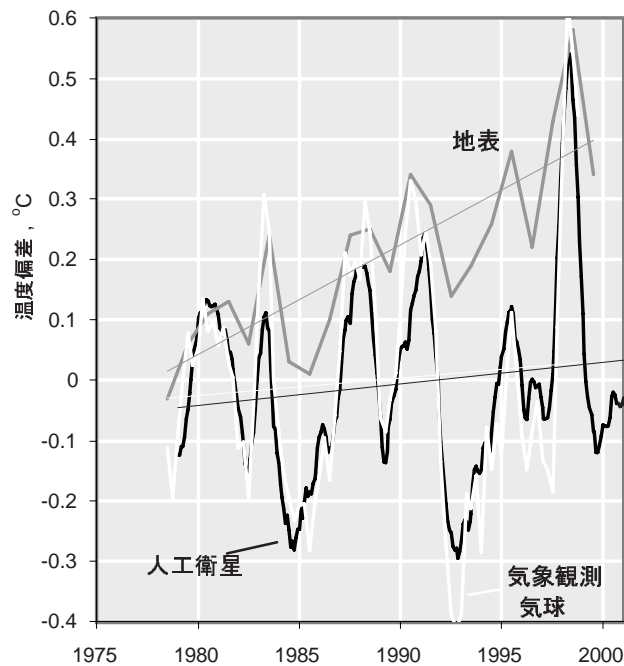


図 141: 気象観測気球 (1978-99 年、白線) と衛星 (1979-2001 年 4 月) による対流圏気温偏差測定。表面温度は参考文献にある (1978-2000 年)。出所: Angell 1999, Christy *et al.* 2000a, 2000b, 2001, Jones *et al.* 2000a.

このちがいが続くようであれば、水フィードバックも弱まるし、それはつまり CO₂ 温暖化ももっと弱いということになる。

24.7 CO₂ は気温にどれくらい影響するの？ 雲

モデリングの 3 つ目の課題は雲だ。雲は、その高さや厚さ、そして含まれる水蒸気、氷粒子、大気エアロゾル分布に応じて気候を冷やしたり暖めたりする。雲はコンピュータモデルのグリッド 1 つより小さいから、パラメータ化されているけれど、おかげでモデルは雲の想定に対してえらく敏感になってしまう²¹⁹⁹。1995 年の先進的な気候モデルの一つは イギリスのハドレーセンターで開発されたものだ。CO₂ の濃度が倍になると 5.2°C の気温上昇を予測した。その後、プログラマーたちは雲のパラメータ化を 2 カ所で改善した。するとモデルの温度予測が、5.2°C から 1.9°C に下がるという結果となった²²⁰⁰。

IPCC が以下のように率直に認めている：

気候の将来予測における最大の不確実性は、雲とその放射との相互作用から生じるものだろう。(中略) 雲は気候シミュレーションにおける潜在的なエラーの源としてきわめて大きい。(中略) 雲のフィードバックが、差し引きでプラスに働くか

マイナスに働くかはいまだにはっきりしないし、各種のモデルでも大きな開きがある。さらに、降雨プロセスと、1日周期や降雨量や頻度を正確にシミュレートするのが困難なことから不確実性が生じる²²⁰¹。

これは要するに、もっと優れた雲のモデルが出てきたら、IPCC 気温予測はガラリと変わる可能性があるということだ。雲のフィードバックは現在では、21世紀の CO_2 が温度に与える影響全体の半分を占めるけれど、それが実際に気候を冷やすのか、暖めるのかについても未だに合意は存在しない²²⁰²。大いに論じられてきた雲と宇宙放射との関係は後で検討してやろう。

でもその前に、IPCCの気温との関係をかなり変えるかもしれない別のモデルを説明しておこう。この新しい革命的な潜在力を持つ研究は、2001年3月に『アメリカ気象学会誌』で公表された²²⁰³。データを見ると、曇りがちな地域では、海面温度上昇と少ない雲とが密接に関連している。摂氏1度の上昇は、その上空の雲を22パーセント減らすようだ²²⁰⁴。こういうメカニズムは要するに、上空の雲によりその領域を開いたり閉じたりすることで²²⁰⁵、赤外線放射による冷却を促進し、熱帯の表面温度変化を抑えるように働く²²⁰⁶。この動きを著者たちは、地球の虹彩に例えている。目の虹彩を光量の変化に応じて開閉するのに似ているからだ²²⁰⁷。重要なAOGCM群をいくつか調べても、このネガティブ・フィードバックを採用しているものは一つもない。つまり現在のモデルは CO_2 による温暖化をかなり過大評価している可能性がある²²⁰⁸。著者たちは通常使われる $1.5^\circ C - 4.5^\circ C$ の気候感度をもとに、このマイナスの雲フィードバックだけでこの感度がずっと下がって $0.64^\circ C - 1.6^\circ C$ になると示している²²⁰⁹。

まとめると、この節では CO_2 がどのくらい気温に影響するかについて考えた。その答えは気候モデルと、各種の重要な部分、たとえばエアロゾル、水蒸気フィードバック、雲などをどう表現するかにかかっている。

$1.5^\circ C - 4.5^\circ C$ というIPCCの気候感度についての予測は、1990年から2001年までのIPCC報告書すべてでずっと同じだ。1970年代以来の科学研究文献でもこの数字は変わっていない²²¹⁰。つまりこれは、過去25年間を通じて、 CO_2 による温暖化の基本的な推計レンジはまったく改善していないってことだ。予測変化が出てきたら、それは主にシナリオ変化のせいだ。IPCCは1900年に、今後100年で $3.3^\circ C$ 上昇と見積もった²²¹¹。1996年には予想される温暖化を $2^\circ C$ に下げ、さらにそれに $1.0 - 3.5^\circ C$ という幅を持たせた²²¹²。見積もりが下がった主な原因は、今度のシナリオに含まれる微粒子排出量が大幅に増えたからだ²²¹³。これは気温を下げる方向に働く。さらに、IPCCは今じゃ $1.4 - 5.8^\circ C$ というもっと広い気温の幅を見込んでいるけれど²²¹⁴、その原因は CO_2 が気候に与える影響がもっと高いとわかったからじゃない。新シナリオが微粒子排出量の目

覚ましい低下を予想しているからで（つまり冷却は抑えられる）、また同時に CO₂ 排出量を最多にするシナリオが、昔とくらべて約 25 パーセント増しの炭素を放出しているからだ（つまり温暖化は高まる）²²¹⁵。

基本的な気候感度が 1.5°C – 4.5°C のままだということは、CO₂ 濃度が倍増したときの温暖化がどちらかと言えば小さい (1.5°C) か、かなりでかい (4.5°C) がほとんど判断つかないということだ。実は、図 142 で A2 と B2 のシナリオ (IPCC による計算実行が間に合ったのはこの 2 つのシナリオだけだった)²²¹⁶ を実行してみた 9 つの AOGCM を見てやると、A2 の気温予測はもっぱらどのコンピュータモデルを選ぶかで決まってくるのがわかる。最低の 1.43°C と最高値 5.04°C までの幅は、実は図 137 の典型的シナリオから出てくる気温すべての幅よりも大きくなっている。これは要するに、モデルからのノイズが政策立案に使うべきシグナルよりも大きいってことだ。がっかりさせられるとはいえ正直にも、IPCC は「モデルの選択はシナリオ選択よりもシミュレーション結果に大きな差を生み出す²²¹⁷」とまとめている。

さらに、どちらのシナリオでも IPCC は単純なモデル記述としてずいぶん悲観的なものを選んだように見える。これまた図 142 を見ればわかる²²¹⁸。A2 で、1990 年から 2100 年にかけての平均気温上昇は、全コンピュータモデルの平均で 3.21°C だけれど、IPCC 単純モデルでは 3.79°C となっている。B2 についてコンピュータモデルの平均は 2.17°C の気温上昇だけれど、IPCC の予想は 2.69°C だ。複数の AOGCM が走らせたシナリオは A2 と B2 だけだから²²¹⁹、これは IPCC 単純モデルが温暖化を系統的に過大評価しているということで、だからよく引用される 1.4 – 5.8°C という温度上昇幅は、実は 1.2 – 4.8°C の可能性が高いということだ²²²⁰。

どれくらい CO₂ が気温に影響するかという質問に対する答えは、エアロゾルや水蒸気のフィードバック、雲といった大事な要素をきちんと表現できるかどうかにもかかっている。すでに見たように、一部のエアロゾルをモデルに含めると、シミュレーションはもっともらしくなるけれど、そのモデルには堅牢さがないかもしれず、新研究によればそれは気候感度がもっと低いのを隠しているだけらしい。同じように、水蒸気フィードバックは対流圏の大幅な温暖化があって初めて成立するのに、人工衛星による測定開始以来、そんな兆候は見られない。これまたもっと小さい気候感度を示すものだ。雲のシミュレーションは不確実性だらけで、新研究によれば雲には強いネガティブ・フィードバックがあり、これは気候感度を大幅に引き下げる。

基本的には、現在のモデルは複雑だけれど地球気候の重要な点をすべて捉えるにはあまりに複雑さが足りない、という結論を出さざるを得ない。そもそも気候感度が不確実なため、モデルは気候の反応よりずっとノイズが大きくなっている。結果として、たくさんの

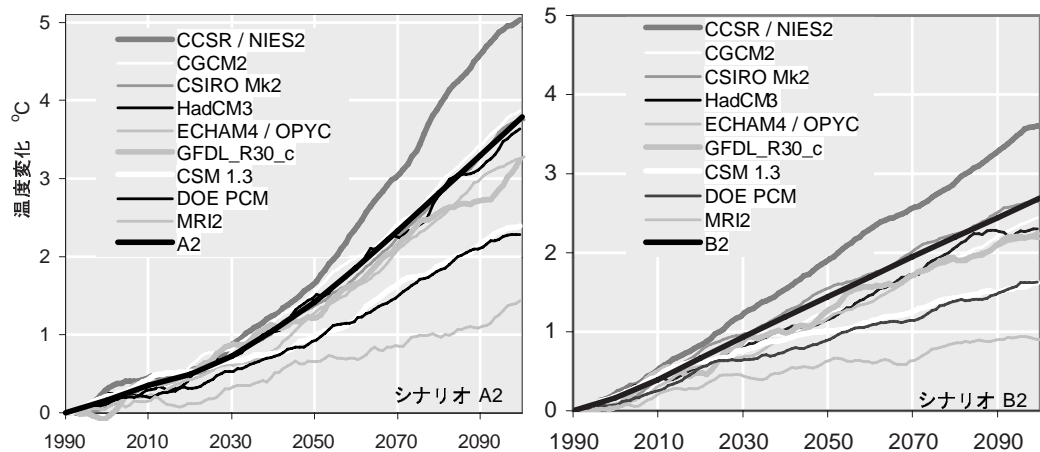


図 142: 気温、1990–2100、シナリオ A2 (左) とシナリオ B2 (右) を実行した 9 つの AOGCM による予測。IPCC 単純モデルによる A2 と B2 も参考のため併記 (図 137 と同じ)。1990 年をゼロとするよう調整、9 年移動平均で表示。モデルは東大気候システム研究センター (CCSR) と日本国立環境研究所 (NIES)、オーストラリアコモンウェルス科学産業研究機構 (CSIRO)、カナダ気候モデル化分析センター (CGCM)、ハドレー気候予測・研究センター (HadCM3)、ドイツ気候研究センター (ECHAM)、アメリカ地質物理流体力学研究所 (GFDL)、アメリカ国立大気研究所のグローバル力学部門 (CSM, DOE)、日本気象庁気象研究所気候研究部 (MRI)。出所: IPCC 2001a:figures 9.6a, 9.14。

モデル作成者たちはいまでも、正確なモデルができるにはあと 10 年はかかると信じている²²²¹。さらに IPCC が使う単純なモデルは気候感度を過大評価しているようだ。

同時にエアロゾルや水蒸気のフィードバック、雲の表現から見ても、気候感度は過大評価されているようだ。これらは一般に、 CO_2 の気候に対する影響は、決して無視できるものではないけれど、思われているより小さいことを示している。

オゾンホール

1985 年、イギリスの名門科学雑誌『ネイチャー』の論文公表により、突然みんなが新しい環境問題を話題にするようになった。南極上のオゾン層に穴が開いていたのだ²²²²。(15 章で論じたように) 地表面のオゾンは汚染物質だけれど、大気圏上層部 (成層圏) では薄いオゾンの層が²²²³、太陽の有害紫外線 (UV-B) をフィルタリングして人や動植物を保護してくれる²²²⁴。オゾン破壊はまたいくつかのやり方で気候変動に関連しているけれど、その関係はかなり弱いのでここでは無視できる²²²⁵。

1985 年のオゾンホールは、基本的には人の住んでいない地域の上空に現れたものだけれど、でもそれは世間一般の認識においては決定的な転換点を印した。それまではただの理論的な憶測でしかなかったものが、初めて観測で確認されたからだ²²²⁶。それ以降、

人の住んでいる中緯度上空のオゾン層減少も疑問の余地なく確認された。1998年には、1979年の水準より3-6パーセント下がった²²²⁷。これは重要だ。オゾン層が薄くなると、もっと多くの紫外線を通すから²²²⁸、目の病気（白内障）、皮膚ガン、光老化（しわと肌の若年老化）が増えるからだ²²²⁹。

オゾン破壊は人間のせいで生じた²²³⁰。1974年に、すでにカリフォルニア大学の2人の研究者たち（後にこの研究でノーベル賞を受賞）はいわゆるフロンガス（CFC）がオゾン層を破壊する可能性があるとして指摘した²²³¹。たくさんの研究が、後にその基本的な結びつきを確認した²²³²。1930年代以来フロンガスは至る所に存在していた。安くて化学的に安定し、まったく無害だったからだ。1960年代にはフロンガスの使用は爆発的に増えた（図143）。中でも冷蔵庫、スプレー缶、エアコンでの利用が多く、発泡用の物質や溶媒としても使われた。フロンガスは大気中に拡散し、一部は成層圏に達し、ここで高エネルギーの太陽からの紫外線により分解して遊離塩素となる。複雑な相互作用によりこういう塩素原子はオゾンと反応し、要するに一つの塩素原子が何千ものオゾン分子を分解してしまう²²³³。

皮膚ガンや白内障の増加というショッキングな予測のため、政治家たちは素早く対処した。モントリオール議定書が1987年に調印され、ロンドン（1990）、コペンハーゲン（1992）、ベネチア（1995）、別のモントリオール（1997）、北京（1999）議定書が後に続いた。こういう国際条約は、当初は5つの主なフロンガス消費を1986年比で半減させ、後にはその消費をほぼ全面的に禁止した²²³⁵。これら議定書から期待される結果は図144で見ることが出来る。

国際協力は迅速に実を結んだ。図143でわかるように、1996年の総生産量は1960年の水準以下に下がった。同時に、大気圏低層部にあるオゾン破壊化合物の累計は、1994年頃ピークに達し、今はゆっくり減少している。実はこれは、国連によるたった4年前の推計よりも早かった²²³⁶。オゾン破壊塩素と臭素は、成層圏で2000年前頃にピークに達すると見込まれた²²³⁷。UNEP オゾン評価の最新総合報告は、「オゾン層は今後50年間でゆっくりと回復する²²³⁸」と予想している。同じように、南極上空のオゾンホールもゆっくりとふさがらう²²³⁹。だから今日では、ぼくたちはやるだけのことはやったし²²⁴⁰、オゾン破壊は今がピークで今後50年かけて回復するだろう。

オゾン層破壊とその制限議定書による解決は、サクセスストーリーだと思われる。世界コミュニティがようやく団結を見せて、お金より環境を優先した、というわけ。これをはじめとする理由から、オゾンのお話は「万が一のため」原理をうまく適用した例と²²⁴¹、環境認識一般の重要性に関する実例としてよく引き合いに出される。でも、フロンガス禁止の実現は文句なしに利益の大きい行動だったのだ、ということは指摘しておこう。フロンガスの代替品（例えば、冷蔵庫やスプレー缶の中身²²⁴²）を見つけるのは、そこそそ安上がりだったし、一方で便益はかなりはっきりしていた。

カナダ環境省に提出された報告書では、フロンガス議定書実施の全世界の総コストは、1997年アメリカドルで2,350億ドルだったと見積もられている²²⁴³。それに比べて、便

益は漁業、農業、屋外物質への被害回避のおかげで、1997年アメリカドルで4,590億ドルほど。しかもこの数字は、333,500人の皮膚ガン死亡者の減少は考慮すらしていない²²⁴⁴。

でもこれは、全世界について今後63年間の累積コストだ。時間も長いし人間の数も多いから、すぐに数字は大きくなる。いまの数字は明らかに世界的な介入が正当だったことを示しているけれど、でもオゾン層の減少による実際の個人的影響について感覚をつかんでおくことも大事だ。オゾン論争の社会学的研究が指摘するように、「オゾン層が薄くなり太陽光線がもっと通り抜けて皆が皮膚ガンになるから日光を浴びないようにしなきゃ」ということはほとんどだれでも「知っている²²⁴⁷」。これは、皮膚ガンの「恐ろしいほどの」増加は「破壊されたオゾン層を貫く紫外線量の増加のせいだ²²⁴⁸」というメディア報道に負うところがかかなりある。イギリスの若者たちの環境問題に対する関心調査によると「オゾン層破壊」が最も大きい懸念だそう²²⁴⁹。

皮膚ガン罹患率は20世紀を通じてすさまじく上昇したけれど、ガンの潜伏期間はとても長い。ということは、今日見られる増加は、もっとずっとつまらない原因のせいだということだ。最近の研究のまとめのように、「皮膚ガンの増加は、1960年代にも存在した有害太陽UV-B水準に原因を求めなくてはならない。オゾン破壊が原因ではなく（オゾン層破壊はずっと後の1979年頃に始まった）、むしろ豊かな社会における人間の寿命延長や医療健診改善、ビーチでの日光浴増加傾向などが原因だろう²²⁵⁰」。でも現在のオゾン層減少とそれに伴うUV-B上昇は、この先皮膚ガンを増加させるだろう。モントリール議定書とそれに続くものが実現されなければ、皮膚ガンは2100年までに3倍以上となっていただろう。でも今では、オゾン層減少から生じる追加の皮膚ガンはずっと少ない²²⁵¹。

皮膚ガンの約95パーセントは、今日では治療可能性が高い基底細胞腫や扁平上皮乳頭腫だ²²⁵²。残りの5パーセントは極めて致命的な黒色腫（メラノーマ皮膚ガン）だ²²⁵³。アメリカでは総計で年50,000くらい新たな黒色腫と約100万の新たな基底細胞腫や扁平上皮乳頭腫の症例が生じており、死亡はほとんど全部が黒色腫による。行動変化（日光浴など）がなくて、フロンガス議定書が完全に遵守されるとすると、現在の最低限のオゾン層は、将来もっと多くのガンを引き起こし、2060年にはそれがピークとなり、年間27,000人の追加の皮膚ガン患者、あるいは約3パーセントの皮膚ガン増加をもたらすだろう²²⁵⁴。この追加のガンのうち大半は治療可能な皮膚癌なので、追加の死亡者数は2060年のピーク時で、年約350人、つまり皮膚ガン死亡者の5パーセントと推計される。

つまりオゾン層破壊の最大の影響でさえ、ガン発生と死亡率はほんのちょっと増えるだけだ。これは別の見方もできる。高緯度地域のほうがオゾンが多く、太陽も貫通すべきオゾン柱が長くなるから、UV-Bは図145で明らかのように、高緯度地域よりも赤道でずっと強烈だ。中緯度地域で言えば、個別地域の気象条件を無視すると、エジンバラ（北緯55度）からマドリッド（北緯40度）へ引っ越すとUV-B平均年間被曝量はほぼ倍増する。シアトル（北緯47度）からニューオリンズ（北緯30度）、あるいはフォークランド（南緯52度）からブエノスアイレス（南緯34度）へ引っ越しても同様だ。

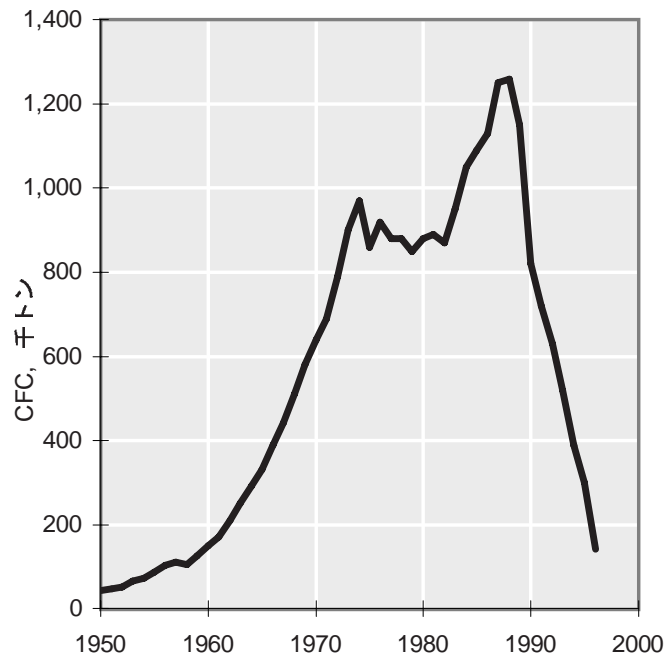


図 143: 一年のフロンガスの世界生産量、1950-96 年、オゾン破壊力によりトンで計測された。出所: Blackmore 1996:120, WI 1999b²²³⁴。

図 145で線が始まる北緯 36 度 53 分の都市　たとえばカリフォルニアのフレズノを見ると、年間 UV-B 輻射量は $42.4kJ/m^2$ だ。オゾン層が破壊されなければ、輻射量はたった $40kJ/m^2$ ですんでいた (下の細い線)。オゾン層破壊は UV-B 輻射量を約 6 パーセント増やす²²⁵⁵。さて問題は、同じ追加の UV-B 輻射量を浴びるには、どれくらい南に引っ越すべきか？ 答えは図 145でわかるように、オゾンたっぷりの世界で $42.4kJ/m^2$ となるのは 35 度 17 分、つまりカリフォルニアのフレズノから 179 キロほど南、ベーカーズフィールド近郊だ²²⁵⁶。これでオゾン破壊の結果として世界がどれくらい危険になったのか、感覚がつかめる。

オゾン層が被害を受けて今や最低値になり、そのため UV-B 輻射量がもっと増えたというのは、中緯度地域では²²⁵⁷ 赤道方向に 200 キロほど引っ越したというのと同じくらいだ　マンチェスターからロンドン、シカゴからインディアナポリス、アルバニーからニューヨーク、リヨンからマルセイユ、トレントからフィレンツェ、stattガートからデュッセルドルフあるいはクライストチャーチからウェリントン²²⁵⁸ へ引っ越したのと同程度。(訳注：日本に置き換えると、福島・新潟から東京への引っ越しと同程度。)

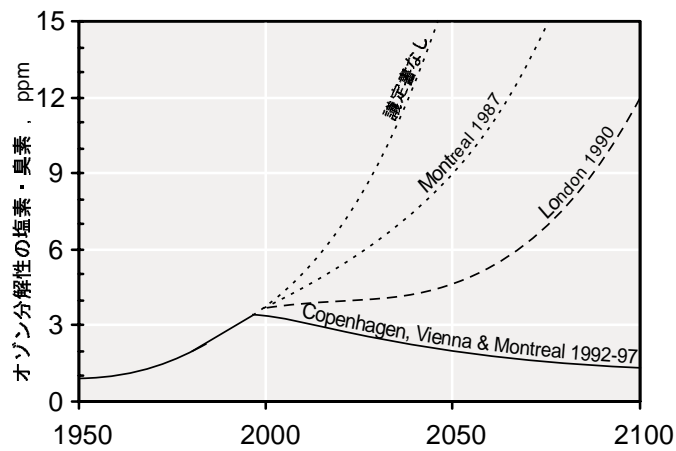


図 144: オゾン破壊する成層圏の塩素・臭素濃度、1950-2100 年、議定書がない場合、モントリオール (1987)、ロンドン (1990)、コペンハーゲン (1992)、ベネチア (1995) モントリオール (1997) 議定書締結の場合完全な準拠を想定。出所: UNEP 1999a:5、WMO/UNEP 1994。

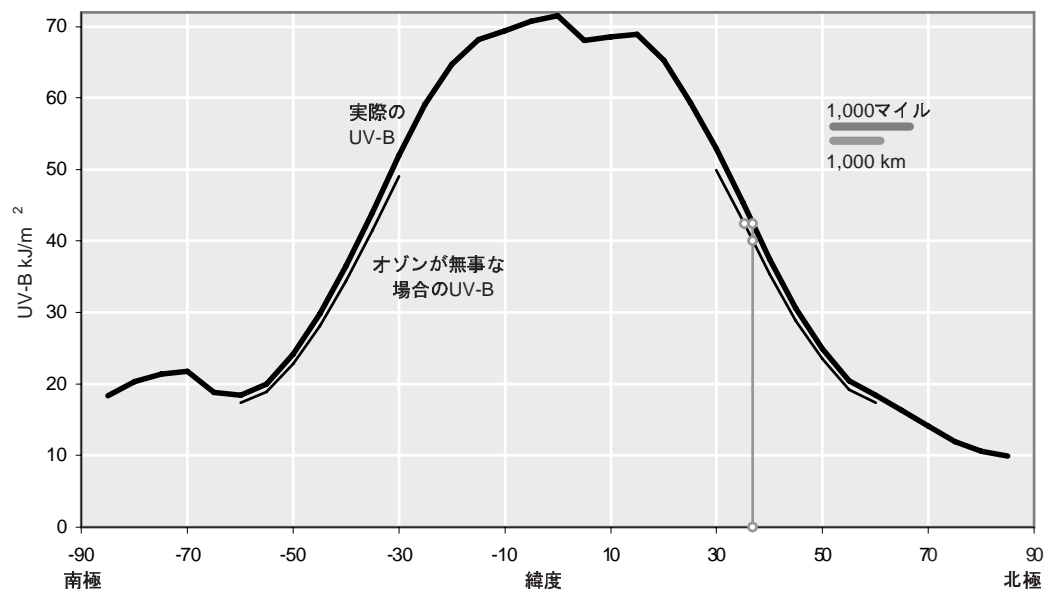


図 145: 緯度別²²⁴⁵の年平均 UV-B 輻射、雲とエアロゾルも含めて考慮。南極オゾンホールは一番左端に現れている。中緯度部分については、オゾン層が薄くならなかった場合の UV-B 輻射の理論値も併記²²⁴⁶。出所: Sabziparvar 1997, Sabziparvar et al.1999, Newton and Ferley 1996。

24.8 他に原因はないの？

ナイジェル・コールダーの1997年の著書『灼熱の太陽』刊行で、地球温度の上昇の説明におけるもう一つ重要な要素として、太陽への注目が改めて高まった。時には、起こる論争は温室効果ガスだけが関係しているか、太陽だけが温度を決めるかのどちらかを想定する傾向があった。でも、どちらも地球温暖化の部分的な原因と考えるほうが、ずっとありそうだ。IPCCは太陽の影響についてちょっとしか言及しないし、小さな直接強制力しかモデルに組み込んでいないので²²⁵⁹、間接的な太陽の影響まで考慮すれば、CO₂による温暖化効果の推計はもっと下がる可能性が高い。

ずっと前から太陽活動と気温には相関があることはわかっていた。太陽の明るさはたぶん過去200–300年で約0.4パーセント増加し、0.4度ほどの気温上昇をもたらした(図139の太陽輻射参照)。過去数十年間のトレンドがこのまま続けば2100年までさらに0.4度上昇する²²⁶⁰。最近のAOGCM研究によれば、過去30年間の直接太陽輻射の増加が観測された地球温暖化の約40パーセントを引き起こしている²²⁶¹。

ところが、これよりもっと興味をそそる太陽の関連性がある。ナイジェル・コールダーが指摘したのもこれで、デンマーク気象研究所での研究により確立された間接効果だ。この研究所で、エイギル・フリーシ＝クリステンセンとクヌ＝ド・ラッセンという二人の研究者は、太陽の黒点周期^{*2}と地球の平均気温との間にはっきりした相関を指摘した²²⁶²。図146では、正確な気温測定が存在する期間についての計測された平均気温と、太陽黒点期間との相関を示しているけれど、この二人の研究者たちは、実は1550年頃までさかのぼって見事な相関を示している²²⁶³。さらに他の研究者たちも、さらに時期をさかのぼって、また別の温度計測方法を使って、似たような相関を見いだしている²²⁶⁴。

これに対する昔からの批判は、図146の2つの曲線にははっきりした因果関係がないというものだった。黒点周期がどうやって気温に影響するの？でも新研究でその因果関係が見つかったようだ。これは黒点周期サイクルと気温の結びつきを説明するだけでなく、扱いにくいけれど決定的な役割を果たす雲も射程に入っている。今日地球の約65パーセント²²⁶⁵は雲で覆われている。これはCO₂による温暖化効果を見極めるのに、すさまじく重要な要素だ。というのも、雲は太陽光線をはねかえすことで地球を冷やしておく役に立つし、同時に熱を中にためこむことで地球の温暖化にも貢献するからだ。差し引きで、低層の雲は地球を冷やすように作用する。だから低層の雲が増えると気温低下をもたらす

^{*2} 訳注：太陽黒点は周期的にあらわれたり消えたりして増減する。太陽黒点が多いとき(つまり周期が短くなる時)には太陽表面の活動が活発となり、その結果地球に放射される宇宙線も増加する。グラフでは、黒点周期が長いほど太陽黒点は少ないことに注意。

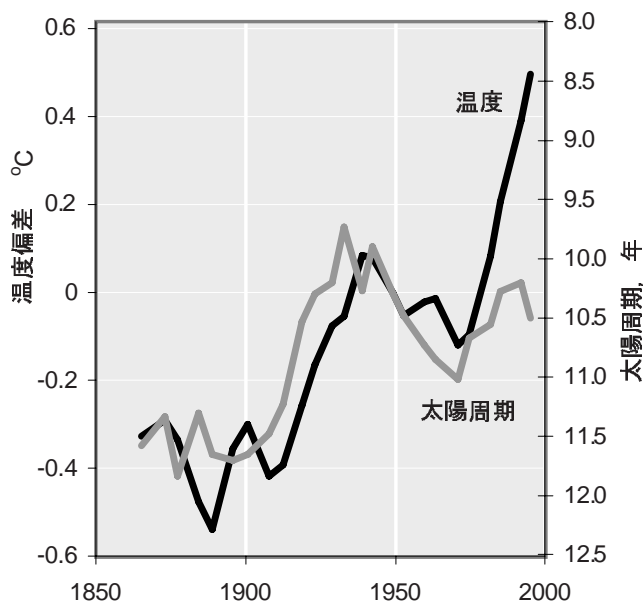


図 146: 黒点期間と北半球平均気温変動の相関、1865–1995. Fris-Christensen and Lassen 1991:699 をアップデートしたもの。余り前提条件をつけずに最新データを使うため、もっと小さい平準化フィルタが使われ、このためグラフのほかの部分の一致具合が下がってしまい、1900–40 にかけて太陽周期の減少と気温上昇にギャップが出ている。出所: Thejll and Lassen 2000.

2266。

でもス Pensmark を初めとする研究者たちは、地球の低層雲の覆空率と宇宙線の入射との間に明確な関係があることを示した。これは図 147 を見るとわかる²²⁶⁷。その理由の説明としては、たぶん宇宙線の入射がイオンを作り、これが大気中の微粒子といっしょになって低層雲発達の基礎となるんだらう²²⁶⁸。さらに宇宙線の入射が増えるのは、太陽活動が低調なときで、これはこんどは長い黒点周期と関連しているわけだ²²⁶⁹。

この理論的な関係には、まだ答のない疑問もたくさんあるし、未解決の科学上の問題もいろいろある²²⁷⁰。でも重要なのはこの太陽黒点理論が、今経験しているような短期の黒点周期はもっと活発な太陽活動、もっと弱い宇宙線、もっと少ない低層の雲、したがって気温上昇、という相関の可能性を生み出しているということだ。この理論には、温室効果理論に比べると大幅な長所があって、1860 年から 1950 年までの気温変化が説明できる。これは他の気象学者たちが肩をすくめて「自然の変動でしょう」と言うしかなかったものだ。

図 146 を見ると、気温と太陽黒点周期との関係は、過去 10–30 年ほどでずれてきていて、温度が太陽黒点活動を上回る上昇を見せていることにご注目。たぶん、太陽黒点よりも、 CO_2 みたいな温室効果ガス増加のシグナルが現れている可能性が高そうだ。こうし

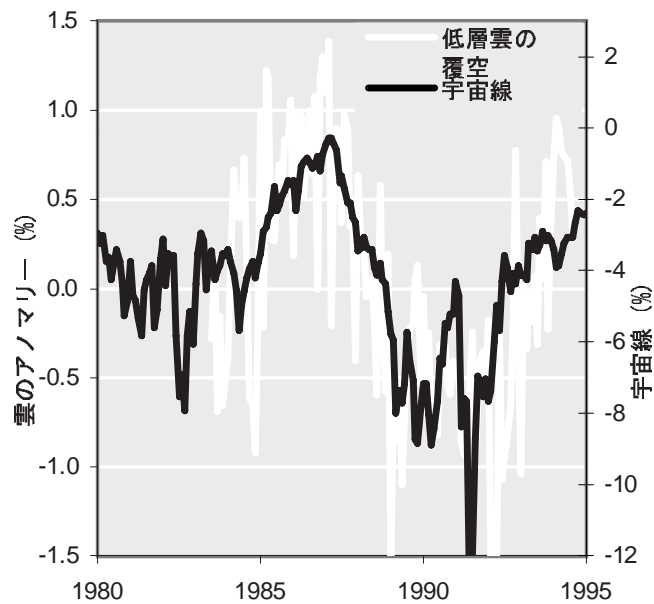


図 147: 地球の低層雲の覆空率 (> 680hPa) と宇宙線入射量との相関。出所: March and Svensmark 2000.

た発見はまさに、太陽活動の変動だけでも温室効果ガスだけでも、気温変動の記録を全ては説明できないこと裏打ちするものだ。温室効果ガスのシグナルがやっと今になって現れてきたということは、これまた CO_2 による温暖化効果の見積もりを下げても必要があると示唆しているようだ。こういう IPCC に忠実な研究の一つによれば、気温変動の約 57 パーセントは太陽仮説で説明できて、データを見ると気候感度は $1.7^\circ C$ 、つまり IPCC の最良の推計より 33 パーセント低いとのこと²²⁷¹。

24.9 シナリオは現実的なもの？

一世紀も未来の予測をするなんて、過去の予測を見ればわかるけれど、地雷だらけの仕事だ²²⁷²。一部の予測はあきれくらい大外れだし、一部は驚くほど先見の明があった。でももちろん大事なものは、後知恵なしでその予測がどっちなのかを事前に判断することだ²²⁷³。おそらく予測における最大の危険は、技術革新がそもそもの不安を無意味なものにしてしまうという点を過小評価する傾向だ。あるモデル作成者はこう語る：

100 年前、氷山は北アメリカとヨーロッパ間の旅を妨げる大きな気候上の脅威だった。イギリスの大型客船タイタニック号は 1912 年 4 月 14 日に氷山に衝突し、1,513 人が死亡した。50 年後、ジェット機が客船を追い越した。氷山の危険に対する解決を予想するには、氷山が移動する速度や経路だけでなく、人間がどう移動するかも理解する必要があったわけだ²²⁷⁴。

でも気候変動は何世紀にもまたがるものだから、ぼくたちも何とかして地球温暖化にとって一番重要な領域での人間の行動について、まともな予想を試みる必要がある²²⁷⁵。この意味で圧倒的に重要な変数は、化石燃料からくる長期的な CO_2 排出だ²²⁷⁶。

まず、従来の IPCC シナリオを検討してやろう。次に IPCC の 40 の新シナリオを採り上げ、最後にあらゆるシナリオ作成問題の核心であるはずの問題に戻る。実際にぼくたちはどれだけ CO_2 を排出することになるのか。さっきの比喻を続けるなら、シナリオは新しい旅行手段の可能性を考えるよりも、タイタニックの航路改善のほうにばかりかまけているようなのだ。

地球気候予測を標準化するため、IPCC は 1992 年に将来人口と経済成長、森林消失比率、エネルギー供給、環境保護努力などについて、6 つのシナリオ (IS92a-f) を作った²²⁷⁷。この中で特に IS92a が重要だ。今までのほとんどの予測は、この基準シナリオ (BaU シナリオ) 温室効果ガス排出削減をしない場合 に基づいているからだ²²⁷⁸。けれど IS92a の重要な要素の一部は明らかに的外れだった²²⁷⁹。例えば、IS92a は 2025 年に人口 84 億人を見込んでいる²²⁸⁰。これは今日の国連予想をほとんど 5 億人上回るし、2100 年の総人口は約 113 億人、つまり現在の予測人口のより丸々約 10 億人も多い (図 11 参照)²²⁸¹。同じくいささか驚いたことに、2100 年までに熱帯林の 82 パーセント以上がなくなってしまうという予想がされている²²⁸²。

IS92a はまた、温室効果ガスのメタン (CH_4) の濃度が上がり続けると予測する²²⁸³ (驚いたことに、新しいシナリオも同じ想定をしている)²²⁸⁴。でも、実際のメタン濃度上昇率は下がり続けていて、いずれ安定状態になりそうだ²²⁸⁵。この想定のおかげで 2100 年の温暖化見積もりは、最低でも 5 パーセント過大になる²²⁸⁶。

最も重要な問題は IS92a の CO_2 シナリオと、それが気候シミュレーションでどう使われているかという点だ。ここで IPCC は、 CO_2 濃度は 1990 年から 2100 年まで年間 0.64 パーセント上昇すると想定している²²⁸⁷。でも、これは実際に観測された増加率よりはるかに高い。1980 年代には、 CO_2 濃度は年 0.47 パーセント上昇し、1990 年代には年にたった 0.43 パーセントしか増加しなかった²²⁸⁸。こんな小さな比率にこだわるのは、別に重箱の隅をつつこうというんじゃない。これは累積上昇率なので、IPCC の想定だと CO_2 濃度は 109 年で倍増するわけだけれど、観測値での成長が続いたら、 CO_2 倍増には 154 年かかる²²⁸⁹。

それに CO_2 だけにこだわるのは、あまり賢明じゃない。地球温暖化にはあらゆる温室効果ガスが影響してくるからだ。このため、他のガスの影響は CO_2 に換算されることが多い。このおかげで、おかげで温室効果ガスを 1 つだけ考えればすむようになっている²²⁹⁰。 CH_4 、 N_2O 、フロンガスまで含めた場合、IPCC は CO_2 に換算した増加率を 0.85

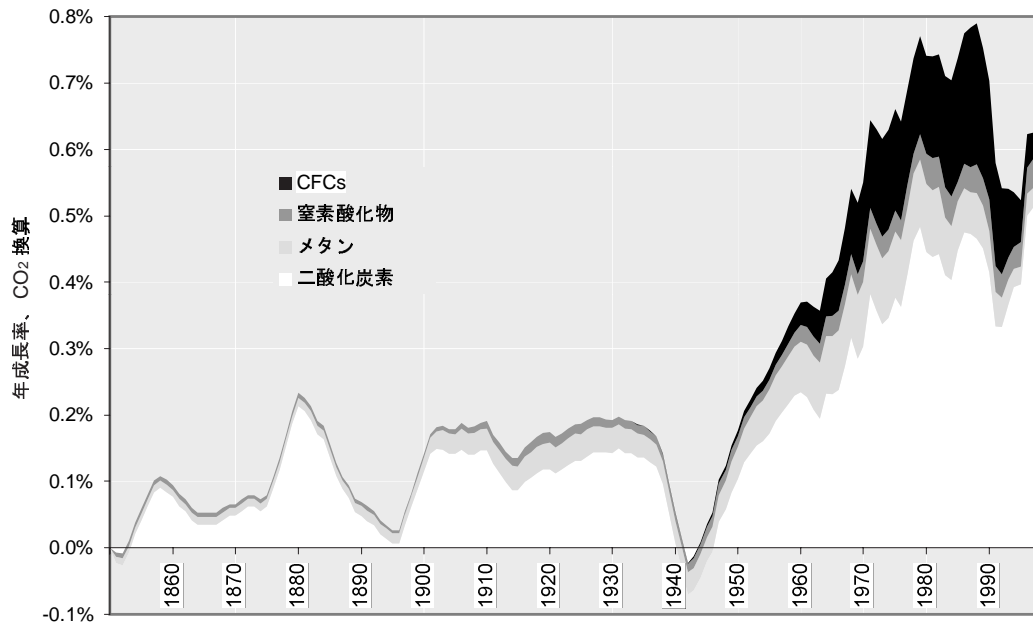


図 148: 温室効果ガスの年間増加率、1851-1998、 CO_2 換算の成長率で測定。5 年平均。出所: Hansen and Sato 2000, IPCC1996:92-3.

パーセントと見ている²²⁹¹。これもいまの実測データよりはるかに高い。

図 148を見ると、1851 年以來の CO_2 換算増加率がわかる。1980 年代には増加率は 0.76 パーセントでピークに達したけれど、1990 年以降はたった 0.58 パーセントに下がった²²⁹²。これまた、重箱の隅の話じゃない。0.85 パーセントの増加率なら、換算 CO_2 はたった 82 年で倍増するけれど、実際の観測増加率だと倍増には 120 年かかる²²⁹³。

それなのに、最も標準的なコンピュータシミュレーションは、 CO_2 増加率としてさらに高い値、すなわち 1 パーセントを使っている²²⁹⁴。これは単純化と便宜のためだけれど、IPCC はこれが「恣意的」で「高目の値」だと認めている²²⁹⁵。ここでも、経験値をもとに推計すれば CO_2 倍増には 120 年かかるのに、この値だとそれがたった 70 年弱となる。モデル作成者たちは、地表から成層圏までの世界各地の何百万というデータポイントを慎重に集めてきて、驚くほど複雑なコンピュータモデルをプログラミングし、それを何週間何ヶ月も高価なスーパーコンピュータにかけているというのに、問題のまさに核心ど真ん中にある要点 最も重要な温室効果ガスの蓄積 についてはなんだって 1.0 パーセントなんていう丸めたいい加減な数字で済ませ、もっと正確でずっと低い 0.6 パーセントを使わないのだろうか。まったく理解に苦しむところだ²²⁹⁶。

結果として、モデルはあまりに早く発散して、温暖化がほとんど二倍の速度でやってくる (70 年対 120 年) と予測するか、同じことだけれど、同じ時間内でずっと多くの温暖化を予想することになる²²⁹⁷。一般に、プレス報道されてぼくたちが目にするモデルは、

IPCC シナリオよりずっと急速に発散するモデルで、その IPCC のモデルも実測値よりは発散が早い。そして『サイエンティフィック・アメリカン』は図 138 のハドレーモデルでの 1 パーセントの CO_2 増加を示し、2100 年には $3^\circ C$ の気温上昇が予想されると伝えるのだけれど、その 1 パーセント増加という数字自体が非現実な想定だということには触れない²²⁹⁸。

24.10 シナリオは現実的なもの? 40 の新シナリオ

さて今度は 40 の新 IPCC シナリオを見てやる。ここでモデル作成者たちは、そもそも将来を予測するという発想をきっぱり捨てて、推計と可能な未来像の話をするようになった²²⁹⁹。モデル作成グループの一つがかなり正直に指摘するように、IPCC シナリオは「『コンピュータ支援によるお話し』の試み²³⁰⁰」だ。

6 つのマーカー/典型シナリオのトレンドで面白いものを図 149 と図 150 に示した。まずどの IPCC シナリオも、そもそも 2 つの数量ターゲット、つまり人口と豊かさに合うように設定されていることは認識しておこう²³⁰¹。つまり人口と富(所得水準)はモデルの出力結果じゃなくて、事前に選んだ想定だ²³⁰²。

人口推移について言えば、図 149 を見ると、IPCC は B2 では国連中位推計(図 11)に従うようにしたのに、A2 は上位推計に従うようにして、他のシナリオ²³⁰³ は低位推計に沿うようにしたことがわかる²³⁰⁴。

図 149 の右上のグラフでは、あらゆるシナリオの SO_2 排出量が、もとの IS92a 想定よりずっと小さく見込まれているのがわかる²³⁰⁵。国が十分に豊かになれば、硫黄排出量が下がるのは間違いなかったのだけれど(たとえば p. 252 の図 97 を参照)²³⁰⁶、EU とアメリカでの実際の硫黄排出が削減された速度(p. 488 の図 172 を参照)²³⁰⁷ をもっとよく調べた結果として、このグラフのような見直しが行われた。将来の SO_2 減少は、途上国が自分の国での大気汚染を減らすために設定する規制による部分が多い。最近の世界銀行報告の指摘では、中国の大気汚染は GDP の約 8 パーセントなのに対してその削減コストは GDP の 1-2.5 パーセントだという²³⁰⁸。だから、 SO_2 を削減する政策がすでに実施されつつあるのも当然のことだ。

硫黄エアロゾルは気候を冷やすから、 SO_2 排出量は重要だ。つまり排出量が早めに削減されてしまうと、IS92a ほどは温暖化を先送りにできないことになる。だから、こういう新しい低めの SO_2 排出量シナリオが原因で、2001 年 IPCC 予想では、2100 年の高い気温予測が上昇したわけだ²³⁰⁹。この問題についてはまた後で触れる。でも屋外の大気汚染は大きな死因になっているし、IS92a では将来的にさらに重要性が増すと予想されていたので、 SO_2 排出量が大幅に削減されるのは、人間の健康にとって大きなメリットであっ

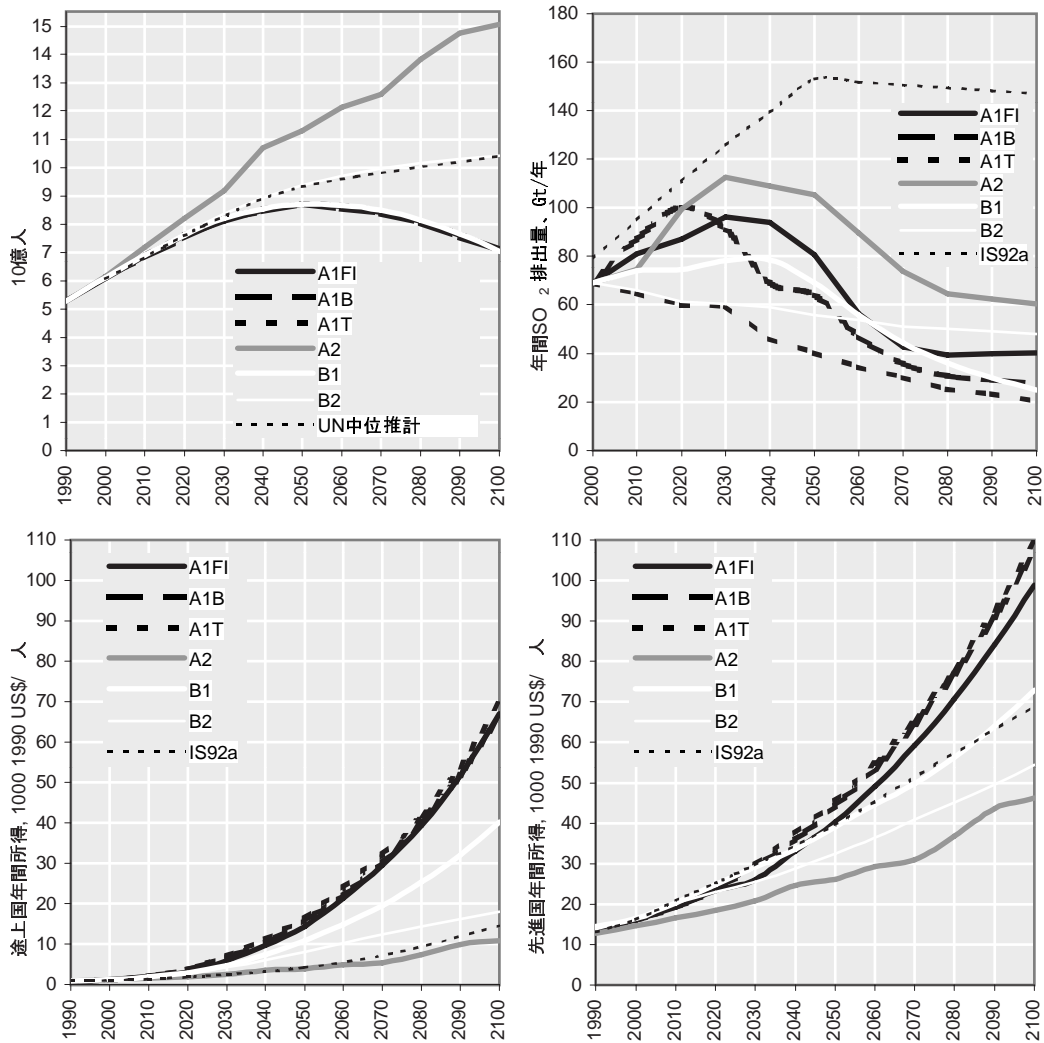


図 149: IPCC シナリオ、1990–2100。人口は 10 億人単位、参照用に国連中位推計を併記。年間 SO_2 排出量、2000–2100、単位 10 億トン、参照用に IS92a データを併記。先進国と途上国の 1 人あたり年間所得、単位は 1990 年米ドル、1990–2100、IS92a を参照用に併記。これらの研究は、まったくちがうモデル作成チーム 6 つが別個に作成しているので、小さな差について比較したりしないよう注意が必要²³¹¹。
出所: IPCC 2000b, 2001a:table II.1.8、IPCC/DDC 2001 と図 11からのデータ。

て、さらには脆弱な生態系にとって、大事な改善となることは指摘しておこう。

図 149の下 2 つのグラフは、途上国と先進国の一人あたり所得だ。全般に、あらゆるシナリオで、途上国でも先進国でも今日よりずっと豊かな社会が描かれているのがわかる²³¹⁰。さらに所得格差はものすごくせばまり、そのスピードも IS92a よりずっと早い。格差は今日の 6:1 から、3:1 とか 1.4:1 とかの水準にまで下がる (p. 107、図 35参照)。ついでに、一番悲観的なシナリオにおいてすら、21 世紀末には発展途上国の平均的な人物は、今日の先進工業国の平均的な人物と同じくらい豊かになっていて、他のシナリオではいま

の先進国よりずっと豊かになっていることは指摘しておくほうがいいかな。これは本書の冒頭部でのジュリアン・サイモンの引用について、心強い裏付けを与えてくれるものだ：「一～二世紀のうちに、すべての国と人類のほとんどは、今日の西洋の生活水準と同等かそれ以上になるだろう。²³¹²」

A1 のシナリオと他のシナリオ全ての間には、特に大きな経済格差が見られる。(A1FI は先進国でちょっと成績が悪いように見えるけれど、これはモデル同士のちょっとした前提の差のせいだ AIFI で A1T と同じモデルを使ったら、先進国についての結果はまったく同じだ)²³¹³。これが本当の経済能力差をきちんと表現しているとするば²³¹⁴、A1 のかわりに B1 にすることで得られるわずかな環境改善が、先進国においては所得の 50 パーセント以上 (2100 年に \$73,000 vs \$110,000)²³¹⁵ をぼくたちの子孫にあきらめると言うほど価値があるものかどうか、よく考える必要があることを改めて思い出させてくれる結果ではある。そして、発展途上国の未来の住人たちが、B1 の世界に住むために 75 パーセントもの追加所得あきらめる (\$40,000 vs \$75,000) だけの価値があるのか、ということもよく考えるべきだろう。

驚いたことに、シナリオの作者たちは何ら明確な基準なしに、4 つのシナリオをランクづけして B1 に一番高いグレード「良い」をつけ、A1 は「まあまあ」しかもらえていない²³¹⁶。世界にとってこの両者の差は、経済的に見て約 7,000 兆ドル (または現在価値にすると 107 兆ドルほど いまの世界 GDP の 3 倍以上)²³¹⁷ だということを考えると、こんな一蹴するような意見はあまりにいい加減だ。シナリオについて分別ある判断をするなら、たとえば A1 を捨てて B1 を選ぶ際のメリットだけでなく、デメリットも考えて、しかもそのとき環境と経済のどっちも見てやるべきだ。この章の終わりで、この問題には戻ってこよう。これは地球温暖化をどう扱うべきかという問題全体の核心になるからだ。

シナリオはすべての温室効果ガス排出を予測しなくてはならないので、森林面積についての推計も含んでいる (森林は、伐採されると CO_2 を排出するし、拡大すれば炭素を固定する)。で、図 150 左上グラフを見ると、1950 年以来 150 年間にわたる森林面積推移の見通しがわかる。これを見ると、A2 シナリオ以外のすべてでは、2000 年より 2100 年の森林面積のほうが増えている。A2 マーカーシナリオには森林データがないので、他の 2 つの A2 シナリオを示してある。これで個々のストーリーライン内部でどのくらいいちがいがあるかもわかる。A2 MiniCAM では、世界森林が大幅に減少する (約 17 パーセント減少)。これはこのモデルでの、比較的貧困で人口の多い世界という想定と一貫している。一方、A2AIM シナリオでは、森林面積はちょっと増えている²³¹⁸。

ところが、B1 における 35 パーセントという目覚ましい森林増加は、あまり現実的とは言い難そうな推移によって主に生じている。モデル作成者たちは、例えば A1 の 2100 年

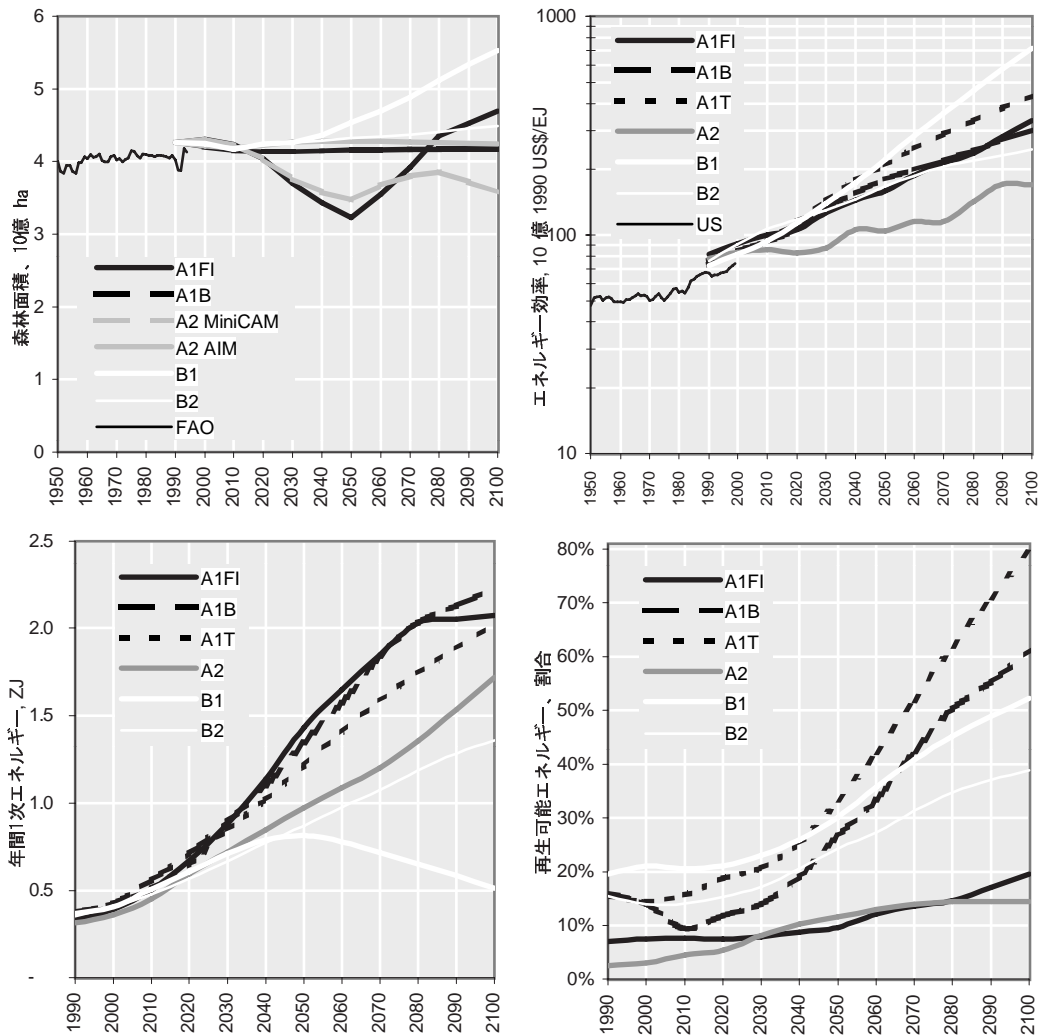


図 150: IPCC シナリオ、1990-2100 年。森林地帯、10 億 ha 単位、参照用に FAO の 1950-94 統計を追加。ちなみに A2 マーカーシナリオには森林データがない。ここでは A2 の他のシナリオ 2 つを表示。エネルギー効率、単位は 10 億 1990 年米ドル/エクサジュール。アメリカのエネルギー効率を参照用に併記。年間 1 次エネルギー、ゼータジュール (1,000EJ) 単位、1990-2100 年。再生可能エネルギー源の割合、1990-2100。これらの研究は、まったくちがうモデル作成チーム 6 つが別個に作成しているので、小さな差について比較したりしないよう注意が必要。出所：IPCC 2000b, Figs. 11, 60, 68 からのデータ。

に比べてずっと多くの人口を想定しているのに (104 億対 70 億)、耕作地のニーズは減ると見なしている。これは要するに、発展途上国での収量が 4 倍以上にはねあがり、さらに健康と環境上の配慮から消費者たちが劇的に西欧型の肉消費を避けるようになる、と考えられているせいだ²³¹⁹。全体として、2050 年から 2100 年にかけて耕作地は 27 パーセント削減できると想定されている²³²⁰。畜産物の生産減少により、牧草地も 32 パーセント削減されるような²³²¹。シナリオの想定がどのくらい現実的かについては、間もなく検討

してやろう。

図 150の最後の 3 つのグラフは、シナリオの中で決定的な役割を果たす、エネルギーの想定を示している。 CO_2 排出で本当に問題になるのはこれらの想定だし、結果としてこれは温暖化予想(図 137)における中心的な推進力となっている。ほとんどのシナリオは、今よりずっと高いエネルギー消費を見込んでいる。A1 では 21 世紀を通じて 1 次エネルギーは 4 倍以上になる。世紀半ば以降にエネルギー必要量の減少が見込まれ、21 世紀末に総消費量が現在の水準に戻るのには B1 だけだ。

CO_2 排出を決定する 2 つの中心的推進力は、総エネルギー消費と化石燃料エネルギーの割合だ。前者は何よりも、エネルギー 1 単位でどれだけ生産できるかにかかっている。図 68(p. 181) で見たように、アメリカでもイギリスでも、エネルギー効率は着実に上がっている。過去 50 年間のアメリカのエネルギー効率推移を図 150の右上グラフに示した。第一次オイルショック以来、アメリカのエネルギー効率は 50 年ごとに倍増する速度で向上している²³²²。すべてのシナリオは、エネルギー効率が上昇し続けると想定しているけれど、でも向上の速度はかなりちがう。A2 は 21 世紀中にほとんど改善を見せず(92 年ごとに倍増する水準)、よたよたと推移するのに対して、B1 は 32 年ごとに倍増という高い効率性上昇を見せている²³²³。どちらが正しい効率改善水準になるかは²³²⁴、かなりの部分がエネルギーコストにかかってくる。エネルギーが安ければ、効率性を上げるインセンティブはほとんどない。エネルギーが高価なら、効率性改善も加速される²³²⁵。ところが石炭、石油、天然ガスのいずれでも、A1 より B1 のほうが値段が安いことになっている。これは主に、A1 での高いエネルギー消費がエネルギー価格を引き上げるからだ²³²⁶。つまり他の条件さえ同じなら、A1 でのほうが実はエネルギー効率がもっと高くなるべきで、低くなっているのはおかしい。

もう一つの CO_2 排出誘因は、化石燃料使用 vs 再生可能エネルギー使用だ²³²⁷。ここでもすべてのシナリオで、図 150の右下グラフに見られるように、再生可能エネルギー比率は上がる²³²⁸。が、A2 と A1Fa では、その割合の増え方はほんのちょっとだ。一方で A1T では、エネルギーの 80 パーセント以上が再生可能エネルギーからくることになる。だからこそ、A1T はずっとたくさんエネルギーを使うのに、世紀半ばから CO_2 総排出量が減ってきて、図 136に見られる通り B1 にかかなり近くなっているわけだ。ここでも問題は、なぜ化石燃料から再生可能エネルギーへの切り替えが起こるかだ。この場合もやっぱり、各種エネルギー源の相対価格が決定要因となるはずだ。

どのシナリオも石油と天然ガスのエネルギー価格はかなり上がると予想している。21 世紀末までに石油と天然ガスの価格は 3 倍になるとするものもあり、また各種シナリオは、そこまで急速ではないにしても石炭価格も上昇すると想定している²³²⁹。エネルギー

の章 (p. 188, 図 72) で見たように、どのシナリオも再生可能エネルギー価格の低下を想定している²³³⁰。

多くのモデルは、太陽・風力エネルギーコストが 2-5 セント/kWh に下がり、「石炭や石油、天然ガス価格がますます上昇するにつれて、これらはますます競争力を増す²³³¹」と想定している。でも、化石燃料価格は発電総コストのごく一部でしかないし²³³²、化石燃料の効率性も向上してコストはさらに下がる²³³³。だから化石燃料から再生可能エネルギーへの切り替えは、再生可能エネルギー価格が、ますます下がる化石燃料価格をも上回る速度で下がるかどうかにかかっているのが実状だ。

つまり将来の CO_2 排出量を見極めるにあたって最も大事な要因は、エネルギー効率がどれだけ早く（または遅く）向上するか、および再生可能エネルギーが化石燃料に比べてどこまで安くなるか、というものだ。でも IPCC のシナリオモデル作成者たちの主なやり方はこういうものじゃなかったし、特に B シナリオ群ではまるでちがっていた。ここでは、化石燃料の使用を制限するのは技術進歩や経済的理由ではなく、「環境への配慮²³³⁴」だ。モデル作成者たちは率直に、B1 で石炭が再生可能エネルギーに負けるのは、それが汚いと認識されるためか、コスト増加のためだと認めているが、「そうしたプロセスはこのシナリオでは明示的には考慮されていない²³³⁵」とのこと。要するに、B1 では再生可能エネルギーが勝つとはなから決めてかかっている。このアプローチは、実はシナリオ中の主要な意志決定のほとんどにおいて繰り返されていて、その根拠は驚くほど多数の、いささか甘い使い古された発言となっている²³³⁶。結局のところ、モデル作成者たちによると B1 シナリオは価値判断中立的ではなく、もっぱら「人々が実現してくれればと望むはずの状況や条件を描いたものだ」そうだ²³³⁷。

同じように、エネルギー効率上昇水準についての基本的な判断は、単に基本的なストーリーラインに合うように塩梅されただけだ。「ストーリーラインの主要推進力に合わせてパラメータ調整²³³⁸」をやったわけだ。でも、こんな大事なパラメータを、各種シナリオのストーリーに合わせて最初から選ぶよりは、再生可能エネルギーが化石燃料より安くなる（またはならない）見込みがどのくらいなのかを分析するほうがずっと役に立つはずだ。そのちがいは A1 シナリオでちゃんと描かれている。A1F1 のように化石燃料がリードを保ち続けるなら、世界は豊かになるが、大量の CO_2 排出を続けるだろう²³³⁹。もし A1T のように急速な技術発展が予想され、太陽エネルギーのコストが 0.8 セント/kWh 以下になったら、豊かさは同じでも CO_2 をほとんど排出しない世界になるだろう²³⁴⁰。

だから知りたいのはどっちの世界が可能性が高いか A1F1 か A1T か ということと、A1T のようなシナリオに向かいたければどうすればいいか、ということだ²³⁴¹。これは地球温暖化をめぐるシナリオ議論において、たぶん唯一最大の重要問題なのに、こ

の課題はまったく議論されない。なぜかといえば、モデル作成者たちはあらゆるシナリオが同じくらいの可能性を持つと最初から決めてかかっていたからだ。

でも、この中のほとんどのシナリオは、そもそも可能性なんかまるでありそうにない。エネルギーの章で見たように、化石燃料はたっぷりある。特に石炭はたくさんあって、何世紀も保つ。風力や太陽光のような再生可能エネルギーも急速に値段を下げている、風力はすでにほぼ競争力を持ち、太陽光もあと 20–30 年で競争力を持つようになるということも見た²³⁴²。実は、A1F1 シナリオで 21 世紀末に実現されると推定されている太陽光発電コストは、ほとんどの分析ではほんの数十年前に実現されると考えられている²³⁴³。だから、何もしなくても、あるいはほとんど「後押し」なしでも、再生可能エネルギーが 21 世紀半ばまでに競争力を持つようになる見込みはかなりある。

『政治経済学ジャーナル』で研究者たちは、まさにこの問題に取り組んだ。かれらは大規模なモデルを使い、化石燃料の値段が上がって再生可能燃料がどんどん安くなるとどういいう結果が生じるかを調べた²³⁴⁴。話を単純にするため、かれらは化石燃料として石炭、天然ガス、石油だけを扱い、いまは高価だけれど潜在的には無限のエネルギー源としては太陽光だけを扱った(図 73 参照)²³⁴⁵。他にぼくたちが将来思いつくかもしれないエネルギー源　すぐに思いつくのは水素核融合だけれど、ちなみに IPCC もこれは検討から外している²³⁴⁶　だって同じようにモデル化できるし、そうなったらモデルにはさらに説得力が出たろう²³⁴⁷。かれらの出した結果を図 151 に示す。上のグラフでは、太陽光の電力生産技術がまるで進歩しない場合のベースラインシナリオが見える。これは再生可能燃料による代替がほとんど起きないということだ。太陽光の価格変化がまったくなければ、エネルギー生産はいずれほとんど石炭に移行し、太陽光エネルギーに完全に移行するには 370 年かかる。これは化石燃料があまりにも高くなりすぎるために起きるだけだ²³⁴⁸。この場合、炭素排出量は A1F1 よりちょっと多くなる。こういうシナリオですら、わずかな再生可能エネルギーコスト低下を見込んでいた²³⁴⁹。

が、モデルがもっと現実的に示しているのは、太陽エネルギーコストが、多くの人の予想通り、10 年で 50 パーセントという現在の低下率を続けるなら、2030–2040 年で価格競争力を持つようになるということだ²³⁵⁰。もちろんこうなったら、2030 年代から 2060 年代にかけて、化石燃料が一斉に太陽エネルギーに切り替わるだろう²³⁵¹。こうなると、太陽エネルギーが安くなるから石炭埋蔵量の 98.5 パーセントは使われずじまいだ²³⁵²。この根底にある考え方は、もし太陽エネルギーが安くなり化石燃料がもっと高価になったら、ぼくたちが長期にわたり大量の化石燃料を使い続けるなんてことは、どう考えてもありそうにない、ということだ(もちろん短期では　そして 2–30 年のスケールですら

発電所やガソリン自動車のような化石エネルギー技術に対する莫大な投資がすでに行

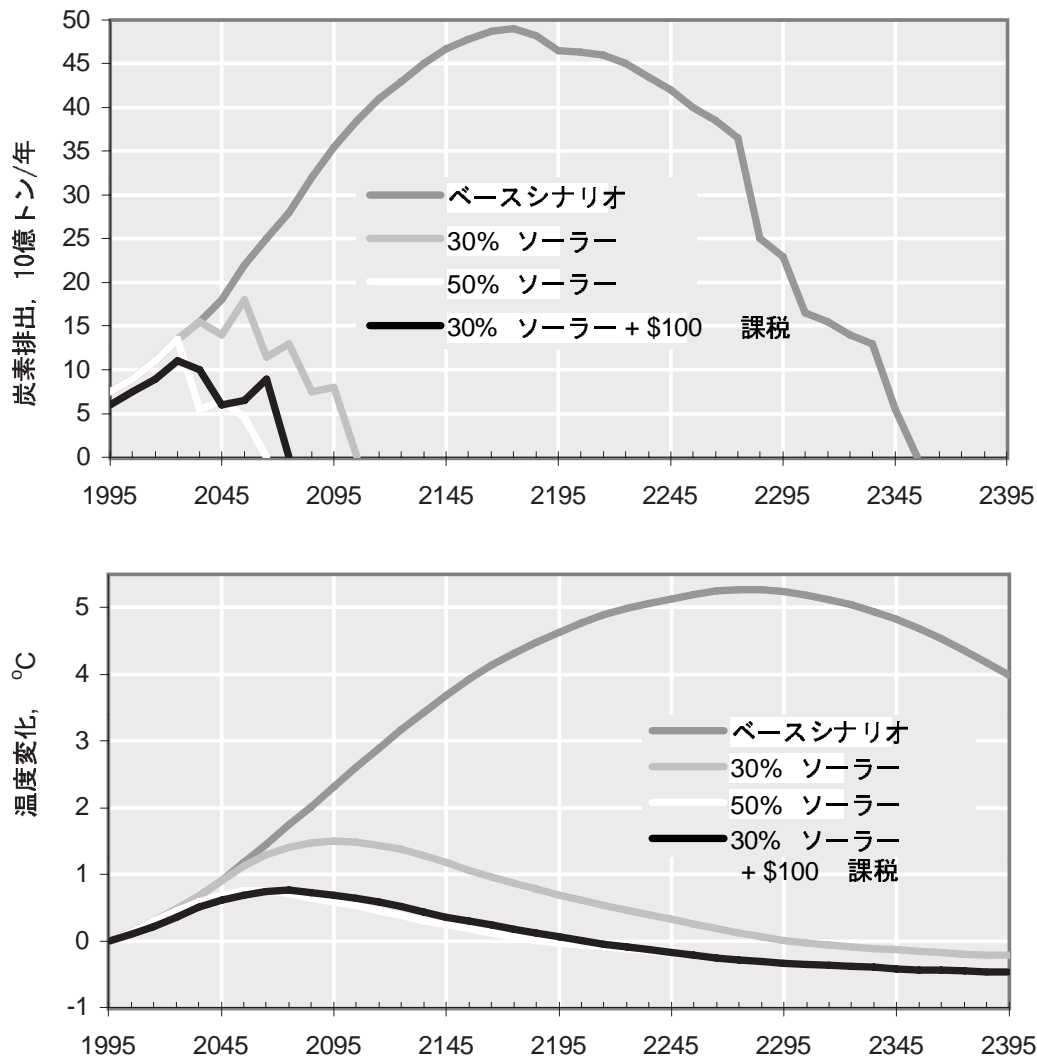


図 151: 上のグラフ: 4 つのシナリオ別世界の炭素排出量、1995-2395。再生可能エネルギー切替のないベースラインシナリオ、10 年ごとに太陽エネルギー価格が現在の 50 パーセントずつ減少するシナリオと、もっと堅めに 10 年に 30 パーセントの太陽エネルギー価格減少を見込むシナリオ (いずれも下限は 2 セント/kWh) そして 10 年間で 30 パーセントの太陽エネルギー価格減少に、US\$100 の炭素税を導入したもの。下のパネル: 同じ 4 つのシナリオによる世界平均気温変化。出所: Chakravorty *et al.* 1997 年:1222-3, Ahmed 1994.

われているので、これが移行を「硬直的」にするだろう。つまり、各地での移行は陳腐化した技術が交換時期にきたときに初めて実施されるわけだ)²³⁵³。基本的にこのモデルを見れば、A1F1 がどうやらなさそうで、将来の炭素排出量は A1T か B1、あるいはもっと低い推移を見せる可能性のほうがはるかに高そうだとわかる。

モデルはまた、太陽光エネルギーのお値段が 10 年間でたった 30 パーセントしか下がらないという堅めのコスト推計も示している。これは価格競争力が出るのが遅れ、代替も遅

れるということだ。それでも、太陽エネルギー使用は 2040 年代に始まり、21 世紀末を通じて増加し、2105 年までにあらゆる領域を制覇することになる²³⁵⁴。この排出シナリオも、まだ A1T と A1B の中間くらいの感じだ。ここでも石炭埋蔵量全体の 92 パーセントは使われずに終わる²³⁵⁵。最後に、モデルはコスト低下がやっぱり 10 年間で 30 パーセントだけれど、1 トンあたり 100 米ドルの (世界) 炭素排出税がかかるというシナリオを含んでいる。こういう税金は当然化石燃料消費をもっと低下させて (それがどう影響するかは後述)、太陽エネルギーを相対的に安くするため、早めの代替が進む。結果は、炭素の総排出量は価格低下をもっと急速な場合と同程度 (つまり B1 以下) になる。でも、ここには示されていないけれど、この税金は大幅に経済を攪乱してしまう。この問題についてはまた後で述べよう。CO₂ 排出を減らすために、世界がこの追加のお金を支払うのがどこまで有意義かということについて、その時に議論する。

地球気温の変動への影響が図 151 の下のパネルでわかる。太陽エネルギーコストが減少しなければ、世界は長いこと化石燃料を使い続けて、温度は 2100 年までに 2°C 以上も上がり、2275 年に 5°C 以上も上がってピークを迎え、それから低下を始める (ちなみにこれらの気温推計が、どれも図 137 に示した IPCC 中央推計より低いことに注目)²³⁵⁶。でも、太陽光エネルギーの展開をもっと現実的に見てやると、気温は今後 50 年で 0.7°C しか上昇せず、それ以降は下がる。もっと悲観的な太陽光シナリオですら、気温上昇は今後 100 年間でたった 1.5°C で、その後は低下して 2195 年には 1995 年の水準に戻る²³⁵⁷。

このもっと現実的なモデルはいくつか大事なポイントを含んでいる。まず、地球温暖化はひたすら悪化する一方の問題じゃないことが示されている。実は、どんな妥当な技術変革シナリオのもとでも、何ら政策干渉がない場合でも、炭素排出量は A1FI の水準には達しないだろうし、ぼくたちがますます安くなる再生可能エネルギーに移行するにつれて、21 世紀末になってくれば下がるだろう²³⁵⁸。次に、気温は IPCC 最大推計値よりずっと低いところまでしか上昇しないだろう。気温は B1 推計 (2100 年に 2°C 以下) 並か、あるいはそれ以下になり、22 世紀に入ったら絶対に上昇することはない。三番目に、おそらく一番重要なこととして、これを見ると地球温暖化への対処を考えるにあたり、考え方がまちがっていたことがわかる。ほとんどの政治的な議論や、明らかに京都の国際合意は (これについては後述) 税金、割当て、あるいは禁止による炭素排出量の制限にばかり目を向けている。これは現在の排出量は減らすけれど、経済成長を引き下げるといふ大きなお値段がついてくる。成長率低下は、現在の GDP の 1-2 パーセントという水準になる。

でも、きたる将来の非化石燃料への移行ですべて重要になるのは、炭素ベースのエネルギー源と比べた太陽エネルギー、風力エネルギー、そして核融合の相対コストだ²³⁵⁹。つまり本当に大事なのは、こういう再生可能エネルギー源の価格がさっさと下がるようにす

ることだ。そしてこのためにも、研究をずっと増やすためにもっと研究資金を増やすことが必要だ²³⁶⁰。さらにこういうエネルギー研究コストは、炭素排出量を制限するコストより何桁も安いだろう。最近のアメリカの再生可能エネルギー研究開発コストは年間2億ドルほどだ²³⁶¹。これを10倍して年間20億ドルにしたところで、ごく小規模な炭素介入コストに比べても小銭にしかならない(アメリカGDPの1パーセントは年間約800億ドルだ)し、炭素税100ドルは一年で約2,000億ドルほどになる²³⁶²。

まとめると、以前のIPCCの基準シナリオ(BaUシナリオ)や、それが背後で1パーセントのCO₂排出量増加という数字を使っていることは、地球温暖化のスピードの過大評価につながっている。

さらにシナリオすべてを同じくらいもっともらしいものとして扱うというIPCCの決断のため、A1FIのようなシナリオまで可能性があることになってしまっている：このシナリオでは、化石燃料コストは急騰し、太陽光エネルギー価格は急落するのに、ぼくたちは相変わらず21世紀末にも化石燃料ばかり使っていることになっている。でも、こんなシナリオは、まともな技術的想定のもとではまずあり得ない。もっとありそうな想定は、21世紀を通じてほぼ完全に化石燃料が再生可能エネルギーに切り替わり、それが世界の炭素排出量を大幅に削減し、温度上昇はB1の温度かそれ以下に抑えられる、という方向性を示している。このもっと現実的な理解があれば、未来をもっとA1Tに近い方向に押しやるには何が必要か、という点をもっときちんと考えられるようになる。研究を強化して、再生可能エネルギーの価格競争力を高めることが必要なのだ。

今後何年も、ぼくたちは化石燃料を使い続けるのが確実だ、ということを理解しておくのは不可欠だろう。地球温暖化に対応するためには、必ずしもあわてて化石燃料を廃止する必要はない。むしろ、十分な研究予算確保によって、太陽光、風力、核融合が21世紀半ばまでに価格競争力のあるエネルギー源となるようにすることだ。これはずっと低コストで済むし、また気温上昇もほんの少しですむ。

24.11 影響：農業

地球温暖化がもたらす結果も論じてやる必要がある。ここではIPCCシナリオや理論やほかの理由についての議論は置いて、とりあえずIPCC予測はおおむね正しいという堅い想定をする。こういう保守的な条件のもとで、地球温暖化の影響と、それへの対処として一番いい方法について考えよう。

まず最初に検討する問題は、農業問題だ。アイザック・アシモフとフレデリック・ポールが地球温暖化を検討したとき、地球温暖化によって農業生産性がすさまじく下がると考えた²³⁶³。二人は不吉な調子で「これは十分に飢饉の可能性がある。それもかなり大規

表 7: 地球温暖化がない場合に比べ 2060 年に CO_2 が倍増した場合 ($2.5 - 5.2^\circ C$ の気温上昇) の穀物生産変化率。予測の幅は 3 つの気候モデルによる別々の推計と、4 段間の現実性ごとの影響評価。出所: IPCC 1996b:451, from Rosenzweig and Parry 1994:136.

シナリオ	世界	工業国	発展途上国
温度上昇のみ	-11 ~ -20	-4 ~ -24	-14 ~ -16
+ CO_2 肥料効果	-1 ~ -8	-4 ~ +11	-9 ~ -11
+ 微調整	0 ~ -5	+2 ~ +11	-9 ~ -13
+ 中度の調整	-2 ~ +1	+4 ~ +14	-6 ~ -7

模な飢饉だ²³⁶⁴」と続けている。でも、この問題は IPCC が十分に調査している。 CO_2 の濃度が倍増した世界を想定して、農業にどんな影響があるかを研究したのだ。IPCC の使った農業生産モデルだと、 CO_2 の濃度倍増というのは $4.0 - 5.2^\circ C$ の気温上昇ということだ。つまりマーカーシナリオの結果の極端に高いところ、あるいはそれを超える水準になる²³⁶⁵。さらに IPCC はこれが 2060 年に起きると想定しているけれど、実際にはその時点の気温上昇はなおさら低い見通しだ。結果としてこの研究は最悪シナリオと考えるといいだろう。

結果を表 7 に示す²³⁶⁶。最初に IPCC は気温上昇の影響を調査した。気温上昇は勝ち組と負け組の両方を生み出すけれど、コンピュータモデルはまだ信頼できる地域ごとの予測が出せないで、個別の国ごとに影響を明示するのは難しい²³⁶⁷。でも、降雨量は全体として 10-15 パーセント増えると想定されている²³⁶⁸。全体として見ると、もし起こるのが大幅な気温上昇と、ちょっと雨が増えるのだけで、それでも農民たちは何ごとともなかったように手をこまねいているとしたら、世界穀物生産量が 11 から 20 パーセント減るのもまあ当然だろう(表 7 の最初の行)²³⁶⁹。

こういう仮想的な状況は、先進国と途上国の両方に同じくらいさまざまな影響を与える。でも結果の幅が大きいのは、先進国のほうだ。ただし、この 2 つの割合についてコメントしておくべきだろう。イギリス気象局の最も悲観的な評価でさえ、穀物生産量が今後 50 年間でものすごく増加すると予測している以上、いまの評価で生産が下がるというのは、別に全体としての生産高が今を下回るってことじゃないのだ。イギリス気象局モデルを使った 1999 年の研究によると、2080 年の生産量は今日より 94 パーセント増ではなく 90 パーセント増にしかならないということだ²³⁷⁰。

大気中の CO_2 が増えると、多くの植物(特に小麦と米)はずっと成長がよくなる。 CO_2 は現実に養分として働くからだ²³⁷¹。さらに、気温上昇は CO_2 の肥沃効果を高めるのがふつうだ²³⁷²。平均生産性は平均で約 30 パーセント増加するだろう。ただしこれにもば

らつきがあって、下は-10パーセントから、上は+80パーセントになる²³⁷³。当然ながら、こういった影響を考慮すると生産量減少はもっと少ないだろう。これは表7の2行目に反映されている。

微調整というのは、農民が作物を植える日を調整したり、あるいは同作物でも別品種に切り替えたりするだろうという事実を指す。中度の調整は、作物を植える日を1ヶ月以上ずらしたり、別の作物に切り替えたり、あるいは灌漑延長などをするを指す²³⁷⁴。50-100年にわたる対応を考えているんだから、どっちの調整も当然起こると予期しているはずだ²³⁷⁵。

だから表7の最終行の世界的な影響を検討すると、かなり高い気温上昇でも農業生産には特に損失がないことがはっきりする。事実、2001年IPCC報告書では「気候変動が調整後の農業に及ぼす影響は、世界所得にごくわずかな比率の変化しかもたらさず、さらにこうした変化は温暖化が軽度の場合にはむしろプラスに働く。これはCO₂の肥料効果を考慮した場合に特に言える²³⁷⁶」と結論されている。

でも、先進国と途上国との間では、相対的に見て地球温暖化から受ける影響にはかなり差がある。一般に言って、先進国は作物育成期間が延びるしCO₂の肥料効果があるので、この両方から恩恵を受ける。発展途上国は、肥料効果の恩恵は受けるけれど、温度増そのものは全体としてマイナスの影響をもたらす。さらに、先進国のほうは、経済的資源も大きいし、インフラも整備されているから、温度増の影響に対抗するために必要な農業手法を実現するのも簡単だろうと予想される²³⁷⁷。

農業に関する限り、地球温暖化は先進国にとってはメリットになるけれど、発展途上国にとっては厳しいだろう²³⁷⁸。でも、こういう変化はいきなり起きるものじゃないし、全体としてそれがはっきりしてくるのは、21世紀半ばになってからだ。だから多分、多くの発展途上国はそれまでにずっと豊かになって、もっと発展しているから、今のIPCC報告が示唆するよりも発展途上国は将来の問題にもっとうまく対応できるようになっているはずだ。いまのIPCC分析は、途上国の現在のリソース状況をもとにして予想をしているからだ²³⁷⁹。

最後に重要な指摘として、IPCCの評価は気温上昇とCO₂濃度上昇をもっと有効に活用できるような新種作物がいずれ開発されるという事実を考慮していないようだ。2060年の4.0°C-5.2°Cといういささか非現実的な想定と、現在の途上国のリソースを前提にしているという点とあわせて考えると、これまた表7の数字が最悪ケースの見積もりと考えるべきだということになる²³⁸⁰。

24.12 影響：海面上昇

多くの一般向け報道やたくさんの政治家たちの発言の中で、地球温暖化が嵐、ハリケーン、エルニーニョなど、要するにありとあらゆるひどい気候の増加をもたらすという主張は標準的になっている。『ニューズウィーク』誌は 1996 年に地球温暖化の特集をしたけれど、その表紙には目も開けていられない猛吹雪の中で迷子になった人物が描かれ、こんな見出しがついた：「ホットゾーン：大雪、食糧そしてチョウの死：すべて地球温暖化が原因²³⁸¹」。『US ニュース&ワールドレポート』の特集記事は新しい IPCC の報告について伝え、2001 年 2 月号の読者たちに「地球温暖化は干ばつ、病気、政治的変動」など「疫病から飢餓から難民移動まで、ひどい影響をもたらす²³⁸²」と告げた。アメリカへの影響は悲惨なものとなりそうだとか。「今世紀半ばまでに、今マイアミのサウスビーチに並ぶしゃれたアールデコ風ホテルは水浸しになり、放棄されたままとなるかもしれない。マラリアがバーモント州で公衆衛生上の脅威となる可能性がある。ネブラスカ州の農民たちは水不足で畑を放棄するかもしれない²³⁸³」。こういう数々の主張を手短に見てやろう。特に最も大事なこと、気象大災害増加の懸念については詳しく検討しよう。

まず地球温暖化は海面が何メートルも上昇するとか、南極の氷冠が溶けるといった話と関係づけられる²³⁸⁴。『ユネスコクーリエ』の記事は、大きな氷山が離れる光景を見せて問いかける：「地球温暖化は極氷冠を溶かしてしまうのか？²³⁸⁵」

でも、こんな心配にはまったく根拠がない。そりゃ確かに最初の頃のモデルは、極端な海面上昇を予想していた。でもその予想値は、その後どんどん下がってきているのだ²³⁸⁶。地球の水面レベルは、過去 100 年間で 10 – 25cm 上がってきたし、図 137 でもわかるように、ここ 100 年間でさらに 31 – 49cm 上がると見込まれている²³⁸⁷。こういう海面上昇の約 4 分の 3 は、水が暖かくなって膨張するからであって、氷河が融けたり、極氷冠流出の増加によるのはたった 1/4 だ²³⁸⁸。それでもグリーンランドは 21 世紀にはほとんど影響を及ぼさず (2.5cm ほど)、南極大陸は実はむしろ、海面を約 8cm 下げるほうに働く²³⁸⁹。

でも、海面が上昇することで、洪水に繰り返し襲われる人が増えると見込まれている²³⁹⁰。IPCC は、もし海面が 40cm 上昇するなら、海面上昇がない場合と比べて、洪水リスクにさらされる人は 適応対策にもよるけれど 2080 年代には年間で 7,500 万人から 2 億人増えるの見積もっている²³⁹¹。ところが、こういう数字の背景にあるモデルを検討すると、いくつかわかることがある。まず、このモデルは一定の (海面上昇に対する) 保護下で、海面上昇がないリスク人口を見る。人口は増えるから、リスク地域に住む人口も増えて、結果としてリスク人口は今日 1,000 万人なのが、2080 年代には 3,600 万

人まで増加する²³⁹²。けれど世界がずっと豊かになるから、海面上昇に対する保護措置にももっとお金を出せて、結果としてモデルは、保護強化により 2080 年代のリスク総数はたった 1,300 万人だと示している²³⁹³。

次にモデルは、40cm の海面上昇と、一定水準の保護の場合を考えている。すると 2080 年代のリスク人口は 2 億 3,700 万人となる。IPCC が引用している約 2 億人の増加というのがこれだ²³⁹⁴。でも、ずっと裕福な世界が海面上昇に対して何も保護しないという想定は、どう考えてもあんまりだ。だからこの数字は、そもそも「IPCC 政策立案者向け概要」に含めること自体がちょっとおかしいんじゃないだろうか。そこで最終的にモデルは、40cm の海面上昇と保護の増強を考えて、2080 年代には 9,300 万人がリスクにさらされると示す。海面上昇のない場合より 8,000 万人多い²³⁹⁵。ところが、この数字は相変わらず非現実的だ。なぜかというと、モデルの想定では「保護の水準は海面上昇のない場合に対する保護レベルだけを考えるものとする²³⁹⁶」と明記されているからだ。世界がずっと豊かになって、途上国が少なくとも今の先進国並の豊かさになるのに（図 149）、海面上昇への対策が、実際の海面レベルじゃなくて、80 年前の海面レベルにしか対応しないと考えるのは、不合理もいいところだ。それに海面上昇に対する保護総コストはかなり安い。ほとんどの国では GDP の 0.1 パーセントと見積もられている。ただし小さな島嶼国では GDP の 2、3 パーセントに達するかもしれないけれど²³⁹⁷。

結果として、豊かな国は（実はほとんどの国が、21 世紀末までにはこの区分に入ってしまう）この程度の低いコストをかけて国民を守るから、事実上誰も、毎年洪水にさらされたりはしない可能性のほうが高そうだ。だからって、別に海面上昇が高くてつかないってことじゃない。そんな保護強化コストを払わないですむような社会に住めれば、それに越したことはない。だから後で、海面上昇コストやその他もろもろの地球温暖化コストをまとめて考え、問題が全体としてどのくらいなのかを見極める方法について考えよう。

同じように、IPCC は「政策立案者向け概要」で「たとえばエジプト、ポーランド、ベトナムなどの個別の国にとっても、沿岸域のインフラが海面上昇により被る潜在的な被害は何百億ドルにもものぼる²³⁹⁸」と述べるけれど、かれらはこうした損失が絶対に起きないということを見逃している。エジプトの場合、350 億ドルの損害という見積もりは、エジプト第二の都市アレキサンドリアの 3 割が水没するのに、政府が手をこまねいて何もしないという想定に基づいたものでしかない²³⁹⁹。残念ながら、分析はこういう損失を避けるコストを見積もってくれない。ポーランドの 280 億–460 億ドルという見積もり²⁴⁰⁰ も、100cm というすさまじい海面上昇により、都市や農地が水没するという想定からきている。でもポーランドの分析を見ると、このものすごい洪水に対する全面的な保護でさえ、ずっと安い 61 億ドルですむことになっているし²⁴⁰¹、もっと妥当な海面上昇水準として

30cm を想定すれば、全面保護コストは 23 億ドル、部分的な保護ならたった 12 億ドルしかかからないことがわかる²⁴⁰²。要するにここで見えてくるのは、高価な水没を防ぐために、みんな比較的安あがりな対応策を講じるだろうということだ。

まとめると、ぼくたちは人類が歴史を通じてずっと、問題に対応してきてそれを乗り越えてきた、という事実絶えず注目してやる必要がある。実は過去 1 世紀でもかなりの海面上昇があったけれど、人類はちゃんとそれに対応できている。IPCC がエグゼクティブサマリーで述べているように、「人間の居住地は、適切な計画と先見の明、それに適切な技術、制度、政治的な能力さえあれば、気候変動に最も簡単に適応できるセクターの一つだと考えられる²⁴⁰³」。だからこそ『US ニュース&ワールドレポート』がみんなに思いこませたがる「世紀半ばまでに、今マイアミのサウスビーチに並ぶしゃれたアールデコ風ホテルは水浸しになり、放棄されたままとなるかもしれない²⁴⁰⁴」なんてのはまったくあり得ないのだ。2050 年までの海面変化は、人類が過去 100 年ですでに経験した変化（図 137）を超えるものじゃない²⁴⁰⁵。1920 年代や 1930 年代のアール・デコ調のホテルがこれまでに経験してきたのと同じ程度の変化でしかないのだ²⁴⁰⁶。さらに海面上昇は 21 世紀を通じてゆっくり生じるものだから、経済的に合理的な先見の明により、保護が行われるのは保護コストよりも価値の高い物件だけで、コストが便益を上回るようなところは対応が見送られるだろう²⁴⁰⁷。だから IPCC はアメリカ全国での保護総コストと 1 メートルの海面上昇（2100 年推計の倍以上）による財産放棄コストを合計して、21 世紀を通じて 50 億–60 億ドルくらいと見積もっている²⁴⁰⁸。適切なマイアミ保護コストは、この金額が 21 世紀全体を通じてのもので、しかもマイアミの分はそのさらにほんの一部でしかないことを考えると実に小さい。これに対して 1998 年のマイアミビーチの不動産総価値は 70 億ドル近かったこと²⁴⁰⁹、アール・デコ風の歴史的地域はディズニーワールドに続いてフロリダで 2 番目の観光資源で、年間 110 億ドルも経済に寄与していることを考慮すると²⁴¹⁰、16cm ほどの海面上昇でマイアミビーチのホテル群が水浸しになり放棄されるなんてことは、どう考えても絶対にあり得ない。

24.13 影響：人類の健康

地球温暖化はよく、人類の健康に大きな圧力をかけられると思われている²⁴¹¹。IPCC は、温度が上がると死者や病人が増え、特に高齢者や空調アクセスが限られる都市の貧困層への影響が大きいとしている²⁴¹²。IPCC は、世界がずっと豊かになれば、ほとんどの人は空調にアクセスできるようになるという事実には触れていない。さらに、人類の健康についての報告はしばしば、温暖化すれば寒さによる死者も減ることを見落としている。暑さよりも寒い気候のせいで死ぬ人のほうが多いのは、一般にまちがいのないことだ 死亡

率は夏より冬のほうが15–20パーセント高い²⁴¹³。アメリカでは、寒さで死ぬ人は暑さで死ぬ人の2倍だし、地球温暖化が起こるとイギリスの冬の死亡者数は約9,000人減ると見積もられている²⁴¹⁴。ただし冬の死亡率は気温とさほど強く関係していないので、世界が温暖化すると全体として死亡者数が増えるか減るかははっきりしない²⁴¹⁵。

最近行われたヨーロッパ各地の調査によると、人々は 13.5°C – 24.1°C までの平均夏気温にうまく適応している。熱に関連する死亡は、フィンランド北部の 17.3°C が北限だけれど、はっきり出てくるのはロンドンの 22.3°C 、アテネの 25.7°C だった²⁴¹⁶。暑さによる死は、ある一定温度になると起こるというものじゃなくて、通常の気温をどれだけ上回るかで起こっていた。つまり各地の住民は明らかに、うまく適応して熱のストレスから自衛していた。著者たちはまた、人々が地球温暖化による気温上昇にもうまく適応できるだろうし、「暑さによる死亡はほとんど増えないだろう」と結論づけている²⁴¹⁷。同時に、各地の人々は冬季にはるかに多く死亡しているから、冬季死亡率がちょっと下がっただけでも、わずかな暑さによる死亡者数増加よりずっと大きいだろう²⁴¹⁸。

同じく、気温上昇に伴いマラリアのような熱帯病の起こる地域が増えるという指摘も多い。マラリアを伝染する蚊が生存するには、ふつうは冬の気温が 16°C – 18°C 以上じゃないとダメだからだ²⁴¹⁹。でもこれは、多くの種が隔離された生息地で生き延びられるという事実を無視しているし、小氷河期を通じてマラリアはヨーロッパや、北極圏にかなり入った地域ですら大きな伝染病だったという事実も無視している²⁴²⁰。イギリスがもっと優れた建築技術や安い薬でマラリアを駆除できるようになったのは、やっと1800年代後期になってからだった²⁴²¹。フィンランド、ポーランド、ロシアや黒海や東地中海に国境を接する国ですら、第二次世界大戦後までマラリアが蔓延していたし、当時はアメリカでもマラリアは36の州で広がっていた。ワシントン、オレゴン、アイダホ、モンタナ、ノースダコダ、ミネソタ、ウィスコンシン、アイオワ、イリノイ、ミシガン、インディアナ、オハイオ、ニューヨーク、ペンシルバニア、ニュージャージーなどの州だ²⁴²²。だから、マラリアが潜在的に起こりそうな地域は、地球温暖化で拡大するかもしれないけれど、ヨーロッパとアメリカでの経験を見れば、マラリアとの闘いは主に発展とリソースの問題だとわかる。病気の有効なモニタリングを確実にできるようにする発展、そして蚊とその繁殖地を撲滅する強力な努力を確保するためのリソースだ²⁴²³。あるアメリカ健康リスクに関するまとめの中ですら「他の部分はずいぶん悲観的な報告なのに、最近のインフラや健康管理システムが維持される限り、温暖化する気候によるマラリア再発は「起こりそうにない」とのこと²⁴²⁴。つまり『US ニュース&ワールドレポート』の、マラリアが「バーモント州で公衆衛生上の脅威となる²⁴²⁵」というのは根拠がないようだ。

蚊にとっての適温ゾーンを図示するだけの数学モデルによれば、2080年代に潜在的に

はマラリアにさらされている人々の数は 2-4 パーセント増える (リスクにさらされている 80 億人中のうち 2.6 億人から 3.2 億人) 可能性がある²⁴²⁶。けれど IPCC は、新たにリスクにさらされる人々のほとんどが中・高所得国にいて、ちゃんと健康セクターも機能しているし、インフラも発達しているから、マラリアが実際に起きることはないだろうと指摘している²⁴²⁷。だから、実際のマラリア伝染に関する世界研究によれば「最もひどいシナリオの下ですら、ほとんど目立った変化はない²⁴²⁸」。

24.14 影響：異常気象

地球温暖化について一番よく繰り返される主張の 1 つは異常気象だ。たとえば地球温暖化はエルニーニョを激化させる、とか。アル・ゴアは「地球温暖化の結果として、気候システムの中の熱が増え、そして熱こそがエルニーニョを動かすことがわかっている。(中略)我々が行動しない限り、異常気象は今後もっと増えるだろう²⁴²⁹」と主張した。同じように 1999 年、全米野生生物連盟 (National Wildlife Federation) が「エルニーニョと野生：母なる自然はだませない²⁴³⁰」という報告書を公表した。ここでかれらはエルニーニョのような異常気象の増加を予想しており、これは北西太平洋のサケ、カリフォルニアのブラウンペリカン、南米のガラパゴスペンギンやフンボルトペンギンのような絶滅の危機に瀕する種の終末を意味かもしれないとのこと。

エルニーニョ現象は 3-5 年ごとに自然に繰り返され、南太平洋の気候パターンを変えている。もっと弱い大西洋周期がヨーロッパの気候に影響を及ぼすのと同じだ²⁴³¹。基本的にエルニーニョは貿易風を和らげるか逆転させ、熱や激しい雨をエクアドルやペルーに運ぶ。その反対のラニーニャは、貿易風を強めてはるか遠くの西太平洋熱帯域に激しい雨をもたらす²⁴³²。

この変動を動かす力はまだはっきりとわかっていないけれど、エルニーニョ/ラニーニャは過去 5,000 年間規則的に発生している²⁴³³。とはいえ、20 世紀最大のエルニーニョは 2 つ過去 20 年間以内、1982 年と 1997 年に起こった²⁴³⁴。もちろん、これが地球温暖化のせいかどうかでいろいろ憶測がとびかった。一部の歴史的研究によれば、必ずしも温暖化のせいとは言えないようだ。『ネイチャー』のある論文によると「1880 年前のエルニーニョも、少なくとも最近のエルニーニョと同じくらい強く大きな影響を及ぼしていた²⁴³⁵」。考古学的、古生物学的証拠をもとにした『サイエンス』の論文は、完新世中期の初め頃 (8,000 年から 5,000 年前) には気候が今より 1-2°C 高かったのに、別にエル・ニーニョが活発化した様子はないと記述している²⁴³⁶。これは温暖な気候が、下手をするとエルニーニョを低下させると示唆するものだ、という見方もできる。さらに証拠を見ると、どうもエルニーニョの強弱については大規模な世紀ごとのパターンがあるようで、1977

年以降にこのパターンは強化局面に入ったらしい²⁴³⁷。

もっと温暖な気候での将来のエルニーニョについて、コンピュータモデルの結果は一致を見ていない。一部のモデルは頻度の増加を予測し、別のモデルはこれから数百年間変化がないと見た²⁴³⁸。『ネイチャー』の2000年最新レビューによれば、これらのモデルは概して非現実的だとしている。結論としていくつかの「予測が行われたが、結果はそれぞれちがっている。現時点では、どれが正しいのか、あるいはそもそも正しいものがあるかすら、判断するのは不可能である²⁴³⁹」とのこと。同じようにIPCCは「モデルと理解の信頼度が欠けていて、しっかりした予測ができない²⁴⁴⁰」と述べている。

おもしろい点として、エルニーニョが起こる年にはアメリカのハリケーン被害も最小になることは指摘しておいていいかな。強い統計的相関として、エルニーニョが起こった年に大被害をもたらすハリケーンが2回以上になる確率は、いつもは48パーセントなのに28パーセントに下がる²⁴⁴¹。実は一番危険が大きいのはラニーニャの年で、被害の大きいハリケーンが2回以上になる確率は63パーセントに増える。

たぶん一般メディアや各種政治家たちの発言でいちばんよく主張されるのは、地球温暖化は嵐、ハリケーンなど全般的に異常気象を増やす、というものかもしれない²⁴⁴²。『ニューズウィーク』1996年の地球温暖化特集記事の中心的な主張は、「危機的なほどの地球温暖化」によって「洪水増加、ハリケーン悪化²⁴⁴³」が起きるというものだった。アメリカの経験はこんな風にまとめられた。「天気はいつも気まぐれとはいえ、去年はその気まぐれぶりが度を超していた。洪水、ハリケーン、干ばつ 聖書に出てくるモーゼの災厄で、出てこなかったのはカエルくらい。この異常パターンは、温暖化世界はどうなるかという科学者の予測と一致している²⁴⁴⁴」。同じように地球温暖化をめぐる政治的選択の話で、『議会クォーターリー』誌は京都議定書調印以来、「気候は激しくなった。(中略)ハリケーン・ミッチのような殺人的嵐、フロリダで猛威を振るう山火事やテキサスのひどい干ばつなどの時期だった。中国の洪水で、5,600万人ほどが移住を余儀なくさせられた²⁴⁴⁵」と述べる。『アース・アイランド・ジャーナル』2000年夏号の特集記事は、異常気象が地球温暖化に関係していて「もっと高温(あるいはもっと低温)、もっと激しい風、もっと恐ろしい洪水、もっと長期の干ばつ、そして砂塵、津波、高波、竜巻、ハリケーン、サイクロンの頻発²⁴⁴⁶」をもたらすとさえ述べている。*Global Environmental Outlook 2000*も「地球温暖化モデルによれば、世界気温上昇は降水量、風速などの大気パラメータに影響し、嵐、豪雨、サイクロン、干ばつなどの異常気象の頻度を上げることが示されている²⁴⁴⁷」と主張している。

こういう各種の自信あふれる発言には驚くべきものだし、どれもIPCC1966年報告の結論とは明らかに正反対だ。このIPCCの報告は「気候は変動が激しくなったり異常気象

が増えたりしているのか？」という問題を扱うのに、章を丸ごと一つ割いている²⁴⁴⁸。その結論として IPCC は以下のようにまとめている：

全体として、20 世紀を通じてひどい世界気象、あるいは気候可変性が増加したという証拠はないが、データと分析は貧弱で包括的ではない。地域レベルでは気候変動の幅や、気候変動の度合いを示す指標には確かに変化が見られている。これは気候が不安定になる方向への変化もあったし、安定する方向への変化もあった²⁴⁴⁹。

2001 年新レポートで IPCC が唯一見つけたのは単に降水量や強雨・豪雨の増加だけだった(以下参照)²⁴⁵⁰。けれど熱帯性低気圧や温帯性低気圧については「強さや頻度は十年以内または数十年ごとに見られる変動による部分がほとんどで、長期的なトレンドは特に現れていない²⁴⁵¹」。さらに、分析対象となった限られた地域については、「竜巻や雷や霰には、系統的な変化はない²⁴⁵²」。

こうした証拠の欠如は、主要 GCM モデル制作者が『サイエンス』でまとめた総括論文でさらにはっきりと述べられている。

非公式な文献では各種の主張がされているが、気象科学や高質な気候モデル予測で裏付けられていないものが多い。こういう発言の一部は、物理的には可能性があるかもしれないが、それが現実に成立しているという証拠は弱く、中にはひたすら間違っているものもある。熱帯性の嵐、ハリケーン、台風の年間頻度が上昇するという主張がある。それがあり得ないわけでないが、そうした主張を裏付けるだけの確認できる証拠はないようだ。中緯度(熱帯ではなく)の暴風雨がもっと強くなるという主張には、信頼に値する科学的裏付けがないようだ²⁴⁵³。

理論的に一部のモデルはとりわけ熱帯性暴風雨(発生源によって、サイクロン、ハリケーンあるいは台風とも言う)を検討した。これらが世界的に、自然気候災害の中で一番恐ろしく、また最大の損害をもたらすからだ²⁴⁵⁴。1996 年の IPCC のまとめによると「熱帯性暴風雨の頻度、発生地域、発生時期、平均強度や最大強度が変化するかどうかはわからない²⁴⁵⁵」。低気圧数増加を示す気候モデルもあるが、減少トレンドを示すものもある²⁴⁵⁶。同じように、温帯低気圧についても、GCM によって増えるもの、横這い、減少と結果はちがっている²⁴⁵⁷。でもこういう GCM 群は、過去の発生パターンの再現力も低いし²⁴⁵⁸、将来予測能力も低いし²⁴⁵⁹、熱帯性暴風雨の活動を一般にきちんとシミュレートできない²⁴⁶⁰。

NOAA のトーマス・カールをはじめとする数人の IPCC メンバーたちは『サイエンス・アメリカン』に総括を執筆した。結論は「全体として、世界的にみて熱帯サイクロンが著しく増加することはなさそうだ²⁴⁶¹」。1998 年に国連世界気象機関は、ポ

スト IPCC の熱帯性暴風雨と世界気候変動に関する評価書を作成した。その結論によると「現存する実に少数の証拠を見ると、世界的頻度が変わる見込みはほとんど、あるいはまったくない²⁴⁶²」。2001年 IPCC でも、まだこの問題は決着していない。「将来の中緯度における嵐の変化(強度と頻度)や変動性については、まだモデル間で一般に見通しが一致していない²⁴⁶³」し、「熱帯性暴風雨の頻度が、ごくわずかしかなら変わらないということを示す証拠がいくつかある²⁴⁶⁴」。

観測上の証拠を見ても、熱帯性暴風雨の頻度が増加しているという考えは当たっていない。そもそも、20世紀を通じて熱帯性暴風雨の変動について、信頼できる世界的な観測記録をまとめるのは不可能だ。観測システムが変わったし、熱帯地帯の人口も変動しているからだ²⁴⁶⁵。比較的短期間の時系列データによると、北西太平洋海盆は1980年以来熱帯性暴風雨の増加を示しているけれど、でも1960年頃から1980年頃にかけて同じくらいの頻度減少が起こっていた。1960年代以降の北東太平洋では大きな熱帯低気圧頻度トレンド上昇、北インド洋ではかなりの下降トレンド、南西インド洋と南西太平洋では、はっきりした長期変動はない。最後に、オーストラリア地域の熱帯性暴風雨は1980年代半ば以降減少している²⁴⁶⁶。

しかしながら、1940年代以来、気象観測飛行機が観測を行っていたので、北大西洋には暴風雨の良いデータがある²⁴⁶⁷。これを見ると、10年単位の大きな変動はあるものの、トレンドは全般に下降傾向にあり、なかでも1970年代と1980年代には明らかに停滞期があったことがわかる²⁴⁶⁸。特に強い暴風雨(最大の被害を引き起こす)²⁴⁶⁹の数も、暴風雨の日数も減少する一方だった。同じように、図152にも示したけれど、大西洋暴風雨の平均風速は、ここ半世紀で減少してきた。さらにアメリカの暴風雨上陸記録は1899年に遡るけれど、上陸総数を見ても、東海岸とメキシコ湾岸で分けた上陸数で見ても、全く増加を示していない(それどころか三つとも、統計的には有意性を持たない小さい低下を示している)²⁴⁷⁰。

台風や暴風雨が増えたという通俗的で乱暴な物言いは、こんな具合に理論的にも観測上の証拠からもほぼ完全に否定されているのに、相変わらず繰り返されている。いい加減な発言が横行していて、たとえばワールドウォッチ研究所は地球温暖化が気温上昇につながり、その結果として「嵐はもっと激しくなり、頻度も増えて、もっと破壊的になっている²⁴⁷¹」そうなの。

異常気象増加という気象学的に裏付けのない主張は、しばしば気象関連のコストがどんどん増えてきているという観察を根拠にしている場合が多い。2000年の世界総括で、ワールドウォッチ研究所は「もっと破壊的な嵐といった、気候変動から予想される影響が(中略)今や明らかになりつつある。1999年の気象関連被害は全世界で合計670億ドルと

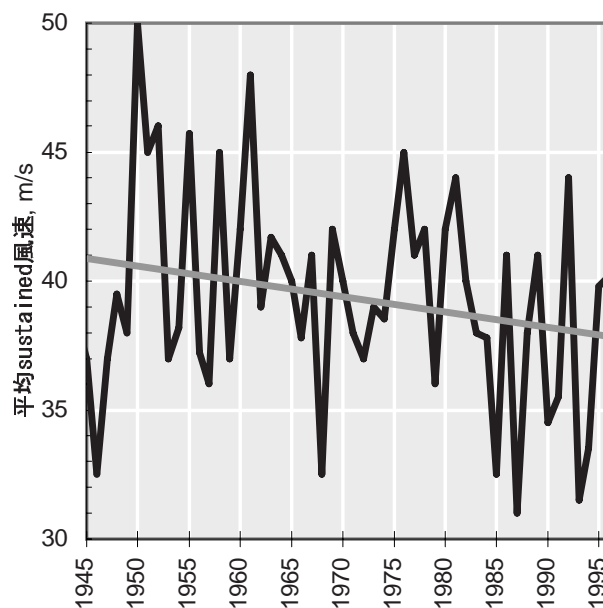


図 152: 大西洋海盆暴風雨の平均年間最大維持風速 1945-96。出所: Landsea *et al.* 1999:108, IPCC 1996:170, Landsea *et al.* 1996 を更新。

なった。これは 1998 年の 930 億ドルに次ぐ数字だ。1990 年代の世界の気象関連被害は、1980 年代の 5 倍以上だ²⁴⁷²。ワールドウォッチ研究所をはじめとする多くの機関は、ますます激化する気候の災厄に世界が直面しているという証拠として、こうした気象関連コストの増加（図 153）を挙げた²⁴⁷³。

でも、こういうコストを直接比べるのが適切かどうかは、たとえインフレ調整済みのドル金額を使った場合でも²⁴⁷⁴ はっきりしない。長期のコスト比較は経済的繁栄や人口パターンや人口動態を無視してしまう。今や世界に住む人の数は、1960 年の倍になっているし、そのそれぞれが 1960 年の 2 倍以上の所得を持ち、そのほとんどはたぶん物理的に所有する財産も倍以上になって、その多くが低地や湾岸のリスク地域に移住している²⁴⁷⁵。つまり人間の数も増えているし、それがますます危険地帯に住むようになっているし、みんな失う資産をたくさん持つようになっている。アメリカでは今日、フロリダ州南部のデード郡とブローワード郡だけでも、1930 年にテキサス州からバージニア州までのメキシコ湾岸と大西洋沿岸の 109 の郡すべての人口より多くの人住んでいる²⁴⁷⁶。アメリカの人口は 20 世紀中に 4 倍になったのに、フロリダ沿岸部の人口は 50 倍以上に増えた²⁴⁷⁷。

さらに、図 153 のような世界の気象関連総コストを見る場合、気象自体とはあまり関係ない災害である洪水が含まれてしまう。でも技術評価オフィス報告書が指摘するように、洪水っていうのはむしろ、人口増加や開発や、洪水緩衝湿地の土地利用変換、さらには情

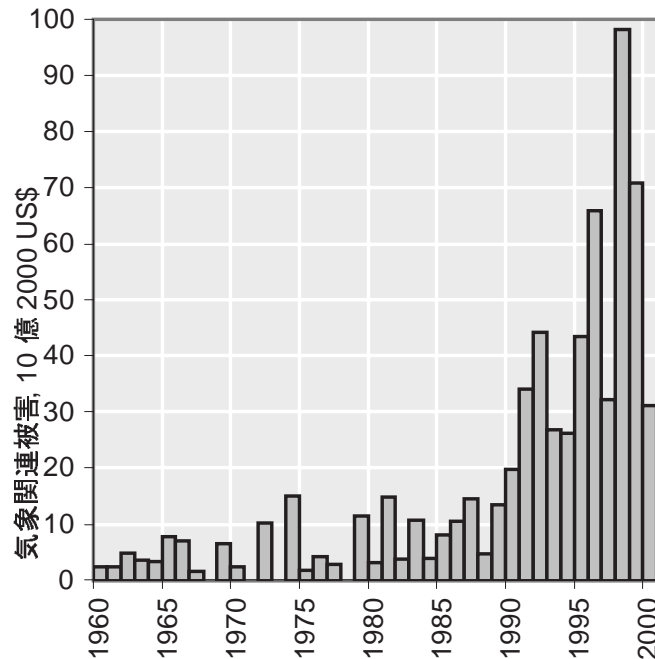


図 153: 気象関連の自然災害による経済損失、1960–2000、2000 年米ドル換算。出所：WI 1999b, 2000b:77, Munich Re 2001:8, CPI 2001.

報不足と明確な政策の欠如によって生じている²⁴⁷⁸。気象関連コストが史上最大だった 1998 年には、コストの半分は洪水災害からきている²⁴⁷⁹。実は 300 億ドル、つまり総損失の 3 分の 1 は、中国の揚子江と松花江流域で起きた夏の大洪水だけから来ている。これについてはワールドウォッチ研究所自身が、この洪水は上流斜面の森林を伐採して雨の流出が急速になったことが大きな原因だと指摘している²⁴⁸⁰。

じゃあ代わりに、文句なしに気象関連の被害記録として最長の時系列データの一つ、アメリカのハリケーン被害を見てみよう。図 154 の左グラフで、インフレ調整済みのハリケーンコストを見てやると、世界規模の図 153 とずいぶん似ている。20 世紀初期のコストは小さくて、それがだんだん増加して 1990 年代にはとても高い被害額となっており、特に 1992 年のハリケーン・アンドリューは 1999 年ドルで 300 億ドルという史上最高の被害額を記録している²⁴⁸¹。NOAA (アメリカ海洋大気庁) と NCAR (米国立大気研究センター) の 2 人の研究者たちは、20 世紀の初頭に被害額が小さくてすんだのは、人口も少なく被害を受ける資産も少なかったせいじゃないか、と疑問に思った。というわけで、二人は仮説的な疑問を提示した。20 世紀のハリケーンがすべて今日のアメリカに上陸していたら、被害はどれくらいだっただろうか?²⁴⁸² 答えは図 154 の右グラフでわかる。突然、1926 年の名前がついていないカテゴリー 4 のハリケーン 1 つ (これは 1992 年のハリケーン・アンドリューのちょっと北に上陸した) が、690 億ドルという史上最大の被害

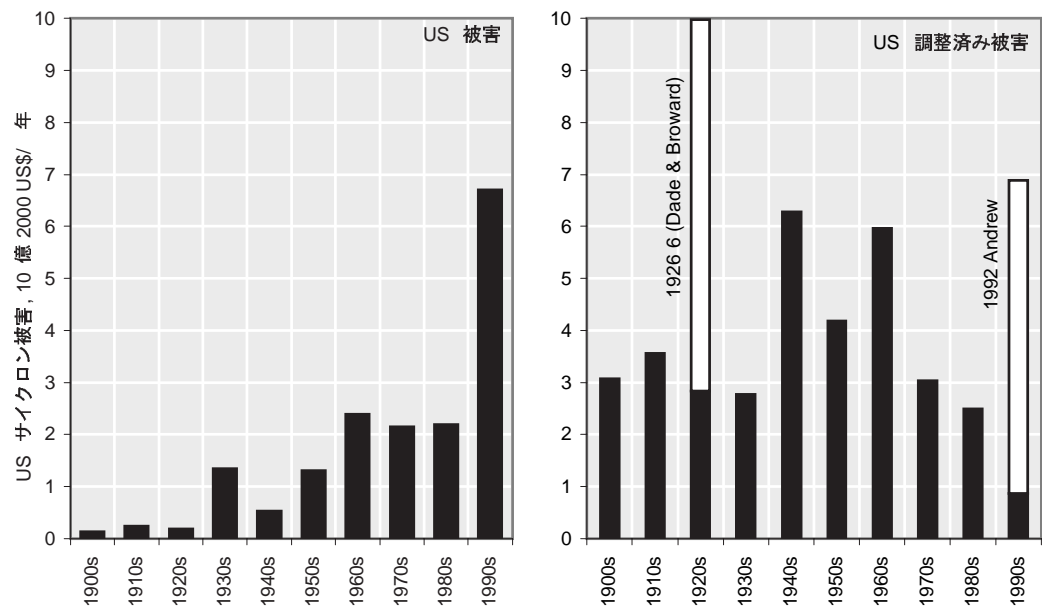


図 154: アメリカのハリケーン被害、1900-95 年。左グラフは 2000 年米ドル換算の経済コスト実績値、右グラフは過去のハリケーンが現在のアメリカに到来した場合の被害推計と、2 つの最も被害の大きいハリケーンコストを示す。データは 10 年間の年間平均コストだが、1990 年代は最初の 6 年しか含まれていない。また 1900-25 年の被害額は現存データが限られているため過小評価気味で精度も落ちる。出所: Pielke and Landsea 1998, CPI 2001.

をもたらしたハリケーンとなる。この被害額はアンドリューの倍以上だ²⁴⁸³。肝心な点はもちろん、ハリケーン被害を検討して沿岸地域の資産増加と人口増加からくる変動を除外すると、気象関連の被害がどんどん増加しているという傾向はなくなってしまうということだ²⁴⁸⁴。1990 年代は 1920 年代や 1940 年代、あるいは 1960 年代と大差ない。

他の方面数カ所からも、同じ結論が得られている²⁴⁸⁵。世界最大の再保険会社ミュンヘン再保険は、ワールドウォッチ研究所と図 153 が使った気象関連の損失推計データを提供した会社だ。ミュンヘン再保険の年間災害レビューは、自然災害が 3 倍になり、そのインフレ調整済みコストが 9 倍に増加したことを指摘している²⁴⁸⁶。ワールドウォッチ研究所はこれをそっくりそのまま繰り返しているのだけれど、ミュンヘン再保険がその部分に続けて書いた段落は含めていない²⁴⁸⁷。ここでミュンヘン再保険は、なぜそうした増加が見られるのかを説明している：

こういう劇的増加の主因は、高リスク地域に位置することが多い都市の数も規模もますます増え、そこに人口と価値が集積するようになったこと、近代工業社会が災害に対する脆弱性を増していること、自然環境条件の悪化加速、そして保険のなかった損害に関する限り、自然災害面で保険をかける対象の密度が高まっているこ

とである²⁴⁸⁸。

地球温暖化については一切言及なし。ミュンヘン再保険とその優秀な科学者ゲルハルト・ベルツ博士は地球温暖化を懸念してはいるけれど、ベルツ博士²⁴⁸⁹はまたいくつかの論文で、気象関連コストの増加の主要因が人間だと指摘している²⁴⁹⁰。

ここ2、30年で国際保険産業は大規模自然災害の範囲と頻度の劇的な増加に直面してきた。こういう傾向は主に、世界人口の継続的で着実な増加や、都市部への人口と経済価値の集中によるものである。追加的な要因としては、人口や産業の全地球的な移動が沿岸地域などに向かい、これらの地域は特に自然災害に弱いということが挙げられる。だが一方で自然災害そのものは、各種の兆候にも関わらず、大きな増加傾向を示していない²⁴⁹¹。

ベルツはまた、ポスト IPCC 評価書の共同執筆者でもある。ここでかれらは熱帯性暴風雨に「ほとんどまるで変化がない」とまとめている²⁴⁹²。ミュンヘン再保険のライバル社である、二番手の再保険会社スイス誌保険も、大災害について同じ結果を出した。

1970年以降、(スイス再保険の)保険対象の自然大災害や人工大災害の範囲は拡大した。これは以下の理由からくる潜在損失の増大を反映している：

- さらなる人口密度上昇
- 危険地域の保険価値上昇
- 先進国価値集中の加速²⁴⁹³

まとめると、ハリケーンだけではなく洪水や竜巻も含めた1999年アメリカの損害研究によると「1990年代には増加は見られず、これで気候変化は災害増加の第一原因ではなかったことがわかる²⁴⁹⁴」。全体として「1990年代の大損失とおびただしい大災害は大部分社会変化の結果であり大きな気候変化のせいではなかった²⁴⁹⁵」。こういう論文は一部の他の新研究により裏が取られている²⁴⁹⁶。

24.15 影響：現在と未来の気候

でも地球温暖化とは絶対に無関係な主張を一通り見てきたわけだけれど、実際には気候について何が起きていて、今後何が起きると期待できるのだろうか？ この場合もやはり、保守的な想定をすることにして、他のあらゆるシナリオ、代替モデル、感度、データ問題についての留保事項は考えない。GCM群がまともな未来像を与えてくれるものと仮に想定することにしよう。

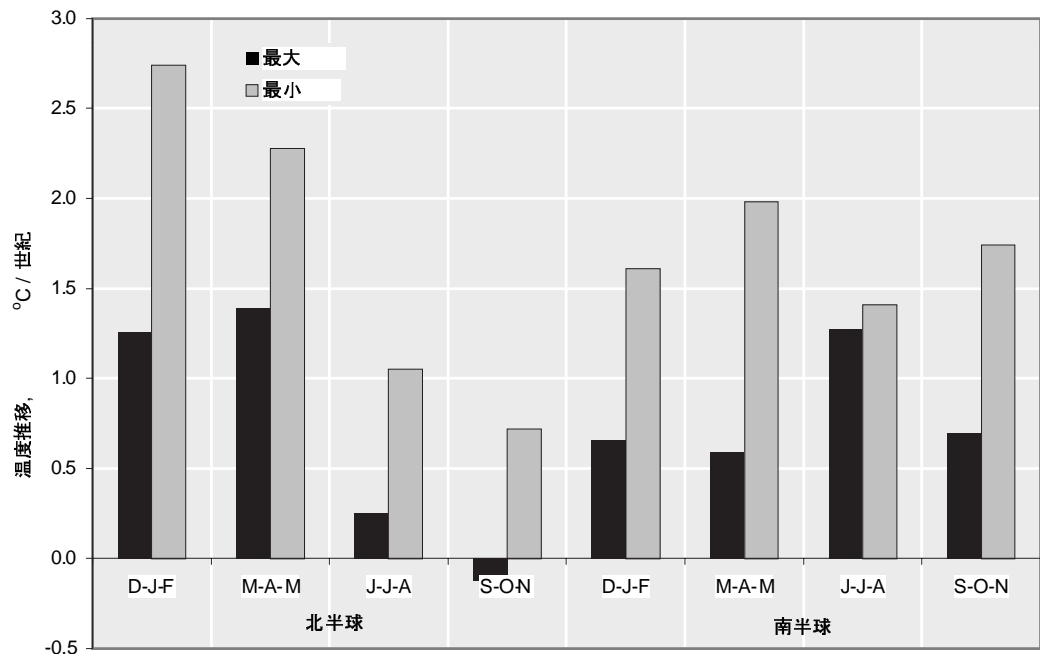


図 155: 北半球、南半球各地の最高気温と最低気温、1950 年から 1993 年までの季節トレンド、 $^{\circ}\text{C}/\text{世紀}$ 。この統計は世界陸地の 54 パーセントをカバーし、都市以外の観測ステーションだけをもとに算出。出所: Easterlin *et al.* 1997。

地球温暖化についての疑問に答えるにあたり、最も明らかなのは、過去 1 世紀にわたって気温が約 0.6°C 増加したということだ (図 135)²⁴⁹⁷。でもよく見てやると、実は地球の気温上昇というのは至る所でちょっと暖かくなったという話じゃない。実は一般に強い傾向として、低い気温の部分が一番大幅に暖まっているのだ²⁴⁹⁸。

世界的に見て、(夜の)最低気温は(日中の)最高気温よりはるかに上昇率が高い。こういう特徴は図 155に見られるように、あらゆる季節でも南北どちらの半球でもはっきり見られる。1950–1993 年からの世界傾向は、最高気温の場合は 10 年でたった 0.1°C の増加だったけれど、最低気温は 10 年間で 0.2°C 増えた²⁴⁹⁹。この傾向は、アメリカ、中国、イギリス、北ヨーロッパ、中央ヨーロッパという個別地域でもそれぞれ観測された²⁵⁰⁰。同時に、夏の温暖化よりも冬の温暖化のほうが著しかった²⁵⁰¹。これも図 155で北半球については明らかだ。気温上昇は冬と春に最も大きい²⁵⁰²。最後に、冬の気温上昇は寒冷地で一番著しい。実は北半球の冬季温暖化の 4 分の 3 以上が、シベリアと北アメリカ北西部の実に寒い高気圧系に限られていた²⁵⁰³。

当然のことながら、これはアメリカ、北・中央ヨーロッパ、中国、オーストラリア、ニュージーランドで霜の降りる日が減少したということだ²⁵⁰⁴。でも温暖化は気温の低いところでしか起きなかったため、最高気温が上昇したのはオーストラリアとニュージーランドだけだ²⁵⁰⁵。アメリカでは最高温度は何らはっきりしたトレンドを示さず、中国では

最高温度はむしろ下がったりしている²⁵⁰⁶。1659年までさかのぼるイギリス中部の気温データによると（これは世界最長の気温の時系列記録だ）、明らかに寒い日数は減少したが、暑い日は増加していない²⁵⁰⁷。

概括して言えば、暖かい時期より寒い時期に温暖化が起こるほうがずっといい。寒さによるストレス（例えば、インフルエンザ、脳梗塞、心臓発作）²⁵⁰⁸が軽減されるのに対して、暑さによるストレス（例えば、暑さからの心臓発作）は起きないということだからだ²⁵⁰⁹。全体としてみると、こうした温暖化は有益だとすら論じられるくらいだ。アメリカについて言えば、地域・時間ごとにいろいろちがうとはいえ、極端に暑い日数は過去1世紀でちょっと低下気味だ²⁵¹⁰。

また、寒さが減って暑さが増えないということは、相対的に農業産出高が増えるということだ。地球温暖化の長期的な影響を見積もろうとすると、これは特に効いてくる²⁵¹¹。地球温暖化が農業に与える影響について調べたIPCC研究（表7）では、モデルは温暖化が概ね寒い気温だけに生じることを考慮していない²⁵¹²。でも4つのちがったGCM群を使った最近の研究によると、ほとんどの気温上昇が夜に起こると想定すると、収量は0-16パーセント増加し、中でもほとんどの作物は約7-8パーセント増加となる²⁵¹³。これを考えても、表7が最悪ケースの推計と考えるのは理にかなっている。

温暖化が雨を増やす可能性も高そうだ²⁵¹⁴。すでに今でも、たくさんの調査地点では雨の増加が観測されている。アメリカ、西ロシア、南カナダ、東オーストラリア沿岸、南アフリカなどだ。でも日本、中国北東部、エチオピア、西ケニア、タイでは、雨は減っている²⁵¹⁵。さらに、雨が増えると豪雨も増えるのが通例だ²⁵¹⁶。だからアメリカでは豪雨日数は増えているし、こういう豪雨の増加が降水量増加の半分を引き起こしている²⁵¹⁷。ほかの条件がまったく同じなら、豪雨が増えると洪水リスクも高まるけれど、すでに述べたような物理的計画（洪水緩衝湿地の保護、上流の流出削減、ダムや堤防の維持、もっと確かな情報など）²⁵¹⁸のほうが、潜在的な災害の規模を左右するという点ではもっと重要になる²⁵¹⁹。さらに395のダムのない河川流量を調べたUSGS（アメリカ地質研究所）調査によると、干ばつは減少したけれど、洪水は増えていない²⁵²⁰。

たぶんもっと驚くべきことに、降水量はおおむね増加するけれど、少なくとも1970年代後期以降は、干ばつはそれほど減っていないようだ²⁵²¹。いくつかの地域、主にアメリカとヨーロッパでは、干ばつと湿度上昇はどちらも過去20年間で増え続けた。これはまだかなり短期間で、その変化は今世紀の自然変動の水準以内ではあるけれど、これは降雨がさらに極端に増えた気候に向かっている兆候かもしれない²⁵²²。;

最後に、気温、CO₂、降水量増加の組み合わせのおかげで地球はもっと緑化されるだろう。過去千年と何世紀もの期間をかけて、人間活動は植生を変えてきた。それは主に火

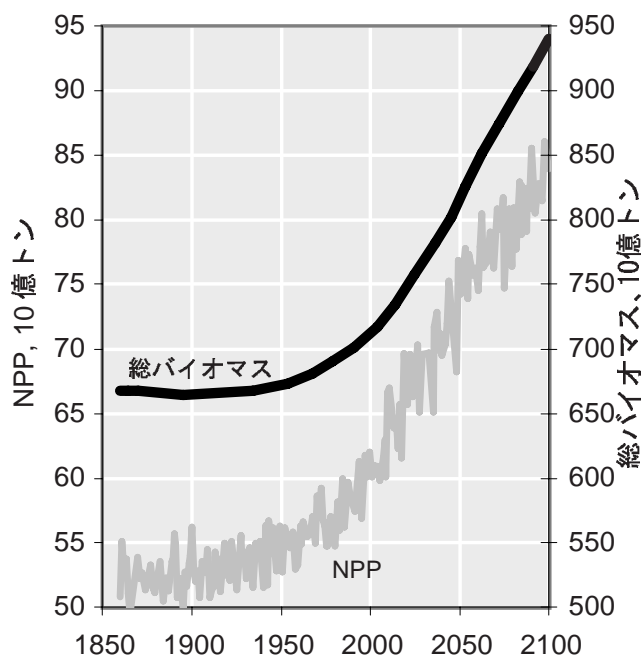


図 156: 気温上昇と CO_2 増大によるバイオマスと純一次生産 (NPP) 増加のシミュレーション、1850–2100。乾燥有機物の重量で計測。IPCC 基準シナリオ (BaU シナリオ)、ハドレー GCM (HadGCM2) 6 種類の動的的世界植生モデルの平均²⁵²⁶。出所: Cramer *et al.* 2000, cf. White *et al.* 1999 : S24, S26。

と、森から畑への変化によるものだった。炭素収支を通じた推計によると、過去 6,000 年間で人類は植生を約 30 パーセント減少させてきたし、過去 300 年間だけで 20 パーセント減少させた²⁵²³。けれど継続的な化石燃料使用による CO_2 濃度上昇のため、地球には肥料が与えられる IS92a シナリオを使う 6 つのちがった植物モデルを試してみると、世界のバイオマスが 21 世紀を通じて 40 パーセント以上増加し、有史以前の水準に迫ることがわかる。これは図 156 を見るとわかる²⁵²⁴。

同じように、世界食料資源あるいは純一次生産 (NPP) は約 80 パーセント増えると見積もられている (図 156)。NPP については、エーリック教授たちの懸念との関連ですでに論じた。かれらの懸念は、人類は自然生産量の 40 パーセント、あるいは 581 億トンを取奪・無駄にするというものだった (p. 140)²⁵²⁵。増えた CO_2 からくる NPP の期待増加量は 900 億トン、あるいは人間が取奪する量を 50 パーセントも上回っていることは注目に値するだろう。

まとめると、地球温暖化が大幅な暴風雨や嵐の増加をもたらしたとか、今後もたらすとかいうのはまったく事実じゃないし、かつてないほどの記録的なエルニーニョが増えるという主張も無根拠で、理論的な裏付けはない。でも、温度が上昇したのは事実だ。ただしそれは、主に冬、夜、寒い場所が中心ではあるけれど。こうした極端な寒さが減って、極

端な暑さが増えないというのは、多くの点でむしろありがたいことだったけれど、もし温暖化が続けば、いずれ極端な暑さによって被害も出てくるだろう。同じように、降水量増加は必ずしも悪いことじゃない。一部の人にとっては明らかにありがたいことだろう。でもそれが長期にわたって増えると、洪水リスクが増える。同じように、気温が高まったために水位が 10–25cm 上昇したし、21 世紀中には 31–49cm 上がるだろう。これは沿岸域の洪水リスクは増やさないだろうけれど（各種対策が取られるから）、保護対策コストは増えることになる。さらにさらなる高温は蒸発増加をもたらす、それによって干ばつリスクが上がるかもしれない²⁵²⁷。

つまり地球温暖化は、多くのレトリックで主張されているような、高価でいやな気象災害をすぐにもたらすものじゃないだろうけれど、一部の気候トレンドはすでにあまり望ましくないものになっているし、温暖化が続けばこうした望ましくないトレンドはもっと増えるだろう。

24.16 温暖化コスト

もし地球の気温が 21 世紀を通じて上昇し続けると、いろんな影響が出るだろう。それはよい影響もあれば悪い影響もあるけれど、ほとんどは悪いものだ。これまで一番大事な影響については述べてきた。でも IPCC の 1996 年と 2001 年のレポートの第二巻は、可能な変化について 800 ページ超にもわたって記述している。問題は本当のところ、そういう無数の個々の温暖化による影響が、全体としてはどういう結果をもたらすのか、ということだ。

こういう問題を考えるには、一般的には総コストを検討する。要するに、地球温暖化のよい影響と悪い影響をすべてまとめることで、地球温暖化の全体としての影響を計ってみるわけだ。こういうコスト推計は多くのモデルが出している。でも IPCC の新シナリオは 2000 年半ばになるまで公表されなかったため、こうした推計は古い IS92a の基準シナリオ (BaU シナリオ) か、あるいは通称 2xCO₂ シナリオのどちらかを使っていた。後者のシナリオは主に IPCC が使っていたもので、CO₂ 濃度がいきなり倍増して後はそのまま横這いという仮想的な世界を想定している（これは約 2.5°C の気温上昇を意味する）²⁵²⁸。ということは、このシナリオでのコストは間違いなく誇張されているということだ。なぜかというと、2.5°C の増加が今すぐ起こるとして推計されてしまい、将来にわたってだんだん温度が上昇することで、ゆっくりとスムーズに対処するという考え方ができなくなるからだ²⁵²⁹。

目新しい IPCC のシナリオで起こる気温は、ずっと幅広い (1.4°C から 5.8°C)²⁵³⁰。とはいえずでに述べたように、この温度の範囲の高い方はいささか非現実的だ。IPCC の単

純モデルでの見積もりが高すぎるせいもあるし、再生可能エネルギーが 21 世紀半ばまでには化石燃料よりも安くなるという現実的な見通しのせいもある。だからシナリオとして一番現実的なのは、A1T のようなものだろう (これは約 2.5°C の気温上昇を見込む)²⁵³¹。1996 IPCC の、IS92a や $2\times\text{CO}_2$ で期待されるものとかかなり似ている。さらに以下で見るように、炭素排出量をわずかばかり削減する物理的な影響は、温暖化を数年ほど遅らせることだ。これはつまり、コスト便益モデルは主にコストと便益の生じるタイミングに主に左右され、一方で各種の絶対コストが変動しても、結果はほとんど影響を受けない、ということだ。だから (そして既存モデルとも整合性を持たせるため) 以下では IS92a が $2\times\text{CO}_2$ のコストと便益を使い、最終的に新しい IPCC シナリオがこの結果をどう変えるかという問題に取り組もう。

残念ながら、IPCC の政府代表者による 1998 年の政策決定で²⁵³²、IPCC がもはや気候変動の経済的影響は検討せず、今後の温室効果ガス放出量削減方法についてだけ検討することに決まった²⁵³³。これは三番目の 2001 年 IPCC 報告が、地球温暖化のコストと便益についてはほとんど新情報を含まず、温室効果ガス放出量を制限することによる社会的コストと便益についての情報も全般に減るということだ。だから以下では、主に以前の IPCC レポートと、それ以降発表された個別研究結果を検討する。

IPCC は地球温暖化の総コストを評価するにあたり、大気中の二酸化炭素倍増からくるありとあらゆる影響を並べ立てた。これはさっき見たような農業コストも含むし、林業、漁業、エネルギー、水の供給、インフラ、暴風雨被害、干ばつによる損害、沿岸保全、土地消失 (海面上昇によるもの、例えばオランダなど)、湿地喪失、種の絶滅、人命損失、公害や移住も検討している²⁵³⁴。これは当然たくさんの不確定性を含むし、IPCC 研究がものすごく広範であることを考えると、すべての分野が同じ精度で検討されているわけじゃない²⁵³⁵。一番大事な分野はもちろん含まれているけれど、一部の重要な問題 輸送セクターや政治的不安定の問題などはまだ検討されていない。

コストは 2 つの数量の合計として表される。1 つは適応コスト (ダム建設、他の作物への転換など) と、もう 1 つは残った適応できない影響のために負担するコスト (ダム建設ですべての土地が救えるわけじゃないし、新作物に切り替えても生産量は下がるかもしれない等) だ²⁵³⁶。

地球温暖化において検討された問題すべての年間総コストは、現在の世界 GDP の約 1.5–2 パーセント、つまり 4,800 億ドルから 6,400 億ドルと見積もられている²⁵³⁷。絶対額で見ると、このコストは産業国と途上国でだいたい同じくらい、約 2,800 億ドルずつかかってくる²⁵³⁸。でも先進国は発展途上国に比べて約 5 倍豊かなので、相対的に見たコストの配分は不平等になる。先進国のコストは GDP の約 1–1.5 パーセントだが、途上国の

コストは2-9パーセントになるだろう²⁵³⁹。

2001年IPCC報告書は、こういうコスト推計についてこれ以上は詳述していない。でも、地球温暖化コストの分布が不均等であることはさらに強調している。「政策立案者向け概要」(Summary for Policymakers)の指摘によると²⁵⁴⁰：

公表された見積もりによると、世界の平均気温上昇は、検討されたどんな規模の場合でも、多くの発展途上国にとっては純損失を生じるだろうし、温暖化の規模が大きければ、その損失も大きくなる。多くの先進国では、世界の平均気温上昇がおよそ 2°C までならば、経済的な純利益が計上されるだろう。気温上昇が $2-3^{\circ}\text{C}$ の範囲なら、先進国への影響はプラスマイナスの混合か、差し引きゼロの影響が見込まれ、温度上昇がそれ以上なら純損失が生じる。予想される経済的影響の分配は、このように先進国と途上国との福祉不均衡を拡大するもので、温度が上がるほど不均衡も拡大する。発展途上国で見積もられている大きな損失は、一部は途上国の適応力の低さを反映したものだ²⁵⁴¹。

これは2つのメッセージを伝えている。まず地球温暖化は高くつく年間500億ドルくらいだ。次に発展途上国は地球温暖化によってずっと大きな打撃を受けるだろう。これは一部には、かれらがずっと貧しくて、だから適応余力も低いせいだ²⁵⁴²。

こんなコストと不公平な分配は、もちろんコース変更を検討するようぼくたちにうながすはずだ。ここでの解決策は、実に単純だ²⁵⁴³。もし地球温暖化に伴う気温上昇を(ある程度)回避したいなら、温室効果ガス、特に CO_2 の排出量を減らさなきゃいけない²⁵⁴⁴。これが1997年12月の京都議定書の背景だった。これは CO_2 排出量削減について、拘束力ある合意をしようという初の試みだった。いわゆるアネックスI諸国(要するに先進国)は2008-2012年で CO_2 総排出量を減らし、1990年排出量を5.2パーセント下回る水準にすることが決まった²⁵⁴⁵。でもこれで地球温暖化が完全に防止できるわけじゃない

実は全然ちがう。京都議定書は途上国の排出量になんら制限を設けなかったからだ²⁵⁴⁶。実際問題として、京都議定書の効力は実にマイナーだということがわかる。京都議定書で決まった上限値が永久に守られるとしてもだ。この問題は京都では議題にされなかった²⁵⁴⁷。いくつかのモデル計算によると、京都の影響は何もしない場合に比べ、2100年までに温暖化が 0.15°C ほどましになる²⁵⁴⁸。これを図157に示した²⁵⁴⁸。同じことだけれど、永続的な京都炭素排出量の削減は、2100年の海面上昇を2.5cm減らす²⁵⁴⁹。

オゾン削減のモントリール議定書で主任協議者の一人だったリチャード・ベネディックは「京都の結果は気候システムにはほとんど影響を及ぼさない²⁵⁵⁰」と語った。同じように、『サイエンス』によると「しかしながら気象学者たちは、京都合意が(中略)一時的にでも大気中の温暖化ガス蓄積を緩和したらまさに奇跡だと述べている²⁵⁵¹」。実際、図

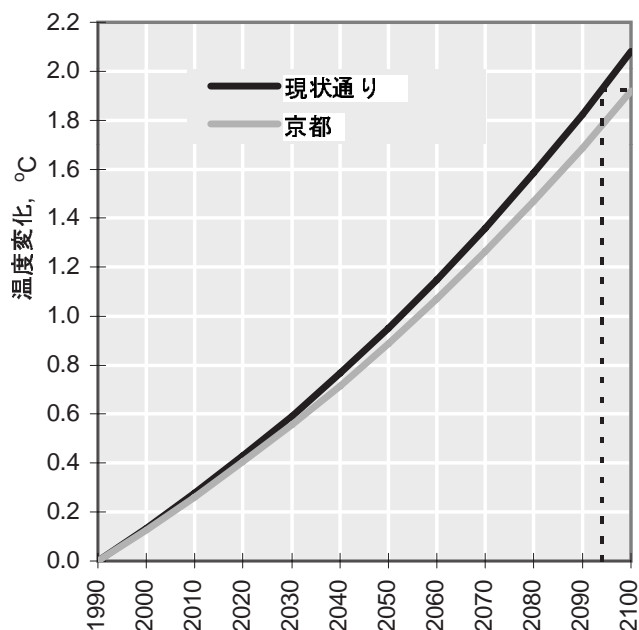


図 157: 基準シナリオ (BaU シナリオ) (IS92a) の気温上昇推計と京都議定書の制限が永遠に続いた場合の気温上昇推計。破線を見ると、2094 年の基準シナリオ (BaU シナリオ) の気温は 2100 年の京都施行の気温と同じ (1.92°C) だとわかる。出所: Wigley 1998.

157を見てやると、気温の下がり具合はたった 6 年の差にしかない。京都議定書は、協定がなかったら 2094 年 (1.92°C) に実現されていたはずの気温を、2100 年に延期したことになる²⁵⁵²。

これはもちろん、京都は単に最初の一步でしかないということでもある。デンマーク環境大臣は日本から帰ってきて一週間後に、「京都の決定は、地球温暖化解決に必要となるたくさんの意志決定の最初の一つでしかない。(中略) 京都で再度強調されたこととして、温暖化の進展を本当に逆転させるには、はるかに多くの温室効果ガス削減が行われる必要があるのだ²⁵⁵³」と書いた。

プリンストン大学ジェリー・マールマンは、地球温暖化を抑えるには「次世紀にはさらに 30 回の京都会議が必要かもしれない」と付け加えている²⁵⁵⁴。

24.17 CO_2 削減のコスト

じゃあ京都議定書はいくらかかるんだろう？ これは京都議定書が実際にどう実施されるかに大きく左右される。締結時、議定書はそれぞれの参加国に明確な目標を決めた。アメリカは 7 パーセント、EU は 8 パーセント、カナダは 6 パーセント削減しなきゃいけない²⁵⁵⁵。でも議定書は CO_2 排出権を取引する可能性も設定している²⁵⁵⁶。

基本的な発想はつまり、気候にとっては CO₂ がどこから出てきても関係ないということだ。発生源がどこだろうと、大気中で完全に混ざってしまうからだ。だからもし A 国が B 国よりはるかに低コストで CO₂ 排出量を削減できるなら、A が規定よりたくさん削減して、B はさほど削減しないことにしたほうが経済的に筋が通っている。現実には、各国は CO₂ 排出の割り当てをもらって、それを自国で使ってもいいし、他国に売ってもいい。この場合、B は A 自身にとって排出権が持っている価値より高い値段で、A の排出権を喜んで買うだろう。これでどちらも利益を得る。もちろんこういう発言は、古典的な自由貿易のメリットを述べた議論以外の何物でもない。

排出権取引の問題はこれからベルリン、ブエノスアイレス、ハーグでの会議で解決されると期待されているけれど、執筆時点ではまだ解決されていない²⁵⁵⁷。アメリカは基本的に大幅な排出権取引を迫っているけれど、EU は各国が個別に約束した削減を達成することを要求している²⁵⁵⁸。最終的には、取引はまったくなしになるかもしれない。あるいは、分割型の妥協案ができて、そこでは EU 加盟国が相互に取引をして、それ以外の国は、それ以外の国同士で取引することになるかもしれないし（これがいわゆるダブルバブルだ）、アネックス I 国間だけで取引になるか、あるいは世界的な取引が行われるかだ。

1999 年、13 種類のモデルを代表する経済学者たちが、京都議定書評価のために、スタンフォード・エネルギー・モデリング・フォーラムに集まった。これは京都のコストを詳しく見る試みとしては群を抜いて最大のものだ²⁵⁵⁹。モデルの半数はアメリカのもので、残り半数はヨーロッパ、日本、オーストラリアのものだった。こういうモデルはもちろん未来の成長、エネルギー消費、代替コストなどについての想定がちがっているので、その結果も 2-4 倍ちがってくることが多い。でも、相対的に見ると、モデル群はおおむね同じ展望を示している。さらに各シナリオがたくさんモデルで推計されているので、ここで報告された数字は平均値だ。最も楽観的な数字でもなければ最も悲観的な結果でもない²⁵⁶⁰。

京都議定書のコストを図 158 に示した。もし排出権取引が許可されなかったら、2010 年頃にコストは年間 3,460 億ドルと見積もられる。これは各地域の今の GDP の約 1.5 パーセントに相当する²⁵⁶¹。もし取引がアネックス I 国間で認められれば、コストは年間 1,610 億ドルに下がる。売買がアネックス I の 2 つのブロック（EU とその他諸国）で許可されるなら、コストは 2,340 億ドルに増える。でも、そのコストのかなりの部分は EU にふりかかる。かれらは貿易から自分を切り離してしまったからだ。アメリカや日本など他国は、京都の目標をもっと安あがりを実現するだろう。排出権を買う時に、EU と競合しなくていいからだ。最後に、もし世界的な排出権ができるなら（すぐに見るように、これは問題のある想定だけれど）コストはもっと下がって 750 億ドルになるだろう。

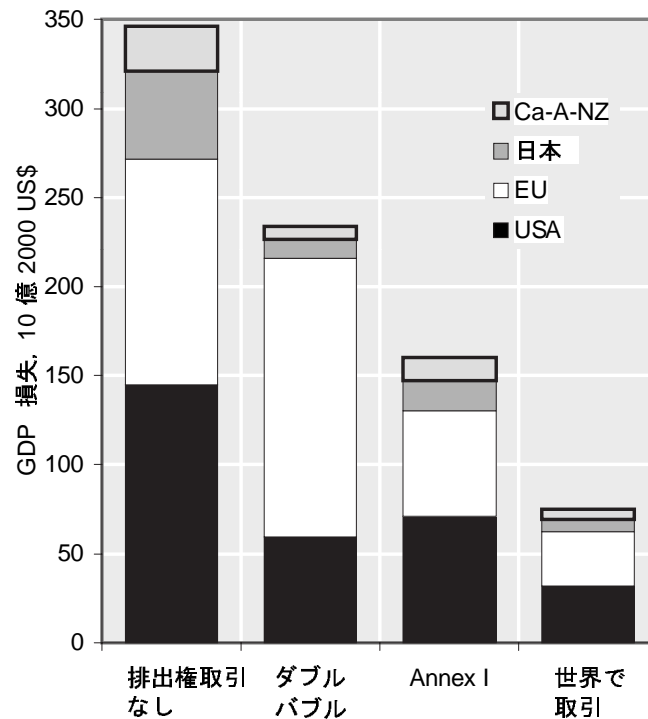


図 158: 2010 年の京都議定書コスト (10 億 2000 年 US\$) をアメリカ、EU、日本、カナダ・オーストラリア・ニュージーランドについて、4 つの排出権取引想定ごとに表示。想定は：取引なし、アネックス I の 2 つのブロック取引 EU の中と外で (ダブルバブル)、アネックス I 諸国間取引、そして世界取引。おおむね 6 から 8 のモデル結果の平均。出所：Weyant and Hill 1999：xxxiii-xxxiv、BEA2001b-c。

たった 5.2 パーセントの CO_2 削減がこんなに高くつくなんて、ずいぶん不思議に思うかもしれない。だがこれは比率が 1990 年の排出量の 5.2 パーセントと決まっているからだ。排出率は経済成長とともに増加したはずだから (とはいえ、経済成長よりは低い成長率だったろう。経済のエネルギー効率はどんどん高まるし (図 68)、それに多くの CO_2 を含む石炭から CO_2 の少ない天然ガスに切り替えが進んだからだ)。つまり 2010 年 OECD の「自然な」 CO_2 排出量に比べた場合、京都議定書は実は、それを 28 パーセント削減しろと要求しているわけだ²⁵⁶²。

さらに、本来なら OECD の CO_2 排出はどんどん増えたはずだから、京都議定書の約束を守って 1990 年水準の 5.2 パーセント以下に維持するためには、さらにどんどん削減を増やさなきゃいけないということだ。2050 年には、OECD 全体が、その「自然」 CO_2 排出量を 50 パーセント以上削減しろという話になる²⁵⁶³。最初の数パーセントを削減するのは一番安上がりだろうし、その後の削減はどんどん高くつくだろう。つまり京都のコストは、いずれ図 158 をだんだん上まわるようになる。OECD の見積もりでは、2050 年の実際のコストは、OECD 諸国の GDP 約 2 パーセント、2100 年の GDP 約 4 パーセント

になる²⁵⁶⁴。2050年の実際のコストは、年間9,000億ドル以上の水準になるだろう²⁵⁶⁵。

つまり京都議定書を遵守した場合のOECD諸国にとってのコストは、2050年には毎年2100年の地球温暖化コストと同じくらいになるということだ（つまりGDPの約2パーセント）²⁵⁶⁶。そして、それでも2100年の地球温暖化コストは、どのみちほぼ全額支払わざるを得ない。京都による排出量削減は、図157で明らかなように、2100年の気温上昇を約6年間遅らせるだけだからだ。かなり単純化して言うと、世界は地球温暖化からくる問題に、倍も支払わされるわけだ。まず2050年から毎年CO₂削減にGDPの2パーセントを払い、2100年になったら京都議定書によって大して影響を受けない気温上昇のため、さらに2パーセント支払うことになる。

問題の一部は、発展途上国の排出量が京都議定書に制限されないということだ。だから先進国は排出量に歯止めをかける一方、発展途上国は経済発展の結果として、その減った分を埋め合わせるどころかそれをはるかに上回る大量のCO₂を排出するはずだ（図159）。さらに、多くの炭素大量排出型生産機能は単に途上国に移転するだけで終わり、京都議定書の意図は台無しになる見込みが高い²⁵⁶⁷。

ここからすると、CO₂削減の長期的目標を実現したければ、どう考えても発展途上国だって何らかの形で制限を導入するよう義務づけられるべきだということになる。これはアメリカ上院の意見でもある。かれらは発展途上国除外は「世界的な活動の必要性和矛盾」していて、アメリカは発展途上国のコミットメントを含まない協定に署名すべではないと95対0で可決した²⁵⁶⁸。でもこういう目標達成は難しいか、下手をすると不可能だろう。まず多くの発展途上国は、地球温暖化は豊かな国が引き起こしたもので、被害はほとんど発展途上国がかぶるものだと感じている。だったら、温室効果ガス排出削減は、先進国の責任であるべきだ。もちろんこれは発展途上国に基準シナリオ（BaUシナリオ）の排出権を与え、先進国がそれを買うようにするような、拡張型京都合意を使えば技術的には可能だ（図158で世界取引付きの京都のコストを計算するときにはそうしている）。

ところがこれは二番目の問題を強調することになる。CO₂排出権の総価値はめまいがするほどのものだけれど、このために最初の排出権割り当てはとてむずかしくなるだろう。経済学者トマス・シェリングによると「世界排出権取引はエレガントなアイデアだが、永遠に1兆ドルの価値を持つ権利の切り分けを、各国代表が集まって話し合いで決められるとは、私はまともには信じられない²⁵⁶⁹」。これは先進国から発展途上国に至るまでの大きな再分配も含むだろう。もし分配権が決められたなら巨大なハードルが弱い支配と現在義務を未来に放棄する可能性を持つ国々への協力確保を主張し続けるだろう²⁵⁷⁰。

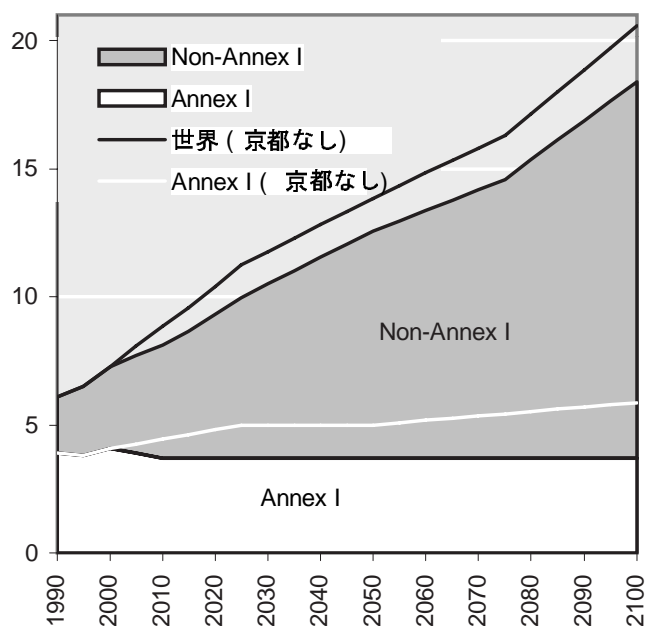


図 159: 京都議定書のように、アネックス I 諸国が 2010 年に排出量を 1990 年水準よりちょっと低く固定した場合の世界 CO_2 排出量推計、炭素 10 億トン単位。非アネックス I 諸国は (IS92a 排出量にしたがって) ますます排出量を増やすと見込まれる。細い黒線は京都議定書がない場合のアネックス I と世界排出量値。出所: Wigley1998:2, 286, cf.OECD 1994:44.

24.18 じゃあ、どうすればいいの？

地球温暖化影響は高くつくだろう。でも CO_2 削減も高くつく。この 2 つの情報を見ても、ぼくたちがどうすればいいのが、はっきりした考えは浮かばない。地球温暖化による被害がどれほどのものになるかという話だけに絞ったら、今すぐ介入を、それも大々的にやるべきだという気持ちになるだろう。でもこういうアプローチは、その介入のコストがを無視している²⁵⁷¹。一方で、 CO_2 排出量削減の高コストにだけ話を絞ったら、成り行きまかせで行こうと言いたくなる。こういうアプローチは温暖化でどんどん増える被害を見落としている。だから実際のところ問題は、どう行動するのが一番いいか、ということだ。

もちろん、今すぐあらゆる化石燃料の使用を禁止すれば、大気中の CO_2 は一瞬で安定し、ゆっくりと気候安定化を達成できるだろう。でも同時にそんなことをしたら、世界を実質的に急停止させるに等しい。これは経済上、健康上そして環境上、とてつもない影響をもたらす²⁵⁷²。一方で、物事を成り行きに任せて、 CO_2 排出量をどんどん増やし、2100 年になってから社会を適応させて、堤防を建設し、島の人口を移動させ、農業手法

を変えるなどのコストを支払う道も選べる。

この両極端の議論間には、もちろん CO_2 排出量のある程度減らして、温室効果による温暖化をある程度容認する、という選択肢がある。さらには、予定の削減をいつやるべきかという検討もさらにいろいろ必要になってくる²⁵⁷³。でも基本的には、どれくらい CO_2 排出量を削減して今コストを支払いたいか、後になって高い気温の中でどれくらい暮らしてもかまわないか、という選択になってくる。だから問題は、気候安定化と基準シナリオ (BaU シナリオ) との間で、現代社会をなるべくそのままにしつつ、将来にとっての気象コストもあまり高くないようにする解決策が見つかるか、ということだ。この問題は IPCC1996 年のレポートで検討されて、その後の研究は、統合評価モデルと称するものを使って続けられてきた²⁵⁷⁴。

この分野で最も重要なモデルビルダーの一人はイェール大学の経済学教授ウィリアム・ノードハウスだ。かれは初のコンピュータモデル DICE (動的統合気象経済モデル) を開発し、各種の政策上の選択肢の長所と短所を評価するのに使った²⁵⁷⁵。他のモデル制作者たちは、みんな DICE に影響を受けてきたし、IPCC によるとその他のモデルを使っても、出てくる結果はおおむね DICE と同じだ²⁵⁷⁶。DICE は 1990 年代を通じて大きな発展と拡大をとげ、今では RICE(地域統合気象経済モデル) となり、13 の経済地域を組み込んだものとなっている²⁵⁷⁷。DICE と RICE モデルのユニークな点は、それが気候システムと経済システムの両方を含んでいて、経済システムへのコストは気候変動と温室効果ガス排出量制限の両方からくるようになっていることだ。非常に重要な点として、以下の記述は RICE モデルに基づくけれど、このモデルは他のあらゆる統合評価モデルすべてと定性的にはまったく同じ結論を出す、ということ是指摘しておく²⁵⁷⁹。

こうしたモデルの長所は、基準シナリオ (BaU シナリオ) のコストも便益も両方考慮して、それをたとえば、英雄的に無謀な CO_2 削減のコストや便益と比べてくれることだ。コストに関する限り、要点としては、 CO_2 を減らそうとすればするほど、だんだん高くなるようになる。これは京都のコストの増加についての議論でも見た話だ。推計によれば、最初の炭素 1 トンを削減するコストはほとんどゼロだけれど、40 パーセント削減しようとしたら、最後の 1 トンを削減するには \$100 かかる。これを示したのが図 160 だ²⁵⁸⁰。次の問題は、排出された CO_2 が地球温暖化を通じて、はるか先の 24 世紀まで社会にどんな被害を与えるかだ。モデルは地球温暖化が農業、エネルギー、林業、水に与える被害や、海面上昇が居住地や人間の健康や水質、時間の使い方や災害による被害を、各種広範な調査をもとに考慮する²⁵⁸¹。それを現在価値に変換すると、今日追加で 1 トンの炭素を排出することからくる長期の総コストは 7.5 ドルに相当する²⁵⁸²。言い換えると、社会としては、追加の炭素 1 トンを削減するのにかかるコストがその便益と等しくなるまで、 CO_2

排出を削減する価値があることになる。これは 1995 年なら 4 パーセントの削減となる (図 160)。でもこういう計算は CO_2 排出を削減することは、地理的な所在地と燃料の種類にもよるけれど、公害の削減にもなって、だから社会的コストもその分下がることを考慮していない。2001 年の新しい IPCC 報告は、このいわゆる付随的な便益のせいで差が出るかもしれないと指摘しているけれど²⁵⁸³、その IPCC の主要情報源によると、この追加の便益は最大でも \$10 の税金の周辺だと \$3.8/tC で、\$50 になるとたった \$1.6/tC になる²⁵⁸⁴。この追加の効果もまた図 160 の細かい線で表示してあるけれど、削減量はちょっと増やせて最大 6 パーセントにしてもいいことを示している²⁵⁸⁵。こうした付随便益は急速に減少して、20 パーセント以上の削減では何の差もなくなってしまう。さらに、こういう付随便益の評価は他の再生可能エネルギーへ切り替えた場合のコストはとらえない。たとえばそれがバイオマスなら、浮遊粒子状物質の増加や硫黄、ニッケル、カドミウム、鉛などの公害が増えることになるが、そのコストは入っていない²⁵⁸⁶。最後に、RICE モデルはスタンフォード・エネルギー・モデリング・フォーラムのコスト削減推計の中でいつも最低の数字を出すモデルの一つだったので²⁵⁸⁷、これで付随便益の計算で何か漏れているという可能性はもっとなくなる。つまりこのモデルは、ちょっと高めの CO_2 排出削減が答えとして出る傾向にあるからだ²⁵⁸⁸。

つまりこのモデルでは、1995 年には 4 パーセントの削減をするのが全地球にとって最適な削減だった。もし 4 パーセント以上削減する試みがなされると、それは社会にとって純コストの負担をかけることになる。4 パーセント以上を削減すると、最後の 1 トンを削減するのは、ちょっと温度が下がることからくる長期的な便益よりもコストがかかることになるからだ。一方、削減が 4 パーセントを下回っても、長期的には社会にとって純コストとなる。 CO_2 排出量をちょっと値切ったことで節約できるわずかな金額は、ちょっと温暖化が下がった未来が実現できなかったことからくる、失われた便益によって帳消しになってしまうからだ。

時間がたつにつれて、炭素排出のコストは増える。モデルによれば、気温が上がると被害も格段に大きくなるからだ。基本的には、温度が現状から $1^\circ C$ 上がる場合の社会コストは、 $3^\circ C$ 高い状態から $4^\circ C$ 高い状態に温度が上がる場合の社会コストに比べると小さい。後者の変化がずっと高くつくのは、災害による被害のリスクが増加するということも大きい。一方で時間がたつうちに炭素を 1 トン削減するコストは減る。技術が向上するし、産出 1 ドルあたりの CO_2 量は減るし、化石燃料価格が上がるからだ²⁵⁹⁰。最適な炭素排出削減の道筋を図 161 左のグラフに示した。削減量は 4 パーセントからはじまってだんだん増え、2100 年には 11 パーセントになる。

最適なシナリオだからと言って、別に地球温暖化の解決策実現と関連した無数の現実的

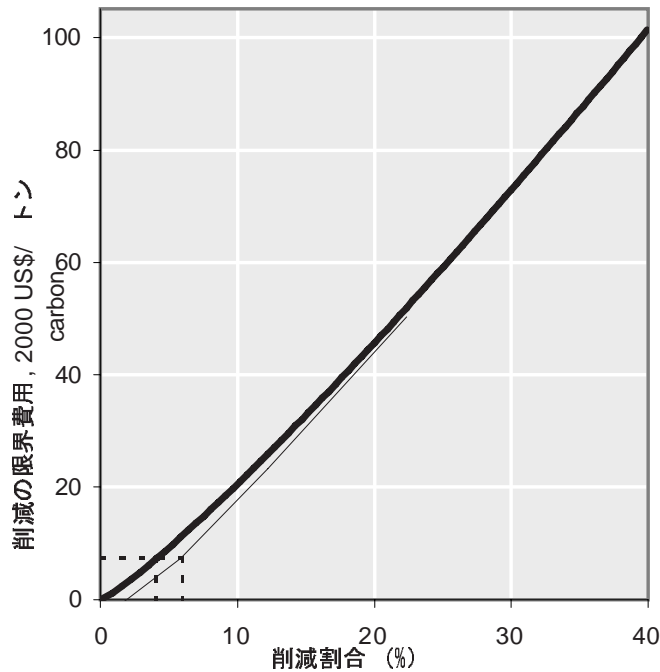


図 160: 各種の炭素削減を 1995 年に行った場合の最後の 1 トン削減に要するコスト (2000US\$)。炭素\$7.5/トンの価格は 4% の削減をもたらす。CO₂ 規制に伴う追加の環境便益を含めて調整すると、実際のコスト曲線はちょっと下がる²⁵⁷⁸。出所: DICE 1999, Burtraw *et al.* 1997:7-8, BEA 2001b-c.

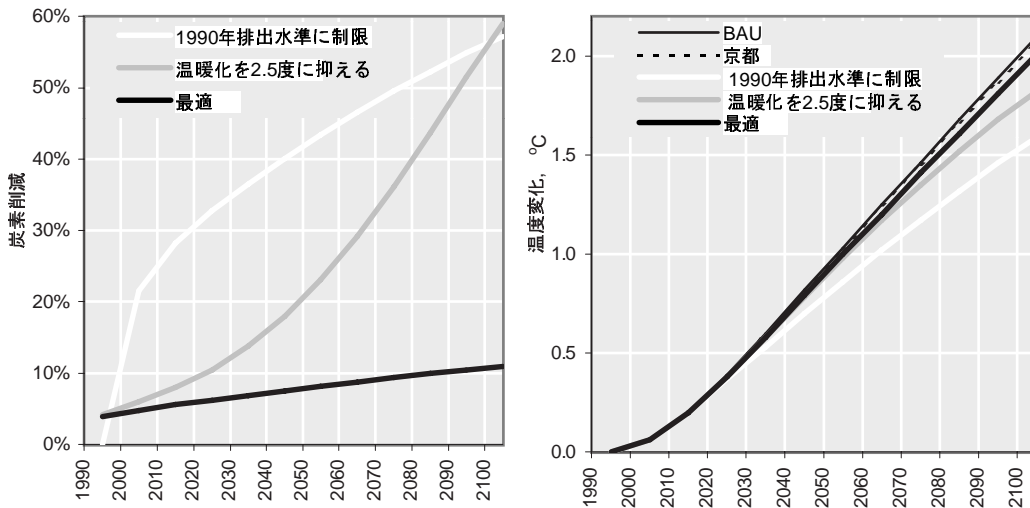


図 161: 左: 基準シナリオ (BaU シナリオ) と比較した CO₂ 排出量の削減率, 1995-2105; 1990 年水準で全地球の排出量を制限; 気温増加を 2.5°C に抑える; 社会的に最適な結果を得る場合の比較。右: 温度変化, 1995-2105, 通常シナリオ (BAU) とその他のシナリオに京都 (全アネックス I 諸国内での排出権取引を加えたもの)。出所: Nordhaus and Boyer 2000:7:29, 31, 8:24.

な問題が生じないってことにはならないのにはご注意ください。これは単に「これで解決策が見つかったので万事解決」的なお答えとして提示されてるわけじゃない。でも、この最適な解決策を示すことで、ほかの政策アプローチを比較するためのはっきりした規準ができる。これをもとに、他の政策が相対的に効率がいいか悪いかを判断できるわけだ²⁵⁹¹。

温室効果に対する介入との関連でしばしば提案される、他の可能性二つを見てやろう。そのひとつは京都に似た提案で、地球の CO_2 排出を 1990 年の水準で固定するというもの。ノードハウスが指摘したように、この提案は特に科学的にも経済的にも意味はない

CO_2 排出を固定しても、大気中の CO_2 濃度は固定されないし、温度も被害も抑えられないからだ。意志決定者にとって一番関心があるのは、温度や被害のほうだ。でもこの提案は単純だという美点がある²⁵⁹²。その結果は、図 161 の左側に見られる。世界経済が安定して成長すれば、排出 CO_2 もさらに増えたはずだから、排出量を固定するということは、だんだん多くの CO_2 を削減するということで、全世界での削減は 21 世紀半ばで 40 パーセント以上、その後もさらに上昇することになる。

最後に、温度上昇を $2.5^\circ C$ に限るという政策的な選択を考えてみよう。これをするには、いずれ CO_2 排出を大幅に削減する必要が出てくるけれど、削減のほとんどはなるべく未来に行うようにすべきだ（図 161 の左側）。これがこうなるのは、将来の CO_2 削減が技術の向上と化石燃料の高さのために安くなるからで、またぼくたちがその頃にはもっと豊かになっているからだ。

二重の儲け：環境を改善しておまけに儲ける？

1990 年代には、税金の効率性という学問上の議論がいきなり、地球温暖化に関して増大する懸念に対応するものとして脚光を浴びた²⁵⁹³。 CO_2 の削減コストは明らかに莫大になるので、一部の環境経済学者は、新しい環境税を導入すれば（そこからの税収は、資本や労働に対する既存の歪曲性の強い税金を引き下げるのに使う）、二重の儲け（double dividend）と呼ばれるものを実現できるんじゃないか、と示唆した。最初の儲けは環境の質の改善で、第二の儲けは経済的な純便益だ²⁵⁹⁴。こんなすばらしい「一挙両得」的な性質はつまり、課税して環境被害をなくすために、被害がそれを正当化するほど大きいことは示さなくていい、ということだ。それが単に悪いことを示せば、この二重の儲けのおかげで、課税すれば社会全体には純便益がまちがいなくもたらされる²⁵⁹⁵。

これはあまりに美味しすぎて信じられないようなお話だったし、実際その通りだった。過去 10 年で学問的な分析がたくさん実施されて、強い二重の儲けはないということを実証した²⁵⁹⁶。しかしながら、この議論は経済的な福祉に対する税の 3 つのうちがう影響に焦点をあてている：「主要福祉利得」「歳入リサイクリング効果」「税相互作用効果」だ²⁵⁹⁷。主要福祉利得は、公害の規制からきている。もし大気中に追加の炭素 1 ト

ンを放つコストが 7.5 ドルなら、炭素排出には 7.5 ドルの税金をかけるべきだということ²⁵⁹⁸。これは炭素汚染者たちが、炭素を排出する価値が 7.5 ドルになるまで炭素排出を削減するようにできる。そして最初の 1 トンは削減するのにほとんどコストがかからない（図 160の最初の 1 パーセントはほとんど無料で削減できる）けれど、もたらしたはずの損害はやはり 7.5 ドルだったはずなので、社会全体としてはもっとよくなったわけだ。集まった税金は、ふつうはまとめて社会に還元されるものと想定されている。

二重の儲けの論点は、もし税金がひとまとめに還元されるだけでなく、ほかのもっと歪曲性の強い税金を軽減するのに使われれば（ヨーロッパの労働課税や、アメリカだと資本課税かも）²⁵⁹⁹、これは雇用増や福祉増の形で、社会に追加の便益を生み出すことになる。これは確かにその通りで、だから二番目の福祉利得の厳選となる。これが歳入リサイクリング効果だ。

でも、もし歪曲を一つ見るなら、あらゆる歪曲を見てやるべきだろう。そしてこの新しい環境税そのものが、歪曲性を持つ。これは労働意欲を、実質家計賃金を減らすことで削減するものだからだ。この税相互作用効果は福祉を減らす。こうした 3 つの影響の合計が、環境税の全体としての経済福祉を決定する。残念ながら、ほとんどの分析モデルや計量モデルは、税相互作用効果が歳入リサイクリング効果より大きいことを示している²⁶⁰⁰。結果として、上の例で炭素に 7.5 ドル課税するのは、実は多すぎる。

図 162では、40 ドルの環境被害が通常は 40 ドルの環境税を必要とすると思われていたことがわかる。すべての歪曲を計算に入れると、個人の所得税まで下げてかなり高い歳入リサイクリング効果を使った場合ですら、課税は 31 ドルに抑えるべきだということになる。税金が高いと、全体として福祉は下がるからだ。そして税収がひとまとめに還元されたら、マイナスの税相互作用をうち消すような歳入リサイクリングは起きず、そしてびっくりするかもしれないけれど、まったく課税すべきじゃないことになる。これは「まちがっている」ように思えるかもしれないけれど、モデルが示しているのは、どんな税金でも、全体としての福祉を（環境被害を含めても）下げる、ということだ。

1996 年に、IPCC は二重の儲けが炭素税のコストを部分的にうち消すか、あるいはそのコストを上回る利益をもたらすかもしれない、と確かに発言したけれど、この論点はあまり強調されなかった²⁶⁰¹。2001 年報告で、IPCC はこの二重の儲けをずっと強調することにして、それが実際に何を意味するかについて、いささか矛盾した記述をしている²⁶⁰²。IPCC は総じて、強い二重の儲けが存在しないことは認めているけれど²⁶⁰³、でも「政策立案者向け概要」ではそれがあるかもしれないと示唆している²⁶⁰⁴。

今日では、強い二重の儲けが一般にはあり得ないことが示されているということを述べておくのは重要なことだ。「二重の儲け仮説はふつうは成立しない²⁶⁰⁵」。でも、この議論が教えてくれるのは、そもそもの議論が始まる以前に思われていたほど環境税をよく見せるためだけにせよ、税リサイクリングは非常に重要だということだ²⁶⁰⁶。この洞察は重要だ。経験的に、ほとんどの炭素税は最も歪曲性の強い税金を減らすためにはっきりとリサイクルされることはなく、特定の歳出プログラム向けにツバがつけられるのが通常だから

だ。これは無意味な福祉上の損失をもたらす²⁶⁰⁷。

だから現在の議論のためには、二重の儲けはぼくたちが炭素にもっとたくさん課税すべきだということにならない。実はもっと低く課税しろということになる（図 162 のように）。さらに、歪曲性が大きい税金を引き下げるためにその税収をリサイクルするようしないなら、そして今までぼくたちはそれをやっていない、正しい税率は、実はずっと低くするべきだ、ということになる。

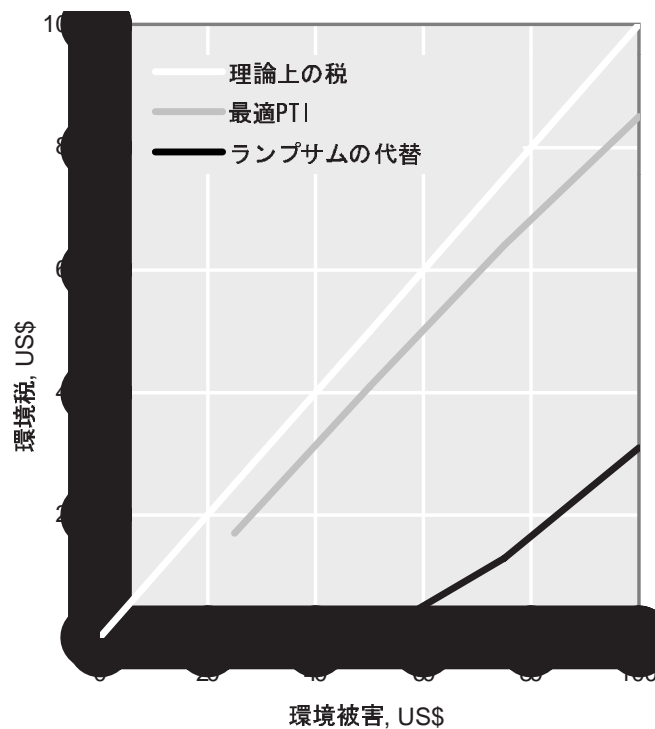


図 162: 環境被害と環境税。理論的な税は、単純な最前議論を示す（「もし環境被害が \$40 なら、汚染者は \$40 支払う」）。もう一つのカーブは経済モデルが計算した最適な税率を示す。その税収を孤児の所得税 (PIT) 削減としてリサイクルできれば、最適な PTI 曲線を使うべきだ（「環境被害が \$40 なら、汚染者は \$31 支払うべきだ」）。これに加えて税金がランプサムでリサイクルされるだけなら、ランプサム置き換え曲線を使うべきだ（「もし環境被害が \$40 なら、汚染者は何も支払わない」）。出所: Parry and Oates 1998:7.

どんな行動をぼくたちが取ろうと、温度へのインパクトはほとんどない。これは図 161 の右側で示されている。理由の一部は、気候システムのタイムラグがとても大きいからで、もう一つは世界の排出量を 1990 年の水準で固定したとしても、大量の CO_2 は大気中に放出され続けるから世界の CO_2 濃度は高まるせいだ。実際、もし温度上昇を $1.5^\circ C$ に抑えなければ、2035 年までにあらゆる炭素排出を停止しなきゃいけない²⁶⁰⁸。要するに、いまの世界を停止させろってことだ。

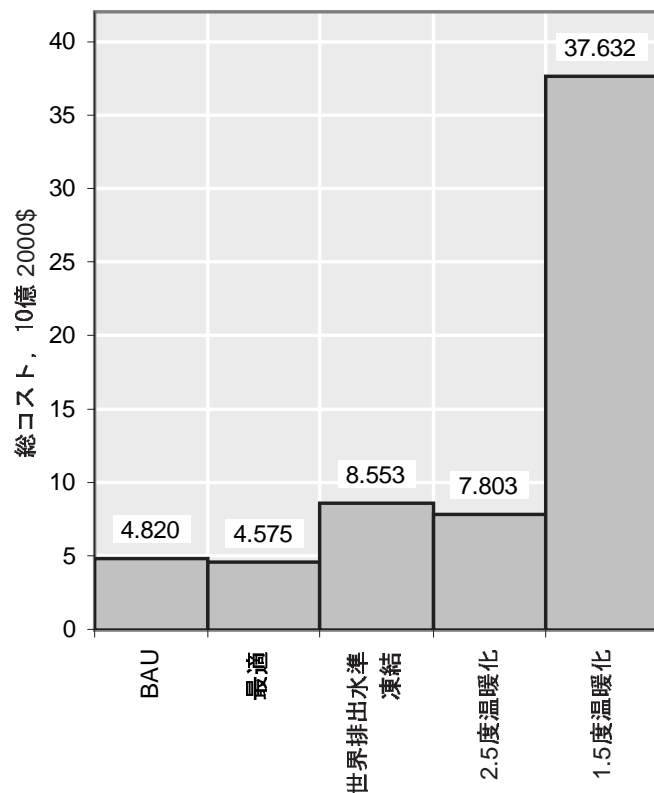


図 163: 現状のまま (地球温暖化だけ), 最適な排出削減, 世界排出量を 1990 年水準で凍結、気温上昇を 2.5°C と 1.5°C に抑えた場合の、それぞれの総現在価値コスト (2000 年米ドル換算)。すべて RICE-99 モデルによる。出所: Nordhaus and Boyer 2000:7:25, BEA 2001b-c。

ノードハウスとボイヤーのモデルでは、京都議定書にしたがった削減をやっても 2100 年には驚くほどわずか (0.03°C) しか温度が下がらないことは、指摘しておくほうがいいだろう。その理由の一部は、通常モデルと比べて発展途上国が CO_2 排出量を増やすからだ²⁶⁰⁹。最適経路は、京都よりも温度を引き下げる。

でも、こうした介入の総コストはどうなるだろうか。図 163 は各種の介入のコストを示している。ベースラインは地球温暖化がない場合の状況だ。これを見ると、基準シナリオ (BaU シナリオ) は社会に一回限りのコスト 4.82 兆ドルをもたらす²⁶¹⁰。このコストは、こうした人工温室効果のコストとして見ることもできる。もし CO_2 排出が気候に何の影響も与えないということになったら、それは 5 兆ドルをちょっと下回る利得をもたらす。

もちろんぼくたちとしては、人工温室効果なんかないほうがありがたいけれど、この現象は祈るだけで消え去るようなものじゃない。地球温暖化がくるなら、そのツケは支払うしかない。そして中心となる問題は、その値札をどれだけ小さくしておけるか、という

ことだ。ふたを開けてみると、すでに論じたように、最適な政策はちょっとお安くなっている。この場合の総コストは 4.575 兆ドル、つまり何もしないより 2,450 億ドル安い。この 2,450 億ドルの節約分は、短期的に CO_2 を抑制するちょっと高めのコストと、そしてそれをうち消すだけの、長期的に温暖化が少し緩和されることからくるかなり大きな便益に起因している。

というわけで最適政策は、地球温暖化総コストの 5 パーセントくらいを節約させてくれる。この利得がどの程度なのかという目安として、2,450 億ドルというのは、先進国が途上国に毎年提供している ODA の 5 倍だ²⁶¹¹。同様に、地球温暖化の総コスト 5 兆ドルというのは、世界の総産出 2 ヶ月分に相当する²⁶¹²。

一方で、 CO_2 排出を固定すると、はるかに高つく。この場合、コストは 8.5 兆ドル、そもそもの地球温暖化コストの倍近い。温度上昇を $2.5^\circ C$ に抑えるのも同じくらい高く、7.8 兆ドルかかるし、温度上昇を $1.5^\circ C$ に抑えるには、\$38 兆ドルという想像を絶するコストがかかる。

また、京都議定書の各種実施方法のコストを比較することもできる。これが図 164 だ。比較用に、最適経路からの節約分 2,450 億ドルも併せて示した。もし議定書が排出権取引なしで、OECD 諸国内だけの取引ということになったら、コストは 5,500–9,000 億ドルという大きな損失となる。排出権取引がアネックス I 全体で実現されても、京都はまだ全体として損になるけれど、損失幅は 1,500 億ドルと少ない。世界的な排出権取引をなんとかして実現させた場合にのみ、京都は純便益 610 億ドルをもたらすけれど、それでも最適経路で実現できるものよりは少ない。

この取引が増すにつれてコストが下がるという傾向は、図 158 でも見られた。でも今や、ぼくたちはこのコストと同時に、京都による排出削減からくる便益も含めて考慮できる。はっきり出てくるメッセージは、世界的な排出権取引がなければ、京都議定書は世界にとって差し引きで実は損失をもたらす、ということだ。

もし排出権の世界取引が実現したら、それは実は世界の排出量が、他の場合に比べてちょっとゆっくり成長するようにしたわけだ。でも実は、それよりももっといい成果を挙げられる。というのも京都議定書は、非効率なことに温度じゃなくて排出量に焦点を合わせているからだ。実際に被害をもたらすのは温度のほうだ。だからもし 2100 年以降に京都と同じ温度曲線を得ることに集中したなら、排出削減はもうちょっと後で（ただしもっと急激に）実施すればいい。全体としてそのほうが安上がりで、だからちょっと高めの 950 億ドルが節約できる。

さらに、最適政策の実現をねらった施策は、もっとお得な 2,450 億ドルの節約という結果をもたらせる。世界的な排出権取引付きの京都議定書は、最適経路とかなり似た形で排

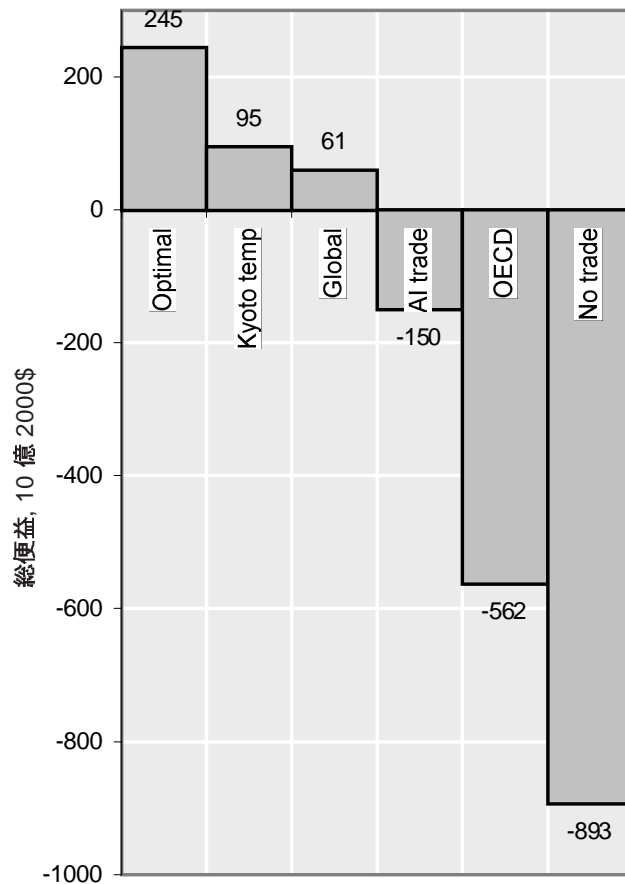


図 164: 各種シナリオの、現状のままをベースラインとした総現在価値コスト (2000 米ドル換算): 最適な排出削減、京都議定書と同じ気温低下を実現、排出権取引つきで京都議定書を実現、アネックス I の取引、OECD 内だけで取引、排出権取引なし。
出所: Nordhaus and Boyer 2000:8:28, BEA 2001b-c.

出を制限するけれど、最適経路は後になって排出制限をもっと強化する（最適経路からくる温度の低下も大きい。図 161 の右グラフ）。だから世界的な排出権取引制度が確立して、途上国の排出も制限されれば（かれらの基準シナリオ (BaU シナリオ) 通りの水準でかわらない）これは最高の結果を実現するための第一歩となり得る。

だからって、別に結果がすごいわけじゃない。地球温暖化はやっぱり、人工温室効果のない仮想的な世界に比べれば、5 兆ドルほどかかることになる²⁶¹³。でも最適経路がぼくたちにできるせいぜいのところだ。もしぼくたちが少なくとも京都議定書といっしょに世界的排出権取引を実現できなければ、CO₂ 排出を制限して世界を助けようという気高い意図は、実際には世界の純負担を増やすことになってしまう。OECD 内でのみ取引とか、取引なしとかいう形になれば、それによりもたらされるコストはすさまじくふくれあがる。そして多くの有識環境保護論者が提案している、世界的に排出量凍結というさらに野心的な計画は、世界にすさまじいコストをかけることになってしまう。

でも、こうした分析はふつうは 3 種類の反対に直面するのが通例だ。これらについては以下の囲みで詳しく見てやる。要するに、 CO_2 排出はずっと安く、あるいは実はコストまったくなしで削減できる、と主張されている。ほとんどの経済学者は、こうした主張について大いに疑問視している。もし個人的に CO_2 排出を削減するのが儲かるなら、それがすでに実行されていないのは驚くべきことだろうに。いくつかの分析によって、すさまじい削減可能性は幻影にすぎず、要するにいろんなコストを見落とすことで生き延びているだけだということが示唆されている。

また、地球温暖化に対抗するための努力が無価値だとしたら、それはそれが少なくとも 5 パーセントの利率で計算されているからで、その結果としてはるか未来の出来事が実質的に消えてしまうからだ、という主張もされる。つまり、もしいま CO_2 削減のために支払いが必要で、その便益が来る 1 世紀にわたりゆっくりと現れるなら、金利が 5 パーセントならばいまの手元のお金のほうが価値が高いことになるのは当たり前だ、という理屈だ。このアプローチはしばしば不道徳的で、来る世代に対する無関心を表明するものだと評されてきた。でも実際には、収益性の高いまともな投資は、ぼくたちの子孫や貧困者たちの未来の世代に、はるかに多くのリソースを残せるわけだ。そしてこれは、収益性の低い温室効果ガスの削減なんかに投資するよりも、後の世代の利害を気にかけてやるのにずっと優れた方法だろう。さらに、現在は 100 年後にずっと豊かになった国々の間でどう富を分配するかなんてことよりも、ずっと緊急性の高い問題に直面しているのだ。たとえば地球上のすべての人に、きれいな水や下水処理設備を提供する、といった問題だ。

最後に、地球温暖化と戦う努力は、万が一の事態に対する保険のようなものとされる。コンピュータモデルに入れてやると、これは別に目に見えるほど結果を変えないけれど、でも保険という発想は、リスク負担を極端に嫌う人々にとっては正当化できるものだ。でもだからといって、別のところ。たとえば発展途上国に投資したほうが、投資としてずっと優れたものになるという事実は変わらない。

ここでのポイントは、地球温暖化をなんとかしようという最高の意図があっても、地球コミュニティに対し、地球温暖化だけよりずっと高い、時にはその倍にもなる負担をかける結果に終わる可能性があるんだってことだ。京都議定書は、最初の排出権配分とその後の再配分に伴う気の遠くなる金額を考えると、世界的な排出権取引つきでは実施されそうにない。もしそうなら、京都は地球資源の無駄遣いでしかない。もしよいことがしたいなら、リソースはもっと賢く使おう。



反対論：CO₂ を削減して儲けよう

よく耳にする主張として、二酸化炭素排出を削減するお値段は、上の図 158 に示したような多くの経済モデルで行われた予測よりずっと低い、というものがある。一部の IPCC 著者たちは、CO₂ 排出の 10 パーセントから 30 パーセント削減によって実現できる「後悔なし」のオプションがある、と考えている。このオプションは、実は地球温暖化とは関係なく導入する価値のあるエネルギー構造への変化で構成される²⁶¹⁴。こういう「後悔なし」政策の多くは、エネルギー節約、技術的改良や電気/地域暖房の同時生産（コージェネ）への移行を含む²⁶¹⁵。既存のエネルギー体系の中で、民間企業や消費者や公共機関として大量の節約ができるのに、各種の理由で実現していない分野があるんだ、と想定されている²⁶¹⁶。

IPCC 調査では、大量の CO₂ 排出削減が無料または儲かる形で実施できる国の一つとしてデンマークがご指名を受けている²⁶¹⁷。そんな儲け話が一貫して無視されてきたというのは、ずいぶん驚くべき話のように思えるけれど、この議論は温室効果をめぐる国際議論の中ではずいぶんご大層なものになっているので、一つデンマークの例をじっくり見てやろう。

デンマークのエネルギー計画は、全国の二酸化炭素排出量を 20 パーセント削減しつつ、同時にそれによって儲けを出せるという可能性に賭けている²⁶¹⁸。さらに、たった 10 億ドルの費用、つまり GNP の 0.5 パーセントで、2030 年までに二酸化炭素排出量を最大 65 パーセント削減できるとも考えられている²⁶¹⁹。この結果は、一部は各セクターでどのくらいのエネルギーが節約できるかを評価することで導かれている²⁶²⁰。断熱を改善すれば、必要熱量は 40 パーセント削減できるし²⁶²¹、行動上の変化は最大 10–20 パーセントの節約ができる²⁶²²。新しい電気機器は 70–80 パーセント節約するし²⁶²³、交通輸送セクターは 65 パーセントほど節約できるとか²⁶²⁴。

根本的な問題は、こういう節約の総合コストが計算に含まれていないことだ²⁶²⁵。計画は、こんな大規模なカットが「すさまじい技術的・行動的な努力²⁶²⁶」を必要とすることは、痛いくらい認識しているのだけれど。すでに見たように、家屋の断熱効率が高まると、換気が悪くなったことは、ぜん息やアレルギー件数増加の主な原因だろう。でも新しいもっと気密性の高い家屋の議論は、そういうコストについて考慮していない。同時に、行動変化は個人にそれなりのコストをかける。節約を実現するには「使っていない部屋の温度を下げ、個人の衛生目的のためのお湯を慎重にさまして、節水しながら使うしかない²⁶²⁷」。

新しい電気機器は確かに節電になるけれど「節約の最大部分は、真空断熱やドラム内で真空や超音波を使う新しい洗濯機技術など、新しい節電技術の開発販売を必要とする²⁶²⁸」。そういう新技術のコストは計算に含まれていない。

交通輸送についていえば、燃費がリッター 33 km に達する車が 2000 年頃に市販されると見込まれている。残念ながら、これが実現するには「厳しい規制とガソリン値上げ」

が必要となる。こうしたインセンティブのコストも計算に含まれていないし、燃費向上が馬力を犠牲にするものなら、ドライブの楽しみが限られることのコストも計上されていない²⁶²⁹。計画ではまた、私有車や運搬用車両が未来には電気自動車になり、それが 2030 年までに全輸送の 30 パーセントに達する必要がある²⁶³⁰。それなのに、そういう自動車のコストは含まれていない。「交通輸送セクターの高い投資はこの調査では無視されている²⁶³¹」。また計画は、電気自動車はたぶん補助金を必要とするということも考慮しない²⁶³²。

最後に、このために必要なエネルギー価格倍増からくるコスト²⁶³³、ガソリンのコスト増、エネルギー節約型の耐久消費財購入の必要、および個人の時間支出の増大からくるコストなどの福祉経済的な評価もされていない。議論としては、そういう削減は「デンマーク社会において大きなシフトや構造変化につながり、それを計算に含めるのは困難である。個人の移動手段を、電気自動車がほとんど 0 パーセントという今日の状況から、2030 年に 30 パーセントに変化させることが、社会の各セクターにどう影響するかを予想するのはむずかしい²⁶³⁴」。そりゃ確かに、そういう評価をやるのは難しいというのはその通りだけど、でもそんなのは社会が今後 20 年、50 年、100 年でどうなるかを考える場合のあらゆる意志決定について言えることだろうに。

だから多くの経済学者たちは、こういうコストなしで実現できたり、実施したらかえって儲かるような効率性改善の主張はすごく眉ツバだと考える。その理由の一つは、そういう計算が上で見たように、往々にして大事な支出項目を抜かしているからだ。このため経済学者たちはまた、儲かるような再構成ができるものなら、そんな可能性はすでに採用されていてもいいはずだ、と議論する²⁶³⁵。

典型的な経済学者の表現として「ただ飯なんてものはない (there is no such thing as a free lunch)」というのがある。いずれどこかでコストは発生するんだよ、ということだ。ノードハウスは、この儲かる二酸化炭素排出削減の可能性についてこう表現する：「経済学の言い回しを使うと、この分析によればただ飯があるどころか、どっかのレストランでは食事をするとお金がもらえることになる！」²⁶³⁶

新しい調査では、こういう「後悔なし」の可能性はどうやら通常考えられているよりずっと限られているようだ。どうも、実際には消費を数パーセントほど引き下られるだけで、がんばっても 5 パーセント叩き出すのが精一杯²⁶³⁷。同じように、月々の電気料金の調査によれば、屋根の断熱を高めたところで、本当に儲かるにはほど遠い。まあ経済学者たちが予想した通りだ²⁶³⁸。

だから最適な CO_2 排出削減水準が低いことについての最初の反対論は、かなりあぶなっかしいようだ。

反対論：未来のお値段

第二の反対論は、割引現在価値の使用に関するものだ²⁶³⁹。これは広大で専門的にもややこしい領域だけれど、一言でいえば、未来になってはじめて実現するようなコストや所得を評価するやり方の話だ。ふつうは、経済学者たちはすべての将来コストや将来便益を、ある割引率と称するもので割り引く。発想としては、ぼくが40年後に1,000ドル支払うことになっている場合、その負担は今だとどのくらいの価値になるのか知りたい、ということ。もしぼくがそのお金を年利5パーセントの債券に投資できるんだったら、経済学者にいわせれば、その債務の今の価値は\$142だ。もし今日、\$142分の債券を買って、それが毎年金利5パーセントを稼ぐなら、40年後にはちょうど\$1,000になるからだ（いまの例や今後の例ではインフレは無視する。ちょっと手間をかければ計算に入れられるけれど、論理にはまったく影響しないからだ）²⁶⁴⁰。

こういう考察は絶対に重要きわまりない。地球温暖化がまさに今後何百年もにわたるコストと便益に関するものだからで、問題はぼくたちが「それをどう足し算するか」ということだからだ。地球温暖化のコストと便益の評価はすべて、割引現在価値を使う。そして議論は、この割引率をどのくらいにすべきか、ということだ²⁶⁴¹。割引率が高ければ、かなり将来の金額は今日ほとんど重要性を持たなくなる。もしこの割引率がゼロ（近く）なら、未来のお金も今日と（ほとんど）同じ価値だということだ。多くの環境論者は、金利（割引率）が高いのは道徳的に不届き千万だと論じている。ある環境経済学の教科書は、この信念をかなり強く述べている。「金利が高いということは、我々自身の将来なんか地獄に堕ちると言っているに等しい。子どもたちや孫たちの将来は言うに及ばず²⁶⁴²」

だから、将来の世代だってぼくたちの世代と同じくらいの配慮が与えられるべきだと主張して、割引率はゼロまたはゼロ近くであるべきだと言いたくなるのも、わからないではない。これぞ優しくて倫理的にも公正なやり方に思える。が、この一見するとまともな想定は、気が滅入る異常な結果をもたらす。もし将来世代の福祉が、ぼくたちにとって自分自身の福祉とまったく（またはほとんど）同じ価値を持つなら、ぼくたちは所得のすさまじく多くの部分を未来への投資に使うべきだ、ということになる。だって投資に大して支払われる配当は、未来のほうがずっと大きくなるからだ²⁶⁴³。今\$142使うのと、40年後の子孫に\$1,000残すのと、どちらを選ぶかと言われたら、ぼくは子供たちのほうに軍配を挙げるべきだってことになる。だってかれらはぼくにとって、自分自身と同じくらい重要なんだし、かれらが得るもののほうが、ぼくが得るものよりずっと大きいからだ。割引率がゼロなら、ぼくは今\$999使うより、本気で40年後の子孫に\$1,000残す方を選ぶべきだってことになる。ぼくたち自身がかつかつのギリギリで生きることになって、未来の世代がぼくたちの投資のおかげですさまじく豊かに生きられるようになるからだ（ちなみに、その未来の世代もやっぱり将来のことしか考えずに、かれらの将来世代のためにずっと多くを貯金することになって、その世代も……ということは指摘しようか）。

でも、ここんところで現実がどうしようもなく効いてくる：だって、ぼくたちはそんな

風には行動していないもの。自分の状況と、将来の世代の状況とをはかりにかけたら、ふつうは自分の欲望に重きをおいて、将来は自分で何とかしなさい、とってしまう²⁶⁴⁴。これを道徳的に遺憾だと思う人もいるだろうけれど、それで社会での富の配分方法についての現実的な分析が左右されるようじゃ困るのだ。

現在のほうに高い優先度を与えたがるのは、別に短気だったりエゴ丸出しだからとは限らない。将来の世代のほうが、使えるお金が多いのを知っているからでもある。成長のおかげで、実はぼくたちの方が貧しい世代で、将来世代はぼくたちより豊かになる（図 149にあるように）。2035 年の平均的なアメリカ人は、いまの平均的アメリカ人の二倍も豊かになっているはずだ²⁶⁴⁵。だから社会としては、もっと豊かな後の世代が地球温暖化のコストもたくさん負担してくれると思うのは、そんなに無茶じゃないかもしれない。ぼくたちの社会のお金持ちが高い税金を払うのとまったく同じだ²⁶⁴⁶。

この議論のどっちも、割引率を 4-6 パーセントにするのはたぶん適切だろうということを示している。でもこれは、上の引用が言うように、未来の世代なんか地獄に墮ちると言っていることにはならない。それは実は、ぼくたちが自分の投資をきちんと運用して、将来世代が自分自身で何が欲しいか、そして欲しくないか、を選べるようにしてあげる、ということだ²⁶⁴⁷。もし不自然に低い割引率、たとえば 2 パーセントを選んだら（そうすれば温室効果ガスの削減を増やしても儲かるようになる）、ぼくたちは将来の世代に、たった 2 パーセントの価値しかない投資を残しちゃうことになる。一方、割引率を 5 パーセントに設定すれば、お金は 5 パーセント以上の儲けを出すプロジェクトに使われる²⁶⁴⁸。この 2 つの投資の差は、100 年で 18 倍になる。投資率が大幅に増えない限り、そして経験的に、ぼくたちがそうすべき理由は何もない。これはつまり、2 パーセントの投資はもっと未来のためを思ってやったはずだったのに、結局のところ子供や孫たちに残してやる資源はずっと少ないだろう、ということだ。

最後に、地球温暖化をどうにかしようという議論は、一番被害を受ける発展途上国のためだと称してしばしば正当化されているということは指摘しておくほうがいいだろう²⁶⁴⁹。でもこれは、割引率を低く設定しようという議論と真っ向から衝突する。というのも一般に、発展途上国は驚くほど高い国内金利を持っているからだ。世界銀行による概要調査の推計では、発展途上国の平均収益率は 16 パーセントだとか²⁶⁵⁰。IPCC もその収益率が、最低でも 10-12 パーセントかそれ以上と見積もっている²⁶⁵¹。だから地球温暖化のために投資させられることになる大金は、発展途上国に投資したほうがずっと効率がいい。CO₂ 排出を安定化するコストのたった 1 年分を、発展途上国に投資すれば、60 年で世界の今の総産出の倍以上の金額になる²⁶⁵²。もうすさまじくとてつもない金額だ。

同じように、京都議定書のアメリカにとってのコストだけを見ても、アネックス I 内での取引が許された場合でさえ、全人類にきれいな飲料水と下水処理設備を提供するのに十分すぎる金額だ²⁶⁵³。これは毎年何百万人もの死を防ぎ、5 億人以上が重病になるのを防げる²⁶⁵⁴。これは京都議定書で、2100 年に 0.15°C かそこら気温が下がるよりも、発展途上国にとってはずっと優れた支援になるだろう。

だから最適な削減量がこんなに小さいのが「経済学者どもは未来のことなんか屁とも思っていないからだ」という反対論も、やっぱりまちがっている。適切な割引率は、長期的に社会の資源のずっと優れた活用法となるし、それはぼくたちの子孫にとっても優れている。

反対論：大災厄が怖い

地球温暖化への最適投資に対する最後の反対論は、いずれ大災厄が起こるリスクを引き下げるために、多めに払っておくほうがいいんじゃないか、というものだ。

地球温暖化が気候システムに劇的で予想もつかない変化をもたらす可能性は確かにある²⁶⁵⁵。長いこと、極氷冠が溶けることについての懸念が表明されていたし、特に南極西部氷床 (WAIS) が溶けることについては心配されていた。これが海に滑り落ちたら、海面はすべて 6 メートル上昇するからだ²⁶⁵⁶。不安にかられたメディア報道にも関わらず²⁶⁵⁷、IPCC によれば「南氷洋の氷の範囲について、特にはっきりしたトレンドは (1970 年代以来の) 人工衛星による系統的な計測に現れていない²⁶⁵⁸」。WAIS は何世紀にもわたって後退はしているけれど、これは完新世初期に始まったプロセスで、最後の氷河期からの調整が続いているだけで、地球温暖化とは何の関係もない²⁶⁵⁹。さらに WAIS の破壊は 2001 年 IPCC 報告で検討され「21 世紀中にはまず起こらない²⁶⁶⁰」と考えられている。この千年紀を通じ、WAIS は「氷棚に大きな変化が起こったとしても、今後 1000 年にわたり一年あたり 3 ミリの海面上昇をもたらすにすぎない²⁶⁶¹」。

IPCC の報告書ドラフトを見て、『ニューサイエンティスト』誌はこんなタイトルの記事を載せた：「地図の上から一掃：例の箱船を用意しとこう、海面が上昇するぜ²⁶⁶²」。ここでは、この千年紀で海面は 10 メートル上昇するかもしれないと示唆されていた。その大半の 7 メートルは、グリーンランド氷床の完全な溶解からくるものだった。これは「さまざま面積の土地と多くの大都市を水没させる」のに十分であり、「米国よりも多くの面積と、10 億人以上の人々、そして世界のもっとも肥沃な耕地²⁶⁶³」も消える。「政策立案者向け概要」で、IPCC もまた「氷床モデルの予測では、この地域での温暖化が 3°C 以上になって、それが千年続いたら、グリーンランド氷床は完全に溶けて、結果として海面は 7 メートル上昇する²⁶⁶⁴」と警告していた。

でも問題は、どんなモデルだって千年紀まるごとを通じてずっと温暖化が続くなんてことを予測してるのか、ということだ。IPCC シナリオのほとんどはそんなことはしていないし、すでに見たように、AI みたいなシナリオで再生可能エネルギーが 21 世紀半ばまでに競争力を持つようになれば、22 世紀初期には温度はさっさと下がり始める。2200 年まで見ても、IPCC が参照しているモデルは、グリーンランドでは大した溶解を示していないから、このシナリオはすべてえらく仮想的なものになる²⁶⁶⁵。

もう一つの懸念は、メキシコ湾流を動かす熱塩循環 (THC) が弱まるか完全に止まって、ヨーロッパで温度が数度下がるんじゃないか、というものだ²⁶⁶⁶。ほとんどのモデ

ルでは、THC が多少は弱まることになっていて、これが北西ヨーロッパへの熱輸送を減らすことにはなる²⁶⁶⁷。でも THC が弱まっても、モデルは相変わらず北西ヨーロッパでは差し引きで温暖化が進むことを示している²⁶⁶⁸。IPCC の結論では、「気候モデルを使った現在の予測では、2100 年まで熱塩循環が完全に止まることはない」となっているが、「放射強制力の変化が強く、十分長期にわたって続けば」それが完全に、下手をすると二度と回復しない形で止まるかもしれないと指摘している²⁶⁶⁹。一般に、こうした極端な出来事が起こるリスクを評価するのはきわめてむずかしい²⁶⁷⁰。経済学者シェリングも指摘していることだけれど、ぼくたちはそれが起こったらどうなるかの予測手段を改善するよりも、そんな事象が起こる見込みを考えるほうにもっと注力すべきだというのも、おおむね明らかだろう。というのも、本当に高くつくのはそういう極端なできごとだからだ²⁶⁷¹。それでも、メキシコ湾流の弱体化や消失の結果は深刻ではあるけれど、この世の終わりじゃないということはやっぱり認識しておくべきだ。西欧社会はかなり大きな支出に直面はするけれど、温度と気候はカナダと同じ程度になる「だけ」だ²⁶⁷²。さらに、現在手に入る（がきわめて憶測の多い）証拠から見ると、現在のメキシコ湾流が地球温暖化で弱まった様子はない²⁶⁷³。最後に、最新モデルのいくつかは、TCH 弱体化議論の背後にあるモデルを疑問視している²⁶⁷⁴。

こうした被害からのリスク見積もりは、もちろん RICE/DICE モデルをはじめ各種モデルに含まれている（だからこそヨーロッパはもっと CO₂ 排出を削減したがっているわけだ）。同じように、他のモデルもメキシコ湾流の運命の不確実性を考慮に入れようとしているけれど、これは上の分析の根本的な結果を変えてない。世界 CO₂ 排出の固定は、やっぱりリソースの使い方として貧困だ²⁶⁷⁵。

それでも、潜在的な大災厄についてぼくたちはすごくおびえていて、最適な 11 パーセント以上の削減以上の削減が欲しいと思っているのだ、という議論はできる。つまり追加の保険がほしい、とでも言おうか²⁶⁷⁶。この議論は理屈の上では成り立つけれど、ぼくが見る限り、それと関連して指摘しておくべき重要な点が 2 つある。

まず一つには、部分的な保険（2 パーセントは温度上昇を止めるわけじゃない。それを遅らせるだけだ）に全世界の GDP の 2 パーセント近くを使うなんて話は眉ツバだと思わなきゃいけない。しかも、保険の対象となっているリスクの程度について、ぼくたちはほとんど知らないのだ。もし現在の知識に基づいて、こうした乱雑な危険についてどうしても保険をかけたいなら、他にも投資しておくべき脅威はかなりいろいろあるだろう。たとえば、2 パーセント以上を到来する破壊的な力を持った隕石の監視実現に投資すべきだという議論だってまったく筋が通っているだろう。特にその潜在的にすさまじい恐るべき衝撃を考えれば。それに加えて、メキシコ湾流が止まったときの実際のコストを、ぼくたちはまだ知らないのだ。

さらにもう一つ、この保険の掛け金は、成功の可能性はるかに高い他のプロジェクトに使ったほうがずっと筋が通っているだろう、ということをしかりと認識する必要がある。高収益の重要な投資は、特に発展途上国にはいくらでもある。発展途上国は、初等教

育に投資すれば実質収益率 26 パーセントを実現できることはわかっている²⁶⁷⁷。これとあわせて考えれば、世界の産出の 2 パーセントに等しい金額を、まったく理屈の上だけの、いまだに不確定要素が山ほどある問題に費やすというのは、筋が通っていないように思える。それでも、こうした問題についてはもっと研究して、そこで得られた新しい知識が将来の投資を導くようにすべではある。

だから、地球温暖化への最適投資に対する第三の反対は、成り立つかもしれないけれど、でもやっぱりそんな大金をそんな不確実なものに使うのは筋が通らない。投資先なら、もっと明白で確実に重要なプロジェクトがいくらでもあるんだから。

24.19 まとめ

地球温暖化は、現代の大きな環境上の心配事になった。人類が大気中の CO_2 濃度増大に貢献してきたし、いまもそれを増やし続けているのはまちがいない。でも、未来について最適な選択をしたければ、ヨタ話と現実とを区別しなきゃいけない。過去 1 世紀で、気温は $0.6^\circ C$ 上昇したし (図 135)、この一部が人工の温室効果ガスの影響じゃないということは、あり得ないだろう。ただしこれがそれ以前の数世紀の動きから大幅にずれているという印象は、ほぼ間違いなく誤解のもとだ (図 134)。気候感度の中央値 $1.5 - 4.5^\circ C$ は過去 25 年にわたり変わっていないので、モデルに根本的に不適切な部分があることを示している。この感度がはっきりしないので、 CO_2 が倍増したときの気温上昇が小さめ ($1.5^\circ C$) なのか、劇的 ($4.5^\circ C$) なのかがわからないのだ。IPCC 予測はすべて GCM に基づいているけれど、エアロゾル、水蒸気のフィードバック、雲の表現について大きな問題が残っている。この 3 領域すべての研究で、気候感度はもっと低いんじゃないか、ということが示されている。

IPCC は 40 の新シナリオによって、未来についての予測をはっきりとやめ、かわりに「コンピュータ支援によるお話し²⁶⁷⁸」を与えてくれる。そしてそこでは一番重要な変数の推移をいい加減な事前選択ですませて²⁶⁷⁹、規範的なシナリオを「人々が実現すると望むはずのもの²⁶⁸⁰」として描いたりしている。シナリオの特性の広がり幅は幅広いけれど、A1 グループの 3 シナリオ (A1T、A1B、A1FI) はずっと豊かな世界を確保してくれる点で抜きんでいる。先進産業国では 2100 年の一人あたり所得が、その次のシナリオに比べても 50 パーセント増しになり、途上国の場合にはこれが 75 パーセントだ (図 149)。総追加便益は 107 兆ドル、地球温暖化の総コストの 20 倍以上。ちなみに、ぼくたちが環境に割いている費用は GDP の 1-2 パーセントだ²⁶⁸¹。もしこの高いほうの 2 パーセントを使い続け、さらに GDP もどんどん増大するなら、21 世紀を通じて環境に 18 兆ドルも費やすことになる²⁶⁸²。この観点からすると、A1 シナリオを実現させれば 20 世

紀全体の環境関連支出の 6 倍の額を確保できることになる。ところが A1 のもとでの地球温暖化の影響は、最低 (A1T) から最高 (A1FI) まで様々だ。だから重要な決断は、この 2 つの A1 シナリオの中間のどこかにあるわけだ。

まともな分析から見て、再生可能エネルギー 特に太陽光発電 は 21 世紀半ばまでに化石燃料と肩を並べるか、それに勝るくらいの価格競争力を獲得するし、ここから A1FI はかなりありそうになくて、炭素排出量はずっと低い A1T をたどる見込みのほうはずっと高いことになる。すると温暖化は $2 - 2.5^{\circ}\text{C}$ くらいだ。

地球温暖化は食料生産を減らさない。嵐も増えないし、暴風雨の頻度も増えないし、マラリアの被害も増えないし、死亡者数だって増えない。洪水の犠牲者が増えるかどうかさえはっきりしない。世界がずっと豊かになれば、自衛手段だって増えるからだ。でも、地球温暖化には深刻なコストがついてくる 総コストは 5 兆ドルくらいだろう。さらに、地球温暖化のコストは発展途上国に一番大きくふりかかる。先進国は、 $2 - 3^{\circ}\text{C}$ 以下の温暖化なら、実はメリットが得られるかもしれない²⁶⁸³。途上国が被害を受けるのは、主にかれらが貧乏だからだ そのため、適応余力がない。

直感的には、こんなに高くつく地球温暖化について、何かドラスチックなことをやらなきゃいけないと思ってしまう。でも、経済分析は明らかに CO_2 の排出を派手に削減するほうが、温度増大への適応コストを支払うよりもずっと高くつくことを示している。

経済分析によれば、京都議定書が世界的な排出権取引つきで実施されない限り、つまり発展途上国の参加が確保されない限り、それは実は福祉の純損失を引き起こす。さらに京都議定書が気候に与える影響はほとんどない 2100 年で 0.15°C くらい、つまり気温上昇をたった 6 年ほど遅らせるだけだ。もっと長期で見ると、世界的排出権取引つきの京都議定書は、すでに述べたもっと厳しい最適政策よりも効率が悪いけれど、その最適政策ですら、 CO_2 排出を 11 パーセント削減するだけで、気温上昇の低下もほんのちょっとしか減らない。

一方、京都議定書が世界的な排出権取引なしで導入された場合 それがアネックス I 諸国すべての間で取引を認めたとしても 気候にはほとんど何の影響も与えないか、資源の使い方としては実にまずいものになる。こんな京都合意のコストは、アメリカだけについて見ても、全世界にきれいな飲料水と下水処理設備を提供するよりも高くつく。上下水設備を提供すると、毎年 200 万人の命が救われ、5 億人が重病にならずにすむ。もし京都で排出権取引メカニズムが一切なければ、コストは 1 兆ドル、つまり全世界に上下水設備を入れる費用の 5 倍近くなる。

もし多くの人が提案したように、排出量を 1990 年の水準で抑えようとするなら、社会への純コストは深刻に増大して \$4 兆になる 地球温暖化そのもののコストとほとんど

同じだ。同じように、気温上昇の上限を設けたら、追加で3兆から3兆ドルかかることになる。

これはつまり、ぼくたちが地球温暖化対策で動くとき、とても慎重でなければならないということを強調している。もし世界的な排出権取引を認めなければ、世界は損失を被る。もし11パーセント以上のCO₂削減をやったら、これまた世界は損失を被る。そしてこの結論は、単一のモデル出力からくるものじゃない。ほとんどすべての主要コンピュータモデルは、すさまじく乱雑な帰結まで考慮したとしても「最適な政策が、一番早くても21世紀半ばまで無制限の場合より排出量をほとんど抑えないものだというのは驚くべきことだ²⁶⁸⁴」。同じように、別の調査の結論では「このモデルが簡単だということは認めるが、それでもそのメッセージは、炭素排出が削減されるかどうかはほとんど関係なくて、排出量や濃度を横這いにするような議定書を避けることが重要だ、というものだ²⁶⁸⁵」。最近のレビューによれば、こうしたモデルから真っ先に得られる洞察は「早期の大規模な低減は正当化されないことが実証されているようだ²⁶⁸⁶」というもの。すべての経済モデル作成者の会議からくる中心的な結論は：「現在の評価によれば、『最適な』政策はCO₂削減を比較的穏健な水準にとどめるものだ²⁶⁸⁷」。

24.20 一見したよりいろいろと

地球温暖化は重要だ。その総コストは5兆ドルにもものぼるかもしれない。でも、地球温暖化に対処するためのぼくたちの選択もまた重要ではある。少数の、慎重に選んだ行動は、地球温暖化のお値段から数千億ドルを削ってくれるかもしれないけれど、でも多くの行動は、世界に地球温暖化のコストを何兆ドルも、下手をすると何十兆ドルも上回る負担を課すことになるかもしれない。

ならば、地球温暖化に関する典型的な報道が、CO₂排出で生じるかもしれない悪いことは何もかも教えてくれるのに、そうした排出を規制しすぎることによって血道を上げた場合に生じるかもしれないコストについては、ほとんどあるいはまったく報道しないというのは、不思議なことだと思わないだろうか。そしてこれは、第2章で述べたメディアの悪いニュース偏向だけの問題じゃない。どっちの場合にだって、立派に地獄絵図は描けるのだもの²⁶⁸⁸。つまり、なぜ地球温暖化はオープンな態度で議論されず、子孫たちが代償を支払わされる大きく高価なまちがいを避けるために慎重に調整されることがなくて、敵対する宗教の宣教師たちもかくやと思わせるような熱狂をもって議論されているのだろうか？

これは地球温暖化の議論が、単に人類にとって最適な経済経路を選択するというだけの問題じゃないことを示すものだ。そこにはぼくたちがどんな未来社会を好むかという、もっと深い政治的な根っこがある。

3つの IPCC「政策立案者のための概要」が承認されたとき、それはさらに政府任命の科学者たちによって書き直されている。それまでの IPCC 報告から、一番重要な声明は地球温暖化において人間が悪者だというものになることはよく知られていた。「証拠を総合すると、地球の気候には明らかな人間の影響があることが指摘される²⁶⁸⁹」。結果として、新しい報告をどう書くかについてはかなりの議論が行われた。2000年4月には、この文言はこうなるはずだった：「地球気候には明らかな人間の影響が見られる²⁶⁹⁰」。2000年10月のドラフトでは、「人工の温室効果ガスが過去50年で観測された温暖化に大幅に寄与した見込みが高い²⁶⁹¹」となっていた。でも公式の概要では、この文面はさらに強い口調となっていた：「過去50年で観測された温暖化のほとんどは、温室効果ガスの濃度増加によるものである見込みが高い²⁶⁹²」。この変更を行った科学的な背景について *New Scientist* 誌が尋ねたところ、国連環境計画 (UNEP) のスポークスマンであるティム・ハイラムはとても正直にこう答えた：「別に新しい科学的発見はありませんでしたが、科学者たちは明確で強いメッセージを政策立案者に伝えたいと思ったのです²⁶⁹³」。

同じように、地球温暖化のコストと便益を議論するにあたり、2000年10月のドラフトは(ここでさっき引用した背景文書と整合する形で)「多くの先進国では、世界の平均気温上昇がおよそ 2°C までならば、経済的な純利益が計上されるだろう。気温上昇が $2-3^{\circ}\text{C}$ の範囲なら、先進国への影響はプラスマイナスの混合か、差し引きゼロの影響が見込まれ、温度上昇がそれ以上なら純損失が生じる²⁶⁹⁴」と述べていた。地球温暖化がそこそなら純利益が発生するという声明は、もちろんあちこちで引用されたことだろう。でも、できあがった「概要」の声明は以下のように変わっていた：「気温上昇が摂氏数度の範囲なら、先進国への影響はプラスとマイナスが混じったものになり、温度上昇がそれ以上なら純損失が生じる²⁶⁹⁵」

すでに述べたように、政治的判断から IPCC は地球温暖化の総費用便益を見ないことになり、温室効果ガス排出をもっと削減する方法についてだけ検討することになった²⁶⁹⁶。これはつまり、ぼくたちの政策上の選択が持つコスト評価(下手をすると、余計なコストが何兆ドルもかかる)についての、これまで述べてきたような肝心な議論がもはや IPCC 報告では行われないうことだ²⁶⁹⁷。かわりに主要 IPCC 分析の一部は、気候政策を他のあらゆる政策領域に結びつけはじめた：

将来の排出量は、単に気候政策だけでなく、我々が暮らす「世界」によっても左右されることになる。そちらのほうが重要だろう。技術、投資、貿易、貧困、生物多様性、コミュニティの権利、社会政策や統治など、気候政策とは無関係に思える分野の意志決定も、排出量や、必要とされる削減規模、およびそのコストや便益にとって重要なインパクトを持つ。逆に、暗黙のうちに社会、環境、経済、安全保障

問題を左右する環境政策は、持続可能な世界を作り出すための重要なことなるかもしれない²⁶⁹⁸。

つまり、気候政策は、発展の別の方向性を示すための道具や口実として使われる可能性がある²⁶⁹⁹。でも、「環境希少性という背景を鑑み」、この方向性は環境効率性、産業エコロジー、環境効率の高い消費などに焦点を合わせなくてはならない²⁷⁰⁰。基本的に IPCC は、福祉と生産を切り離す必要があると結論している²⁷⁰¹。それどころか、いろいろなものの性能は、環境のことを考えれば向上を続けるわけにはいかないんだと納得させる必要がある、というのが結論になっている。

たとえば、ますます「交通が高速化するの（効率性向上はさておき）長期的には環境的に持続可能だとは考えにくい²⁷⁰²」。でもそれでもオッケーなのだ、なぜかというところから。「このトレンドが真に生活の質を向上させるかどうかは疑わしい²⁷⁰³」から。かわりに、IPCC は最高速度のもっと低い車や電車を作り、帆船やバイオマス（これは「人類がおもいだせる限り再生可能エネルギーのベースであり続けた」とのこと）や自転車のすばらしさを賞賛しようがす²⁷⁰⁴。同じように、交通輸送の需要を避けるため、地域化した経済を実現すべきだと示唆されている²⁷⁰⁵。

要するに IPCC が提案しているのは　そしておおっぴらに認めているのは　ぼくたちが個人としてのライフスタイルを改めて、消費から遠ざかる必要があるということだ²⁷⁰⁶。資源の共有（たとえば共同所有などを通じて）を重視し、豊かさよりは自由な時間を選び、「消費を抑えて自由を高める²⁷⁰⁷」ことを重視すべきだ。気候変化のためにぼくたちは世界のモデルを作り替え、もっと「適切なライフスタイル²⁷⁰⁸」を見つけなきゃいけない。

問題は「こうした選択肢を市民が受け入れるための条件は、必要とされるほどの大規模な形では存在しない場合が多い²⁷⁰⁹」ことだ。それどころか、「気象変化の重要性と、その是正のための行動の必要性について地元のアクターたちを説得するのは難しい²⁷¹⁰」のだった。IPCC は、ぼくたちがもっと遅い車（あるいは車の廃止）や、自転車はあるけれど国際旅行のない地域化された社会を受け入れたがらないのは、メディアに洗脳されたからだ、とさえ示唆するほどだ。テレビの登場人物たちを自分の生活の参照点にしてしまい、それをもとに自分の価値観やアイデンティティを形成しているのだ、と²⁷¹¹。結果として IPCC は、メディアはもっと持続可能な世界への道を作る手助けだってできる、と述べる。「メディア専門家たちの、温室効果ガス削減のニーズに対する認識を高め、ライフスタイルや志向の形成におけるメディアの役割に関する認識を高めることが、もっと広範な文化的シフトを推奨する有効な方法となるだろう²⁷¹²」。

ぼくたちがもっとモノが欲しいと思うのは、そういうふうな条件付けを受けたからだ、

というわけ²⁷¹³。IPCC が述べるように、ぼくたちはこれ以上の消費なんかいらぬのだ
研究の示すところでは「GNP の水準と生活の質（または満足度）との間には、一定水準を超えてしまえば明確な関係はなくなる²⁷¹⁴」。この議論は、「アメリカでの消費は1957 年以来倍増したけれど、平均的なアメリカ市民は自分の幸福度が下がったと考えていると報告されている²⁷¹⁵」ということを示す調査に基づいている。残念ながら、この調査の参照の仕方はまちがっている²⁷¹⁶、それにこういう調査は時代をまたいで比べるのがえらく難しいのは有名だし²⁷¹⁷、何よりもこの議論は今やまちがっている。1957 年以来で唯一比較できる時系列データを見ると、幸福度は特にはっきりした傾向を持っていないし、1957 年に比べて 1988 年や 1990 年の結果は実は上回っている²⁷¹⁸。さらに、所得と幸福の間のつながりが無いというのはまちがっている。お金持ちになればなるほど、追加の満足は少なくなるかもしれないけれど、でも満足度が増えるにはちがいないのだ²⁷¹⁹。

とはいえ、この説明は明らかに、地球温暖化が単に CO_2 の排出量割り当てとか、温度を測るとか、子孫たちのために一番豊かな社会を残すための道を選ぶという話だけじゃないということを示している。IPCC は、気候に関する配慮は気候政策だけじゃなくて、「開発、平等、持続可能性、持続可能な発展を含む広範な課題」に関わると述べることで論争に加わっている²⁷²⁰。

同じように、環境運動の温室効果ガス削減に対する関心は、地球温暖化という狭い懸念事項をはるかに超えるものだ。これを一番よく表していたのが、1989 年 3 月のある出来事かもしれない。電気化学者 B・スタンリー・ボンズとマーチン・フライシュマンが、室温で核融合を実現させたと発表して世界を震撼させたときのことだ²⁷²¹。ほかの研究者たちが常温核融合を再現しようとして失敗するにつれて、だんだんそれは疑問視されるようになり、いまじゃほとんどの研究者たちは常温核融合を壮大なおとぎ話だと考えて、認めていない²⁷²²。それでも、ごく短い期間とはいえ、常温核融合に手が届くかもしれないと信じることができた。そうすれば、人類は要するに、クリーンで安くて無限のパワーにアクセスできるようになる。

1989 年 4 月に、『ロサンゼルス・タイムズ』紙はトップクラスの環境保護論者たちに、常温核融合についてどう思うかを尋ねた²⁷²³。その技術が仮にクリーンで安かった場合という想定のもとだったのに、ジェレミー・リフキンはそれでもこう答えた。

「地球に起こりうる最悪のことですね」。無尽蔵のパワーは、人類に地球資源を使い果たし、その脆弱なバランスを破壊し、想像を絶する人工・産業廃棄物を作り出す無限の力を与えるだけだ、とかれは論じる²⁷²⁴。

カリフォルニア大学バークレー校の物理学者ジョン・ホールドレンは「クリーンに燃え

て公害を出さない水素ブルドーザーだって、木をなぎたおしたり、農地に住宅開発をしたりできる」と指摘した。

カリフォルニア大学バークレー校の人類学者ローラ・ネーダーはこう語っている：

多くの人は、安くて大量にあるエネルギーは人類にとってよいことだと簡単に想定してしまいがちですが、そんなことを示す証拠はありません。1950年から1970年にかけて、エネルギー利用は倍増しましたが、生活の質を示す指標はすべて下がりました²⁷²⁵。

スタンフォード大学の生物学者ポール・エーリックは慎重だった。安いクリーンなエネルギーは人類にとって大きな後押しとなる可能性はあるけれど、問題は「産業社会はこれまで、パワーを賢く使わず、大規模な公害を引き起こした。まとめとしてエーリックは、常温核融合はクリーンで安価だったとしても、「白痴の子供に機関銃を渡すようなものだ²⁷²⁶」と述べている。

最後に自然システム生物学センターのバリー・コモナーは「核融合パワーは既存のエネルギー源からの関心をそらすものだからゆゆしき存在だ。ソーラーパワーのような安全で実証済みの分散型技術が、すぐそこにあるというのに、証明もされていない危険かもしれないような核融合なんていう技術に飛びつくのは、まるで筋が通らない、とかれは言う²⁷²⁷」。

ほとんど理想的なエネルギー源に対するこうした反対論が何を示しているかと言えば、重要な論点がエネルギーでもないし、エネルギーの経済性についてのものでもない、ということだ。これはまちがいのないことだ。もとの『ロサンゼルス・タイムズ』紙の質問はそもそも「もし仮に常温核融合が安くてきれいなエネルギー源になったら？」というものだったからだ。ところが反対論者たちは、その回答を別の論点から導いている。要するに、批判は別の価値観を示して、資源にあまり依存しない、工業化していない、商業化しておらず、生産志向でない分散型の社会を指さしている。こうした論点はもちろんあってもいいけれど、でも議論の主眼が最早エネルギーとはずれていることは認識しておくべきだ。

というわけで、これが地球温暖化議論が2つの宗教の衝突みたいに聞こえるのはなぜかという答えだ。ぼくが本書で示した議論は、世界の見方の一つだ。それは地球温暖化の基本的な問題に対処しようとして、それに対応するためのできるだけ最高の政策を見極めようとする。でも、その解決策が社会の組成を根本的に変える手助けをするべきだなんてことは要求しない。

もう一つのアプローチは、地球温暖化をほかのもっと広い政策目標の踏み台に使うもので、やり方としてはまったく正当ではあるけれど、正直いってそういう目標をはっきり述

べておくのが筋ってもんだらう。シナリオのモデル作成者たちが、B1 シナリオが「最高」だと述べる時、かれらが本当に述べているのは、豊かさは低いけれど気候変化も少ない社会をかれらが好んでいる、ということだ²⁷²⁸。でも、ぼくはかれらがこの選択をきちんと説明すべきだと思うのだ。だって豊かさの低下は 107 兆ドルで、気候変化のコストは「たった」5 兆ドルなんだから。同じように、B1 シナリオは本当に発展途上国にとってもいいんだらうか？ かれらは個人所得の 75 パーセントを失うことになるんだよ？

IPCC が、ぼくたちは幸福になるのにお金なんか要らないんだよと告げ、地域化した経済を持つ分散型の世界では自転車や帆船で十分じゃないかと言うのは、確かに議論としてはあり得る。でもニュースの見出しに出たのはそういうお話じゃない²⁷²⁹。IPCC はむしろ地球温暖化における人間の悪者ぶりの記述を強化したぞ、ということが見出しになる

「明確で強いメッセージを政策立案者に伝えたいと思った²⁷³⁰」から。そしてこのメッセージがはっきりと伝わったことは、以下の見出しを見てもわかる：「人類みんな有罪！ 地球温暖化は人間のせいだと公式に確認²⁷³¹」

IPCC の多くの科学者たちは、まちがいなくプロフェッショナルで、学問的にも献身的だし明晰だけれど、IPCC は政治の地雷原みたいなところで活動しているし、一見科学的な意志決定についても、それが明らかに報告を歪めるようならば、政治的な責任をとらなきゃいけない。IPCC が実際とはるかにかけ離れた「お話」として提示されたシナリオを使ったとき、多くの極端な想定を使ったことが、なんだかんだ言って政治的な意味合いを持ってしまった。CNN、CBS、『ロサンゼルス・タイムズ』紙、『タイム』誌などの主要メディアでの報道を見てみると、そのすべてが 5.8°C の高い温暖化の数字は使ったのに、低い推計の 1.4°C に言及したものは一つもなかったことがわかっている²⁷³²。

24.21 結論：怪談としっかりした政策

地球温暖化論争からくる大事な教訓は 3 つある。まず、ぼくたちは自分が何について議論しているのか、きちんと認識する必要がある。地球温暖化に一番効率的な形で対応したいのか、それとも地球温暖化を踏み石にして、ほかの政治的プロジェクトを実現したいのか。これを自分自身や他人に対して明確にするまで、論争はずっと泥沼のままだらう。個人的には、思考をはっきりさせるためにはとことん、課題をわけたほうがいいと思う。あらゆる問題を一発で解決しようとしたら、おそらくはあらゆる分野でまずい解決策を実施することになる、というのも大きな理由だ。だからここでは、単に地球温暖化の問題だけに目を向けることにする。

第二に、ものすごい大金をかけて地球の温度上昇をほんのちょっと下げることができたとしても、それが資源の使い方としてまずくて、こうした資金を発展途上国に向けたほう

がずっと有効であるなら、そんなことにお金をかけるべきじゃないということだ。地球温暖化に使う資源と第三世界援助に使う資源との結びつきは、実はずっと深い。なぜかといえばすでに見たように、地球温暖化で圧倒的に大きな被害を受けるのは発展途上国だからだ。だから地球温暖化の緩和に資源を費やすとき、ぼくたちは実はかなりの部分で、発展途上国の将来の人々を助けていることになる²⁷³³。でも、同じお金を直接発展途上国で使えば、ぼくたちは今の途上国住民を助けてあげられるし、かれらを通じてその子孫も助けることになる。第三世界の住民はおそらく将来にはずっとお金持ちになるだろうし、発展途上国への投資収益率が地球温暖化防止に対する投資収益率よりずっと高いことは示したから、問題は要するに次のように集約できる：ぼくたちは、百年後のもっと豊かになった第三世界の住民たちをちょっとだけ助けたいのか、それともいまの第三世界にいる貧しい住民たちをいっぱい助けたいのか？ 問題の規模の感覚をつかむために挙げておくと京都議定書は、おそらく年 1.5 億ドルかそれ以上かかる（図 164）。ユニセフは、年にたった 700–800 億ドルあれば、第三世界の全住民に、健康、教育、上水、下水といった生活の基本を提供できると見積もっている²⁷³⁴。さらにもっと大事な点として、もしこんな大量の投資を現在の発展途上国に集められるなら、かれらは将来の地球温暖化に対応できるだけの、ずっと優れた資源やインフラを手に入れることができるわけだ。

第三に、地球温暖化のコストはものすごいということを認識すべきだ 5 兆ドルくらい。CO₂ 排出削減はすぐにもものすごく高つくようになるし、容易に生産性を引き下げることになるから、ぼくたちはもっとがんばって、長期的に温室効果ガスの排出を軽減する方法を見つけるのに力を注ぐべきだ。これは一部は、もっと太陽光エネルギーや核融合みたいな将来のエネルギー源として見込みあるものを探すのに投資しろ、ということだ。いまのアメリカの再生可能エネルギー研究開発投資はたった 2 億ドルだから、これを大幅に増やせば、21 世紀後半に向けて再生可能エネルギーへの切り替えを実現するための、見込みの高い投資になるんじゃないだろうか。また一部は、ぼくたちはほかの技術的な小技（通称ジオエンジニアリング）も探ってみるべきだということだ。これは海の施肥（海藻が死んで海底に沈むときにもっと炭素を固定するようにするとか）、成層圏に硫黄微粒子を撒いてみるとか（これは地球を冷やす）、化石燃料使用時の CO₂ を捕まえて、それを地層の中に押し込めて保存させるとか、いろんな提案がされている²⁷³⁵。ここでも、このアプローチのどれかが実際に CO₂ 排出（の一部）を減らしたり地球温暖化を止めたりできるなら、世界にとっての価値は莫大だ。

最後に、地球温暖化のコストは世界経済全体との関連で考えてやるべきだろう。もし京都議定書をまづい形で実施したり、排出量の現状維持なんていうもっと厳しい削減をやろうとしたら、お値段は 21 世紀半ばに向けて、毎年世界 GDP の 2 パーセントは軽く超え

るだろう。

さて、世界生産の 2 パーセントというのは、地球温暖化と戦うコストとしては大金だと言えるか？²⁷³⁶ これはすべて、ぼくたちの見方次第だ。ある意味で、世界総生産の 2 パーセントを毎年、というのはもちろんすさまじい大金だ。世界で毎年費やされる軍事費と同じくらいのお金になる²⁷³⁷。

同時に、世界経済は 21 世紀の間ずっと、2-3 パーセント成長を続けると考えられている。だから地球温暖化を永遠に抑える総コストは、成長曲線を 1 年にもならないくらい遅らせるだけで、という議論もできる。言い換えると、本来 2050 年に享受するはずだった繁栄が、2051 年にならないと享受できない、ということだ。そしてそのころには、世界の市民の平均は、いまの二倍も豊かになっている。

これは別に、5 兆ドルとか 10 兆ドルという数字が大したことないと言いたいわけじゃない。正反対だ。それでもぼくは、お金はなるべく賢明に使うべきだと信じている。でも、このコストでみんな貧乏農場送り、というほどのものじゃない。地球温暖化はこの意味で、やっぱり限られた、なんとかなる問題なのだ。

図 165 は各種の政策を将来の全消費に対して適用する場合の総コストを示している。地球温暖化はぼくたちの総消費の約 0.5 パーセントのコストがかかる。 CO_2 排出の現状維持ですら、地球温暖化に対して最適な解決策を選択するのに比べれば、ぼくたちの富の全体の「たった」0.4 パーセントのコストがかかる。

この将来の全消費を見ると、地球温暖化というのは世界が直面している問題として、最重要にはほど遠い代物でしかないということが改めてわかる。大事なのは、発展途上国を豊かにして、先進国の市民たちにはさらに機会をたくさん与えることだ。図 166 では、IPCC の主要シナリオ 4 つについて、21 世紀全体の総所得を示してある。もしグローバルな形で経済発展に専念した世界を選べば、総所得は 900 億ドルくらいになる。でも、環境にばかりかまける道を選べば、グローバル化は進めた場合ですら人類は 107 兆ドル、つまり潜在所得総計の 12 パーセントを失う。さらに、21 世紀の問題を解決するのにもっと地域重視のアプローチを選んだら、\$140-274 兆、つまり潜在所得の 1/4 以上を失うことになる。さらにこの損失は、ほとんどが発展途上国にしわ寄せが行くことになる。A1 から B1 に切り替えると、発展途上国は総所得の 1/4 を失う²⁷³⁹。

これまた、5 兆ドルという地球温暖化のコストと、21 世紀を通じたその他の環境政策コスト総額 18 兆ドルという費用とを考える必要がある。これが示しているのは、もしこの地球を先進国・途上国の両方で、子孫たちにとって最大限の可能性を持った惑星として遺してやりたいのであれば、もっぱら経済に専念して、世界的な文脈で問題解決を図ることが重要であって IPCC 的な言い方をすると、地域的な形で環境にばかりかまけるべ

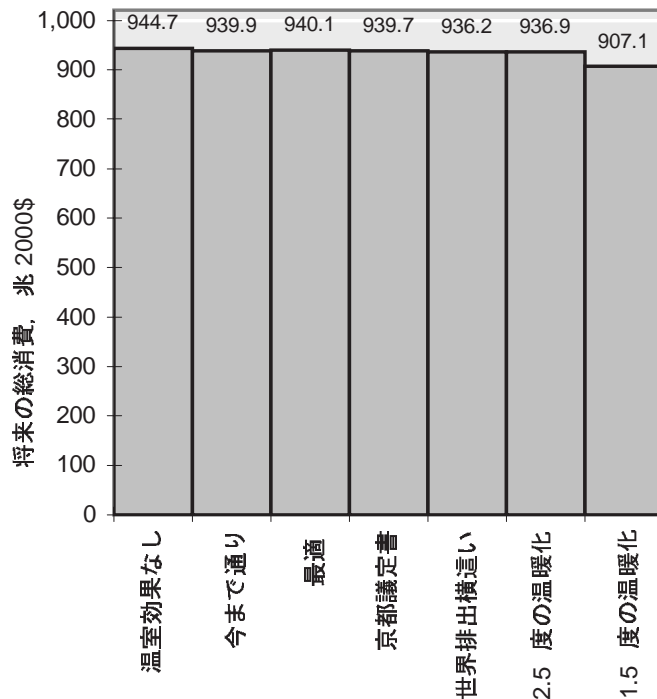


図 165: 将来の総消費 (1 兆 2000 米ドル単位)、現状のまま、シナリオ 5 種類、地球温暖化がなかった場合の価値。出所: Nordhaus and Boyer 2000a:7:26, 8:28, BEA 2001b-c.

きじゃないってことだ。基本的に、これは経済成長、特に第三世界の経済成長を確保することに焦点をあわせて、同時にグローバル経済を確保することだ。これはどっちも、世界が世界貿易機構 (WTO) の枠組みによって自分に課している課題だ。ここで成功すれば、ぼくたちは世界の所得を \$107-274 兆も増やせる。一方、ぼくたちが最も効率のいい地球温暖化政策を実現したとしても、世界の富はたった \$0.245 兆しか増えない (図 164)。平たく言えば、ぼくたちや子どもたちの未来にとって大事なことは、ほとんどが IPCC の枠組みなんかではなく、WTO の枠組みによって決まってくるのだ。

とはいえ、ぼくたちは実際こんなに豊かなんだし、地球温暖化に対して部分的に保険料を払って (GDP の 2-4 パーセント)、同時に発展途上国も助けてあげられるだけのお金 (これまた GDP 2 パーセント) はある、と主張したくなる向きもあるだろう。そうしたところで、成長が 2-3 年遅れるだけなんだから、と。そして、確かにその通りではある。ぼくとしては、こんなかなりどうでもいいような保険に 2-4 パーセントも保険料を払うことに意味があるとは思えない。ぼくたちも子孫たちも、同じ投資をどこかよそに向けた方がずっと大きなメリットを得られるんだから。でも、ぼくたちにそれができるだけの豊かさがある、というのは事実だ。

そしてこれが、本書の主要論点の一つになる。

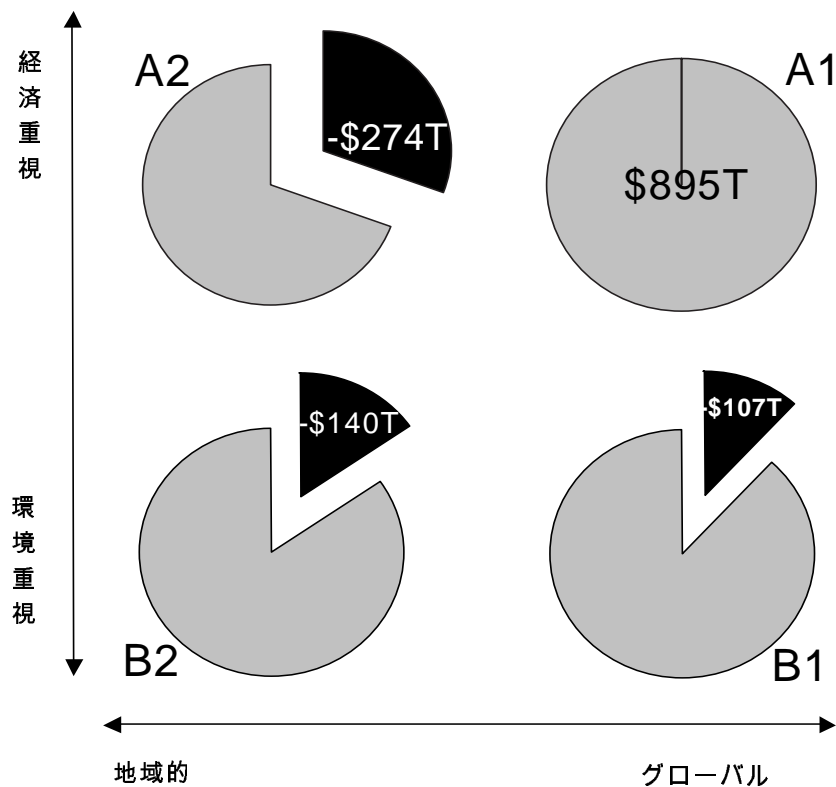


図 166: IPCC の 4 主要シナリオを、グローバル・地域的軸と、経済重視・環境重視軸とともに表示。2100-2100 年の総所得の価値は、A1 (グローバルで経済重視のシナリオ) では 895 兆ドルと推計される²⁷³⁸。グローバルな枠組みで環境を重視するコストは \$107 兆 (B1) で、経済重視だが地域ごとに考える場合は \$274 兆 (A2)、をして環境重視で地域化する場合のコストは \$140 兆 (B2) となる。ちなみに地球温暖化の総コストは 4.8 兆ドル、つまり A1 シナリオの 0.5 パーセントだ。すべての金額は 2000 年米ドル。出所: IPCC 2000b, BEA 2001b-c.

第 VI 部

世界の本当の状態

第 25 章

窮地なの、進歩なの？

本書を通じ、ぼくは一貫して事実をすべて提示して、世界の本当の状態についておおざっぱな感覚を提供しようとしてきた。そしてそれを、しつこく唱え続けられる定番話からくるぼくたちの目下の理解と比較対比させようとしてきた。このまとめの章では、ぼくたちの歪んだ世界観の問題点と、その帰結をまとめてみたい。でも一方では、人類として残された大きな課題だとぼくが考えるものについて、もっと自由に指摘させてもらおう。

グローバルな水準では、飢餓と貧困について大きな問題が残っているというのは明らかだと思う。ずっと多くの人々を食べさせ、しかもその量や質もこれまでになく高め、これまでにないほど多数の人を貧困から引っ張り上げたとはいえ、そしてこの嬉しいトレンドは当分続きそうだとはいえ、まだ飢えた人は 8 億人、貧困者も 12 億人ほどこの世には残っている。発展途上国の環境の質について、長期的な改善を確保するには、成長を確保してこうした人々を飢餓と貧困から引っ張り出すことが何より重要だ。歴史的経験から見て、ぼくたちが環境問題について考え、心配し、対処するには、十分に豊かにならないとダメだからだ。

先進国について言えば、全体としては大きな進歩をとげてきたし、環境問題でもかなりの進歩が見られた。こうしたありがたい展開は、これ以上環境のために何もしなくていいということにはならない。それどころか、多くの領域で長期にわたり、きちんとした環境管理にもっと投資するのが賢明だろう。大気汚染の議論が指摘したように、微粒子による公害はたぶん 1500 年代以来最低の水準だろうけれど、排出物をさらに引き下げるのはリソースの使い道として賢いだろう。でも、一層優れた環境への投資は、もっとよい世界のために投資する数ある方法の一つでしかなくて、環境だって教育の向上やヘルスケアの増加、インフラ改善や第三世界の改善と比較したうえで優先順位を決めるべきだ、ということとは認識しなきゃいけない。

ここでも重要な点は変わっていない。もし未来のために最善の決定をしたいなら、優先順位づけはおびえに基づくのではなく、事実に基づかないとダメだ。だからぼくたちは、

自分のおびえと対決しなきゃいけない。つまり定番話を問い直す必要があるのだ。

25.1 定番話という壮大な寓話

ぼくたちは長いこと定番話を聞かされてきた。滅びの日は近い、というわけだ。レスター・ブラウンをはじめ、環境組織や評論家や政治家たちの大群が、来るべき大災厄について警告してくれている。このメッセージはすさまじい社会的・政治的インパクトを持っていた。前副大統領アル・ゴア『地球の掟』はこの気分の見事な例だ。この本の結論の冒頭にはあっさりこう書いてある：「いまのような形で組織されている現代の工業文明は、地球の生態系と激しく衝突している²⁷⁴⁰」

そしてこれだけじゃない、とゴアは強く主張する。確かに、世界の熱帯雨林の衰退や、肥沃な農地の衰退、オゾン層の破壊や気象バランスの破壊はひどいものだけけれど、でもゴアはこうした災害が「今後繰り返しわれわれを襲う、ますます深刻な生態的カタストロフの絶え間ない継続のごく発端でしかない²⁷⁴¹」と本気でぼくたちに説明している。

同時にかれは、損失は環境だけでなくぼくたちの内部でも生じていると強く主張している。ぼくたちは地球との自然な交流を失い、自分自身の存在にとって異質な者になっちゃったのだ。「幸福と快適さの追求が最重要視され」、ぼくたちは「果てしないぴかぴかの新製品を次々に消費」することにばかりかまけるようになってしまった²⁷⁴²。ぼくたちは「プラスチックの造花や人工芝、エアコンに蛍光灯、はめ殺しの窓に絶え間ないBGM、(中略)眠たい心をカフェインやアルコールやドラッグや幻影で奮い立たせるような、偽りの世界」を作り上げてしまった。ぼくたちは「本当の人生の直接体験」を忘れてしまった²⁷⁴³。ぼくたちの文明は、世界を破壊したばかりか、自分自身をも破壊してしまった。これぞまさに「機能障害の文明²⁷⁴⁴」だ。

そしてこのため、ゴアはこの文明こそが新しい敵だと考える。ちょうどナチスドイツや共産主義的な全体主義がかつての世代にとっての敵だったように。「わたしがナチスや共産主義の全体主義に対する戦いにしばしば言及したのは、別にたとえ話のためだけではない。わたしは環境を救おうとして台頭しつつある努力が、こうした闘争の継続だと信じているのだ²⁷⁴⁵」。そしてだからこそ「われわれは環境の救済を、文明の中核的な組織原理にしなくてはならないのだ²⁷⁴⁶」。

25.2 本当の世界の状態

でもこのビジョンとその政治的な帰結は、定番話の神話の上に築かれている。「機能障害の文明」や「本当の人生の直接体験」喪失についてのゴアの定番話は、おっかないほど

過去を理想化しているし、世界の発展途上国に対する目を覆うばかりの傲慢さをあらわにしている。

事実は、ぼくたちが見てきたように、この文明は過去 400 年で、素晴らしい継続的な進歩をもたらしてくれた。人類が地球上に暮らしていた二百万年のほとんどの期間、人類の寿命は 20-30 年くらいだった。過去一世紀の間に、ぼくたちは寿命を二倍以上に増やし、67 年にした。

乳児はもはや八エみたいに死んだりしない　いまや死ぬ子は二人に一人ではなく、20 人に一人だけだし、死亡率は今なお下がり続けている。ぼくたちはもうほとんど慢性的に病気だったりしないし、吐息も腐った歯のせいで臭かったりしないし、化膿性の潰瘍、湿疹、疥癬、膿の流れるただれなんかもない。食糧も昔よりずっとある　しかも地球は昔よりずっとたくさんの人を擁しているのに。第三世界の平均的な住民は、いまや 38 パーセントも多くのカロリーを摂取している。飢えている人の割合は、35 パーセントから 18 パーセントへと劇的に減って、2010 年にはこの率がさらに下がって 12 パーセントになるだろう。その頃には、ぼくたちはさらに 30 億人以上の人々にまともな食事を与えていることになる。

ぼくたちは人間の繁栄において、前例のない成長を経験してきた。過去 40 年の間に、みんな　先進国だろうと途上国だろうと　三倍以上豊かになった。もっと長い目でみると、この成長はまったく圧倒的だ。アメリカ人たちは過去 200 年で 36 倍も豊かになった。

ずっと多くの生活施設にアクセスできるようにもなった。これはきれいな飲料水から電話やコンピュータや自動車まで様々だ。人類の教育もよくなった。第三世界では、非識字率は 75 パーセントから 20 パーセント以下に下がり、また先進国でも途上国でも、教育水準はとてつもなく上がった　発展途上国の大学教育は、30 年でほとんど 400 パーセントも増加した。

余暇時間も増え、安全も高まり、事故も減り、教育も高まり、利便設備も増え、所得も上がり、飢えた人も減り、食糧は増え、健康で長生きできるようになった。これは人類の素晴らしい物語だし、こんな文明を「機能不全」呼ばわりするのは、はっきりいって不道徳だ。発展途上国では、まだ基本的な必需品が得られない人はいるし、かれらにとって成長と発展は、プラスチックの造花だの電子レンジ食品だの、アルコールやドラッグだののどうでもいい体験じゃない。それはまともな生活を送る機会だし、選択の可能性を手に入れ、とにかく腹を満たすという心配以上のところへ到達できる機会を与えてくれるものだ。

工業国にとって、成長と進歩はずっとよい生活を与えてくれたので、ぼくたちはやっ

と、人生を最大限に生きるにはどうしたらいいかを考えるだけの時間とリソースを手に入れることができた。皮肉なことに、アル・ゴアがこの社会をこきおろすのも、成長のおかげでぼくたち（そして当のアル・ゴア）が肉体的な限界から解放され、選択の可能性を与えてもらったからこそ可能になったことだ。その選択で、今日の社会に背を向ける道を選んだとしても。

もしゴアがぼくたちに、ショッピングを減らしてもっと生を謳歌したほうが幸せじゃないか（ショッピングセンターに行くより友だちを訪ねたり、自然の中でハイキングをしたり、絵を描いてみたり等）と考えてみようと言いたいだけなら、そういうコメントは当然よくわかるし、まともな提言として役にもたつだろう。でもゴアははるか先までいって、ぼくたちの生活が人工的なインチキだと述べ、ぼくたちの文明と、親の世代が、ぼくたちを無理矢理この機能障害の生活へと洗脳してしまい、いまやぼくたちは自分を取り巻く監獄の壁も見えなくなっているのだ、と言い出す²⁷⁴⁷。ぼくたちは知らず知らずのうちに抑圧されているのだ、と。こういう傲慢きわまる態度は、ぼくたちの民主的な自由を否定し、ぼくたちが他人と衝突するようなものでない限り、自分の人生の送り方を自分で決めてよいという基本的な権利を否定しかねないものだ。

でもアル・ゴアとレスター・ブラウンの両方にとって、この議論はずっと根が深い。というのめかれらの批判を本当に正当化しているのは、ぼくたちが昔よりうまくやっているということじゃなくて、ぼくたちがうまくやっているのは、ますます地球の生態系を犠牲にしているからだ、という主張だからだ。だからこそ現実にぼくたちは、地球の限界との狂った衝突をやめさせなきゃならない、というわけ。

こうしてアル・ゴアは、現代社会を経験しつつ、その破壊の萌芽を見たという文化的悲観論者の長い一覧に名を連ねることになる²⁷⁴⁸。フランケンシュタインからジュラシック・パークまで、ぼくたちの技術的有能さはぼくたちの期待はるかに凌駕して手に負えなくなり、おかげでコントロールの効かない世界が創られてしまったと考えられている。

皮肉なことに、アル・ゴアはこの機能障害を逃れる道は「真実の厳しい光²⁷⁴⁹」に頼ることだ、と信じている。そしてぼくたちが本書を通じて一貫して見てきたように、真実の光は確かに厳しい面を持っている。特に定番話の中核神話に対しては。

というのも食糧生産はこれからも、もっとたくさんの人に、もっと多くのもっと安い食糧を与え続けるからだ。森林はなくならない。エネルギーも原材料も、水も不足しない。先進国の都市の大気汚染は改善され、これが途上国でも実現されると考えるべき理由は十分にある。海は汚染されず、川はきれいになってもっとたくさんの生命体を養えるようになり、メキシコ湾など沿岸水域では栄養素の流入が増大したけれど、これは大きな問題じゃない。実は一般には便益のほうがコストを上回る。廃棄物も特に大問題ってわけ

じゃない。アメリカのゴミは 21 世紀を通じて、一辺 $29km$ 以下の正方形の埋め立て地におさめられる　オクラホマ州ウッドワード郡のたった 26 パーセントだ。

酸性雨で森林が死に絶えたりはしなかったし、多くの人が主張するほど生物種は絶滅していない。今後 50 年で生物種が半減なんて言われたけれど、実際の数字は 0.7 パーセント減くらいですみそうだ。オゾン層の問題もおおむね片が付いた。現在の地球温暖化の進展見通しは、何か大災厄を示唆するものじゃない　むしろ、ぼくたちのエネルギー消費が 21 世紀末のかなり手前で再生可能エネルギー源に大きくシフトすると考えていいだろう。実は、真の災厄はむしろ、高いコストをかけて今の炭素排出を削減しようとして、発展途上国を助けるのをやめたり、非化石燃料の研究をやめたりして、リソースを愚かに使うことで生じる可能性が高い。そして最後に、化学物質に対する心配や農薬へのおびえは無根拠で非生産的だ。まず農薬をなくすと資源の無駄になるし、ガンはかえって増えるだろう。さらにガンの主要因は化学物質じゃなくてぼくたち自身の生活習慣だからだ。

定番話は神話に基づいている。でもこうした神話の多くは、良心的で心優しい人たちが広げているものだったりする。さらにこうした神話が実は「ますます深刻な生態的カタストロフの絶え間ない継続のごく発端でしかない」と信じるのを選ぶこともできる。でも、これが純粋に思いこみでしかない指摘するのは大事だ。今後現れてきそうな重大な問題は、他に特に思い当たらない。

ブラウンやゴアが述べ立てる「機能障害の文明」という批判は、単にカルヴァン主義的な罪悪感の表現でしかないという印象は、なかなか避けがたい²⁷⁵¹。あまりに成功しすぎたから、本気で多少恥じ入ってしまうというわけだ。ぼくたちは本当に、地球温暖化は当然の報いだと思っているのかもしれない。

でもこんな結論を出す必要はまったくない。恥ずかしがって自分を罰する必要なんかない。人類のくびきをこんなにたくさん振り払い、繁栄という面で素晴らしい進歩を可能にしたことを、喜ぶべきだ。そして事実をちゃんと見よう　全体として、この進歩が続かないと予想すべき理由はないんだ。

これが世界の本当の状態だ。

25.3 それなのにもっと心配するぼくたち

もちろんこれは、何もかもバラ色ぜんぜんオッケーで、問題が何一つなしくてことじゃない。人類はまだ山ほど取り組むべき課題を持っている。今も将来も。事態はいまはマシにはなったけれど、十分にはよくない。

とはいえ、本当の世界の状態をこうして見せられると、これまでの実績を考えれば、人類の創造性と集合的な努力を持ってすれば、そういう問題だって対処できるし解決策だっ

てありそうだ、ということに気がつく。結果としてぼくたちは、残った問題に対して自信を持って工夫をしつつ、もっとよい世界を築こうとすることができる。

そしてはっきり言って、ぼくたちは地球に残された真の課題を十分に理解している。飢えている人が 8 億人いる。飢えている人の数は減ってきたし、特に 1950 年以降にはその減り方もずいぶん加速したけれど、でも 8 億はまだまだ多すぎる。さらに貧乏な人も 12 億人いる。貧困者の比率は 1950 年以来急速に下がってきたけれど、これまたまだまだあまりに多すぎる。

こういう課題を優先順位のとっぺんに据えるべきだ。そしてそのためには、先進国は発展途上国の構造改革を助け、かれらを民主主義と法のルールにコミットするようにさせる一方で、GNP の 0.7 パーセントを ODA で出すという国連声明を守るようにしよう。今のところこれを満たしているのは、デンマークとノルウェー、オランダとスウェーデンだけなんだよ²⁷⁵²。一方でこれは、発展途上国をグローバル経済に参加させてあげて、かれらがまさに競争優位を持っている分野で競争させてあげるということだ。これはぼくたちが輸入制限をやめて、自国の農業や繊維といった労働集約的な製品への補助金をカットすべきだということだ。この二つの領域は、先進国がいちばん保護をかけている部分だからだ。

西側世界についても、課題はわかっている。多くの人が未だに大気汚染のために無用の死をとげている。大気汚染は過去 30 年で大幅に減ったけれど、まだ高すぎる。特に微粒子については、だから便益がコストを上回るどころではきびしい公害規制をかけることが、いまなお目標として必要だ。あと、みんな禁煙して、高脂肪食品を避け、もっと運動しなきゃダメだ。さらに社会としてぼくたちは、たくさんの社会や教育上の改善を実現すべきだ。でもこういう領域は残念ながら、殺虫剤や酸素欠乏、地球温暖化、森林、風力発電、生物多様性等々といった分野に注力するのに比べると、あまりかっこよくない。後者のほうは、だれか他の人のせいでできるからだ。

ブラウンやゴアや、環境に配慮するエリート層すべての繰り出す定番話の一番深刻な結果は、それが残った問題を解決する能力に対する自信を失わせる、ということだ。追いつめられた感じがして、いつも決死の覚悟で行動する必要があるような印象を与える。そしてこれはつまり、しばしば感情的な山勘による賢明でない意志決定をやらかすようになる、ということだ。定番話が現代人を冒し、それはぼくたちに直接影響する。定番話はぼくたちをおびえさせるのだ。

社会学者アーロン・ワイルダブスキーはこのパラドックスについて考察している。「なんと驚くべきことだろう！ 最も豊かで、長寿で、よく守られ、最も有能な文明が、自分自身の技術について最高度の洞察も持っているのに、いちばんおびえた文明にならんと

しているとは！²⁷⁵³」

このおびえがよくわかるのは、人々がインタビューを受けたときだ。みんな怖がっている。未来を怖がっている。『未来の健康』調査で、人々は10年前と今とで環境問題がどれだけ自分の健康に影響していると思っているか、そして環境問題が25年後に自分の子どもたちにどれだけ影響すると思うかを尋ねられている。図167を見るとわかるように、回答者たちは圧倒的に怖がっている。回答者たちは、環境問題は過去より将来のほうがずっと健康に影響するものと一貫して思いこんでいる。これは少なくとも先進国に関する限り驚異的なことだ。環境関連のガンの半数以上を引き起こしている大気汚染が、すさまじく改善されてきたことをぼくたちは事実として知っている²⁷⁵⁴。でもみんないまだに、それがどんどんひどくなっていると信じ込んでいる。

この感覚は、大部分が例の定番話によって引き起こされている。環境がひどい状態だという情報が絶え間なく流されているせいだ。でも、客観的な数字が正反対のことを示しているのに、どうして事態が悪化しているなんて信じ込めるのか？ この一見するとパラドックスに見えるものは、しばしば以下のような表現で説明される繁栄の結果らしい：「食べ物がなければ問題は一つ。食べ物が足りれば他の問題がたくさん²⁷⁵⁵」。ぼくたちはいまや、いろんな意味であまりに豊かになりすぎたので、その他のつまらない問題山ほどについて心配するだけの暇ができたってことだ。

一部の社会学者はこれを、現代社会が組織的に目に見えないリスク（たとえば農薬や放射能）を作り出し始めたことの表現だとして見ている。つまり専門家しか判断がつかないようなリスクだ²⁷⁵⁶。でもこの議論は見当ちがいに思える。過去の時代にだって、人間社会は大量の目に見えないリスクを作っていた。結核、ペスト、天然痘は裸眼じゃ見えないし、手当たり次第に攻撃するように思える。こうしたリスクは、ずっと短い期待寿命からもわかるように、ずっと大きなものだった²⁷⁵⁷。もっとありそうな説明は、ぼくたちの社会はリスクについてずっと多くの情報を作り出し始めたから性質が変わったのだ、というものだ²⁷⁵⁸。

これは導入部で述べた論点でもある。ぼくたちのおびえはかなりの部分が、科学者や組織やメディアによってますます悲観的な情報を与えられていることからきている。ぼくたちは、そんなことまで心配しなきゃいけないのか、というようなことまで意識させられてしまっている。

かつてないほどの研究が行われている。その結果として一つ明らかなのは、ますます因果関係が見つかるようになるということだ。こうした関係の多くはきわめて微少なものだ。そしてこうした研究の多くは統計的なものだから、その一部は後でまちがっていることが証明されるだろう。これは別にいけないことじゃない。科学ってのはそういうふうに

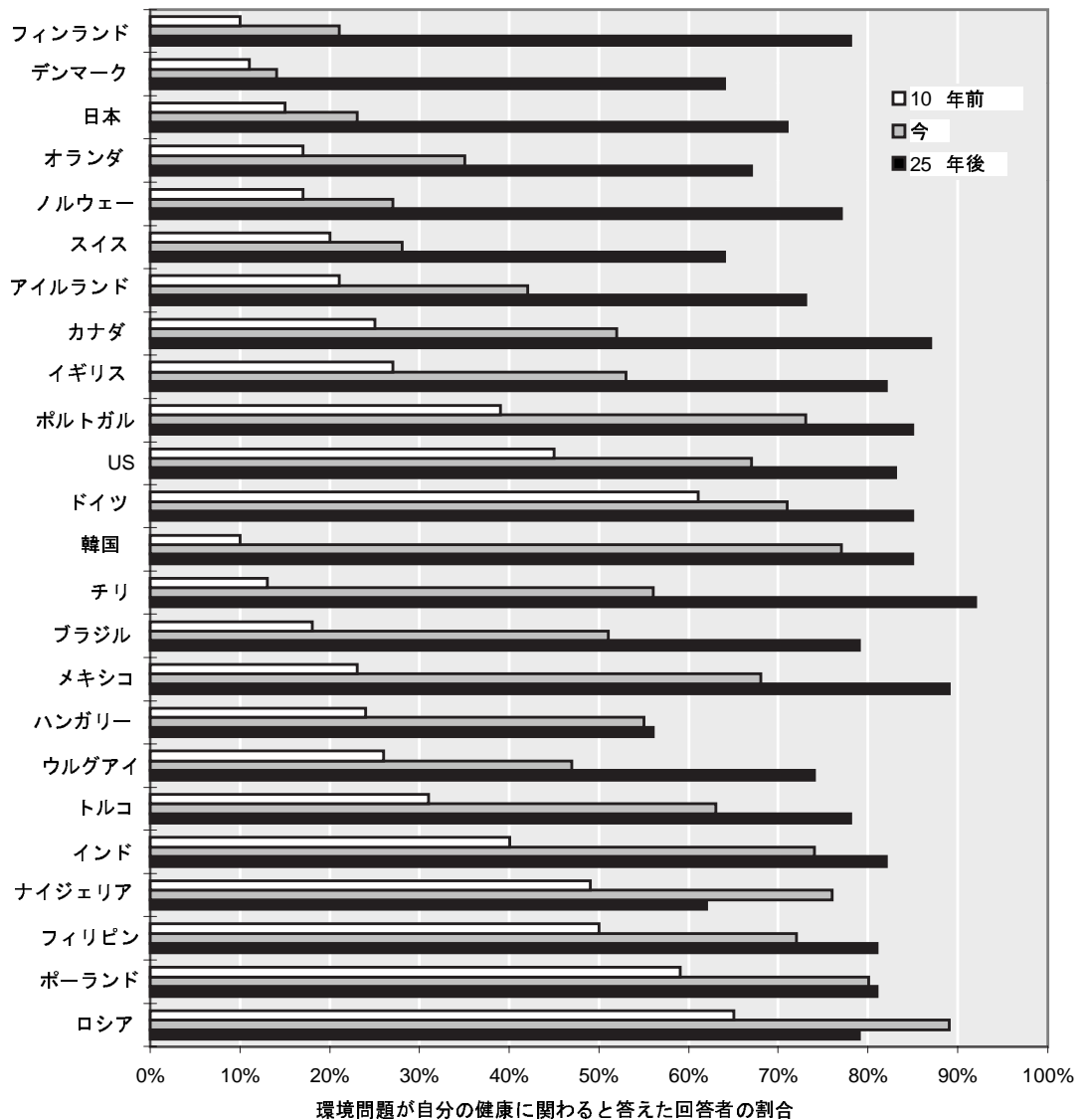


図 167: 10 年前、現在、25 年後に、環境問題が自分たちの健康に「かなり影響する」「ある程度影響する」と答えた回答者の比率²⁷⁵⁰。出所: Dunlap et al. 1993:14.

進むものだから。でもこれは、必ずしも関係がなかったり、時には正しくさえないような情報がますますアクセスしやすくなる、ということでもある。ぼくたちは、医薬品分野の状況や、何がからだによくて何が悪い、という絶え間ない情報爆撃で、こういう傾向にはすっかりお馴染みだ。ある時は塩は健康によかったかと思うと、次の瞬間には塩は健康に悪い。エストロゲンは、いまは乳ガンの原因だったかと思うと、次の瞬間はちがう。

同時に、各種組織やメディアは関心と市場のパイを取り合う中で、ますます自分の立場を際立たせるニーズが高まっている。環境組織たちは環境のために戦い、そして導入部で指摘したように、当然ながらある特定の形で世界像を描き出したいという利害を持ってい

る。環境はひどい状態で悪化する一方だという世界像だ。環境をひどく思わせれば思わせるほど、病院や子供の保育施設なんかよりも環境にお金を使いましょうとぼくたちを説得するのは簡単になる。こういう組織は、アマゾンの森林消滅がいつ加速したかは喜んで教えてくれるけれど、それが減速したときのことは話してくれない²⁷⁵⁹。

メディアはおもしろくてセンセーショナルなニュースを探しているけれど、しばしばマイナス面にばかり着目してぼくたちにもっと心配事を与えてくれる結果となる。豊作だと、価格が下がって農民が苦しむ、という話を聴かされる。でも不作だと、値段が上がって消費者が苦しむ、という話になる。1992年2月に、NASAはアメリカ上空でオゾン層に穴が開くかもしれないと予測したら、このニュースは『タイム』誌の表紙を飾った。2ヶ月後にNASAがその話を取り消したら、これは誌内のたった4行²⁷⁶⁰。ずいぶん注意深い読者でもない限り、どちらの場合にも読者は、世界の状態は悪化したという印象を受けることになる。

25.4 優先順位の設定とリスク

定番話で作られたおびえは、各種組織やメディアによって上手に伝えられて、そのメディアや団体もまた（各種の理由で）科学の多くの成果を選択的に使ってぼくたちの懸念を裏付けてくれる。このおびえは実に決定的だ。だってそれは、ぼくたちの理性的な判断を麻痺させちゃうからだ。だから、ぼくたちが数々のちがった重要な課題を優先付けできる能力を回復することが重要だ。

ぼくたちみんな、環境のことは気にかけている。図168を見ると、1970年の第一回アースデーの頃に環境意識に火がついて（残念ながら、1973年以前の世論調査データは実に乏しい）、17パーセントのアメリカ人がこれを最大級の問題の一つとしてあげた。でもそれ以来、環境が何にも増して重要な問題だったことは実はない。一番重要な問題は、経済とか、雇用とか、財政赤字、犯罪、ドラッグ、ヘルスケアだったりする見込みが高い今日ですら、環境問題は「最重要課題」の世論調査で2パーセント以上に上がることは滅多にない²⁷⁶²。

でも環境については基本的にみんな好意的で、アメリカ人の50パーセントは自分を環境保護主義者だと述べている²⁷⁶³。実はレーガン時代には、環境についてあまりに配慮がないという信念が高まり、同時に経済成長より環境保護を優先するという意志も高まった。1990年代には、その支持がちょっと下がったようだけれど、環境政策を強化することに対する支持は基本的に変わらなかった。

あらゆる自由民主主義社会で、有権者たちはますます公共サービスに対する期待を増やし、高めるようになってきたので、公共予算に対する締め付けは西側世界のほとんどで強

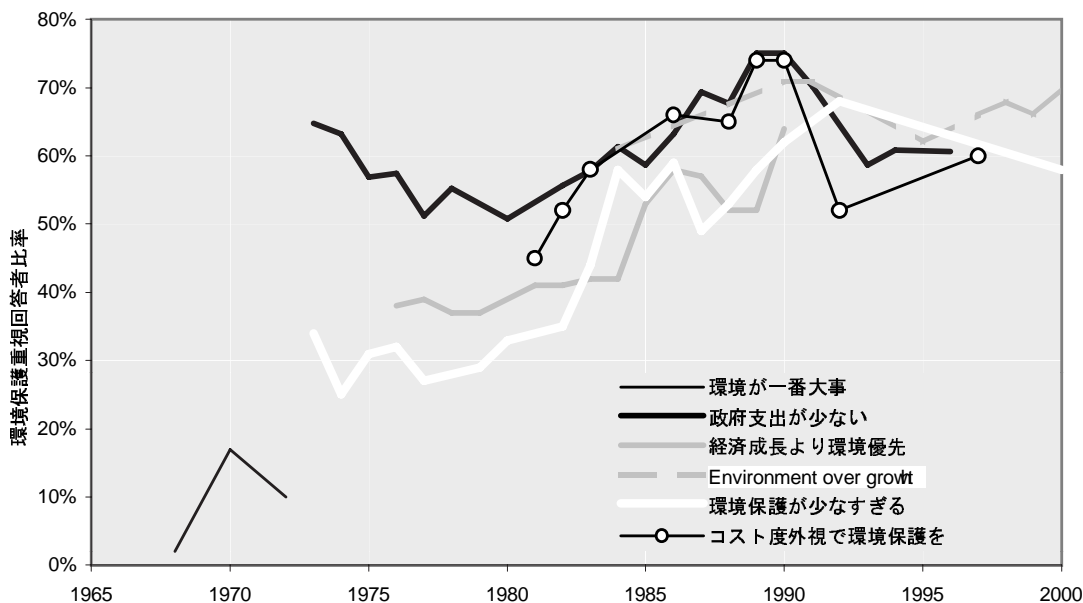


図 168: 環境の重要性についての世論トレンド、1968–2001²⁷⁶¹。出所: Dunlap 1991b:291,294,300, 1991a:13, GSS 2000, Gallup 2000a, Saad & Dunlap 2000, Dunlap & Saad 2001, Anon. 1997b.

まっている。大事なねらいの多く、それも環境だけじゃなく、健康や教育、インフラや介護といった問題が、ますますぼくたちの時間や関心や、何にもましてお金を要求するようになってきている。アメリカの環境支出は 1962 年以來 7 倍増している（図 169）。たった 3 倍にしかっていない GDP の成長を遙かに上回る増加ぶりだ。1999 年には、環境関連の支出は 2,270 億ドル、つまり GDP の 2.4 パーセントほど。さらに、優れた意義深い環境プロジェクトが将来たくさん出てこなくなると考えるべき理由はない²⁷⁶⁵。だから、それぞれ有意義な各種のねらいの間に優先順位をつけることが、ぼくたちにとってますます大事になってくる。「はじめに」で使った小話を使うなら、ぼくたちはお皿が十分にきれいになるまで洗うにとどめ、それがすでに 99.9999 パーセントきれいになっていたら、もう洗い続けたりしないよう学ぶ必要がある。

この優先順位づけの問題はもちろん、図 168 でも目立つ。ここではアメリカ人の 50–60 パーセントが以下のコメントに賛同すると表明している：「環境保護はきわめて重要であり、規制や要求水準は高すぎるということはありません、環境改善はコストを度外視して続けられるべきだ²⁷⁶⁶」。こうした理解は、最低でも 2 つの点で困ったものだ。まず、これは環境問題の中で優先順位をつけられなくしてしまう。一番大事なものを先にやることができなくなるわけだ。なぜかということこれは、あらゆる環境問題が何にも勝る重要性を持つ、と主張しているに等しいからだ。二番目に、これは環境問題と社会のその他の重要な分野との間で優先順位をつけにくくする。だってこれは、すべての環境問題が絶対的に最

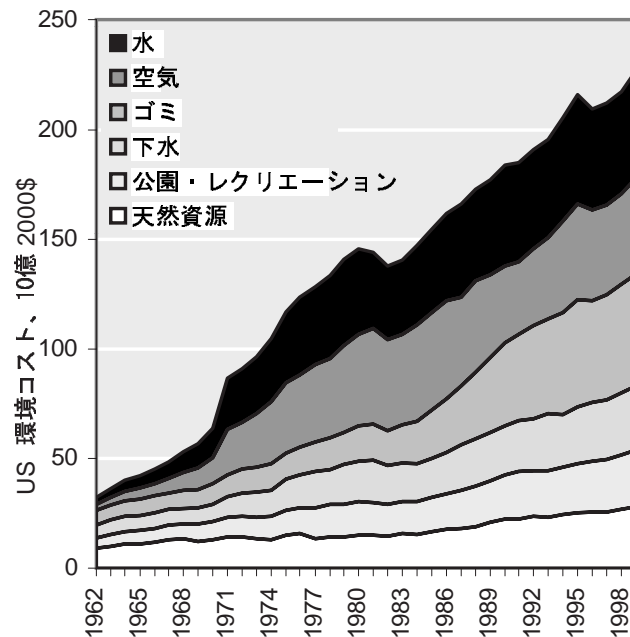


図 169: アメリカの環境支出、1962–99, 2000 年ドル換算。全コストが含まれているわけではなく、一部の年の値は推定²⁷⁶⁴。出所: CEQ 1997:249–50, EPA 2000a:013.txt, USBC 1999d, OMB 2000b: Table 3.2, BEA 2001b–c.

大の優先順位を持つと主張しているわけだから。

こうした優先順位付けを嫌う主張は、重大な結果をもたらす。もちろん実際の生活では、有権者の一般意見 50–60 パーセントは、環境予算は 100 パーセントで残りの分野はゼロ、という話にはならない。でもあまりに多くの有権者が「環境のためにはなんでもやるべきだ」と主張したために、各種の大事な環境プロジェクトの中でどれを選ぼうかという問題を、一番声のかい人物や団体に任せっきりにしちゃっている。現実には、優先順位付けが嫌いだと述べたからといって、優先順位をつけずにすむわけじゃない。ダメな優先順位づけしかできなくなるだけだ。こういうのに対し、もし社会にとって一番いい解決策がほしいなら、優先順位づけに正面から取り組まなきゃだめだ、と主張してみよう。最近出た本のタイトルを借りるなら、ぼくたちはまさに「ひどいところから手をつける²⁷⁶⁷」を实践すべきだ。

ではこれから死亡リスクをじっくり見てやろう。別にほかに大事な指標（病気にかかるリスクや生態系へのリスク）がないってことじゃない。でもまず死亡リスクは本当に大事で、個々の有権者に関する限り、ほかの問題より圧倒的に重視されるということがある。それにもう一つ、死亡リスクは多くの環境規制において、一般に焦点となっているからだ。

まずは、公害が人間の生命にとってどれだけ重要かを考える必要がある。図 170 に示したのは、リスク因子トップ 10 による死亡者の割合だ。このリスクの分布が、問題に所在

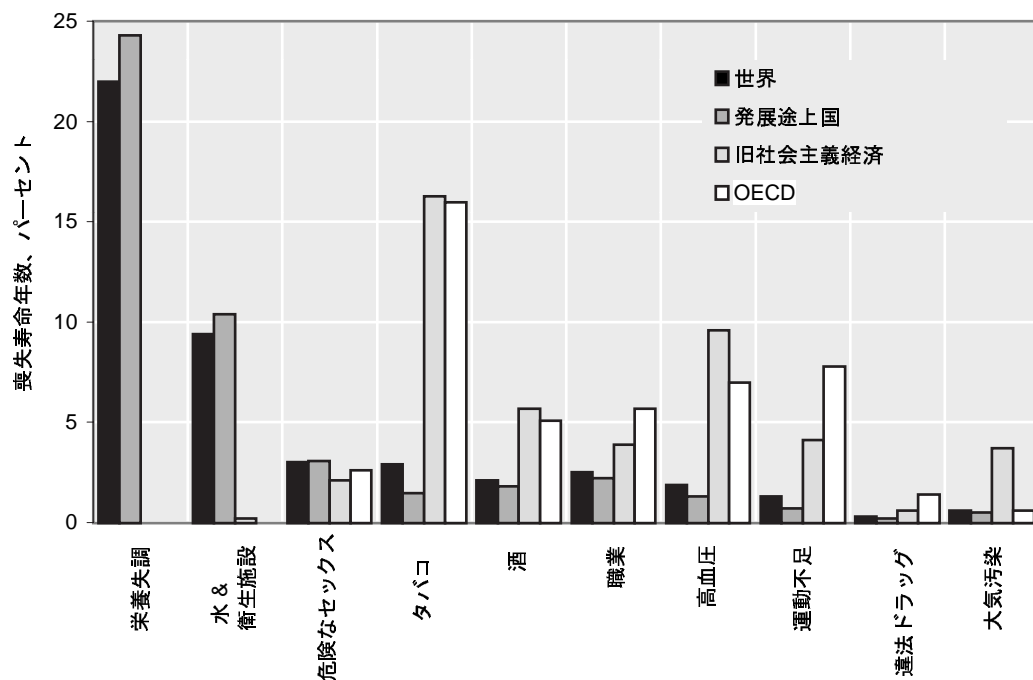


図 170: WHO による主要リスク要因 10 種類による喪失寿命年 (YLL) の分布推計、全世界、発展途上国、旧欧州社会主義国 (含むロシア)、OECD²⁷⁶⁸。ここに挙げたものを合計しても 46 パーセント程度にしかならないのは、個別要因からくる死もあるため。出所: Murray and Lopez 1996a:311-15。

についてぼくたちが持っている先入観とどれだけ一致しているか、きちんと重みづけする必要がある。こうした図は、ぼくたちの政治的なねらいや注力分野を反映しているだろうか？

図 170でわかるのは、発展途上国での喪失寿命年数 (YLL) の圧倒的 대부분は飢餓や、きれいな飲料水や下水施設へのアクセス不足や、不衛生によって生じているということだ。これは第 II 部で見た通り。こうした問題は先進国では実質的に消滅した。もちろんぼくたちはいずれ死ななきゃならないので、かわりに無数のリスクに直面することになる。ぼくたちが失っている寿命は主にタバコやアルコール、ドラッグ摂取、運動不足、高血圧や仕事で直面するリスク (たとえば事故やアスベスト) などからきている。ちなみに OECD 内では、運動不足は高血圧なんかより多くの寿命年数喪失につながっていることに注目。危険なセックスというのは、HIV や B 型肝炎感染と同時に、感染症を原因とする一群の子宮頸ガン、あとは望まない妊娠や中絶からくる死亡も含んでいる。

大気汚染は、確かに旧社会主義経済諸国では大きな健康問題だ。これらの国では、何十年もの非効率的な生産や公害規制の不在が未だにツケを残している。でも、危険なセックスや非合法ドラッグのリスクをのぞけば、ここですら 3.5 パーセント YLL という公害リ

スクは工業世界のリスクの中で最低のものだ。そして OECD の世界を見ると、大気汚染からくる 0.6 パーセントの環境リスクは、各種の OECD リスクの中でも圧倒的に最低のものだということはすぐにわかる。OECD の場合、大気汚染は全体としての喪失寿命年数の中で、実にわずかな割合を占めるものでしかない。この結果は、化学物質や農薬についての章で見たドールとペトの発見とも対応するものだ。あそこでも、公害はガンの 2 パーセントほどを起すものでしかなかった。ここでもまた、全体としての喪失寿命年数のうち、公害のせいにはできるのはほんのごくわずかだけだ。その数字がたった 0.6 パーセントだからといって、公害をあっさり無視していいとか、政治的な行動もなくていい、ということにはならないけれど、公害についてどのくらい心配すべきかという目安にはなるだろう。

リスクをなんでもかんでも消し去りたがる傾向は明らかにある。天然資源防護審議会のアル・マイヤーホフは、農薬がガンを起すすと主張した。だから「食料供給から農薬を排除しなければならない²⁷⁶⁹」。リスクがあるならそれを排除しろ、という理屈らしい。これはもちろん、気持ちは実によくわかるのだけれど、まるっきり非現実的な態度だ。あらゆるリスクを排除するなんて無理だ²⁷⁷⁰。そしてずっと大事なこと：一つのリスクを排除したら、他のリスクがいくつか代わりに浮上するだけなのだ。農薬の議論でも見たけれど、農薬を排除したら、当然ながら飲料水に農薬が混じることは（しばらくすれば）なくなる。でも同時に、農業生産が低下して、果物や野菜の値段が上がり、結果としてガンの発生率はあがる。農薬廃止の直接的な都合のいい結果だけを見せて、二次的で非常に大きな欠点について考えないと、判断を下すための基盤は実に乏しくなるのだ。

あらゆる決定は、実はいろんなリスクのトレードオフなんだ、という発想に慣れなきゃいけない。塩素殺菌の水とそうでない水とのどちらかを選ぶとき、それは塩素でガンになるというわずかな確率と、塩素消毒されない水で広まる数多くの病気との間で選択をしている²⁷⁷¹。頭痛がするのでアスピリンを飲めば、それは胃壁の炎症と、長期の使用では潰瘍のリスクすら冒している²⁷⁷²。要するに、確実な頭痛と、胃の不具合の可能性とをてんびんにかけているわけだ。パン屋に行けば、それはペーストリーを得るのに、（すさまじく小さい）パン屋への行き帰りで交通事故にあって死ぬリスクを支払っていることになる。そしてそのペーストリーを食べたら、それはつまり循環系の病気にかかるよりも、自分の甘いもの好きを優先させたことになる。

こういうリスクすべてを終わらせたいと願う誘惑は強い。お金が十分あれば、みんなに塩素殺菌なしの純水を供給できるだろうし、アスピリンの副作用がない IBU プロフェンも提供できるだろう。もっと安全な道路を造って、心臓手術の待ち時間も短縮できる。でもここでの大事なことは「お金が十分あれば」というやつだ。だって、決して十分なお

金なんか手に入らないもの。お金は腰骨手術やロータリー、公共図書館や海外開発援助 (ODA) にも使わなきゃいけない。まともな価値ある目的は、文字通り果てしない。だからぼくたちはどうしても選択しなきゃいけない。

25.5 リスクの重みづけ

優先順位づけが難しいのは、ぼくたちに 2 つのクセがあって、それが相互に補いあっていいるからだ。心理的に、ぼくたちは大きなリスクを過小評価して、小さなリスクを過大評価するクセがある²⁷⁷³。同時にメディアは、日常的なリスクよりも劇的なリスクに注目しがちだ。このふたつがあわさると、危険なカクテルとなる。

みんなの関心を集めるといふまさにそのために、メディアは死亡統計から見て期待されるよりもずっと過大に、とつぜんの事故や悲劇を報道する。科学者のコームスとスロヴィックは、新聞が報道する各種の死因と実際の統計上の死亡率とを比較調査した。ほとんど相関はなかった²⁷⁷⁴。殺人にあう人よりもふつうの病気で死ぬ人のほうが何千倍も多いのに、殺人のほうが病死よりも三倍も紙面を飾る²⁷⁷⁵。飛行機事故による死亡は、喫煙による死亡に比べて 12,000 倍も過剰に報道されている²⁷⁷⁶。

メディアは実際のリスクについての情報をほとんど教えてくれない。アメリカの新聞 26 紙の調査で、科学者たちは各紙に環境リスクについての最高の記事を送ってくれと頼んだ。戻ってきた記事の 68 パーセントは、リスクについての情報が皆無だった²⁷⁷⁷。つまり新聞やテレビは、各種現象の危険度についての情報を、その報道頻度という間接的な形でのみ報道するわけだ。これはつまり、ぼくたちはしょっちゅう読むリスクについては過大評価して、メディアが見過ごすリスクについては過小評価するということだ²⁷⁷⁸。

同時に、見慣れたリスクは過小評価して、小さくても劇的なリスクは過大評価するという、よく知られたクセがある²⁷⁷⁹。どうやら一般に、多くの人は自分が喫煙による肺ガンや心臓麻痺といった大きなリスクには遭わないのだ、と信じ込んでいる²⁷⁸⁰。センセーショナルなことにばかり集中するメディアと組合わさると、これはつまりぼくたちが、事故や殺人やボツリヌス菌食中毒や竜巻といったドラマチックな死因を過大評価して、糖尿病やぜん息といった「退屈な問題」を過小評価する、ということだ²⁷⁸¹。

最後に、ぼくたちはきわめて小さなリスクの扱いがすごく下手だ。困ったことに、すごく小さなリスクのことを考えるだけで、それはずっと大きなものとして認識されるようになるらしい。まさに、ぼくたちがそれを考えることにしたというだけで²⁷⁸²。ほとんどの読者は、飛行機に乗っているときの気分を体験済みだろう。「いまの音、なんだろう？」と思ったとたん、そう考えたということ自体がリスクをずっと大きくして、頭の中には煙の充満したコクピットで苦闘するパイロットの姿が浮かぶ、という具合。

表 8: 死亡リスクを 0.000001 だけ増やす各種行動と、その場合の死因。出所: Wilson 1979:45.

死亡リスクを 100 万分の 1 上げる行動	死因
ワイン 0.5 リットル飲む	肝硬変
ニューヨークかボストンで 2 日暮らす	大気汚染
自転車で 16km 走る	事故
自動車で 480km 走る	事故
ジェット機で 1,600km 飛ぶ	事故
ジェット機で 10,000km 飛ぶ	宇宙線によるガン
平均的な石造・れんが造の建物で 2 ヶ月暮らす	自然放射能によるガン
よい病院でレントゲンを 1 回撮影	X 線によるガン
喫煙者と 2 ヶ月暮らす	ガン、心臓疾患
ダイエットソーダの 350ml 缶を 30 缶飲む	サッカリンによるガン
原子力発電所の 30km 以内で 150 年暮らす	放射能によるガン
炭火焼きのステーキを 100 枚食べる	ベンゾピレンによるガン
ニューヨークからの休暇で 2 ヶ月をデンバーで過ごす	宇宙線によるガン
ピーナツバターをスプーン 40 杯食べる	アフロトキシン B による肝臓ガン
マイアミの水道水を 1 年飲み続ける	塩素によるガン
タバコ 1.4 本吸う	ガン、心臓疾患
炭坑で 3 時間過ごす	事故

だから心理的に、ぼくたちは小さなリスクを、考えるに足るほどに過大評価することで扱うか、それとも過小評価して無視してしまうことで扱うかのどちらかだ、ということだ。これは、たとえば化学物質との関連で問題を引き起こす。安全性基準は、1:100 万、つまり百万人の人がそれにさらされ続けたら、一生のうちに一人がそれで死ぬ水準という、魔法のように小さいところに設定されているからだ²⁷⁸³。

1:100 万なんてリスクをどう扱えばいいんだろうか。答えは、無視するか、それにこだわって心理的にずっとでかくするかのどっちかだ。どっちのやり方もダメだ。優先順位をつけたければ、晒されているリスクをまともに判断しなきゃいけない。表 8 は、障害リスクを 100 万分の 1 だけ上げる各種の行動を示している。

たとえばメディアと各種団体がやたらに農薬にこだわると、みんながそれについて考えはじめて、それを心理的にその分だけ過大に評価するのは当然だ。でも飲料水中の農薬がもたらすリスクは、たぶん 1:100 万よりかなり低い²⁷⁸⁴。EU 規制値の農薬を含む水を一生ずっと飲み続けても、タバコを 1.4 本吸ったり、自転車で 16km 走ったり、れんが造の

建物に 2 ヶ月住んだり、ワイン 0.5 リットル飲んだりするのと、しかもたった一回だ
同じ死亡リスクにしかならない。もし農薬の水準がこの水準値以下なら、農薬なんて
本当にそんなに問題なのか？

多くの人は、優先順位づけにおいて考えるべきなのはリスクだけじゃないと論じるだろ
う。そのリスクが自発的に受け入れたものか、断りなしに投げかけられたリスクかとい
うことも重要だと述べるだろう²⁷⁸⁵。調査によれば、人は自由意志でやる限り、1,000 倍も
高いリスクですら平気で受け入れることが多いとか²⁷⁸⁶。すぐにわかる例としては、スカ
イダイビングや、ゲレンデ外のスキーにでかけたりする人が、はるかにリスクの小さい農
薬や合成保存料のずっと小さなリスクについて心配するケースがある²⁷⁸⁷。後者は避けが
たいもので、したがって非自発的だというわけだ。確かに、非自発的なリスクは個人が最
適な選択を行うのを不可能にしてしまう。おそらくスカイダイビングをする人は、自由落
下のスリルのほうが、自由落下がそのまま地面までずっと続くリスクを上回るものだと
思っているわけだ。でも他の人は、高度 3,000 メートルの飛行機から飛び出すなんて、考
えただけでも震え上がるだろう。だから、みんなにスカイダイビングを強制するような社
会は、一部の人を喜ばせるかもしれないけれど、多くの人を心胆寒からしめるであらう。

でも、ぼくたちが自発的と称するリスクの多くは、実は自発的じゃないし、その逆も言
えることに注意。自動車を運転するのはかなり危険だけれど（323 ページの表 5 を参照）、
そのリスクについてあまり心配されないのは、それが自発的だからだ、と説明されること
が多い²⁷⁸⁸。でも多くの人にとって、自動車で移動するのは自発的な選択じゃない。通勤
したり買い物にでかけたりするために仕方ないことだ。さらに、多くの最も重要な自動車
リスクは明らかに自発的なものじゃない。明らかな例は飲酒運転者で、自分以外にも大
量の人を殺す。あるいは高速道路の設計は、自動車事故のリスクに強い明確な影響を与
えている²⁷⁸⁹。

同じように、都市部の大気汚染は非自発的なリスクだとされる。ぼくたちは呼吸をやめ
るわけにはいかないからだ。でももちろん、都市内で暮らす（あるいは郊外に移住しな
い）という選択は、各種パラメータの総合的なトレードオフの結果だ。公害の低い地域
の家は値段も高いのがふつうだから、ぼくたちは大きな家に住むか、きれいな空気を吸
うかというトレードオフをしているわけだ。アメリカでは貧困者や黒人のほうが、有害物質
処分場などの環境危険物の近くに住む確率が高いというよく聞かれる主張でもこれは明ら
かだ²⁷⁹⁰。この結びつきは事実だけれど、これはむしろ貧困の問題だ。貧困者や黒人た
ちは、環境的なハンデを負わされているだけでなく、高い犯罪率や高騒音、低インフラなど
の地域に住む見込みが高いからだ。

したがって以下では、自発的・非自発的なリスクの両方について、いろんな領域での各

種の組み合わせについて検討して、環境リスクにばかり専念しているために、他のもっと大きなリスクがしばしば無視されることになってるのだ、ということを実証する²⁷⁹¹。

25.6 定番話のコスト

ハーバード大学リスク分析センターは、アメリカで人命を救うための公共政策（介入と呼ばれる）について、経済分析が公開されているものに関する最大級の調査を行った²⁷⁹²。まとめると、587の介入が分析された。きわめて詳細な評価プロセスを経て、11人中少なくとも2人の研究者は、コスト評価と救われた寿命年数を計算して、数字を比較できるようにした。コストはすべて社会全体についてのもので、分配上の影響の可能性についてはまったく考慮されていない。

調査対象の領域は、社会のヘルスケア、住宅、交通、職業、そして環境上の側面だ。ねらいは人命を救うにあたっての個別領域の効率性を比べることだった。含まれているのが、人命を救うことを主要な目標として掲げた政策だけだ、ということは重要な点として指摘しておこう。だから、人命を救うことを意図しない、または大目標としない多くの環境上の介入は、ここでは検討されていない。人命を救うのが主目的だった環境的介入だけ（たとえば有毒物質規制）を、他の領域での人命を助ける介入と比べて見ている。だから、すべての介入は似たようなねらいを持っていて、比較可能となる。

結果は、各種の介入で効率性にすさまじい差があるということだった。これは表9を見ればわかる。一部の政策はコストゼロか、むしろお金の節約になる。たとえば黒人女性に、妊娠中は禁煙するように指導するなどだ。これは出生児の合併症を減らす。社会全体のコスト節約は約7,200万ドルになる²⁷⁹³。年に182,000ドルかければ、黒人の新生児を鎌形血球症のスクリーニングにかけて、769寿命年を救える。1寿命年あたりたった236ドルだ²⁷⁹⁴。心臓移植に2億5300万ドルかければ、1,600寿命年が救える。1寿命年あたり158,000ドルかかる勘定だ。通学用スクールバスすべてにシートベルトを装備すると、5,300万ドルほどかかるけれど、でもこれは年に子供一人以下しか救えないので、コストは1寿命年あたり280万ドルだ。一次リン処理工場（掘り出したリン鉱石を他の用途にまわす前の処理段階）での放射性物質排出を規制すると280万ドルかかるけれど、でも最大でも10年に一人救うかどうかだ。だから寿命年あたりの推定コストは920万ドルとなる。

1寿命年を救うのにいくらかけるべきかという決定は、もちろん政治的なものだし、当然ながら物差しをもっと高度にしたり（子供の寿命年は多め/少な目に見るとか）、いくつかの数字にケチをつけたりすることもできる（この値段は倍だとか半分だとか）。でもここでのポイントは、各種領域での典型的な値段を見ることだ。これが図171だ。ここで

表 9: いくつかの介入について人命救済のコスト効率、1993 年ドル換算。出所:
Tengs et al. 1995.

介入	寿命年あたりコスト
家庭に煙探知機を義務づける連邦法	< 0ドル
家庭に火災探知機設置	< 0ドル
0-6歳児向け寝間着に防災規制	< 0ドル
有鉛ガソリンの鉛量をガロンあたり1.1g から0.1gに削減	< 0ドル
子ども向け水疱瘡、おたふく風邪、風疹予防接種	< 0ドル
残留燃料脱硫設備の義務づけによるSO ₂ 規制	< 0ドル
シートベルト着用義務づけ	69ドル
黒人新生児向け鎌形血球症スクリーニング	240ドル
ハイリスク人口へのインフルエンザ接種	570ドル
50歳以上女性向けの乳房レントゲン	810ドル
65歳以上人口に対する肺炎ワクチン	2,000ドル
30-39歳女性の結腸ガン検診を3年ごとから2年ごとに短縮	2,300ドル
飲料水の塩素殺菌	3,100ドル
高リスク時間・カ所における交通規制プログラム	5,200ドル
一日一箱以上の喫煙者に対する節煙指導	9,800ドル
35--49歳女性向けの年次乳房レントゲンと乳房診断	10,000ドル
末期心臓病の50歳人口に対する心臓移植	10,000ドル
献血者のHIVスクリーニング	14,000ドル
30歳以上男性の食生活コレステロール低下	19,000ドル
基本的な運転技術向上	20,000ドル
ブレーキブロックのアスベスト使用禁止	29,000ドル
飛行機の洗面所に煙探知機	30,000ドル
35歳男性に定期的な余暇の運動(ジョギングなど)	38,000ドル
子供使用困難なライター	42,000ドル
鉄道・高速道路交差点での踏切警報と遮断機	45,000ドル
車の子供使用困難化	73,000ドル
歩行者・自転車視認度向上プログラム	73,000ドル
ゴム・タイヤ産業でのベンゼン曝露基準を10ppm から1ppmに	76,000ドル
時速55マイルの速度制限を、州・地方レベルから全国レベルの規制に	89,000ドル
55--64歳女性に年次乳房レントゲン	110,000ドル
自動車に手動式シートベルトだけでなくエアバッグ装着	120,000ドル
ドライバー向けファーストエイド訓練	180,000ドル
自動車のフロントブレーキをドラムからディスク式に	24,000ドル
スクールバスの客席シートベルト	2,800,000ドル
パルプのダイオキシン排出基準を5 lb/乾燥空気重量に	4,500,000ドル
1次リン工場での放射性物質排出制限	9,200,000ドル
地震危険地帯で建築物強化	18,000,000ドル
ガラス工場からの砒素排出規制	51,000,000ドル
原子力発電所からの放射能排出規準	180,000,000ドル
ゴムタイヤ製造構造でのベンゼン排出規制	20,000,000,000ドル

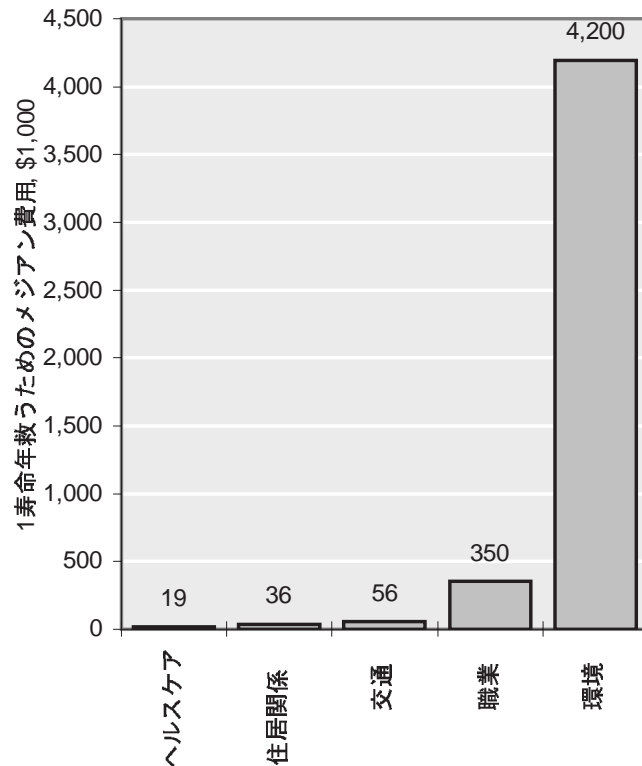


図 171: 社会の各種領域で 1 寿命年を救うためのメジアンコスト²⁷⁹⁵、1993 年ドル換算。各領域ごとの介入数は 310, 30, 87, 36, 124 件。出所: Tengs et al. 1995:371.

かなりはっきりしているのは、典型的な介入で得られる追加の寿命年のお値段には、えらく差があるということだ。健康サービス系は、19,000 ドル程度とかなり安上がりなのに、対し、環境分野は 420 万ドルと突出している。

同じように、寿命年を救える各種政府機関のコストを見てやってもいい。これが図 172だ。同じく、ここでも環境保護局 (EPA) が驚異的に高いことがわかる。

ここでのお値段は典型的な値 (メジアン値) でしかないけれど、最後に薬物規制と毒物規制のコスト分布をそれぞれ見てやることもできる。これが図 173だ。ここでは、どっちの分野でも、社会経済的に無料かほとんど無料の分野があることがわかる。でも健康セクターのほうが無料の介入はずっと多い。でも、健康セクターは 20,000 ドル以下のカテゴリーのプロジェクトが多いのに、ほとんどの環境毒物規制スキームは寿命年あたり 100 万ドル以上かかるものがほとんどだ。したがって、環境保護局 (EPA) 分野の平均 760 万ドルというずいぶん高いお値段は、有毒物規制を通じて人命を救う手段のコストとしてかなり妥当なわけだ。

この会計手段の長所は、アメリカで人命を救おうとする公共の仕事が全体としてどのくらい有効かを見ることができる、という点だ。592,000 寿命年程度を救う、年間 214 億ド

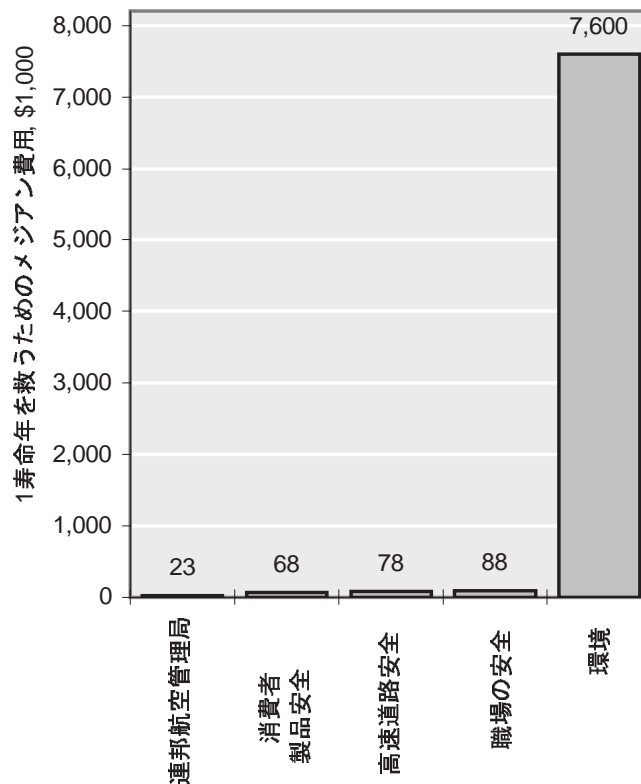


図 172: 社会の各種政府領域で 1 寿命年を救うためのメジアンコスト、1993 年ドル換算。機関はそれぞれ連邦航空規制局、消費者保護安全評議会、全米高速道路交通安全局、職業安全健康局、環境保護局。各領域ごとの介入数は 4, 11, 31, 16, 89 件。出所: Tengs et al. 1995:371.

ルにのぼる年間支出を要する 185 のプログラムについては、実際のコストについての情報がある。でもこのデータの分析を見ると、効率性とその実施との間には相関はないことがわかった。一番有効性の高いプログラムが完全に実施され、あまり有効でないものは実施されないか、手が着いたばかり、という状況にはなっていない。だからいささかびっくりすることではあるけれど、救えた寿命年の数は、実はもっとずっと多かったかもしれない、ということが言えるわけだ。リン工場からの放射性排出物を規制するために約 300 万ドルかけて、10 年にたった一人ほどを救うのは、人命を助ける方法としてはまずい手段だ。もし最大限の人命を救いたいなら、一番効率のいいプログラムを最初にやって、その後だんだん効率の落ちるものを、資金が続くまでやるほうがずっといい（もちろんそのときには、ほかの政策領域の課題もはかりにかけろ）。

ハーバード大の研究はまさにそういう試算をしていて、同じ金額で、今の 592,000 寿命年どころか、1,230,000 寿命年が救えたはずだということを発見している²⁷⁹⁶。追加コスト一切なしで、いまより 60 万年以上の寿命年、あるいは 6 万人以上の人命を救えたわけ

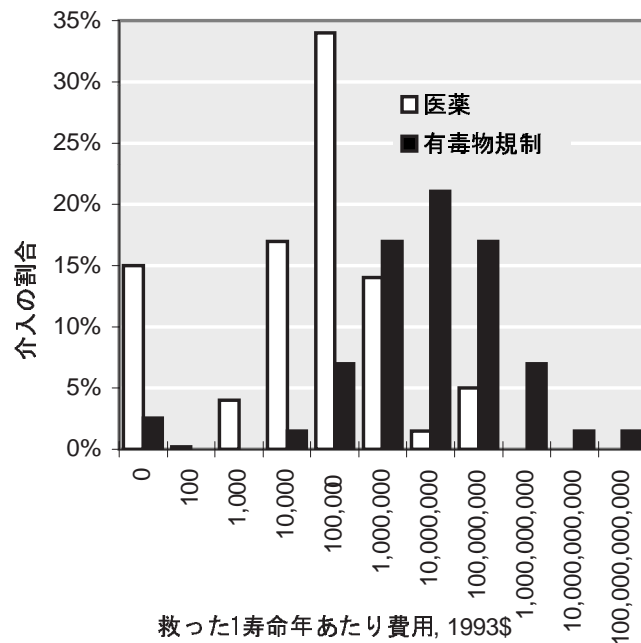


図 173: 医薬品と毒物規制による 1 寿命年を救うためのコスト分布、1993 年ドル換算。介入数は医薬品が 310、有毒物規制が 144 件。出所: Graham 1995²⁷⁹⁸。

だ²⁷⁹⁷。

もちろん、こんな比較的単純な分析だけをもとに、すべての公共支出を配分しなおすのはたぶん不可能だろう。大きな理由の一つとしては、各種の人口グループ間の平等性の問題があって、これで結果の一部は影響を受ける。

それでも、結果はあまりに有無を言わさぬもので強力だから、無視するわけにはいかないだろう。さらに、先述の自発的リスクと非自発的リスクについて考えるなら、ここでカバーされた領域のほとんど（まあ職業関連のリスクはちがうかも。これは自発的と言えなくもない）は非自発的な死を防ごうとするものだと言える（子供の寝間着の防火規制、交通事故を防ぐための速度監視、献血者の HIV スクリーニング、乳房レントゲンスクリーニング、原子力発電所の放射能排出規制）。だから非自発的なリスクという側面まで考えたとしても、これらの問題はだいたい比較可能なものだ。

社会としてぼくたちは、健康リスクと有毒物みたいな環境リスクの両方を規制しようとしてすさまじいリソースを使う。また、たとえば殺虫剤はおそらくほとんど人を殺さないことも見てきた。でもメディアの関心があまりにでかいので、多くの人は農薬がずいぶん危険なものだと思っている。定番話が絶えず繰り返されることの帰結として、ぼくたちは有害物質を徹底的に規制したり使用禁止にしたりするのに、同じお金をかければずっと多くの人が非自発的リスクで死なないようにできるような、ずっと有益な領域は放ってお

く、ということになる。もし定番話のおかげで、環境のある特定領域だけをぼくたちが規制要求するようになり、そのお金に他に使い道はなかったか考えなくなってしまうのなら、それは生き残る人が少なくなるような社会構造をぼくたちが作っているということだ。

キツイ けど適正な たとえを使うなら、環境規制をして他の分野の規制を減らすコストを無視するということは、現実問題としてぼくたちは統計的な殺人を行っているということだ。そしてハーバード大の研究は、定番話よりも効率に注目するにすれば、毎年 6 万人以上のアメリカ人が救えるのだ、ということを示している しかも無料で。

遺伝子組み替え食品：定番話の総集編

ここ数年くすぶっている環境問題としてもう一つあるのが、遺伝子組み替え (GM) 食品、または反対者たちがうまいこと名付けたフランケン食品²⁷⁹⁹ と称されるものだ。多くの点でこれは、この本で見てきた定番話 VS 証拠の再演になりがちだ。でも他の問題と違って、この論争はまるで片づいていないし、したがって遺伝子組み替え問題の分析は必然的にとりあえずのものになってしまうし、(統計的な分析よりは) 具体的な事例の検討に多く頼ることになる。

ここで話題にするのは、医薬品生産に使われる遺伝子組み替えじゃなくて、農業で使われる遺伝子組み替えだ。論争のほとんどはここを焦点にしているからだ²⁸⁰⁰。1996 年から 2000 年にかけて、遺伝子組み替え作物の作付け面積は 170 万 ha から 4420 万 ha へと安定して増えた。つまり地上の農作面積の 0.1 パーセントから 2.9 パーセントになったわけだ²⁸⁰¹。4 カ国がほとんどすべての遺伝子組み替え作物を生産している。アメリカは 3030 万 ha (同国農作面積の 16.9 パーセント)、アルゼンチンが 1000 万 ha (36.8 パーセント)、カナダ 300 万 ha (6.6 パーセント)、中国 50 万 ha (0.4 パーセント)²⁸⁰²。でも、現在では 6 大陸のすべてで、遺伝子組み替え作物が商業的に生産されている²⁸⁰³。遺伝子組み替え作物のトップ 4 種類は、大豆、トウモロコシ、綿、canola (菜種) で、推定総価値は 30 億米ドルになる²⁸⁰⁴。

遺伝子組み替え食品に期待される成果は巨大だけれど、その潜在的な問題も同じく巨大だ。だから両方とも見てやろう。まずは便益の方から。

遺伝子組み替え食物は、世界の食糧供給に たぶん大幅に 貢献してくれる²⁸⁰⁵。モデルによれば今後 20 年で、遺伝子組み替え食物を採用すれば、しなかった場合に比べて食料価格はさらに 10-15 パーセント下がる。同じことだけれど、遺伝子組み替え食品をたった 10 年でも遅らせれば、食品価格の低下は 10-15 パーセント少なくなり、特に第三世界の貧困層に打撃を与えることになる²⁸⁰⁶。

栄養不足を、書食の栄養価を高めることで改善できる可能性がある。典型的な例がゴールデンライスで、これはビタミン A を豊富に含んでいて、ビタミン A 欠乏から生じる失

明などの病気何百件を防止する役にたつ²⁸⁰⁷ ただしもちろん、こういうアプローチだけじゃこうした欠乏を一掃するわけにはいかないけれど²⁸⁰⁸。

先進国においては、遺伝子組み替え作物は化学肥料や殺虫剤、除草剤、抗菌剤の大量使用を緩和してくれる²⁸⁰⁹。現在の遺伝子組み替え作物のほとんどは、防虫性といった性質を持つ（農民なら関心を持つだろうけれど、消費者にはほとんど関係ない）けれど、今後10年でもっとずっと有用な製品が出てくるだろう。たとえばもっと滋養の高い穀物、揚げるときにあまり油を吸収しないジャガイモ、低カロリーのサトウ大根、過酸化脂質の少ない健康な菜種など²⁸¹⁰。食品以外でも、繊維の質の高い綿花や亜麻、個人の衛生向けの成分向上や、色が鮮やかで長持ちする花などだ²⁸¹¹。

でも、こんなに有望なのに、EUとアメリカとでは、遺伝子組み替え作物に対する消費者の見方がまったくちがう²⁸¹²。EUでは、消費者の59パーセントが遺伝子組み替え食品をリスクだとしており、それが有用だということを常に多数派が否定し、道徳的に受け入れられないもので、推奨できないものとしている²⁸¹³。アメリカでは、60パーセントが食品のバイオ技術に肯定的で、食品の安全性についての懸念事項では、遺伝子組み替え食品は生物学的な汚染、殺虫剤、栄養価、人口保存料に次いで、最下位にしかならなかった²⁸¹⁴。このちがいはしばしば、食品の安全性に関するヨーロッパの苦い経験（たとえば狂牛病、バクテリア汚染された肉、鶏や豚や牛、チキン、卵、ベルギーチョコレートからのダイオキシンなど）のせいだとされることが多い²⁸¹⁵。

さらに、EUでもアメリカでも、遺伝子組み替え食品に対する信頼がここ数年で下がってきている²⁸¹⁶。これはグリーンピースや地球の友などの国際NGOが率いる、グローバルな遺伝子組み替え食品反対運動の盛り上がりと時期を同じくしている²⁸¹⁷。

きわめて拡散したネットワーク活用型の反対のおかげで、すべての不安を網羅したような単一の情報源はないのだけれど、主に地球の友からの2つの懸念事項²⁸¹⁸が遺伝子組み替え論争の核心にはあって、それがあちこちの一覧で繰り返されている²⁸¹⁹。この2つの課題とは「健康に対する懸念」と「環境に対する懸念」だ²⁸²⁰。健康に対する懸念は、もう一段進めると、遺伝子組み替え食品が有毒でアレルギーを引き起こす可能性と関連している²⁸²¹。

これら3つの懸念はそれぞれ、広く流布したお話で主に根拠づけられている。そういうお話をそれぞれ見てやって、そのどれもが大幅に歪められていることを確認しよう。

健康 有毒ジャガイモ

1998年8月10日、アーパッド・パズタイ博士がグラナダのテレビショー「World in Action」に出演して、遺伝子組み替えジャガイモを110日食べ続けたラットが生長を阻害され、免疫機能が阻害されたと宣言した²⁸²²。この発見は、遺伝子組み替え食品の安全性について大きな疑問を投げかけるもので、個人的には自分は遺伝子組み替え食品を食べない²⁸²³、とパズタイ博士は述べた。もちろんこの宣言は大きな波紋を投げかけた。そし

て下院の議員の一部は、遺伝子組み替え食品の一時差し止めか、全面禁止すら提案するに至った²⁸²⁴。

パズタイ博士は、ローウェット研究所から停職処分を受けた。同研究所からの監査報告書は「既存データは（遺伝子組み替えジャガイモが）成長や器官の発育や免疫機能に影響を与えるという示唆をまったく支持していない²⁸²⁵」と結論づけている。このローウェット研究所によるパズタイ博士への厳しい処分にショックを受けた 20 人の独立科学者たちは、データを調べて、遺伝子組み替えジャガイモは対照群のジャガイモとはちがっていて、成長と免疫機能の抑制は現実のものだ、というメモを発表するに至った²⁸²⁶。1999 年に王立科学協会は遺伝子組み替えジャガイモについて独自のレビューを発表し、調査が欠陥を持っていて、「したがってレビューされたデータは、有害（または有益）な影響についての証拠として信頼できるものでも説得力があるものでもない²⁸²⁷」と結論している。

パズタイ博士はようやく、自分の発見したことを 1999 年に『ランセット』に発表した²⁸²⁸。さて、このデータは成長や免疫系の変化を示すものではなく、ラットの内臓系の各種部分に対する遺伝子組み替えによって生じたかもしれない変化を示したものだ。『ランセット』の同じ号で、その他 3 人の研究者たちが再度、その実験が不完全で遺伝子組み替え食品のリスクについて何か結論を出せるものではないと結論している²⁸²⁹。

こうした一連のできごとから、世間一般はもちろん、真実が政府やバイオ技術産業によって歪められているのではないかという印象を抱き²⁸³⁰、そしてパズタイ博士のお話を使って NGO たちは、ぼくたちみんな「莫大な遺伝子実験におけるモルモット役を凶らずも押しつけられている²⁸³¹」と主張。

この研究が実際には何を結論づけられるかを指摘しておくことは大事だ。もともと、パズタイ博士はジャガイモの一種を使い、それをよくあるマツユキソウ (*Galanthus nivalis agglutinin* または GNA) からのレクチンの遺伝子情報で操作した。こうしたレクチンは有毒であることが広く知られている²⁸³²。実は別のレクチン（リシン）は、1978 年にブルガリアの亡命者ゲオルギー・マルコフを暗殺するのに、傘の先っぽにつけて使われた毒だったりする²⁸³³。だから、このレクチンが発現したジャガイモが、成長や器官や免疫系に被害を与えるというのは、不思議でもなんでもない²⁸³⁴。パズタイ自身ですら、主要な被害をもたらしたのはレクチンだということを認めている²⁸³⁵。オックスフォードのアクシス・ジェネティクス社の社長イアン・キュービットが指摘したように、だれでもレクチンが有毒なのは知っているんだから²⁸³⁶、「それをジャガイモに入れて有毒ジャガイモができたなら、そんなに大騒ぎすることですか？²⁸³⁷」。この引用は、実はメモの共著者の一人による議論の中心で使われている²⁸³⁸。

つまり、ジャガイモは有毒だったけれど、でもそれは有毒な遺伝子を選んだからで、遺伝子組み替え技術のせいじゃない。でも、そしてこれがパズタイの次の議論だったんだが、実験は小腸や盲腸にも影響をもたらしていて、これは GNA からくるものではなく、遺伝子組み替えジャガイモだけで起きていた²⁸³⁹。ジャガイモは確かに有毒だったけれど、でも遺伝子組み替えは他の影響をもたらした可能性がある²⁸⁴⁰（ちなみにこうした

影響は一貫して悪いわけじゃなくて、いいものもあれば悪いものもあった) ²⁸⁴¹。

ここでのカギとなる言葉は「可能性がある」というやつだ。パズタイの実験の問題は、遺伝子組み替えジャガイモとふつうのジャガイモとは大きく異なっているということだ。でんぷんやタンパク質の含有量すらちがっている ²⁸⁴²。だから、遺伝子組み替えと遺伝子を組み替えないものとの差の可能性はあるものは、ジャガイモ系統自体の自然な変動からくる差によるものかもしれない ²⁸⁴³。実は、遺伝子組み替えジャガイモはタンパク質含有量が少なかったので、ラットはタンパク質サプリメントを与えられていた。このサプリメントがちがいを引き起こした可能性も十分にある ²⁸⁴⁴。こうした問題こそ、パズタイの実験が統計的に大きく批判された原因のほとんどだ。

もちろん、たとえばジャガイモの新種を作れば、だれも知らない欲しくないような性質が出てくるかもしれない。これは伝統的な品種改良でも、幾度となく起きたことだけれど、商業的な遺伝子組み替え作物では、こうした現象は一度も見られていない ²⁸⁴⁵。さらに全米科学アカデミーは、最新の遺伝子組み替えに関する報告書で、こうしたよくない品種は伝統的な品種改良から生じる可能性のほうがかえって高い、と指摘している ²⁸⁴⁶。

ということで、遺伝子組み替えジャガイモは(遺伝子組み替えのせいで)有毒になったわけじゃなくて、それ以外のちょっとした効果は自然の変動からくるもので、さらにこうした変動は、伝統的な品種改良のほうで大きな問題かもしれないわけだ。でも、パズタイ実験が何度も繰り返されるまでは、確実なことはわからない点は注意しよう。

健康 アレルギー性の豆

アレルギー性の豆について、有機食品消費者団体(Organic Consumers Organization)の表現はこんな具合だ:「1996年に、大規模な遺伝子組み替え食品による大惨事がすんでのところできるところだった。ネブラスカの研究者たちが、ブラジルナッツの遺伝子を組み込んだ大豆が、ブラジルナッツにアレルギーを持つ人々に、死亡の可能性すらあるアレルギーを引き起こしかねないということを発見したのだった ²⁸⁴⁷」。遺伝子組み替え食品について心配する人は、ほとんどみんなこの話に言及する ²⁸⁴⁸。地球の友はこう尋ねる:「わたしたちは、自分の食べ物に何が入っているかわかるのでしょうか、そして自分がそれに対してアレルギーを持っているかどうか? ²⁸⁴⁹」

でも、実はこのお話は、食品システムがかなりよく機能していることを示すものだ。1980年代に、カリフォルニアの小さなバイオテクノロジー企業が第三世界の栄養不足を何とかしようとして、豆を大部分とする食生活からくる健康問題に研究をしぼった ²⁸⁵⁰。豆はふつうは栄養豊かだけれど、硫黄分を含む重要なアミノ酸二種類、メチオニンとシステインが欠けている。一方ナッツ 特にはブラジルナッツ はこの二種類を大量に含んでいる ²⁸⁵¹。だからメチオニンとシステインの遺伝子を取り出して豆に組み込んだら、これは低コストか、うまくするとコストなしで豆中心食生活の健康問題を解決できるぞ、というのが発想だった。でも実際の遺伝子組み替え豆が作られる前に、当の科学者たち自身

がアレルギーとして知られるものから遺伝子を取り出して、主要食品作物に組み込むのは愚かだという点を指摘して、プロジェクトは中止になった、

後にこの仕事をパイオニア・ハイブリード社が復活させた。今回の発想は、人間用ではなく家畜向けの大豆ベースの飼料を改善しようということだった。ふつう、こうした飼料はメチオニン（これはシステインに変換できる）を補うことで最適な成長をもたらすようにするけれど、もちろんあらかじめ硫黄を含むアミノ酸が組み込んであったほうが安上がりだ。この研究中にパイオニア社自身がアレルギー試験を実施した。それまでは、ブラジルナッツの中でもその遺伝子がアレルギー反応を引き起こすものだということはきちんと立証されていなかったからだ。試験の結果、それがアレルギーの原因になることがわかり、パイオニアはプロジェクトを中止し、そして立派なことだが、その結果を公表した²⁸⁵²。

だから、このブラジルナッツの一件は、食品システムがまともに機能していることを実証しているものでしかないようだ。『英国医学ジャーナル』の最近のレビューで指摘されたように「この一件についての記述で通常あまり強調されていない点は、問題が見つかったのは安全性チェックが当時もこれからも存在していて、遺伝子組み替え作物に意図せぬアレルギー導入を見つけることが可能だからだ、という点である²⁸⁵³」。

でも、だからってリスクがないわけじゃない。まず、ぼくたちは食品生産者の責任ある行動に頼っている。食品をテストして、必要ならその製品をとりやめてくれる必要がある。これは他のどんな食品生産でも同じだ²⁸⁵⁴。第二に、既知のアレルギーを使うときには試験が義務づけられているけれど、ほとんどアレルギー性を持たない食品や、食品以外の有機体でアレルギー性がわかっていないものを使うときには、はっきりした手続きが決まっていない²⁸⁵⁵。

こういう懸念は重要だけれど、でもアメリカの食品アレルギーの9割は、少数の良く知られた物質で引き起こされている。具体的には牛乳、卵、魚介類、ナッツ、小麦、豆で、このすべては試験されている²⁸⁵⁶。さらにFDAは、新しいアレルギー症は遺伝子組み替え食品からだろうと伝統的な品種改良からだろうとおなじように起こると述べている²⁸⁵⁷。むしろ、アレルギー性へのおびえが遺伝子組み替え食品反対論に使われているのは皮肉だと言えるだろう。だって、実際にはこの新技術は、自然にアレルギーを持つ植物から、こうした望ましくない特性を取り除く有望な手段を提供してくれるものなんだから²⁸⁵⁸。

環境 遺伝子組み替え食品はチョウを殺す

各種の環境的な懸念のうち、圧倒的によく言及されるのは遺伝子組み替え食品が生態系に被害を与えるというもので²⁸⁵⁹、中でも遺伝子組み替えトウモロコシがオオカバマダラチョウを殺すというお話が引き合いに出される²⁸⁶⁰。

遺伝子組み替えトウモロコシは、通称 Bt という毒素群を生産する遺伝子を持つ。これは土壌バクテリアの *Bacillus thuringiensis* からきた遺伝子だ²⁸⁶¹。Bt 毒素群（全部で

130 種類ほど)²⁸⁶² は自然に生じるし、生物学的に分解するし、人間や対象としない生命体には無害なので、有機農業でも多用されている²⁸⁶³。実はレイチェル・カーソンも、農業の未来として生物によるコントロールと共に Bt 散布を薦めているほど²⁸⁶⁴。

トウモロコシの主要害虫の一つがアワノメイガで、アメリカでは作付け面積のうち 24Mha (72 パーセント) に繁殖して収穫の 20 パーセントに及ぶ被害を与えることもある²⁸⁶⁵。この害虫を抑えるのに毎年大量の殺虫剤 (2-3 千万ドル) が使われるけれど、でもこの虫は障害の大半を植物の中で過ごすので、なかなか殺すのがむずかしい²⁸⁶⁶。Bt は鱗翅目昆虫にとって有毒で、アワノメイガもその中に含まれる²⁸⁶⁷。だから Bt 毒素の遺伝子をトウモロコシに組み込んでアワノメイガにやられないようにするというのはみんな思いつくことで、実際この遺伝子組み替えトウモロコシは大成功となり、2000 年には第二位の遺伝子組み替え食品となっている²⁸⁶⁸。

1999 年に、コーネル大学の研究者たちは遺伝子組み替えトウモロコシがオオカバマダラチョウのイモムシに与える影響を評価しようとした²⁸⁶⁹。オオカバマダラチョウのイモムシは、トウワタしか食べない。トウモロコシは風で受粉するので、その花粉はトウモロコシ畑の近くに生えているトウワタにもかかることが多い²⁸⁷⁰。そこでコーネル大学の科学者たちは、通常のトウモロコシと Bt トウモロコシの花粉を、それぞれだいたいトウモロコシ畑周辺で見られるくらいの分量だけトウワタにかけて、それをイモムシに食べさせた。Bt ふりかけトウワタを食べたイモムシの約半数は 4 日間の摂食で死亡したけれど、ふつうのトウモロコシつきトウワタを食べたイモムシは全数生き残った²⁸⁷¹。

これで警鐘が鳴った。オオカバマダラチョウは別に絶滅寸前の種とかではないけれど、そのイモムシの半数はアメリカのトウモロコシ作付け地帯で繁殖することが指摘され²⁸⁷²、そしてトウモロコシから少し離れば遺伝子組み替え花粉は避けられるのだけれど、ある昆虫学者の説明によれば：「あなたがオオカバマダラチョウなら、トウモロコシの近くにいた可能性は高いでしょうね²⁸⁷³」とのこと。『タイム』誌は、このオオカバマダラチョウへの脅威が「アメリカ中西部全域のトウモロコシ畑で起こるのではないだろうか²⁸⁷⁴」と尋ねてみせた。そして『ディスカバリー』誌は、オオカバマダラチョウが回復不能なほど汚染されたと (まちがって) 主張した²⁸⁷⁵。グリーンピースを筆頭に、60 の環境団体と有機栽培農家の連合は、遺伝子組み替えトウモロコシを承認してオオカバマダラチョウの保護を怠ったとして EPA を訴える準備を整え²⁸⁷⁶、ヨーロッパではオオカバマダラチョウのお話のせいで、欧州委員会はパイオニア社の遺伝子組み替えトウモロコシの承認を遅らせた²⁸⁷⁷。

でも、別に Bt でオオカバマダラチョウが死んだのは実は大して不思議でもなんでもない。Bt は天然殺虫剤で、鱗翅目昆虫に有害だ。そして、はいご名答、オオカバマダラチョウは鱗翅目昆虫なのです²⁸⁷⁸。そしてももとのコーネル大学の報告も「すべての死亡は (中略) Bt 毒素の影響と考えられる²⁸⁷⁹」とはっきり述べている。だから、このお話は遺伝子組み替えの問題じゃなくて、Bt のお話なのだった。残念ながら、研究ではトウワタに通常のトウモロコシ花粉をかけた上でさらに有機 Bt をまぶすとどうなったかを調べて

いないけれど、でもこれだって高い死亡率をもたらさなかつたはずはないだろう²⁸⁸⁰。パズタイの実験と同じく、お話のキモは遺伝子組み替えだったけれど、でもそれは実験の本当の核心にあった、天然毒素（レクチンや Bt）が毒性を持っていたという話とはぜんぜん関係ない。もちろん、有機 Bt 噴霧でチョウが死んだら、こんな大ニュースになったかどうかは怪しい。

さらに、あるイモムシ研究者が指摘するように、食物を育てて狙った害虫だけを殺せると思うのは無理な話だ。殺虫剤は、狙わない昆虫にも影響するし、それを言うなら「耕作だって狙わないところに影響する²⁸⁸¹」。それでももちろん、Bt 毒素の大規模使用がどんな影響をもたらすか見ることは重要だ。

EPA は 2000 年 10 月に、Bt 遺伝子組み替え作物のリスクと便益評価の速報を公開した²⁸⁸²。広範な野外試験の結果をまとめると、イモムシたちが実際に直面する Bt の水準は「かなり低い」から「非常に低い」の間だということになり、さらにオオカバマダラチョウの繁殖期と花粉の飛ぶ時期とはほとんど重ならないことも明らかになった²⁸⁸³。結論として EPA は、「Bt トウモロコシがオオカバマダラチョウの幼生に与える有害な影響は確率が低い」とし、「現時点ではオオカバマダラチョウへの広範なリスクという根拠のない懸念」を抱く理由はない、としている²⁸⁸⁴。

それどころか結論部分で EPA は、こうした遺伝子組み替え作物が殺虫剤をずっと減らせることを指摘し、一部の著者はこのために「Bt 作物が広範に栽培されるようになれば、オオカバマダラチョウの生存にとってはかえって大きな利益をもたらすかもしれない²⁸⁸⁵」と予想しているほど。

遺伝子組み替え食品 災厄か恩恵か？

遺伝子組み替え食品は、一方では大災厄の可能性を指摘され²⁸⁸⁶、一方ではひたすらありがたいがるべきものとされる²⁸⁸⁷。どうして評価にこんな開きがあるのだろうか。理由の一部は、情報不足のせいなのはまちがいない。

最近の調査で、ヨーロッパ人たちは以下の文が正しいかまちがっているかを尋ねられた：「ふつうのトマトには遺伝子はないけれど、遺伝子組み替えトマトには遺伝子が入っている」²⁸⁸⁸。半数の人が、これはまちがっていると正しく答えたけれど、残り半数は、これが事実だと思っていた²⁸⁸⁹。こういう人たちは、昔ながらの食べ物には遺伝子がなくて、新しい遺伝子組み替え食品は、得体の知れない遺伝子を人に食べせようとしているんだ、と本気で思っているわけだ。さらに、遺伝子組み替え食品からの遺伝子を食べても、自分の遺伝子が変わるわけじゃないことを知っていたのは、たった 42 パーセントだった²⁸⁹⁰。そして他の調査によれば、アメリカ人だって知識がマシというわけじゃない²⁸⁹¹。遺伝子組み替え食品について不安が広がっているのも、これじゃ当然だろう。

そしてはい、これまで見てきたように、有毒ジャガイモやアレルギー性の豆や死んだオオカバマダラチョウをめぐる、よく使われるおっかないお話は、どれも神話に基づくもの

でしかない²⁸⁹²。

それでも、検討すべき本当の問題だってある。神話を暴く過程で、いくつか問題のありそうなところは示された。圧倒的に重要なヒトのアレルゲンはわかっているけれど、でも食用以外の生物からの遺伝子を使ったときの影響についてはまだわかっていない²⁸⁹³。こういうのに対してはアレルギー性試験をすべきだけれど、でも何がみつかるか予想がつかないので、何もかも確実にみつかるとかは確信が絶対に持てない。

さらに抗生物質への耐性についての懸念も正当なものだ²⁸⁹⁴。組み込まれた遺伝子は、しばしば使いやすいように特定の抗生物質に耐性を持つ遺伝子で印がついている²⁸⁹⁵。だから耐性のある遺伝子が人間の臓内でヒトの病原体に転移して、有用な抗生物質が効かなくなるのではないかと懸念が出ている。こういう状況が起こらないようにするのが大事だ。

同じように、遺伝子組み替え作物が農薬への耐性を雑草にまで伝えてしまうのではないかという不安も出ている²⁸⁹⁶。こういうスーパー雑草は、農薬の価値を低くして、雑草駆除をずっとむづかしくする。スーパー雑草の問題はすでにお馴染みだ。ジョンソングラスが畑の作物を絞め殺したり、葛が木を締め付けたり、メラルーカの木がエヴァーグレイズに進入したり、といったものだ²⁸⁹⁷。

こういう懸念には対処するべきだ。でも一方で、遺伝子組み替え食品が新しいアレルゲンをもたらすリスクはあるけれど、でも多くの一般的なアレルゲンを取り除いて、現在アレルギーで苦しむ人たちの悩みをかなり軽減する可能性だってある、ということは忘れちゃいけない²⁸⁹⁸。初期の遺伝子組み替え技術は、潜在的には選択的な抗生物質への耐性をもたらす可能性はあるけれど、このリスクは通常の抗生物質耐性への道に比べると「非常に小さい」もので²⁸⁹⁹、どんどん新技術も出てきている²⁹⁰⁰。最後に、除草剤に耐性のある雑草はうとうしいけれど、でもこんな耐性が自然環境で何か役にたつことはありそうにないと多くの人が指摘している²⁹⁰¹。新しい研究によれば、遺伝子組み替え作物は人が手入れをしないと、通常の作物より出来が悪くなるとのこと²⁹⁰²。だからスーパー雑草の心配も、思ったほどではないかもしれない。

さらに、伝統的な品種改良によるものだって、アレルギー性だったり有毒だったりする可能性はあるんだということは認識するべきだ²⁹⁰³。伝統的な品種改良による新しい耐虫性セロリは有機栽培運動に大人気だったけれど、そのセロリを扱った人がその後日光にあたると、発ガン性・催奇性のソラレンが高濃度に含まれていたので発疹が出た²⁹⁰⁴。同じように品種改良で作った新種のジャガイモは、何百万ドルもかけて開発したのに、ある土壌条件で育てるとヒトに対して強い毒性を持つことがわかり、市場からひっこめる羽目になった²⁹⁰⁵。

多くの作物は、伝統的な品種改良を通じて耐虫性を与えられているから、耐虫性はこうした作物からだって広がる可能性は同じくらいある²⁹⁰⁶。実は、スーパー雑草の多くはこういう先進作物からじゃなくて、外国植物からきている(たとえば上述の葛は日本産で、ほとんどあらゆる除草剤に耐性がある)²⁹⁰⁷。

一貫したテーマとしては、問題はある特定技術（遺伝子組み替えとか伝統的な品種改良とか）からくるんじゃないで、特定の製品からきているってことだ²⁹⁰⁸。菜種（遺伝子組み替えだろうと従来型だろうと）はその性質上、繁殖力が強くてものすごい勢いで自然の野生地帯を浸食しようとする。だから、（遺伝子組み替えによるものだろうと伝統的な品種改良によるものだろうと）特殊な性質を持った菜種は、広大な農地を持つオーストラリアやアルゼンチンやカナダみたいところでしか育てるな、という議論はできるだろう²⁹⁰⁹。一方、小麦はほとんど完全に自家受粉するので、リスクはずっと低い²⁹¹⁰。

だからこそ、イギリスの上院はその提言のなかでこう述べている。「我々が見るべきは製品であってプロセスではない²⁹¹¹」。同じように、全米研究評議会はその概論で「伝統的な手法とトランスジェニック（遺伝子組み替え）で作られた有機物とから生じる危険やリスクの可能性は、まったく同じ領域に属するものである²⁹¹²」

これは、生命科学企業がますます少数化する中で、遺伝子組み替え食品が独占されたり謀略にあたりするんじゃないかという、よくある懸念ともきれいに結びつく。問題は、企業が既存の品種を特許化できるってことじゃない（特許法で、新規性がなきゃいけないことになっている）。だから農民たちは、いまのコストで伝統的な品種を作り続けることは十分にできる。でもバイオ技術のイノベーションが生産性を上げれば（これは農民にとっては儲けが増えるということだ）、準独占企業はこうした改良による経済的余剰をほとんど独り占めしちゃうだろうということだ。これはもちろん、強い反トラスト規制を要求するものではある。でも、こうした問題は遺伝子組み替え技術とは関係ない。きちんと機能する市場経済の基本的な規制に関わる話だ。マイクロソフト訴訟があるからといってコンピュータ反対論はできないのと同じだ。

だから基本的な議論は、生物学面からも経済学面からも、できるだけ優秀な規制システムを作ることに専念しよう、ということになる。でも一方で、どんなシステムでも絶対確実はある得ないことは認識しておこう²⁹¹³。科学は、何かが危険でないことを証明はできない。技術は完全にリスクのない製品を提供できない。ぼくたちが今日手にしている製品は、リスクフリーじゃないし、明日の製品だってリスクフリーになんかならない。

どろがちがうかと言えば、今日の製品にはすでに慣れていて、明日の製品は粗ばかりが見えるってことだ。でも新しい優れた製品のもたらす約束は実に魅力的だ。どっちを選ぶかは、ぼくたちのリスク回避性と、過去の問題を解決してきたぼくたちの歴史的経験による²⁹¹⁴。

だから遺伝子組み替え論争できちんとした選択をするには、リスクを見るだけでなく、それを他のリスクと思慮深く比べることだ。人間が過去の問題をどう扱ってきたか知る必要がある。いろんな神話は排除できるようになる。同時に、いろんな課題に取り組むことも学ぼう。こういう情報があって、はじめてリスクと便益をはかりにかけて、いちばん優れた情報豊かな選択ができるようになる。

この意味で、遺伝子組み替え論争は、まさに定番話 VS 事実の再演で、ある意味ではこの本全体の再演でもある。ほとんどのリスクはとても小さくて、多くは遺伝子組み替え技

術とは関係ないか、漠然としたつながりしかない。種としてのヒトは、問題も確かに生みだしてはきたけれど、全体としては創り出したものよりも多くの重要な問題を解決してきた。遺伝子組み替え技術反対の核心にある技術のいくつかは、主に神話に根ざすものでしかない。でも、扱うべき本当の問題は確かにある。

リスクと便益をはかりにかければ、遺伝子組み替え食品の莫大な便益は、先進国にとっても発展途上国にとっても、対処できそうなリスクをはるかに上回るものだというのは明らかに思える。もちろん、そのリスクに対処するには、強力な規制システムが必要らしいこともわかる。

25.7 「慎重なる回避」原理 (予防原則) を持ち出すときの注意

本書は、ぼくたちが深く信じ込んでいる定番話の信念が、実は事実の裏付けがないものが多いということを示してきた。世界の条件は、どんどん悪化したりはしていない。すでに述べたとおり、ぼくたちの余暇は増え、安全は高まり、事故は減り、教育も高まり、アメニティも増大し、所得も高まり、飢えた人も減り、食料は増え、健康で長生きできるようになっている。すぐそこにエコロジ的な危機が迫っていてぼくたちを罰しようとしている、なんてこともない。

だからぼくたちは、環境について考えるときに破滅の日を想定するような見方をするのはやめなきゃいけない。ぼくたちが世界をもっといいところにして、今世紀のこれから、最大限の進歩をとげるためには、多くの課題に取り組む必要があるけれど、環境はその中で重要な一部ではある。でも数々の重要なものの一つでしかない。これを理解することはきわめて重要だ。

社会の中でリソースをできるだけ上手に分配したければ、優先順位づけが圧倒的に大事だ。環境はこの社会邸な優先順位づけの中で、他のあらゆる分野と公平な条件で参加しなきゃいけない。環境運動は、きちんとした議論を提示して、その利点と欠点をもとに評価されるべきだ。医療保険の拡大や、文化予算の増額や減税の提案と同じ形で検討される必要がある。

でもこれは、「慎重なる回避」の原則 (予防原則) を厳しく制限すべきだということだ。この原理は多くの国際協定にも導入されている。たとえば 1992 年のリオ協定では、以下のように指摘されている：「深刻あるいは回復不能な被害のおそれがあるところでは、完全な科学的確実性の欠如は環境悪化を保護するためのコスト効率の高い手段を遅らせる理由として使われてはならない²⁹¹⁵」。

こういう言い方をすると、この原理は単に、ぼくたちは何かを絶対的に証明したりは絶対にできないんだから、環境的な行動を避けるための政治的な戦術として科学的な不確実

性を使っちゃいけない、と述べているだけだ。いちばんはっきりした例は地球温暖化だ。ここでは単に、科学的に不確実だという事実だけでは、行動に反対する（あるいはそれを言うなら、行動を支持する）議論にはならない。むしろ地球温暖化の章でも論じたように、不確実性がどのくらいかを見て、そして特に各種行動のありそうなコストと便益を見てやる必要がある。

ところが「万が一に備えて」原理（予防原則）のこういう解釈はとってもアングロサクソンのなもので、ドイツ版（通称 Vorsorgeprinzip）からはもっと過激な解釈が出てくる。これがヨーロッパでは主流の解釈だ²⁹¹⁶。この原理は要するに、「あらゆる意志決定に安全のためのマージンを取る²⁹¹⁷」というものだ。デンマークの解釈だとこれは「不確かな場合には自然と環境に有利に」ということになる²⁹¹⁸。

でもこれはいささか問題ある議論だ。要するにこれは「後悔するより用心を」ということで、これは文句なしに賛成できそうに思える。でもこうしたアプローチは、ハーバード大の研究からの根本的な洞察を無視するものだ。つまり、ある領域でぼくたちがもっと安全になるうとしたら、それはほかの領域でよいことをするためのリソースを減らしてしまう、ということだ。だから 念のため、と称して 大きなコストをかけて追加の命を救うことは、かなりの確率で、ほかの分野ですっと多くの命を安く救う機会を見過ごすことになるだろう。

しばしば指摘されることとして、環境分野での課題は、ほかの分野と比べているんな点で特別だ、というものがある²⁹¹⁹。一部の環境上の意志決定は変えにくい。沼地を舗装しちゃったり、湿地を開墾したりすれば、それを元に戻すのは高くつく（そして時には、たとえば生物種が死に絶えたりするときには、不可能だ）。一部の環境上の意志決定は、はるか未来に及ぶ影響をもたらす 原子力発電所は何千年も放射能を発し続ける廃棄物を残し、これは数々の未来の世代の意志決定に影響する。一部の環境プロセスは、勢いがついたらとまらない すでに見たように、地球温暖化は多くの深い影響を持ち、GDP の 1-9 パーセントのコストがかかる。

こういうポイントは関係があるし、各種の提案に社会的な優先順位をつけるときに、考慮に含める必要はある。でもこうしたポイントのどれ一つとして、環境特有なんかじゃないのだ。ぼくたちの重要な政治的決断はすべて、変えるのは困難か不可能だ。道徳的・政治的な決定、たとえばアメリカの奴隷制廃止や、フランスでの人権採択、1970 年代に西側世界のほとんどで行われた中絶合法化、欧州連合の創設につながる各種の段階は、どれも元に戻すのが極度にむずかしいか、不可能なものばかりだ。インパクトは小さくても同じくらい重要なものとして、空港や橋などの大規模インフラ投資の立地は、ほとんど変更不可能なイニシアチブだ。同じく用途地域の設定や、学校、道路、公園の配置などもそうだ。

さらに、こうした意志決定はどれも、はるか未来につながる重要な影響を持っている。もちろんこうした情報はすべて、最終的な優先順位づけに含まれるべきだけれど、意志決定はこの情報に基づいて行われるべきで、これまた「慎重なる回避」なんていう原則（予防原則）を参照して行われるべきものじゃない。

さらに二つのちがいが指摘されることが多い。まず「慎重なる回避」の原理（予防原則）は、ぼくたちが未来について案じていることを強調し、子どもたちの未来を危険にさらしたくないという願いを反映するものだ、という議論。この議論は要するに、もし新製品や発明が生命に有害かもしれないという可能性がちょっとでもあれば、ぼくたちはそれがずっと大幅に生活を改善してくれるかもしれないというギャンブルをしたがらない、と言っているわけだ。つまり、ぼくたちがリスク忌避的である、ということだ。ここでも、これまた文句なしに同意できそうに思えるけれど、でもこのリスク忌避は環境問題だけに適用するわけにはいかない。もちろん、未来にとって大きな約束を持った新しい薬物の導入は、確かに善よりも害をなす可能性がわずかにあるかもしれない²⁹²⁰。でも、それを言えば他のどんな発明だってそうだ。たとえば、そうだね、コンピュータの発明とかインターネットは、人と人の結びつきを空疎なものにしちゃうかも？²⁹²¹ なさそうではあるけれど、でもあり得ないわけじゃない。だからある場合にリスク忌避的になるなら、他の場合にもすべてリスク忌避すべきだろう（遺伝子組み替え食品についてのコラムも参照）。

二番目は、科学がぼくたちの行動の影響について十分な情報を与えてくれないときには、「慎重なる回避」の原理（予防原則）がことさら重要になるという議論だ。でもここでもまた、この不確実性は何も環境分野に限った話じゃない。コンピュータやインターネットの利用が社会的にどんな影響を与えるか、ぼくたちはほとんど情報を持っていない。国際関係論は、各種の外交政策の結果について、確実な情報をほとんど与えてくれない。ユーロや NAFTA の経済的な影響についてもほとんどわからない。実は、大きな重要性を持った政策分野で、その影響がまともな科学的確実性をもって多少なりとも完全にわかっている例なんか、想像するほうがむずかしいくらいだ。

つまり、社会の重要な優先順位付けはすべて、不確実な情報と人間のリスク忌避的な特性と、意志決定が覆しにくく、その影響にも勢いがついてしまい、多くの人やはるか将来にまでそれが累を及ぼすという認識に基づいて行われている。だから環境上の提案もだっ、て、数ある例の一つでしかない。

環境分野だけが今まで「慎重なる回避」の原則（予防原則）を独占できたのは、要するに定番話と、破滅の日に対するぼくたちのおびえのためだ。もちろん、大規模な生態上の危機がすぐそこに迫っているなら、ぼくたちは環境のためだけに追加の安全マージンを取りたくもなるだろう。でも本書で記述されているとおり、そうした一般的な理解は砂上の

楼阁でしかない。

優先順位づけがそもそも何のためかといえ、ぼくたちが入手可能な情報を全部使って、リソースをできるだけ上手に使うためのものだ。この理由から、「慎重なる回避」の原則（予防原則）は環境に有利なようにはかりをちょっと傾けるために使われるべきじゃない。そんなことをしたら、その配分はその定義からして、できるだけ上手な配分にはなくなるからだ²⁹²²。この意味で、「慎重なる回避」の原則（予防原則）は実は、本来よりもダメな意志決定をする手段でしかないのだ²⁹²³。

そしてぼくたちが、優先順位づけなんか「偏狭」で「冷酷²⁹²⁴」だからそんなのいやだと逃げ出したくても、それでリソースの配分が行われなくなるわけじゃない。単に、まともな検討も経ない、議論もされない、デタラメで不合理な配分がされるようになるだけだ²⁹²⁵。優先順位づけを避ければ、単にベストをつくす機会をどぶに捨てるだけだ。優先順位をつけなければ、それがどんな善意に裏打ちされていようと、最終的には何千人もの人々を統計的に殺すことになるだけだ。

25.8 繁栄は続くのだ

よく考えた、合理的な意志決定を行わず、解決策を定番話 世界は悪くなる一方だというあのよくある気分 に基づいて行こうなら、ぼくたちはダメな非生産的な意志決定をするようになるだろう。ペルーでは、当局は飲料水の塩素殺菌をしなかった。発ガン性をおそれたからだ²⁹²⁶。今日では、これが 1991 年に再び猛威を振るったコレラ大発生の主要原因の一つだったと考えられている²⁹²⁷。塩素殺菌によるリスクがどんなに低いかみんなが知っていたら、この疫病はたぶん起こらなかっただろう。

1967 年に、ポール・エーリックは世界がすさまじい飢餓に向かっていると予言した。飢餓の被害を軽減するために、エーリックは かれの見方からすればまあ当然ながら 海外援助を与える国は、生き延びる見込みがある国だけにすべきだ、と主張した。エーリックによれば、インドは生き延びる見込みがない国だった。ぼくたちは「正気の実分析により、食料生産と人口との間に絶望的な不均衡が存在すると示されたインドのような国には、今後はもう緊急援助を送らないと発表すべきである。（中略）我々の乏しい援助は、生き延びられる人々のためにとっておくべきだ²⁹²⁸」。エーリックは要するに、インドなんかもう勝手にしなさいと見放すべきだ、と述べているわけだ。ところがインドは、緑の革命を生き延びた。1967 年にエーリックがいまのせりふを書いた時、インド人は一日平均 1,875 キロカロリーを消費していた。それ以来インドの人口はほとんど倍増したけれど、2,466 キロカロリーを摂取している²⁹²⁹。もしぼくたちが、エーリックなんかの言うことにばかり耳を傾けて、ポーロークをはじめ、緑の革命を取り巻く驚くべき意志力と

インスピレーションに関心を払っていなければ、事態はずっとひどくなっていたかもしれない。

西側世界に関する限り、この本が環境問題に対する目に見える姿勢の変化を引き起こしてくれれば、とぼくは願っている。いまにも地球環境が崩壊する、なんていうおびえは忘れていい。世界は基本的には正しい方向を向いていて、まともな優先順位づけにこだわることでこの発展プロセスをきちんと舵取りする手助けができることがわかる。

環境問題をおそれるとき、ぼくたちはどうも、短期的な気休めの解決策にとらわれて、比較的どうでもいいことにお金を使いがちで、結果としてずっと重要なことに使われるお金を減らしてしまう。水環境や農業や地球温暖化の問題にしても、リソースを使うときには合理的になって、よく考えた判断を下すべきだ。だからといって、合理的な環境管理や環境投資がよいことである場合が多いのを否定するつもりはない。単にそういう投資でも、人間活動のたの重要分野すべてにおける、似たような投資のコストや便益と比べなきゃいけませんよ、と言いたただけだ。

全体としてぼくは、あまりに楽観的だとそれなりの代償がついてくるけれど、あまりに悲観的なのだってかなり高くつく、ということを強調しておくことが大事だと思う。もし未来を信じなければ、ぼくたちはどんどん無力感にとらわれ、無関心になり、おびえるようになる。自分の中に引きこもるようになる。そして地球のために戦う決意をしたとしても、まともな分析から生まれたものよりは、増大するおびえから生まれたプロジェクトに参加しちゃうことになるだろう。

もちろん、単に未来を盲信するわけにはいかない。でも本書の記述と議論は、ぼくたちを非生産的な心配から解放してくれるものだから、大きな影響を持ち得る。それはぼくたちが、社会の有形無形の資産生産に参加していることで、よりよい世界作りにも関与しているんだという事実について、新たな信頼を与えてくれるものだ。

いや、みんなが心配したからこそ事態がこんなにもうまく推移したんだ、という指摘がされるときにも、同じ考察が役に立つだろう。そうじゃないよ。事態がこんなにもうまく推移したのは、ぼくたちが状況を改善しようと努力したからだ。一部の状況で、これは自然に起きた。たとえば経済的な富の成長継続なんかの場合がそうだ。ぼくたちがどんどん豊かになったのは、主にぼくたちが基本的に市場経済として組織化されているからで、みんなが心配したからじゃない。公害分野での近年のもっとも大きな進歩は、規制を通じて実現されたものだけれど、その規制が正しかったのはそれが合理的な優先順位づけに基づいている限りにおいてであって、それが漠然とした不安に根ざしていたからじゃない。

世界で手に入る食料が増えたのは、みんなが心配したからじゃない。先見の明のあった個人や団体が緑の革命を起こしたからだ。ぼくたちが余暇や安全や所得や教育水準を高め

たのも、心配したからじゃない。その問題に取り組んだからだ。

ぼくたちは問題に取り組むべきだし、理性的に優先順位をつけるべきだけれど、無用に心配すべきじゃない。

ぼくたちは実は、世界を受け継いだときよりもよい状態にして公正に残している。そして地球の本当の状態について、実にすばらしい点はまさにこれだ。人類はみんな、あらゆる計測可能な分野で改善を見せていて、そして今後も改善は続きそうだということだ。

考えてもごらん。生まれるならどこに生まれたい？ 多くの人は相変わらず定番話にはまっていて、子どもたちが食べ物も水も足りず、公害と酸性雨と地球温暖化に囲まれて育つことになるんだ、と思いこんでいる²⁹³⁰。でもこのイメージは、ぼくたち自身の偏見と分析不足のごたまぜなんだ。

だから、本書のメッセージとはまさにこういふことだ：今日生まれた子どもたちは先進国だろうと途上国だろうと もっと長生きして健康になり、食べ物ももっと食べられ、教育ももっと受けられ、生活水準も上がり、余暇は増え、はるかに多くの可能性を与えられる 地球環境が破壊されることなしに。

実に美しい世界じゃないか。

注

1. Mark Twain, *Autobiography*, chapter 29 (ed. by Charles Neider, 1959) に引用されている。
2. また、いくつかの分野はそれぞれお気に入りの規準を持っている。石油はしばしばバレルや BTU (British Thermal Unit) で計られる。慣習にしたがってこうしたものもよく使われているけれど、おおむねその相当物についての説明をつけて持ち出してある。efunda 2001 を参照。
3. efunda 2001.
4. Lester Brown は 2000 年までワールドウォッチ研究所 (Worldwatch Institute) の所長で、現在では理事長兼シニア研究者となっている。(訳注：原著刊行当時。現在はアースポリシー研究所所長)
5. もちろん学術的な観点からはもっと優れた環境に関する論文や報告がたくさんある(たとえば UN, WRI, EPA の報告や、これら機関の重要な調査研究で、その多くは本書の中でも使われているし、参考文献に挙がっている)。
6. Hertsgaard 2000.
7. Scott 1994:137.
8. Linden 2000.
9. *New Scientist* 2001
10. 「定番話 (the Litany)」という用語と続く説明は Regis (1997) から。
11. もうこんな主張をするヤツはだれもない、という説をよく聞かされる。でも、ほとんど同じ記述が *Time* 誌の 2001 年自然の状態特集号での説明の核心として使われていたのだった。「過去 1 世紀を通じ、人類は自然を支配するために、できる限りの手を尽くしてきた。地球の川をダムで堰き止め、森林を切り倒して土壌を流出させた。果てしない時間をかけて作り出された化石燃料を燃やし、何十億トンもの温室効果ガスを大気中に放ち、大気の化学組成を変えてほんの数十年のうちに目に見えるほど地球を温暖化させた。そして 2000 年には人口が 60 億の大台に乗り、さらに大陸に広がるにつれて、何十もの動植物種が毎日のように絶滅し、その中には

過去 100 年間で絶滅した初の霊長類であるミス・ウォルドロンのアカコルプスザルも含まれる。

21 世紀の初めにあたり、地球の篡奪が限界に近づいているというまちがえような兆候が現れている。自然が復讐を始めようとしている兆候だ。北極・南極での氷の溶解は、気候が急速に変わっていることを示唆している。気候はいつになく不規則で、あるところは雨が少なすぎ、あるところでは雨が降りすぎる。昨夏は乾ききったアメリカ西部を炎が燃えさかり、最近の嵐はイギリスから台湾まで猛威を振るっている。個別の出来事はどれも直接地球温暖化のせいにはできないが、科学者たちによれば温室効果のある世界では、干ばつや洪水はもっと頻繁かつ深刻になるだろうとのこと。すでに、以前より暑い気候がマラリアや黄熱病のような熱帯病の範囲を広げている。他にも、負荷のかかりすぎた惑星からの恐ろしい兆候としては穀物収量や漁獲高の低下、希少な水源を巡る競争の激化などがある」 Annon. 2001b.

12. 定番話すべてを代表する、一番集約された発言は、アイザック・アシモフ (Isaac Asimov) とフレデリック・ポール (Frederic Pohl) による *Our Angry Earth* (1991:ix) にあるものかもしれない: 「すでに我々が地球を被害から救うには手遅れだ。すでに事態が進みすぎた。農地が砂漠化し、森林がきれいに伐採されて荒地と化し、湖には毒が盛られ、空気は有害ガスでいっぱいだ。すでに我々自身を有害なプロセスの影響から救うのすら手遅れだ。というのもその動きはすでに勢いがついてしまい、何をやっても確実に進行するからだ。地球の気温は上昇する。オゾン層は破壊され続ける。公害はますます多くの生き物たちを病気にしたり殺したりする。これらすべてはあまりに進行しすぎて、改善に向かうまでにさらに悪化が進むのはまちがない。我々に残された唯一の選択は、事態がどこまでひどくなるのを許すかということを決めることだ」
13. 重要な領域すべてをカバーするなんて不可能だけれど、でも本書ではほとんどをカバーしたと思うし、スカンジナビアでの論争も大きな新領域を示唆することはなかった。新しい提案はもちろんいつでも歓迎ではある。
14. これと以下の主張は、本書の後の個別章で記述する。
15. 厳密に言えばこれは本当じゃない。というのも「どんどんよくなっている」というのもまた倫理的なコノテーションを含むからだ(何をもって「よい」とするの?)。でもこれはふつうはほとんど議論にならないことだ。たとえば、乳児の生存確率は高い方がいいの? ここで述べている「~である」と「~であるべき」との差は、もとはデヴィッド・ヒューム (David Hume) (1740:468-9) から出たものだ。

16. WFS 1996: I, table 3; FAO 1999c :29.
17. Brundtland 1997:457.
18. 以下の議論は Simon 1995b:4ff に依る。
19. Simon 1995b:6.
20. WRI 1996a:105.
21. たとえば Easterlin 2000.
22. UNEP 2000:52ff.
23. WFS 1996:I:table 3; FAO 1999c:29.
24. UNEP 2000:55.
25. Scotney, D. M. and F.H. Dijkhuis 1989: “Recent changes in the fertility status of South African soils.” Soil and Irrigation Research Institute, Pretoria, South Africa. 何度か試みたものの、この刊行物は入手できなかった。
26. IFPRI 1999:14, and FAO 1995b:86-7. ちなみに FAO は、食料生産を収量の増加と作付面積の増加とに分けない(その結果、年 3.4 パーセント増が期待されている。IFPRI の 2.9 パーセント、うち 1.7 パーセントが収量増によるものという数字と比べてみよう)。
27. 年間収量の伸びは 1990 年以來 0.37 パーセントで、総生産は 20.7 パーセント (FAO 2000a)。
28. Pimentel *et al.* 1995a.
29. Boardman 1998.
30. 技術的に言えば、このまちがいは被説明変数を偏った選択として知られる: ぼくたちは、欲しい結果に応じて例を選びがちだ(喫煙したのに長生きしたおじいちゃんだけを覚えているとか)。そしてそればかり延々と持ち出す そんなことをしても、議論は期待通りには強化されない。
31. もちろんその他たくさんの要因についてもチェックすべきだ。たとえば喫煙者と非喫煙者との間に、社会階級や所得、地理分布、教育水準、性別などでちがいがいか、といったことだ。でもこの議論に関する限り、これは重箱の隅でしかない。ここで言いたいのは要するに、全体の数字を比べようということだ。
32. 1 日 1 人あたり 2,007 からたった 1,579 キロカロリーへ (FAO 2000a)。
33. 1 日 1 人あたり 1,711 キロカロリーから 2,170 キロカロリーへ、1988-98 年, (FAO 2000a)。
34. もちろん、各国の大きさが全然ちがうことも考慮すべきだ。
35. FAO 2000a.

36. WI 1984:18.
37. WI 2000c.
38. ちなみに、Worldwatch Institute *Vital Signs 2000* の輸出に関するデータとグラフ (2000b:74-75) は、以前の版と比べてまちがっている (1998b:69, 1999b:77, 電子データベース (2000c), World Bank (2000c) の財とサービスを 1995 年\$ に換算したものと比べてみるとわかる)。
39. たとえば Brown and Kane 1994:138.
40. Brown and Kane 1994:142.
41. Asimov and Pohl 1991:45. 省略符号 (.....) は原著ママ。以下の明らかな反復は削除してある: “The twenty-three years from 1947 to 1969 averaged about 8.5 days of very violent Atlantic hurricanes **from 1947 to 1969**, while...”
42. Landsea 1993:figure 8, <http://www.aoml.noaa.gov/hrd/Landsea/climo/Fig8.html> を参照。
43. Landsea 1993.
44. Landsea *et al.* 1999:108.
45. WWF 1997a:18.
46. INPE 2000:9.
47. WWF 1997a:18.
48. サッカーのピッチは 70 m x 110 m で 0.77 ha だ。だから 1,489,600 ha/年は、サッカー場 190 万个分、あるいは 1 時間あたりサッカー場 220 個分だ。アマゾン は 3 億 4300 万 ha つまりサッカー場 4 億 4500 万个分になる。さて、これで何か賢くなった?
49. INPE 2000:7; Brown and Brown 1992:121.
50. Anon. 2000a:5; <http://www.recycline.com/> も参照のこと。
51. Hudson 2000.
52. Stiefel 1997.
53. ちなみにもとの記事では、この推計値はポンド表記になっている。たぶん 1 億ポンドというほうがかっこいいからだろう。Anon. 2000a:5, <http://www.recycline.com/recinfo.html>.
54. EPA 2000c:table 1.
55. EPA 1999b:5 (table ES-1) の 1997 年の数字、住民 2 億 6764.5 万人と 1 億ポンドの年間歯ブラシごみ (Anon. 2000a:5) から。
56. WI 1995:7.

57. WI (2000b:46): 「おそらく最大の劇的で予期せざる変化は、10 年前に始まった経済衰退の結果として起きた、ソ連での肥料使用の急激な減少だろう」
58. 環境科学の分野では、これは「置き換えによる問題解決」として知られる。(Weale 1992:22).
59. Asimov and Pohl 1991:76.
60. Asimov and Pohl 1991:78.
61. Gore 1992:82.
62. たとえば Andersen 1998。Al Gore はまた、脱硫装置は CO_2 排出を 6 パーセント増やすと書いているけれど (1992:82)、現在の見積もりでは 1 パーセント以下しか増えない (Anon. 1995b)。
63. Elsom 1995:480; 第 IV 部の公害に関する部分も参照。
64. 第 IV 部の微粒子に関する部分の、注 1188 の計算も参照。
65. Goodstein 1995 は、アメリカの 6,000 カ所以上のゴミ埋め立て地からの地下水汚染は 300 年で 5.7 人のガン死亡者、つまり 50 年ごとに約 1 名を生み出すという EPA の見積もりを挙げている。イギリスの埋め立て地は規模が小さいし、脱硫装置からの廃液なんて埋め立て地のごくわずかな一部にしかならないので、このリスクは最大の上限值だ。
66. ぼくは動物が同じ権利を持つべきだという議論 (Singer 1977 を参照) には、一般に組みしない。
67. もっと過激な解釈はここでは使わないでおいたけれど、こうした議論の進め方はもちろん Baxter 1974 に影響されている。こうした生命観は客観化 (objectification) として知られ、支配的な見方だ (Agger 1997:64ff)。
68. ぼくは、動植物は無用に痛めつけられたり死んだりすべきじゃないと強く感じている (まさにそのためにぼくは菜食主義者だ)。でもここでの重要なことばは「無用に」というやつだ。ウシの死を人間が正当化するに足るほど必要だというのは、どういう状況だろう。これはたぶん、個別の状況で決めるしかないことだし、民主的な意志決定プロセスと同じく、手続き上の正義をもって決めるしかないだろう。そしてこれは、人間が自分の原理原則に基づいておこなう意志決定だ。
69. でもこの選択があいまいでないことのほうが珍しい。処女林はもちろん人間にレクリエーション的な機能を提供してくれるし、畑ではたくさんのトウモロコシに生を与えることができる。
70. とはいえこの先、実例はお目にかける。たとえば Pimentel *et al.* (1998) など。
71. WI 1998a:4.

72. ワールドウォッチ研究所 (Worldwatch Institute) の本はもちろんこうした主張の例をいろいろ挙げるけれど、すでに述べたように、こういう個別の例は全世界的な評価をしようというときにはまるっきり役に立たない。
73. WI 1998a:22. かれらは以下のように続けている：「すでに述べたように、かつて地球を覆っていた森林の半分は消えている」。この見積もりが極端に過大だということ以外にも (Goudie [1993:43] の推計では 20 パーセント、Richards [1990:164] では過去 300 年で 19 パーセント)、これは数十年のトレンドと、数千年のトレンドとを比べるという無茶なことをしているのを示唆している。
74. 1949 年の推計値がはずれていて、たぶんここで報告したよりさらに楽観的な結論をもたらすだろうということは明らかに思える。
75. WI 1998a:22.
76. 1126 万 ha/年 (FAO 1997c:17).
77. WI 1998a:9.
78. 最新の推計期間 1990–5 年 で 873,000 ha (FAO 1997c:189)。
79. WI 2000a:xvii.
80. WI 2000a:xvii.
81. World Bank 2000c, 2000e:I 188. ちなみにこれは、別のワールドウォッチ研究所 (Worldwatch Institute) 刊行物で挙げられているトレンド (1984–98) でもある (WI 2000b:73)。
82. EEA 2000.
83. 2000 年 US\$換算; IMF 2000a; EIA 2000b:32. データは Figure 65 より。
84. EIA 2000e:32.
85. USBC 2000a.
86. WI 2000a:xvii.
87. WI 2000a:4; 第 II 部冒頭で引用した WI 1998a:xvii と比べてみよう。
88. WI 2000a:4.
89. WI 2000a:4.
90. WI 2000a:15.
91. Caldwell 2000.
92. Ainsworth and Teokul 2000.
93. ワールドウォッチ研究所 (Worldwatch Institute) は、その序文でまたもや AIDS の例を引き合いに出している (WI 2000a:14-15)。
94. WI 2000a:13.

95. WI 2000a:12.
96. WI 2000a:12.
97. WI 1998b:15.
98. WWF 1997b, 1997d, 1998c.
99. WWF 1997b, タイトルと p. 1.
100. 森林の章の参考文献を参照。
101. WWF 1997e.
102. WWF 1997a, 1997e.
103. Goudie (1993:43) の推計は 20 パーセントでこれはたぶん Matthews 1983 からのもの。Williams (1994:104) は農業以前の時期から 20 パーセント減と推計している。農業以前までさかのぼる推計は他にはなく、森林消失が圧倒的な勢いで進行したここ数世紀についての推計しかない。こうした推計は、農業以前のすべての森林消失全体から見て少なめの評価にはなっているだろうが、過少評価分はごくわずかだろう; この場合 Richards (1990:164) は過去 300 年で 19 パーセント。IPCC もまた、1850–1990 年にかけて世界の森林地帯が 20 パーセント削減と推計している (2001a:3.2.2.2)。
104. 現在の森林地帯とされるのもの、最大 33 パーセントについては定義の問題が適用できる。これはそこに記述されている説明でははっきりしないけれど、北方森林は 12 億 ha をカバーしている (Stocks 1991:197)。Aldrich は他の森林消失に関する歴史的な記述については知らなかったために、注 103の参考文献を提供してあげたところ喜んでいた。
105. WWF 1997e.
106. 1980-95 年の期間に、世界は 1.80 億 ha の森林を失い (FAO 1997c:16)、1990-5 年には 0.563 億 ha (p. 17)、そして総森林面積は 34 億 5400 万 ha だ (p. 10)。1980 年代について見ると (100 万 ha 単位): $3,634(1 - 0.346 \text{ パーセント})^{10} = 3510.3$ で 1990-5 年については (100 万 ha 単位): $3510.3(1 - 0.32 \text{ パーセント})^5 = 3,454$ 。WCMC の Mark Aldrich に森林消失速度の加速という主張について連絡したところ、かれはいたずらっぽくこう言った:「まあそれはいかにも WWF だねえ」。
107. <http://www.panda.org/forests4life/news/10897.htm> .
108. FAO 1997c:189, 18.
109. WWF 1997d; 1998c:36; 1999:27, WWF による 1990 年の森林面積は 34.10 億 ha で、これに対して FAO による 1990 年の森林面積は $34.54+0.563=35.103$ 億 ha (FAO 1997c:10, 17)。

110. $1 - 3,044/8,080 = 62.3$ パーセントではなく、 $1 - 3,410/6,793 = 49.8$ パーセント。
111. Fairhead and Leach 1998; Leach and Fairhead 1999.
112. Leach and Fairhead 1999:1. またこの森林面積減少の主張は、WWF 1998d:7 のカラー地図でも見ることができる。これはインターネット上で見られる。
113. Fairhead and Leach 1998:xix.
114. Fairhead and Leach 1998:183.
115. WWF 1999:1.
116. FAO 1997c:13, table 2.
117. WWF 1998a:6.
118. 「世界の森林のうち植林はたった 3 パーセント程度である」 (FAO 1999a:1)。しかし、1997 年の FAO の推計を参照。総森林面積 34.45 億 ha のうち、先進国での植林面積は約 80-100 Mha 途上国では 81.2 Mha、つまり合計では 5.2 パーセント (FAO 1997c:10, 14, および WWF 1998a:36) となる。
119. Costanza *et al.* 1997; WWF 1998a:24.
120. WWF 1998a:24.
121. この主張は新しい WWF 1999 では行われていない。
122. WI 1999b:77.
123. 「2 つのがっちりしたデータ (毎年 4 万の生物種が死んでいるという主張の批判と、生物種の絶滅率が今は 0.7 パーセントだという主張) は、グリーンピースもその他ほとんどの団体もずっと以前から受け入れている」 *Politiken*, 13 February 1998.
124. Greenpeace, *Protecting Biodiversity*: <http://www.greenpeace.org/~comms/cbio/bdfact.html>. このリンクは、ぼくの批判のために今や削除されてしまった。
125. ノルウェーの新聞 *Verdens Gang*, 1998 年 3 月 19 日より。
126. *Verdens Gang*, 1998 年 3 月 19 日。
127. Colborn *et al.* 1996.
128. Colborn *et al.* 1996:182. この本を読むと、テオ・コルボーンの主張である「我々は著書において、それ [環境汚染と乳ガンの関係] がきわめて弱く貧弱な結びつきだと考えていることを明記した」 (PBS Frontline 1998) を信じることはとうていできないのは皮肉なことである。
129. Colborn *et al.* 1996:182.
130. $175 \text{ パーセント} = 1.01^{(1996-1940)}$.
131. ACS 1999, CDC 2001a.

132. UNEP 2000:41ff.
133. UNEP 2000:42, <http://www.grida.no/geo2000/english/0046.htm>.
134. WHO 1998: 「1997年には、5歳以下の児童が1千万人死亡した」 1046.6万人, Murray and Lopez 1996c:648.
135. UNEP 2000:148, <http://www.grida.no/geo2000/english/0099.htm>.
136. CEQ 1997. 環境関連文献では残念なことによくあることだが、GEO 2000は本をまるごと参考文献として挙げるだけでページを書かず、300ページ超の本の中でのたった一つの議論を見つけるのを極端に（そして不当に）困難にしている。
137. WI 1999b:16-17, cf. p. 48, 54; 1997b:54; 2000a:17.
138. 0.045 EJ の 22 パーセント vs 159.7 EJ の 2 パーセント。
139. $0.045EJ \times 1.22^{45.7} = 159.7EJ \times 1.02^{45.7}$.
140. Hohmeyer 1993.
141. Krupnick and Burtraw 1996. ここで参照されている3つの調査は: US Department of Energy (Oak Ridge National Laboratories/Resources for the Future, Lee *et al.* 1995), EU (DG XII 1995) および Empire State Electric and NY State Energy Research and Development Authority (1995).
142. Krupnick and Burtraw 1996:24.
143. WI 1999a:28.
144. WI 1999a:39.
145. WI 1999a:39.
146. WI 1999a:18. CO_2 を削減するのが安上がりか儲かるかのような書き方をしているにもかかわらず（そしてこれはまさにワールドウォッチ研究所 (Worldwatch Institute) が意図した印象だ）Casten は非常に正直で、社会全体に対するコストについては自分はまったく気にしておらず、自分のような企業がこれを実現するための手段を提供することで大もうけできる立場にいることだけを考えていることに注意しよう。
147. WI 1999a:35.
148. WI 1999a:35; Hoffert *et al.* 1998: 884.
149. Miller 1998:494. 追記されていることとして「ほとんどの国で問題は水不足ではなく、ふつうに入手可能な水供給が無駄遣いされ、維持できない形で利用されていることにある」。でも、その40パーセントのほとんどが水へのアクセスがないことから来ていることは認識していないようだ。
150. Miller 1998:494; Engelmann and LeRoy 1993: <http://www.cnie.org/pop/>

[pai/water-11.html](http://www.pai/water-11.html).

151. World Bank 1995b.
152. Serageldin 1995:2.
153. USAID と WHO の推計; World Bank 1992:49.
154. 約 11 億人が今日きれいな飲料水へのアクセスを持っていない (Annan 2000:5) し、World Bank の推計では水システムの整備に一人あたり \$150 ほどかかり、つまり全員にきれいな水を供給するには \$1650 億かかる (World Bank 1994:11)。同じように、25 億人が下水処理設備へのアクセスを持たず (Annan 2000:5)、これは世帯あたり \$50 以下かかる (World Bank 1994:83)。つまり全部で \$300 億 (世帯あたり 4 人と想定する) かかる。だから上水と下水処理を両方ともあらゆる人に提供する総コストは \$2000 億以下だ。OECD (2000:270) の推計では、ODA 総額は 1998 年で US\$500 億になる。
155. この下水処理に関する数字はきわめて大きな議論の対象となってきた。中国は自国民のほぼすべてに下水処理設備を提供したと主張する (1990 年で 85 パーセント、World Bank 1994:146) が、ほとんどの人はこの統計を疑問視している (1990-5 年で 24 パーセント、UNDP 1996a:144)。
156. 今日では、この数字は 7.64 億くらいになるのがわかっている。出生率が予想よりずっと急速に下がったからだ (USBC 1996:A-3)。
157. Engelman and LeRoy 1993; <http://www.cnice.org/pop/pai/image4.html> を参照; <http://wwwcatsic.ucsc.edu/~eart80e/SpecTopics/Water/water1.html>。でも、飲料水と下水設備の提供がこんなに急速に進むようには見えないということ、1992 年から 1994 年の絶対数と相対的な増加が見られること (Wright 1997:3) を指摘しておくのは重要だ。
158. ロジスティック曲線のほうがちょっと高い説明力と、改善された基本モデルを持っている。
159. この推計は Gleick 1998a:262, 264 でも再掲されている。
160. Gleick (1998a:261, 263): 「WHO は、現在の定義が 1990 年に適用されたら各国の状況はどうなっていたはずかの推計において、アクセスの最新かつ最も厳格な定義を使ってる」
161. この陰気な 1990-94 年の数字は *Global Environment Outlook 2000* (UNEP 2000:35) にも掲載され、2000 年までに下水処理サービスを受けていない人口の推計がもっと高いものとなっている。本文が説明するように、この予想は結局外れた (Annan 2000:5)。

-
162. Gleick 1998a:262, 264.
 163. Gleick 1998b.
 164. Annan 2000:5.
 165. Pimentel *et al.* 1995a; Pimentel and Pimentel 1995.
 166. Pimentel *et al.* 1998.
 167. Anon. 1999d; Gifford 2000; Anon. 1998b.
 168. Pimentel *et al.* 1998:822-3.
 169. WHO 2000b:164; Murray and Lopez 1996c:465, 648.
 170. Pimentel *et al.* 1998:823.
 171. USBC 2000d.
 172. 0.7 から 0.4 へ; Armstrong *et al.* 1999; Martin *et al.* 1999:27.
 173. Pimentel *et al.* 1998:818. この結びつきが特にはっきりしているのは Anon. 1998b だ: 「今日使われている 80,000 種類の農薬や化学物質の中で、10 パーセントは発ガン物質として認識されている。アメリカでのガン関連死亡数は、1970 年の 331,000 から 1992 年には 521,000 に増え、うち 30,000 の死亡が化学物質への被曝のせいだとされている」
 174. Pimentel *et al.* 1998:819.
 175. WHO 1999a:269.
 176. Pimentel *et al.* 1998:824.
 177. 1994 年に 32 パーセントでピークに達した (Tangcharoensathien *et al.* 2000:802)。
 178. Tangcharoensathien *et al.* 2000:802.
 179. UNAIDS 2000:128-9.
 180. Pimentel *et al.* 1998:820.
 181. EPA 2000d:3-19, 3-20.
 182. ここでも Pimentel *et al.* はページ番号を明記していないけれど、参照しているのは OECD 1985a:38 だ。 Anon. (1998b) もまたこれをアメリカの排出量として報告している: 「アメリカでのガソリン中の鉛使用は 1985 年以来低下したが、ほかの発生源がこの国では毎年 20 億トンもの鉛を大気中に放っている。アメリカで推定 170 万人の子どもたちが、とうてい許されないほど高い血中鉛濃度を持っている」
 183. Pimentel *et al.* 1998:817.
 184. Pimentel *et al.* 1998:824.
 185. Pimentel *et al.* 1998:822.
 186. Pimentel *et al.* 1998:817.

187. Pimentel *et al.* 1998:824.
188. Pimentel *et al.* 1998:822.
189. Henderson 2000.
190. Grigg 1993:48.
191. WHO 2000c.
192. World Bank (1993:76) は、直接・間接の障害調整寿命年 (DALY) は栄養不足だと 7310 万 DALY、微栄養素不足の場合は 7210 万 DALY だと推計している。
193. World Bank 1993:82; Underwood and Smitasiri 1999:312ff.
194. Underwood and Smitasiri 1999:304.
195. Darnton-Hill 1999.
196. Pimentel *et al.* 1998:817.
197. Anon. 1999d; Gifford 2000.
198. Anon. 1998b.
199. 5000 万というのは 1990 年代初期からの丸めた数字で、Pimentel *et al.* (1998) からの数字はほとんどがこの時期のものだ; WRI 1998a:12.
200. 死亡数 567,000 (Murray and Lopez 1996a:315)。
201. Pimentel *et al.* 1998:818.
202. Pimentel *et al.* 1998:824.
203. Henderson 2000.
204. Pimentel *et al.* 1998:822, 820, 820.
205. この推計のもとになっている Murray and Lopez 1996a は、全原因の 40 パーセントほどしか割り当てておらず、児童の死亡負荷だけを推計しているため (1996a:305)。
206. Dobson and Carper 1996. McMichael (1999) がよい例だ。「感染症は 19 世紀後半と 20 世紀のほとんどを通じて減少した。しかしながら、この減少潮流は、20 世紀の最後の 1/4 で逆転したかもしれない。過去 25 年には異常なほど大量の新しいまたは新発見の感染症が記録されている。たとえばロタウイルス、クリプトスポリジウム症、レジオネラ症、エボラウイルス、ライム病、C 型肝炎、HIV/AIDS、ハンタウイルス肺症候群、大腸菌 O-157、コレラ O-139, toxic shock syndrome (ブドウ球菌) などだ」。議論としては、こんなにたくさん名前が挙がっているなら、頻度も上がっているはずだ、ということらしい。
207. Pimentel *et al.* 1998:824.
208. Murray and Lopez 1996c:465-6, 648-9, 720-1, 792-3.
209. Murray and Lopez 1996c:465-6, 648-9, 720-1, 792-3 の年齢群から計算したものの。

-
210. ページ番号は明記されていないけれど、77パーセントという数字は Murray and Lopez 1996b:358 からきている。
211. この事実は「epidemiological transition」として知られる。ヘルスケアの向上が感染症を初期には引き下げるため、後に非感染症を増やすことになるというものだ (NAS 1993)。WHO は、感染症減少方向への変化の証拠を 1909 年以來のチリなどで実証している (1999a:13)。
212. Murray and Lopez 1996c:465, 792.
213. NCHS 1999a:142.
214. Pimentel *et al.* 1998:824.
215. WI 2000a:7.
216. ここでは、この例えそのものが定常性に偏っていることは無視している。人口がどんどん増えるにつれて、もっと優れた穀物も開発され、最小限の面積というのもどんどん小さくなる。
217. Simon 1996:100-1.
218. FAO 2000d:108.
219. WI 1998a:89.
220. WI 1998a:90.
221. Brown 1996b:199-200.
222. Greenpeace 1992:8.1.
223. Falkenmark and Lundqvist 1997:8.
224. WI 1999a:23.
225. Gwynne 1975.
226. もちろん、これは分配問題を含んでいる イギリスのほうが育成期間が長くて優秀なら、エチオピアのほうはもっと灼熱気候になるかもしれないけれど、でも寒冷化シナリオのもとでは、イギリスのほうで寒くなって、エチオピアのほうで利益を得ていたはずだ。
227. 4,131 人の死亡が過剰な寒さからくるのに対し、過剰な暑さによる死亡は 2,114 人、1987-9 年と 1994-6 年 (NSC 1990:10; 1999:16)。イギリスの場合、Subak *et al.* (2000:19) は以下のように述べている：「もっと温暖な気候は、極端な夏の熱波で死亡者を増やすけれど、これらは冬の死亡者数減少のほうをはるかに上回るものとなる」暑さの他の便益については Moore (1998) 参照。
228. 以下の議論は Brander and Taylor 1998 を発展させたもの。
229. Gonick and Outwater 1996.

230. WI 1999a:11.
231. Asimov and Pohl 1991:140-1.
232. Brander and Taylor 1998:122; *Encyclopedia Britannica* の推計では約 10,000 個の島。
233. Brander and Taylor 1998:129.
234. Brander and Taylor 1998:135.
235. Meadows *et al.* 1972:56ff.
236. Ehrlich 1970.
237. Ehrlich 1970:25.
238. アフリカ人は 1998 年には一人あたり 1 日 2,439.4 キロカロリーを摂取した (FAO 2000a)。
239. Ehrlich 1970:24. *New Scientist* も同じく、公害と成長の限界が「大きな人口減少」につながり、2100 年にはたった 20 億人しか残らないと心配している。
240. Ehrlich and Ehrlich 1974.
241. Ehrlich and Ehrlich 1974:28.
242. Ehrlich and Ehrlich 1974:30: 「海洋生物学者によれば、地球の漁獲高はそろそろ上限だとのことだ」
243. Ehrlich and Ehrlich 1974:158.
244. Ehrlich and Ehrlich 1974:33. かれらはまた、1985 年に株式市場の暴落を予測している (p.176)。
245. Danish TV news, DR1, 18.30, 1998 年 2 月 4 日.
246. こうしたちょっとした上下動はまるで決定的なものじゃないことは指摘しておくべきだろう。データにはどうしても、大きな不確実性とモデル推計が含まれているからだ。森林について言えるせいぜいのことは、それが 1950 年以来、たぶん大きく増えも減りもしていないということだろう。
247. これが Poulsen 1998 の論点だった。
248. 典型的な例が、環境問題の優越性について納得しきっていない人をナチズムと比べたアル・ゴア (Al Gore) だろう (e.g. Gore 1992:272ff)。
249. Auken 1998. Poulsen (1998) は *Politiken* の読者に対して、ぼくが実は「サンダル履きのサヨク」だと告げることができた。これはたぶん、環境大臣の描き方よりは実態に近いけれど、でもぼくは自分の政治的立場は述べたくない。ぼくの強みは事実に基づいた議論をしていることにあるのであって、その事実を政策の追求に使っているんじゃないという点にあると信じているからだ。

250. もちろんぼくとしては、過去の意志決定の（非）効率性について記述したいところだけれど、そうした評価はほとんど絶対に入手できない。明らかに、すでに行われて実施されている意志決定の費用便益分析を行うのは、どうせ何も状況を変えないからいささかピントはずれではあるだろう。
251. この神話は、たとえばワールドウォッチ研究所 (Worldwatch Institute) などが広めている：「ちょうど絶えず成長を続けるガンがその宿主を破壊することで、自分自身の生命維持装置を破壊してしまうように、絶えず成長を続けるグローバル経済はゆっくりとその宿主を殺している　その宿主とは地球の生態系だ」 WI 1998a:4, WI 2001a:12 と比べよう。これはもともと、1973年のエーリック (Ehrlich) による、マイナスの環境インパクトが人口規模、豊かさと技術によって乗算式に決まるという主張からきている（時には $I = PAT$ と表記される。Common 1996 参照）。結果として、この関係は定義からして、豊かさが環境にマイナスに影響するようになっている（ただしその影響は一時的に技術進歩によって緩和はされるけれど）。
252. このトレードオフは新しい IPCC シナリオのまさに中核にあって、経済と環境との選択が 2 つの大きなポイントの一つとなっている。IPCC 2000a:28.
253. この関係が決定的なものじゃないということには注意　単に、豊かな国のほうが環境に配慮しがちだというだけだ。
254. この指標は「5 つの現象の関数である：(1) 環境システムの状態、たとえば大気、土壌、生態系、水など；(2) こうしたシステムへの負荷、たとえば公害や篡奪レベルなど；(3) 食料資源不足や環境要因病への被曝などの形で環境変化に対する人間の脆弱さ；(4) 環境課題に対応するための社会的・制度的な能力；そして最後に (5) 大気などの国際的な環境リソースを保護するための集合的な努力への協力において、グローバルな貢献への要求に対応するための能力。われわれは環境維持可能性を、これらの各次元において、高いレベルのパフォーマンスを永続的な形で提供する能力と定義する」(WEF 2001:9).
255. Simon 1996:226-7.
256. Dunlap *et al.* 1993.
257. Dunlap *et al.* 1993:10.
258. 「大いに懸念する」「かなり懸念する」と答えた人の割合 (Dunlap *et al.* 1993:11)。
259. Svensson 1981. 同じような行動は、人々が自分の生き残りについて系統的に楽観的すぎる評価をるところなどにも現れる。cf. Weinstein 1980.
260. Saad 1999.
261. 電磁場は EMF として知られる。この件についての最新の報告では、National

Institute of Environmental Health Sciences は「超低周波数 EMF への被曝がいささかでも健康リスクをもたらすということを示すという科学的な証拠は弱い」と述べている (NIEHS 1999:ii)。

262. Ashworth *et al.* 1992.
263. Viel *et al.* 1998.
264. これはたとえば Hoyer *et al.* 1998 に対する COC (1999:5) と NRC (1999:257-8) 双方の判断だった。第 V 部の農薬 vs 乳ガンについての議論も参照。
265. ガンのメタ調査においては、少なくとも 3 種類以上のガンを検討していない調査は除外されている。これはまさに、この種のデータマッサージを防ぐためだ; Acquavella *et al.* 1998:65.
266. もちろんすべての研究がこうだというわけじゃない。でも基礎研究はふつうはまるで一般認識を高めたりはしないし、高めてもそれが以下に述べるネガティブな変更のメカニズムをうち消すような形でポジティブに認識を高めると考えるべき理由はない。
267. Abrahamsen *et al.* 1994c:298.
268. Abrahamsen *et al.* 1994c:298.
269. *Ingeniøren* (The Engineer), no. 26-7, 1996, p.14.
270. *Ingeniøren*, no. 28-9, 1996, p.8.
271. Boehmer-Christiansen 1997.
272. *Fortune* によって、ワシントンでの最強ロビー第 2 位と 21 位にランクされている (Birnbaum and Graves 1999)。また、ロビイストとしての AFB に対する批判的な議論としては Rauber and McManus 1994 を参照。
273. 世論調査によると、人々は環境を守る存在として、企業よりも環境保護団体のほうをずっと信頼しているし (企業 38 パーセント vs 環境団体 78 パーセント) それを言うなら EPA (72 パーセント) よりも環境団体を信用している (Dunlap 2000)。
274. WWF デンマークの会長 Kim Carstensen は *Politiken* に以下のように書いた: 「われわれ WWF は、生物種が絶滅させられていないとか、地球温暖化についての心配はしなくていいという [ロンボルグの] 『事実』を是非とも見せてもらいたいものだと思っている。かれが正しければ、我々としては欣喜雀躍である」 *Politiken*, 1998 年 1 月 22 日号。でも正直いって、この文は裏返しにも読める WWF は本当に欣喜雀躍したのだろうか? だってもしそうになったら、WWF という組織の存在意義ってそもそも何なの?
275. Bent Falbert, Meilby 1996:53 での引用。

-
276. McQuail 1994:268.
 277. Singer and Endreny 1993:36.
 278. Singer and Endreny 1993:21.
 279. Singer and Endreny 1993:22, note 1.
 280. McQuail 1983:145.
 281. McCombs 1994:4.
 282. McQuail 1994:272.
 283. McQuail 1994:268 での引用。
 284. Meilby 1996:58. このネガティブなニュースへの集中については多くの研究がある。たとえば Glasgow Media Group 1976, 1980; Zillman and Bryant 1994:452ff.
 285. Altheide and Michalowski 1999.
 286. Dunn 1998.
 287. Ridnour 1998.
 288. Anon. 1998c.
 289. Brady 1998.
 290. Gorman 1998.
 291. Griffith 1998.
 292. Nash and Horsburgh 1998.
 293. ディズニーのテーマパークへの入場者減を引き起こしたという話だそうだ (Anon. 1998a)。
 294. Nash and Horsburgh 1998.
 295. Changnon 1999.
 296. これはアメリカの数字であることに注意、世界の他の部分でのエルニーニョのコストは、大きくちがうのはまちがいない。
 297. Thorsen and Moller 1995 の Actant モデル。
 298. Singer and Endreny 1993:103ff.
 299. Finkel 1996.
 300. Hume 1754:464.
 301. Simon 1995a での引用。
 302. Simon 1996:17 での引用。でも、もとの引用には参照文献がついていないので、これは本当ではないかもしれない。
 303. Knudsen 1997.
 304. すべての場合にそうだとは言えないながら (UNDP 1996a:5)、一人あたり GDP と

- いった単純な富の指標は、しばしば期待寿命や乳児死亡率、文盲率や、政治・市民権といった指標と驚くほど密接に結びついている (Dasgupta and Weale 1992; Pritchett and Summers 1996)。
305. UNDP 1998.
306. World Bank 1998b: table 1.2.
307. UNDP 1998.
308. 国連は、大台を越した時点を 1999 年 10 月 12 日としている (UNFPA 1999) けれど、これはもちろんあまりに厳密すぎる。たとえばナイジェリアなんかの人口はいまだに何千万人単位で不確定だ (Okolo 1999)。
309. ほとんどの推計は国連の世界人口開発の 2000 年レビュー (UNPD 2001a-c) から取っている。国連は出生率についていくつかちがった想定をもとに推計をする。楽観的なもの (低位)、悲観的なもの (高位)、そしてその「中間」(通称中位推計)。ほとんどの文献にあわせて、ここでぼくは中位推計を参照している。
310. Chiras 1998:131.
311. 長期予想 (UNPD 1998b) は 1996 年改訂に基づいていて (UNPD 1998a) これはもっと 2000 年改訂 (UNPD 2001a) に似ていることに注目。
312. ここで示した数字は総出生率、つまり今の出生パターンが続いた場合、女性が一生で何人の子供を産むか、という数字だ。人口安定のためには、総出生率は 2 よりちょっと多くなきゃいけない (子供たちの一部は、自分が子供を作れるようになるまでに死ぬからだ)。これが総出生率、TFR (Heilig 1996) だ。1950 年の発展途上国の TFR は 6.16 だった。1995-2000 年だとこれが 3.00 と見積もられ、2000-2005 年だと 2.80 だ (UNPD 1999a:I:12)。
313. 国連コンサルタント Peter Adamson, Miller 1998:293 での引用。
314. たとえば Berry *et al.* 1993: 57ff.
315. 出生率の低下には他にもいろいろ原因がある。主なものとしては、教育や法制度の改善からくる女性の自立増加だ。このため女性は負担の多い追加の出産を避けて、キャリアを求めたり自由時間を求めたりする。Dasgupta 1995 と Gallagher and Stokes 1996 を参照。
316. 1750 年の 178.1 万人 (Mitchell 1975: 23) から 2000 年には 891.0 万人 (UNPD 1999a:I:386)。過去 250 年にわたるスウェーデンでの出生率のある分析で、Eckstein (1999:164) によれば「賃金増加と子供の死亡率低下がスウェーデンの出生率低下の大部分を説明できる」。
317. 1911 年の 410 万人 (Mitchell 1995) から 2030 年の 2300 万人 (USBC 2001a)。

318. 安定出生率は、カップルあたり子供 2 人よりちょっと多い必要がある。子どもたちの中には、自分では子供を作らないのもいるからだ（自分で子供を作らないことを選ぶか、成年に達するまでに死ぬから）。
319. UNPD 2001a:2.
320. 発展途上国の TFR は UNPD 2001a:4, アメリカでは 1960–65 年で 3.314, オーストラリアは 3.27; UNPD 1999a:I:418, 84, デンマークの TFR は 1920 年で 3.3 (Statistics Denmark 1995: 8)。
321. UNPD 2001a:1, 1999a:xi, 10.
322. 人口成長率は 1964 年に地球全体で 2.167 パーセント となったのがピークで、発展途上国は 2.624 パーセント (USBC 2000a)。
323. 2050 年についての予測値は: 98.33 億人 (1994 年改訂) から 93.66 億人 (1996 年改訂)、89.09 億人 (1998 年改訂) そして今や 93.22 億人 (WRI 1996a, WRI 1998a, UNPD 1999a:I:8, 2001a:1) と推移してきた。
324. 残念ながら、人口増が急激な期間だけを見せて、その後で人口の伸びが落ち着くところは見せずに、人口増大が手に負えなくなっているという印象を与えようとする傾向がある。たとえば Gore 1992:32-3, Burne 1999:104。
325. ここでも、1996 年改定値に基づいた 1998 年の長期予測を使った。これは 2000 年改訂とかなり似ている。 UNPD 1998b.
326. UNPD 2001c, cp. 1999a:I:2, 228, 138.
327. 中国の TFR は 1950–55 年で 6.22、インドの TFR は 5.97 (UNPD 1999a:I:138, 228)。現在の数字は 1995–2000 年についてのもので UNPD 2001c から。
328. UNPD 2001c.
329. UNPD 2001c.
330. UNPD 2001a:1, Bailey 1995: 12. USBC 2000a と比べよう。
331. 1998 年改訂に基づく、 UNPD 1999a.
332. Heilig 1996, UNPD 1999a, Keyfitz and Flieger 1990:105. 同じくメジアン年齢つまり人口を半々に分割する年齢 は 1950 年に 23.6 歳だったのが 2000 年には 26.5 歳、そして 2050 年には 36.2 歳に増える, UNPD 2001a:14.
333. UNPD 1999a:I:, 1999a:II:, Heilig 1996. UNPD 1999a, Keyfitz and Flieger 1990:213.
334. 500 億は Botkin and Keller 1998:81 の推計 (Dumond 1975 を使っているはずだが、かれがどこでこの数字を述べているのかははっきりしない)、Desmond 1975 では 770 億、Bourgeois-Pichat 1989:90 では 803 億、Hammel 1998: Table 3 で

は 800 億から 1,000 億の間だ。

335. たとえば Porrit 1991: 116, Time 1997: 31.
336. Ehrlich 1968:16.
337. 人口密度が最高なのは、香港の 5,952 人/ km^2 とシンガポールの 4,817 人/ km^2 だ。ふつうの国としては、バングラデシュの 832 人が最高だ。モーリシャスと韓国に続いてオランダは第 6 位の 414 人、ベルギーは 8 位の 332 人、9 位は日本の 331 人、10 位はインドの 283 人。南アジア全体では 242 人/ km^2 で、イギリスは 239 人、デンマークは 121 人、オハイオ州は 106 人、インドネシアは 101 人 (World Bank 1997a:table 1, USBC 1999a:29)。因果関係を読みとるべきではないけれど、データセット全体を回帰分析すると、人口密度と一人あたり GDP とは負の相関ではなく正の相関がある。
338. Bailey 1995:15.
339. Ehrlich and Ehrlich 1996:70-1. でも持続可能性は、地球全体で考えるのが当然だ。つまり、世界各地で持続可能な形でとれるものを貿易できればそれでいい。
340. アメリカ中西部はすごく肥沃だけれど、アメリカ人の大半部は沿岸部に住みたがる。国の経済はそれで立派にまわるのだけれど、なにやら得体の知れない理由でエリックはみんなが食料のとれるところで暮らすべきだと主張する。
341. 全地球で見ると、地方部人口は 2000 年の 32 億人から 2030 年に 32.5 億人へと 1.7 パーセント増えるだけだけれど、都市人口は 28.9 億人から 51.2 億人へ 77 パーセント成長をとげる。ヨーロッパでは、土地面積では 97 パーセントを占める地域に住む地方部人口は、1.83 億人から 1.18 億人へと 36 パーセント減り、都市人口は 4.5 パーセント増えて 5.71 億人になる (UNPD 1998a:96-9, 104-7).
342. UNPD 1998b:3.
343. UNPD 1998a:140. そしてそのロンドン自身も、1801 年には人口 10 万人の村だったのが、1850 年には 250 万人になった (Floud and Harris 1996:5).
344. UNPD 1998b:8, cp. UNPD 1998a:23-4.
345. アメリカからのデータだと 1990 年国勢調査で 75.2 パーセント, <http://www.census.gov/population/censusdata/table-4.pdf>.
346. Chiras 1998:133. かれはこう続けている: 「社会問題はすさまじい。都心での混雑は各種の社会、精神的、肉体的な病気にはっきりあらわれている。多くの社会病理学者たちは、離婚、精神病、ドラッグやアルコール濫用、社会的不穏は、一部は過密からくるストレスによるものだと考えている。(中略) 動物実験は、過密が健全な状態ではないという考えを支持している」(似たような議論として Cunningham

- and Saigo 1997:129-30 を参照)。主観的な過密は心身的な健康を阻害する (たとえば Fuller *et al.* 1996) が、これは都市にいる物理的な人数には主によらず、むしろ一人あたり居室数で表された富によってくる。そしてこの富はこれから見るように、時間につれて増大している。第二に、こうした調査は系統的に、都市内の機会より問題に集中しがちだ (たとえば Verheij 1996; Simon 1996:464; 明らかな例としては UNFPA 1996: chapter 2 を参照)。
347. Miller 1998:313: 「失業、喧噪、過密、環境的な危険、激しい疾病にもかかわらず、ほとんどのスクワッターやスラムは地方部の貧困層よりも豊かなのだ」。もちろん、掘っ建て小屋地域に出てきたばかりの人々は、平均的な地方部人口に比べるとかえって貧しいかもしれない。でもおそらく、多くの人が田舎を離れたのは、かれらがその地方部の平均より貧しかったからにちがいない。たとえば部分的には不成功だったテストとしては Siwar and Kasim 1997:1,532 を参照。
348. 都市部の 89 パーセントは安全な飲料水にアクセスを持つ。地方部ではこれがたった 62 パーセントで、下水処理設備となると、数字は 79 パーセント対 25 パーセントだ (UNICEF 2000:95; cf. World Bank 1994:6, 27)。地方部での健康サービスへのアクセスがもっと不平等なことについては World Bank 1999c:26 を参照。
349. 調査対象 44 カ国のうち 2/3 では 10 パーセントポイント以上の差が見られた (UNICEF 1997:39)。栄養失調度の低い都市については Haddad *et al.* 1999:21 を参照。
350. Naylor and Falcon 1995:507; また Haddad *et al.* 1999:18 も参照。
351. WRI 1996a:10, cf. *The Economist*, 31 December 1999:27ff.
352. Preston 1995:30; Acsadi and Nemeskeri 1970.
353. 乳児死亡率は出生 1000 人あたり 440 から 600 人の間だった (Hill 1995:38)。
354. この数字は 1 歳のローマ人についてのものなので、新生児の期待余命はさらに低い。でも、ローマ時代には死んだ乳児について墓石を建てることはあまりなかった (Russell 1978:45) ので、新生児の期待余命を推定するのはとてもむずかしい。データは 0-400CE までで収集されている (Botkin and Keller 1998:91)。
355. 統計的に言えば、ペストは主に若者に影響した。ペスト禍の間、30 歳の人々の期待余命は一定で約 22 年のままだった (Russell 1978:47, 56)。14 世紀の低い期待余命は、カンタベリーのベネディクト修道僧たちが苦勞して記録した記録でも裏付けられていて、かれらが平均 28 年しか生きなかったことが示されている。かれらが暮らしていた条件は、その他の人口が直面していた条件よりもはるかによかったにも関わらず。もしこれを全人口の期待余命に変換すれば、結果は誕生から 22 年

($e_{20}=28$, $e_0=22$; Hatcher 1986:28, 32)。この変換は適正だろう。修道僧たちは食事はよかったし、衛生状態や保護の面でも一般人より上ではあったけれど、一方でかれらはずっと密集して暮らしていたから、病気も多かったはずだと考えられるためだ。

356. 別にかれらが地主だったからじゃない。上流階級の食生活や生活条件は百姓と比べてもさほどましじゃなかった (Russell 1978:44)。むしろかれらが男だったからだ。女性は出産からのリスクや畑の重労働のため、ずっと短い寿命しかなかった (Russell 1978:45)。
357. Fogel (1989) の指摘だと、過剰な死亡率のうち飢餓によるものはたった 5–15 パーセント。ここで最大の要因は分配の貧しさで、食料の余剰のあるところから、不足しているところに届けるのが難しかったことだ。
358. Preston 1995:31.
359. Statistics Denmark 1995.
360. 日本はなんと 80 歳に到達している (World Bank 1997a:table 1)。
361. Preston 1976:ix.
362. Keyfitz and Flieger 1990:105; World Bank 2000a:233, 2000c.
363. イングランド、ウェールズ、イギリス全体の期待寿命の差はとても小さい (1998 年でイギリス全体だと 0.2 年低くなる, ONS 2000b:60.
364. 日本は確かに 1899 年に期待寿命が 43 年だった。チリは Preston *et al.* 1972:144-6 から。中国は Barclay *et al.* 1976 から。インドは Preston 1995:33 から。
365. Keyfitz and Flieger 1990:107; UNDP 2000b:160, cf. World Bank 2000a:233.
366. ちなみに 2000 年改訂の最新データ (UNPD 2001a-c) は 1998 年とほとんど変わらず、ここにはサブサハラについての数字も載っている。
367. UNAIDS 1999:6; USBC 1999a:62. 被害の一番大きい 26 カ国のうち、21 カ国がアフリカだ (USBC 1999:B-7)。
368. Annan 1999:19; Olshansky *et al.* 1997.
369. USBC 1999a:62, ただしこの推計は国連の相当物よりもちょっと極端だ。UNPD 1999a:I, 438 も参照。
370. 1998, 2010 から: USBC 1999a:56-7 からの加重平均、最大推計値。これはモデル化された地域がサブサハラアフリカの 70 パーセントほどでしかないから。2010 年については UNAIDS 1999:5 も参照。2025 年については: USBC 1999b:49 の 57 年という推計と、AIDS 以前の 65 年にちょっと満たない推計とを比べてみよう (Keyfitz and Flieger 1990:109, 2022.5 年 [2020 年と 2025 年の中間点] の推計だ

- けれど、18 パーセント高い期待寿命を持つ北アフリカを含む)。UNPD は影響を受けたアフリカの全 35 ヶ国について、1995–2000 年についてちょっと低めの 6.5 年損失、2000–2025 年では 8.9 年、2010–2015 年では 8.8 年という数字を出している (2001a:9)。
371. サブサハラアフリカが発展途上国のおよそ 1/6 だと仮定した場合。でも示された長期の数字は、アジアでの HIV の将来的な展開にもよる。たとえば USBC 1999a:66.
372. UNAIDS 1998.
373. USBC 1999a:66; また南インドのタミル・ナドゥの政策についての記述は UNAIDS 1999:12 を参照。
374. 2000 年の期待寿命は 1995–2000 年と 2000–2005 年の期待寿命の平均値として算出。
375. 1900 年には 48.3 年 (USBC 1975:I, 55); 2000 年には 79.7 年 (USBC 1999a:93)。60 歳の人物については、差は白人女性について計算され、1900 年では追加で 15.2 年の期待寿命、2000 年には 23.0 年の期待寿命 (USBC 1975:I, 56, 1999a:94)。
376. Hill 1995:38.
377. これらの数字は 5 歳以下の死亡率に適用される (Hill 1995:40)。
378. Sharpe 1987:49.
379. アメリカでのトレンドでいちばん記録がしっかりしているのはマサチューセッツ州で、ここでは乳児死亡率は 19 世紀半ばには 150 くらいだったのが、1998 年には 5.1 まで下がっている (USBC 1975:57, MDPH 2000:33)。
380. Hill 1995:45.
381. USBC 1998:58.
382. Stone 1979:62–4, 306 での引用。
383. Haines 1995:58
384. CDC 1999b.
385. Haines 1995:58; Porter 1997:426.
386. Riley 1992; Porter 1997:274ff, 438–9.
387. Reisner 1996:153; Haines 1995:57.
388. Porter 1997:24–5. これらが子供時代にこの病気に感染していない人々にとっては危険であることが、16 世紀初期にスペイン人が新世界に大量に到来したときに明らかになった (Porter 1997:27)。
389. Porter 1997:412–13.
390. Preston *et al.* 1972; Haines 1995:56.
391. USBC 1999a:101.

392. NCHS 1999a:142.
393. Armstrong 1999:64.
394. 1999年のデータはNCHSでは準備ができていなかった。登録方法のちがいがから、CDC HIV/AIDS調査は1995年には高めの罹患率19.25を出しており、それが1998年には6.6に下がり、1999年には6.0となっている。CDC 2000c:35, USBC 2000c.
395. 通称疫学的遷移の理論で、伝染病と飢餓の時代から旧世代の病気への遷移を示す (Armstrong *et al.* 1999:61)。
396. CDC 1999a:622-3; Botkin and Keller 1998:87.
397. WHO 2000dからの無調整出生率。アメリカの年齢調整済み死亡率については <http://www.cancer.org/statistics/index.html> も参照。
398. Peto *et al.* 1992:1,273.
399. CDC 1999d:986.
400. 1990-4年について両性の19.5パーセントほど (CDC 1997a)。全男性死亡数の30パーセント、全女性死亡数の15パーセントが喫煙と関連しているデンマーク (Middellevetidsudvalget 1994a:74) と比べてみよう。これは女性の喫煙率が未だに高いということもやはり大きい (Engeland *et al.* 1995:146-7)。
401. Fries 1980, 1988, 2000.
402. この件については大量の研究がある: Riley 1990, 1997; Riley and Alter 1996; Alter and Riley 1998; Crimmins *et al.* 1989; Crimmins and Ingegneri 1995。最新の研究の一部によれば、高齢者の健康が実際に改善されているように見えることに注意、たとえばJarvis and Tinker 1999。
403. Gruenberg 1977; Kramer 1980; Feldman 1983.
404. Riley 1990:424.
405. Riley 1990:424-5.
406. Johansson 1991, 1992; Riley 1992; Murray and Chen 1992, 1993; Riley 1993, Murray and Lopez 1997a-d.
407. Murray and Chen 1992:484-5では、ガーナの住人は所得が上がると病気の罹患件数も上がることを報告していることを示している。p. 492.
408. Murray and Lopez 1996a, 1996c, 1997a-d.
409. この議論を否定するには、数世紀前の期待寿命のずっと低いヨーロッパ人たちが、その後の医学知識や技術にも関わらず、今日の発展途上国の住民たちより劇的に健康だったと納得する必要がある。

410. 192 cm (Fogel 1995:66).
411. ずっと初期には人類はちょっと背が高かったかもしれないし、現在の身長に近かったかもしれない。ロンドンの場合、男性の身長は有史以前には 170 cm、ローマ時代には 169 cm、サクソン時代には 173 cm、中世のチューダーとスチュアート朝時代には 172 cm で、その後ジョージアン時代には身長が 171cm に下がり、ヴィクトリア時代には 166cm、そしてやっと現代になって 175cm になった (Werner 1998:108)。
412. Ehrlich 1968:xi.
413. Ehrlich 1967:653.
414. インドは 1967 年から 1975 年にかけて食料生産を 28 パーセント増やした (FAO 農業生産指標は 48.9 から 62.5 へ)。人口は 5.185 億人から 6.227 億人へと増え、カロリー消費は 1,871k から 1,939k へと増えた。最新の値は 2,496 (1997)。FAO 2000a.
415. Brown 1965.
416. 世界人口は 1961 年の 30.80 億人から 2001 年には 61.57 億人に増えた。つまり 99.9 パーセントの増加だ (USBC 2001a)。
417. Meadows *et al.* 1972.
418. FAO の生産指標 1961–99 年、全世界は 49.8 から 118.6 へ; 発展途上国は 40.1 から 135.4 へ。全世界の一人あたり増加は、全世界は 85.0 から 104.5 へ; 発展途上国では 76.6 から 116.3 へ。生産指標は価格加重されているので、インフレのひどい国では特にゆがむこともある。そうした国では価格や消費が時間につれて相当変化するからだ (WRI 1996a:246)。
419. FAO 2001a, WI 2000b:39.
420. World Bank food index, IMF 2001a, CPI 2001.
421. これは気候、体重、性別や年齢にもよる。基本代謝率 (BMR)、つまりリラックスした状態 (あるいは寝た状態) で生命を維持するのに必要なエネルギー量から推定される。ふつうは 1,300 から 1,700 キロカロリーの間だ。軽い肉体運動は約 55 パーセントの追加エネルギーを必要とするので、総必要カロリーは 1,720–1,960 キロカロリーになる (WFS 1996:1, box 1)。この水準以下でいる人の数は、個別国でのエネルギー摂取の分布に基づいて推定されている (FAO 1995b:37ff)。
422. データは WFS 1996:1, table 3 より。これは FAO 1995b と FAO 1999c:29, 2000c:27 を改良したもの。
423. これは図 7から推定されたもので、1949–79 年の期間ずっと、飢餓が 1.2 BRM と

- 1.55 BRM の間で、生じるものとしている。経験的に、これは 1970-79 年では正しいようだ。
424. D0-5 歳の体重過少児童数のデータ (UNDP 1996a:149)。低下は、サブサハラアフリカ以外の全地域で見られる (UNICEF 1998:15)。でも UNICEF は、栄養失調児童の絶対数が増えたことを強調する (1998:10)。(UNICEF はまた、栄養失調の指標として体重過少を使う, 1998:18.) 残念ながら、UNICEF は栄養失調人口総数のデータは提供してくれないけれど、でもこの増加はそんなに大きいはずはない。0-5 歳児は発展途上国人口の 13.36 パーセントで、この割合はちょっと下がっている (みんな高齢化して出生率は下がっているからだ) (Keyfitz and Flieger 1990:107)。だから 1975 年に飢えていた人の 40 パーセントは少なくとも 1.595 億人なのに対して、1985-90 年の数字は最大でも 1.638 億のはず (UNDP 1996a:147 によれば 1.569 億), (でも、UNICEF 1996, <http://www.unicef.org/pon96/nutale.htm> の統計的な警告も参照)。IFPRI の見積もりでは 5 歳以下の栄養失調児の数は 1.6 億から、5.57 億人中の 1.35 億人にまで下がる (IFPRI 1999:18; UNPD 1999a:II, 19)。未発育 (つまり年齢にしては身長が低い) 児童の比率は 1980 年の 47.1 パーセントから今日では 32.5 パーセントに下がり、2005 年には 29 パーセントになると予想されている (ACC/SCN 2000:8)。
425. 近東と北アフリカの飢えた人の割合は、1991 年の 8 パーセントから 1996 年には 9 パーセント、そして 2010 年には 10 パーセントとちょっと増える。ちなみにワールドウォッチ研究所 (Worldwatch Institute) はアフリカの飢えた人の割合が 1980 年以来増大しているとまちがって述べている (WI 2001:44) 北アフリカでは、この比率は 8 パーセントから 4 パーセントに下がっているし、サブサハラアフリカでも 37 パーセントから 33 パーセントに下がっている (FAO 1999c:29)。ワールドウォッチ研究所 (Worldwatch Institute) の挙げている参考文献 (ACC/SCN 2000) は、アフリカでの飢餓者比率の推移についてはまったく述べていない。
426. WFS 1996:1, table 3.
427. 1971 年に発展途上国には 27.71 億人の住人がいて、飢えていない人口は 18.51 億人だった。2000 年には住民 48.91 億人で、そのうち 40.99 億市民が飢えていない (USBC 2000a)。つまり追加で 22.48 億人が実際に飢餓水準を超えて食料を得ているということだ。
428. WFS 1996:VI, 4.4.
429. Bailey 1995:420.
430. 国連気候パネル IPCC (これについては第 24 章でもっと詳しく論じる) ははっきり

- と「全地球の食料供給と需要のバランスを見るための最高の指標は価格である」と述べている。IPCC 2001b:5.3.6.
431. WFS 1996:VI, 4.
 432. Heinrichs 1998.
 433. Avery 1995:382.
 434. Bailey 1995:64; Reeves *et al.* 1999:10. 新しい小麦品種は、カビにも抵抗力を持つ; CGIAR newsletter 1; <http://www.worldbank.org/html/cgiar/newsletter/Oct94/WheatBrd.html>.
 435. Reeves *et al.* 1999:23; CIMMYT 1999:1.
 436. 1960 年以来年率約 1 パーセント増 (Pingali 1999:3; cf. Bell *et al.* 1995; Oram 1995, <http://www.worldbank.org/html/CGIAR/25years/gains.html>).
 437. Tenenbaum 1995.
 438. WFS 1996:VI, Figure.
 439. 以下の議論は Rawls (1972) で論じられたような無知のヴェールが絡んだ契約状況に示唆を受けたもの。問題をこういう形で定式化することで、あらゆるリスク回避形態 (たとえば、命をリスクに晒したくないから、慎重な意志決定原則を選ぼう [マックスミニ] という具合) を考慮に入れられる。
 440. もし人々が、ひどい社会ではあっても自分が特権階級になれるか、あるいはよい社会でも自分がつまはじきにされることを知っていたら、かなりの数の人が前者を選びたくなるだろう。
 441. こういう単純化はなくてもいいけれど、そうすると基本的な論点は変わらないのに、期待値はもっと複雑になる。
 442. 1961 年では総農地 1,330 M ha のうち 139 M ha だったのに対し、1997/1994 年では総農地 1,466 M ha のうち 268 M ha (FAO 2000a; ERS 1995; WRI 1998a:298).
 443. エジプトは 5 t/ha 生産する (FAO 1995b:13); 発展途上国の小麦収量は 1997 年には 3.15 t/ha だった (USDA 1998).
 444. WI 1999b:44.
 445. Heinrichs 1998.
 446. WI 1997a:38. 人口一人あたり利用肥料の伸びは、4 倍増した「だけ」だ。
 447. コメと小麦とトウモロコシは世界のエネルギー摂取量の 24 パーセントを占める (FAO 1996b:98, 107)。発展途上国での伸びはそれぞれ 39 パーセント、144 パーセント、84 パーセントだった。イギリス、ドイツ、デンマークでは、小麦収穫は 7.2 t/ha となる。イタリア、フランス、チリはトウモロコシを 9 t/ha 収穫し、オー

ストラリアはコメを 6 t/ha も生産する (USDA 1998.)

448. FAO 2000d:70.
449. Goklany (1998) の見積もりでは、1961 年以来面積はほぼ倍; Bailey (1995:71-2) の推計では、3 倍の面積が必要になる。
450. Pingali 1999:8-13.
451. これはまた Collier and Gunning 1999 の提起した質問でもあって、以下の文にはそれが根底にある。また IMF 1999a:VI も参照。
452. Henao and Baanante 1999.
453. FAO 1996b:I.
454. FAO 1997d.
455. FAO 1996b:2:3.4ff と 2000a; ブルキナファソは 1 日あたりのカロリー摂取量を、1961-85 年のおよそ 1,800k から 1995 年には 2,250k に改善した。
456. FAO 1996a.
457. UNDP 1997.
458. スーダンでの直近の飢餓の一つは 1998 年春のもので、25 万人を脅かした。ノルウェーの主要援助団体スポークスマン Dan Effie によれば、これは「純粹単純に人が作った災厄だ」とのこと。 <http://cnn.com/WORLD/africa/9804/10/africa.drought>. 国連総書記長 Kofi Annan も、アフリカについての自分の報告の中でかなり直裁で、発展が進んでいないのは植民地時代のせいじゃなくて、アフリカ自身の指導者たちが富と権力ばかり求めているからだ、と指摘している (Annan 1998:12)。
459. 「証拠は相変わらず、よい政策とよい経済パフォーマンスとの間の結びつきを裏付け続けている。これは特に貧しいアフリカ諸国に当てはまる」 World Bank 1997c:37; 1999d:30-1, 2000f:46.
460. 以下の議論は WFS 1996:II, 3.13ff, と FAO 2000a に基づく。
461. Hu and Kahn 1997.
462. Hu and Kahn 1997:5.
463. WFS 1996: I, 1:table 3 では、1970 年には東アジアの 41 パーセントが栄養失調だった。1996 年の中国の栄養失調は 13 パーセントだ (FAO 1999c:29)。
464. WFS 1996:II, 3.13, FAO 2000a.
465. WI 1994:177; 1998a:93. Ehrlich: 「大幅な食料生産増のために簡単に利用できる機会はほとんど使い果たされてしまい、今や農業は簡単には解決できない無数のハードルや潜在的な困難に直面している。手持ちの新技術で、奇跡的な『緑の革

- 命』を再現できそうなもの（たとえば1950年に新開発の高収量品種がそうだったような）として見込みのありそうなものはない」（Ehrlich *et al.* 1995:21-2）。
466. GDP は、その国（たとえばアメリカ）全体の中だけの財やサービスの価値を計る。一方 GNP はその国の市民（つまりアメリカ人）が生産した財やサービスの価値を、その生産場所が国内か国外かに関係なく数える。
467. たとえば純国民生産（NNP）、あるいは純国内生産（NDP）など。でも時間的・国別の比較をする場合、ちがいはそんなに大きくない。
468. UNDP は1995年に、賃金なし、または実際を下回る賃金しか払われていない仕事の価値は、男性が5兆ドル、女性が11兆ドルだとしている（UNDP 1995）。ちなみに1995年の世界GDPは26.9兆ドルだった（WI 1997b:67）。
469. Schneider and Enste 2000: 100; また“Black hole,” *The Economist* 28 August 1999, 352(8,134):59-60 も参照。
470. Statistics Denmark 1995:22.
471. World Bank 1994:230.
472. Jensen 1995. 福祉指標は、消費者指標から3-4パーセントしかずれなかった。
473. ちがった通貨で出されたGDP規模を比べるのも問題となる。為替レートを使うべきか、購買力を使うべきか？ この問題は発展途上国で増えていると言われる所得格差との関連でまた検討する。
474. 1970-90年で消費は40.3パーセント増大したことがわかった。一方福祉指標は40.7パーセント増えている。余暇時間の価値が計算に含まれてい場合に限り（この期間を通じてほぼ一定だった）、増加率は大幅に下がる（23.4パーセント）。でも、これはまさに、余暇時間の価値を含むとぼくたちが豊かになるからで、所得が増えなくてもその分の比率が下がるからというだけだ。言い換えると　もし人々が人生から得る喜びが十分大きくなっていけば、経済成長なんか好きなだけ軽視できるということだ。
475. \$17.39, CPI 2001.
476. 図30を参照。
477. 原理的に言えば、正しい指標を作るのは不可能じゃない（たとえばヘドニック回帰モデルを使ってもいい）。でも問題は、多くの変化を十分にすばやく扱うにはかなり努力が必要だということだ。これが Armknecht *et al.* 1997 の弁明の要点らしい。
478. Boskin *et al.* 1997:79.
479. 同じように、携帯電話は1983年の導入以来、欧米のライフスタイルを大幅に変え

たけれど、でもアメリカの CPI 計算にそれが含まれたのはやっと 1998 年になってからだ。携帯電話を含めないことで、電気通信の CPI は年率 0.8–1.9 パーセントの範囲で過大評価されていたとされる (Hausman 1999)。

480. Nordhaus 1997b:47.

481. Nordhaus 1997b:63. これはたぶんちょっと過大評価だろうけれ。照明の一部は、変更不可能なパッケージとしてくるからだ。最初の電球ルーメン数倍増で、照明の効用は倍増するかもしれないけれど、その後さらに倍増されても効用は倍増はしない。必要なのは別の場所の照明で、一つのすごく明るい照明を家の真ん中に置けばいいってもんじゃないからだ。cf. Hulten 1997.

482. Boskin Commission 1996; Boskin and Jorgensen 1997; Boskin *et al.* 1998. この問題は政治的なものとなる。連邦政府は、指標が実際の価格推移を過大に評価していたと結論づければ、お金が節約できるからだ。でも CPI を作成する労働統計長官をかつて務めた Janet Norwood はおおむね賛成していた。Norwood 1995 を参照。

483. 直接と、公共支出を通じたものをどちらも含む。

484. DeLong はまた、前章の囲みで触れた Nordhaus による新財の補正 (Nordhaus 1997b) によれば、一人あたり GDP は過去 200 年で約 33 倍増したことも示している。

485. これを過去 1000 年での推計である 57 倍の増加と比べてみよう。Annon. 1999h:147.

486. こんな長期にわたる比較は、多少は割り引いて考えるべきだ。価格指標は具体的な財の「バスケット」に基づいていて、それは性格上、長期にわたって大きく変動する可能性が大きい。

487. だからこそ過去 120 年で貧富の差が拡大したのに (Pritchett 1997; Crafts 2000; IMF 2000b)、過去 40–50 年では PPP ドルで見た場合、貧富の差は拡大していない (以下参照)。出発点がちがう原因については Landes 1998 に述べられている。

488. この比率は 5.5 と 6.5 の間を上下している。

489. UNDP 1997.

490. World Bank 1998a:vii.

491. UNDP 1997.

492. World Bank 1998a:vii

493. CPI 2000 を使用。

494. 特にインドの貧困指標は問題が多いので、実際の貧困率はもっと急速に下がってい

- るかもしれないことに注意。 World Bank 2001a:26.
495. 図 23の 50 パーセント推計は世界総人口に基づいていて、World Bank の 24 パーセント推計は発展途上国と経済移行国だけに基づいているので、World Bank の推計は総世界人口のおよそ 20 パーセントについてのものだ。つまり 50 パーセントは半分以下になったわけだ。
496. 1950 年には貧困者 12 億人 (Barry *et al.* [1991:73] の推計は貧困者 11.78-12.97 億人)、つまり 13.6 億人が貧困でないということだ。1998 年に貧困者 12 億人ということは、47.2 億人が貧困でないということだ。つまり貧困でない人は 33.6 億人増えている。
497. Frankel 1997.
498. Lindert and Williamson 1995.
499. Persson and Tabellini 1994.
500. Frankel 1997:7.1-2; cf. UNDP 1996a:66ff.
501. UNDP 1996a.
502. 1987-98 年の World Bank の数字は、貧困の定義を一日あたり\$1 1985-PPP 以下の所得しかない人としている (以下の PPP の説明参照)。発展途上国と経済移行国とで比率が計算される。Barry *et al.* の推計は消費に基づく (GDP 推計もほぼ同じ動きを見せるが、推計値は下がる)。貧困は年間 US 1970\$200 以下と定義される (Barry *et al.* 1991:70)。1950-78 年の推計はほとんどの国を含んでいて、比率は全世界のもの。1950-1986 年の社会主義国をぬいた推計には、その他世界しか使われていない。Hopkins の場合、貧困の定義は示されていない。中国は含まず、比率から見て中国を抜いた世界人口に対する比率らしい。
503. UNDP 1996a:13; 1999a:38.
504. UNDP 1996a; Korzeniewicz and Moran 1997 もまた為替レート比較を使っているので比べよう。経済格差についての発言は無数の場所で繰り返されている; たとえば UNICEF 2000:22; World Bank 2000a:14. UNDP 1999a:39 は経済格差を 1820 年までさかのぼって見ているけれど、比較対象となる人々の比率を一定に保とうとしない。実はどうも、1820 年から 1992 年まででカバーされている貧困者数はどんどん減っているように見える。だからこの比較は、トップ 10 パーセント/底 10 パーセントの比較と、トップ 10 パーセント/底 2 パーセントの比較みたいになっていて、これは明らかに結果を歪める。でも、格差が過去 120 年では拡大したのは事実だ。というのも、これが先進工業国が躍進を始めた時期だからだ (あるいは同じことだけれど、これはその他世界のほとんどが発展途上国になった時期だ

- からだ) Pritchett 1997; IMF 2000b を参照。
505. いわゆる Balassa-Samuelson 仮説, Balassa 1964; Kravis *et al.* 1978:219-20; Rogoff 1996 を参照: 「全体として Balassa-Samuelson 仮説にはかなりの経験的な裏付けがある。特に重度貧困国と重度富裕国との比較では」。
506. *The International Comparison Program*; たとえば WRI 1996a:162-3 を参照。
507. “Big Mac Currencies,” *The Economist*, 3 April 1999, 351(8113):66; Annaert and de Ceuster 1997.
508. World Bank 1997a: table 1.
509. このグラフは、最貧(最富裕)国の人々の 20–30 パーセントの所得を推定したものに基いている。Dunghyun (1997, 1999) と類似であり、Schultz (1998) の PPP 所得の対数偏差推計とも一貫している。
510. Heston and Summers 1996: 「かなりの抵抗はあったが、国際機関はいまや、PPP ベースの GDP 推計のほうが、為替レートベースの GDP 推計よりも、すべてとは言わないまでもほとんどの用途において優れていると納得してくれたようだ」 Dowrick and Quiggin 1997: 「Comparison Project (ICP) と Penn World Tables (PWT) に基づく一人あたり GDP の一定国際価格に基づく計測は、いまや経済パフォーマンスの国際比較における業界標準として、為替レートベースの比較にとってかわった。この手法の変化は、一定価格指標が貿易財と非貿易財の相対価格差だけから生じている名目支出上の差を差し引いてくれるので、大幅な改善を意味する」 World Bank 1999a:230: PPP ではなく為替レートを使うのは「価格水準が相対的に低い経済での実質消費を過小評価し、価格水準の高い国での消費を過大評価する」 Schultz 1998:310: 「購買力平価 (PPP) の一般概念のほうが [経済格差の検討では] 適正なものである」
511. UNDP は人間開発指標 (Human Development Index) では PPP を使っている。UNDP 2000 を参照。
512. このアプローチは Dunghyun (1997, 1999) でも使われ、おおむね似たような結果をもたらしているし、Schultz (1988) の対数偏差推計とも一貫している。でも、特に理由もなしに中国とインドネシアを除外することで Sarkar (1999) は 1950–92 年で PPP\$ベースの格差が増大していることを発見している。Chotikapahich *et al.* (1997) は、地域間で追いつきと差の減少の証拠をある程度見つけている。てっぺん 10 パーセント/底 10 パーセントの関係を見ると、1990 年代には 20 から 25 くらいへとわずかな増加が見られることにも注意。また、ある国の中の人々は暗黙のうちに全国平均を割り当てられており、国内での格差は推計されていない。これ

はデータ不足による部分も大きい。でも Korzeniewicz and Moran (1997) は国内の格差と国ごとの格差を推計している（ただし為替レートを使用）。それによれば、国ごとの格差は地球の格差を形成するにあたりずっと重要であり、各国の国内格差は実際には縮小しているのに、現在の国ごとの比較は格差を過大に示しているとのこと*1。

513. 一人あたり所得は 1820–1950 年で、先進国では 376 パーセント増大したが、発展途上国ではたった 71.5 パーセントしか増えなかった。
514. もちろん、先進国/発展途上国という定義そのものが、その国が産業革命に参加できたかどうかにかかなりの部分がかかっている。だからこうした長期にわたる格差を示すことは、他の新しいグループ分けを隠してしまい、そうした新しいグループ分けで見ると格差は拡大していることになるかもしれない。
515. 1970–1992 年で一人あたり所得は先進国では 38 パーセント増大し、発展途上国ではなんと 72 パーセントも増大している。
516. IMF (2000b:59ff) は格差が増大したと主張しているけれど、これは主に 1900 年と 2000 年だけを比べているからで、これは図 35を見ればわかるとおり、いささか誤解を招く。
517. IPCC 2000a:4. これらのシナリオについては第 24 章でもっと詳しく見てやる。
518. 実際の所得は p. 405の図 149で見られる。ちなみに、ここでは世界の GDP はシナリオ作りの最初から固定されていたのに対し、所得格差はモデル内で決定されている。
519. Maddison は 1820–1992 年について Geary-Khamis PPP\$を使って 199ヶ国の一人あたり加重所得を計測している（先進国は西欧とその周辺、南欧と東欧。発展途上国はラテンアメリカ、アジア、オセアニア、アフリカ）。これを 1990 年の水準に、IPCC 2000b の 5.72 を使って換算（図 32の水準に対応）。IPCC は MESSAGE からのすべての主要シナリオをカバーしている。これは先進国と発展途上国についての PPP\$ GDP 推計を行っている。ちなみに 1990–92 年の格差の急激な減少はソ連・ロシア経済の崩壊によるもの。
520. たとえば WI 1997a:116; UNICEF 2000:20.
521. 上位 20 パーセントが全所得の 55 パーセントを稼いでいたのが 1970 年には 43 パーセントに下がり、いまはまた上がって 50 パーセントくらいになっている

*1 訳注：経済格差については、本書刊行後の Xavier Salah-i-Martin 論文を参照のこと。PPP\$を使い、国内と国際比較を両方検討することで、世界的にみると格差は減っていることがほぼ疑問の余地なく示されている。特に中国とインドが大幅な成長をとげたことが大きい。ただし国内格差はわずかに拡大しているし、サブサハラアフリカがその恩恵に浴しておらず、かれらを放置すれば将来的に格差は拡大し始めると結論されている。

(Lindert 2000a:179)。

522. これは大ざっぱな議論でしかない。推計には World Bank 2000a:239 の経済格差比率と、図 29の一人あたり所得を使い、丸めてある。
523. 5.5 から 5.45 へ。
524. アメリカの貧富の差を推定するための情報はもっと少ないけれど、でも今日の貧富の差が 1789 年の貧富の差とだいたい同じくらいのところだと言っても、たぶんまちがいじゃなかろう (たとえば Shammas 1993:420 を参照)。だから 14 くらいの貧富の差 (USBC 1999b:xiv) だと、最貧 20 パーセントは 1789 年には今日の 180 ドルに相当する所得を得ていたのに対し、最裕福な 20 パーセントは \$2,500 の所得があった。今日では、それぞれ \$9,200 と \$128,000 の所得がある。さてこれで貧富の差は \$2,320 から \$117,800 に拡大し、アメリカはこの 211 年で 50 倍以上も不平等になったと言えるだろうか？ 今日の賃金配分が \$36,000 と \$39,000 だとしても、貧富の差が \$2,320 から \$3,000 に上昇したという議論に納得できる？
525. Stone and Kochar 1998.
526. 「ほとんどの東アジア・太平洋地域における 1999 年の成長は、今年の初期に予想された通り、通貨危機が引き起こした 1998 年の深い不況から立ち直る。回復は当初予想されたよりずっと強力だった」 World Bank 1999e:9; 2000b:133.
527. IMF 2000d:1, 24.
528. World Bank 2000b:133, p.134 を使って推計。
529. IMF 1999a:64-7 は総社会コストの見積もりを出している。
530. UNDP 1996a:3. 国連はまた「経済的な便益は少数の国に大きな利益をもたらし、その他多くの国を犠牲にした」と論じる; <http://www.undp.org/news/hdr96pr1.htm>。この議論はそれなりに問題がある。国に道徳的な地位を与えることはできないからだ。発展途上国の住民の半分は中国とインドだけに住んでいる。だから発展途上国にとっては、この両国が大きな成長をとげた (それぞれ 8.3 パーセントと 3.2 パーセント) ことはきわめて重要だ。道徳的な観点からしても、小さな国 100 ヶ国での成長のほうが、大きな国 2 つでの大幅な成長よりもいいんだ、と論じるのは、その 2 大国のほうが人口が多ければ無意味だ (なんなら中国とインドをそれぞれ小さな 100 ヶ国ずつに刻んでやろうか。それで事態がよくなったと本気で言えると思う?) だからこの問題は、純粋に 15 億人の問題として扱っている。
531. UNDP 1996b, 1999b. World Bank 1995a, 2000a; US State Department 1998c, 2000c; IMF 1998:110, 145; De Broeck and Koen 2000 に基づく。
532. IMF 1998:110, 2000d:100.

533. IMF 2000d:207.
534. IMF 2000d:30.
535. World Bank 2000b:138, 全 CIS 地域を含む。
536. USBC 2001a.
537. World Bank 1995a, 1999b, 2000a; US State Department 1998a, 2000a.
538. USBC 2001a.
539. World Bank 1995a: 1999b, 2000a; US State Department 1998b, 2000b.
540. 図 36で示した通り。
541. UNDP 1996a:2.
542. World Bank 1998b:table 1.4.
543. ちなみに 2001 年 2 月時点で、1992 年までの Summers & Heston constant-PPP data-set (1995) はまだ更新されていなかった。
544. UNDP 1996a:3.
545. これらの国々で、他の もっと賢い 政策が追求されていたら、かれらの最悪の問題の多くは避けられたことがはっきりしている。とはいえこの手の議論は、後になって主張するのは簡単ではある。
546. USBC 1999a:581.
547. USBC 1999a:584.
548. もちろんその他多くの技術と同様に、まずは使い方に慣れる必要はある。つまりかまわれたくない場合にはスイッチを切っておくことを学ばなきゃいけません。
549. 飛行機に乗った国際旅客数（往復を想定）の全米人口に対する比率, ATA 2001a, USBC 2000d。アメリカの航空会社が輸送したアメリカ人の総数は 1940 年には 320 万人だったのが 1999 年には 6 億 3540 万人になった (USBC 1999a:885, ATA 2001a)。World Tourism Organization は 1960 年の観光客総数を 6900 万と見積もり、これが 1999 年には 6.57 億人、2010 年には 10.06 億人になると見込んでいる。つまり 1960 年には全米人口の 2.3 パーセント、1999 年には 10.9 パーセント、2010 年には 14.7 パーセントだ, ITA 1999, WI 2000b:83, USBC 2001a.
550. WI 2000b:87, 1999a:87; WRI 1998a:244, USBC 2001a.
551. 他の国についての数字は以下から得られる: <http://www.un.org/Depts/unsd/social/housing.htm>.
552. WI 1999b:83; WRI 1998a:244.
553. Lebergott 1995:152-3
554. Lebergott 1993:112.

555. Lebergott 1993:112-13.
556. Robinson and Godbey 1997:321, 1日あたり12分の「服の手入れ」。
557. Lebergott 1995:155.
558. 1960年には、アメリカ人の食費のうち外食は20パーセントだった。1997年にはこの比率が38パーセントに上がった (USBC 1999a:876)。
559. IMF 2001a, 図26を参照。
560. Lebergott 1993:148; USBC 1999a:876. 1929年には比率は23.9パーセントだった。cf. Putnam and Allshouse 1999.
561. USBC 1999a:880; 重要な点だ。アメリカ人たちは生活の70パーセントを自宅の中や周辺で過ごすからだ (Lebergott 1993:95)。
562. Lebergott 1993:100, 102.
563. EIA 1999a:12.
564. 平均面積は $58.6m^2$ (EIA 1999a:135, 世帯あたり2.63人); cf. デンマークの平均は $49.5m^2$ 、1950年にはたった $32m^2$ だった (Ågerup 1998: 48)。
565. 1人あたり $14m^2$ から $30m^2$ へ増加 (NERI 1998A:62)。
566. Danish Transport Ministry 1993: 27ff.
567. DOT 1997:25.
568. 1960年には、発展途上国でテレビを持っている人は40人に1人 1994年には、これが6人に1人だ (UNESCO 1997: 6-7)。 http://unescostat.unesco.org/statsen/statistics/yearbook/tables/CultAndCom/Table_IV_S_3.html.
569. 下水処理設備の提供は、最貧国では23パーセントから42パーセントに増えた (World Bank 1994:26)。 UNDP 1996a:149も参照。ここでは、きれいな飲料水へのアクセスは1975年には40パーセントだったのが1990年には68パーセントになったと書かれている。
570. これは水供給と下水設備が全世界で改善された場合に病気になったり死んだりしない人の数だ。計算はWHOとUSAIDによる (WHO 1992:30; World Bank 1992:49)。
571. 1990年には100万人あたり396kmの道路があった。1975年にはこれが308kmだった。電力生産は1975年から1990年にかけて1人あたり41から53Whに上昇。電気通信は人口1000人あたりの幹線で計測。この値は1975年には3だったのが1990年には6になった (World Bank 1994: 26)。
572. UNESCOの推計では、非識字者の総数は発展途上国では8.72億人 (29.6パーセント) だ (UNESCO 1998:table 2)。

573. 男の子が 9.3 年に対して女の子は 9.9 年 (UNESCO 1998:table 9).
574. データは Barro and Lee のデータセットから取った (1996).
575. 粗就学率, UNESCO 2000.
576. Crafts 1998 と Maddison 1995 はアジアのほとんどについて似たようなパターンを見せる指標を出している。
577. また Simon and Boggs 1995:216 も参照。
578. Ausubel and Grübler in 1995:117.
579. これは男女平均 (Ausubel and Grübler in 1995:122)。男性の場合、推移は就労 150,000 時間からたった 88,000 時間へ、非労働は 91,000 時間から 256,000 時間へ。女性の場合、労働時間の削減は 63,000 時間から 40,000 時間へ、非労働の上昇は 182,000 時間から 334,000 時間へ。
580. 統計によって出てくるトレンドはちょっとちがう。UN International Labor Organization の推計では、アメリカでの週あたり平均労働時間は、1969 年に 43.0 時間だったのが 1998 年には 40.6 時間に下がったと推計。でもこの減少のかなりの部分は、職場にますます女性が進出して男性が減ったことからきている。女性のほうが男性よりも勤務時間が少ないのがふつうだからだ (ILO 2000; 女性の職場進出は 1950 年から 1998 年にかけてほぼ倍増した [33.9 パーセント から 59.8 パーセント] が、男性のほうはちょっと下がった [86.4 パーセントから 74.9 パーセント] [Fullerton 1999:4]。イギリスの週労働時間は 1986 年に 40.4 時間だったのが 1998 年には 40.2 時間になった)。同じように、実際の賃金データに基づいた US Current Employment Statistics は、1947 年に 40 時間だったのが 1990 年にはたった 34.5 時間へと安定した減少を見せ、1990 年代中はほぼ横這いだったけれど、このデータは全従業員はカバーしていない (CES 2000)。しかし全国調査に基づく Labor Force Statistics は、過去 20 年にわたる平均週労働時間は女性については 1 時間ほど増え、男性については 12 分ほど増えたことを示している (Rones *et al.* 1997:4)。おかげでコメンテーター数人は、「働き過ぎのアメリカ人」(Schor 1991) といった苦情を述べるに到った。でも後者の統計の問題は、それが人々に「あなたはどれくらい働いていますか」と尋ねて得られた数字だということで、これは必ずしも正確な値が出るとは限らない。

比較すると、ほとんどの時間調査はもっと正確な日誌方式 (diary method) を使っている。この場合、人々は生活を 15 分ごとに何をしたか報告しなくてはならない。日誌データを自己申告労働時間とつきあわせてみると、実はたくさん働く人は自分の仕事を過大申告しがちなのだ (Robinson and Bostrom 1994,

1997:87ff. でもあまり働かない人は、自分の仕事を過少申告しがちだ)。もし人々が、自分では週 75 時間働いていると主張したら、平均でかれらは自分の仕事を丸 25 時間は過大申告している。さらに、日誌調査によれば、回答者たちは時間がたつにつれて、ますます実際より多めの申告をするようになってきている(これに対する批判的な見方については Jacobs 1998 を参照。ただし、大幅な過大申告についてはきちんと説明ができていない)。

理由はいろいろある。仕事の柔軟性が増えて固定スケジュールがなくなっているのも、具体的な労働時間を後から思い出そうとしても目安がない。仕事と非仕事時間がますます融合するようになってきたから、職場にいる時間から実際に仕事をしている時間を抽出するのがむずかしくなっていることもある。要するに、忙しいという印象のおかげで、実際に働いた時間よりも、どのくらいの時間に感じられたか、というのを報告しがちになっちゃうということだ。

日誌方式では、職を持つアメリカ人男性は、1965 年には 46.5 時間働いていたのが、1995 年には 42.3 時間働くようになり、女性は 36.8 時間から 37.3 時間になった (Robinson and Godbey 1999:326)。これはまた、デンマークの週労働時間が 1964 年から 1987 年にかけて 2.6 時間減ったという結果にも対応している。これは社会の構成が変わったことを反映する余地を持っている (Körmendi 1990:57)。

581. 重要な点として、こうした数字は働いている週についての平均値だということを指摘しておこう。つまりこれは、最近では休日が増えているということは考慮されていない。こうした週の数字や年の数字は直接比べてはいけない。
582. 86 パーセントから 75 パーセントへ (Fullerton 1999:4; Robinson and Godbey 1999:326)。
583. これはだいたいデンマークの数字とも合う; 1964 年には、女性は賃金なしの家事の 90 パーセントを行っていたけれど、1987 年には「たった」65 パーセントしか行っていないかった。一方、女性はいまだに賃金労働の 38 パーセントしか負担していない(昔の 24 パーセントよりは上がったが) (Jensen 1991:71) Haslebo 1982:31ff も参照。
584. Robinson and Godbey 1997:104; 1999:328.
585. Diamond 1999:277.
586. Chesnais 1995:96.
587. Stone 1979:77. Stone はまた暴力の 92 パーセントは家族以外に向けられていたと指摘する(今日では暴力の 50 パーセントは家族内で起こる)。
588. 自殺率の計測もまた、伝統的な社会ではかなりの問題を全般に引き起こす。伝統社

会の多くは自殺を受け入れず、認めないからだ。ここでもイギリスは、なんと 17 世紀までさかのぼるとてもいいデータを持っている。

589. USBC 1997:834

590. ちなみに災害の大きさを測るには他に二種類の方法がある。一つは被災者数。これは 20 世紀を通じて増えてきた ても死者数は被災者数よりずっときちんと記録されてきた。被災者数という概念はかなりあいまいで、定義があまりにいろいろあるからだ (Red Cross 1998:136)。データの記録精度もだんだん向上してきたので、本来なら上昇傾向が見られるはずだから、下降傾向はさらに強化される (Lidstone 1997: 「1960 年以前のデータはおおむね伝聞であり不完全である」)

591. これはおおざっぱな推計で、1900 年の平均期待寿命を 30 年として算出 (Preston 1976:ix)。1950 年の粗死亡率は 10 万人あたり 1,968 だった (Keyfitz and Flieger 1990:105)。

592. Keyfitz and Flieger 1990:105.

593. 1900 年代初期には、災害は全死亡の 2.64 パーセントくらいを構成していたけれど、これが 1990 年代には 0.15 パーセントになった。

594. 航空事故死亡率は 7 年移動平均で平準化。

595. Lidstone 1997.

596. CDC 1999f.

597. Tessmer 1999; CDC 1999e.

598. ただし航空機の事故のほとんどは離着陸時に発生するので、km 数でリスクを計るのは、短距離飛行と長距離飛行のミックスが時間を通じて一定の場合にのみ筋が通ったものとなる。

599. DOT 1999:1-28, 1-30. ても図 47は人キロを計るように更新していない。これは 20 世紀を通じて平均乗車人数が変わったからで、20 世紀初期についてはデータがないからだ。1960 年には、平均乗車人数は 2 人弱だった。

600. 再び、航空機事故は主に離着陸時に発生するから、300km 以下のトリップなら車のほうが一般に安全だ (Laudan 1994:58)。

601. WI 1998a:xviii. 強調原文ママ。

602. WI 1998a:4.

603. Ehrlich 1997:131. 驚いたことに、Ehrlich はまた今までの GDP や食料生産の推移は、地球の資源がどうなるかについて何も教えてくれないと固執している。これはどう考えても変だし、少なくとも Ehrlich がよくやっている、多くの指標がマイナスのトレンドを示しているという主張とも矛盾している(だってそういう指標

- だって、地球の将来の資源とは何の関係もないことになってしまうでしょう)。
604. WCED 1987:8.
605. もちろんこれは道徳的な判断だけれど、大多数の人(この著者も含む)が明らかに真実だと見なすものだ。
606. WI 1998a:19.
607. Miller 1998:752 での引用。
608. Chiras 1998:40.
609. Crosson 1997b での詳細な記述を参照。
610. WI 1998a:91, cf. p.17. 実は WI (1997b:19) は、小麦価格が 1996 年春に史上最高を記録したと称するインチキをやる。これは実に誤解のもとで、インフレ調整をしない場合にのみ正しい発言なのだ。
611. WI 1998a:16. Brown は「3 年では新しい長期トレンドにはならない」ということは認めているのに、続けてこの数字をかれの最悪の恐れが実現したという証拠として使い続ける。いささか不正直にもブラウンはこの短期的な効果についてこう述べる「希少性の経済へのシフトを告げる早期兆候は 1996 年 4 月に、シカゴ商品取引所で小麦価格が \$7/ブッシェルに跳ね上がったときに見られた。これは史上最高値で、一年前と比べても倍以上の値段だ」。明らかにかれはインフレ調整を忘れている。実質価格で見れば、1996 年の価格高騰は史上最高にはほど遠い。当の Brown 自身の数字だってそれを告げている。以下を参照：
<http://www.worldwatch.org/pubs/ea/tc.html>.
612. IFPRI 1997:16.
613. WI 1998:92 で示されたものだと、グラフは 1995\$を使っているけれど、インフレ調整に使った数字については参照文献が挙がっていない。でもここで作り直した図 48 はほぼ同じに見える。
614. WI 1994:188; 1997a:25, 44; 1999a:119, 2001a:46.
615. Brown は USDA のデータを使っているけれど、ぼくのデータは FAO のものだ。計上方式と期間の取り方がちょっとちがうので、FAO の数字は 1985 年にピークになるけれど、話はおおむねいっしょだ。
616. Miller 1998:601; Botkin and Keller 1998:93; Chiras 1998:164; Pimentel *et al.* 1995a:1,118.
617. Costanza *et al.* 2000.
618. WI 1997a:26.
619. 過去 4 年の数字は、1996 年の最高記録 230 kg よりは低かったけれど、こういう大

きな自然変動のある統計ではよくあることだ。ちなみに 2000 年の生産は、本文中で述べたように、中国の状況のために悪影響を受けている。

620. WFS 1996:I, 4.12.
621. ERS 2000c:12, FAO 2000e:6, 2000f:1.3.
622. FAO 2001a.
623. FAO 1995b:7.
624. FAO 1995b:8.
625. Alexandratos 1999:5911, FAO 2000d:49.
626. WI 1994:177.
627. WI 1998a:88.
628. WI 1998a:88-9.
629. FAO 2000d:50, WFS 1996:I, 2.15, CGIAR 1996.
630. ERS 1999b:8-9; IFPRI 1999:21ff.
631. Alexandratos 1997.
632. Alexandratos 1997, 1998.
633. Alexandratos 1999:5,911.
634. ERS 2000c:12, FAO 2000e:6.
635. 米は 22 パーセント、小麦は 19.5 パーセント、トウモロコシは 6.1 パーセント (FAO 1995b:107)。
636. 1963-83 年から 1983-93 年にかけて、収量の増加率は小麦については年率 3.6 パーセントから 2.1 パーセント、トウモロコシでは 2.9 パーセントから 2.5 パーセントへと下がった, (WFS 1996:Box 1 VI).
637. WI 1998a:82.
638. WI 1998a:81.
639. WI 1998a:82.
640. WI 1998a:88.
641. WI 1998a:90. この最後の文は、厳密に論理的に言えば正しい　どんな増加だっ
て、十分長く見ればいつかは頭打ちになるだろう　けれど、同時に何の意味もな
い。問題はもちろん、その頭打ちになるのがいつか、ということだ　人口増や食
料需要増が終わる前なの、後なの？
642. WI 1998a:93.
643. WI 1998a:91, 94.
644. WI 1998a:17.

645. WI 1998a:94 note 63. 残念ながら、この記事を手に入れることは不可能で、何回か要求してみた結果、当のワールドウォッチ研究所 (Worldwatch Institute) もこの記事を資料室から見つけることはできないことがわかった。
646. Brown 1981:78.
647. オーストラリア、韓国、スペイン、ギリシャ、アメリカのような国だけだ。もちろん、産出が大きいのは韓国とアメリカだけ。
648. USDA の日本の米専門家 John H. Dyck との個人的なやりとり、1998 年 3 月 29 日。かれの指摘によれば、韓国では国民に人気がなかったため、意図的に新種の米による大幅な収量増をやめたとのこと。
649. USDA の日本の米専門家 John H. Dyck との個人的なやりとり、1998 年 3 月 29 日。
650. Vitousek *et al.* 1986.
651. 陸上の値、そうでなければ値は 3.2 パーセント、(Vitousek *et al.* 1986:369)。
652. Agger *et al.* 1997:114.
653. Ehrlich 1988.
654. Daly (1996:79, 231), Gonick and Outwater (1996:135-6), Miller (1998:113) も同じまちがいをやる寸前まできている。
655. Sagoff 1995.
656. IFPRI 1997:10, 11, ちなみに FAO (2000d:11) は農地拡大による生産増は、総生産増のたった 20 パーセントで、残りは生産の集約度向上からくると見積もっている。
657. この比率が出されているやりかたのおかげで、農地での生産増は人が光合成を収奪しているように見えるけれど、でもこれはその比率が産出量に依存するようにしてしまうので、もはや生産量の自然限界を示すものではなくなる (Sagoff 1995; Vitousek *et al.* 1986:372)。ちなみにこの比率の定義はまた、今日よりもずっと小さな面積を耕作しつつ、それをきわめて高効率にやることで、結果として 少なくとも理論的には 自然の潜在生産の 100 パーセント以上を収奪できてしまうという結果も出してしまう。どちらも生産の限界を計る指標としては意味があるとは思えない。
658. もし 41 パーセント増加に農地増加が 5.5 パーセント必要なら、100 パーセント増には農地を 13.4 パーセントほど増やすことが必要だ。だから全体としての農地割合は 10 パーセントから 11.3 パーセントに増える。
659. 149.6 Pg のうち、 9.8 Pg, 8.5 Pg, 10.4 Pg (Vitousek *et al.* 1986:370, 371, 372,

372)。農業生産からの損失もまた 13 パーセント増える。つまり、現在より 0.91 パーセンテージポイント上がり 9.91 パーセントになる。放牧地は人類の全歴史を通じた推計だ(そしてその面積は過去 300 年でちょうど 1 パーセント下がっただけだから、今後大幅に増加するとは考えにくい [Richards 1990:164])。ふつうの土地開墾は、たぶん今と同じ水準で続くだろう。ちなみにこの議論はすべての牧草地や耕作地がもとは森林であり、森林消失は牧草地や農地の増大とまったく同じだという想定がなければ成立しないことにも注目。

660. Sagoff 1995, FAO 2000d:207.

661. WI 1998a:93. Lester Brown がしばしば条件付きの文でばかりものを言って、厳密に言えばまちがっていないようにしていることに注目。「～すれば」とか「いずれ～ポイントに達する」とか。どっちの文も、論理的に言えば正しい(収量の上限に達したら、それ以上はほとんど手が無いのは当たり前だ)。でも Brown が伝えてよこすのは条件付きの概念じゃない。むしろかれは、ぼくたちが本当にその上限に達して、そのポイントが目前に迫っているかのような印象を持たせるようにしている。

662. Rejesus *et al.* 1999:38.

663. Rejesus *et al.* 1999:38.

664. Rejesus *et al.* 1999:31; Pingali and Heisey 1999:23-4.

665. Pingali and Heisey 1999:24; WI 1998a:91.

666. Pingali and Heisey 1999:22.

667. Pingali and Heisey 1999:22.

668. Pingali and Heisey 1999:26.

669. WFS 1996:VI, 5.1.

670. WFS 1996:VI, Box 2.

671. FAO 1995b:44.

672. FAO 1995b:44. 部分的には、成長は低収量や中収量の国からくる (WFS 1996:I, 5.12)。

673. Gale Johnson 1999.

674. FAO 2000d:45.

675. FAO 1995b:5; WFS 1996:I, 4.6-7.

676. FAO 1995b:2, 5. WFS 1996:I, 4.6-7. これは現在、ワールドウォッチ研究所 (Worldwatch Institute) の公式見解にもなっている, (WI 2001a:44)。

677. WI 1997a:25.

678. WFS 1996:XII, 2.12. ワールドウォッチ研究所 (Worldwatch Institute) は、どの程度が食料安全保障の必要水準なのかについて、どうも考えがまとまっていないようだ。1991年には60日と主張していて、1998年には70日と言っている (WI 1991:15; 1998a:17)。
679. WFS 1996:XII, 3.14. CGIAR の Editorial: <http://www.worldbank.org/html/cgiar/newsletter/Mar96/4edit.htm>.
680. Donald Winkelmann, CGIAR, in <http://www.worldbank.org/html/cgiar/newsletter/Mar96/4edit.htm>.
681. WFS 1996:XII, 3.13 で引用。
682. WFS 1996:XII, 3.13. 飼料穀物バッファがこんなに大きな意義を持つのは、まさにぼくたちがずっと大量の食べ物を持っていて、飢え死に寸前のところで暮らしたりしていないからだ。
683. 実は、単純な計算をしてみれば、穀物備蓄のうち70パーセント以上を必要とした年は1960年以来一年もないことがわかる。これは飼料穀物バッファを考慮せず、需要増が歴史的に見た2.35パーセントで一貫して続いていたと想定した場合ですら当てはまる。
684. ERS 2000c:12.
685. WFS 1996:XII, 3.1.
686. WFS 1996:XII, 3.6, 3.22.
687. IMF 1997:155.
688. Cunningham and Saigo 1997:212. 鶏肉はエネルギー消費の面でちょっと安上がりだ (ERS 1996:6)。
689. Brown 1995:24.
690. WI 1998a:13.
691. Brown 1995:24.
692. Brown (1995:36) はグラフしか挙げていないけれど、文中で1990年の人口プラス4.9億人と述べているので、足すと16.45億人になる。国連/USBCの1990年推計人口:UNPD 2001b:27, USBC 2000a.
693. 優れた概観としては Crosson 1996 を参照。
694. Brown 1995:77-8.
695. ERS 1996:10; USDA 2000a:97.
696. FAO 2000a.
697. Johnson, Crosson 1996b で引用。

698. Lindert 2000b:17.
699. IFPRI 1997:19.
700. Fan and Agcaoili-Sombilla 1997:24.
701. Fan and Agcaoili-Sombilla 1997:7.
702. World Bank 1997:1; cf. http://www.worldbank.org/html/extdr/extme/ampr_005.htm.
703. World Bank 1997a:36, ただし World Bank は 6,000 万トンを入力したほうが安上がりだと試算している。「このくらいの量であれば、主要穀物輸出国は何の問題もなく供給できる」
704. Heilig 1999.
705. 1.58 パーセント, Fan and Agcaoili-Sombilla 1997:12 1990 年の農地は 93,555,602 ha で、1999 年には 93,623,783 ha だ; (FAO 2000a)。1994 年から農地は合計 6.5 パーセント、つまり年率 1.27 パーセントで増えた。
706. 1990 年の 3.76 トン/ha から、1999 年には 4.35, 2000 年には 4.13, USDA 2001a. それどころか 1991-9 年の期間を見ると、増加は Brown の数字のほとんど倍の 1.98 パーセントだし、1991-8 年を見ると 2.49 パーセントだ (FAO 2000a)。
707. 実際の規模は国家機密扱いだ (ERS 2000a:8)。
708. ERS 2000a:10. これはもっぱら、自給率を高めようという政治的な決定による。
709. USDA 2000b:131-5, 穀物の推計 (小麦、米、雑穀)。
710. 3.15 億トンの数字は WI 1999c から。ただしこのデータシートはまちがいだらけだ 中国は 1990 年に 3.25 億トンから出発することになっているけれど、正しい数字は 3.43 億トンだ (USDA 2000a, そして Brown ですら 3.41 としている [Brown 1995:95])。そして 1995 年の生産高は 3.28 億になっているけれど、正しくは 3.56 億 (Brown は非常にダメな推計をして 3.37 億としている [1995:95])。さらに、2030 年の生産高は 2.3 億としているけれど、Brown は 2.72 億と述べる (1995:95)。もうちょっとましなデータに基づいた推計をするだけでも (Fan and Agcaoili-Sombilla 1997:5 を参照)、Brown は 1999 年に 3.446 億トンと推計できたはずで (直線補間) かれは 14.6 パーセントもまちがえているわけだ。
711. Percival and Homer-Dixon 1998:280.
712. Brown and Wolf 1984:21-2.
713. Crosson 1996a, 1997d; Pimentel *et al.* 1995a.
714. Goudie 1993:161-2. Pimentel *et al.* (1995a:1,117) は 17 としているけれど、かれ自身の情報源 (USDA) の最新の推計はたったの 12 になっている (Crosson

- 1995:462)。
715. Boardman 1998.
716. Crosson による Pimentel の親身な批判を参照。Pimentel *et al.* 1995a, 1995b; Pimentel 1997; Crosson 1995, 1996a, 1997c, 1997d; Boardman 1998.
717. Scherr 1999:3.
718. Lindert 1999, 2000b.
719. Lindert 2000b:16. ちなみにこの著者は、収量に影響する土壌流出としてはもっと重要なものがあるとしているけれど、それでも純流失は「負ではない」(P.18) としていることに注意。
720. Rozanov *et al.* 1990:205.
721. Goudie 1993:374; Oldeman *et al.* 1991:4-5.
722. FAO 1995b:357.
723. Crosson 1997d.
724. Lindert 2000b:18.
725. Crosson 1996a, 1997d.
726. Oldeman *et al.* 1990, 1991; Buol 1994:218ff.
727. UNEP 1993:162.
728. Oldeman 1994:115-16. でも、他のもっと慎重な調査によれば、南アジアや東南アジアでは、実際の土壌流出の程度は World Soil Degradation Map が示すほど深刻ではないとのこと (van Lynden and Oldeman 1997:16)。
729. Crosson 1996a, 1997d. Oldeman も 4.8-8.9 パーセントと同程度の影響を見ている (Scherr 1999:20)。
730. Cunningham and Saigo 1997:240-2.
731. WFS 1996:VI, 14ff. 他にも説明はいろいろあるけれど、FAO は所有権の確保 (そしてコモンズにおける明確な権利と義務の設定) の重要性を強調し、また肥料へのアクセスを確保することを強調している。
732. Rozanov *et al.* 1990:212.
733. Alexandratos 1995:356; Scherr 1999:9.
734. Crosson quoted in FAO 1995b:119.
735. IFPRI はもうちょっと慎重な結論を出している ; 「土壌劣化は 2020 年までは世界の総食料生産を脅かすものではないようだが、世界の商品価格や栄養失調は増加するかもしれない」 (Scherr 1999:3).
736. WI 1997a:34.

737. WI 2000a:8.
738. Berry *et al.* 1993:126.
739. FAO 1996b:101. 発展途上国でのこの値は、魚によるカロリー摂取は 0.8 パーセント (2,650 中の 23)、タンパク質の 5.5 パーセント (67g 中の 3.7 g)、動物性タンパク質 (19.2g) の 23 パーセント, (FAO 2000a).
740. WI 2000a:5; 1998a:4, 18, 59.
741. WI 1997a:32.
742. FAO 1997a: § 2. FAO (2001b:part 3) によれば、総ストックの 28 パーセントは乱獲されているか、減少しているか、ゆっくりと回復中とのこと。
743. Hardin 1968.
744. たとえば Pearce and Turner 1990:241ff; Tietenberg 2000:307-9.
745. FAO 2000d:178.
746. FAO 1997b:25-6. そして FAO は、もし漁業の調整をもっと上手にやらないと、漁獲高はさらに 1000 万トン減るぞと警告している, p.27.
747. FAO 2000a. 世界の年間カロリー生産は現在 $5.9e15$ (1997、大カロリー) で、過去 10 年にわたり年率 1.95 パーセントで増大している。そのうち魚は $59e12$ (つまり 1 パーセント)、そしてそれが 1 割増えたら (1000 万トン) $5.9e12$, つまり 1998 年増加分の $19/365$ ($115e12=1.95\%*5.9e15$) となる。タンパク質で見ると、魚は 107 日分、動物で見るとカロリーは 100 日分、タンパク質は 252 日分だ。
748. 1984 年には 670 万トンだったのが、1999 年には 3290 万トン (WI 1998b, FAO 2001b)。
749. 海洋漁獲高が 1998 年に 9 パーセント以上下がったのは、主にエルニーニョのせいだ、これは特に南東アジアでの水揚げに大きく影響した, FAO 2001b:part 1.
750. FAO (2000d:189) によれば、平均消費量 (図 57 で使った総生産よりも狭い指標) は 15.8 kg から 19–20 kg に増えると期待される。
751. FAO 2001b:part 4.
752. FAO 1997b:27ff.
753. Crosson 1997b での引用。ちなみに Lester Brown が、どっちに転んでも同じくらい恐ろしげに聞こえるようにしているところにご注目。片や「危機的な過剰容量」で、片や「絶え間なく稀少」だ。
754. Brown 1996b.
755. Brown 1981:86.
756. Crosson 1997b.

757. FAO 2000d:49.
758. WFS 1996:Table 3, 1, WI 1998a:98, FAO 2000d:23.
759. IFPRI 1997, 1999; ERS 1997:4; USDA 2000b; Mitchell *et al.* 1997. 不思議なことに、Brown はFAO を引用して、かれらが食料価格の低下を予想しているような書き方をする（実はFAO ははっきりと、食料価格の予測はしないと述べているのだ [WI 1998a:94; FAO 1995b:119; Alexandratos 1997]）。食料価格の予測なら、IFPRI, USDA, World Bank がやっているのを見ればいだけなのだが。
760. Time 1997:7.
761. WRI 2000a.
762. WWF 1998b.
763. WWF 1997c と 1997a:6.
764. WWF 1997c.
765. WI 1998d.
766. ぼくが批判を出した後で、WWF デンマーク支部は国際機関に、本体のウェブページも変えろと説得した。
767. 森林面積の長期時系列データ 2 つとして挙げているのは「森と林地 (Forests and Woodland)」のもの（これらは 1995 年以降はうち切られた）。新しい推計は「閉じた森林 (closed forest)」つまり先進国では 20 パーセント以上の樹木キャノピー被覆のあるところで、発展途上国では 10 パーセント以上の樹木キャノピー被覆のあるところだ (FAO 1997c:173-4)。新しい 1990-2000 年推計は、10 パーセント森林という共通の定義に基づいている (0.5 ha 以上で、キャノピーがその面積の 10 パーセント以上を覆っていて、しかも主に農業・都市的な土地利用ではない土地, FAO 2001c:23)。ちなみに FAO 1999a は新しいデータを提供していないことに注意 (p.1, note 1)。FAO データベースの数字によれば、全体としての森林被覆は 1961 年には 4.375086e9 ha、つまり世界陸地面積の 32.66 パーセントだった。1991 年にはそれが 4.316746e9 ha、つまり総陸地面積の 32.22 パーセントになった。1994 年 (最新のデータ) では森林被覆は 4.172401e9 ha、つまりたった 31.15 パーセントだけれど、でも全体としての 1 パーセンテージポイント低下は、USSR から SNG (CIS の統計局) への変更にあたり、1991 年の (安定面積) 9.41530e8 ha が 1992 年には (安定面積) 8.11689e8 ha になったことからきている。これはデータのまちがいにちがいない。なぜなら一方では、経済停滞によってロシアの森林被覆は大幅に増えたとされているからだ (例. WRI 1996a:206-7)。だからこれについてはここで訂正してある。

768. 1948年の推計がまちがっていて、だからあまりに楽観的な結論を出しかねないのは明らかに思える。
769. 1990年の全世界での面積は、FAO 1995aでは3.442 Mhaだったが、FAO 1997c:189では3.510 Mhaになり、そこでの1995年の推計値は3.454 Mhaだった (FAO 1997c:189)。
770. 森林の「正しい」定義が何かという議論は昔から続いている。FAOは定義を三種類持っている (たとえば WRI 1996a:222-3; FAO 1999bを参照): 「森林 (Forest)」、「森と林地 (forest and woodland)」、「森林とその他樹木地 (forest and other wooded land)」だ。「森林 (Forest)」は閉じた森林だけで、10–20パーセント (先進国では20パーセント、発展途上国では10パーセント)のキャノピー被覆があるものだけを扱う。これは世界の26パーセントくらいになる。「森と林地 (forest and woodland)」はふつうに木の幹があるところはすべて数える。これは世界の32パーセントくらいだ。「森林とその他樹木地 (forest and other wooded land)」は森林休耕地や茂みも含み、これは世界の40パーセントほどになる。

定義についての議論は、森林をどう計測するかという話にも関係している。世界森林面積の計測は不正確なので悪名高い。これは多くの人が指摘している (Williams 1990; WRI 2000b: 「国連食糧農業機構 [FAO] と国連ヨーロッパ経済委員会 [ECE] は熱帯林と温帯林の状況に関する報告を発表し、そこには1980年から1990年にかけての森林被覆の変化に関するデータが掲載されていた。こうしたデータは不正確なことで悪名高く、単にまじなデータがないというだけで、各種報告で相互に孫引きされている」)。不正確になる原因は、もっぱらデータがモデルを使って (人口データをもとに) 生成されるからで、さらに元になる生データがまばらで、古くて、不正確だからだ。

この不正確ぶりは、FAOのデータを検討すればすぐにわかる。「森と林地 (forest and woodland)」はほとんど50年にわたり使われてきたけれど、それでも同じ年についての世界の数字は最大2パーセントも上下している! (たとえば1976年の「森と林地 (forest and woodland)」面積は、1987年のFAO Production Yearbookでは4,150 Mhaになっていたのが、1992年版では4,231 Mhaだ)。1990年についての数字を見ると、1995年次点ではFAOは森林が3.442368e9 haだと考えていたが (FAO 1995a)、1997年にはこれが3.510728e9 haになっていた (FAO 1997c:189)。これは1.9パーセントの変動、あるいはFAO 1997年の数字で1990–5年にかけて減ったとされる森林面積よりも多い。1990年のままの数字だったら、世界の総森林面積は1990年から1995年で0.3パーセント増えたことになってしまう! これ

に加えて、かれらはロシアを含めていない (FAO 1997c:17, table 4, note a)。ロシアは世界の森林の 20 パーセントを占めていて、しかもこの地域では森林は増えている (たとえば WRI 1996a:206-7 を参照)。

短期の時系列データを見ると、一般的な傾向が個別の調整で生じたノイズに埋もれる危険性が出てくる。だから一番長期の時系列データを見るのが大事だ。そして唯一存在しているのが FAO の 1950 年からの長期データだ。残念ながら、FAO のデータベースは 1961 年以降の数字しか見せてくれない。全体として、ふつうに木の幹がある土地をすべて森林と考えてもいいようだし、上に述べたデータの正確さの問題を考えると、地球の森林推移について一番よく表すには FAO の「森と林地 (forest and woodland)」の数字を使うのがいいと思う。FAO の狭い「森林 (forest)」の定義を使うにしても (これは 1980 年以來 3 回しか計算されておらず、上で述べたデータの問題を持っている) 閉じた森林面積は 1980 年から 1995 年にかけて、地球の総陸地面積の 27.15 パーセントだったのが 25.8 パーセントに減った、つまり 1.35 パーセントポイント下がった、という結論に達する。

771. FAO 2001c:35.

772. FAO 1997c:12.

773. 1,451 Mha の農地に対し、3,442 Mha の閉じた森林または 5,120 Mha の森林およびその他の樹木地 (WRI 1996a:216-18)。

774. Plato 1961:111b-c;1,216.

775. WRI 1996a:201 の推計では、50 パーセントと 60 パーセント以上; Chiras 1998:212 は 70 パーセントと述べている。ヨーロッパの森林被覆はずいぶんはやい時期に伐採されたので、この数字についてはかなり疑問の余地がある。さらに、各種の数字は上で述べたように、森林の定義がちがった数字をもとに算出されている。

776. UNECE 1996:19.

777. Williams 1990:180, 181; UNECE 1996:1.

778. UNECE 1996:19.

779. Richards 1990:164.

780. UNECE 1996:59.

781. CEQ 1997:32.

782. Williams 1990:table 11-1.

783. Richards 1990:164.

784. Williams 1990:183.

785. Williams 1990:188-9.

786. Richards 1990:164.
787. Richards 1990:164.
788. Goudie の推計は 20 パーセント (1993:43); Richards による過去 300 年の全消失は 19 パーセント (1990:164). Williams (1994:104) の推計は 7.5 パーセント. IPCC はまた、1850 年から 1990 年にかけての世界の森林面積減少を 20 パーセントとしている (2001a:3.2.2.2)。
789. WWF 1997e. でも、後の出版物では、WWF はこの推計を 50 パーセントくらいに下げた, WWF 1997d.
790. Chiras 1998:211.
791. FAO (1997c:36) は世界 GDP の 2 パーセントと推計している。世界 GDP は \$32 兆くらいだった (IMF 2000b:113)。
792. Chiras 1998:211.
793. Cunningham and Saigo 1997:297.
794. Botkin and Keller 1998:179.
795. Botkin and Keller 1998:175-6.
796. Barney 1980:II, 134, 331. 2.3 パーセントはちょっと楽観的な数字として挙げられている (これは 22 年で 40 パーセント)、一方 4.8 パーセントは 22 年で 66 パーセントに相当する。
797. Myers, Goudie 1993:46 で引用。Myers 1991:52-3 では 33 パーセントで、この中でかれは森林被覆の 17 パーセント減少を予想していて、しかもその被覆はいま時点ですでに半分になっているそうなので、現在の被覆の 1/3 というわけだ。
798. Myers 1991:47.
799. たとえば Raven and Prance 1991:71.
800. FAO 1997c:12, table 1, 18, table 5. ちなみに森林伐採の減少は実はもっと大きい。0.7 パーセントはちょっと小さい面積をもとにしているからだ。また Miller は人工衛星ベースの推定を挙げていて、それによると森林消失は FAO の数字の 20 パーセントくらい (1998:342)。
801. 熱帯林の消失は、1980 年代には 9.2 Mha で、1990 年代には 8.6 Mha だった (FAO 2001c:9)。熱帯林の総面積は、2000 年で 1810 Mha (FAO 2001c:19) で、いまの森林消失の数字をもとに総森林面積を逆算してやって、年平均消失割合を出してやると、1980 年代は 0.4689 パーセントで、1990 年代は 0.4592 パーセントだ。
802. Sedjo and Clawson 1995:342.
803. WRI 1996a:208-9.

804. Botkin and Keller 1998:264; Cunningham and Saigo 1997:295-6.
805. Williams 1990:194-5; Goudie 1993:58. 比較のために述べておくと、1800年のアメリカの木こりは、人生の13-20パーセントの労働時間を薪の切り出しに費やしていた (Williams 1990:182)。
806. Miller 1998:356; Cunningham and Saigo 1997:296-7.
807. Miller 1998:351; Williams 1990:194; WWF/IUCN 1996:14.
808. Chiras 1998:213.
809. Miller 1998:353.
810. Chiras 1998:200.
811. Miller 1998:352. もし農業用地を増やすために森林を使いたいなら、森林消失についてずっと詳しい知識を得て、たとえば現地住民が急斜面の森林を伐採したりしないようにすべきだ (そうしないと浸食にやられる) (たとえば Williamson *et al.* 1997)。同時に、農民たちが肥料その他にアクセスできるようにもすることが重要だ (Miller 1998:351)。
812. Reid 1992:60. いくつかの情報源は、われわれは熱帯林の50パーセント以上を失ったはずだと述べる (Miller 1998:342; WWF: A Future for Forests? <http://www.panda.org/forest4life/news/f4f.html>)。残念ながら、何も参照文献が示されていない。
813. ナイジェリアは85-90パーセントを失い、マダガスカルは60-85パーセントを失った (WCMC 1998)。中央アメリカについての参照は Williams 1990:191-2。
814. ちなみに、ブラジルの大西洋岸雨林は88パーセントほど消失しており、そのほとんどは19世紀末にはなくなっていた (Brown and Brown 1992:122)。
815. Cunningham and Saigo 1997:297-8. 各種のまちがった憶測の数字に関する全般的な批判については Glantz *et al.* 1997 を参照。
816. 研究者数人が指摘したように、13パーセントという数字は、被害を受けた森林はずっと多いと示唆するものかもしれない。伐採された地域に隣接する森林も影響を被るからだ 通称エッジ効果と言われる (Botkin and Keller 1998:283)。Skole and Tucker (1993) の原論文によれば、アマゾンの6パーセント伐採は、15パーセントのエッジ効果をもたらした。問題は、このエッジ効果が理由もなく幅1kmと仮定されていることだ (これはまた人工衛星の解像度でもある)。エッジ効果がたった100m だったとしたら、影響を受けた面積は6パーセントからそんなに増えなかっただろう。
817. 1960年以來、 $100,000\text{km}^2$ が森林に戻った (Faminow 1997)。Fearnside 1991:93

も参照。

818. 70 パーセント (Brown and Brown 1992:122). 2500 万 ha (WWF.<http://www.panda.org/forests4life/news/allirel.htm>).
819. WWF chief executive officer Mohamed El-Ashry の発言引用, Anon. 2000b で参照されている。似たような引用にもご注目: 以下は子どもたちに環境問題をどう教えるかを述べた教科書から: 「わたしたちは、材木や農地や鉱物資源を得るためにますます急速に破壊されつつある、地球の貴重な『肺』である森林を保護する必要があります」 (Camino and Calcagno 1995)。Greaves and Stanisstreet (1993) は、子どもたちの 42 パーセントはこのまちがった知識を信じていて、自発的にこの話をするという。
820. Broecker 1970.
821. Broecker 1970:1,538; Ehrlich and Ehrlich 1987:138.
822. WI 1998d.
823. Bailey 1995:180. 世界は $1,55e9m^3$ の木を材木と紙用に使っている (WRI 1996a:220); デンマークにあるような森林は、純成長率およそ $7.5m^3/ha$ (EEA 1995:474) だ。この成長率でなら、必要森林面積は $2e8ha$ 、あるいは地球の森林面積 $4,168e9ha$ のおよそ 4.95 パーセントだ。
824. WI 1998a:23; WWF 1998a:6.
825. Myers 1991:54.
826. FAO 1997c:13, table 2.
827. WWF 1998a:6.
828. 「世界の森林のうち植林はたった 3 パーセントほどだ」 (FAO 1999a:1)。ただし 1997 年の FAO 推計と比べよう: 先進国の植林はだいたい $80 - 100Mha$ くらい、発展途上国では $81.2Mha$ くらいで、森林総面積は $3,454Mha$ だから、割合は 5.2 パーセントになる (FAO 1997c:10, 14)。
829. 火事、健康、観光の推計コストは US\$ 38 億, EEPSEA/WWF 1998; これに対して年間 GDP は US\$ 1980 億だ, WRI 1998a:237.
830. WWF 1997b, title と p.1.
831. WWF 1997b, 1997d, 1998c.
832. WWF 1997b:7.
833. WWF 1997b:7; Woodard 1998; UNEP 1999a:8.
834. UNEP (1999a:40) では燃えたのが $4.56Mha$ で、そのうち森林や材木面積が 28.58 パーセントとされている。

835. Goldammer は Max Planck Chemistry Institute の科学者で、National Center for Atmospheric Research, the US Forest Service NASA の Biomass Burning project 参加者でもある http://asd-www.larc.nasa.gov/biomass_burn/biomass_burn.html。個人的なやりとりと Woodard 1998。
836. WWF 1997b:17. かれらはまた何度か「アマゾンの雨林の 10,000 マイルにわたり、何千もの火が燃えている」と書くけれど、10,000 マイルとなると地球を 1/3 周もしてしまうのですが (WWF 1997b:4, 17)。
837. WWF 1997b:18.
838. WWF 1997b:18; LaFranchi 1997; IPAM 1998.
839. UNEP 1999a:40; Goldammer 1991:84; Levine *et al.* 1995. 5 月だけでも 4.7 Mha 以上が燃えた (Cahoon *et al.* 1991:66)。
840. UNEP 1999a:4.
841. Conard and Ivanova 1997:308.
842. インドネシアには 109 Mha の森林がある (FAO 1997c:183)。これは UNEP 推計 (1999a:41) での保護森林 4.58 パーセントまたは 208000 ha という数字とあっている。
843. Andreae 1991:5, 7; WWF 1997b:18.
844. Andreae 1991:4.
845. Levine 1991:xxviii.
846. WWF 自身もこの手の認証プロセスに参加している (Sedjo and Clawson 1995:343)。ちょっと考えればわかるけれど、世界の森林のうち材木や紙生産に使われる部分はきわめて少ないから、この方法だけじゃまったく不十分だ。
847. Motavalli 2000.
848. たとえば 1996 年の CNN, Mattingly 1996 を参照。
849. Craig *et al.* 1996:103.
850. Craig *et al.* 1996:111-14.
851. Craig *et al.* 1996:125-8.
852. 2000 年の数字は最初の 10 ヶ月から推定。1945 年から 1949 年の材木のデータは不連続 (1949 年は 1945 年より 22 パーセント高い)。これは定義が変わったせいだ。1945 年までのデータは薪だけで、それ以降は木から作る燃料や、木の副産物で燃料として燃やされるものをすべて含む (たとえば薪束、枝木、パルプ廃液、パルプヘドロ、材木汚泥、廃材、コケ、枕木、おがくず、鉋屑、木の皮、森林残土、炭など), EIA 2000d:349.

853. Barry *et al.* 1993:131.
854. Craig *et al.* 1996:103.
855. ただし、文明が絶滅するという確率をある程度含めれば別だ。
856. ここでの「1 バレル」というのは、現在の石油消費量のごく一部というたとえ話として読んでほしい。石油というのは 100 万年のタイムスケールでどんどん作られてはいるから、実は毎年ちょっと使っても（つまりその 1 年の間に新しくできた分を使っても）後の世代にまったく同じだけの供給を残すことはできる。これを大ざっぱに計算してやると、どうもこの量は年 5 万バレル以下、あるいは今日の石油消費量の 1 分間分に相当する。
857. Solow 1986:142.
858. Greider 2000, ただし、あらゆる人気のあるフレーズがそうであるように、他にも所有権を主張している人はいるようだ, Annon. 1999g, 2001a.
859. 同じように *The Economist* が 2001 年初期に: 「石油は枯渇するか? 」と尋ねたとき、その答えは「いずれは枯渇します。が、そのころには、もうそんなのどうでもよくなっているでしょう」 (Annon. 2001a).
860. Ehrlich ですらこの点には同意する。: Ehrlich and Ehrlich 1991:46-7.
861. Meadows *et al.* 1972:58.
862. Ehrlich and Ehrlich 1987:222.
863. Meadows *et al.* 1992:74 *et passim*.
864. Meadows *et al.* 1992:74.
865. Craig *et al.* 1996:123.
866. Craig *et al.* 1996:135. 1996 年の総石油生産は 1 日 6400 万バレルだった (EIA 1997b:table 11.5) ので、それを \$20 ほどで評価している (BP 1998)。全体として \$4670 億、世界 GDP\$29.609 兆の 1.58 パーセントだ (IMF 1997:147)。
867. EIA 1997b:table 11.3.
868. 湾岸戦争の背景となった理由の一つだ (CRS 1995b)。
869. Barry *et al.* 1993:135-6.
870. Simon 1996:165.
871. Simon *et al.* 1994:325.
872. Simon 1996:24ff.
873. Greene 1997. OPEC は独占体、寡占体、カルテルだと言われることが多いけれど、これを明らかに否定する証拠はある 1) 世界の原油産出で OPEC 以外のほうが過半を占めるから OPEC に大した力はない、2) OPEC が産出枠を決めよ

うとしたのはやっと 1983 年になってからで、価格については合意できたためしかない、3) OPEC は OPEC 合意に違反したメンバーに対する罰則メカニズムがない。むしろ経験的な証拠を見ると、支配的な生産者はサウジアラビアで、その生産量は OPEC と負の相関を持っており、価格が競争的な価格以上になるようにしている (Alhajji and Huettner 2000)。

874. IEA 2000b:25.

875. EIA 2000e:58.

876. EIA 2000e:102.

877. EIA 2000b:26.

878. 無鉛ガソリンの値段に、1950 年代から 1970 年代までの有鉛ガソリンの価格を混ぜ込んだもの。1950 年代の税金の情報は <http://www.eia.doe.gov/oiaf/issues98/gastax.html>。

879. Adelman 1995:287; cf. EIA 1997b:table 3.3, 実質価格で見た table D1 を参照。

880. この議論は、たとえば Ehrlich and Ehrlich 1974:48 などで行われている。

881. OPEC 諸国の確認埋蔵量推計が、1980 年代後半に上昇しているのは、これが OPEC の生産割当にも使われたせいである可能性があることには注意。これは CRS (1995b) と Ivanhoe (1995:82) が指摘している。それでも、一般には確認埋蔵量は 1980 年代にも本当に上がったと推定されている (USGS 1997a)。

882. Simon 1996:165.

883. Simon 1996:164-5.

884. たとえば Nordhaus 1992b:16.

885. Hubbert 曲線のようなもっと高度なモデルは、将来の発見も予測しようとするけれど、こうしたモデルは早期に資源を使い果たしたアメリカみたいな国ではうまく行くが、ずっと大きくてずっと重要な油田でもこれがまだ使えるかどうかはまったくわからない。新規の発見が少ないのは、もっぱら低価格と確認埋蔵量の多さのせいじゃないかと考えられる。Campbell 1997 と Ivanhoe 1995 を参照。

886. USGS 2000b.

887. Craig *et al.* 1996:134. デンマークでは、原油の 20 パーセント以下しか使われていないと推定されている, *JyllandsPosten*, 15 May 1998:E5.

888. USGS 2000b.

889. 13.4 mpg から 21.4 へ (EIA 2000c:17).

890. ヨーロッパは 1973 年に比べて 1992 年のほうが、 $1m^2$ あたりで使うエネルギーは 24 パーセント減っている; アメリカではこれが 43 パーセント減った (Schipper *et*

- al.* 1996:184)。
891. Schipper *et al.* 1996:187. デンマークでは家電製品は過去 10 年で 20-45 パーセントも節電するようになった (NERI 1998A:238)。
892. 「無用に」というのは、その無駄が避けられたということだ。化石燃料を電気に変えることで、さらに 41 パーセントのエネルギーが無駄になるけれど、この無駄は (簡単には) 避けられない (Miller 1998:398)。
893. Cunningham and Saigo 1997:494-5.
894. Miller 1998:404. また *Time* 1997:48-9 を参照。
895. Wirl 2000 での議論を参照。でもこれは簡略化した議論で、第 24 章で検討する。
896. 日本と EU からのデータは 1960 年までさかのぼり (これは World Bank 1999b データの一番最初だ) 軽い U 型カーブになっている。でも、これは誤解のもとだ。これは非売買エネルギーを考慮していないし、日本のエネルギー効率が 1960 年以前に劇的に改善されていることを考慮していない (Grubler *et al.* 1996:245; cf. CIA 1997, <http://www.odci.gov/cia/publications/hies97/f/fig18.jpg>). 同じ理由から、イギリスのエネルギー効率は 1880 年以前にはさかのぼらない。非売買エネルギーは (アメリカとはちがって) 推計されていないけれど、時代をさかのぼるにつれてそれが重要になってくるからだ。
897. 日本と EU が同じ量のエネルギーでもっとたくさん生産できるというのは、アメリカに比べて平均エネルギー価格が高いことと強く相関している (Moisan *et al.* 1996:54-5)。
898. World Bank 1994:171; また EU 2000a:36 も参照。
899. Turner *et al.* 1994:45-6. これはまた、1970-1994 年の期間で一人あたりの数字を見ても成り立つ (Statistics Denmark 1997a:128)。でも Jespersen and Brendstrup によれば、この効果の一部は断熱性の向上によるもので、ほとんどが一回限りの向上だ。だからかれらは、本当のエネルギー効率上昇は 33 パーセントではなく 22 パーセントだと推計している (1994:66)。
900. Hausman 1995.
901. WRI 1996b.
902. 天然ガスの CO_2 は石炭よりも 40 パーセント低い (NERI 1998A:169)。
903. ほかの埋蔵量年数は、1973-98 年の埋蔵量グラフ (BP 1999; http://www.bpamoco.com/worldenergy/naturalgas/page_01.htm) から。
904. 拳がっている各年の消費量で計算されている。天然ガスの確認埋蔵量は 252 パーセントに上がった (BP 1999)。

905. WRI 1996a:276; Botkin and Keller 1998:336.
906. Hargreaves *et al.* 1994:373.
907. EIA 1997c:67.
908. Jespersen and Brendstrup 1994:58-9; NERI 1998A:169.
909. Cohen 1995:579. アメリカでは石炭採掘関連の事故で毎年 50 人以上の炭坑夫が死んでいる (Craig *et al.* 1996:119)。死亡者総数はとても不確実だ (これは公害の章で見る): Cunningham and Saigo (1997:468-9) はアメリカの追加死亡者数を 5000 人近くと見ている; Miller (1998:441) は、追加死亡者数が毎年 65,000-200,000 人としている。それに対して、World Bank の見積もりでは、公害のずっとひどい発展途上国で年 300,000-700,000 の追加死亡者数としている (13 億人いるので、この推計は Miller よりずっと低い) (World Bank 1992:52)。
910. WEC 2000:chapter 1.
911. Craig *et al.* (1996:159) 推定地球資源は $7.8e12$ トン。EIA (1995a:8) の推定では、アメリカの資源だけでおよそ $4e12$ トン。
912. メタンガスの埋蔵量は US Geological Survey の見積もりでは 85 から $262e12m^3$ の間のどこかで、それに対して天然ガスは $119e12m^3$ (Craig *et al.* 1996:150; USGS 1997d)。
913. 追加の資源データは *International Energy Annuals*、Harriet McLaine, EIA との私的なやりとり。瀝青炭の価格は FOB Mines.
914. ただしこれはまた生産設備が償却されたせいもある (EIA 1997c:37)。
915. EIA 1997c:37. また USGS 1997b を参照。
916. Craig *et al.* 1996:159. ちなみにこれは資源量の観点で、確認埋蔵量の観点からではないことに注意 石炭資源はここでは $7.8e9$ トン、あるいは現在の消費量 1,700 年分以上となっている。
917. シェルオイルの総エネルギーは $2.11e24J$ と見積もられている。ぼくたちが 1999 年に消費したエネルギーは $4e20J$ だ (図 63 参照)。
918. 世界の年間再生不可能エネルギー消費量は 1993 年には $3.25e20J$ 、または $3.09e17$ BTU で、1996 年の平均価格である 100 万 BTU あたり \$1.85 BTU (EIA 1997b:table 3.1) を使うと、およそ \$5700 億、または世界 GDP \$29.609 兆 (IMF 1997:147) の 1.9 パーセント。1998 年から 2030 年まで年平均成長率 2.7 パーセント (IFPRI が 2020 年まで想定している数字, 1997:10) とすると、世界 GDP は現在の 2.35 倍くらいにまで成長する。もしエネルギーの実質価格が倍になったら、GDP のエネルギー割合は 2030 年に 1.6 パーセントになる。歴史的に見て、この

- 割合も減少してきている (Simon 1996:31)。
919. EIA 1997c:75.
920. 新規の原子炉の 30 パーセントはアジアに立地している (EIA 1997d:13)。停滞 (EIA 1997d:5)。1975 年から 1986 年にかけてアメリカの態度は、肯定 65 パーセントからたった 20 パーセントにまで下がり、反対は 19 パーセントから 78 パーセントへと爆発的に増大 (Cunningham and Saigo 1997:482; Craig *et al.* 1996:172-3)。
921. Craig *et al.* 1996:164.
922. 石炭には放射性物質がある程度含まれ、これが燃焼時に放出されるから (Chiras 1998:266; Cunningham and Saigo 1997:467; USGS 1997c)。
923. これはウラン価格に大いに依存する (WEC 2000:chapter 6)。原子力は 2.266×10^{12} kWh (EIA 2000a:93) または 8.16×10^{18} J を生産。伝統的な U-235 ではおよそ 8×10^2 J が生産可能だと思われる。つまり 100 年分 (Craig *et al.* 1996:181)。
924. たとえば Craig *et al.* 1996:170 参照。
925. 全体としておよそ 1140×10^2 J (Craig *et al.* 1996:181)。
926. Cunningham and Saigo 1997:477-9.
927. Miller 1998:452.
928. 2000 年のメジアン価格は、1987 年価値換算で 7.7 セント (=10.99 セント)。これは原子力推進派のライターが引用している。(Cohen 1995:table 29.2) 一方、反対派によれば 13.5 セント (Miller 1998:452)。
929. 平均価格は 1999\$ で、1999 年に 6.63 セント (EIA 2000c:128)。商業価格には配電コストも入っていて、原子力発電価格と比べるときにはこれを差し引くのが正しい。配電コストはふつうは 0.4 セント (EIA 1996:108) くらい。
930. 水素の二種類の同位体 重水素とトリチウムを使う。重水素は海水から経済的に抽出できるし、トリチウムは核融合プロセスにおける反応からとれる (Botkin and Keller 1998:371)。
931. Cunningham and Saigo 1997:484.
932. Miller 1998:454.
933. CRS 1998.
934. Annon. 1998d.
935. EIA 1993:1.
936. WRI 1996a:286; Botkin and Keller 1998:264.
937. バイオマスは木、廃材、樹液、泥炭、枕木、廃パルプ、使用済み硫黄液、農業廃棄

- 物、わら、タイヤ、魚油、トールオイル、汚泥、廃アルコール、固形都市ゴミ、埋め立て地の排ガス、その他ゴミ、自動車ガソリンに混入したエタノールを指す (EIA 1999a:249, EIA 1998c も参照)。
938. これはまた独立に推計することもできる。世界の風力発電からの売電量は推計で 10,153 MW (<http://www.windpower.dk/stat/tab19.htm>, 23 April 2000 にアクセス) で、年間最大発電量は 8.9×10^9 kWh となる。総風力発電量の 20 パーセントを占めるカリフォルニアでは、実際の風力発電量は最大値の 21 パーセント程度とされる (1985 年以降の風車なら 26 パーセント, CEC 1995:12)。これは風がいつも吹いているわけではないからだ。26 パーセントの効率だと、世界の総風力発電量は最大で 2.3×10^{10} kWh、またはおよそ 83.3 PJ だ。世界の総発電量は 1998 年で 400 EJ くらいで、回避した化石燃料量として 3 倍すると、これはおよそ 0.062 パーセントくらいを占める。総出荷太陽電池発電能力は 960.7 MW (WI 1999a:55) で、これは総設置発電量の最大推計値となる。この太陽電池が一日 12 時間にわたり効率 100 パーセントで稼動したとすると、これは年間 15.2 PJ に相当、つまり総発電量の 0.011 パーセントだ。
939. 世界総発電量は 48 EJ (あるいは節約した化石燃料で見れば 144 EJ, EIA 2000a:93) で、このうち風力は 0.045 EJ で太陽光は 0.01 EJ だ。
940. 1997 年の、実際の発電実績に基づく数字で、回避した化石燃料に基づく数字ではない。EU 2000a:21, 64.
941. 「データは EIA の Michael Grillot から私的なやりとりで提供された、International Energy Database, December 1999 からの 1998 年のバイオマス、地熱、太陽光、風力に区分した純発電量。原子力、水力、バイオマス、地熱、太陽光、風力電力は化石燃料を避けたエネルギーで計測。1 kWh の発電は、たとえば石油でならその三倍のエネルギーを必要とするので、これらも直接の発電量より三倍大きい (アメリカでは 65.6 パーセント, EIA 1997b:diagram 5)。アメリカ以外では、発電に使われたバイオマス、地熱、太陽光、風力のエネルギーだけを算入。伝統的燃料からのデータは 1995 年のものをベースに、過去の推移から 1998 年までのばした。地熱、太陽光風力からの総発電量は 56.8 TWh で、IEA 推計の 57.6 TWh とよく一致する (IEA 1999:II, 18. ちなみに WRI の資料では地熱が 10 倍も大きくなっている (2000:292) が、これはかれらが実際に使われる 10 パーセントの電力だけでなく、それ以外の 90 パーセントの熱も算入しているから, p347)。
942. WI 1999b:16-7, cf. p.48, 54; 1997b:54; 2000a:17.
943. 0.045 EJ の 22 パーセント vs 159.7 EJ の 2 パーセント。

944. $.045EJ \times 1.22^{45.7} = 159.7EJ \times 1.02^{45.7}$.
945. EIA 1997c:85.
946. アメリカでは、風力に対する補助金はおよそ 1.5 セント/kWh (CRS 1998) で、デンマークでは Department of Agriculture の下にある Center for Biomass Technology が実に正直に述べているように「Centre for Biomass Technology が外国の視察団を迎えるとき、大きな質問は必ずこういうものです：御国はこんなに小さいのに、どうしてこれほどのプラントや技術があるんですか？ 答えは：それが儲かるからです！ そしてそれが儲かるのは、発投資に対する補助金と、発電に対する補助金のためです。これがバイオマスについての状況を改善させ、同時に化石燃料への課税がそれをもっと高価にしています」(CBT 2000).
947. WEC 2000:chapter 7.
948. EIA 1997c:88.
949. Hille 1995:193.
950. Craig *et al.* 1996:191.
951. DOE 1997:3-1ff.
952. 主要な実績値や推計値は DOE 1997:7-3 にまとめられている。風力 (風速 5.8 m/s) については以下も参照: EIA 1997c:85; 1993:11; 1996:55。太陽光発電と地熱発電は EIA 1993:11; Ahmed 1994:39。太陽電池システムについては Ahmed 1994:77。他にも多くの情報源が、いささか比較困難な値段を示している。たとえば DOE 1995:9; WI 1991:27; 1995:70; EU 1994b; DOE 1996:11; Andersen 1998; Greenpeace (<http://www.greenpeace.org/~comms/no.nukes/nenstcc.html>); Cunningham and Saigo 1997:496。
953. DOE 1997:7-3.
954. EIA (2000e:75) の推計では、風力発電は 2005 年には 6 セント/kWh となり、2020 年には 4.5 セント/kWh になって、これはまだ石炭火力発電 (それぞれの年で 4.3 と 4.2 セント/kWh) やコンバインドサイクルのガス火力 (それぞれの年で 4.2 と 3.8 セント/kWh) よりも高価だ。でも、総コストの計算方法がまったくちがっていて、資本回収のタイムスパンもちがうので、各種研究のコストを横並びで比べるのは難しいことに注意。
955. EIA 1996:108.
956. EIA 1997a:53.
957. McVeigh 2000:237-8.
958. Hohmeyer 1993. もちろん、風車からくる社会的コストも全部算入すべきだが、こ

れはたぶん小さいだろう。

959. Krupnick and Burtraw 1996. 3つの調査とは: US Department of Energy (Oak Ridge National Laboratories/Resources for the Future, Lee *et al.* 1995), EU (DG XII 1995), Empire State Electric and NY State Energy Research and Development Authority (1995).
960. Krupnick and Burtraw 1996:24. ここでは SO_2 についてのEUの推計を無視することが重要だ。ぼくたちが欲しいのは、現在の社会価格についてのコスト推計(つまり、現在の技術を使って、現在の電力消費の一部を置き換えたときにコストがいくらかかるか)だからだ。EU自身の推計は1.56セント/kWhだ。
961. Krupnick and Burtraw 1996:38. CO_2 による悪い影響だけでなく、雇用や税金などのよい影響も考えると、石炭はたとえば天然ガスよりもいいものとなり、プラスの社会的価値を持つ。
962. Cunningham and Saigo 1997:496; cf. McVeigh *et al.* 2000.
963. これはそれぞれ10オーレと17オーレの直接補助(1セントは8オーレ)と、kWhあたり12.2から22オーレの間の免税を通じた間接補助の結果だ (Ministries of Finance *et al.* 1995:35, 51).
964. CRS 1998.
965. これはつまり、Lovins (Miller 1998:426-7での引用)のような人が、多くのエネルギーは「よくないエネルギー」として使われているから省エネをしようと議論するのは問題だと言うことだ。Lovinsによれば、冷暖房に電気を使うのは、とても高価だからやめるべきだ。むしろ断熱性を高め、スーパー窓を使い、木を植えたりすべきだとのこと。でも論点としては、もし消費者が社会的コストまで含めた上で、まだ厚い窓よりも電気を使うほうがいいと思うのであれば、社会計画者のほうが消費者よりも、効用の最大ミックスがどこで得られるかについてよく知っているのと論じるのは危険だ、ということだ。Wirl 2000の議論参照。
966. Craig *et al.* 1996:183.
967. 地球の $5.1e8km^2$ 上で $180W/m^2$ だと、年間エネルギーは $2,895e24J$ 、つまり1997年のエネルギー消費量の6,951倍になる。
968. 平均流入は $300W/m^2$ で、効率20パーセントだと、 $21,9961km^2$ は年間ちょうど416 EJを生産。 $21,9961km^2$ というのは地球の総陸地面積 $1.495e8km^2$ の0.147パーセント。
969. サハラ砂漠は面積 $8.6e6km^2$ くらい。"Sahara," *Encyclopedia Britannica Online*, <http://www.britannica.com/bcom/eb/article/5/0,5716,66425+>

- 1+64749,00.html?query=sahara.
970. EIA 1993:13; Ahmed 1994:80.
971. Cunningham and Saigo 1997:487-8.
972. 別の推計としては IPCC 2000a:134, 136 を参照。ここでは「技術進歩によって利用可能」となっているのは、石油では 9ZJ、天然ガスは 20ZJ、石炭は 80ZJ、原子力は 11ZJ 超。再生可能エネルギーの場合、年間の「長期的な技術ポテンシャル」は水力では 130EJ 超、風力では 130EJ 超、ソーラーは 2,600EJ 超、バイオマスは 1,300 超。
973. *Danmarks Energifremtider* 1995:137.
974. Smil 1999.
975. Ahmed 1994:10-11.
976. $100W/m^2$ を 27,746 ha で 20 パーセントの効率性なら、年間エネルギー生産量 175 PJ.
977. Radetzki 1997:552-3.
978. DOE 1997:7-3 の見積もりではバイオマスなら 8.7 セント/kWh、太陽電池なら 49.1 セント/kWh。
979. Miller 1998:420.
980. EIA 1993:3.
981. IEA/OECD 1996.
982. IEA/OECD 1998.
983. 以下は Andersen 1998 に基づく。
984. <http://www.windpower.dk/present/produke.pdf>.
985. Hille 1995:195-6.
986. <http://www.windpower.dk/stat/tab14.htm>, 2000 年 4 月 26 日にアクセス; cf. Windpower Note 1998a:7
987. EIA 2000a:211.
988. 51 パーセントも効率がいい (Windpower Note 1997:11)。価格は 49 オレ (およそ 7 セント)/kWh で計算 (<http://www.caddet-re.org/html/article2.htm>)。
989. たとえば Bradley 1997。
990. Windpower Note 1997:8 の見積もりでは、風車は寿命 20 年の間に、その生産に要したエネルギーの 80 倍を稼ぎ出す。つまり生産に使われたエネルギーは平均で 91 日後には回収されるということだ。
991. Andersen 1998 (4,000 基という数字を使っているけれど、1997 年の正しい数字は

- 4,700 基だ [Windpower Note 1998a:7])。
992. 平均的なデンマークのタービンは、表示容量が平均で 276 kWh だ (Windpower Note 1998a)。アメリカでもだいたい似たようなものだとして、総表示容量が 2,500 MWh (AWEA 2000b) で、タービン 4,000 基あたり 30,000 羽の鳥と想定すると (Andersen 1998)、年間 67,000 羽になる。ちなみに AWEA (2000a:2) がカリフォルニア州全体で鳥が 500 羽しか死んでいないとするのはまちがっている 500 羽は猛禽類だけで、すべての鳥を含んではない (Kenetech 1994:3)。
993. NERI 1995.
994. Andersen 1998; NWCC 1994:appendix 2.
995. Kenetech 1994:3; AWEA 2000a.
996. 飼い猫の総数は 900 万と推定される (この調査は、およそ 80 万匹の野良猫が殺す動物は計っていない)。だから各ネコは年に 30 匹ほどの動物を捕まえていることになる。Mammal Society 2001a&b, Wark 2001.
997. たとえば DOE 1997:appendix 1 を参照。
998. Miller 1998:423ff.
999. EIA 1999d:23.
1000. Meadows *et al.* 1972:56ff.
1001. 残存消費年数は、主に埋蔵量を現在の生産量で割った数を基本にしている。
1002. Simon 1996:35-6.
1003. WRI 1996a:170.
1004. Leon and Soto 1995:16 (指標は 1900-92) によると商品 24 種のうち 15 種の価格が下落、6 種は変わらず。高価になったのは 3 種のみ。
1005. US Geological Survey による 93 種の原料の価格と質量から割り出したもの。主要な 24 種をまとめたものが表 2。GDP1.2% に相当する (Goeller and Zucker 1984:457)。原料の一部は重複しているため、この推定値は最大値といえる。
1006. Anon. 2000c. 産業物価指数は金属および非食料農産物 (Nfas、non-food agricultural commodities) についてのもの。現在は 1994-96 年の輸入価格を基本に、以下のウェイトが与えられている。金属：アルミニウム 47.0、銅 32.4、ニッケル 8.2、亜鉛 6.7、スズ 2.9、鉛 2.8。非食料農産物：綿 30.7、材木 19.4、皮革 15.4、ゴム 15.4、羊毛 64s 6.5、羊毛 48s 6.5、パーム油 2.9、ココナッツ油 1.5。
1007. 驚いたことに、これまでの分析は原料の重量に焦点をおいている。こうした判断理由は不明 (Ågerup 1998:83; Simon 1996:48; Kahn *et al.* 1976:101ff)。
1008. 全世界がポルトランドセメントの購入にアメリカの価格を支払う前提であることに

注目。間違いなく最大値が得られる条件である。

1009. Craig *et al.* 1996:339.
1010. Craig *et al.* 1996:340; Hille 1995:299.
1011. WRI 1998a:344.
1012. Craig *et al.* 1996:232ff.
1013. Craig *et al.* 1996:43.
1014. ボーキサイトの 1999 年の埋蔵量を世界の生産量で割った。
1015. Craig *et al.* 1996:212.
1016. Craig *et al.* 1996:221.
1017. この鉄鋼生産にかかる費用は、どの価格を選ぶかにもよるけれど約 2,000-2,700 億ドルだろう。(全体で約 7.73 億 t の鉄鋼が生産されている。352.2 ドルの価格 [(World Bank steel rods 1998: <http://www.worldbank.org/html/ieccp/pkjan98.html>]だと総額 2,720 億ドル、250 ドルの価格 [World Metals Information Network sheet price, <http://www.amm.com/inside/wsdanal/ws012998.htm>]だと 1,930 億ドル)。ここで鉄鉱石について見ているのは、希少性が出てきたらこの価格が上がるはずだから (前に触れたエネルギー価格に関わらず)。
1018. Craig *et al.* 1996:212.
1019. Craig *et al.* 1996:210.
1020. Craig *et al.* 1996:221 で引用。
1021. Craig *et al.* 1996:266.
1022. 地殻に占める銅の割合は、何千ものサンプルの化学分析と、その相対度数から算出したものだから、導き出された割合は容積比ではなく、重量比 (亜鉛についても同様)。
1023. Craig *et al.* 1996:266; Hille 1995:279.
1024. Craig *et al.* 1996:273.
1025. Craig *et al.* 1996:273.
1026. Amey 1996:1.
1027. Craig *et al.* 1996:284; Amey 1996:1. 金の重量は $19\text{kg}/10\text{dm}^3$ 。
1028. Amey 1996:1.
1029. Craig *et al.* 1996:280.
1030. Craig *et al.* 1996:287.
1031. Craig *et al.* 1996:288.
1032. Craig *et al.* 1996:288.

1033. Craig *et al.* 1996:291.
1034. Craig *et al.* 1996:304-5. 窒素は空気から合成できるから、新たに発掘する必要はない。その結果、現在の確認埋蔵量は消費年数にしてたった半年分のみ。
1035. Craig *et al.* 1996:307-10.
1036. USGS 1998a. <http://minerals.er.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/potash/560398.pdf>.
1037. 地殻に占める亜鉛の割合は、何千ものサンプルの化学分析と、その相対度数から算出したものだから、導き出された割合は容積比ではなく、重量比（銅についても同様）。
1038. Hille 1995:279.
1039. 海底のかたまりには銅よりニッケルが多く含まれている。銅は 10 億 t 以上（Craig *et al.*1996:564, 273）ニッケルの年間使用量は 100 万 t。よって最低でも 1000 年分のニッケルがあることになる。
1040. 「タンタルの代替物には、多くの場合、性能もしくは経済的な不利益が伴う」（<http://minerals.er.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/niobium/230496.pdf>, p1）。
1041. <http://minerals.er.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/mercury/430398.pdf>.
1042. Kuck and Platchy 1996:6.
1043. Pearce and Turner 1990:293-4.
1044. Meadows *et al.* 1992:83.
1045. Hille 1995:329-30.
1046. Ausubel (1996) の指摘では、今や数枚の CD に全米の住宅や勤務先の電話番号を保存することが可能で、その情報量は電話帳なら 5t になる。
1047. 1985 年の実質 PPP ドルに換算すると、1 人あたりの収入は 1972 年には 13,747 ドルだったが、1992 年には 17,945 ドル（WRI 1996a）。木材、金属、プラスチックの消費は減少（CEQ 1996:75）。
1048. Hille 1995:322.
1049. Baumol 1996. これはもちろんモデル上の想定でしかない。効率性をたとえば 2% ずつ永遠に挙げ続けられるとはだれも思わないだろう。でも現実的には、長期的に効率を上げ続けることはできるし、だからふつう考えられているよりも資源をずっと長持ちさせることはできるわけだ。
1050. Goeller and Zucker 1984:456-7.

-
1051. Tietenberg 2000:326.
1052. Meadows *et al.* 1992:82.
1053. 河川の流入を含む入手可能な水量。人口は UN1996 改訂によるもので、2000 年版ともそこそこ一致している。
1054. WRI 1996a:301.
1055. GEUS 1997b:4.
1056. UNEP 2000:362, <http://www.grida.no/geo2000/english/0236.htm>.
1057. WWF 1998a:18.
1058. Population Reports 1998:3.
1059. Couzin 1998; Johnson 1998; Time 1997:17. 「水の危機は日ごとにさし迫りつつあるようだ」(UNESCO Courier 1999)
1060. WMO/UNESCO 2000:20.
1061. たとえば Bridgland 1999。
1062. <http://www.worldwatch.org/pubs/ea/lo.html>; また、Engloman and LeRoy 1993 も参照。
1063. Craig *et al.* 1996:366ff.
1064. Craig *et al.* 1996:374.
1065. Craig *et al.* 1996:366-7.
1066. 推定は他にもあって、その幅は $37,400km^3$ から $47,000km^3$ (Shiklomanov 1993 and Gleick 1993b:120-1 も参照)。
1067. Postel *et al.* 1996:786.
1068. Postel *et al.* 1996:786. インドで 1 年間に降る雨の相当部分は、100 時間程度の豪雨による (Shah 2000:9)。
1069. Postel *et al.* 1996:786.
1070. EEA (1999:159) によると、EU は年間に $77km^3$ を使用、EU の人口は 3.72 億 (Krinner *et al.* 1999:21)。
1071. EEA 1999:157; 取水率は 16%。維持可能な量であることがわかっている (Krinner *et al.* 1999)。
1072. USGS (1998b:63) の予測では、淡水資源の消費者消費量は 1 日に約 $100e9$ ガロン。
1073. IWMI 2000:24.
1074. アクセスできる表流水の割合はパーセンテージ軸上では一定と推定されているが、これは実際にはちがう。これは $9,000km^3$ 強のダム貯水量を元としているけれど、この貯水量は過去 100 年で変わってきていて、ゼロに近い状態から今日の

2,500km³、2025年には約3,700km³に変化 (Postel *et al.* 1996:787)。しかし誤差はそう大きくない。1900年の世界の使用量は2.6%ではなく、3.7%。2025年については22%ではなく20.2%と推定される。

1075. EEA 1999:158-9; USGS 1998b:63; 1900/4020 億ガロンは47%に相当。
1076. IWMI 2000:24.
1077. 1967年から1990年代初期の予想では、2000年の取水量は4,300 – 8,400km³、1995年の取水量は3,788km³ (Gleick 1999b)。Shiklomanov (1993:20)は2000年の取水量を5,190km³と予測 (Rasking *et al.* 1997:21も参照)。
1078. ここでは取水量を消費量としている。ここで重要なのは水道から実際に消費 (取水)された量で、無駄に消費された量についてではないため。
1079. Shiklomanov 2000:22; EEA 1999:161; USGS 1998b.
1080. Wolf 1999:251.
1081. World Bank 1992:48; Wallensteen and Swain 1997:9-12; Engelman and LeRoy 1993; <http://www.cnie.org/pop/pai/water-25.html>.
1082. World Water Council 2000:xxvii; CSD 1997:8.
1083. World Water Council 2000:xx では最大の問題としてあげられている。CSD 1997:100.
1084. 「何十億人もの人々が、基本的に必要な50 (リットル、1日1人あたり) さえアクセスできない状態にある。だが (中略) 問題は入手できる水の量そのものではない」 (Gleick 1999b:9)。
1085. Arnell 1999:S43-4.
1086. WRI 1996a:306.
1087. Craig *et al.* 1996:387; Gleick 1999b.
1088. Engelman and LeRoy 1993; Gardner-Outlaw and Engelman 1997; GEUS 1997b; WRI 1996a:301ff; Miller 1998:494; Serageldin 1995:1-2; Wallensteen and Swain 1997:8; Chaibi 2000.
1089. Engelman and LeRoy 1993, <http://www.cnie.org/pop/pai/water-12.html>; Gardner-Outlaw and Engelman 1997:5. いずれも Falkenmark and Widstrand 1992:14 に言及。ここには100リットルを超える分についての記述はない。Falkenmark and Lindh 1993も同様。
1090. それぞれ年間1,700m³、1,000m³、500m³相当 (Wallensteen and Swain 1997:8)。
1091. Engelman and LeRoy らが1990年に提示した20カ国より少ないことに注目 (WRI 1996a:302)。WRIの数値が非常に高いのは、賢明にも河川からの流入が水

資源の総量に加えられているため。この数値は後に Engelman 自身によって用いられてもいる (Gardner-Outlaw and Engelman 1997)。

1092. Craig *et al.* 1996:396-8; Al-Rashed and Sherif 2000.
1093. Gleick 1993b:381.
1094. Semiat 2000:54, 62.
1095. 今日、淡水化に要するエネルギーは約 $6\text{kWh}/\text{m}^3$ (理論上の最低限度は $0.78\text{kWh}/\text{m}^3$) (Hille 1995:242; Gleick 1993b:372; Aly 1999)。したがって、世界の水の使用量 $2,073\text{km}^3$ は $6 \times 3,6e6\text{J}/\text{m}^3 \times 2073e9\text{m}^3 = 45\text{EJ}$ 、すなわち現在のエネルギー消費量の約 11%。サハラ砂漠の 0.27% を太陽電池で覆って得られるエネルギー (300W で効率 20%) でカバーできる。もちろん、水の運搬なんかの問題があるから、こんな設備を一つだけ作るなんていうのはばかげているけれど、ここではあくまで例として挙げた。
1096. 1998 年には 1 日 2273.5 万 m^3 、<http://www.ida.bm/html/inventory.htm>, Semiat 2000:61 も参照。年間 8.3km^3 、総量 $3,788\text{km}^3$ 、都市の利用量 344km^3 。
1097. 50 セント/ m^3 。消費量 344km^3 で 1,720 億ドル、すなわち世界の GDP、32.11 兆ドルの 0.5% (IMF 2000a:113)。
1098. WI 1993:28.
1099. Shuval 1997:37.
1100. EEA 1998b:182-3.
1101. Teknologirådet 1997.
1102. Lindegaard 1998.
1103. WRI 1996a:306.
1104. Postel 1999:130.
1105. Postel 1998:table 1; Shuval 1997:38.
1106. Postel 1999:130.
1107. Engelman and LeRoy 1993; <http://www.cnie.org/pop/pai/water-29.html>.
1108. WRI 1996a:303; Falkenmark and Widstrand 1992:15。だが IWMI (2000:23-4) は無駄になっている水の一部は帯水層や水源に流れ込み再利用されるため、使用効率が 60% 上がるからといって 60% の節約にはならないと警告。
1109. Postel 1999:174.
1110. WI 1993:34.
1111. EEA 1999:160.
1112. Dinar *et al.* 1997:12.

1113. World Bank 1992:16.
1114. World Bank 1992:16.
1115. IWMI 2000.
1116. World Bank 1992:16; 1994:47.
1117. Anderson 1995:430; Krinner *et al.* 1999:68-70; イギリスでは従量制の導入によって水の使用量が 10% 減少 (p.71) かつてない税率の上昇に伴い、消費量が最小を示したデンマークの例と同様とみられる (例: Danish Ministry of Finance 1997:19) 税と消費量の関係がやや不明確なのは、消費量の低下が始まったのが 1987 年、税金の導入が 1993 年であるため。
1118. Dinar *et al.* 1997:20; Cunningham and Saigo 1997:431.
1119. World Bank 1994:121-2; de Moor 1998:chapter5.
1120. Anon. 1995c; World Bank 1995b; MEWREW 1995.
1121. Wolf 1999:255. 国際危機活動データセット (International Crisis Behavior dataset) (Brecher and Wilkenfeld 1997) で確認されている紛争はわずか 4 つ。この他 3 つが追加されている。
1122. Wolf 1999.
1123. Wolf 1999:256, イタリック体は原文ママ。
1124. Wolf 1999:256-7. Wallenstein and Swain (1997:12) による以下の記述と比較。米国情報連絡委員会は 1980 年代中盤、水をめぐる戦争が起こりうる場所が少なくとも世界に 10 カ所はあることを指摘。「だが深刻な紛争はいまだ起こっていない」。
1125. Wolf 1999:259-60.
1126. Wolf 1999:261 で引用。
1127. Wolf 1999:260.
1128. Wolf 1999:261.
1129. Gardner-Outlaw and Engelman 1997:7; Wallenstein and Swain 1997:20-2.
1130. Saeijs and van Berkel 1995.
1131. CSD 1997:1.
1132. World Water Council 2000:xix.
1133. Craig *et al.* 1996:416.
1134. Postel 1999:80, でもサウジアラビアの場合には、帯水層が非常に大きいと考えられるから、その一部を掘り起こしても妥当だろう。Al-Rashed and Sherif 2000:66 も参照。

1135. IWMI 2000:8.
1136. Postel *et al.* 1996:787.
1137. Anderson 1995:432.
1138. WI 1998a:14.
1139. これはまた、UN Secretary General の Commission on Sustainable Development に対するコメントの論点でもあった: 「1970 年代を通じて、間もなく化石燃料や重要原材料が『枯渇する』という予想が大いに出回った。だがそれ以来、需要は増大したのに、市場の力の働きや技術進歩に対応した新しい埋蔵量の発見や資源の代替によっておおむね対応されてきた。懸念は資源の枯渇から、もっと広くて複雑な課題のパッケージへとシフトしており、その中身は発展途上国への適切なエネルギー供給の提供や、伝統的なエネルギーや原材料使用からくる健康への影響を含んでいる」 (Annan 1997:42-3)。この懸念のシフトは第 IV 部で見てやる。
1140. Hille 1995:279; Goeller and Weinberg 1976.
1141. World Bank 1992:34.
1142. 主要分野、たとえば Luken 1990:7。EPA 推計をもとに、Hahn は Clean Air Act による便益が \$2806 億で、EPA 規制の総便益は \$3251 億だから、比率は 86 パーセントと試算している (Hahn 1996a:222)。新しい更新された EPA の分析 (特に EPA 1997d) をもとに、Office of Management and Budget は総 EPA 便益 1.51 兆ドルのうち、環境便益が \$1.45 兆、つまり 96 パーセントを占めるとしている (OMB 2000:11; OMB 1997, 1999 でも似たような水準)。便益を推計すると、見通しがよくなる。これは問題に対応するときの規制アプローチに関わらず、公害コストの絶対的な規模を示してくれるからだ。でも、これは単に目安でしかない。多くの分野は EPA の管轄じゃないし、またまともに規制できない分野もあるからだ (たとえば屋内大気汚染)。
1143. 「屋内公害と屋外大気汚染は、人間の健康に対して最も大きなリスクをもたらす環境問題の分野として繰り返し登場する」 (Konisky 1999:21)。
1144. 氷核の数で計測 (Weiss *et al.* 1999:264)。
1145. Miller 1998:466.
1146. Brimblecombe 1977:1,158; Elsom 1995:476.
1147. Brimblecombe 1987:9. あるロンドン住民は、1300 年の直後に石炭を燃やして実際に死刑になっている (Baumol and Oates 1995:447)。
1148. “Royal Proclamation against the Pollution of the Thames,” Henry Thomas Riley (ed.) 1,868:367-8, *Memorials of London and London Life in the XIIIth*,

XIVth and XVth Centuries, being a Series of Extracts, Local Social and Political, from the Early Archives of the City of London, London: Longmans, Green and Co., ここでは Baumol and Oates 1995:447-8 から引用。

1149. Cited in Elsom 1995:476.

1150. Stone 1979:62.

1151. Stone 1979:62-3.

1152. Miller 1998:466.

1153. Brimblecombe 1977:1,158; Elsom 1995:476.

1154. Brimblecombe 1977:1,158.

1155. Brimblecombe 1987:64, cf. Baumol and Oates 1995:448 からの引用: 「現在建築中のセントポール寺院のすばらしい肌理は、現在では堂々として美しいが、ほんの数時代のうちに、完成を待たずして古く褪色し、かつての寺院が火事で苦しんだがごとく、煙の被害に苦しむことになるであろう」

1156. Brimblecombe 1977:1,162.

1157. Baumol and Oates 1995:448 での引用。1861年のコペンハーゲンに関する同様の観測とも比べてみよう: 「風があまり強く吹いていない時には [街は] まだ煙だらけで、その上空には街に陸や海上から近づくときによく見える、巨大な雲の層がたれこめている。(中略) 総じて状況は時に耐え難くなるようなものであり、ますます酷くなるであろう」。1908年には医師 Poul Hertz がこうコメントしている: 「静かな夏の午後、ブロンシヨイヒルからコペンハーゲンを見渡せば、街は灰色っぽい雲で覆われ、それが屋根をぼやけさせ、視野を狭める。これは空気に加えられた石炭の煙であり、一年のこの時期にはほぼすべてが工場からのもので、この霧の源は無数の高い煙突、現代の街を特徴づける細長いミナレットから煙のヴェールをかぶっているようだ」(Jensen 1996:171 からの引用)。Danish National Environmental Research Institute の Jes Fenger の推計では、コペンハーゲンの空気の二酸化硫黄濃度は、1850年から1970年にかけては今日の水準の10倍も高かった: 「炭坑雲 (Stenkulsskyer)」日刊紙 *Politiken*, 9 May 1995 の特集記事。

1158. Brimblecombe 1977:1,159.

1159. Elsom 1995:480.

1160. Brimblecombe 1977:1,159.

1161. Elsom 1995:477.

1162. Botkin and Keller 1998:466.

1163. これにより Brimblecombe のデータをおよそ4倍ほど上方修正する必要が出てく

る。でも Brimblecombe のモデルデータはロンドン全体の平均だから、実際の計測に基づいて中央ロンドンはずっと汚染されていたと考えるべきだ (Brimblecombe 1977:1,159; Elsom 1995:477)。また、曲線の端の下がり具合はちょっと誇張されていると考えるべきだろう。モデルは石炭だけに基づいているけれど、この数世紀にわたり、他にも多くの公害源が出てきたからだ。最後に、モデルはまた都市の境界を決めるのに苦労している (Brimblecombe 1977:1,161)。1933–80 年の SO_2 データは Laxen and Thompson (1987:106) からで、ロンドン County Hall の濃度を使用。ちなみにデータは計測方法も各種のちがった時系列データからきていることに注意。

1164. EPA 1998c:7ff.

1165. World Bank 1992; OECD 1999; WHO 1999b; EU 1994a; HLU 1997:128ff.

1166. このグラフはいくつかの推計を必要とする。 PM_{10} はアメリカでは 1988 年まで系統的に計測されていなかったもので、1982 年の数字は TPS をもとに推計したもの。TPS は通常は 50 パーセントくらい高い (データの比較; National Environmental Research Institute of Denmark の Kare Kemp との私的なやりとり, 10 June 98)。オゾンは日量最大初時間平均の 4 番目に高い数字で計測されているので、年間平均は EPA 2000b からサンプル年について 90 パーセント以上のサンプリング率を持つすべてのサンプリングユニットをもとにしていて、他の部分は推計。鉛濃度は報告値を年平均と想定している。ただし実際には最大四半期平均。

1167. Krupnick and Burtraw 1996:22. 健康関連コストは総大気汚染コストの 99.3 パーセント (EPA 1997d:52-3) で、死亡だけで 81 パーセント (「この分析で検討された最も重要な健康への影響は死亡率だろう」 [EPA 1997d:D-16])。これに対し、アメリカでの健康以外の総コストは一人あたり年間「たった」\$30 ほど、イギリスでは 10 ポンド程度 (EPA 1997d:52; IGCB 1999:table 5.6)。

1168. 1 トンあたり NO_x の死亡率への影響は、 SO_2 の 15 パーセント程度、 SO_2 の \$3,102 に対して \$463 だ (Burtraw *et al.* 1997:14-15)。「CO は、もちろん高濃度では致死性だが、通常の屋外でふつう見られる曝露水準では健康への影響はずっと限られている (主に心肺系に関係している)」 (Burtraw and Toman 1997:3); cf. EU の結論 (AEA 1999:18) も参照: 「[CO 問題の] 主因は大気中の CO 水準への曝露ではなく、喫煙や血管のある家庭内製品による CO、あるいは貧困な食生活からくる健康への影響など、空気の質とは関係ないその他要因からきているようだ。こうした状況では、大気中の CO への曝露は、単に入院や死亡を数日早める程度のものでしかない」

1169. COMEAP 1998; Stedman *et al.* 1999; IGCB 1999. 最大の死亡率は PM_{10} からきていて、続いて SO_2 とオゾンだ(ただし閾値なしを想定していない限り)(COMEAP 1998:table 1.2)。でも、調査は急死だけを見ている。アメリカの長期的な死亡率の調査は「総合的な影響は、われわれが定量化できたものよりかなり大きいかもしれないと示唆している」(COMEAP 1998:1.14)と考えられている。これは、総合的な健康コストの評価にあたってこうした調査の価値をちょっと下げるものだ。
1170. 1960-76年の鉛濃度推計は、EPA 2000d:3-19-20 と Graney 1995:1,722 からの推定鉛排出による。
1171. この影響はもちろん相対的なものだ。基準となる汚染物質の問題の深刻さが低ければ、残りのものの深刻さは、相対的に言えば高くなる。
1172. EPA 2000e:73.
1173. EPA 2000e:78.
1174. EPA 2000e:77.
1175. EPA 2000e:85.
1176. UK EA 2000:<http://www.environment-agency.gov.uk/s-enviro/viewpoints/3compliance/1air-quality/3-1j.html>.
1177. EPA 1996a:1.12.
1178. 特に1993年の Dockery *et al.* (1993) による6都市調査はアメリカ東部6都市に住む14歳以上の大人8,111人を調べている。また Pope *et al.* (1995) による American Cancer Society Study は、1982-9年にかけてアメリカの151市町の55万人を調べている(EPA 1996b:V, 14-15)。
1179. EPA (1996b:V-47ff) は、汚染源を数カ所記録している多くの調査を記録している。一般的な結果としては、他の汚染物質のパラメータ推計は、微粒子まで含めて考える場合にはしばしば小さすぎて意味を持たない:「PMと健康への影響との関係は一貫してすべての調査で見られているが、 SO_2 と健康への影響との関係についての報告はばらつきが大きい」(p. 49)。オゾンの場合:微粒子は「 O_3 よりも死亡率の予測力が強い」(p. 50)。同じことがCO (p. 51-2) についても言われていて、 NO_x の場合についてEPAは:「これらの調査におけるNOと健康への影響との関連は一貫性がないが、PMと健康への影響との結びつきは、各種の NO_x 水準の調査領域でも、モデルの中で NO_x について補正した場合でも、常に正で一環したものだ」(p. 53)
1180. EPA 1997d:34. この選択が行われたのはまた、因果関係の道筋についてまだ不確

実性が残っていて、このため微粒子を「基準汚染物質のミックスについての代理指標とする」ことが決定されたためだ (p. 34, note 48)。

1181. EPA 1996a:1-21: 「疫学的な調査は、大気中の PM 曝露と健康上の影響との間に一貫して正の関係を見だし続けている。こうした健康上の影響には死亡率や罹病率も含まれる。(中略)しかし、具体的な生物学的メカニズムに関する明確な理解はまだ確立されていない」。説明として可能性のあるものは University of Texas からのものだ。ここで科学者たちは、抑圧的マクロファージ これは過剰に強力な免疫反応に対して保護を提供する は人工汚染微粒子のもとで死ぬのに、刺激性マクロファージが生き残ることを示した。これは肺が公害に対して「過保護」な状態となり、結果として炎症性の肺障害をもたらすということかもしれない (Raloff 1998)。
1182. Fenger 1985:167ff; Cunningham and Saigo 1997:397ff.
1183. EPA 1996b:V-4; Fenger 1985:167. さらに、水溶性の高い微粒子は鼻や口やのどで溶けるほうが多いけれど、水に溶けにくいものはずっと下のほうまで降りて行きやすい (Fenger 1985:166)。
1184. EPA 1997b:34.
1185. EPA 1997b:32. 実は、こうした微粒子の圧倒的多数は火山爆発や森林火災、砂嵐や風でとばされた海のしぶきなどから発生している。海のしぶきは、海の表面にある小さなあぶくで、これが破裂して小さな水滴をとばし、それがすぐに乾燥して海塩の小さな粒になり、それが風で運ばれる (Brimblecombe 1996:59-61; Fenger and Tjell 1994:55)。
1186. この数字はまあおおざっぱな推定でしかなく、一連の大まかな概算をもとにして産出されている。アメリカの現在の微粒子汚染は $23.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ (PM_{10} , EPA 2000e:119) で、この 56 パーセントはふつうは $PM_{2.5}$ だ (EPA 1997d:D-16; cf. イギリスでは 60 パーセント, QUARG 1996:82)。つまり $13.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。一方、 $PM_{2.5}$ を $25\text{mg}/\text{m}^3$ 減らすと死亡率が 14.5 パーセント下がるとされる (あるいは逆に、相対的に 17 パーセント上昇 [EPA 1996b:VI-12]; これは死亡率がもっぱら平均濃度の影響で、ピーク負荷の影響によるものでないと想定)。もし死亡率が線形で閾値効果がないとしたら (これはいまだに確実ではなく、結果に大きな影響を与えかねない 被害をもたらす下限値が現在の濃度くらいだという可能性はある [EPA 1996b:VI-18])、これはつまり $13.3\text{mg}/\text{m}^3$ を取り除くと、死亡率は相対的に 7.7 パーセント下がるということだ。アメリカでは毎年 230 万人が死に (USBC 1999a:75)、このうち 76 パーセント が都市部で暮らしている (そして死ぬ) ので

- (UNPD 1998a:87)、これはつまり追加死亡数は 134,596 人くらいということだ。これは粒子状物質汚染水準が、1990 年のちょっと高めの水準より 2 倍強だった場合に追加で死亡すると EPA が試算している 184,000 人という数字とだいたい合っている (EPA 1997d:37, D-45, “just over half” p. 23).
1187. USBC 1999a:99.
1188. 現在、1997-8 年のイギリス煙公害は $9.4\text{mg}/\text{m}^3$ だ (Loader *et al.* 1999:4.3)。 $PM_{2.5}$ だとこれは $19.6\text{mg}/\text{m}^3$ に相当する (QUARG 1996:84)。線形の閾値なしの影響だと、これは死亡率が 11.35 パーセント下がったことになる。イギリスでは毎年 632,500 人が死に、その 89 パーセントが都市部に住んでいるので (UNPD 1998a:85)、これはつまり、追加死亡 63,892 人に相当する。デンマークの場合、推計値は $50\text{mg}/\text{m}^3$ (TSP), $33\text{mg}/\text{m}^3$ (PM_{10}), $18.5\text{mg}/\text{m}^3$ ($PM_{2.5}$) で、死亡率は相対的に 10.7 パーセント下がったことになる。デンマークでは毎年 6 万人くらいが死んで、そのうち半分が都市部で暮らしている (そして死ぬ) ので、追加死亡者数は 3,210 人くらい (cf. Larsen *et al.* の評価では微粒子水準を 1/3 に減らすと年間死亡者数は都市住民 300-400 人としている [1997:11])。]
1189. EC-ET 2000:87; GB では 3,137, DETR 1998c:18.
1190. <http://cnn.com/world/asiapcf/9805/29/AP000628.ap.html>.
1191. EPA 1996b:V-18.
1192. EPA 1996b:V-19.
1193. アメリカの時系列データは、観測ステーションの数が異なる (80-2,350) いくつかの時系列データを集めて補正したものであることに注意。また都市だけのものと、都市/地方混合のものも混じっている。イギリスの時系列データは 1962-80 年については National Survey、1981-97 年については Basic Urban Network。
1194. EPA 1997d:37. Criteria and Staff Document において、EPA は他に「失われた寿命年数を定量的に信頼できる形で推計する事は不可能である」と述べている (EPA 1996b:V-20)。数字はたぶん、あるオランダの調査から出たものよりちょっと低いはずだ。この調査は若いオランダ人の寿命年損失は $10\text{mg}/\text{m}^3$ の $PM_{2.5}$ 削減あたり 1.11 年くらいとしている (Larsen *et al.* 1997:11; EPA 1997d:D-17)。これは、この調査がちょっと高いリスク評価係数を使っているからだ。その水準は Pope の 7 パーセントと Dockery の 14 パーセント (これは EPA は使っていない。Pope のほうがずっと多くのデータに基づいているからだ) の平均になっている。
1195. アメリカの場合: 年に 135,000 人が 14.24 年を失い、それぞれが平均寿命 76.7 歳で、都市にそうした人々が 2.14 億人いる。これはつまり、全員が 0.69 年失ったに

等しい。イギリスでは 64,000 人が 77.1 年のうち 14.24 年を 5200 万都市人口について失う、つまり 1.35 年だ。この計算は、公害が削減されても死亡率分布はすべての年齢層で同じだということを要求する。

1196. この数字は EPA 1997d:38 に基づいていて、閾値や線形性は考えず、1998 年に残っていたよりもちょっと多めの微粒子公害を避けられたとした推計 (EPA 1997d:23)。
1197. こうした推計はもちろん、かなり広い範囲での線形性を必要とするけれど、でも閾値なしの想定はもう必要ない。なぜかというところこうした計算は Pope データ材料のかなり内側に入り込んでいるからだ。でも、1960 年代には人口全体の中で都市住民の占める割合も低かったし、また総人口も少なかったことは認識しておこう。
1198. QUARG 1996:75-6; cf. Fenger and Tjell 1994:206.
1199. Davidson 1979:1,040, 1,037.
1200. DETR 1999:27.
1201. EPA 1999e:14; QUARG 1996:50.
1202. OECD 1985a:28; 1987:31; 1999:57.
1203. OECD 1985a:28; 1987:31; 1999:57.
1204. OECD 1985a:28; 1987:31; 1999:57.
1205. NERI 1998A:49; EPA 2000d:3-19-20.
1206. Burtraw *et al.* 1997, Burtraw and Krupnick 1998 そしてこれほどはっきりはしていないが EPA 1995 によれば、酸性雨を減らす総コストは総便益に比べてかなり小さい。便益は圧倒的に、健康への影響からくるものが大きい。でも、硫黄削減がよいことだった（それがたまたま危険な浮遊粒子状物質も減らすことになったから）と言って、微粒子削減だけを目指したほうがずっと低いコストで同じだけの便益が実現できたかもしれないことをよく認識しておこう。
1207. QUARG 1996:75.
1208. NERI 1998A:59. 地域暖房は、複数の建物にスチームとお湯を送る。 <http://www.energy.rochester.edu/dh> を参照。
1209. HLU 1997:120.
1210. QUARG 1993:1.
1211. ディーゼル車の比率が 2005 年に半減しても（いささか非現実的な想定だが）排出量水準は 1993 年に比べてほとんど減らない, QUARG 1993:1.
1212. Powell 1997 で述べられている文献を参照。
1213. Auliciems and Burton 1973:1,069.
1214. Powell 1997:15.

1215. Botkin and Keller 1998:286. 配管工事を意味する英語の「plumbing」はラテン語の鉛 *plumbum* からきている。
1216. Eisinger 1996.
1217. Craig *et al.* 1996:274. オクタン価を上げるのは、点火がはやすぎたりノッキングが起きたりするのを防ぐため (Fenger 1985:116)。実際にガソリンに添加されるのは鉛じゃなくて、有機鉛化合物だ (テトラエチル鉛かテトラメチル鉛)。
1218. Chiras 1998:348.
1219. EPA 1997d:G-1.
1220. Chiras 1998:348; EPA 1997d:G-8.
1221. Miller 1998:585.
1222. Tong *et al.* 1998, EPAQS 1998:23; Chiras 1998:348.
1223. EPA 1997d:G-9.
1224. Gemmel 1995.
1225. WRI 1998a:60. ほかの源は食料 (汚染から) と水 (鉛の管や貯水タンクなどの設備、パイプの継ぎ目やハンダ) (EPAQS 1998:9; Chiras 1998:349)。
1226. Chiras 1998:349; Kitman 2000.
1227. DETR 1998a:2.53.
1228. DETR 1998a:table 2.17.
1229. EPA は $0.04\text{mg}/\text{m}^3$ を「最低検出可能水準に近づいている」と表現 (EPA 1997b:14)。
1230. WRI 1998a:60. 1976–92年の1歳から5歳児 (Miller 1998:586)。所得と人種別の鉛負担のちがいについては CEQ 1996:112ff を参照。
1231. EPA 2000e:118 は鉛を ppm で計ったことにしているけれど、これはまちがいだと想定している。ほかの対応データはすべて NAAQS, EPA 2000e:18, EPA 1997b:88 のデータを含め mg/m^3 を単位としている。
1232. EPA 1997d:37.
1233. EPA 1997d:37.
1234. 平均 77 歳の人口が 2.5 億いる中の、22,000 人の人生 38 年分。
1235. EPA 1997d:38. 3 IQ-ポイント上昇。アメリカには 10 歳以下の児童が 3600 万人ほどいる (Keyfitz and Flieger 1990:349)。EPA の試算では、毎年子どもたちは 1040 万 IQ ポイントを失っている。だから 10 年の小児期の間だと、これは 2.9IQ ポイントだ。
1236. 凝集の核は、石炭使用やエンジンの不完全燃焼で熱分解した燃料からくる鉱物微粒

- 子だ (Fenger 1985:59; QUARG 1996:7)。
1237. 石の炭化カルシウムは石膏にかわり、それが雨で洗い流されるか、薄片になってはがれ落ちる (Fenger 1985:1977-8, 180-1)。
1238. NAPAP による総合的な調査では、不足問題は「二次的」だということが示された (NAPAP 長官, Kulp 1995:531)。アメリカでの全体としてのコストは 1 億ドルで、石や大理石に関わるコストは「修復総コストの 10 パーセント以下」 (NAPAP 1990:Question 1, 3-1)。 Cf. イギリスの調査ではイギリスだけで年間コストを 8 億ポンド (IGCB 1999:table 5.2)、ヨーロッパ全体では 100-135 億ポンドと見ている (EEA 1995:33; 1999:152)。
1239. 霞と灰色のスモッグは主に微粒子と SO_2 で形成され、これが湿った天候ではふくまれて、通過できる日照量を制約する (Chiras 1998:362; Fenger and Tjell 1994:205; 1985:61)。 SO_2 は光量削減の 15 から 60 パーセントを引き起こし、一般にこれは NO_x よりずっと大きい (NAPAP 1990:Question 1, 4-16)。
1240. Burtraw *et al.* (1997:14) は、 SO_2 を 1990 年水準から大幅に削減する便益は、1990 年ドルで 9 ドルくらい、または今のドルだと 11.5 ドルほどだとしている。
1241. 1990 年ドルで \$4 億 (NAPAP 1990:Question 1:2-17; Kulp 1995:533)。
1242. Fenger and Tjell 1994:183.
1243. CLTAP 1979; EEA 1995:544-5.
1244. Fenger and Tjell 1994:32.
1245. Burtraw *et al.* 1997; Botkin and Keller 1998:487-8、総排出量を 40 パーセント近くカット (EPA 1995:1-1)。
1246. アメリカの観測局の数が変わっていることに注意: 1962-9: 21; 1974-6: 188; 1977-86: 278; 1987-96: 479.
1247. Cf. EPAQS 1995b:figure 1.
1248. EPA 1995:table S-2. この調査は、 SO_2 排出がわずかに増加した場合の状況と比較されているので、実際に助かる人命は少し高めになると考えるべきだ。一方、モデル化されたのは東部の 32 州だけだ。
1249. SO_2 も、個別にどれだけ健康への被害をもたらすかについては議論がされているけれど、でも圧倒的に大きな影響は微粒子の形成だ。
1250. Chiras 1998:362; HLU 1997:123.
1251. Fenger and Tjell 1994:49.
1252. EPA 1997b:21; Chiras 1998:362; Botkin and Keller 1998:476-7.
1253. EPA 1996b:V-49-51. 「 O_3 濃度増加からは短期的な健康への影響はあるものの、

- オゾンが人口の多くにとって長期的な疾病や早期の死と関係しているなどという証拠はほとんどない」 (Burtraw and Toman 1997:3).
1254. EPAQS 1994b:15.
1255. Fenger and Tjell 1994:167-8; Burtraw and Toman 1997:3.
1256. Fenger and Tjell 1994:184.
1257. PORG 1997:ii: 「ピーク濃度は人間の健康や植生への影響に係する」
1258. PORG 1997:53; でも地方部観測局の平均はちょっと増えているようだ, p. 52.
1259. EEA 1999:149.
1260. ロンドンのグラフは、 London Bridge Place の 1990-8 年の都市背景観測局を、 Central London 観測局の 1976-90 年に数字にあわせて調整したもの。
1261. EPA 1997b:17; Fenger and Tjell 1994:212; 1985:174.
1262. EPA 1996b:V-53; Burtraw *et al.* 1997:11. EPAQS (1996:22) はこの問題を「未解決」としている。
1263. NERI 1998A:48, 109-13; EPA 1997b:17.
1264. ロンドンのグラフは、 London Bridge Place の 1990-8 年の都市背景観測局を、 Central London 観測局の 1976-90 年に数字にあわせて調整したもの。
1265. Fenger and Tjell 1994:183.
1266. DETR 1999:27.
1267. HLU 1997:121.
1268. OECD 1999:58-9.
1269. Fenger and Tjell 1994:212.
1270. EPA 1996b:V-51-2.
1271. HLU 1997:122.
1272. EPAQS 1994a:11: 「非喫煙者たちは、安静状態で空中濃度 25-50 ppm [29 - 57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$] に晒された場合、数時間後には炭酸ヘモグロビン水準 2-3 パーセントとなる。(中略) 喫煙者は喫煙したタバコの本数によって、4 パーセントから 15 パーセントの水準となる」
1273. HLU 1997:122. 町の CO の 95 パーセントが自動車交通からきている (EPA 1997b:9)。
1274. HLU 1997:122.
1275. ある OECD の調査によれば、ドイツ、イタリア、オランダ、イギリス、アメリカで構成された諸国の推計によれば 1970 年以来、鉛はほぼ 100 パーセント低下、微粒子は 60 パーセント、 SO_2 は 38 パーセント下がったけれど、 NO_x 水準だけは

- 12 パーセント増えた (World Bank 1992:40)。
1276. ロンドンのグラフは、London Bridge Place の 1990-8 年の都市背景観測局を、Central London 観測局の 1976-90 年に数字にあわせて調整したもの。
1277. UNEP and WHO 1992:16, 21, 32.
1278. WRI 1996a:3.
1279. Dasgupta *et al.* 1997:3.
1280. 以下の議論は World Bank 1992:38-41 と、World Bank 向けにもとの背景論文を書いた Shafik 1994 に基づいている。ちなみにその後多くの研究が、Shafik の安易なやりかたについて議論し疑問視したけれど、地域的な公害問題、たとえば SO_2 や微粒子などでは、この逆 U 字型のグラフは追認されている (Grossman and Krueger 1995; Torras and Boyce 1998; List and Gallet 1999)。
1281. 変化が起きるのは \$3,280 あたり、つまり現在の発展途上国の平均より 36 パーセント上だ (Shafik 1994:765, cf. 32).
1282. EPA 1998c:9.
1283. EPA 1998c:9. 同じように、1987 年には 1.02 億人が、少なくとも一つの汚染物質が National Ambient Air Quality Standard 以上の地域に住んでいた。1996 年にこの数字はたった 4700 万人になった。CEQ 1997:292.
1284. World Bank 1992:25.
1285. World Bank 1992:25.
1286. Park 1987.
1287. Claudi 1988:249.
1288. WCED 1987:2.
1289. “Forest die-back,” Christensen 2000:3; “killing forests,” Burne 1999:142.
1290. Albert 1989:4. 1980 年代には似たような本がいっぱい刊行された。ノルウェーで出たある本は『もし木に涙があれば』(Roll-Hansen 1994) と題されていた。
1291. Fenger 1985:67; Kulp 1995:523-4.
1292. EU 1983:23.
1293. EU 1983:23; Abrahamsen *et al.* 1994a:298.
1294. Abrahamsen *et al.* 1994a:298.
1295. NAPAP 1990:2-43.
1296. アルミが被害を及ぼすという Ulrich の仮説がこうした試験の大きな焦点になっていた (Abrahamsen *et al.* 1994a:321)。
1297. Cited in Kulp 1995:528-9.

1298. NAPAP 1990:Q1, 1-30, 1-65ff.
1299. NAPAP 1990:Q1, 1-1.
1300. EEA 1998b:75.
1301. NAPAP 1990:Q3, 5-1.
1302. NAPAP 1990:Q3, 5-1.
1303. UNECE/EU 1996.
1304. FAO 1997c:21.
1305. Kauppi *et al.* 1992:71.
1306. Gundersen *et al.* 1998.
1307. EEA 1999:143.
1308. NAPAP 1990:Q1, 2-15.
1309. van Dobben 1995:295.
1310. van Dobben 1995:295.
1311. Gundersen *et al.* 1998; Abrahamsen *et al.* 1994a:320.
1312. 75 パーセント以下の葉 (UNECE/EU 1997:22).
1313. たとえば Gundersen *et al.* 1998; UNECE/EU 1997:104-5.
1314. UNECE/EU 1997:105; Abrahamsen *et al.* 1994a:323.
1315. EEA 1998b:74.
1316. EEA 1998b:74.
1317. Abrahamsen *et al.* 1994a:322 で参照。
1318. Abrahamsen *et al.* 1994a:322 で参照。
1319. Rosner and Markowitz 1999.
1320. *Politiken*, 28 June 1993, section 3, p. 3.
1321. WRI 1998a:65.
1322. WRI 1998a:66; Cunningham and Saigo 1997:391; WHO 2000a:73.
1323. 実測データはいまだにかなりまばらなので、この数字も慎重に見てやる必要がある; WRI 1998a:66; World Bank 1992:52; UNEP 1993:103; WHO 2000a:80-1 で参照されている。
1324. WHO は平均屋内粒子状物質汚染を $1,300 - 18,400\text{mg}/\text{m}^3$ (UNEP 1993:103) としており、これに対して北京での平均値は $250 - 410\text{mg}/\text{m}^3$ でメキシコシティでは $100 - 500\text{mg}/\text{m}^3$ (UNEP 1993:26)。
1325. WRI 1998a:66.
1326. World Bank 1992:52.

1327. WRI 1998a:67.
1328. WRI 1998a:67.
1329. WRI 1998a:119.
1330. 世界の年間死亡者総数は 5 千万程度と見積もられている (WRI 1998a:10)。
1331. WRI 1998a:66.
1332. WRI 1998a:67.
1333. Ott and Roberts 1998; WHO 2000a:81.
1334. EPA 1994a: “Can plants control indoor air pollution?”
1335. Miller 1998:475.
1336. 崩壊したときにできるポロニウム-218 がガンの原因になると考えられている (Botkin and Keller 1998:502-3)。
1337. 残った放射能のうち、16 パーセントは宇宙や地中から、11 パーセントは自分の体内から、14 パーセントは医療用レントゲン等から、3 パーセントは消費財から、そして「その他の発生源から」はたった 1 パーセント (Miller 1998:267)。
1338. 1993 年について推計 (BEIR 1998)。影響は、はるかに高い水準のラドンに晒されている鉱夫 (男性 68,000 人) についての大規模ガン研究をもとに計算されている。下限の閾値や線形性は特に想定していない。人口の全員に対してラドンがもたらす被害を見積もるのはきわめて問題が多い。多くの鉱夫はラドンだけでなく煤塵にも晒されている、またそのほとんどが喫煙者で男性だった。
1339. EEA 1995:303. デンマークでは、ラドン関連の死亡は肺ガン死亡者 5,000 人のうち 300 人の原因となっている (Andersen *et al.* 1997:2; Storm *et al.* 1996:91)。
1340. ベクレルは放射能の指標だ。フランスの科学者 A. H. Becquerel にちなんで名付けられた、放射能の SI 単位系。1 秒あたり 1 つの原子核遷移・崩壊に相当する (efunda 2001)。
1341. BEIR 1998.
1342. Andersen *et al.* (1997) は各種のイニシアチブとそれらの有効性について詳細に見ている。
1343. WHO 2000a:74.
1344. EPA 1994b.
1345. Tobaksskadesrådet 1993.
1346. EPA 1999c.
1347. EPA 1999a.
1348. Miller 1998:476. デンマークでは 1980 年に禁止された (Riiskjær 1988:146)。

1349. <http://www.lungusa.org/air/envasbestos.html>.
1350. Miller 1998:476.
1351. Miller 1998:480, 残念ながら参照文献は挙がっていない。
1352. CDC 1999d:994; cf. CDC 1997b:8; 1996:section 8.
1353. たとえば WWF は、環境の劣化をいろいろなものと結びつけるけれど、その中にぜん息も入っている: 「環境の劣化 都市の空気の質とぜん息、食品の衛生と BSE、飲料水、地方部の劣化、庭の鳥の減少、保護地が道路建設のために破壊される等」 <http://www.wwf-uk.org/news/news15.htm>.
1354. McLoughlin and Nall 1994. この解釈については Discover 1998 を参照。
1355. アナフィキラシーショックは、ハチやスズメバチに刺されたときや食料、薬物に対するアレルギー反応の結果として生じることがある。
1356. UCB 1999; Watson 1997.
1357. Meggs and Dunn (1996) の報告では、アメリカでは 35 パーセントの人が自分はアレルギーだと述べ、そのうち 2/3 は月一回以上の症状が出るという。2.7 億人のアメリカ人 (USBC 1999:8) のうち、5000 万人のアメリカ人がアレルギー症で苦しんでいると見積もられている (AAAAI 2000:i)。
1358. AAAAI 2000:i.
1359. NCHS (1998:78) は致命的なぜん息 5.68 パーセント、つまり 1995 年の 2.63 億件のうち 1490 万件としている (USBC 1999a:8)。
1360. UCB 1999.
1361. Taylor 1998. でも深刻なぜん息を持っている人は確かに、気管が致命的に狭まって抗炎症剤をたくさん使った後でもそれが部分的にしかなおらないこともある。
1362. Jarvis and Burney 1998.
1363. UCB 1999:<http://theucbinstituteofallergy.ucb.be/WhitePaper/PageEpidemiology.htm>
1364. 「症状をもとにぜん息を定義するのが、多くの疫学研究の基盤となっていたが、これは呼吸の制約とその変動性についての客観的な指標がないために数々の困難に直面する」 (NHLBI and WHO 1995:17).
1365. UCB 1999; Bindslev-Jensen 1998. でもこれは、なんらかの食物アレルギーを 5-7 パーセントが持っている子供との対比で考えること。
1366. Magnus and Jaakkola 1997.
1367. Jarvis and Burney 1998:607; Host 1997.
1368. Bates 1995.

1369. Beasley *et al.* 1998; Jarvis and Burney 1998:607.
1370. NHLBI and WHO 1995:27; Jarvis and Burney 1998:607.
1371. Jarvis and Burney 1998:607; Campbell *et al.* 1997.
1372. アメリカでのコストは1990年ドルで62億ドル(1999年ドルなら79億ドル、Weiss *et al.* 1992, cf. NIAID 2000) または1994年ドルでなら58億ドル(1999年ドルでなら65億ドル、Smith *et al.* 1997a:789)。EU: UCB 1999; Watson 1997. Cf. スウェーデンでは30億スウェーデンクローネ(およそ5億ユーロ, Jacobson *et al.* 2000)。
1373. Sears 1997a. もっと正確な推計はBlais 1997。
1374. 以下でぼくはJarvis and Burney 1998 と WRI 1998:31-2、およびNHLBI and WHO 1995:37-50を使う。
1375. Holgate 1997. Sears (1997b) の報告では、双子を5,864対使ったノルウェーの調査だとぜん息傾向の75パーセントくらいは遺伝で決まる。
1376. Sears 1997b. 男の子のほうが女の子よりぜん息が多いのは、男の子のほうが子供時代は気管が狭いせいかもしれない(NHLBI and WHO 1995:29)。
1377. これはコーホート試験をもとに決められた(Sears 1997a)。そうでなければ、これをぜん息率の上昇の証拠とってしまう可能性がある(つまりいまの大人たちはもっと昔に生まれているから、攻撃にも強いのだ、といったような)(Jarvis and Burney 1998:609)。
1378. Newman-Taylor 1995; Yemaneberhan and Bekele 1997.
1379. Becklake and Ernst 1997.
1380. Newman-Taylor 1995; Becklake and Ernst 1997; Sears 1997b, WRI 1998a:30.
1381. Al-Khalaf 1998; cf. Anon. 1994c のまちがった理屈。
1382. COMEAP 1995:1.19. この発見はまた、1998年にイギリスで実施された、12-14才児を2万7千人以上調べた大規模調査でも支持されている。この調査で、科学者たちは地方部の10代と都市部の10代で、ぜん息件数がほとんどちがわないことを発見している。結論としてかれらは、この調査が「イギリスで地理的に変化する要素 気候、食生活、屋外環境 はぜん息件数の主な決定要因ではないと示唆している」と述べている。(Kaur 1998:123)。
1383. Sears 1997a.
1384. WRI 1998a:30; Newman-Taylor 1995.
1385. Sears 1997b.
1386. Platts-Mills and Carter 1997.

1387. Newman-Taylor 1995.
1388. Newman-Taylor 1995; Rosenstreich *et al.* 1997; Celedon 1999; Plaschke *et al.* 1999a; 1999b.
1389. Woodcock and Custovic 1998:1,075.
1390. Woodcock and Custovic 1998:1,075.
1391. Woodcock and Custovic 1998:1,075.
1392. Platts-Mills and Woodfolk 1997, WRI 1998a:31 で引用。
1393. Woodcock and Custovic 1998; <http://www.alaw.org/liscapih.html>.
1394. Martinez and Holt 1999; Carpenter 1999.
1395. Jarvis and Burney 1998.
1396. Matricardi *et al.* 2000.
1397. Clark 1997; Annon. 1997e.
1398. Carpenter 1999.
1399. Illi *et al.* 2001.
1400. Becklake and Ernst 1997.
1401. WRI 1998a:31.
1402. Shaheen *et al.* 1999. “Excess pounds may lead to asthma,” Tufts University Health and Nutrition Letter, June 1998, 16(4):2 収録。
1403. WRI 1998a:31.
1404. 比率の実数は海が 70.8 パーセント、湖が 0.4 パーセント、淡水湖が 0.24 パーセント、そして川は 0.0004 パーセント。これは川の深さの最低平均が 1 メートルと仮定した場合 (Shiklomanov 1993:12)。
1405. 全人口の 60 パーセントが海から 100 km 以内に住んでいる。UNEP 1997: <http://www-cger.nies.go.jp/geo1/exsum/ex3.htm>。海と湖の体積的な関係は、もちろんずっと大きい。湖は海の堆積の 0.013 パーセントでしかない (Shiklomanov 1993:12)。汚染物質の混合を考えるなら、モノを言うのは体積だ。
1406. *Time* 1997:36 で引用; Jickells *et al.* 1990:313; Porritt 1991:143.
1407. $1.338e9km^3$ (Shiklomanov 1993:12; cf. Jickells *et al.* 1990:313).
1408. GESAMP 1990:1, cf. イギリスの 1998 年海水評価: 「広範に言って、中間および沖合水域における水質や沈殿物の生物学的な質は、カキの幼生やその他生物指標から見て、一般に良好である」 (MPM 1998:24).
1409. およそ 2.5 パーセントは石油プラットホームからくる。この数字にはかなりの不確実性がつきまとう (NRC 1985:82)。海からのおよそ 200 万トンの石油に加えて、

さらに 120 万トンが都市ゴミや産業排出や流出からくる。

1410. こうした技法は LOT (Load on Top) と COW (Crude Oil Washing、原油洗浄) として知られる (NRC 1985)。MARPOL 2000 も参照。Load-on-top: 「この方式だと、通常のタンク洗浄プロセスから出る油の混じった混合液は特別な分離タンクに入れられる。積み込みターミナルへ戻る間に、この混合液は分離する。石油は水より軽いので、だんだん表面に浮かんで来て、底には水だけが残る。この水が海に戻され、タンクには原油だけが残る。積み込みターミナルでは、新しい原油がそのてっぺんに注がれる。」 Crude oil washing (原油洗浄): 「タンク洗浄を水ではなく原油で行う　つまり、積み荷そのもので洗浄を行う。タンクの壁面にこびりついた沈殿物に原油を噴射すると、沈殿物はすぐに溶けて、積み荷と一緒に出荷できる利用可能な原油に戻る。このプロセスは油の混じった廃液をまったくといっていいほど残さないで、分離タンクも必要ない」
<http://www.imo.org/imo/news/197/tankers.htm>.
1411. Goudie 1993:232-3.
1412. 統計は、7 トン以下の流出を無視している。これはたぶんほとんど影響を持たないだろう。いまの統計ですら、流出件数の 83 パーセント (8,688 件) は 7 トン以下だけれど、流出量的に見ると最高でも 60,800 トン、あるいは総流出量の 1.1 パーセントでしかないからだ。同じく、7-700 トンの範囲の流出事故は、最大でも総流出の 14 パーセント (たぶん実際はこれより少ないとなる) だからここでは大規模な流出事故だけを見ている。
1413. あるいは最大の事故 3 件を無視すれば 289,000 トンが 88,000 トンに減ったことになる。
1414. CEQ 1996:250. デンマークの場合、状況はこれほどはっきりしていない。報告期間の初期 (1988-91 年) では増加が見られるけれど、National Environmental Research Institute of Denmark はこれを、意識の高まりが反映されたものとしている (NERI 1998A:118)。それ以外は、時間がたつにつれて石油公害から死ぬ鳥は減っていることがうかがえる。これはもちろん、石油汚染があまり深刻でなくなってきたせいかもしれない (NERI 1998A:119)。
1415. Holden 1990.
1416. ちなみに DOT (1999) もまた 1982-98 年についての石油流出の統計を挙げている (table 4-47) が、1994 年はどうも US Coast Guard の数字にくらべてほとんど 10 倍もずれている。
1417. “Oil in the ocean: the short- and long-term impacts of a spill,” 90-356 SPR,

- CRS から、ここでは Holden 1990 で参照されている。
1418. その影響は「比較的穏やかだった」。 CRS, ここでは Holden 1990 で参照されている。
1419. フォス湾 (フランス) では、廃油からくる深刻な過剰汚染にもかかわらず「海洋部における堆積物は、石油排出が終わって 2 年後には、精油所からの排出に影響を受けておらず (中略) 汚染されていないと考えていい」 (Le Dreau *et al.* 1997:456.)
1420. MPM 1998:25.
1421. Holden 1990.
1422. Abdulaziz and Krupp 1997; cf. 内陸部で 810 の油井から流出している 2200 万バレルの原油が起こしている汚染と比べてみよう。 (Dobson *et al.* 1997).
1423. Greenpeace 1992:9 and 8.
1424. Greenpeace 1992:8.
1425. Jones *et al.* 1998a:472.
1426. Thomas 1991:49.
1427. Jones *et al.* 1998a:472; Abdulaziz and Krupp 1997.
1428. Abdulaziz and Krupp 1997: 「垂沿岸海底生息地への被害はきわめて限られたものだった」
1429. Abdulaziz and Krupp 1997: 「間潮帯低部や垂沿岸部の周縁はおおむね回復した」
1430. Abdulaziz and Krupp 1997.
1431. PAH 含有量をもとに計測 (Readman *et al.* 1992:662, 664)。また *Science News* 29 August 1992, 142(9):143.
1432. Readman *et al.* 1996.
1433. Jones *et al.* 1998a:487.
1434. <http://www.oilspill.state.ak.us/history/history.htm>, ITOPF 2000.
1435. Anon. 1995a.
1436. 62 パーセントがその名前は覚えていて、66 パーセントは海浜や水が「おおむねきれいになった」と思っていなかった (Gillespie 1999)。
1437. EVOSTC 2000a; Romano 1999.
1438. この流出のおかげで、多くの点でプリンスウィリアム湾は一番研究の進んだ地域となった (Kaiser 1999)。
1439. 「天然資源の回復、再生、再充填 (restoration, rehabilitation and replacement of natural resources)」というので具体的に何が想定されていたのかはいまだにはっきりしない。というのもほとんどのお金は科学的な調査、観光客用プログラムと森

林の購入にあてられたからだ (Hedges 1993)。

1440. Holloway 1996:84: 「協議会委員たちは (中略) いまも監視を続け、かれらがいずれ現れると確信している長期的なマイナスの影響を待ち続けている」
1441. EVOSTC 2000a.
1442. EVOSTC 2000a.
1443. AWEA (2000) の推計では、年間に 9750 万羽の鳥が死んでいる。つまり一日約 26.7 万羽だ。Mammal Society の見積もりでは、年間 5500 万羽の鳥が殺されている。つまり 2 日で 30 万羽以上だ, Mammal Society 2001a&b。デンマークで交通事故だけで毎年 100 万羽くらいの鳥が殺されているのと比べてみよう, Andersen 1998.
1444. EVOSTC 2000b:29.
1445. EVOSTC 2000b:29.
1446. EVOSTC 1997; 2000b:28.
1447. EVOSTC 2000b:28.
1448. Grisanzio 1993:33.
1449. EVOSTC 1997: 回復状況。
1450. Holloway 1996:84.
1451. <http://response.restoration.noaa.gov/bat2/recovery.html>.
1452. Wiens 1996; Wiens は、かれのやった調査は Exxon の出資を受けてはいるけれど、実施も解釈も独立で行われたと追記している。
1453. Holloway 1996:84.
1454. Knickerbocker 1999.
1455. Raloff 1993; Holloway 1996:85-6.
1456. Hoke 1991:24; Raloff 1993.
1457. Holloway 1996:85.
1458. Holloway 1996:88.
1459. Anon. 1993a.
1460. Walker 1998.
1461. EPA 1998a:2.
1462. EU 平均は単に関係した 10-12 ヶ国の平均だ (フランスは 1999 年には数字を出しておらず EU 2000b には含まれていない。スウェーデンとフィンランドは 1995 年以降しか参加していないし、オーストラリアとルクセンブルグには海がない)。サンプルされた観測局の数は海浜延長を反映したものではないので、単純平

均が使われた。イギリスの 2000 年データについては <http://www.environment-agency.gov.uk/senviro/viewpoints/3compliance/5bathing/3-5a.txt> と [3-5b.txt](http://www.environment-agency.gov.uk/senviro/viewpoints/3compliance/5bathing/3-5b.txt) を参照。

1463. EPA 1997a; NRDC 1999.
1464. EPA 1997c:2.
1465. NRDC 1999.
1466. CEQ 1996:255.
1467. NRDC 1999.
1468. NRDC 1997. でも 1999 年以降、文面ははっきりした理由もなく、もっと不明瞭なものに変わっている。「州や時期ごとの監視や閉鎖慣行の不一致のために、この閉鎖データをもとに州同士で比較を行ったり、時間を追ってトレンドを評価したりすることは困難である」(NRDC 1999).
1469. MPM 2000:5, 一方で MPM 1998 は空間的なトレンドを述べている。
1470. 1983 年から 1996 年にかけて PCB は 72 パーセントの減少、DDT は 50 パーセントの減少 (DETR 1998a:table 4.18)。
1471. NOAA 1998; cf. CEQ 1996:252. これらは手に入る最高の国別データだ (Turgeon and Robertson 1995)。
1472. NOAA 1998.
1473. NOAA 1998.
1474. Vitousek *et al.* 1997:11; Smil 1997; Socolow 1999:6,004; Beardsley 1997.
1475. NERI 1998A:109; EEA 1998b:210.
1476. Cf. EEA 1998b:210: 「海洋環境における緊急課題の主要原因の一つ」
1477. GESAMP 1990:2.
1478. Vitousek *et al.* 1997:13.
1479. UNEP 2000:29: 「研究者の中で広がりつつある認識として、窒素サイクルの攪乱規模は、炭素サイクルの攪乱によって引き起こされるのと同じくらいの世界的な影響を持つということがある」<http://www.grida.no/geo2000/english/0036.htm>.
1480. Smil 1990:423; Frink *et al.* 1999:1,175.
1481. Smil 1990:424.
1482. Frink *et al.* 1999:1,175.
1483. Frink *et al.* 1999:1,175.
1484. Smil 1997.
1485. Frink *et al.* 1999:1,180.

1486. それぞれ 80 Tg, 40 Tg, 20 Tg; Vitousek *et al.* 1997:5-6.
1487. Vitousek *et al.* 1997.
1488. 1920-61年のデータは生産量で、成長は両端以外は7年移動平均で表示。
1489. Smil 1997で参照。
1490. 化学肥料に依存している総タンパク質は総作物より低い。人間のタンパク質摂取量のうち25パーセントほどは、放牧からくる肉や酪農製品ではなく魚からきているからだ。(Smil 1998)
1491. Goklany 1998. FAO 2000aによれば耕作可能な常時使える農地は、1961年から1998年にかけて1346 Mhaから1512 Mhaになった。
1492. 1700年には作付け面積が265 Mha (Richards 1990:164)だったが、1961年には1,346 Mha (FAO 2000a)。
1493. すべての作物の窒素の40パーセントが合成肥料からきていて (Smil 1997)、1960年には現在の窒素のたった1/8しか使っていなかったから、1960年の窒素水準は今日の畑面積で、いまの65パーセントの作物しか育てられないものだった(100パーセント - (40パーセント × 7/8))。つまり耕作地面積は今よりおよそ53パーセントも多く必要になる。Cf. Frink *et al.* 1999:1,179の計算では、空中からの窒素固定だけに頼ることで生産量は47パーセント低下する(これは上の計算とも一致する)けれど、作物回転の必要性まで考えると、実際の土地の生産性は80パーセントも低下し、だからいまの四倍以上の面積が追加が必要となる。
1494. 3,454 Mhaの森林 (FAO 1997c:10)のうち1,512 Mha (FAO 2000a)の50パーセント。
1495. Frink *et al.* 1999:1,179.
1496. HWG 1998, http://www.nos.noaa.gov/products/pubs_hypox.html.
1497. Rabalais *et al.* 1999:117ff.
1498. Rabalais *et al.* 1999:1.
1499. Rabalais *et al.* 1999:1, 117ff.
1500. Rabalais *et al.* 1999:xv, 93ff.
1501. Rabalais *et al.* 1999:xiv.
1502. たった40km²しか影響を受けていない1988年ではない、でも、最近の年ではさらに上昇して15,000 - 18,000km²に達している (Rabalais *et al.* 1999:7)。
1503. 「堆積物の地質化学的な記録から見て、20世紀初期にルイジアナの大陸棚である程度の酸素ストレスはあったと考えられるものの、およそ1940年代から1950年代くらい以降、そのストレスは驚くほど上昇している」 (HWG 1999:19; cf. Rabalais

- et al.* 1999:103).
1504. Rabalais *et al.* 1999:106ff. 同じ状況がデンマークでも見られる。酸素欠乏はデンマーク水域では何度も生じた問題だった。最大の酸素欠乏災厄は、900年前に起きたと考えられていて、フネン島沖合の海底が40年続けて死んでいた (Flemming Olsen, デンマーク工科大学 [DTU] の熱材料プロセス学部長が *Ingeniøren*, 1997(41):12 で述べたもの; 参照文献は Gerlach, *Nitrogen, Phosphorous, Plankton and Oxygen Deficiency in the German Bight and in Kiel Bay*, Sonderheft, 1990:7. Kieler Meeresforschungen)。酸素がないので、人口を養うに足るだけの魚を捕まえるのはきわめて困難になり、おかげで当時のオルフ王は飢餓の王の異名を与えられ、やがてそれを理由に廃位されてしまった。20世紀前半にも酸素欠乏が起こったことをはっきり示す記録も残っている。特に1937年と1947年は海底生命の数が少なかった年だし、マリアゲル・フィヨルドやフレンズブルグ・フィヨルド、アベンラー・フィヨルドなどの脆弱な湾は酸素欠乏に影響を受けた (Flemming Mohlenberg, 水質研究所 Vandkvalitetsinstituttet の主任生物学者、*Ingeniøren* の発言 1997(45):10)。残念ながら、その時期の統計はない。一方、1980年代初期から、酸素欠乏の頻度はずっと上昇してきた。これは別に驚くことではなく、観測頻度が増えているせいだ (*Ingeniøren*, 1997(45):10)。でもすべて考慮してみると、この20年で酸素欠乏の頻度は増えたとし、範囲も広がったと考えるべき理由は多い。
1505. Diaz and Solow 1999:8.
1506. Diaz and Solow 1999:28ff.
1507. Diaz and Solow 1999:29.
1508. 「漁獲データに基づく経済評価は、低酸素状態に起因すると思われる効果を検出できなかった。全体として、少なくとも過去数十年にわたる水揚げ統計はそこそこ安定している。漁獲におけるはっきりした低酸素の影響を検出できなかったからといって、それが存在しないということにはならない」 (Diaz and Solow 1999:8-9).
1509. Diaz and Solow 1999:8.
1510. Diaz and Solow 1999:23.
1511. こうした数字はその発生源でどれだけ窒素が使われたかではなく、もっと意味のある実際の水への窒素放出を示している (Smith and Alexander 2000:1)。
1512. ほかの点源は、プラスチック工場や肥料工場、廃棄物処理、肉牛飼料、湿式トウモロコシ製粉、製鉄所や精油所だ (Goolsby *et al.* 1999:52)。
1513. 直接的な大気からの窒素はたった1パーセントくらいにしかならない (Goolsby *et*

- al.* 1999:15, 77)。
1514. Goolsby *et al.* 1999:14-15.
1515. 驚くことじゃないけれど、肥料業界はこうした結論の信頼性についてもうちょっと疑問視している (Carey *et al.* 1999)。
1516. HWG 1999:8.
1517. HWG 1999:8.
1518. Brezonik *et al.* 1999:xv-xvi.
1519. Mitsch *et al.* 1999:xii.
1520. Mitsch *et al.* 1999:27-9.
1521. Doering *et al.* 1999:33.
1522. Doering *et al.* 1999:33 正確には 21.8 パーセント (p. 114)。
1523. Doering *et al.* 1999:112.
1524. Doering *et al.* 1999:33.
1525. Doering *et al.* 1999:40ff.
1526. 正確には 18.8 パーセント (Doering *et al.* 1999:114)。
1527. Doering *et al.* 1999:112, 114, 40.
1528. Doering *et al.* 1999:133.
1529. Doering *et al.* 1999:132, 133. 仮に「それがそこにいるという安心」の価値(あるいは専門用語では non-use value) がそこそ順当だとした場合。Tietenberg はもし連邦政府がグラウンドキャニオンを養鶏業者に売って、鳥の糞や羽やニワトリの内蔵を保存しておく場所にするにしたら、グラウンドキャニオンに行ったこともないし、今後行く予定もない人々だって激怒するだろうとすぐに想像がつく、という例を挙げている (2000:37-8)。でも問題はもちろん、これが湿地追加の場合には non-use value がどれだけあるか、ということだ。
1530. Brezonik *et al.* 1999:xv-xvi.
1531. Doering *et al.* 1999:57.
1532. Doering *et al.* 1999:128.
1533. Kenetech 1994:3.
1534. 1 寿命年の平均コスト \$62 を使用 (Hahn 1996a:236)。
1535. Beardsley 1997.
1536. UNEP 2000:363, <http://www.grida.no/geo2000/english/0237.htm>.
1537. Vitousek and Mooney 1997.
1538. エコロジー的な農法(有機肥料農法)が窒素漏出の問題を軽減しないことは指摘

しておいたほうがいいかな。というのも、こっちのほうが窒素漏出は多いからだ (IFA and UNEP 1998:38)。だから漏出を減らすには肥料そのものを減らすしかないのだけれど、これは単に、耕す土地をどんどん増やす必要があるということにしかない (もちろんこれは都市下水処理施設が図 104 のようにほとんど窒素を出さないことが前提になる。)

1539. Socolow 1999:6,004.

1540. Socolow 1999:6,004; Vitousek *et al.* 1997:6.

1541. Socolow 1999:6,004.

1542. EU 1980; EEA 1999:175. EU もまた低い基準値 25 mg/l を使っている。アメリカの上限値は 10 mg/l だけれど、これは窒素だけなので、窒素化合物ならだいたい 44 mg/l に相当する (IRIS 1991)。

1543. そして一部の文献ではいまだにそのままだ。たとえば Christensen 2000:3 を参照。

1544. *Jyllands-Posten*, 9 October 1986, section 1, p. 9.

1545. Wolfson and D'Itri 1993; L'hirondel 1999:120.

1546. これや続く記述は EPA の文献や文書に基づいている (IRIS 1991)。是非とも注意してほしいこととして、アメリカ人は二種類の計測基準の間を行ったり来たりしていることがある。硝酸塩そのものと、硝酸塩の中の窒素だ。WHO の上限値は 50 mg/l (硝酸塩) で、これはだいたい 11 mg/l (の窒素) に相当する。アメリカでの上限値は 10 mg/l (の窒素) だ。

1547. Poul Bonnevie, *Jyllands-Posten*, 3 December 1986, section 1, p. 9.

1548. Lack 1999:1,681; 10 万人あたりで報告されている件数は、ハンガリーでは 0.26、スロバキアでは 0.56、ルーマニアでは 0.74、アルバニアで 1.26。

1549. L'hirondel 1999:124.

1550. IRIS 1991 は Cornblath and Hartmann (1948), Simon *et al.* (1964), Toussaint and Selenka (1970) を参照している。

1551. Poul Bonnevie, *Jyllands-Posten*, 3 December 1986, section 1, p. 9.

1552. Cantor 1997:296.

1553. Cantor 1997:292.

1554. IRIS 1991 は、硝酸塩が通常の摂取量を千倍も上回る量でも成長や生殖への影響がまったくないことを示す大量の実験を挙げている。

1555. EEA はまた、メトヘモグロビン血症が 50mg/l よりはるか上でしか起こらないし、ガンとの関連はよくても「ありそう」くらいだということを認めている。驚いたことに、EEA はこう結論づける: 「それでも、こうした二つの要素をあわせて考えれ

ば、このパラメータ設定にあたって用心をこめたアプローチを行うことは完全に正当化される」(1999:175)。また指摘しておくべきこととして最近の調査 (Yang *et al.* 1997) は、硝酸塩は胃ガンとは関係なく、水の硬度が胃ガンと関係あることを発見した。水の硬度が低い方が、消化器系ガンのリスクも高くなる。だったら水の硬度をものすごいコストをかけて何とかするのは必定ってわけかな。それともまずは調査の再現性を調べて、再現できなければもっと重要性の高い問題に先に規制をかけようとするべきではないの？

1556. Shiklomanov 1993:15, 18.
1557. この発見はだいたい Grossman and Krueger 1995:364 と同じだ。でも Shafik の指摘では、かれの結果は歪んでいるかもしれない。裕福な国ではおそらく一番汚染された川だけが測定されている可能性があるからだ, 1994:765.
1558. Smith *et al.* 1993b; DEP 1998:5.
1559. これは Grossman and Krueger (1995:364) の結果で、また Torras and Boyce (1998:157) の結論でもあるが、Shafik (1994:764) は減少傾向を見ている。
1560. EEA 1999:173; Gillfillan 1995:figure 43.
1561. DEP 1998:7.
1562. DEP 1998:7 はまた、溶存酸素が 1998 年には「一貫して増えた」と述べるけれど、でも示しているのはもっと短い時系列データで、これは DEP 1997:38 とはちがっている。
1563. DEP 1998:7; 1997:55.
1564. DEP 1997:11; Gillfillan 1995:figure 42.
1565. EEA 1995:84; 1999:172.
1566. 生物化学的酸素要求量 (BOD) で有機物を測定 (EEA 1995:87, 82).
1567. UK EA 2000: <http://www.environment-agency.gov.uk/s-enviro/viewpoints/3compliance/2fwater-qual/3-2-1.html>.
1568. DETR 1998b:4.
1569. Smith *et al.* 1993a.
1570. ライン川も、1970 年以来似たような改善を示している。銅、亜鉛、カドミウム、鉛は 4 分の 1 から 8 分の 1 の減少を見せている (Scholten *et al.* 1998:832)。テムズ川は Ag, Cd, Cu, Pb, Zn については 30-50 パーセントの減少、Hg は 70 パーセント減少を見せている (Wiese *et al.* 1997)。
1571. Schmitt and Bunck 1995:413.
1572. デイルドリンは表示されていないが、78 パーセントほど低下している。

1573. NCBP からのデータは 3 年移動平均; 1987 年は、観測点が 17 しかない (3,839 中) ので示していない。五大湖からのデータは 5 つの湖すべての平均。
1574. SOLEC 1995.
1575. 「化学薬品指標としての Herring Gull の価値は変わらないどころか増大するだろう。汚染物質水準が水や魚や沈殿物からは検出しにくくなって来るからだ」 (SOLEC 1999:18).
1576. この発見は魚の調査でも再現されている (Hesselberg and Gannon 1995)。
1577. Gore 1992:145. ゴアはまた「広大な山脈状のゴミ」なんてことも言っている (p. 147)。
1578. Gore 1992:145.
1579. Gore 1992:151.
1580. Asimov and Pohl 1991:144. 同じく *Get a grip on Ecology* によれば「埋め立て地がなくなりつつある」 (Burne 1999:137).
1581. Chertow 1998.
1582. データの出所は EPA 1999b と 2000c.
1583. Simon 1996:277.
1584. Simon 1996:277.
1585. 1.1 億トンを 100 年にわたり廃棄し続けたら $1.1e10$ トンになる。ゴミ 1 トンはおよそ $1.43m^3$ を占めるから (Ågerup 1998:110)、これは $1.573e10m^3$ 、つまり $30m \times 22,898m \times 22,898m = 1.573e10m^3$ になる。
1586. USBC 2000c.
1587. 一人あたりのゴミ排出量の伸び率が 1990–2005 年にわたり一定 (0.07 パーセント) として、USBC 2000c の中位人口推計を使うと、総ゴミ生産量は $1.727e10$ トンになる。1 トンが $1.43m^3$ (Ågerup 1998:110) だからこれは $2.469e10m^3$ 、つまりおよそ $30m \times 28,688m \times 28,688m = 2.469e10m^3$ となる。
1588. ウッドワード郡は $3,213km^2$ (1,242 平方マイル) (USBC 1998b) だから $28.68km \times 28.68km = 823km^2$ は 25.6 パーセント。
1589. オクラホマ州は $182,889km^2$ ($69,903mi^2$) (USBC 2001b:227) だからその 0.45 パーセント。
1590. アメリカの陸塊は $9,517,558km^2$ ($3,717,796mi^2$) だ。 (USBC 2001b:227).
1591. $823km^2/50 = 16.46km^2$ で $4.05km \times 4.05km = 16.46km^2$.
1592. Wernick *et al.* 1996.
1593. Wernick *et al.* 1996.

1594. Rathje and Murphy 1992:109.
1595. Goodstein 1995.
1596. ACS 1999:4. 香辛料による死亡については Scheuplein (1991)、p. 340の図 128を参照。
1597. OECD 1999:164.
1598. 「イングランドとウェールズについての廃棄物統計は、整備されていない」 (UK EA 2000: <http://www.environment-agency.gov.uk//s-enviro/stresses/5waste-arisings/2disposal/5-2.html>; OECD 1999:164).
1599. イギリスの年間埋め立て地利用は $21.8e6$ トン、あるいはアメリカの 20.185 パーセントだ。だから総面積は $318mi^2 \times 20.185\% = 64mi^2$ あるいは 1 辺 8 マイルの正方形だ。マン島は $227mi^2$ だ (<http://www.gov.im/geography.html>)。
1600. EPA 1999b:33ff.
1601. Wernick *et al.* 1996:figure 5.
1602. Wernick *et al.* 1996:figure 5.
1603. デンマークの主流政治家は以下のように主張する ; 「何らかの形で再利用できるあらゆる形の廃棄物は、資源として考えられるべきだ。この理由から、デンマークのゴミ・リサイクル政策をさらに発展させるべきかどうかは、経済学が判断してはならない。それはひたすら、原材料や資源消費に対する配慮をもとに決定されるべきだ。そうすれば空気、水、地球を保護することができる」 (<http://www.radikale.dk/meninger/251.html>).
1604. Pearce 1997.
1605. たとえば Hanley and Slark 1994; Ackerman 1997. 材料に買い手が見つからずに公共支援を求めているリサイクル業者についての Gore の話と比べてみよう (1992:159)。
1606. 最高のリサイクルのアイデアはすでに採用されていて、今後のリサイクルからくる収穫はいまより低いと考えるべきだ。リサイクルの水準を上げると、社会的な収益性はこのために下がる。
1607. また、デンマーク女性の母乳内の DDE (DDT の分解生成物) が 1982 年には 1.05 mg/kg 脂肪 だったのが、1993 年には 0.2 mg/kg 脂肪となったのとも比べよう、Hilbert *et al.* 1996:125.
1608. The US National Contaminant Biomonitoring Program もまた全国でムクドリを計測していて、残存汚染物質が明らかにどこでも下降傾向にあることを発見している。たとえば DDT は 75 パーセント減少した (CEQ 1982:242; Schmitt and

- Bunck 1995:413; NCBP 2000b)。
1609. PCB 1 ppm 以上 (CEQ 1989:417).
1610. Jacobson and Jacobson 1997.
1611. EC-E 1999:Summary report, p. 2.
1612. Anon. 1999e, および 20 世紀の「ヒーロー」でもある。Golden 2000.
1613. 「彼女は正当にも、現代の環境運動の母として賞賛されている」 (Golden 2000).
1614. Carson 1962:2.
1615. Carson 1962:15.
1616. Matthiessen 1999.
1617. 実は Carson はいまだに US Geological Survey によるアメリカの水質評価で、最初の参照文献となっている (1999:59).
1618. Carson 1962:15.
1619. いささか雑だがわかりやすい概論としては Lieberman and Kwon 1998 を参照。
1620. *Lancet* の 1992 年 editorial は、ラブカナル事件をこう描いている「ラブカナルは 20 年以上にわたり、有機農薬の廃棄場として使われ、その後 1950 年代に住宅地として開発された。この廃棄場には 200 種類以上の薬物が検出され、その中にはベンゼン、トリクロロエチレン、ダイオキシンなど、動物実験で確実に発ガン性が確認された物質も含まれていた。出産時の体重が小さかったり、成長停滞がこの廃棄場で生まれた子どもたちで見られたが、全体としての死亡率や、何らかのガンによる死亡率の上昇、あるいは遺伝的な障害の証拠は 20 年たっても得られていない」 (Anon. 1992b; cf. Vrijheid 2000)。ラブカナルはスーパーファンド (アメリカ政府による廃棄物汚染地の政府による浄化) 可決に即座につながった。同じように、タイムズビーチは後に *New York Times* で、まさにこの地からの住民非難を示唆した政府高官 Dr. Vernon Houk 自身によって撤回されている: 「われわれがいまこの薬物の有毒性と人間の健康への影響について知っていることから考えると、あの非難は不要だったようだ」および「タイムズビーチは過剰反応だった。(中略) 当時としては最高の科学的情報に基づいたものだった。でも結局われわれはまちがっていた」 (Schneider 1991:A1, D23).
1621. Carson 1962:219ff.
1622. Colborn *et al.* 1996:202.
1623. LCVEF 2000:8. この 5 つで 75-81 パーセントを占め、その次の第 6 位 (海洋・海浜保護) は 66 パーセントでぐくっと下がる。
1624. Gillespie 1999.

1625. *Encyclopedia Britannica* は流行病 (epidemic) を「一時的に大きく広まる病気の発生」と定義している。でもさらに「20世紀末になると、流行病の定義は環境によって影響を受けた致死性の病気の発生(たとえば心臓疾患やガンなど)すべての発生を指すように拡張された」とのこと。 <http://www.britannica.com/bcom/eb/article/printable/1/0,5722,33361,00.html>.
1626. Kidd 2000.
1627. Rosner and Markowitz 1999.
1628. Brundtland 1999.
1629. Anon. 1997d.
1630. Anon. 1999a.
1631. Anon. 1997d.
1632. Barrett 1998: 「植物の滋養成分は主に遺伝によって決まる。滋養分は土壌の滋養分にも左右されるけれど、これは全体としての食生活には大した影響を持たない。」同じく Ovesen (1995:71) も全体的な含有成分にちがいは見られないとしている。
1633. Bogo 1999.
1634. Pimentel *et al.* 1998:817.
1635. Gifford 2000.
1636. Anon. 1998b.
1637. Dunlap 1991b:15.
1638. 21 パーセントが、どっちも同じくらい重要だと考えていた。
1639. Dunlap 1991b:15. ただし、ぼくたちは公式には環境が健康問題やガンを引き起こすと信じてはいるけれど、でも個人のガンに直面したときはずっと冷静なようだ
実際のガンについて理由をきかれると、ほとんどの人は遺伝や生理や個人の行動を挙げ、「環境要因を挙げる回答者はほとんどいなかった」(Vernon 1999).
1640. Colborn *et al.* 1998:218.
1641. 1.51 億から 2.705 億へと 79 パーセント増 (USBC 1999a:8).
1642. USBC 1975:I, 58.
1643. HHS 1997:136 を参照。
1644. USBC 1975:I, 15; 1999a:15、期間の中間点から計算。メジアン年齢は 23 歳から 35 歳に上昇 (USBC 1999a:14)。
1645. Peto *et al.* 1992. 肺ガン罹患率の地理的なちがいを見ても、同じ結論が得られる (Devesa *et al.* 1999)。
1646. Peto *et al.* 1994:535.

1647. Peto *et al.* 1992:1,273 から推定。1965 年には喫煙関連の肺ガン（男女双方）は、喫煙関連のガン総数の 68 パーセントを構成していた（世界人口に標準化）。1995 年にはこれが 72.3 パーセントだ。これは Peto *et al.* 1994:534-5 でのアメリカにおける実数推計とよく一致している。
1648. Peto *et al.* 1994:532-3.
1649. Peto *et al.* 1994:232-3, 1955 年の全ガン数を推定している。
1650. Carson 1962:227.
1651. Carson は、白血病のみとすべてのリンパ系・造血系疾患をごっちゃにしているけれど、ここでは区分と議論を明確にするために、白血病だけを見ることにする。
1652. Carson 1962:227.
1653. Kinlen and John 1994; Stiller and Boyle 1996; Kinlen *et al.* 1995; Ross *et al.* 1999; McCann 1998; Reynolds 1998a.
1654. Reynolds 1998a.
1655. Ross *et al.* 1999.
1656. Kinlen and John 1994; cf. Stiller and Boyle 1996.
1657. UNPD 1998a:94.
1658. Peto *et al.* 1992:1,278.
1659. ACS 1999:1, 12. 肺ガン死亡率は、男性の非喫煙者にくらべて喫煙者のほうが 23 倍も高く、女性非喫煙者に比べて喫煙女性のほうが 13 倍も高い (ACS 1999:25)。
1660. CDC 1999d:986, 988; 1997a:5.
1661. CDC 1999d:988.
1662. 男女ごとの消費は喫煙率の差から大まかに推定したもの。残念ながら、1955 年以前の数字はない (1955 年では男性 54 パーセント、女性 24 パーセント、CDC 1997a:35) ので、安全のためのこの比率を 1900-55 年については使用。さらに、男性は 1977-91 年では喫煙本数が女性のおよそ 10 パーセント増しで (CDC 1997a:21)、この数字が いささか大胆に 期間全体の推計を出すのに使っている。
1663. Anon. 1997d.
1664. 18,734 から 41,737 (1998); WHO 2000d, CDC 2001a.
1665. ACS 1999:8; Byrne 2000.
1666. Fraser and Shavlik 1997 を参照。
1667. Byrne 2000.
1668. Byrne 2000.
1669. Byrne 2000. Velie *et al.* (2000) は軽度な乳房の病歴がない女性についてもこれを

見つけている。

1670. 1976-80年から1988-91年で、白人女性の平均体重は3.9kg増え、平均身長はたった1cmしか増えなかった (Kuczmarski *et al.* 1994:208)。またイギリス人ももっと太った。肥満成人の比率は1980年に7パーセントだったのが1998年には20パーセントになった (Holmes 2000:28)。
1671. Byrne 2000. アルコール消費は1935年から1980年頃まで上昇を続け、その後は少しずつ減り続け、女性の飲酒者比率の上昇を反映している (NIAAA 1997:6-7, <http://silk.nih.gov/silk/niaaa1/database/dkpat1.txt>; Newport 1999)。
1672. Protheroe *et al.* 1999.
1673. Ekblom *et al.* 2000.
1674. Byrne 2000.
1675. Chu *et al.* 1996.
1676. Chu *et al.* 1996.
1677. Hayes 2000.
1678. Hayes 2000.
1679. Hayes 2000.
1680. Feuer *et al.* 1999:1,030.
1681. 「PSA 試験は、前立腺ガンの死亡率を継続的に低下させることになるかもしれない」 (Hankey *et al.* 1999:1,024)。
1682. Devesa *et al.* 1995.
1683. 「ガン死亡率は、非ホジキンリンパ腺腫と女性の肺ガン以外は、上位10ヶ所の死亡部位すべてについて低下していた」 (Wingo *et al.* 1999:678)。
1684. Ames and Gold 1998:206 で引用。
1685. Carson 1962:227.
1686. Ries *et al.* 2000.
1687. Wingo *et al.* 1999:678.
1688. この5つの部位における1973-97年の非浸潤性と悪性のガン件数(1,566,880)と、総登録件数(2,453,706)の比(SEER 2000b)。この比率(63.9パーセント)は1973年(62.6パーセント)と1997年(63.0パーセント)とだいたい同じだ。
1689. ちなみに非浸潤性の子宮頸ガン(女性性器のガンの一部)は23年にわたってそこそこ安定したが、1996-7年の2年で74パーセントも下がっている。これはどうも、コーディングがデータのまちがいのようなので、この年ははずしてある。
1690. ACS 2000.

1691. ACS 2000; Chu *et al.* 1996.
1692. ACS 2000.
1693. SEER 2000b.
1694. ACS 2000.
1695. ACS 2000.
1696. Doll and Peto 1981:1,276.
1697. Walsh 1996:67, Merrill *et al.* 1999:179, 185-86, Feuer *et al.* 1993.
1698. たとえば Walsh 1996:68, Bunker *et al.* 1998:1309 を参照。
1699. Feuer *et al.* 1993:896.
1700. Annon. 1997a.
1701. SEER 2000:I-18.
1702. Feuer *et al.* 1993:894; Merrill *et al.* 1999:188 には表が載っているけれど、そこでの 30 歳白人女性についての比率はほぼまちがいでなく誤植だ 相当する黒人についての比率に比べて高すぎる。
1703. これはイギリス女性についてのデータだ, Bunker *et al.* 1998:1308.
1704. Annon. 1997a.
1705. Marino & Gerlach 1999.
1706. メジアン年齢、Marino & Gerlach 1999.
1707. 怪我の生涯リスクは各年の傷害率から推定した。生涯の心臓疾患死者数は、現在の死亡率から推計している。
1708. Devesa *et al.* 1995; Hayes 2000.
1709. Hankey *et al.* 1999; Hayes 2000. 「前立腺ガンの場合、発生件数の驚くべき増加が 1980 年代後期から 1990 年代初期にかけて生じた。これらの増加は、前立腺専門抗原 (PSA) をスクリーニングテストに使うようになったことと並行して生じた。ほかのガン地域などと同じくコネチカット州では、前立腺ガンの発生件数は 1992 年にピークを迎え、その後はすべての年齢群で低下を見せた」 (CTR 1999:3).
1710. Doll and Peto 1981:1,277.
1711. SEER 2000b.
1712. Reynolds 1998a; Cushman 1997.
1713. Reynolds 1998b で参照。
1714. Linet *et al.* 1999:1,051.
1715. Linet *et al.* 1999:1,051.
1716. SEER 2000a:XVI, 3.

1717. Devesa *et al.* 1995.
1718. Devesa *et al.* 1995.
1719. EEA 1999:264, 268-9.
1720. LCVEF 2000:8. 同じように、US Geological Survey の指摘では「農薬の意図せざる影響に関する懸念は今日なお続いている」(USGS 1999:59)。ある高名なガン専門家は「ヒトのガンを引き起こすにあたっての、環境汚染物質の役割に関する一般の懸念は相変わらず強いし、潜在的な汚染物質の中で、化学的な農薬ほどの懸念をもたらしているものはない」と述べている (Heath 1997)。
1721. ここでは Larsen 1992:116 を参照; また Cheeseman and Machuga 1997:296 も参照。
1722. これはもちろん、すさまじくややこしいものをとんでもなく簡潔にまとめたものだ。動物実験は通常、人間の研究が手に入らないとき(というのはほとんどの場合だが)に行われる。Larsen 1992:116ff と EPA 1993 参照。
1723. Benford and Tennant 1997:24ff.
1724. Benford and Tennant 1997:34-6.
1725. Larsen 1992:117-18; Poulsen 1992:41ff; EPA 1993:2.1.2 を参照。でも、もしよい人間データがあれば、上限が最高 1 になることだってあり得る(つまり ADI = NOEL)。
1726. ちなみにこの安全比率 100 という数字はそれ自体まったく何の「科学的」根拠もない ただの大きな慣用でしかない (Rodricks 1992:194)。
1727. たとえば EEA 1998b:187-91 を参照。
1728. Dunlap and Beus 1992.
1729. 「デンマーク Environment Agency, Veterinary and Foods Directorate の Institute for Food Safety and Toxicology および Danish Toxicology Centre の指摘では、農薬の限界値はかつての検出限界 $0.1\mu\text{g}/\text{l}$ として政治的に決定されていたことを指摘する。もし健康に基づく許容濃度を農薬について定めるなら、現在の政治的な値よりもずっと高くなるだろう、と Institute for Food Safety and Toxicology の Department of Biochemical and Molecular Toxicology 部長 John Christian Larsen は述べる」(Ingeniøren, <http://www.ing.dk/arkiv/pesti5.html>)。また Poulsen 1992:40-1 も参照。
1730. *MiljøDanmark* の巻頭記事, 1 January 1998; <http://mstex03.mst.dk/fagomr/02040000.htm>.
1731. *Ingeniøren*, <http://www.ing.dk/arkiv/pesti5.html>.

1732. EEA 1998b:188.
1733. EEA 1998b:190.
1734. これはちょっと堅めの推計だ。数字は0.6パーセントと2.9パーセントの間で上下している。DK VFA 1996b:58; 1997:3; CEQ 1997:339を参照。
1735. Putnam and Gerrior 1999:148.
1736. 1996年には14件の超過があり、サンプル1,273kg中の農薬累計は9,528mgつまりおよそ75 $\mu\text{g}/\text{kg}$ だ。野菜や果物322.5kgだと、年に24.19mgの農薬摂取となる。これはもちろんただの概算だ。農薬の種類によっても、同じ重量でかなりちがう影響が出るし、野菜や果物の農薬の一部はヘタなどにくっついているので、消費されない。でも、超過だけを見ていると、農薬摂取も同時に過小評価されるということは考慮する必要がある。デンマーク Veterinary and Food Administration の推計では年間摂取量は0-5mgだ (DK VFA 1998)。
1737. Ames *et al.* (1987:272) は45 $\mu\text{g}/\text{日}$ としている (加えて非発ガン性の農薬105 μg)。これに対し、一日2リットルの水からの摂取量は農薬0.2 $\mu\text{g}/\text{日}$ だ。
1738. EPAによれば「飲料水における農薬の水準は、食糧や農薬製品の取り扱いからくる農薬被曝よりもずっと低いものだ」(EPA 1990:6)。1994年にEPAは、飲料水は農薬への被曝において問題となるほどの割合を占めないと見積もっていて、これはRitter 1997で引用されている。Toppari *et al.* 1996:782も参照:「一般人口においては、食生活が主要な被曝経路である」
1739. ほとんどの物質の有毒性は「S字型」をしているということは、まあおおむね認められている。つまり、もし横軸に摂取量をとって、縦軸に人口中の致死割合をとってプロットしてやると、摂取量が少量ならば0パーセントの人が死に、さらにすごく大量になると100パーセントちょっと下あたりで飽和量が出てくる、ということだ。つまり、その小さい分量以下か、ある一定の飽和量以上では、死亡率にはほとんど影響しない (Dragsted 1992:78)。
1740. 「ガンはまた、環境の化学汚染物質が人間の健康に与える影響を探る科学研究プログラムでも圧倒的な地位を占めている」(Colborn *et al.* 1996:202)。
1741. アメリカでは23パーセント (Ames and Gold 1997)、デンマークでは25パーセント (Middellevetidsudvalget 1994b:34)、西側諸国では21パーセント、1992年には1143.6万人死亡のうち242.1万 (WHO 1992:29)。
1742. Doll and Peto 1981, アメリカ議会用に作成。この調査はよく参照されていて、一般に有効なものとして認められている。WCRF 1997:75:「この分析はアメリカだけを参照して行われたものだが、ほかのところにも適用できる」。また Ritter *et*

- al.* 1997; Rodricks 1992:118 も参照。
1743. Peto *et al.* 1992:1,277-8.
1744. この数字はかなり不確実。Doll and Peto は 10 パーセントと 70 パーセントの間の信頼性水準としている。Willett (1995) はそれを 32 パーセントとしている。
1745. 各種のガンは、それぞれ地理的にまったくちがう分布を示すけれど、移民たちはふつうは移住先の人口とほぼ同じ発ガン率を、ほんの 1-2 世代で獲得する (WCRF 1997:75)。
1746. 注意深い読者は、パーセントの数字を合計しても 96 パーセントにしかならないことに気がつくだろう。これは要因の配分が不確実なせいだ。さらに、工業製品による 1 パーセント以下のガンは省いてある。ここで使った「最高の見当」以外にも、Doll and Peto は「納得できる推定」の幅を出している、これは個別要因のところで議論する。
1747. Ames *et al.* 1987:271.
1748. WCRF 1997:24, Mintz 1985:chapter 3.
1749. WCRF 1997:542; Ames and Gold 1997.
1750. WCRF 1997:436; Ames and Gold 1997.
1751. WCRF 1997:540; Doll and Peto 1981:1,235.
1752. Ames and Gold 1997 は、致死性の感染症は全ガン件数の最大 1/3 を引き起こすかもしれないとしている。
1753. Doll and Peto 1981:1237-8.
1754. Devesa *et al.* 1995:tables 1and 2; Doll and Peto 1981:1,253-4.
1755. Doll and Peto 1981:1,224-5; Ames *et al.* 1987:273; WCRF 1997:398ff.
1756. Doll and Peto 1981:1,252-3.
1757. Doll and Peto 1981:1,249.
1758. Doll and Peto 1981:1,250.
1759. Dunlap 1991b:15.
1760. LCVEF 2000:8.
1761. Wynder and Gori 1977.
1762. Wynder and Gori (1977) はガンの 40-60 パーセントを食生活によるもの、9-30 パーセントをタバコによるもの (女性は 9 パーセント、男性は 30 パーセント)、太陽や医療からの輻射からは 9 パーセント、アルコールから 0.8-5 パーセント、女性の場合 4 パーセントは卵胞ホルモン製品、2-5 パーセントは仕事から、としている。
1763. McGinnis and Foege 1993. ちなみに説明された死亡の割合はたった 50 パーセ

ント。

1764. McGinnis and Foege 1993:2,208. 説明された死亡の割合はたった 50 パーセントで、個別原因は 40 パーセントになっている (19 パーセントがタバコ、14 パーセントが食生活、5 パーセントがアルコール、1 パーセントが自動車)。同じように McGinnis and Foege は有毒物質をたった 3 パーセントとしており、合計で説明された死亡の 6 パーセントとしている。
1765. McGinnis and Foege 1993:2,209.
1766. Gough 1989:929.
1767. Gough 1989:929.
1768. Gough 1989:928 で参照。EPA によれば、ガン罹患数 (1.03 パーセントまで) とガン死亡率は 50~100 パーセントの間を上下するとか。EPA はさらに脚注で、リスク分析は線形モデルを使っていて、「傾きの値 [強さ] は、真の値 (これは不明) が上限値を超えることは考えにくく、実はずっと低いかもしれないという意味で上限値であり、下限はゼロに近いだろう」と述べている (p. 929)。
1769. NRC 1996:5.
1770. WCRF 1997:475.
1771. WCRF 1997:477.
1772. Ritter *et al.* 1997:2,019.
1773. Ritter *et al.* 1997:2,029.
1774. Viel *et al.* 1998.
1775. ファイル棚問題は、多くの研究者がまるでおもしろい結果を見つけられず、だから結果が出版されないために起きる場合もある。
1776. 統計学的には、これはポストホックな試験をたくさんやったのと同じで、タイプ I のエラーのリスクを深刻に増大させる。
1777. Acquavella *et al.* 1998:73. Acquavella はある農業団体と関係があることは認識しておくべきだろう。ただしこの調査は外部の研究者と共著で、また論文はピアレビューを受けている。National Cancer Institute 自身の統計学者 Aron Blair は、この研究が「唇以外について農民が持っているらしいわずかな過剰リスクをあいまいにしている」と考えている (Saphir 1998)。
1778. たとえば Grandjean 1998:45 の発ガン物質概観を参照。
1779. EPA 1998b.
1780. 上述の通り Acquavella *et al.* 1998:73. また、農民たちが追加のガンによる死亡につながるようなちがったライフスタイルをどのくらい送っているかという問題が

あって、これは実験でコントロールするのは実質的に不可能だ。

1781. Rodricks 1992:69-70.
1782. Rodricks 1992:70. たった一つの研究のために、ほとんど 4 万もの個別組織サンプルを試験しなければならない (p. 131)。
1783. 最大許容摂取量 (MTD) は通常はもっと短い致死以下の調査に基づいて設定される (Rodricks 1992:72)。
1784. 人に発ガン性のある物質はすべて、少なくとも 1 種以上の動物にも発ガン性を持っていたことが知られている。でもだからといって、ある動物種に大量に与えるとガンを起こす物質がすべて、低摂取量で人間にもガンを起こすということにはならない (Rodricks 1992:138)。
1785. 通称線形または「閾値なし」仮定。以下の説明を参照。
1786. Rodricks 1992:188-9; Grandjean 1998:97.
1787. Rodricks 1992:39.
1788. Rodricks 1992:174ff.; Grandjean 1998:94-6.
1789. 原理的には、データの真ん中あたりを通る曲線を引いて、信頼性水準 95% の下のほうを追加し、10 パーセント追加のところで腫瘍を起こす摂取量を見つける (例示に使った図では 12 パーセント、つまり 125 ppm くらいの ETU)。そこから (0, no effect) まで直線を引っ張る; EPA 1996c。この増加はまだ公式ではないけれど、でも説明もずっと簡単だし、多段モデルとだいたい同じ結果になる (EPA 1996c:8)。
1790. Rodricks 1992:167; Gough 1989:929. 増加はたぶん、DNA に影響を与えるのを通じてガンを起こすのではない物質 (非遺伝有毒性物質) については正しくないし、遺伝有毒性物質についてははっきりと結論づけられない。 (Rodricks 1992:167-9; Grandjean 1998:46, 97)
1791. Rodricks 1992:166ff.
1792. Ames *et al.* 1987, 1990a, 1990b; Gold *et al.* 1992; Ames *et al.* 1993; Ames and Gold 1990, 1997, 1998, 2000.
1793. 厳密に言えば、これは化学物質の遺伝有毒性の試験だ (Rodricks 1992:152)。Ames はまた、1970 年代には各種の危険な合成物質が禁止されるように支援している。 (Postrel 1991)。
1794. NRC 1996:306ff.
1795. Rachel Carson の『沈黙の春』 (1962) は「人々の不安の波に見事にのって、ベストセラーリストのトップにまで躍り上がった」 (Colborn *et al.* 1998:65; Rodricks 1992:43)。

1796. Carson 1962:15.
1797. Ames and Gold 1998:212.
1798. Rodricks 1992:43; NRC 1996:306, 308ff.
1799. Atkins and Norman 1998:260.
1800. Ritter *et al.* 1997:2,021.
1801. Ames *et al.* 1987:272.
1802. Ames *et al.* 1990a; Gold *et al.* 1992:261; Ames and Gold 2000:5.
1803. Ames の引用として、反対派でも賛成派でも一番よく持ち出されるのがこの 99.99 パーセントだという事実は、環境論争がしばしば驚くほど作為的になっていることを見事に表現してしまっているというのは残念なことだ。これが Ames の本当のメッセージじゃないことは明らかなのに。
1804. そしてカフェインはさらに不確実だ; Ames and Gold 2000:6。しばしば指摘されることだけれど、コーヒー一杯は少なくとも天然農薬 10mg を含んでいて、これは平均的なアメリカ人が消費する合成農薬の一年以上以上に匹敵する (Gold *et al.* 1992:262)。ここでも、これはレトリック上はいい論点だけれど、でも本質には関係ない 肝心なのは、その総合的な発ガン可能性を比較することだ。
1805. Ames *et al.* 1987:272.
1806. Gold *et al.* 1992:263.
1807. Ames *et al.* 1987:272。もしマウスとラットのデータが両方ともある場合には、EPA ガイドラインにしたがって一番感度の高い種のデータが使われている (Gold *et al.* 1992:263)。
1808. コーヒー三杯は、カテコール、フルフラル、ハイドロキノンを含んでいて、それぞれ 0.02 パーセント、0.02 パーセント、0.006 パーセントのリスクを持っている (Ames and Gold 1998:214) けれど、ここでは最大のリスクだけを示した。
1809. Ames and Gold 1998:214; Gold *et al.* 1992:264.
1810. Ames and Gold 2000:4; Gold *et al.* 1992:262.
1811. Gold *et al.* 1992:264.
1812. 残念ながら、すべての農薬について HERP が示せるほど十分なテストは行われていない。
1813. Ames and Gold 1998:214; Ames *et al.* 1987:273。ちなみに、ETU での計算は本当の平均値である 0.0017197 パーセントを使っている。
1814. 平均的なアメリカ人は、年に 8.25 リットルのエタノール、つまり 22.6ml/日を消費する (<http://silk.nih.gov/silk/niaaa1/database/consum01.txt>)。

1815. Ames and Gold 1998:214; Ames *et al.* 1987:273. アルコールも確認できる形で発ガン性がある (WCRF 1997:398ff)。
1816. WCRF 1997:469.
1817. Ames *et al.* 1990; Ames and Gold 1997.
1818. これはもっぱら非変異源に適用される。似たような議論が、DNA 修復メカニズムに過大な負担をかける突然変異についても言える。Ames and Gold 1997 を参照。
1819. Ames and Gold 1997.
1820. Ames *et al.* 1990b.
1821. ここでは一番大事なものを扱う。残りは Ames *et al.* 1990b:7,782ff に載っている。
1822. Ames *et al.* 1990b:7,782.
1823. Ames and Gold 2000:7.
1824. Ames and Gold 2000:7.
1825. Ames *et al.* 1990b:7,782-3.
1826. Ames *et al.* 1990b:7,783.
1827. Ames and Gold 2000:7.
1828. Ames *et al.* 1987:277.
1829. これは Doll and Peto の 35 パーセントを指しているのではない。Doll and Peto は主に脂肪や肉、そしてアイスクリームなどの低繊維食品に焦点をあてていたけれど、こちらはコーヒーやバジルやレタスの個別リスクを述べている。cf. NRC 1996:309.
1830. Ames and Gold 1998:205.
1831. Scheuplein 1991. これらの数字は全般的な印象の表現であり、経験と全般的な科学的理解に基づいたものではあるけれど、正しい数字が 0.005 パーセントなのか 0.02 パーセントなのかは統計的なツールを使って決めることはまったく不可能だ。それでも、理解のためには「最低限」とか「最悪ケースの評価」といったことばよりも、具体的な数字があるほうが大事だと思う。
1832. Scheuplein の Case I、かれはこれについて「政府式のやり方でのリスク評価」と呼んでいる (Scheuplein 1991)。
1833. ACS 1999:4.
1834. Colborn *et al.* 1996.
1835. WI 1999a:14. Cp. 「化学物質がもたらす最も深刻な危険は『疑似ホルモン』かもしれない」 Christensen 2000:48.

1836. Colborn *et al.* 1996:31-4.
1837. Toppari *et al.* 1996:756ff.
1838. Toppari *et al.* 1996:753.
1839. Toppari *et al.* 1996:753; Golden *et al.* 1998:118-20.
1840. Toppari *et al.* 1996:756-7.
1841. Toppari *et al.* 1996:791, 794.
1842. Colborn *et al.* 1996:73.
1843. Colborn *et al.* 1996:76ff.
1844. Toppari *et al.* 1996:758.
1845. Colborn *et al.* 1996:76; Toppari *et al.* 1996:758.
1846. Colborn *et al.* 1996:79.
1847. Toppari *et al.* 1996:759.
1848. Colborn *et al.* (1996:95) は、ヒトが自然卵胞ホルモンには進化上適応したのではないかという議論を繰り返しているけれど、上で述べた天然農薬に対する適応に反対する議論は、ここにもあてはまるようだ。
1849. Safe 1995:349; Golden *et al.* 1998.
1850. Colborn *et al.* 1996:136.
1851. Toppari *et al.* 1996:769.
1852. Toppari *et al.* 1996:768.
1853. Colborn *et al.* 1996:172.
1854. Christensen 2000:3.
1855. ちなみにもとの図はまちがって描かれていたが、ここでは表のデータをもとに正しく描き直しており、Toppari *et al.* 1996:742 と同じ結果となっている。
1856. Carlsen *et al.* 1992:610.
1857. Carlsen *et al.* 1992:612.
1858. Fannin 2000. Skakkebaek と Sharpe はこの広告に公式に抗議している（個人的なやりとり, Skakkebaek, 1998 年 7 月 8 日）。
1859. Sharpe and Skakkebaek 1993.
1860. これはかなりの増加だし、特にデンマークでの増加は著しい（1959 年以来倍増、Toppari *et al.* 1996:774）けれど、でもこの問題は政治的な関心では足下にもおよばない。前立腺ガンと精子の質の関係は、可能性はあるけれど明らかではない；Olsen *et al.* (1996:452) の指摘では、1970 年から 1990 年にかけて、前立腺ガンの件数は大幅に増えたけれど、これはまさに精子カウントの変化を証明できない期間

だ (以下の文の議論を参照)。さらに発生件数の増加には他にもいろいろ説明が考えられる。たとえば喫煙 (Clemmesen 1997)、鉄分の不足 (Crawford 1998)、高脂肪食への移行 (Sigurdson *et al.* 1999)、10代半ばの中強度のレクリエーション活動 (Srivastava and Kreiger 2000) など。さらに、前立腺ガンはほかのガン件数と同じように早期発見が増えたために見かけ上増えているだけだという兆候もある (Sonneveld *et al.* 1999)。政治的な関心が高いのと、結びつきがはっきりしないのとで、ここでの焦点は精液の質の低下になっている。

1861. Bromwich *et al.* 1994; Sherins 1995; Auger *et al.* 1995; Irvine *et al.* 1996; Paulsen *et al.* 1996; Fisch *et al.* 1996; Fisch and Goluboff 1996; Swan *et al.* 1997.
1862. Auger *et al.* 1995; Bujan *et al.* 1996.
1863. Irvine *et al.* 1996; Suominen and Vierula 1993.
1864. Van Waeleghem *et al.* 1996; Ginsburg and Hardiman 1992; Fisch *et al.* 1996; Paulsen *et al.* 1996.
1865. Colborn *et al.* 1996:174-5. でも Toppari *et al.* (1996) はすべての結果を記述している。
1866. Colborn *et al.* 1996:173.
1867. 100人以上の男性が参加した調査 (n = 1,500)。全体として、100人以上の男性が参加した調査は Carlsen の 61 調査のうち 20 件でだったが、全観測の 90 パーセントを占めた (Fisch and Goluboff 1996:1,045)。実際問題として、アメリカは 1970 年までの調査の被験者 94 パーセントを占める (Fisch *et al.* 1996:1,013)。
1868. Fisch and Goluboff 1996.
1869. Fisch *et al.* 1996:1011. なぜニューヨークの値がそんなに高いのかはわかっていない。
1870. Fisch *et al.* 1997; Carlsen *et al.* 1992:612.
1871. New York は 1970 年以前では 1,500 人中 1,400 人を占め、1970 年以降は 12,040 人中 1,300 人を占める (Fisch and Goluboff 1996:1,045)。
1872. Fisch *et al.* 1996. このメタ研究 (Swan *et al.* 1997) がニューヨーク問題をかくもあっさり排除しているのは、ぼくにはまるっきり理解不能だ (cf. Becker and Berhane 1996)。地理的なちがいがあってもかもしれないことは明記されている。そしてかれらはアメリカ全体を含む「広い地理的範囲」を構築して、最後にニューヨーク (1.31 億/ml) とカリフォルニア (0.72 億/ml) のちがいが Carlsen *et al.* の 45 年間での下落分よりも大きいことさえ認めている。かれらがニューヨークとカリフォ

ルニアを個別に分析しなかったというのは、まったく不適切に思える。Skakkebæk は個人的なやりとり（1998年7月8日）の中で、Carlsen のデータはニューヨークについての調査を一つ含み、そこには1975年のデータとして0.79億/ml という精液の質が出ているから、1.31億という数字が出ている Fisch の調査は疑問視すべきだと述べている。これには驚かされる。Skakkebæk は、初期のニューヨークについての Carlsen のデータを使うことにはまったく問題がないとしているからだ。これらのデータでは1.20, 1.34, 1.00, 1.07億/ml となっている。Skakkebæk 自身、イギリスについて同じ年（1989）に取られたデータを使っていて、それは0.913億と0.645億と大きな差が出ている（Carlsen *et al.* 1992:610）。

1873. それでも調査には12,247人と56の研究が残っている。加重回帰分析によれば、精子数は50年で20パーセント下がっているが、統計的に有意ではない（実際の低下がゼロだという仮説を棄却できない）。Skakkebæk が個人的に話してくれたところでは、この場合の問題はデータの統計分析ではなく、むしろだれがFischの資金を出しているか調べて見るとのこと（1998年7月8日）。率直に聞いてみると、Skakkebæk は自分では、特に利害の対立を疑問視する根拠となるようなことは知らないとのこと。またSkakkebæk はFisch論文の事実関係の情報を疑問視するわけでもなく、「Fischのデータは非常に重要だ」と述べている（Bauman 1996）。Harry FischはニューヨークのColumbia-Presbyterian Medical Centerからきている。インターネット上では、Fischの動機や資金源についての非難はまったく見つけられなかった。かれは*Wall Street Journal*に対し、自分でも自分の発見には驚いていて、もともと精液の質の低下が判明するものと思っていた、と語ったとされる（<http://pw2.netcom.com/~malkin1/future.html>, 1998年7月20日アクセス [今はアクセス不能] でもこれは信頼できる情報源とは必ずしも言えない）。
1874. 個人的なやりとり, 1998年7月9日。
1875. Olsen *et al.* 1995.
1876. Keiding and Skakkebæk 1996:450. ヨーロッパについて1971–1990年の期間だけを見れば、明らかに下落傾向が見られるけれど、この傾向も統計的に有意ではない。
1877. Saidi *et al.* 1999:460.
1878. Keiding and Skakkebæk 1996の要点はこれらしい。
1879. また収集方法にも問題がある。後の調査のいくつかは自慰によって精液を集めたが、初期の調査は他の手法（実際の性交）を使うことがもっと多かった。このほうが絶対に高い精子数をもたらす（Swan *et al.* 1997:1,230）。でもこれは、どうも深

刻な問題ではないようだ。

1880. Swan *et al.* 1997:1,229.
1881. Swan *et al.* 1997:1,229. ここで記述されていることとして、3-5 日間の射精なしを求める調査において、その通りにしたのはたった 66 パーセントだった(しかもこれは当人の自己申告に基づく その 66 パーセントのうちどのくらいがウソをついたか、と言う問題もある)。Carlsen *et al.* は、禁欲生活をモニタするのは不可能だったと述べている (1992:609)。
1882. Carlsen *et al.* 1992:611.
1883. Hunt 1974:85, 87; 平均が増えたばかりか、ますます多くの男性、特に既婚者が自慰をするようになっていく。Skakkebæk の研究での精液ドナーの平均年齢は 30.8 歳だ (Carlsen *et al.* 1992:609)。だからここでは 30 歳男性の数字を使っている (でも他の年齢グループも同じ傾向を示している)。
1884. Hunt 1974:189.
1885. これらはこの文脈で一番関係があると思われるメジアン値だ。平均値は 2.5 から 2.8 にしか増えていない (Hunt 1974:190)。
1886. Blumstein and Schwartz 1983:196; Sprecher and McKinney 1993:70.
1887. Westoff 1974:137. 17 パーセントという数字は 1970 年にもっと若い回答者群用に訂正された 直接分析してみると 21 パーセント増になっている。
1888. Sprecher and McKinney 1993:70-1.
1889. Swan *et al.* 1997:1,229. 論文中で参照文献は誤って Bendvold 1989 になっているけれど、正しくは article no. 47 (Swan との個人的なやりとり, 1998 年 7 月 24 日)。
1890. Swan *et al.* 1997:1,229.
1891. James 1980:385.
1892. Carlsen *et al.* 1992:610.
1893. たとえば Anon. 1994a, 1994b; BSAEM/BSNM 1995; Gallia and Althoff 1999.
1894. Abell *et al.* 1994; Jensen *et al.* 1996. エコロジストたちは、驚いたことにあまり文句なしに「ふつうの人」と言っていていいかわからない人々、つまりデンマークの航空会社勤務者たちと比較された。
1895. Christensen 2000:4.
1896. Jensen *et al.* 1996:1,844. Tina Kold Jensen は、ぼくが彼女と話をしたときにはこの評価に賛成した (1998 年 7 月 3 日)。論文の中にはどこにも書かれていないけれど、Tina Kold Jensen の話では、エコロジストたちと対照群のデンマーク航空

会社勤務者たちとの間には、飲酒や喫煙でも特に差はないとのこと。

1897. DK EPA 1997b. ただし温室園芸家たちは、確かにエコロジストたちよりも 20 パーセント低い精子の数ではあった。
1898. Juhler *et al.* 1999.
1899. Juhler *et al.* 1999:415.
1900. James 1980:385.
1901. ただしヨーロッパだけを別に見ると、減少が見られるものの、これは統計的に有意じゃない。
1902. Sherins 1995.
1903. Joffe 2000.
1904. Fisch *et al.* 1997. この低下はさらにセックスが増えたせいとも考えられるけれど、でもこれは 1940 年代から 1970 年代にかけて見られた、全般的なセックス頻度の推移ほどは確実じゃないだろう。
1905. MacLeod and Wang (1979) はまた、この 4 つがずいぶん昔のものだと示しているけれど、この調査でどこまで一般化が認められるかははっきりしない。
1906. これはまた Stephen Safe の議論でもあった (1995)。また Arnold *et al.* 1996:1,489-90 でも見られる。
1907. Arnold *et al.* 1996.
1908. 往々にして 2 から 10 倍の相乗効果を見つけることはできたけれど、でも本当に心配されたのは、ここで述べたような本当にでっかい相乗効果だ (Raloff 1997)。
1909. *Ingeniøren*, 30, 1996, section 1, p. 4.
1910. デンマークでは、これは農薬に対する恐怖の重要要因の一つで、*Øko Vandspejlet* のようなグリーン運動が農薬の完全廃止計画を唱えるにあたっての主要な議論の一つだった (*Teknologirådet* 1997)。
1911. Raloff 1997.
1912. McLachlan 1997.
1913. *Ingeniøren*, 47, 1997; <http://www.ing.dk/arkiv/hormon5.html>。(アクセスできず)
1914. Dr. Lynn Goldman, EPA, Online 1997 で引用。「U.S. Environmental Protection Agency (EPA) は、エストロゲン薬物の相乗効果に関するルイジアナ州ニューオーリンズ市の Tulane University の有力な研究の取り下げにも関わらず、エンドクリン攪乱についての研究方針を変更しないと述べた」 (Key and Marble 1997b)。
1915. Wolff *et al.* 1993.

-
1916. Wolff *et al.* 1993:648.
1917. アメリカ議会は、ロングアイランドとアメリカ北東部で大規模な乳ガンプロジェクトのための予算を確保した USA (Safe 1997b)。
1918. Anon. 1993b.
1919. Anon. 1993c でまとめられている。
1920. Davis and Bradlow 1995.
1921. Greene and Ratner 1994.
1922. Greene and Ratner 1994.
1923. Colborn *et al.* 1996:182. この本を読むと、テオ・コルボーンの主張である「我々は著書において、それ [環境汚染と乳ガンの関係] がきわめて弱く貧弱な結びつきだと考えていることを明記した」(PBS Frontline 1998) を信じることはとうていできないのは皮肉なことだ。
1924. Colborn *et al.* 1996:182. でもどうやら、乳ガンの議論を通じてずっと、死亡率と罹患率との混同があるようだ。
1925. ACS 1999, CDC 2001a.
1926. Hulka and Stark 1995.
1927. Hulka and Stark 1995.
1928. Safe 1997a, 1998; Davidson and Yager 1997.
1929. NRC 1999:243-4.
1930. NRC 1999:258ff.
1931. Crisp *et al.* 1998:23; NRC 1999:263 も参照。
1932. NRC 1999:263.
1933. Tarone *et al.* 1997:251.
1934. Krieger *et al.* 1994:589.
1935. 「全体として、1995 年以前に発表されたこれらの調査は、DDT メタボライトや PCB と乳ガンリスクとの結びつきを支持していない」 NCR 1999:250.
1936. 大規模研究: Lopez-Carrillo *et al.* 1997; Hunter *et al.* 1997; Veer *et al.* 1997; Hoyer *et al.* 1998; Olaya-Conteras *et al.* 1998; Moysich *et al.* 1998; Dorgan *et al.* 1999, および小規模研究: Sutherland *et al.* 1996; Schechter *et al.* 1997; Liljegren *et al.* 1998; Guttus *et al.* 1998; 以下を参照: COC 1999:5; NRC 1999:251-5.
1937. Veer *et al.* 1997; cf. NRC 1999:256.
1938. COC 1999:6.

1939. COC 1999:5, 通称第一種エラー (これは第 2 章 p. 52のファイル棚問題で議論した問題だ)。NRC (1999:257-8) も同じ判断を下している。
1940. COC 1999:2; NRC 1999:258.
1941. NRC 1999:258.
1942. COC 1999:6.
1943. COC 1999:6.
1944. NRC 1999.
1945. NRC 1999:6.
1946. NRC 1999:272.
1947. NRC 1999:266-8.
1948. NRC 1999:272.
1949. NRC 1999:272.
1950. Crisp *et al.* 1998.
1951. Crisp *et al.* 1998:26.
1952. 「ほとんどすべてのデータの制約により、これらの結論は尚早なものとして見られるべきである」 Crisp *et al.* 1998:26).
1953. Crisp *et al.* 1998:14.
1954. Marshall 1991:20.
1955. Ames and Gold 1998:214.
1956. Marshall 1991:20.
1957. Meyerhoff 1993.
1958. Anon. 1999c.
1959. Anon. 1999c.
1960. Dunlap and Beus 1992.
1961. Dunlap and Beus 1992.
1962. NRC 1996:303. EPA データベースも参照, 1998b.
1963. NSC 1999:16.
1964. Pimentel *et al.* (1992) は、直接的な便益は \$160 億、直接コストは \$40 億 (農薬の費用) 間接コストはさらに \$80 億としている。直接的なコストと便益を比べたり、総合的なコストと便益を比べたりするのは意味があるけれど、直接的な便益を各種の間接コストや総合的な支出・収入と比べると議論が歪むし、直接的な収入を全体的な支出と比べるのは意味がない。Pimentel *et al.* がやっているのは後者だ (かれらは間接的な支出についてありとあらゆる項目を並べるけれど、間接的な便

益はまったく挙げない。これは主に、果物や野菜価格が低くて消費が高くなったときにガンの罹患が下がることだ)。さらに Pimentel *et al.* の想定が多くはかなり問題が多い。たとえば死んだ鳥をすべて一羽 30 ドルで計算していて、これが間接コストの 80 億のうち 20 億ドルほどになっているけれど、その鳥の価値評価がどこから出てきたのかまったく参考文献を挙げないなど。

1965. この手続きは経済コストや便益しか推計しない(だから比較可能だ)が、通常それを一般均衡モデルの中でやっているのだから、二次、三次的な経済効果についても計上されていることになる。
1966. Knutson and Smith 1999:114; Gray and Hammit 2000. もっと以前の推計については Knutson *et al.* 1990a, 1990b, 1994 を参照。
1967. Gray and Hammit 2000.
1968. Socialdemokratiet 1996; Det radikale Venstre 2000; SF (Gade 1997); Enhedslisten (Kolstrup 1999).
1969. <http://mstex03.mst.dk/fagomr/02050000.htm>.
1970. Ayer and Conklin 1990; Smith 1994.
1971. Bichel Committee 1999a:7 を参照。
1972. Bichel Committee 1999a?g.
1973. 自由な最適選択と農薬制約つき最適選択のモデルからのコスト推計, Bichel Committee 1999c:78; 「ほとんどなし」は Bichel Committee 1999a:134-5 から。
1974. たとえば Bichel Committee 1999c:78 を参照。
1975. Bichel Committee 1999c:78. 農薬散布頻度は農薬利用の一番いい指標だとされる。ただし、主要結論は 43 パーセントの削減と述べている (Bichel Committee 1999a:134) けれど、これは非最適化された今日の生産を、最適化された将来の生産と比べているため、どの作物がいちばん効率よいかをモデルが農民に伝えるという、追加の便益も組み込まれている。でももしこれが可能なら(そしてモデル内での情報制約の結果として、モデルのほうが農民たちよりもものしりだと想定しているというだけでないなら)こうした情報やその結果としての作物選択の変化は、農薬に関する配慮とは別物となる。
1976. Bichel Committee 1999a:132ff.
1977. Bichel Committee 1999c:78.
1978. Bichel Committee 1999a:133, 1992 年価値で 31 億デンマーククローネ; 9 パーセントは総農業生産 350 億デンマーククローネからきている (Statistics Denmark 1997a:436)。

1979. もし農薬削減が、1998年に総額1252億ドルの農業(USBC 2001b:452)に対して同じ割合の9パーセント削減につながるのであれば。もし総GNP \$9.236兆(USBC 2001b:456)に対して見るなら、これは\$37億になる。もちろんこんな推計は、気候、生産、市場や技術の開きがとても大きいので、まるっきりおおざっぱな数字でしかない。
1980. Bichel Committee 1999a:130.
1981. 農業生産の比率で見ると、これは\$230億(18パーセント)で、GNP比率で見ると\$740億(0.8パーセント)。
1982. Bichel Committee 1999a:129.
1983. Bichel Committee 1999a:129; 1999g:69.
1984. 農業生産の比率で見ると、これは\$930億(74パーセント)ただしこのコストはもちろん農業生産の減少からくるものだけじゃないが、ここでは目安として使っている)で、GNP比率で見ると\$2770億(3パーセント)だ。
1985. ただし農薬利用の最適化はベストケースの推計となっていることをお忘れなく。
1986. Ford *et al.* 1999.
1987. 農薬を第三世界で禁止する影響については、ここでは分析しないけれど、たぶんずっと深刻な価格増や政治的不穏や飢餓につながるだろう。
1988. Bichel Committee 1999b:155ff.; Knutson *et al.* 1994; Zilberman *et al.* 1991と比べよう。
1989. Ritter *et al.* 1997:2,027. 有機農法の畑の周りでは鳥がたくさんいるとかいう話をよく聞かされる(Bichel Committee 1999d:188)というのはいささか皮肉なことだ。というのもこの情報は、有機農法だとどれだけ追加の森林をつぶす必要があるかについても説明がない限り、何の意味もないからだ。
1990. Zilberman 1991:520; Ritter *et al.* 1997:2,027. 食物に費やされるデンマークの予算は16パーセントくらいで、アメリカでは8パーセントくらい(Meade and Rosen 1996)。
1991. Edgerton *et al.* 1996:108-10; Knutson and Smith 1999:109; Lutz and Smallwood 1995. Patterson and Block (1988:284)によれば、人々が食べる果物や野菜の相対的な量は所得増に伴って増える。
1992. Lutz and Smallwood 1995. ちなみに主要なでんぶん摂取はジャガイモ消費が増えても得られるが、ジャガイモはガンの頻度削減には貢献しない, WCRF 1997:540.
1993. Ritter *et al.* 1997:2,027.
1994. 一番いい推量で7から31パーセントの間(WCRF 1997:540)。

1995. 169 g の果物と 128 g の野菜から成る (189 g からジャガイモを引いたもの。ジャガイモは WCRF 1997:540 からは除外されている) (ERS 1998:tables 9-2, 9-3).
1996. もとの推計値に近いところでは線形だと仮定している。これは WCRF (1997:540) で示唆されているやり方でもある。593,100 の 4.6 パーセント (ACS 1999:4)。果物や野菜価格の増加は、ふつうは肉価格の上昇にはつながらない。なぜかという飼料はまだ自由に輸入できるからだ (Bichel Committee 1999c:68)。だから所得効果はたぶん肉や脂肪の消費減にはつながらないだろう。さらにこうした消費の減少はたぶん繊維質の摂取減にもつながるだろう (Patterson and Block 1988:284)。
1997. Gillman 1996.
1998. WCRF 1997:512 *et passim*.
1999. NRC 1996.
2000. Ritter *et al.* 1997:2,030.
2001. Ritter *et al.* 1997:2,030.
2002. Abelson 1994.
2003. 当然ながら、もしある一つの国だけで農薬規制を導入して、果物や野菜の輸入に規制をかけなければ、農薬を使って栽培された安い果物や野菜を外国から相変わらず買える。価格はこれでほんの少ししか上がらない (ちなみに野菜消費が 2 パーセント下がると、毎年アメリカ人がほとんど 2,000 人余計にガンで死亡するということだ)。これはつまり、自分の地下水にあまり農薬の負担をかけずに、一方で果物や野菜の大幅な価格増も避けられるということではあるけれど、でも一方で健康にはまったくプラスの影響はない。飲料水からの農薬リスクはきわめて小さな一部でしかないからだ (cf. 図 124)。要するにまったく審美的でしかない便益 (きれいな飲料水) に \$200 億払うだけだ。だから上では、ぼくたちは総合的で一貫性のある解決策を選ぶと想定してある。
2004. この章ではぼくは種数を生物多様性の定義として使うけれど、もちろんこの用語には他にも部分的に重なる意味合いがある。たとえば生息地の数や遺伝的なバリエーションの量など。UNEP 1995 を参照。
2005. Myers 1979:4-5.
2006. Lovejoy 1980.
2007. Gore 1992:28.
2008. Diamond 1990:55.
2009. Wilson 1992:280; Regis 1997:196; Mann 1991:737.
2010. Myers と同じように 1,000 万種を使用。Stork 1997:62 で参照。

2011. 生物多様性についてのまとめの章で、Ulfstrand は Myers の 50 年間で半減と称する代物を挙げて、「エコロジストたちや進化生物学者たちは一般に、この推計に同意している」と書いている (1992:3)。もし新しい自然管理が実施されなければ、Brundtland report によれば「長期的には今日存在する生物種の少なくとも 1/4、ヘタをすると 1/3、場合によってはもっと多くの割合が失われるかもしれない」(WCED 1987:152) と述べている。インターネットサイト Web of Life によれば、毎年 50,000 種が絶滅するそうだ、http://www.weboflife.co.uk/weboflife/press_centre/pr_0006006.html。国連の *Chronicle* 誌が掲載した記事では「UNEP は生物種の最大 25 パーセントが一人の人間の生涯のうちに絶滅する可能性がある」と予測している」(Anon. 1992a:52)。Greenpeace はウェブサイト「地球の生物種の半分が今後 75 年で消滅する可能性が高い」と述べていた。この文書は、ぼくがデンマークの日刊紙 *Politiken* で批判した後で、Greenpeace のデンマーク議長の要請で削除された (18 February 1998, <http://www.greenpeace.org/~comms/cbio/bdfact.html>)。本章はかなりの部分を Simon and Wildawsky 1995 に負っている。
2012. Botkin and Keller 1998:235.
2013. UNEP 1995:204-5.
2014. UNEP 1995:208.
2015. Stork 1997:50.
2016. Stork 1997:56-8.
2017. これは Ehrlich (1995:224) の論点でもある: 「絶滅についての世論は、カリスマ的な大脊椎動物の絶滅を報道する場合に比べて、科学的な調査ではあまり動かされな
いだろう。(中略) 素人はパンダやクジラにならうまく同情できる」
2018. たとえば WCED 1987:155ff.
2019. Myers 1983.
2020. Pimentel *et al.* 1997; Costanza *et al.* 1997; ちなみに Constanza *et al.* の、世界 GDP の 180 パーセントという参照はまちがっているようだ: Pearce 1998; IMF 2000a:113.
2021. たとえば Pimentel and Pimentel 1999:423; Janetos 1997. The Brundtland report (WCED 1987:155) によれば「種の遺伝材料に内在する経済価値だけでも種の保存を正当化するには十分である」
2022. たとえば Pearce 1998; Pimm 1997; Sagoff 1997 を参照。
2023. Simpson and Sedjo 1996; Simpson and Craft 1996. Simpson and Sedjo によれ

ば、500万種いる中の最後に絶滅した1種の価値はたった \$10-37 —とてつもなく小さな金額だ (1996:24)。だからかれらは「生物多様性の見返りから生じる保護への経済インセンティブは無視できるほど小さい」と結論づける (1996:31)。同じように、Simpson and Craft の推定では全世界の種の 25 パーセントの価値は US\$ 1110 億、あるいは世界の年間総 GDP の 0.4 パーセントだ (1996:16-17)。

2024. Kaplan 1998; Cambell 1993. The Brundtland report は、アメリカのトウモロコシが葉のカビによって 1970 年に深刻な打撃を受け、それがメキシコのトウモロコシ品種からの遺伝材料によって救われたという似たような例を挙げている (WCED 1987:155)。
2025. De Quattro 1994.
2026. UNEP 1995:202.
2027. May *et al.* 1995:3.
2028. Ehrlich and Wilson 1991:759.
2029. Botkin and Keller 1998:235-6.
2030. Steadman 1995; cf. Goudie 1993:115ff.
2031. Diamond 1990:56.
2032. Reid 1992:55.
2033. Myers 1979:4-5.
2034. Myers 1979:4 は 1,000 と書いているけれど、かれの唯一の参考文献から、これが本当は 100 なのは明らかだ: 「いままでの世界的な絶滅率は 1 世紀あたり 10,000 種と推定されている」 (Holden 1974:646)。
2035. Myers 1979:4.
2036. Myers 1979:5.
2037. Lovejoy (1980:331) によれば $563e3/3e6 = 18.75$ パーセント あるいは $1,875e3/1e7 = 18.75$ パーセントだ。
2038. Lovejoy 1980:330, graph D を使用。
2039. これはまた「生息地の消失、有害物質の存在、富栄養化、温帯での森林の単純化、酸性雨など」による推定 8 パーセントの削減を含む (Lovejoy 1980:331, note E)。
2040. 森林の章でも見たように, cf. Broecker 1970.
2041. たとえば Stork 1997:57 を参照。
2042. またもや Ehrlich (1995:224) が思い出される: 「絶滅についての世論は、カリスマ的な大脊椎動物の絶滅を報道する場合に比べて、科学的な調査ではあまり動かされないだろう。(中略) 素人はパンダやクジラにならうまく同情できる」

2043. たとえば Simberloff 1992.
2044. なにやらラッファー曲線によく似ている。これは 1970 年代末に、Ronald Reagan のために紙ナプキンの裏に書かれた経済的なグラフで、これが後にレーガノミックスの知的な背景となった。
2045. Mann 1991:737.
2046. Simberloff 1992:85. Simberloff はここで、3 種の鳥が絶滅したけれど、でも森林の伐採はそのうち 2 種とは関係ない、と書いている。
2047. Lugo 1988:66.
2048. もちろん、ニッチの数を変えたら、もっと鳥の数は増えるから、これは別に驚くべきことじゃない。最も大きな発見は、絶滅した鳥がたった 7 種しかいなかった、ということだ。
2049. Lugo 1988:60.
2050. Myers 1979:43.
2051. Colinvaux 1989:68.
2052. Mann 1991:737 で引用。
2053. Mann 1991:736 で引用。
2054. Mann 1991:736 で引用。
2055. Mann 1991:736 で引用。
2056. Mann 1991:736 で引用。
2057. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources; <http://www.iucn.org/>.
2058. Heywood and Stuart 1992:93.
2059. Heywood and Stuart 1992:94.
2060. Heywood and Stuart 1992:96, 強調は引用者。
2061. Gentry 1986.
2062. Diamond 1990:56; Heywood and Stuart 1992:96.
2063. Mann 1991:738 で引用。
2064. Haywood and Stuart 1992:96.
2065. Brown and Brown 1992:121.
2066. Brown and Brown 1992:127, 強調は引用者。ちなみに、果実を食べる大きな地上に住む鳥ミツミツは、過去数十年にはブラジル北部のアラゴアスの沿岸部低地森林にしか生息していおらず、おそらくは野生ですでに絶滅して、ごく少数が指摘に捕獲されて生きているだけだ (Baillie and Groombridge 1997, <http://www.iucn.org/>).

- //www.wcmc.org.uk/species/data/red_note/18610.htm, Fog 1999:133)。
2067. Brown and Brown 1992:127.
2068. Brown and Brown 1992:127. Fog によればその後、植物種が 10 種絶滅したと宣言されたそうだ (1999:133)。
2069. Brown and Brown 1992:128.
2070. Haywood and Stuart 1992:98.
2071. Heywood and Stuart 1992:102. ここでの問題は (もちろんながら) このおっかない数字を裏付けるのに必要な経験的データを持っているのか、それとも研究者たちが、単にこうしたすさまじい絶滅速度が将来的に実現すると恐れているだけなのか、ということだ。
2072. Holdgate 1992:xvii.
2073. Stork 1997:60-1.
2074. Smith *et al.* 1993a.
2075. Stork (1997:61) は、今後 300 年で全 800 万種のうち 100,000 から 500,000 種が絶滅すると推定している。これは最大で 10 年あたり 0.208 パーセントということで、平均の 350,000 種は 50 年ごとに 0.729 パーセントに相当する。これは本章のはじめに述べた数字だ。
2076. 無脊椎動物の種の数に圧倒的に多く、その平均種寿命は $11e6$ 年と推定されているので (May *et al.* 1995:3)、今後 50 年で 1,540 倍の絶滅速度はつまり $1500 * (1/11e6) * 50 = 0.7\%$ となる。今日、多くのグリーン団体が絶滅速度をパーセントでは論じなくなり、自然絶滅の何倍かで語るようになったことをここでよく考えてみるのも有意義だろう。自然絶滅の何倍かという数字はずっと情報量が少ないにもかかわらずかれらはそうしているのだ。たぶんこれは、後者のほうがずっと恐ろしげに聞こえるということと大いに関係している可能性がありそうだ。
2077. Stork 1997:62-3 の概論を参照。
2078. Sagoff 1995, FAO 2000d:207, Victor and Ausubel 2000.
2079. UNEP 1995:12.
2080. UNEP 1995:244.
2081. 無脊椎動物の種としての寿命 $11e6$ 年 (May *et al.* 1995:3) と、引用を自然背景の 200 から 2,000 倍と解釈した場合 (「数千倍でないにせよ」というからには、何千倍ではあっても 9,999 倍にはならないと言う意味だろう) : $200 * (1/11e6) * 50 = 0.09\%$ で $2000 * (1/11e6) * 50 = 0.9\%$ となる。著者たちはあまり一貫性がなくて、背景絶滅速度の 1000 倍というのが 50 年で 2 パーセントになる、と主張するとき

- には (UNEP 1995:235)、種としての寿命としてかなり低いものを使っていて、結論としては今後 50 年で 0.4-4 パーセントくらいになる。
2082. 熱帯林の絶滅速度を「一日 50-150 種で、なおも加速中」と述べている (Myers and Lanting 1999)。
2083. Western and Pearl 1989:xi.
2084. Ehrlich and Ehrlich 1996:112-13.
2085. Diamond 1989:41.
2086. Diamond 1989:41.
2087. <http://www.biodiv.org/conv/background.html>. (アクセスできず)
2088. CBD 1992:Article 10.
2089. Mann and Plummer 1993.
2090. Wildlands Project 参加者の一人はまさに、これが「キチガイ沙汰」に聞こえるかもしれないけれど、「科学が示しているのはおおむねこういう方向性だ」 (Mann and Plummer 1993:1868) と述べている。
2091. WCED 1987:152.
2092. http://www.weboflife.co.uk/weboflife/press_centre/pr_0006006.html.
2093. WI 1999a:19, Al Gore (1992:92) が繰り返している発言でもある。
2094. 地球温暖化は、地球の温度が温室効果によって上がるという懸念だ、IPCC が使っている技術的な用語は、もっと範囲の広い「人間活動に起因する気候変動」だ (IPCC 2001a:Glossary)。これはどんな気候変数の状態あるいは変動性についてのあらゆる変化を含む。
2095. いささか皮肉なことではあるけれど、ほんの 20-30 年前には、ほとんどみんな、きたる氷河期の到来を心配していたのだった (Bray 1991)。
2096. PCSD 1999:10.
2097. WI 2000a:16.
2098. UNDP 1998b:4.
2099. DiCaprio 2000. Al Gore は地球温暖化を「我々の文明が直面している一番深刻な問題」と呼んでいる。Carrel 1994 での引用。
2100. Chumley 2001.
2101. Greenpeace 2000.
2102. WI 2000a:17.
2103. Greenpeace 2000. 以下の IPCC の発言と比べよう: 「したがって化石燃料の希少

- 性は、少なくとも地球全体のレベルでは、気候変動削減を考えるにあたっては重要な条件ではない」 IPCC 2001c:TS.3.2.
2104. Greenpeace 2000.
2105. WI 1999a:35.
2106. WI 1999a:35; Hoffert *et al.* 1998: 884.
2107. たとえば Michaels and Balling 2000:7-9 を参照
2108. DiCaprio 2000, たとえば Clinton 1999, 2000 など他の発言ときわめて似ている。
2109. <http://www.ipcc.ch>. だからこの部分では、IPCC が公平無私な真実の提供者であるとどこまで考えていいのかについての評価は大幅に減らす。IPCC の報告はしばしば報道では、科学者 2,000 人の作業結果だと述べられているけれど、数えてみると、主要著者は 80 人しかいない。そして実際に気候モデルの作業をした人は、その中でもごく少数だ。確かに、結果が 直接・間接的に 2,000 人近くの科学者や役人に承認されたというのは事実だ。でも、ここでの科学者たちは気候研究の中でもおおむね周辺的な領域に参与している人の方が多い、ということは認識しておこう。大西洋の海底にある古代の貝殻について専門的知識を持っているからといって、それだけで気象モデルやその予測結果について知見に富んだ判断が下せるかどうかは、実はまるでわからない。でも、 CO_2 による人類への脅威がある程度成立しないと、自分の専門領域での研究補助金をもらうのはむずかしくなるのは、かなり確実だ。IPCC のコンピュータモデル結果に反対意見を述べるには、勇気と非常に強い信念が必要だ。自分一人の研究予算が危うくなるばかりか、同じ分野の他の人々全員の研究予算まで危険にさらすことになるからだ。(Laut 1997:41-2 も参照)
2110. たとえば以下を参照: Ross and Blackmore 1996; Mahlman 1997; Karl and Trenberth 1999.
2111. 2100 年には CO_2 は A2 シナリオでの総放射強制力の 68 パーセントから、B1 シナリオでの 97 パーセントまでのどこになるかわからない。IPCC 2001a:table 6.14, (cp. IPCC 1996a:24; cf. IPCC 1997a:8).
2112. IPCC 2001a:1.2.1, Ross and Blackmore 1996:135; IPCC 1996a:57.
2113. 1980 年代の場合、IPCC 1996a:79. 1990 年代の数字はまだ出ていない。IPCC 2001a:table 3.3.
2114. IPCC 2001a:3.2.2.4, 1996a:79.
2115. IPCC 2001a:3.1.
2116. Met Office 2001.

2117. IPCC 2001a:2.3.2
2118. その他各種の指標は NOAA Paleoclimatology Program (NOAA 2001) を参照。
2119. Jäger and Barry 1990:335.
2120. 15,000 年前から 6,000 年前は 1cm/年, IPCC 2001a:TS:B4, 11.2.4.1, figure 11.4.
2121. 「完新世初期は、全般に 20 世紀よりも暖かった」 IPCC 2001a:2.4.2, table 2.4; cp. Jager and Barry 1990:337.
2122. IPCC 2001a:2.4.2.
2123. IPCC 2001a:2.4.2, Petit *et al.* 1999.
2124. IPCC 2001d:figure 1.
2125. たとえば NAST 2000:13, Hileman 1999:16.
2126. Mann *et al.* 1999a:762.
2127. IPCC 2001a:2.3.5.
2128. たとえば Kerr 1999.
2129. Reiter 2000 は、流氷が大幅に南下したこともあったため、エスキモーがカヤックでスコットランドに乗りつけた記録が 6 回あることさえ記録している。
2130. Burroughs 1997:109 も参照。
2131. Reiter 2000.
2132. Mann *et al.* 1999a:762.
2133. Jäger & Barry 1990:335, *Encyclopedia Britannica*: Holocene Epoch.
2134. Dillin 2000, *Encyclopedia Britannica*: Holocene Epoch.
2135. *Encyclopedia Britannica*: Holocene Epoch.
2136. Jäger & Barry 1990:337, IPCC 1990:202.
2137. IPCC 2001a:2.3.3.
2138. Mann *et al.* 1999a:760, 761.
2139. IPCC 2001a:2.3.2.1.
2140. IPCC 2001a:2.3.2.1, Mann *et al.* (1999a:760) は実際に 1400 年からの他のデータを使って、木の年輪データから CO_2 の影響を除去しようとしている。
2141. たとえば Barnett *et al.* 1999:2636 にあるレビューを参照。
2142. これが 20 世紀の温度以下になっているのは、それが 1881–1960 年の平均にあわせてあるからで、この時期の実測温度は 1961–1990 年の温度より $0.17^\circ C$ 低いのだ。
2143. Barnett *et al.* 1999:2635.
2144. IPCC 2001a:2.4.2, Kerr 1999, Broecker 2001.
2145. IPCC 2001a:2.4.2, Cowen 1996. こうした温度変化がないというのは、平均化に

よるものかもしれない(大規模な温度変化は完全に地域的なもので、起こった時期がちがっていた)けれど、すでに見たように、これはもっぱら北アメリカの木の年輪データに基づいている 1000–1400 年については当てはまらないし、それ以降についても Jones *et al.* 1998 と Pollack *et al.* 2000 の両方に矛盾している。

2146. 都市熱についてどう調整するかについては大いに議論が行われてきた(温度計はほとんどすべてが大都市に近く、大都市はますます成長してきたので、ますます多くの熱を集め、放出するようになっている)。が、ここではこの件には触れない(たとえば Burroughs 1997:114 を参照)。誤差範囲はそんなに大きくなさそうだからだ。Peterson *et al.* (1999) は、地方部の観測局だけを使って、地球温度についてほとんど同じ時系列データを出している。IPCC の推計では、誤差は過去 1 世紀で 0.05°C 以下だ (2001a:2.2.2.1)。
2147. IPCC 2001a:2.2.2.3.
2148. Barnett *et al.* 1999:2,637, IPCC 2001a:2.2.2.4.
2149. Tett *et al.* (1999) によれば「20 世紀初期の温暖化の説明はずっと困難だ」とのこと。また Delworth and Knutson (2000) によれば温度変化曲線をモデル化するには『極度に大きな』自然変動が必要となるとのこと。ふつう、シミュレーションでは 1910-45 年の温度上昇はあっさり無視する。たとえば Barnett *et al.* 1999:2,634; IPCC 1997c:30 を参照。温度データをこうした形で解釈するのは、批判と疑問を引き起こしている。気象学の名誉教授でもと国連世界気象機関 (UN World Meteorological Organization) 長官だった Aksel Wiin-Nielsen は、温度上昇の初期の部分は自然増だったのだから、最近の温度増もまた自然原因でなかったはずはない、と論じている (Christensen and Wiin-Nielsen 1996:58-9)。
2150. IPCC 2001a:6.15.1, 12.2.3.1.figure 12.7, 8.6.4. IPCC 2001a:6.11.1.1.2 によれば、過去の宇宙線照射推移に関する科学理解は「非常に低い」。
2151. IPCC 1990:xvii-xviii.
2152. IPCC 1992:75, cp. IPCC 1995.
2153. IPCC 2000a&b, 2000a:27.
2154. IPCC 2000a:46, 4 つのマーカーシナリオと、二つの例示的なシナリオが A1 から。
2155. IPCC 2000a:169ff.
2156. こうした特定のシナリオが特別扱いされるということは、A1 が実は一番「通常」シナリオだということを示すのではということ一度も明言はされていないが、こうした利点も A1 シナリオがさらに細切れにされたためにすぐに失われた。
2157. IPCC 2000a:3.

2158. IPCC 2000a:46.
2159. IPCC 1996a:323.
2160. IPCC 1996a:364.
2161. IPCC 1996a:5.
2162. IPCC 2001d:6.
2163. 仕組みの基本的な説明としては IPCC 2001:TS:Box 3, 1997c を参照。
2164. See IPCC 2001:TS:Box 3.
2165. Kerr 1997a.
2166. パラメータ化は実際の相互作用をモデル化できない(相互作用はきわめて非線形が高い可能性がある)。単に関数的な関係が示されるだけだ。; IPCC 1997c:2 *et passim*; Christensen and Wiin-Nielsen 1996:23 を参照。
2167. 「将来の気候は気候モデルを使って予測されている」(IPCC 1996a:31). Cf. コンピュータモデルは「人間活動が気候にどう影響するかを計測する唯一の方法である」(Burroughs 1997:148).
2168. IPCC 2001a:TS:D1, 1.3.1, 7.2.1.
2169. IPCC 1996a:295.
2170. Shine *et al.* 1999:212-13; Hansen *et al.* 1998:12,757-8.
2171. Mitchell *et al.* 1995.
2172. すでに述べたとおり、一部の増加は太陽輻射の増加によって説明できるかもしれないが、データは非常に不明確。IPCC 2001a:6.15.1, 12.2.3.1, figure 12.7, 8.6.4.
2173. IPCC 2001a:5.4.3.
2174. IPCC 2001a:figure 6.6, 5.executive summary.
2175. IPCC 2001a:1.3.1.
2176. : ちなみに、グラフの一部や不確実部分(たとえば飛行機雲や乱流)は table 6.11 より figure 6.6 でのほうが大きいことに注意。この場合、表のほうの数字が使われている。
2177. Hansen *et al.* 2000:9,876.
2178. 「気候変化シミュレーションは 1990 年から 2100 年の期間まで評価を行い、温室効果ガス濃度や硫黄エアロゾル濃度の変化予測についての各種シナリオに基づいている(直接効果)。いくつかの AOGCM シミュレーションはオゾンの影響や、エアロゾルの間接効果も含む(詳細は Table 9.1 を参照)。ほとんどの統合モデルは、あまり影響力の大きくない、あるいはあまりよく理解されていない強制力条件、たとえば土地利用の変化、鉱物煤塵、黒色カーボンなどは含んでいない」。 IPCC

- 2001a:9.executive summary, cp. 9.1.2.
2179. こうした問題は、以下の研究で指摘・議論されている: Harvey 2000, Rodhe *et al.* 2000, Weaver and Zwiers 2000:572.
2180. 大規模モデルのほとんどが、もっと一貫性のある結果を出すようになってきているという指摘は確かにその通り。でもモデル作成者の何人かが指摘したように、これは大規模モデルがもっと正確になってきたおかげかもしれない一方で、モデルがすべて同じまちがいをするようになってきたせいかもしれない。 Kerr 1997a.
2181. Shine and Forster 1999:220.
2182. IPCC 2001d:5.
2183. Shine and Forster 1999:220.
2184. Hansen *et al.* 1997.
2185. Jacobson 2001:695, cp. Andreae 2001.
2186. 「水蒸気フィードバックは、 CO_2 倍増の場合に一般回流モデルが予測している大きな温暖化において、一貫して重要なフィードバックであり続けている」'IPCC 2001a:7.2.1.1.
2187. IPCC 2001a:II.2.1, では、現在の CO_2 濃度 367ppm は 2070 年から 2200 年まで倍増する。
2188. Hall and Manabe 1999:2,333, IPCC 1997c:11-12, 2001a:1.3.1; Ross and Blackmore 1996:137.
2189. 2001a:7.2.1.
2190. IPCC 2001a:9.3.4.1.4.
2191. 「水蒸気フィードバックの強さをコントロールするのは、表面温度のアノマリーが対流圏にどのくらい影響するかということだ。影響が強ければ強いほど、水蒸気フィードバックも強化される」 (Hall and Manabe 1999:2,342).
2192. IPCC 2001a:7.2.1.1.
2193. たとえば Bengtsson *et al.* 1999.
2194. NRC 2000:41.
2195. IPCC は、対流圏の温度がモデルと実測で乖離している問題について、重要な不確実性の筆頭として挙げている。 2001a:12:executive summary.
2196. Hansen *et al.* 1995; Hurrell and Trenberth 1997. どうやら、マイクロ波データはかなりのいらだちを引き起こしたらしい 気候変動を研究する NASA の Mission to Planet Earth プログラム従業員の一人は、マイクロ波科学者 John Christy に向かって次のように述べたそうだ: 「あんたのところに煉瓦やバットを

- もって押し掛ける連中を雇ってるからな」 Royte and Benson 2001.
2197. Wentz and Schabel (1998) は、いわゆる軌道衰退についての問題を見つけた。これは人工衛星がゆっくりと軌道を下げてしまい、データが少しずつ冷える方向にぶれる、というものだ。Wentz and Schabel によれば、これは温度トレンドを 10 年あたり -0.05°C から $+0.07^{\circ}\text{C}$ に変える。でも他の人工衛星の揺れはやはり除外され(たとえば東西方向のずれや時刻のずれ)、これがいまや含まれるようになっているため、真の 1979–96 年トレンドは 10 年あたり -0.01°C だ。Christy *et al.* 2000a, 2000b を参照。
2198. NRC 2000; Santer *et al.* 2000; Gaffen *et al.* 2000; Parker 2000. IPCC 2001a:2.executive summary: 「こうした表面と対流圏低部とのトレンドの差は実際に存在しているもので、単なる計測バイアスで人工的に生じているものではないという可能性が非常に高い」
2199. IPCC (2001a:7.2.2.4) では、NCAR 大気 GCM が外的な雲の記述から、雲・液体水形成予測に切り替えたところ、東熱帯太平洋における雲による純強制力の符号さえ変えてしまい、温室効果ガス増加に対する結合モデルの反応の性質をまったく変えてしまったことが報告されている。
2200. この二つの変化は、各種の雲からどのくらい降雨が起こるか、そして日照と輻射熱が雲とどう反応するかを扱っている。Kerr 1997a.
2201. IPCC 2001a:TS:D1.
2202. およそ $\pm 3\text{W}/\text{m}^2$ 。これに対して 2100 年の CO_2 による影響は $4 - 6.7\text{W}/\text{m}^2$, IPCC 2001a:7.2.2.4.1, table II.3.1.
2203. Lindzen *et al.* 2001.
2204. Lindzen *et al.* 2001:figure 5d.
2205. 上層部の雲は地球の純温暖化につながる。Svensmark and Friis-Christensen 1997:1,226.
2206. こういうネガティブフィードバックのメカニズムは、*Science* の AOGCM レビューで追求されているものの一つだ: 「超長期の観点から地球気候の進展を観るにあたり、大規模な氷河化にも関わらず、地球はほとんど大陸氷層を持たず、太陽の照度も増して、大気中の CO_2 濃度が 10 倍くらい変動しているのに、地表平均温度が現在の平均温度と比べてそこそ狭い範囲の $\pm 5^{\circ}\text{C}$ で収まっているというのは驚くべきことだ。我々は気候を安定化させて、地球を生きた惑星に保っているネガティブフィードバックを理解する必要がある」 Grassl 2000.
2207. Lindzen *et al.* 2001:417.

2208. Lindzen *et al.* 2001:430.
2209. Lindzen *et al.* 2001:430.
2210. IPCC 1990:135, 1996a:34, 2001a:9.3.4.1.4. Harvard University の Brian Farrell は、こう発言したと引用されている: 「IPCC は二酸化炭素倍増からくる温暖化推計を摂氏 1.5 度から 4.5 度に据え置いたけれど、これは過去 20 年にわたってそこに据え置かれたままだ」 Kerr 1997a.
2211. 基準シナリオ (BaU シナリオ) は一つしかなく、CO₂ 削減シナリオは 3 つあるので、基準シナリオの中央値だけが報告されている。IPCC 1990:xxii, 336.
2212. IPCC 1996a:5-6, 289, 324.
2213. IPCC 1996a:324.
2214. IPCC 2001a:9.3.2.1, 2001d:8.
2215. IPCC 2001a:9:executive summary, 2000a:41.
2216. IPCC 2001a:9.3.1.3.
2217. IPCC 2001a:9.3.2.1.
2218. この理由はどうやら、単純モデルが別の AOGCM 群を使って調整されたためらしい。こうした AOGCM の一部は、驚いたことに新しいシナリオを実行さえしていない (たとえば GFDL_R15_a and HadCM2, IPCC 2001a:table 9.A1, table 9.1).
2219. IPCC 2001a:9.3.1.3.
2220. この範囲は IPCC 単純モデルだけで決まっているし、これは A2 と B2 の温暖化をおよそ 20 パーセントほど過大に評価するらしいから (それぞれ 18 パーセントと 23 パーセント過大に評価されている)。
2221. ほとんどのモデル作成者は「今日、気候モデルがあと 10 年は地球温暖化を人間活動と結びつけられないと同意している」 Kerr 1997a。「10 年ほどすれば結合型大気・海洋・土地モデル (CGCM) がリアルタイムに近い地球観測システムからのデータ (海洋中も含む) を取り入れつつ (中略) 観測された気候の変動しやすさや変動そのものを自然 / 人工の原因に結びつけることができるようになるだろう」 Grassl 2000.
2222. Farman *et al.* 1985.
2223. オゾン層は、とても希薄な形で高度 15km から 35km にかけて分布しているという意味では本当に「薄い」わけではないけれど、でもオゾンの総量は、もし地上に積み上げたら、厚さたった 3 mm ほどの層にしかならない (Blackmore 1996:72)。
2224. Blackmore 1996:106.
2225. 「オゾン層破壊は気候変動の大きな原因ではない」 (WMO/UNEP 1998:31), cp.

図 139の成層圏オゾンを参照。

2226. Blackmore 1996:92.
2227. WMO/UNEP 1998:18; UNEP 1999b:23.
2228. 雲の覆空率と公害の増大は、通過してくる UV-B の増加をうち消す可能性があるため、過去 10 年で UV-B が実は増えていることを示そうとするのに関心が高まっている。が、これはかなり難しいことがわかってきた。機器の調整があまりきちんとは行われておらず不安定だからだ (UNEP 1999b:99; Madronich *et al.* 1998)。
2229. UNEP 1999b:9, 13, 108-9.
2230. オゾン均衡の自然な一部は、自然に生成される N_2O と CH_4 に仲介されるけれど、1990 年代に成層圏に入る追加の活性ラジカルの 80 パーセントは人工のものだ (Blackwell 1996:83; WMO/UNEP 1998:25)。
2231. Molina and Rowland 1974.
2232. たとえば WMO/UNEP 1998:24.
2233. Blackmore 1996:83-5; WMO/UNEP 1998:23.
2234. Cf. UNEP 1999c, この文献はちょっとちがう手法を使っていて、どうも最後の数年 (1995-96) については WI 1999c といささか食い違っている。でも 1996-7 年については生産は 5 パーセントと少し増えている。これはもっぱら中国での生産増からきている。
2235. 議定書の文面は <http://www.unep.org/ozone/treaties.htm> で参照できる。
2236. UNEP 1999b:11, 90.
2237. UNEP 1999b:11, 23.
2238. UNEP 1999b:24.
2239. UNEP 1999b:103.
2240. 「オゾン破壊に対する現在および近未来での変動性を減らすための選択肢は非常に限られて」いて、「もっと長期的にはオゾン層の回復を促進するような政策オプションはほとんどない」 (UNEP 1999b:25)。
2241. たとえば Blackmore 1996:115-23 を参照。
2242. Smith *et al.* 1997b, http://www.ec.gc.ca/ozone/choices/index_e.html.
2243. Smith *et al.* 1997b, http://www.ec.gc.ca/ozone/choices/sect3_e.html.
2244. Smith *et al.* 1997b, http://www.ec.gc.ca/ozone/choices/sect2_e.html.
2245. 推計値は 1/1.06。ここで 6 パーセントは南半球での UV-B 輻射 6 パーセントと北半球での 4-7 パーセントの平均 (UNEP 1999b:23)。
2246. 南半球で予想される UV-B 輻射増は 6 パーセントで、北半球では 4-7 パーセント

- (UNEP 1999b:23; UNEP/WMO 1998:18)。
2247. Garvin and Eyles 1997:49; cf. Boyes and Stanisstreet 1998.
2248. Anon. 1997c.
2249. ESRC 1997:3.
2250. Kane 1998.
2251. たとえば Ortonne 1997。
2252. ACS 1999:15, 4.
2253. 基底細胞ガンの全患者の 99 パーセント以上は完全に治るし、扁平上皮細胞ガンの患者の 97 パーセントも完治する (de Gruijl 1999:2,004)。
2254. Longstreth *et al.* 1998:33; UNEP 1999b:22.
2255. これは全緯度の平均。
2256. カリフォルニア州フレズノ市, $36^{\circ}47'N$, カリフォルニア州ベーカーズフィールド市, $35^{\circ}22'N$ 。
2257. これは $30^{\circ}75'N$ と $30^{\circ}55'S$ で成立。
2258. 南北方向でのみ計測。
2259. IPCC (2001a:12.2.3.2) の結論は、間接的な太陽の影響は「観測データの制約と相関時系列データの短さから評価が難しく、また「我々は太陽強制力の増幅メカニズムはよくわかっていないと結論づける」とのこと (IPCC 2001a:6.11.2.2); cp. IPCC 1996a:115-17, 424。
2260. IPCC 1996a:117; Wilson 1997. Wilson はまた、太陽輻射の 1 パーセント増は $1^{\circ}C$ 温度増を引き起こすとしている。
2261. Cubasch *et al.* 1997:765. Svensmark and Friis-Christensen (1997:1,225) は、太陽輻射の変化は気候にとって大きな意義を持つには小さすぎると述べている。
2262. Friis-Christensen and Lassen 1991; Friis-Christensen 1993; Lassen and Friis-Christensen 1995; Svensmark and Friis-Christensen 1997. 説明は Calder 1997 から得られる。
2263. Lassen and Friis-Christensen 1995; ちなみにこの論文は二つの温度曲線をつなげるときにちょっと問題があったことに注意。cf. Laut and Gundermann 1998.
2264. Zhou and Butler 1998; Butler and Johnston 1996.
2265. Rossow and Schiffer 1999:2,270.
2266. ただし実際の規模はまだ議論が続いている (Svensmark and Friis-Christensen 1997:1,226)。
2267. これ以前の論文 (Svensmark and Friis-Christensen 1997:128) では、同じような

関係がずっと短い期間についてとはいえ示されていたが、この相関が高々度・中高度の雲については成立せず、使っていたデータもまずかったために批判されていたことに注目 (Kristjansson and Kristiansen 2000)。これは Marsh and Svensmark 2000 からとって提示したグラフでは修正されている。かれらの使った International Satellite Cloud Climatology Project からのデータは Rossow and Schiffer 1999 で最高と評されている。ちなみに IPCC は未だに「宇宙線が雲に与える影響についてはまだ証明されないままである」としている 2001a:6.11.2.2。

2268. Svensmark and Friis-Christensen 1997:1,230.

2269. Svensmark and Friis-Christensen 1997:1,226.

2270. Laut 1997:5, 16-17.

2271. Laut and Gundermann 1998. この重要な論文の題名 “Solar cycle length hypothesis appears to support the IPCC on global warming” (太陽周期仮説は地球温暖化について IPCC を支持するようだ) は、その内容から見て皮肉なほど不適切だと思われる。

2272. Walter (1992) は 1893 年のコロンビア万国博覧会時点でアメリカで最も著名なコメンテーター 74 人が 100 年後について予想したコメントを集めている。William A. Peffer は正しく「人は空を飛び、煙害は抑えられる」と述べている (p.68) のに対し、Erastus Wiman は食料生産と土壌流出について大いに心配しており (p.118)、未来は「税金が最低限に抑えられ、常備軍の必要がなくなる」見込みが高いと述べている (p.117)。

2273. IPCC シナリオモデル作成者たちは、一部の発展が可能性が高いと見られたにも関わらず正しくなかった例をいくつか挙げており (たとえば原子力が「料金を取ることすら高すぎるほど安上がりになる」など)、一部の発展がまるで考慮されなかったのに、すさまじい影響をもたらした例 (ガソリン動力車が 19 世紀末には市場としてまったく見込みがないと思われていたこと) も挙げている。IPCC 2000a:216.

2274. Ausubel 1995:411.

2275. 気候モデルからよい予測結果がほしければ、もちろん正しい情報をモデルに入れてやる必要がある。さもないと、ただの GIGO (ゴミを入れたらゴミが出てくる) に終わるだけだ。

2276. 「化石燃料の燃焼による CO_2 排出は、21 世紀中の大気中 CO_2 濃度の傾向に対する圧倒的な影響をもたらすのはほぼまちがいない」 IPCC 2001d:7.

2277. IPCC 1992:chapter A3, 特に p. 77.

2278. これはもとの 1990 年シナリオ (SA90) と非常によく似ている。ここでは「エネルギー

ギー供給は石炭依存度が高く、需要側では効率性上昇はほとんどない。一酸化炭素の規制もそこそこで、森林減少は熱帯林が消滅するまで続き、農業からのメタン排出や酸化窒素排出は規制されないままだ」 IPCC 1990:xxxiv.

2279. IS92 の全般的な批判については Gray 1998 を参照。
2280. IPCC 1992:78.
2281. IPCC 1992:78.
2282. IPCC (1992:80) は 1990 年から 2100 年にかけて伐採される熱帯林を 14.47 億 ha としている。ちなみに 1990 年の総熱帯林面積は 17.56 億 ha だ (FAO 1997c:12)。IPCC はこれがたった 73 パーセントだと主張している (1992:88)。
2283. メタン (CH_4) は各種の発生源から生じる。主に湿地や炭坑、石炭利用、ガス漏れや米の生産、さらには 1/5 が「内蔵発酵」 要するにウシのげっぶ から来ている。IPCC 1992:91. 図 132 で示したように、 CH_4 は温室効果による温暖化の 1/5 ほどを構成し、1850 年には 791 ppb だったのが 2000 年には 1752 ppb と倍増以上となっている (Hansen and Sato 2000; Dlugokencky *et al.* 1998, および更新のための個人的なやりとり)。IPCC IS92a シナリオは、2100 年の CH_4 濃度はさらに倍増以上の 3616 ppb となり、やはりメタンの温暖化可能性を倍増以上にすると想定している IPCC 1996a:97, 321。
2284. どれも 21 世紀の前半では増大し、B1 だけ後半になって減少する、IPCC 2001a:II.2.2。
2285. 「大気中メタンの増加率低下は、メタンの大気中での寿命にほぼ相当する安定状態に近づいたことを反映している」 Dlugokencky *et al.* 1998.
2286. なぜかといえば、この想定と強制力は $0.6W/m^2$ 、あるいは 7 パーセント高すぎるからだ (IPCC 1996a:321)。
2287. 0.6388 パーセント。これは Figure 2.3 (IPCC 1996a:83) で含意されている維持された累積成長率であり、1990 年の 355 ppmv から 2100 年に 710 ppmv に延びる。
2288. Mauna Loa 計測値 (Marland *et al.* 1999)。過去 38 年にわたり、年成長率が 0.64 パーセントを超えた年は 1973 年、1988 年、1998 年のたった 3 年しかない。
2289. 1980–98 年の 0.45065 パーセントを使用。それでも IPCC はこの予測にずいぶん自信があるようで、「最近の排出量は IS92a 予測の排出に比べると低い (中略) がこの減速は一時的なものかもしれない」と偉そうに告げている、IPCC 1996a:83。
2290. 「 CO_2 や他の温室効果ガスの所与の混ざり具合と同じだけの放射強制力を与える CO_2 濃度」 (IPCC 1997c:45)。
2291. IPCC/DDC 2000c. ちなみに IPCC によれば、1 パーセントというのはこの水準

の 20 パーセント 上とのこと (つまり 0.833 パーセント, IPCC 1996a:297) だが、でも IPCC はさらにこれをエアロゾルの CO_2 相当計測と混同して、総相当比率を 0.7 パーセントにしている (p. 313)。でもこれを現在の成長率と比べるには、追加エアロゾルからくる追加の冷却効果を差し引く必要がある。このように総 CO_2 相当物を実際の CO_2 相当物と比べるほうが簡単だ。

2292. 年成長率が 0.85 パーセントを超えた年は 1973 年、1988 年、1998 年のたった 3 年しかない (これは図 148 には出てこない。平均化されているのと、これらが極端な年だったからだ)。
2293. 1990-8 年の 0.599 パーセントを使用。
2294. IPCC/DDC 2000c.
2295. 「(コンピュータ) モデルが使う強制力シナリオは、別に何か一貫性のある世界の見方から直接出てくるわけではない。それは将来の温室効果ガス濃度の増加を恣意的に年 1 パーセントと置いたものでしかない。実はこの恣意的な強制力に一番近い IS92 排出シナリオは IS92a シナリオだ (IPCC 1996 は IS92a の年率濃度成長率をおよそ 0.85 パーセントとしている)」 IPCC/DDC 2000c. 年率 1 パーセントの「放射強制力増大は SRES シナリオの高めの値になっている」 IPCC 2001a:9.executive summary.
2296. シナリオの現実性についてのこのいい加減な態度は、IPCC 自身に原因がある。IPCC は CO_2 増加シナリオのちがいがそんなに重要かどうか考えてみたとのこと。かれらのいささか甘い結論は:「IPCC シナリオ IS92a と、 CO_2 の年 1 パーセント増を使った実験に対するモデルの反応は、倍増時点においては小さいと思われる」 IPCC 1996a:313。(IPCC はここで(誤って) IS92a が年率 0.7 パーセント増だと書いている (これはかれらの議論をさらに弱める)。要するのかれらの議論は 4 パーセントと 0.25 パーセントを比べるもので、 CO_2 増加の 16 倍の差は CO_2 温暖化の程度としては 2 倍にしかならないことに注目。でも重要な問題はもちろん、実際のちがいが実際の増加との対応でどのくらい近いかということで、これを見るとずっと線形に近いようだ。cf. IPCC 1996a:figure 6.13, p. 312.)
2297. IPCC は、濃度倍増時間がどのように影響を与えるかについて、示唆的な比較を行っている (1996a:312, IPCC 1997c:35 にも再録)。温暖化も均衡に達するまでに時間がかかるので、0.5 パーセント増のほうが 1 パーセント増よりも均衡に近く、したがってどの時点でも追加の熱が 50 パーセント増し以上になっている。cf. 図 138 の 1 パーセントと 0.5 パーセントを参照。
2298. Karl *et al.* 1997:56.

2299. IPCC 2000a:46-7, 2001a:1.3.2.
2300. B1 マーカーシナリオを担当した IMAGE グループ。de Vries *et al.* 2000:138.
2301. IPCC 2000a:170.
2302. 「最大の困難は、排出の主要推進者と、各時点でのその推進値を計算するために必要な、根底にあるパラメータの数値関数的な関係についてのデータがないことだった。ASF を含む多くのモデルはこのやり方を使わず、固定したストーリーラインに基づいている 人口推移、一人あたり GNP 推移、エネルギー利用強度の推移を合意によってあらかじめ決めてしまうか、個別モデルチームの判断に任せただけだ」 Sankovski *et al.* 2000:285.
2303. UNPD 2001a:1; IPCC 2000a:114 と比べよう。
2304. そのシナリオがどんな人口推移となるかは、モデルの前提における決定事項として提示されており、それ以上の説明はない。
2305. IPCC 2000a:149ff を参照。
2306. これは濃度で測定されていて、濃度を下げるための最初の対策は煙突を高くすることだけかもしれないけれど、実際の排出量は構造改革（固体燃料をガスや電気で置き換える）や硫黄分低下方策（たとえば脱硫装置）でも減少する。 IPCC 2000a:150.
2307. Second European Sulfur Protocol と Clean Air Act 改正のため。
2308. IPCC 2000a:151 での引用。
2309. IPCC 2001a:9:executive summary.
2310. IPCC 2000a:46.
2311. 6 つのモデルは、日本の国立環境研究所のアジア太平洋統合モデル (AIM)、アメリカの ICF Kaiser による Atmospheric Stabilization Framework Model (ASF)、オランダ RIVM の Integrated Model to Assess the Greenhouse Effect (IMAGE)、日本の東京理科大学の地球環境統合モデル (MARIA, Multiregional Approach for Resource and Industry Allocation)、オーストリア IIASA の Model for Energy Supply Strategy Alternatives and their General Environmental Impact (MESSAGE)、アメリカ PNNL の Mini Climate Assessment Model (MiniCAM) from PNNL。 Kram *et al.* 2000:337.
2312. 「私の長期予測を手短に述べると：生活の物質的な条件は、ほとんどの国のほとんどの人にとっては、ほとんどの期間に向上が続くだろう。－ 二世紀のうちに、すべての国と人類のほとんどは、今日の西洋の生活水準と同等かそれ以上になるだろう」 Regis 1997:198. ただし Simon はすべての国とほとんどの人類について

語るけれど、データはすべての発展途上国の平均でしかないことに中位。だから Simon の引用が現実化するには、平均所得が先進国の 2000 年水準よりずっと高くなければいけない。不幸にも A2 シナリオが実現してしまったとしても、この水準は 150–200 年以内には実現できるようだ。A1, B1 シナリオについては、Simon の引用は 2100 年ですでに実現されている見込みが高い。(B1 ですら、最貧困地域のインドや南アジアは、2100 年には 2000 年の平均アメリカ市民と同じくらい豊かになる。 de Vries *et al.* 2000:156.)

2313. MESSAGE の A1G (A1FI) を参照。MESSAGE は例示的な A1T を作り、OECD とまったく同じ一人あたり所得を想定している IPCC 2000a:432, 447。
2314. 世界 GDP と人口は外的に与えられているから。
2315. MESSAGE の数字 (A1T または A1FI から) vs. B1.
2316. Kram *et al.* 2000:369. B2 は「中くらい」と評価され、「そこそこ」と比べてどっちがマシなのか、正直いって何とも言い難い。
2317. これは 10 年中間期概算に基づき、2000\$ と割引率 7 パーセントを使っている。
2318. 2000 年からおよそ 0.7 パーセント。
2319. de Vries *et al.* 2000:163,141.
2320. 1990–2050 年で農作面積がほとんど 1,400Mha と一定で、それが 2100 年に 1,038Mha に減る。IPCC 2000b, de Vries *et al.* 2000:167 も参照。
2321. IPCC 2000b.
2322. 1975 年以降の指数関数的トレンド。
2323. すべて指数関数トレンドとして予測、1990–2100.
2324. すべての指標は、ある程度のエネルギー効率向上は何があっても起きると示しているようだ。基本的には、エネルギー価格が変わらない場合ですら、社会経済の脱物質化と効率性の改善のおかげだ。だから問題は、効率性がどの程度向上するかということなのだ。
2325. これは Chapman and Khanna (2000:227) の問題でもある。かれらはこうした効率性改善はあり得ないと論じているけれど、これはかれらが世界のエネルギー効率性を 1980–1996 年で比べているからで、この時期はエネルギー価格が最高から最低に下がった期間なのだ。図 65を参照。
2326. IPCC 2000a:204; 「B1-ASF シナリオは最低の燃料価格を持っている、これはエネルギー需要が低いのが一因」 Sankovski *et al.* 2000:272.
2327. どのシナリオでも原子力は 0–15 パーセント以上を占めることはなく、グラフの定性的なメッセージを変えるものではないため、ここでは化石燃料 vs 再生可能エネ

ルギーの議論だけにとどめる。

2328. ちなみに、1990年についてすら比率に大きな変動が見られるのは、各種シナリオにおいて総エネルギーや再生可能エネルギーを含める割合が一貫しておらず、定義上も差があるためのような。
2329. Mori 2000:300, de Vries *et al.* 2000:161, IPCC 2000a:204 は、2000年に\$16/バレル（誤植に非ず！）を想定し、2100年には\$40ほどを想定している（6.7バレル/toeまたはバレルあたり約6GJで換算, Craig *et al.* 1996, efunda 2001）。
2330. IPCC 2000a:138-9, 218, de Vries *et al.* 2000:161.
2331. de Vries *et al.* (2000:161) では3-5セント/kWh, Sankovski *et al.* (2000:270) では2セント/kWh。
2332. 1995年には総電気コストのたった16パーセントでしかない, EIA 1996:108.
2333. たとえばコンバインドサイクルガスタービンなどを使って。IPCC 2000a:137を参照。
2334. 「A1で化石燃料使用が低下するのは、もっぱら技術進歩のためだ。一方Bシナリオ群では、それは化石燃料に反対する政治的な感情のせいだ」 Kram *et al.* 2000:364
2335. 「石炭の競争力低下は、それが不便で汚いと思われていることに関係しており、これは強い酸性雨削減戦略とも結びついている。別の解釈としては、クリーンな石炭開発プロセス、たとえば石炭脱硫や液化・ガス化により、石炭がクリーンな燃料になるけれど、値段は上がるというもの。こうしたプロセスはこのシナリオでは明示的には考慮されていない」 de Vries *et al.* 2000:161.
2336. Bシナリオは「繁栄した公平でグリーンな世界」だとまとめられている de Vries *et al.* 2000:139. 経済への長期的な変化が生じるのは「ますます多くの人々が自分の雇用や所得を整理するからだ。これは一部はグローバリゼーション傾向への反動と、増大する失業や不平等や環境の過剰収奪の失業に対する認知度のため、市民の所得や近郊での取引型貿易システムへの支持がますます高まっている」 de Vries *et al.* 2000:140. これは平和と再調和へとつながる：「裕福な地域は、貧困地域の維持可能な開発をサポートするための一貫した有効な手法を見つける。その手法の一つとしては技術移転が挙げられる。相互信頼が高まる正のスパイラルの結果として、ほとんどの低開発地域は社会経済的な緊張を緩和することができる。汚職はだんだん消滅し、近郊紛争は協議によって解決される。この両者の誠意の機運の中で、国際組織は創始者たちが願った権威と有効性の一部を実現できるだろう」 de Vries *et al.* 2000:140. 経済にとっては「ビジネスの『グリーン化』が予想外の発展をとげる」 de Vries *et al.* 2000:140. 交通輸送分野では「環境問題と渋滞問題を解

決するために、インフラ投資への積極的な政策がとられる。大都市には地下鉄、自転車や電気バス専用レーンなどだ」 de Vries *et al.* 2000:141。そして農業となると、すでに述べたような肉から離れる動きが観られる。同じように「肥料やその他の農業投入の使用は低下しはじめる。農民たちはそうした投入をもっと選択的に使うか、維持可能な農業行動に完全に切り替えるよう教えられるからだ。(中略)地元栽培作物や伝統的な農業方式の美德が再発見される」 de Vries *et al.* 2000:141。こうして少ない資源利用が実現される:「活動や価値観やライフスタイルの変化、サービス・情報経済への移行、非公式経済の算入はすべて、経済産出 1 ユニットあたりのエネルギーや物質需要を減らすことになる(「脱物質化」、エコロジー的再構成、「ファクター 10」等)」 de Vries *et al.* 2000:141。

2337. 全文を引用すると「規範的なシナリオは、人々が実現してくれればと望むはずの状況や条件を描いたものだ。説明シナリオは、場合によっては規範的なシナリオから出発して、制約条件やそれを抑える条件を考慮しつつ、あり得そうな将来を記述しようとする。この意味では、我々のシナリオはかなり規範的なものである」 de Vries *et al.* 2000:170.
2338. Mori 2000:299, cp. Sankovski *et al.* 2000:266.
2339. 2100 年には、統合石炭ガス化コンバインドサイクル発電 (IGCC) のコストは 2.77-2.80 セント/kWh (\$7.7-7.8/GJ) と推定され、それに対して太陽光発電は 5.8-8.5 セント/kWh (\$16.2-23.6/GJ) とされる, IPCC 2000a:218-9, A1C シナリオを使った場合。
2340. 2100 年には IGCC のコストは 2.6-2.7 セント/kWh (\$7.2-7.5/GJ) と推定され、それに対して太陽光発電は 0.5-0.8 セント/kWh (\$1.4-2.3/GJ) とされる, IPCC 2000a:218-9, A1T シナリオを使った場合。
2341. もちろん、こうしたコース転換の追加コストと追加便益の両方を考えつつ。
2342. こういう具合に、再生可能エネルギーを安く見て化石燃料がもっと高くなると見積もったために IS92a は問題が多くなった。IS92a は、1990 年から 2100 年でエネルギー生産が 4 倍増すると予測している (344EJ から 1453EJ), IPCC 1992:84。化石燃料は 2025 年にはエネルギー生産の 85 パーセントを占め(驚くべきことに、これは今日の 80 パーセントより多い。図 63参照)、2100 年にもまだ 57 パーセントくらいを占めている。総エネルギー生産は 4 倍増することになっているから、これはつまり化石燃料生産は 21 世紀中に 3 倍になるということだ。同時に IPCC は、この化石燃料消費のお値段は高くなると予想している。石油 1 バレルは現在の US\$10-30 から 2025 年には US\$55、2100 年には US\$70 になる。最後に IPCC は

以下のように述べる：「非化石エネルギー供給のコストは今後 100 年で大幅に低下する。たとえば太陽光発電価格は、ISA92a では US\$0.075/kWh まで下がると予想されている。(中略)全体として、再生可能エネルギーは 1990 年では化石燃料に比べて大幅な価格競争力はないけれど、その市場浸透は 2025 年頃、単位コストが下がるとともに化石燃料コストが急速に上がるにつれて加速する」 IPCC 1992:84.

それでも IPCC は、2025 年には非化石燃料の市場シェアは下がると見ていて、2100 年になっても、これだけさまざまな化石燃料価格にもかかわらず、非化石燃料のシェアはちょっとしか増えないと思っているわけだ。ずいぶん変な話だ。

2343. 以下を参照；図 72; Anon. 1999f; Hasek 2000; Bucci 1999; Carts-Powell 1997; Hoagland 1995.
2344. Chakravorty *et al.* 1997.
2345. ちなみに、ここではソーラー発電コストしか論じていないけれど、もちろん変換コスト（電力から末端利用、たとえば車用の水素などへの変換）はかかる。この部分も、提示されたモデルには含まれている (Chakravorty *et al.* 1997:1,218-19)。
2346. IPCC 2000a:216.
2347. Chakravorty *et al.* 1997:1,208. 核融合については Ariza 2000; Yonas 1998 を参照。
2348. Chakravorty *et al.* 1997:1,220.
2349. IPCC 2001a:table II.1.1, 2000a:218-9.
2350. Chakravorty *et al.* 1997:1,217.
2351. Chakravorty *et al.* 1997:1,221.
2352. Chakravorty *et al.* 1997:1,224-5.
2353. IPCC 2000a:137.
2354. Chakravorty *et al.* 1997:1,223.
2355. Chakravorty *et al.* 1997:1,224.
2356. これは IS92 の硫黄エアロゾルに関する想定を使っているせいかもしれない。それでも、以下では Chakravorty *et al.* 1997 からの相対的な結論だけを使う。
2357. Chakravorty *et al.* 1997:1,223.
2358. Chakravorty *et al.* 1997:1,203.
2359. 実は Chakravorty *et al.* (1997:1,225-7) は、あらゆる変換コストでの一様な削減はたぶんソーラー発電への移行を遅らせるように影響することを示している。これは単純に、化石燃料を使うのがずっと安くなるからだ。
2360. これは Tsur and Zemel 2000 の結論でもある。

2361. Margolis and Kammen 1999:582.
2362. Chakravorty *et al.* 1997:1,224; Tsur and Zemel 2000:391.
2363. Asimov and Pohl 1991:34.
2364. Asimov and Pohl 1991:34.
2365. Rosenzweig and Parry 1994:133, これは IPCC 1996b:451 の参照文献でもある。
2366. ここで示した基本的な結果はほとんどの最近の研究とも整合している。たとえば Reilly and Schimmelpfennig 1999; Parry *et al.* 1999。さらに IPCC 2001b:5.3.1ff はもっといい結果をまとめていない。
2367. IPCC 1996b:429; Crosson 1997b:1.
2368. Crosson 1997b:1; IPCC 1996a:4-5.
2369. ほぼ一貫して一番悲観的なモデルは UK Met Office (1997) からのものだ。
2370. 2080 年での穀物生産量は、地球温暖化なしでは 40.12 億トン (Parry *et al.* 1999:S60) で、地球温暖化が起こるとこれが 1 億トン減る (Parry *et al.* 1999:S62; HadCM3 はどうもかなり得体の知れない結果を出しがちだ。以下参照　ここでは 1.6 億トンほど)。ちなみに 1999 年の実績は 20.64 億トン (FAO 2000a), cf. Met Office 1997:12-13。
2371. これはよく知られた現象で、無数の調査で記述されている　たとえば Rötter and van de Geijn 1999:653ff での最近のレビューを参照。
2372. IPCC 2001b:5.3.3.1, ただしこれはもちろん、温度上昇がそこそこの場合にしか使えない　米の場合、 26°C 以上になると他の阻害要因が効いてくる。IPCC 2001b:TS:4.2 も参照。
2373. IPCC 1996b:431, 2001b:box 5-4.
2374. Crosson 1997b:2.
2375. こうした変化は明らかに地球温暖化による農業への影響を決めるのにきわめて重要だが、IPCC はこうした農業経済的適応のモデル化においては 1996 年以来ほとんど進歩が見られないと結論している。IPCC 2001b:5.3.4.
2376. IPCC 2001b:executive summary, 強調は引用者追加, cp. 2001b:5.3.5: 「総合的な福祉への影響は国内総生産のほんの小さな割合であり、しかも特に CO_2 肥料効果の影響まで考慮すると、おおむねプラスの影響が多い」。ちなみに、IPCC は、「非常に低い信頼度」としつつも、 2.5°C 以上の気温上昇が起きたら食料価格が上がる可能性はあると述べている。2001b:5.3.6.
2377. Crosson 1997b:3; Reilly and Schimmelpfennig 1999:762ff.
2378. IPCC 2001b:5.3.5, ここではまた「発展途上地域は、比較的発展した地域に比べ

て、プラスの度合いが低い、またはマイナス面の大きい福祉効果が出やすいと思われる」と述べた他の研究も参照されている。

2379. Crosson 1997b:3.
2380. Crosson 1997b:2.
2381. *Newsweek*, 22 January 1996, Kaplan 1996.
2382. Shute *et al.* 2001. ちなみに *U.S. News & World Report* が心配している「水戦争」というのは、まさに第 13 章で論じた手合いの代物だ。IPCC もまた、そういう展開はあり得るけれど、でもまさに第 13 章で論じたような論点から「信頼度低」でしかないと述べている (IPCC は別の論文を参照さえしている、Wolf, 1998, IPCC 2001b:7.2.2.3.).
2383. Shute *et al.* 2001.
2384. Laut 1997:23, World Bank 1992, Box 8.2.
2385. Agarwal and Narian 1998.
2386. Yohe and Neumann 1997:250.
2387. IPCC 1996a:4, 6, 2001a:table 11.10, II.5.1.
2388. IPCC 2001a:table II.5.2&3.
2389. IPCC 2001a:table II.5.4&5.
2390. Met Office 1997:14.
2391. IPCC 2001e:3.6, 2001b:7.2.1.2, Nicholls *et al.* 1999 の結果を使用している。
2392. Nicholls *et al.* 1999:S78.
2393. Nicholls *et al.* 1999:S78.
2394. Nicholls *et al.* 1999:S78, IPCC 2001e:3.6.
2395. Nicholls *et al.* 1999:S78.
2396. Nicholls *et al.* 1999:S75.
2397. IPCC 1998:7.
2398. IPCC 2001e:3.6, cp. 2001b:7.2.1.2, El-Raey (1997) と Zeidler (1997) を参照している。
2399. 「結果の分析を観ると、0.5 m の海面上昇の場合、もし何の対策も採られなければ、同市の 30% くらいが水没のために失われる」 El-Raey 1997:31, 強調は引用者。
2400. 失われた価値 (\$28 billion) とリスク下にある価値 (\$18 billion), Zeidler 1997:165, IPCC, 2001b:7.2.1.2 で言及。
2401. Zeidler 1997:165.
2402. Zeidler 1997:164, 165 は、2030 年の 30cm の海面上昇の場合に 12 億ドル (SLR2)

という数字を、2100年に30cmの上昇が起きた場合の被害上限として使っている。これはマネタイズされていない。また、こうしたコストは、事前予測と対応を含んでいるアメリカの数字と比べると、ずいぶん高すぎるように思えることに注意。Yohe and Neumann 1997, IPCC 2001b:7.2.1.2.

- 2403. IPCC 2001b:7.executive summary.
- 2404. Shute *et al.* 2001.
- 2405. IPCC は過去 100 年で 10–20 cm と見積もっている, 2001a:table 11.10.
- 2406. Matthews 2000.
- 2407. IPCC 2001b:7.2.1.2, Yohe and Neumann 1997.
- 2408. IPCC 2001b:7.2.1.2.
- 2409. Miami EDD 2001b.
- 2410. Miami EDD 2001a.
- 2411. *U.S. News & World Report*: 「北半球の都市はかなりの確率でずっと熱くなり、シカゴや上海のような都市で熱射病による死者を増やすだろう」 Shute *et al.* 2001.
- 2412. IPCC 1996b:563, 2001b:9.executive summary, 9.4.1.
- 2413. IPCC 2001b:9.4.2.
- 2414. NSC 1990:10; 1999:16; IPCC 1996b:570.
- 2415. IPCC 2001b:9.4.1-2.
- 2416. Keatinge *et al.* 2000:671.
- 2417. Keatinge *et al.* 2000:672.
- 2418. Keatinge *et al.* 2000:673.
- 2419. IPCC 1996b:571ff.; Martens *et al.* 1999.
- 2420. IPCC 1996a:571; Reiter 2000:1.
- 2421. Reiter 2000:9.
- 2422. Reiter 2000:9.
- 2423. IPCC 1996b:572; Morgan and Dowlatabadi 1996:357.
- 2424. Longstreth 1999:172.
- 2425. Shute *et al.* 2001.
- 2426. IPCC 2001b:9.7.1.1
- 2427. IPCC 2001b:9.7.1.1.
- 2428. Rogers and Randolph 2000, IPCC 2001b:9.7.1.1 で参照されている。
- 2429. Cook 1998.
- 2430. Anon. 1999b.

-
2431. Fedorov and Philander 2000:2000; Latif and Grotzner 2000; Elsner and Kocher 2000; Qian *et al.* 2000.
2432. Fedorov and Philander 2000:1,997.
2433. Sandweiss *et al.* 1996.
2434. Fedorov and Philander 2000:1,997.
2435. Grove 1998:318.
2436. Sandweiss *et al.* 1996, DeVries *et al.* 1997; Wells and Noller 1997; Sandweiss *et al.* 1997 の論争も参照。
2437. Mantua *et al.* 1997.
2438. Timmermann *et al.* 1999 と Collins 2000 では CO_2 濃度の 4 倍増しか示していない。
2439. Fedorov and Philander 2000:2,001.
2440. IPCC 2001a:9.3.6.5. IPCC はまた、年間変動率はモデルごとにもちがっていて、現時点ではモデルの限界についてはかなり不確定性があるとしている。2001a:9.executive summary.
2441. Bove 1998; Pielke and Landsea 1999.
2442. こうした発言はアメリカ議会をはじめ多くの人が行っている。これは Pielke and Landsea 1998 でも指摘されている。また Asimov and Pohl (1991:19) も参照: 「地球温暖化がハリケーンの数や強度を大幅に増大させる見込みはかなり高いし、その増大はすでに始まっているかもしれない」
2443. Kaplan 1996.
2444. Begley and Glick 1996.
2445. Pope 1998.
2446. Smith 2000.
2447. UNEP 2000:31.
2448. IPCC 1996a:168ff. 熱帯性暴風雨についてのオンライン概論については Landsea 2000 や Swiss Re 1997 を参照。
2449. IPCC 1996a:173. ちなみに IPCC 1996b:547 はこの発言と矛盾している。そこでは「多くの保険業者は異常事象の頻度が高まったと感じている」と書かれている。この「感じている」議論は科学的な報告書の中ではいささか場違いだし、以下で論じる Henderson-Sellers *et al.* 1998:22 でも批判されている。下では、このアプローチがなぜまちがっているかを示そう。
2450. IPCC 2001a:2.executive summary.

2451. IPCC2001a:2.executive summary.
2452. IPCC2001a:2.executive summary.
2453. Mahlman 1997.
2454. Landsea 2000; Henderson-Sellers *et al.* 1998:20. たとえば地震はもっと高くなる。1995年の神戸震災は\$1,000億以上もかかった (Munich Re 1998:29, 2000)。
2455. IPCC 1996a:334.
2456. Bengtsson *et al.* 1996; Knutson and Tuleya 1999; Druryan *et al.* 1999; Yoshimura 1999 (Meehl 2000:433 で引用)。
2457. Meehl *et al.* 2000:431.
2458. たとえば Druryan *et al.* 1999.
2459. Henderson-Sellers *et al.* 1998:35.
2460. IPCC 1996a:334.
2461. Karl *et al.* 1997:59. Cf. 「被害を与える風の増加を示唆する証拠はほとんどない」 (Karl 1999:2)。
2462. Henderson-Sellers *et al.* 1998:19.
2463. IPCC 2001a:9.3.6.6, 以下のように続いている:「いまではこうした変化の可能性について検討した研究は多数存在し、一部は弱いが数的には多い深めの中緯度の低気圧を示している。つまり暴風雨の総数は減るとのことだ」
2464. IPCC 2001a:9.3.6.6, 続きはこうだ:「ただし一部の強度の指標は増大を示しているし、また一部の理論的・モデル上の研究では、強度の上限が高まるかもしれないと示唆している」。これは post-IPCC の以下の結論と同じだ:「熱力学的な検討は、CO₂ が倍増した気候では MPI (最大潜在強度) の 10%–20% 増を予測しているが、モデルの既知の欠落 (海洋のしびき、勢いの制限、さらに表面から 300 hPa の降圧率変化) はすべてこうした増大を引き下げるように働く」 Henderson-Sellers *et al.* 1998:35.
2465. Karl *et al.* 1997:59.
2466. Landsea 2000.
2467. Karl *et al.* 1997:59.
2468. Landsea *et al.* 1996, 1997, 1999:108; Bove *et al.* 1998:1,327. Smith (1999b) は 1998 年までデータを更新しているけれど、これすら 1970 年代に比べて増加を見せているが、やっぱり 1940 年代や 1950 年代より低いことに注意。
2469. Easterling *et al.* 2000:422
2470. Landsea *et al.* 1999:108.

2471. WI 1997b:17; cf. 「上昇する気温はますます激しい嵐や洪水、干ばつを多くの地域でもたらすようになる」と Worldwatch Institute シニア研究員 Abramovitz (1999) は述べている。
2472. WI 2000b:20. Cf. 「気象関連災害の上昇傾向は、地球の平均表面温度が上昇するのに並行して生じてきた」(WI 1999b:74). こうした主張をするのは、ワールドウォッチ研究所 (Worldwatch Institute) に限った話ではなく、Nicholson-Lord (2000) と Unsworth (2000) も似たようなことを述べている。
2473. 2000 年にはコストはおおよそ \$310 億だった。でも Munich Re はなぜかわざわざ余計な説明をつけていて「全体的なバランスは確かに 2000 年にとって有利ではあったが、トレンドが弱まっているとか、まして変化していると述べることを正当化するものではない」と書き足している。(2001:4).
2474. 1999 年まで、ワールドウォッチ研究所 (Worldwatch Institute) はなぜかドル金額をインフレ調整せずにそのまま使っていた (WI 1997b:70-1; 1998b:80-1)。
2475. 2000 年には 60.55 億だったのに対し、1960 年には 30.22 億 (UNPD 1999a:8)、平均所得は 1999 年に \$6,757 だったのが 1960 年には \$3,262 (WI 2000b:71); 所得増大によりさらに多くの富が蓄積できて、富が所得よりも急速に増大するようになり、それが沿岸地域に移住している。Swiss Re 1999:8; Pielke 1999 参照。
2476. Pielke and Landsea 1998.
2477. Pielke and Landsea 1998:figure 3.
2478. Pielke 1999:419; cf. Munich Re 1999:37-8.
2479. Munich Re 1999:3.
2480. WI 1998b:74; Abramovitz 1999.
2481. Pielke and Landsea 1998.
2482. 調整は当時といまとの人口に関する情報や、当時の富の水準に関して手に入る情報 (Herman 2000:21 より) を使っている。Pielke and Landsea 1998.
2483. 図 154では 1926 年のハリケーンのコストは 10 年に分散させてあるけれど、アンドリュー台風のコストは 6 年にしか分散させていない。両者がほとんど同じに見えるのはそのせいだ。さらに 1926 年のハリケーンはカテゴリー 3 の嵐となって、フロリダとアラバマ湾岸部に上陸を果たし、ほとんど 100 億ドルの追加の被害をもたらしている (Pielke and Landsea 1998)。
2484. Pielke and Landsea 1998.
2485. IPCC の見解では「歴史的に見た災害損失の上昇傾向が観測されるのは、一部は人口増、富の増加、脆弱地域の都市化に結びついており、一部は降雨量の実測値の変

化や洪水件数など気象要因による。両者の寄与度を厳密に割り当てるのは複雑であり、この双方の要因のバランスには、地域的にも出来事の種類によってもちがいがあある」(IPCC 2001b:TS4.6, cp. 8.2.2) だから災害による損失は洪水や降雨によるものかもしれないけれど(地球温暖化に実際に関係あるのは降雨だけだ。これについては以下で論じる)、ハリケーンや嵐がもっと被害を与えるようになったという見方を支持する証拠はほとんどないようだ。IPCC の保険コストについての章では「熱帯性および非熱帯性風雨」への言及は単に、熱帯性および非熱帯性風雨の将来件数見通しについてはまったく意見が一致しないものの、それらは「大きな被害を引き起こす能力を持っている」と指摘するにとどまっている。(IPCC 2001b:8.2.3).

2486. Munich Re 1999:2.

2487. WI 1999b:74.

2488. Munich Re 1999:2. 自然環境条件の悪化というのは、森林伐採や湿地転換からくる洪水リスクの増大を指すようだ。

2489. かれは Worldwatch 編纂の文献に謝辞で名前が挙がっている。たとえば WI 1998b:81.

2490. Berz 1993.

2491. Berz 1997.

2492. Henderson-Sellers *et al.* 1998:19.

2493. Swiss Re 2000:8.

2494. Changnon and Changnon 1999:287.

2495. Changnon and Changnon 1999:287.

2496. Changnon *et al.* 2000 と Kunkel *et al.* (1999:1,094) の結論: 「一般に、レビュー結果から見て、異常気象からの財務的な損失は主に社会変化のせいだと強く示唆される。これらは沿岸部や大都市への人口増、全体として増えた人口、富の増加と高価な所有物が損害に遭うようになってきたこと、そして生命や財産を大きなリスクにさらすようなライフスタイルと人口的な変化を含む」

2497. Easterling *et al.* 1997:364.

2498. Easterling *et al.* 1997, 1999; Balling *et al.* 1998; Michaels *et al.* 1998, 2000; Jones *et al.* 1999a, 1999b; Heino *et al.* 1999; Zhai *et al.* 1999; Gruza *et al.* 1999.

2499. IPCC 2001a:2.2.2.1.

2500. Easterling *et al.* 2000:419; Zhai *et al.* 1999; Jones *et al.* 1999a; Heino *et al.* 1999.

-
2501. Michaels *et al.* 1998, 2000; Balling *et al.* 1999.
2502. 南半球の場合、最大温暖化のほとんどは冬季 (6月から8月) に生じている。
2503. Michaels *et al.* 2000; Balling *et al.* 1998.
2504. Easterling *et al.* 2000:419.
2505. Plummer *et al.* 1999.
2506. Easterling *et al.* 2000:419.
2507. Jones *et al.* 1999a:137.
2508. Kalkstein and Davis 1989:61.
2509. Kalkstein and Davis 1989:52.
2510. Easterling *et al.* 2000:419-20. ちなみにこれは Gaffen and Ross (1998) の結果とは対立しているが、どうもこれはかれらの「計測温度 (apparent temperature)」が湿度を含んでいて、その湿度が増加しているためらしい。
2511. 昼夜の温度差が減り続けるかどうかについてはまだ理論的な論争がある。たとえば Hansen *et al.* 1995; IPCC 1996a:6.
2512. Rosenzweig and Parry 1994; Dhakhwa and Campbell 1998:661.
2513. Dhakhwa and Campbell 1998:661-2. ちなみにこれは、昼夜の温暖化が等しい場合の相対増。同研究は軽度または穏健な適応は考えていないため、昼夜の温度がちがう場合のモデル結果は、今日の結果よりもやはり低い。
2514. IPCC 1996a:7.
2515. Easterling *et al.* 2000:422.
2516. Easterling *et al.* 2000:420-1.
2517. Karl *et al.* 1995; Karl and Knight 1998.
2518. Pielke 1999:419.
2519. Kunkel *et al.* 1999:1,081.
2520. 「水循環的にはこうした結果はアメリカ大陸の雨が増えていることを示すが、一方で極端な豪雨は減っているということだ」 (Lins and Slack 1999).
2521. Dai *et al.* 1998.
2522. Dai *et al.* 1998:3,367.
2523. 炭素で計ると 6000BP には 800 Pg ほどだったのが 1850 年には 700 Pg、1985 年には 560 Pg (Houghton and Skole 1990:404)。
2524. モデルは 6 つとも NPP の大幅な増加という点ではそこそこ合意を見ている (Cramer *et al.* 2000)。ちなみに CO_2 が増えただけだとバイオマスは増えるが、温度が上がっただけの場合、それよりちょっと少ない規模でバイオマスは減る。

- CO_2 増と温度増の影響をあわせると、バイオマスが増えることになる (Cramer *et al.* 2000)。
2525. Vitousek *et al.* 1986:372.
2526. 炭素重量から乾燥有機物へは 2.2 倍することで変換されている (Vitousek *et al.* 1986:368; Houghton and Skole 1990:393)。
2527. Meehl *et al.* 2000:431.
2528. IPCC 1996c:188; 1996a:34; 1997a:31.
2529. 世界 GDP の約 1.5–2 パーセントという話をしつつ、「これはつまり、 CO_2 の倍増がますます起こったら、これは世界経済にこれだけの被害が生じるということだ」 (IPCC 1996c:183)。
2530. IPCC 2001a:9.executive summary.
2531. 図 137参照。
2532. 通称 IPCC プレナリーなところで、Mentzel 1999.
2533. IPCC 2001cTS.1.1: 「1998 年に、気候変動政府間パネルの (IPCC) Working Group (WG) III は IPCC プレナリーによって、パネルの Third Assessment Report (TAR) のために気候変動の削減が持つ科学的、技術的、環境的、経済的、社会的な側面を検討すべしとの任務を負わされた。したがって同 Working Group の任務は、Second Assessment Report (SAR) における気候変動の経済・社会的側面の一領域内での評価から、温室効果ガス (GHG) の排出を制限するためのオプションと、そして/あるいはその規模を拡大するための方法についての学際的な評価へと変化した」
2534. IPCC 1996c:189.
2535. IPCC 1996c:184 はかれらの分析が比較的洗練されていないと評価している。
2536. IPCC 1996c:187.
2537. 2000 年の世界 GDP は 32.11 兆ドルだった (IMF 2000b:113)。このコストが 50 年とか 100 年でどう変わるかはまるではっきりしない。一部のコストは比率で示すと下がるし、上がるものもあるからだ (IPCC 1996c:189)。主要項目の多く、特に沿岸部保護と農業の最大値が線形以下の形で他の経済の規模に依存していると想定する必要がある。
2538. 1993 年における両者のおおまかな比率配分を想定した場合：先進世界は 23 兆ドル、発展途上国は 50 億ドル (WI 1997a:116)。
2539. IPCC 1996c:183; 1997a:31. コストの差は、一部はインフラの改善とリソース増のために対応が比較的簡単になるという事実からくる。

2540. この引用は後に政治プロセスの中で削除され、最終概要には出てこないけれど、背景報告をかなり適切に表現している。たとえば IPCC 2001b:TS./2.4 を参照。IPCC の政治的コントロールの議論については以下を参照。
2541. IPCC 2001b:Summary for Policymakers, original government draft, 2.6. すべての記述は中位の信頼度を持つものと評価された。この部分は最終版ではこう変更された: 「少数の刊行された推計に基づいて、世界平均温度の上昇は検討されたあらゆる規模の温暖化において、多くの発展途上国に純経済損失をもたらす(信頼度低) 温暖化規模が拡大すれば、損失も大きくなる(信頼度中)。これに対し、地球平均温度が数度 C までの上昇なら、経済的な便益と損失の混合を先進国にはもたらす(信頼度低) 温度増が大きくなれば経済損失が生じる(信頼度中)。予想される経済的影響の分配は、このように先進国と途上国との福祉不均衡を拡大するもので、温度が上がるほど不均衡も拡大する(信頼度中)。発展途上国で見積もられている大きな損失は、一部は先進国と比べて途上国の適応力の低さを反映したものだ」 IPCC 2001e:6.
2542. summary の表現では: 「最小のリソースしか持たない者は、適応能力も最小であり、最も弱い立場にいる」 IPCC 2001e:5.a
2543. Hansen *et al.* 2000 が指摘するように、やはり温暖化の原因である黒色カーボン(図 139参照)の削減のほうが中期的には安上がりかもしれない。それでも、主要な温室効果ガスは、長期的には CO_2 になる。
2544. これはまた、 CO_2 を吸収する手段として IPCC が提案する解決策としては植林以外の唯一のものだ。ほかの技術的対応については Laut 1997:30-1; Schelling 1996; NAS 1992 を参照。
2545. 合意は、国別にちがった要件を含んでいる(Kyoto 1997)。そして面倒な変換手続きがすべての温室効果ガスの排出を CO_2 に換算している。5.2 パーセントという数字は CO_2 相当温室ガスの総削減量だ(Masood 1997)。ちなみに「Annex I」という用語はもともとの 1992 年国連気候変動協議フレームワーク(FCCC)からきたもので、京都議定書は一連の国に対する排出制限割り当てを「Annex B」なるところでやっている(Weyant and Hill 1999:xi)。どっちの一覧も主要プレーヤーのほとんどを含むので(Annex B にはスロバキア、スロベニア、リヒテンシュタイン、モナコが追加され、ベラルーシとトルコが外された)、ここでは「Annex I」という表現だけを使う(Weyant and Hill 1999:xi と同様に)。
2546. Masood 1997; Kyoto 1997; IPCC 1997b:19-20.
2547. これは図 157の想定と同じで、Wigley 1998 の“B-constant”。

2548. 各種のモデルの結果を挙げると 0.15°C (Parry *et al.* 1998:286), 0.15°C (WEC 1998), 0.13°C (Nordhaus and Boyer 1999:104) だ。
2549. Wigley 1998:2,288.
2550. Benedick 1998. デンマークでその後生じた論争では、Greenpeace の議長はぼくの信頼性を攻撃した。ぼくが Benedick 氏を、京都のインパクトの低さの証人として使ったからだ (*Aktuelt*, 23 October 1998) 引用そのものの正しさは認めつつ、議長は Benedick が論文中で CO_2 排出をもっと削減したほうが望ましいと述べていることに触れずにぼくがそれを引用したのは我田引水だと考えたのだった。確かにかれはそう述べているけれど、でもこれは論点とは関係ない　ここでの議論は、京都議定書がどんな影響を持つかということ（科学的な問題）であり、それをもっと大きくすべきかどうか（価値 / 政治的な問題）じゃないのだ。
2551. *Science*, 19 December 1997, 278:2048.
2552. 実は削減は 6 年よりちょっと少ない。2094 年の気温は 1.913°C になるからだ。
2553. *Jyllands-Posten*, 19 December 1997, section 1, p. 10.
2554. *Science*, 19 December 1997, 278:2,048.
2555. Kyoto 1997.
2556. Weyant and Hill 1999:xii, どちらの排出権取引も、もっと得体の知れない CDM (クリーン開発メカニズム) も、Kyoto 1997:Articles 3 と 12 を参照。
2557. Weyant and Hill 1999:x.
2558. Gusbin *et al.* 1999:833. 誇大排出権 (hot air) の大きな問題がある (ロシアなどの国は CO_2 排出権を売っていて、それはかれらがどのみち経済発展の遅れのため、どうせ使う当てのなかったものだ (cf. Böhringer 2000))。EU はこれを利用するのはまちがっていると考えている。ロシアに排出許可を売のを許せば、京都議定書の排出量は達成されるのに、この誇大排出権の販売を禁止すれば排出量はもっと下がる。どうやらアメリカと EU の見解相違の中心は、実はこれらしい　EU はアメリカより厳しい協定を求めている。
2559. Weyant and Hill 1999; Manne and Richels 1999; MacCracken *et al.* 1999; Jacoby and Wing 1999; Nordhaus and Boyer 1999; Tol 1999; Kurosawa *et al.* 1999; Bollen *et al.* 1999; Kainuma *et al.* 1999; Bernstein *et al.* 1999; Tulpule *et al.* 1999; McKibbin *et al.* 1999; Cooper *et al.* 1999; Peck and Teisberg 1999 を参照。アメリカについてもっと高いコスト見積もりについては EIA 1998a を参照、これらのモデルは IPCC, 2001c:Table TS.4 で使われたものでもある。
2560. 一般に、不確実性は 2 くらいだ　つまり本当のコストは二倍かもしれないし半分

かもしれない。でも、相対的な結果はずっと明確だ。

2561. \$23 兆のうち (World Bank 2000b)。
2562. Radetzki 1999:373; cf. OECD 1994:42, 44.
2563. OECD 1994:42, 44.
2564. OECD (1994:45) は、2050 年に OECD について 1.9 パーセントと算定、Weyant (1993) は 2100 年に 4 パーセントと推計。成長低下による追加の被害を評価する必要はない：1990 年水準での安定化は、成長率を 2.3 パーセントから 2.25 パーセントに下げる以外の何もしない (つまり 100 年でたった 5 パーセントほど) ことがわかっている (Gaskins and Weyant 1993:320)。
2565. 1985 US\$で OECD 加盟国の総 GDP 32.294 兆ドルの 2 パーセント (OECD 1994:38) を 1999\$に更新, BEA 2001b.
2566. ちなみに、こうした数字の多くは非常に漠然としている 2 パーセントという数字は現在の GDP をもとに計算されていて、たぶん将来の GDP 増加に伴って同じだけ増加する必要はないはずだ。一方で、2 パーセントという数字は OECD 内での取引だけからくるもので、世界的な排出権取引が行われればもっと安くなるだろう。
2567. Weyant 1993, 通称炭素漏洩 (Manne and Richels 1999:12ff)。
2568. US Senate 1997.
2569. Cited in Sagoff 1999; この線でのよい議論としては Sagoff 1999 も参照。
2570. Nordhaus and Boyer 2000:VIII, 6-7.
2571. 不思議なことに、Munich Re はどうやらこの場合には極端な見方を採用しているようだ。「人工気候変化はいかなる犠牲をはらっても削減しなければならない」(2000:4)。
2572. ちなみに最初ぼくたちは単にどの解決策がグローバルかつ集合的に最高かを考えている。その後、ぼくたちは以下で、こうした解決策を現実世界で実施する時の問題を考える。各種の政府や各種のインセンティブの問題などだ。
2573. 一定の安定化を考えた場合、一番安上がりな解決策は、削減をできるだけ将来に遅らせることだ。そうすれば資本適応コストの削減に役立つからだ; IPCC 1996c:386-7.
2574. Parson and Fisher-Vanden 1997 も参照。
2575. Nordhaus 1991d, 1991a-c, 1992a, 1993, 1994.
2576. IPCC 1996c:385.
2577. Nordhaus and Boyer 2000; DICE 1999.

2578. ちなみに、追加の環境便益を、1 トンの炭素を避けることによる便益に足すほうが正しいけれど、関数としての記述はコストだけにしか与えられていないので、このほうが付随便益のわずかな影響力をはっきり示すことになる。
2579. 個別モデルの結論は本章の最後の部分で引用してある。Peck and Teisberg 1992, Maddison 1995:345, Parson and Fisher-Vanden 1997:614, Nordhaus 1998:18, Hamaide and Boland 2000 を参照。これはまたこの問題についてきわめて批判的なエッセイの結論でもある：「気象変化に関する経済文献によれば、深刻な気候政策はますますは必要ないということが示されている」 Chapman and Khanna 2000:225。ちなみに 2001 年 IPCC 報告は安定化の総コストについて数ページを割いている (IPCC 2001c:8.4.1.2)。そしてコストは、ちょっとマイナス(つまり純便益がもたらされる)か、平均で 3 パーセントの GDP 減少だった。かれらはさらに、すべてのシナリオの平均を取って、450, 550, 650, 750ppm で安定化するときのコストは、21 世紀を通じて GDP の 1-1.5 パーセントだと結論した。でも、これらは統合評価ではなかった。なぜなら最適経路を見なかったからで、経済モデルは最適化されていないようだったからだ。少なくとも低排出シナリオのいくつかのモデル(たとえば AT1)はさらなる経済規制から便益が得られることが示されている。IPCC 報告ではこれは「技術開発や移転からくる明らかな正の経済フィードバック」と説明している IPCC 2001c:8.4.1.2。以下の「後悔なし」議論で説明するように、経済モデルのこうした特徴はいささか非現実的で、要するに基本シナリオにまだ満たされていない最適化の可能性が残されているということを指摘していることになる。そしてこうした最適化による便益は、シナリオの適切なベースライン記述には含まれるべきで、環境規制の便益に計上されるべきではない。
2580. ヨーロッパでは、ふつうはコストを CO_2 トン数であらわす。これは 4 分の 1 くらいになる、つまり \$28.4 だ; $1 \text{ kg C} = 3.7 \text{ kg } CO_2$, IPCC 1990:364.
2581. Nordhaus and Boyer 2000:chapter 4.
2582. Nordhaus and Boyer 2000:VII, 28, 2000\$で; ちなみに Nordhaus 1991d:927 では \$7.33 となっている。
2583. IPCC 2001f:7, 2001c:7.3.3, 8.2.3.
2584. Burtraw *et al.* 1999:7-8, 税金も便益も 1996 年 US\$だったものを 2000 US\$に換算, BEA 2001b-c.
2585. これは最大の推計値だ。\$3.8/tC というのが最大の推計値だからだ(実際には \$2.6/tC に近いかもしれない)。
2586. IPCC 2001c:8.2.4.4, Radetzki 1997:552-3.

2587. Weyant and Hill 1999:xxxvii-xl.
2588. ちなみに DICE モデルのコストは図 160で示されているけれど、すべての計算は RICE モデルに基づいている。
2589. 実質的に、損害は温度増とともに倍の成長率で延びると想定されている (Nordhaus and Boyer 2000:IV, 30)。
2590. 不思議なことに Nordhaus and Boyer (2000) は上で述べたような (Chakravorty *et al.* 1997) バックストップを含めていない。つまりこれは、かれらの炭素排出予想は最悪ケースだということだ。
2591. Nordhaus and Boyer (2000:VII, 7) は、最適な解決策が「環境教皇様が突然あらわれて、絶対無謬の政策方針を下賜し、それが万人に最新の注意をもって遵守されるという信念の中には存在しない。むしろ、最適な政策は別のアプローチがどのくらい効率的・非効率的かを定めるための、政策ベンチマークとして提供される」
2592. Nordhaus 1992a:1317, Nordhaus and Boyer 2000:VII,14; cf. Morgan and Dowlatabadi 1996:349.
2593. Pezzey and Park 1998:541ff, Bovenberg 1999:421-2.
2594. 初期の例は Pearce 1991 で、今日でもいまだに繰り返されている。たとえば Bernow *et al.* 1998 を参照 (強調は引用者): 「最近の分析で強調されていることとして、公害税は公害を減らせるばかりか、ほかの課税の削減の原資ともなり、経済と環境の両方にとっての便益見通しを改善する。こうした『二重の儲け』の可能性に関する研究として (後略)」
2595. Pezzey and Park 1998:542.
2596. Bovenberg and de Mooij 1994, Fullerton and Metcalf 1997, Goulder *et al.* 1998, Parry and Oates 1998.
2597. Parry and Oates 1998:3ff を参照。
2598. これは通称ファーストベスト分析と呼ばれ、通称ピグー税という結果がでる。
2599. IPCC 2001c:8.2.2.1.2&3.
2600. Bovenberg and de Mooij 1994, Fullerton and Metcalf 1997, Goulder *et al.* 1998, Parry and Oates 1998, Bovenberg 1999.
2601. IPCC 1996c:308-9.
2602. See IPCC 2001f:7, 2001c:7.3.3.1, 8.2.2, 9.2.1.
2603. IPCC 2001c:7.3.3.1, footnote 11: 「『強い二重の儲け』という用語は、歳入リサイクリング効果が税相互作用効果を上回るばかりでなく、排出量削減の直接の (GDP) コストをも上回り、結果として歳入を生む環境政策がコストなしで実現で

きるようになる、というケースを指すものとして文献では使われている。歳入リサイクリング効果は、もとの税構造が深刻な非効率性を持つことを前提としている（たとえば資本が労働に比べて過剰に課税されているなど）。これはそれ自体が税制改革を必要とする事態であり、それを歳入生成型の環境政策によるものとして計上すべきではない。税改革と環境政策とが同時に実施された場合であってもこれは当てはまる」 IPCC 2001c:8.2.2.2.5: 「しかし一般に、モデル結果によれば、炭素税や排出許可の競売による正の歳入リサイクリング効果とマイナスの税相互作用効果の合計はだいたいゼロになる」

2604. IPCC 2001f:7: 「一部の状況では、削減の経済便益が削減のコストを上回ることからあり得る」
2605. Parry and Oates 1998:6.
2606. Cf. Pezzey and Park 1998:552: 「二重の儲け論争は、さらなる環境規制が必要だという議論全体を弱めた」
2607. Brett and Keen 2000.
2608. Nordhaus 1992a:1317.
2609. Nordhaus and Boyer 2000:VIII, 9. この効果は図 57の京都議定書用の計算には含まれていない。
2610. こういう数字を丸ごとあまり信用しないほうがいい。無数の仮定や近似が入っているからだ。\$5 兆くらい、というほうが正確だろう。でもここで重要なのは、結果を他のシナリオと比べることで、その場合には相対コストがずっと堅牢になる。
2611. OECD (2000:270) 推計では、ODA の合計は 1998 年で US \$500 億ドル。
2612. IMF (2000b:113) の推計では、世界の算出は 2000 年に \$32 兆。
2613. このコストは、ぼくたちが化石燃料ベースの世界を構築したツケだと入ってもいい。でもこういう議論をするなら一方で留意すべきなのは、この化石燃料ベースの世界が第 II 部で記述したような生活の質を多くの形でもたらしてくれたということだ。化石燃料を使わずに同じくらいの福祉を実現するという別の道を選ぶことがそもそも可能だったのかははっきりしない。さらにぼくたちがそういう世界を実際に築いてしまったのは事実なので、化石燃料世界をあれこれくさす議論はただの後知恵のグチでしかない。
2614. IPCC 1997a:6, または 1997a:47: 「どのみちやったほうがいい対策」
2615. IPCC 1996c:309-10; Lovins and Lovins 1997.
2616. デンマークは、約束されたかなり大幅な削減との関連で、相当な非効率があるという推計を出したばかりだ (IPCC 1996c:318)。

2617. IPCC 1996c:318.
2618. UNEP 1994:II, 22: *Danmarks Energifremtider* (“Danish energy futures”) 1995:185
2619. *Danmarks Energifremtider* 1995:184; DK EPA 1996a:118. *Energi 21* ではさらに低い数字が出ている。これはこの期間の推計エネルギー価格のせいだ。DK EPA 1996c:68-9 を参照。
2620. また再生可能エネルギーを大幅に使うことも含まれている。
2621. *Danmarks Energifremtider* 1995:70.
2622. *Danmarks Energifremtider* 1995:72.
2623. *Danmarks Energifremtider* 1995:18.
2624. *Danmarks Energifremtider* 1995:20.
2625. *Danmarks Energifremtider* 1995:163. これは UNEP の部分のデンマークに関する節でかなりはっきり書かれている: 「主要な質問は: この [CO₂ 削減] ポテンシャルのうち、そのくらいがこうしたオプションの発見と導入に伴う大幅なコスト増もなく、深刻な福祉低下もなしに実現できるだろうか? 以下の計算ではこうしたコストはまったく含まれておれず、直接コストの考え方だけを使用している」 (UNEP 1994:II, 21).
2626. *Danmarks Energifremtider* 1995:19.
2627. *Danmarks Energifremtider* 1995:72.
2628. *Danmarks Energifremtider* 1995:18.
2629. *Danmarks Energifremtider* 1995:99.
2630. *Danmarks Energifremtider* 1995:175.
2631. *Danmarks Energifremtider* 1995:166. 交通セクターがいくつか追加の投資を必要とすることは実際にわかっている。交通セクターの燃料削減は「エネルギー節約シナリオで予想されている追加投資とのバランスで見ることがある。しかしこれらは計算されていない」 (*Danmarks Energifremtider* 1995:167).
2632. *Danmarks Energifremtider* 1995:113.
2633. DK EPA 1996c:64.
2634. DK EPA 1996a:118.
2635. IPCC 1996b:267. Schelling はこれを「計量経済学的な推計とまったく矛盾している」と呼んでいる (1992)。もし大規模で実現可能で儲かるリストラがあってそれが実現されていないなら、それは構造障壁のせいで、そういうものがかなりの費用をかけずに乗り越えられるかどうかははっきりしない。Halsnæs *et al.* (1995:81ff)

はこうした議論のいくつかを論じている。

2636. Nordhaus 1991a.
2637. Morgan and Dowlatabadi 1996:359-60.
2638. Metcalf and Hassett 1997.
2639. 以下の文献の優れた議論を参照: IPCC 1996c:chapter 4, 125ff; Nordhaus 1997a; Toman 1998; Portney and Weyant 1999b.
2640. また税金も無視する。税金はちょっと問題なのだ。税金は個人の行動に影響を与えるから。でも気候変化に関する割引は主に社会的なコストや便益に集中しているので、議論上、税金は無視できる。
2641. Portney and Weyant (1999a:6-7) は、執筆者の一人をのぞく全員が、将来の便益やコストを何らかの正の値で割引くのが適正であり、絶対に不可欠であると示唆したことを指摘している。
2642. Jespersen and Brendstrup 1994:94. Chapman and Khanna (2000:230) の修辭的な疑問と比べてみよう: 「我々の子どもたちの幸福や安全は、本当に我々自身のものより価値が低いのだろうか?」
2643. IPCC 1996c:133.
2644. Nordhaus 1997a:317.
2645. たとえば OECD 1994:38.
2646. Nordhaus 1997a:317.
2647. Wildavsky, IPCC 1996c:133 で引用。
2648. IPCC 1996c:132.
2649. Schelling (1999) は説得力ある形で、これがもっぱら分配上の対立であることを論じている。
2650. IPCC 1996c:133.
2651. IPCC 2001c:TS.7.2.3.
2652. これはもちろん、大ざっぱな計算による議論でしかなく、実際に投資ポテンシャルとして 16 パーセントもあるものが存在することが必要になるけれど、でもこの議論は単にぼくたちの直感を裏付けるものとして提示されている; \$1,500 億を 60 年にわたり 16 パーセントで運用　これを現在価値に割引と、59 兆ドルくらいになる。
2653. 今日、約 11 億人がきれいな飲料水へのアクセスできず (Annan 2000:5)、World Bank の推定では、上水供給には一人あたり \$150 ほどかかり、つまり全員にきれいな水供給をするには総額 \$1,650 億かかるということだ (World Bank

1994:11)。同じように、下水処理設備にアクセスのない人は 25 億人ほどいる (Annan 2000:5)。そしてこれは世帯あたり \$50 以下ですむと見積もられている (World Bank 1994:83)。つまり総額で \$300 億ドルだ (世帯あたり 4 人と想定)。だから水と下水処理設備をすべて提供するための総コストは 2,000 億ドル以下だ。京都議定書 (Annex I 貿易) のアメリカのコストは \$3,250 億だ (Nordhaus and Boyer 2000:VIII, 27)。

2654. USAID と WHO (World Bank 1992:49) による推計。

2655. IPCC 1996a:42-3.

2656. IPCC 2001a:11.5.4.3.

2657. Woodard 1998b.

2658. IPCC 2001a:TS.B.7.

2659. IPCC 2001a:11.3.1, Conway and Hall 1999 と比べよう: 「現在の接地線の後退は、完新世初期から中期以来続いてきた後退が続いているものだと考える。これは人工の温暖化や、近年の海面上昇によるものではない。言い換えると、WAIS の未来は完新世初期に接地線後退が起こりはじめた時、すでに決まっていたのかもしれない。後退の継続と、WAIS の完全な崩壊すら、この間氷期に起きることは不可欠かもしれない」

2660. IPCC 2001a:TS.B.7, 11:executive summary: 「地上に固定された氷の大量喪失と、海面水準上昇の加速は、21 世紀中にはまず起こらないと思われる」

2661. IPCC 2001a:11.executive summary, cp. IPCC 1996b:251; Fankhauser 1998.

2662. Pearce 2000.

2663. Pearce 2000:5,

2664. IPCC 2001d:10-1.

2665. IPCC 2001a:Figure 11.16.

2666. Fankhauser 1998; IPCC 1996b:271-2; Broecker 1997, 1999, Parry 2000:64.

2667. IPCC 2001d:10, cp. 2001a:9.3.4.3.

2668. Parry 2000:64, IPCC 2001d:10.

2669. IPCC 2001d:10, この場合の十分に長期というのは、少なくとも 100 年で 1 パーセントの CO_2 増加ということらしい。これはすでに見たように、経験的な 0.6 パーセント増よりずっと大きい (図 148)。これは重要だ。というのも回流停止はおもにシステムに影響する放射強制力の増大速度によるようで、長期に生じる温度増によるものではないようだからだ。 (ibid.).

2670. Marotzke 2000.

2671. Schelling 1992.
2672. Fankhauser 1998. メキシコ湾流の潜在的な阻害のコストについて研究したものは、見つからなかった。
2673. 「中緯度の大西洋 THC [熱塩循環] は、長期的にはかなり安定しているようだ」 (Marotzke 2000:1,349). Doherty *et al.* 1998, US Joint Institute for the Study of Atmosphere and Oceans <http://www.theatlantic.com/issues/98may/9805lett.htm> によれば: 「科学文献からの集合的な証拠を見ると、人工的に引き起こされた気候変動が検出され、この変化には北大西洋の回流パターンを強化するものも含まれる」
2674. Latif *et al.* 2000. 2000 年の *Science* 誌による結合型 GCM の概要記事で、新研究は以下のように説明されている: 「大気中の温室効果拡大が生じれば、北大西洋の高緯度地域における深層水の形態は縮小または止まってしまうかもしれないという観察が、CGMC の実行によって観測されたことで、過去の熱塩回流変化に対して強い関心が生じた。しかしこうしたモデルに含まれていないメカニズムのために、議論全体が勢いを失うかもしれない」 Grassl 2000.
2675. もし人が期待収益を最大化するなら。 Fankhauser 1998; Schellnhüber and Yohe 1997:part 3.
2676. 技術的に言えば、ぼくたちはリスクを回避したがるということ。
2677. IPCC 1996c:133.
2678. de Vries *et al.* 2000:138.
2679. IPCC 2000a:170, Sankovski *et al.* 2000:285.
2680. 全文を引用すると「規範的なシナリオは、人々が実現するはずと望むような状況や条件を描く。説明シナリオは、場合によっては規範的なシナリオから出発して、制約条件やそれを抑える条件を考慮しつつ、あり得そうな将来を記述しようとする。この意味では、我々のシナリオはかなり規範的なものである」 de Vries *et al.* 2000:170.
2681. IPCC 2001c:SPM.12 の推計では「現在のほとんどの先進国では、環境支出は GDP の 1-2 パーセントである」。ちなみにこの文は最終 SPM からは削除された。
2682. AIT GDP を使い、すべて 107 兆ドルと同じように 7 パーセントで割り引いてある。
2683. 「発表された推計によれば、地球平均温度の増大は検討したあらゆる規模で純経済損失をもたらし、その損失は温暖化の程度が高いほど大きくなる。多くの先進国では、だいたい 2°C までの地球平均気温増大では純利益が予想されている。だいた

い2から3°Cの範囲では、損得の混じった、あるいは中立的な影響が予測され、気温上昇がもっと大きければ純損失が予想される。経済的なインパクトの分配予想は、先進国と途上国との間の福祉格差を増大させるものとなり、その格差は温度が上昇するほど拡大する。発展途上国で予想されている被害の大きさは、部分的にはかれらの適応能力の低さを反映したものである」 IPCC 2001b:Summary for Policymakers, original government draft, 2.6.

2684. Peck and Teisberg 1992.

2685. Maddison 1995:345.

2686. Parson and Fisher-Vanden 1997:614.

2687. Nordhaus 1998:18.

2688. ただしマクロ経済モデルから金銭損失を出すのはもっと難しいかもしれない。

2689. IPCC 1996a:5.

2690. Kerr 2000.

2691. IPCC 2001a:SPM:5.

2692. IPCC 2001d:6.

2693. Pearce 2001:5.

2694. IPCC 2001b:SPM:4.

2695. IPCC 2001e:6. さらに、信頼性は中から低へと改められた。

2696. IPCC 2001cTS.1.1, 巻末注 2531 を参照。

2697. 最終的な WGIII 分析の一部は、当たり前のことを述べる以上のことはしていない。たとえば「対応はどんな目標に向けて設定すべきか？ 高い安定水準 vs 低い安定水準 排出量削減についての洞察」の結論は：「低い安定目標は幾何級数的に高い削減コストを伴い、相対的にもっと野心的な短期排出削減を必要とするが、WGII が報告するとおり、低い目標はずっと小さな生物学的・地球物理的なインパクトをもたらすので、被害と適応コストも低くなる」 IPCC 2001c:10.4.6.

2698. IPCC 2001c:1.4.1.

2699. 「オルタナティブな開発の道筋」が IPCC 2001c:1.4.1 文書の題名だ。

2700. IPCC 2001c:1.4.2.1.

2701. IPCC 2001c:1.4.3.

2702. IPCC 2001c:1.4.3.1.

2703. IPCC 2001c:1.4.3.1.

2704. IPCC 2001c:1.4.3.1.

2705. IPCC 2001c:1.4.3.2.

2706. IPCC 2001c:1.4.3.3.
2707. IPCC 2001c:1.4.3.3.
2708. IPCC 2001c:1.4.3.3, cp. IPCC 2001c:TS.5.2: 「もっと維持可能な消費パターンの採用」
2709. IPCC 2001c:1.4.3.
2710. IPCC 2001c:1.5.1.2.
2711. IPCC 2001c:5.3.8.4.
2712. IPCC 2001c:5.3.8.4.
2713. IPCC によれば、ライフスタイルは「経済的に合理的ではないが、それでも文化的には合理的である」とのこと。つまり欧米の消費者主義は単に、他人とのつきあい方の一種でしかないということだ (IPCC 2001c:10.3.2.3.1)。これをぼくたちは消費を通じて行うけれど、でも実はぼくたちは「自己を完成させるという目的をもった文化的プロジェクト」に参加しているのだとか (McCracken を肯定的に引用しつつ, IPCC 2001c:10.3.2.3.1)。
2714. IPCC 2001c:1.4.3.
2715. IPCC 2001c:10.3.2.3.2. 挙げられている参考文献には UNDP 1998b とあるだけだが、4 ページからきている。
2716. 参照文献として挙げられている文書の中ですら、自分が一番幸せだったのがいつかを振り返っているのはアメリカ人じゃない:「自分たちを幸せと呼んでいる人々は 1957 年にピークを迎えた それ以来消費は倍増しているにもかかわらず」 UNDP 1998b:4.
2717. 自称「非常に幸せ」という回答者の比率の変化は、幸福以外のたくさんの要因が原因かもしれない。時間がたつうちに、不正直に答える(つまり幸せでないのに幸せだと詐称する)傾向は低下するし、インタビューの形式が変わるかもしれず等々。もとの参照文献である Smith 1979 を参照。Simon は 1950 年代以来のアメリカの状況についての評価に関し、似たような低下に気がついている (1995b:6)。でも、ここでもう一つ回答をチェックすべき質問があって、それは回答者が自分の人生をどう見ているか、という質問だ。ここでは平均は各時点ですっと一定のままで、ここから「国の状況」の低下は絶対的な悪化ではなく、知覚上の問題だということがわかる。
2718. Smith 1979:22 を参照。ここでは SRC/GSS が、34.7 パーセントが「非常に幸福」だと答えていることを示している。これは 1988 年の 36.1 パーセントのほうが多く、また 1990 年の 35.7 も上回っている (GSS 2001)。1998 年の結果は 33.3 パー

セントだった。

2719. レビューとしては Argyle 1987:91ff を参照。
2720. IPCC 2001c:1.5.3.
2721. Hartill 1998.
2722. Bishop 1993.
2723. Ciotti 1989.
2724. Ciotti 1989. まとめると、Rifkin は「進歩の時代は実は幻影だった。歴史上のいつの時点よりはるかに多くの人々 8 億人 が夜中に空腹のまま寝床につく」と思っている（この記述自体がまちがっている。図 7 でこれはわかる）。
2725. Ciotti 1989. 原文は「...mankind is beter of, *and* there is ...」と続いているが、意味的にこの「and」を「but」に置き換えてある。
2726. Ciotti 1989.
2727. Ciotti 1989.
2728. Kram *et al.* 2000:369.
2729. もちろん IPCC はメディアを左右はしていないけれど、かれらの「政策立案者向け概要」は以上で述べた政策上のポイントを明確にしていない (IPCC 2001f)。
2730. Pearce 2001:5.
2731. Pearce 2001:5.
2732. CNN.com 2001a, b (ちなみに、これらは明らかに CNN 初の報告だけれど、WGI 概要の一ヶ月後に登場してきたことに注意)。Hawkes 2001, CBSnews.com 2001, Karon 2001.
2733. これが Schelling の議論の中心点だった (1999)。
2734. UNICEF 2000:37.
2735. See NAS 1992; Herzog *et al.* 2000.
2736. Schelling 1992.
2737. 1996 年には 7000 億ドル (世界 GDP の 2.4 パーセント); WI 1998b:114-15.
2738. ちなみに、これが Nordhaus の推計の 945 兆ドルとちょっとちがうことに注意。これはシナリオが割引率についてちょっとちがう想定と、所得プロフィールが多少ちがう想定をしているせいだ。ここで使われている割引パラメータは 7 パーセントだ。計算はすべて大ざっぱで、10 年平均所得を期間中間の割引パラメータを、2005–2095 年で始まる形で適用している。
2739. 378 兆ドルから 291 兆ドルに減る, IPCC 2000b.
2740. Gore 1992:269.

2741. Gore 1992:273.
2742. Gore 1992:222.
2743. Gore 1992:232.
2744. Gore 1992:232.
2745. Gore 1992:275.
2746. Gore 1992:269.
2747. Gore 1992:230ff.
2748. Herman 1997:400ff.
2749. Gore 1992:236.
2750. 質問は: 「あなたは環境問題がどの程度 (a) 現在のあなたの健康に影響しているか、(b) 過去、たとえば 10 年前にあなたの健康に影響したか、(c) 子供や孫の健康には、今後 25 年ほどでどのくらい影響すると思いますか? 「かなり」「ある程度」「ほとんど影響しない」「まったく影響しない」で選んでください」
2751. Knudsen 1997.
2752. 0.96 パーセント, 0.87 パーセント, 0.81 パーセント、 0.77 パーセント (WI 1997b:108).
2753. Slovic 1987:280 での引用
2754. Doll and Peto (1981:1,246-8) の推計では、公害関連のガン件数の半分 (2 パーセント 中 1 パーセント) は大気汚染からのものだと考えている。粒子状物質の最新の評価から見て、この比率は増大するだろう。
2755. Ågerup 1998:14.
2756. Beck 1986; Rasborg 1997.
2757. Adams 1995:179-81. 「基本的な生命の安全保障から考えて、リスク削減要素は新しいリスクの導入より圧倒的に重視されるべきだろう」 (Giddens 1991:116).
2758. たとえば Zeckhauser and Viscusi 1990.
2759. WWF 1997a:18.
2760. Ågerup 1998:15
2761. 「環境が一番重要」 (Dunlap 1991b:291): 「アメリカの最重要問題」として環境を挙げた個人の比率。
「政府支出が少なすぎる」: 「環境の改善と保護のために、わたしたちの支出は多すぎる・少なすぎる・ちょうどいい」「少なすぎる」と答えた人の比率。
「成長より環境」グラフ実線 (Dunlap 1991:294, 300): 「以下の二つの文のうち、あなたの意見に近いものはどちらですか? : わたしたちは経済成長のために環

境の質を犠牲にする覚悟が必要だ。わたしたちは環境の保全保護のために経済成長を犠牲にする覚悟が必要だ。二番目の文を選んだ人の割合で計測。

「成長より環境」グラフ破線 (Gallup 2000a): 「環境と経済成長について人々が議論するときに出てくる意見が2つあります。どちらがあなたの観点に近いものですか? (1) 環境の保護は、経済成長を削減するリスクを負ってでも優先すべきである。(2) 環境が多少悪化しても、経済成長を優先すべきである。」一番目の文を選んだ人の割合で計測。

「政府による保護が少なすぎる」 1973-1980 (Dunlap 1991b:294): 「環境保護法や規制の面でわたしたちがどこまで達成したかについても意見がわかれています。現時点で、あなたは環境保護法や規制が行きすぎだと思いませんか、不足だと思いませんか、それともちょうどいいと思いませんか?」不足と答えた人の割合で計測。

1982-1990 (Dunlap 1991a:13): 「一般に、環境保護の分野では政府の規制や関与が多すぎると思いませんか、少なすぎると思いませんか、ちょうどいいと思いませんか?」「少なすぎる」と答えた人の比率。 1992-2000 (Saad and Dunlap 2000): 「アメリカ政府の行動は環境保護の点でやりすぎ・不足・適正のどれですか?」「不足と」答えた人の割合で計測。

「コストを度外視して環境を」 1981-1990 (Dunlap 1991b:300): 「以下の文に同意しますか、反対しますか: 環境保護は重要すぎるので、規準や規格が高すぎることはないし、環境改善は継続してコストを度外視して続けるべきだ」合意した人の比率で計測。 1992, 1997 (Anon. 1997b, ちなみにこの参考資料はほかのものほど信頼度が高くない。GOPの世論戦略についての調査に関するウェブページでの言及にすぎないからだ。でも利害関係がある可能性はあるものの、数字が過大になってる様子はない): 「環境保護は重要すぎるので、規準や規格が高すぎることはないし、環境改善は継続してコストを度外視して続けるべきだ」合意した人の比率で計測。

2762. Gallup 2000b.

2763. Saad 1999.

2764. 天然資源、公園やレクリエーションや下水道は、市町村、州、連邦のコストしか含んでいない。廃棄物、大気と水は、民間や企業のコストも含んでいる。期間中ずっと手に入ったのは連邦コストだけで、州や市町村コストは1955-96年のみ、総コストは1972-94年しか存在しないため、これらのコストは1962-71年と1994/6-9年のトレンドをもとに推定している。1972-94年の総環境コストの時系列データは残念ながらうち切られた。Blodgett 1997 参照。

2765. ぼくたちが環境にもっと支出するのは、別に環境が悪化したということじゃない。単にもっと環境意識が高まっただけだ（同様に、ヘルスケアの支出が増えたからと言って、病気が増えたことにはならない）。
2766. Dunlap 1991b:300.
2767. Finkel and Golding 1994.
2768. WHO は「確立された市場経済」なる言葉を使うけれど、OECD 以外にはこれはバチカン、パミュダ、マン島・ガーンジー島などの小国しか含んでいない。
2769. Meyerhoff 1993.
2770. Putnam and Wiener 1995:147.
2771. Putnam and Wiener 1995.
2772. Graham and Wiener 1997a:2.
2773. 各種文献は、ぼくたちが受け入れてしまう実在しないリスクの例をたくさん記述している。ここではごく少数を見るだけだ。 Margolis 1996; Slovic 1987; Zeckhauser and Viscusi 1990; Wilson 1979; Slovic et al. 1979, 1986, Fischhoff et al. 1979; Grandjean 1998:106ff も参照。
2774. Combs and Slovic 1979.
2775. Combs and Slovic 1979:841.
2776. Sandman 1996.
2777. Sandman 1996.
2778. Slovic et al. 1979; Singer and Endreny 1993:61ff.
2779. Grandjean 1998:108.
2780. Slovic et al. 1986:116.
2781. Slovic et al. 1986:116, Combs and Slovic 1979.
2782. Slovic et al. 1986:117.
2783. Grandjean 1998:151.
2784. 殺虫剤・農薬のせいでアメリカで毎年 20 人ほどの死者が予想され、そのうち飲料水からきているものがたった 0.4 パーセントなら (Ames et al. 1987:272)、これはつまり人口 2.7 億人が一生 (70 年) にわたって水を飲み続けて死者 5.6 人、あるいは生涯リスクが 1:1,000,000 の 2 パーセント ($2e-8$) ということだ。だから EPA の極端なワーストケース想定で 1,500–3,000 人が死んだとしても、生涯リスクは 1,000,000 のうち 1.5–3 ($1.5e-6$ to $3e-6$) だ。
2785. Grandjean 1998:110.
2786. Fischhoff et al. 1979:32.

2787. 気に入らないというのも評価項目として適正である、という主張もある。だれかが汚染者を気に入らなかつたり嫌っていたりして、でも社会的な規則ではそうした汚染が認められていた場合、その人は客観的なリスクがほとんどない場合でも、そうした汚染物を排除するよう要求する権利がある、というわけだ (Grandjean 1998:107 に記述されている)。でもここで直面する根本的な問題は、もし客観的に見てほとんどないリスクを取り除くのに社会の資源が使われるなら、それはつまり同じ資源を他のもっと大きなリスクを取り除くには使わないことを選んで、ということだ。ここで問題になっている人物が、これについてどう感じるかはもちろん道徳的な問題ではあるけれど、ぼくに言わせれば、これは単にそいつらが自分自身の(客観的に小さな)リスクが他人の(客観的に大きな)リスクより重大なのだ、と言っているだけだ。あるいはもっと身も蓋もない言い方をすると: あたしの人生のほうが、あんたらのよりも大事なんだ、というわけ。(こうした気に入る・気に入らないベースの評価はエスカレートするという点でも不均衡が生じる: ぼくとしては、うちの通りに開発が行われるのはとっても気に入らないと言うのが利益となり、あなたはうちの近所の庭のたき火の煙がすごく気に入らないというほうが利益となる。となると今度はぼくとしては、もうどうしようもなく気に入らないこととして云々と言うべきで.....)
2788. Margolis 1996:38.
2789. Margolis 1996:38.
2790. Taylor 2000.
2791. Mendeloff の発言を借りると (Margolis 1996:161 での引用): (議題に上るものの) 過剰規制は、(議題に上らないものの) 過少規制を生み出す。
2792. Tengs *et al.* 1995; Tengs 1997; Tengs and Graham 1996; Graham 1995.
2793. Tengs 1997:table II.
2794. Tengs 1997.
2795. すべての健康介入のメジアンコストは、他のすべての介入を二つの等しい部分に分ける価格だ。50 パーセントはその値段より安く、50 パーセントはそれより高いことになる。メジアンを使う長所は、例外的な(高い)価格にあまり影響されないことだ。\$5, \$10, \$70, \$100, \$1000 というコストがあつたら、メジアンは\$70 だけれど、平均はたった一つの\$1000 という数字に大きく影響されて \$237 になる。
2796. Graham 1995; Tseng 1997.
2797. Tengs 1997.
2798. Graham 1995 の医薬および有毒対照群はラベルがまちがっていることに注意。こ

ここでは正しくラベルをつけなおして、Graham の文に出てくるメジアン値が図と一致するようにしてある。

2799. たとえば Greenpeace の MTV コマーシャル (2001a) では、出てくる文字は唯一「frankenfood」という単語だけで、なにやら不気味な雰囲気がある。
2800. 医薬用の GMO は一般に閉鎖型の生産設備を使い、人命を救う製品を作る。だから医薬用 GMO はもっと容易に受け入れられている。ESRC 1999:9, Dixon 1999:547. Eurobarometer によれば、GM 食品について心配する人は 60 パーセントなのに対して、バイオテクノロジーの医薬分野への応用を心配する人はたった 40% だ。EU 2001b:55.
2801. James 1999, 2000. 世界の総作付け面積はおよそ 1510 Mha, WRI 2000c:272.
2802. James 2000, WRI 2000c:272-3.
2803. James 2000.
2804. Annon. 2000d.
2805. Hoisington *et al.* 1999.
2806. Evenson 1999:5,925.
2807. Nash and Robinson 2000.
2808. Greenpeace 2001b.
2809. House of Commons 1999:13.
2810. McHughen 2000:255.
2811. McHughen 2000:255.
2812. Levy and Newell 2000, EU 2001b:50ff. 長いが、偏向しているかもしれない概要としては CFS 2001 を参照。
2813. それぞれ 57, 63, 69 パーセント。EU 2000d:36-8.
2814. Hennessy 2000.
2815. Annon. 1999i, Margaronis 1999.
2816. EU 2001b:56, EU 2000d:36-8.
2817. 「ヨーロッパにおける GMO への反対は、Greenpeace や Friends of the Earth などの環境団体に情報を与えられ、先導されている」 Margaronis 1999; EU 2001b:51.
2818. FotE 2001.
2819. Greenpeace 1996, Orogan and Long 2000, OCE 2001, UCS 2001, およびその回答 AS 2000, House of Lords 1998:73-4, House of Commons 1999:15-20.
2820. FotE 2001.

2821. Greenpeace (1996) 懸念事項の筆頭が: 「有毒性やアレルギー性の影響」
2822. Enserink 1999, Reuters 1998.
2823. BBC 1998. どうやらかれは「仲間の市民たちをモルモットがわりにするのはきわめて不公平だ」と思うと付け加えたい。 Annon. 1999j.
2824. Liberal Democrat 環境スポークスマン Norman Baker: 「唯一正しい行動は、あらゆる食物から GM 含有物を禁止することだ」 BBC 1998.
2825. RRI 1998.
2826. 「結果はまだ完全ではないが、Pusztai 博士の嫌疑を晴らすには十分なものだ」 van Driessche and Bog-Hansen 1999. またもや、イギリス下院の議員たちは遺伝子組み替え食品の使用停止令を提案した。 Enserink 1999.
2827. Royal Society 1999:4.
2828. Ewen and Pusztai 1999.
2829. Kuiper *et al.* 1999.
2830. メモ (van Driessche and Bog-Hansen 1999) の後で、政府またはバイオテクノロジー業界がデータを隠蔽するのに手を貸したという糾弾がいくつかなされた。 Enserink 1999.
2831. OCE 2001:2.
2832. 「レクチンが有毒だというのはよく知られているし、毎年人々が豆をよく茹でずに、豆のレクチンが生またはよくゆだっていない豆の中で活性なまま残るため、いくつかの『不幸な事件』が起きている」 Bog-Hansen 1999.
2833. Coghlan and Kleiner 1998.
2834. 「Pusztai などの実験作業などで使われる遺伝子組み込みレクチン入りのジャガイモは、きわめて厳しいコントロールのもとで、こうした実験的な動物研究を行うためだけに生産される。こうした遺伝子改変されたジャガイモが人間消費を意図されていた例はきいたことがない。まして人間がそれを実際に消費した例は」 Bog-Hansen 1999.
2835. Ewen and Pusztai 1999.
2836. Cubitt は concanavalin A だけに言及していた。これは jack bean 遺伝子からのレクチンで、調査はもともとこれを使って提示されていた。 Enserink 1998.
2837. Coghlan and Kleiner 1998, cp. McHughen 2000:118.
2838. Bog-Hansen 1999.
2839. Ewen and Pusztai 1999.
2840. 「GM 構築物、あるいは変換の他の部分が全体としての影響に貢献した可能性はあ

- る」 Ewen and Pusztai 1999.
2841. Kuiper *et al.* 1999.
2842. Kuiper *et al.* 1999, Royal Society 1999:3.
2843. NRC 2000b:68, Kuiper *et al.* 1999. 実はメモによれば、二つの GM 系統はまったくちがったものだった。 van Driessche and Bog-Hansen 1999。つまりジャガイモの系統が実は安定していないという議論の信頼性が増す。
2844. Royal Society 1999:3.
2845. NRC 2000b:68.
2846. NRC 2000b:68.
2847. OCE 2001:2.
2848. もっともすべてがこんな過激な記述ではない。 FotE 2001, Greenpeace 1996, Orogan and Long 2000, Montague 1999, UCS 2001.
2849. FotE 2001.
2850. 以下は McHughen 2000:119-21 に基づく。
2851. Nestle 1996.
2852. Nordlee *et al.* 1996.
2853. Jones 1999:583.
2854. これはよく引用される (たとえば Orogan and Long 2000) 以下の一部だ : 「次の事件はこれほど理想的ではなく、民衆もこれほど幸運ではないかもしれない」 Nestle 1996.
2855. Nestle 1996, UCS 2001.
2856. McInnis and Sinha 2000.
2857. FDA コミッショナー Jane Henney, McInnis and Sinha 2000 での引用。
2858. Dixon 1999:547.
2859. Orogan and Long 2000, OCE 2001.
2860. Yoon 1999, BBC 1999.
2861. Milius 1999.
2862. Trewavas 1999:231.
2863. McInnis and Sinha 2000, Nottingham 1998:47.
2864. Nottingham 1998:47.
2865. Nottingham 1998:49, USDA 2001b:4.
2866. Nottingham 1998:49.
2867. McHughen 2000:178.

-
2868. James 2000.
2869. Losey *et al.* 1999, Hansen and Obrycki 2000 の同様の結果も参照。
2870. Guynup 1999.
2871. Losey *et al.* 1999.
2872. Guynup 1999.
2873. Yoon 1999.
2874. Nash and Robinson 2000.
2875. Annon. 2000d.
2876. Annon. 2000e.
2877. Levidow 1999.
2878. McHughen 2000:178. 同じく、*New York Times* はこう書く：「Bt 毒素自体がすでに、多くのチョウやガを殺すことが知られている」 Yoon 1999.
2879. Losey *et al.* 1999.
2880. この議論は McHughen 2000:178 からのもの。
2881. Milius 2000.
2882. EPA 2000g.
2883. EPA 2000g:IIC57.
2884. EPA 2000g:IIC57, 58.
2885. EPA 2000g:IIC57.
2886. Sadar 2000.
2887. Bailey 2001.
2888. EU 2000d:15.
2889. 35 パーセントがこれを正しいと答え、35 パーセントが間違っていると答え、30 パーセントはわからないと答えた。 EU 2000d:25.
2890. 「遺伝子組み替え果物を食べたら、その人の遺伝子も結果として組み替えられるかもしれない」。42 パーセントがこれはまちがっていると正しく答えたのに対し、24 パーセントはこれが正しいと思い、34 パーセントはわからなかった。 EU 2000d:16, 25.
2891. Freivalds and Natz (1999) の報告では、アメリカ人の 45 パーセントは、「通常のトマトは遺伝子を含まないが、遺伝子組み替えトマトは遺伝子を含む」という文が正しいと、誤って考えていた。
2892. 神話 / 思いこみと称されるもののすべてが神話とは限らない。 McHughen (2000:14-16) は、トマトの中に魚の遺伝子が入るといってお話は間違っていると

言う：「『トマトに魚遺伝子』というのは、都市伝説の標準的な特性をすべて備えている　おっかないし、『できすぎた話』に思える」。ところがどっこい、冬ヒラメの凍結防止遺伝子を組み込んだトマトを育てる許可が本当に1991年におりたのだった。これは Animal and Plant Health Inspection Service database (APHIS 1991) で読める。もっとも、このお話は論争の中ではあまり普及しておらず、ここで論じた3つの主要な神話の恐ろしさや破壊力はまるでない。

2893. FotE 2001.

2894. UCS 2001.

2895. Jones 1999:583-4.

2896. Orogan and Long 2000, Greenpeace 1996.

2897. 例はすべて UCS 2001 から。

2898. McHughen 2000:161.

2899. CUK Advisory Committee on Releases to the Environment 議長, Beringer 1999.

2900. Schiermeier 2000, Jones 1999:584, House of Commons 1999:17.

2901. McHughen 2000:162-3.

2902. Crawley *et al.* (2001:683): 「我々の結果は(中略)栽培可能な [GM] 作物は長い屋外の栽培では生き残る見込みが低いことを示している」

2903. NRC 2000b:68.

2904. Ames and Gold 1993, Zimberoff and Mosely 1991, Edelson 1990.

2905. Ames and Gold 1993.

2906. NRC 2000b:9, McHughen 2000:113.

2907. Trewavas 1999:231.

2908. McHughen 2000:259.

2909. McHughen 2000:162-4.

2910. McHughen 2000:164.

2911. House of Lords 1998:110.

2912. NRC 2000b:6.

2913. House of Commons 1999:12.

2914. 人類としては、たぶんほとんどの進歩はリスクを負担することで生じたのであって、「後悔するより安全を」的な態度を取ることで進歩したんじゃないと断言していいだろう (Esty 1999)。でもますます豊かになるにつれて、このトレードオフは明らかにどんどんリスク回避的な方向に振れる。

2915. Cited in EU 2000c:26.

2916. Weale 1992:79ff を参照。
2917. Lundmark 1997.
2918. DK EPA 1995a: <http://www.mem.dk/publikationer/RED/2.htm>.
2919. IPCC 2001c:10.1.2 でよく描かれている。
2920. たとえば女性にとっての夢の薬になるとされたサリドマイドは、結果として聾、盲、四肢未発達、口蓋破裂や、その他多くの内蔵不具を生じた (Muggleton 1999)。
2921. Friedman (2000) は日本を見て「未来をかいま見る」。そこでは若者は、通称ドコモなるもので通信する。これは携帯型電話とインターネット接続の組み合わせだ。「社会的な意義としては」、このドコモというのは、人々がチャットルームで出会って、いずれ友情らしきものがでっちあげられたら、人々は「オフ会」またはオフラインでの会合を設定するわけだ。「そうだと、いまやオンラインでの出会いが通常で、オフライン　つまり対面　で出会うことに専用の用語がある」。ある若者は、昔は食卓を囲んで多くの時間を費やしたと言う。「今では食事がすんだら、それぞれドコモとインターネットを持って自分の部屋に戻るのよ。だから家族と過ごす時間は減ったわ。みんな独自のプライベートなリンクを世界と持っているから、もう振り返って昔ほど家族に頼ったりはしないの」
- これを深く心配する母親の発言が引用される。「親として、この状況は深く憂慮しています。息子は 17 歳なんですけど、ガールフレンドがいるみたいなんですけど、でもよくわからないんです。あんまりお互いに出てないみたいで、電子メールでやりとりするだけみたいで。人間の物理的な接触で学べることは実に多いのに、この若い世代は人とつきあう能力をなくしてるみたいなんです」
2922. これがしばしばこういう形で使われるということは、デンマークの環境省主任の発言が一番よく表しているかもしれない。かれは「慎重なる回避」原理についてこう述べている：部局内では「これが正しい原理だと言うことを疑う者はあまり多くない(中略)が大きな理論的議論はしたことがありません。単に使っているだけで、かなり満足しています」(DK EPA 1998b)。
2923. たとえば Tim O’Riordan は、「慎重なる回避」原理は以下のような場合に適用されるべきだと述べている：「自然の生命維持機能に回復不可能な被害を与える可能性があるときには、失われる便益にかかわらず慎重なる回避の原理が採用されるべきだ」(ESRC 1999:17 での引用、強調は引用者)。これはもちろん、民主的なリスク評価で、便益がコストをはるかに上回ることを示した場合ですら(たとえば沼地をつぶして道路を通せば、絶対にある程度の自然生命維持機能は破壊される)、万が一の原理はアプリアリにそうした決定を排除する、ということだ。

2924. デンマーク環境高等諮問委員 Peder Agger が示唆したように (Agger 1997:10)。
2925. それとももっと正確には、議題の決定も資源の配分も、一番声が大きくて一番組織力のあるロビイストの利害にしたがって決められるのかもしれない。
2926. Anderson 1991.
2927. WRI 1998a:22.
2928. Ehrlich 1967:655.
2929. FAO 2001a.
2930. たとえば *Time* 誌の環境付録の巻頭ページを見ると、ふつうの男の子が環境のおかしくなった未来におかれたある朝の出来事が書かれている：「未来の子供：その男の子は、暑い重苦しい朝に目をさます。登校日ではなかったのでお気に入りの絵本を持ってゆっくりできた。その絵本は、あの大きな森の絵のある本だ 背の高い木がいっぱい並び、野生動物と清流の流れる森。その光景は実に魔法のようで、男の子にはほとんど信じられないほどだったけれど、両親はそうした驚異がかつてはあったんだよ、と保証してくれた。本を閉じた男の子は、この先の一日に何の喜びも見いだせなかった。エアコンが壊れていなければいいのに、と思った。冷蔵庫にもっと食べ物があればいいのに、と思った。大きな森が見られたら、と思った。でもそんなことを今思っても仕方ない。生き延びるだけでも精一杯の闘争だ。特に子供にとっては」。 *Time* 1997:1.

参考文献

訳注：参考文献の URL はすべて 2003/05/20-22 にチェックを行い、リンクが切れているものについて可能な限り新しいリンク先を探して URL を更新してある。ただし、新しいリンク先ともとのリンク先のドキュメントがまったく同じものである保証はない。利用の際にはその点に留意されたい。また、「アクセスできず」とあるリンクでも、一部は <http://www.archive.org/> や google のキャッシュを使って閲覧可能な場合がある。

AAAAI 2000 *Allergy Report vols. I-II*. The American Academy of Allergy, Asthma and Immunology, in partnership with the National Institute of Allergy and Infectious Diseases (NIAID). <http://www.theallergyreport.org/>.

Abdulaziz, Abuzinda and Fridhelm Krupp 1997 “What happened to the Gulf: two years after the world’s greatest oil-slick.” *Arabian Wildlife* 2:1. <http://www.arabianwildlife.com/archive/vol2.1/oilglf.htm>.

Abell, Annette, Erik Ernst & Jens Peter Bonde 1994 “High sperm density among members of organic farmers’ association.” *The Lancet* 343:1, 498.

Abelson, Philip H. 1994 “Editorial: adequate supplies of fruits and vegetables.” *Science* 266:1, 303.

Abrahamsen, Gunnar, Arne O. Stuames & Bjørn Tveite 1994a “Discussion and synthesis.” In Abrahamsen *et al.* 1994c: 297-331.

—— 1994b “Summary and conclusions.” In Abrahamsen *et al.* 1994c:332-5.

Abrahamsen, Gunnar, Arne O. Stuames & Bjørn Tveite (eds.) 1994c *Long-Term Experiments with Acid Rain in Norwegian Forest Ecosystems*. New York: Springer-Verlag.

Abramovitz, Janet N. 1999 “Unnatural disasters.” *World Watch* 12(4):30-5.

ACC/SCN 2000 *Fourth Report on the World Nutrition Situation: Nutrition throughout the Life Cycle*. January 2000. United Nations Administrative Committee on Coordination, Sub-Committee on Nutrition,

- in collaboration with the International Food Policy Research Institute.
<http://www.unsystem.org/accscn/Publications/4RWNS.html>.
- Ackerman, Frank 1997 "Recycling: looking beyond the bottom line." *BioCycle* 38(5):67-70.
- Acquavella, John, Geary Olsen, Philip Cole, Belinda Ireland, Johan Kaneene, Stanely Schuman & Larry Holden 1998 "Cancer among farmers: a meta-analysis." *Annals of Epidemiology* 8:64-74.
- ACS 1999 *Cancer Facts & Figures – 1999*. Atlanta, GA: American Cancer Society.
— 2000 "How has the occurrence of breast cancer changed over time?" Atlanta, GA: American Cancer Society. <http://www.cancer.org/statistics/99bcff/occurrence.html>. (アクセスできず。 <http://www.cancer.org/downloads/STT/BrCaFF2001.pdf> の一部がほぼ同じ内容と見られる。)
- Acsadi, George & J. Nemeskeri 1970 *History of Human Life Span and Mortality*. Budapest: Akademiai Kiado.
- Adams, John 1995 *Risk*. London: University College London Press.
- Adams, W. C. 1986 "Whose lives count? TV coverage of natural disasters." *Journal of Communication* 36(2):113-22.
- Adleman, Morris A. 1995 "Trends in the price and supply of oil." In Simon 1995b:287-93.
- AEA 1999 *Economic Evaluation of Air Quality Targets for CO and Benzene*. By AEA Technology for European Commission DGXI. <http://europa.eu.int/comm/environment/enveco/studies2.htm#7>.
- Agarwal, Anil & Sunita Narian 1998 "The greenhouse gas trade." *UNESCO Courier* 10:10-13.
- Ågerup, Martin 1998 *Dommedag er aflyst: velstand og fremgang i det 21. Århundrede*. [災厄の日はキャンセル: 21世紀の富と繁栄]. Copenhagen: Gyldendal.
- Agger, Peder, Lennart Emborg & Jørgen S. Nørgård 1997 *Livet i drivhuset – En debatbog om miljø og samfund*. [温室での生活 – 環境と社会に関する論争の書]. Copenhagen: Mellemlfolkeligt Samvirke.
- AGU 1995 *U.S. National Report to International Union of Geodesy and Geophysics 1991-1994*. American Geophysical Union, supplement to *Reviews of Geophysics*, 33. <http://earth.agu.org/revgeophys/contents.html>.

- Ahmed, Kulsum 1994 *Renewable Energy Technologies: A Review of the Status and Costs of Selected Technologies*. Washington, DC: World Bank Technical Paper 240.
- Ainsworth, Martha & Waranya Teukul 2000 “Breaking the silence: setting realistic priorities for AIDS control in less-developed countries.” *The Lancet* 356(9223):55-60.
- Albert, Jørn E. 1989 *Syreregn: trusler mod livet*. [酸性雨：生命への脅威]. Copenhagen: Forum.
- Alexander, Bruce H., Harvey Checkoway, Chris van Netten, Charles H. Muller, Timothy G. Ewers, Joel D. Kaufman, Beth A. Mueller, Thomas L. Vaughan & Elaine M. Faustman 1996 “Semen quality of men employed at a lead smelter.” *Occupational and Environmental Medicine* 53:411-16.
- Alexandratos, Nikos 1997 “FAO’s Cereals Projections to 2010 and Recent Developments: Response to Lester Brown.” Chief of Global Perspective Studies Unit, FAO, Rome, 未刊行原稿; John Lupien, Director of Food and Nutrition Division より受領.
- 1998 *World Food and Agriculture: Outlook to 2010*. <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/ECONOMIC/ESD/at2010.pdf> からダウンロード (ただしすでに存在せず).
- 1999 “World food and agriculture: outlook for the medium and longer term.” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 96:5,908-14. <http://www.mindfully.org/Food/FOA-Food-Outlook.htm>.
- Alhajji, A.F. & David Huettner 2000 “OPEC and World Crude Oil Markets from 1973 to 1994: Cartel, Oligopoly, or Competitive?” *Energy Journal* 21(3):31-60.
- Al-Khalaf, Bader 1998 “Pilot study: the onset of asthma among the Kuwaiti population during the burning of oil wells after the Gulf War.” *Environment International* 24(1-2):221-5.
- Allen, Ruth H., Michelle Gottlieb, Eva Clute, Montira J. Pongsiri, Janette Sherman & G. Iris Obrams 1997 “Breast cancer and pesticides in Hawaii: the need for further study.” *Environmental Health Perspectives Supplements* 105:679-83.
- Al-Rashed, Muhammad F. & Mohsen M. Sherif 2000 “Water resources in the GCC countries: an overview.” *Water Resources Management* 14:59-75.
- Alter, George & James C. Riley 1998 “Sickness, recovery, and sickness redux: tran-

- sitions into and out of sickness in nineteenth-century Britain." Working Paper 98-2, Department of History, Indiana University. http://www.indiana.edu/~pirt/PIRT_WP/wp98-2.html.
- Altheide, David L. & R. Sam Michalowski 1999 "Fear in the news: a discourse of control." *Sociological Quarterly* 40(3):475-503.
- Aly, S. E. 1999 "Gas turbine total energy vapour compression desalination system." *Energy Conversion and Management* 40(7):729-41.
- Ames, Bruce N. & Lois Swirsky Gold 1990 "Chemical carcinogenesis: too many rodent carcinogens." *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 87:7,772-6. <http://www.pnas.org/>.
- 1993 "Another perspective...nature's way." *Consumers' Research Magazine* 76(8):22-3.
- 1997 "The causes and prevention of cancer: gaining perspective." *Environmental Health Perspectives Supplements* 105(4):865-73.
- 1998 "The causes and prevention of cancer: the role of environment." *Biotherapy* 11:205-20.
- 2000 "Paracelsus to parascience: the environmental cancer distraction." *Mutation Research* 447:3-13. http://ehscenter.berkeley.edu/publications/00_ames_1.pdf.
- Ames, Bruce N., Renae Magaw & Lois Swirsky Gold 1987 "Ranking possible carcinogenic hazards." *Science* 236:271-80.
- Ames, Bruce N., Margie Profet & Lois Swirsky Gold 1990a "Dietary pesticides (99.99 percent all natural)." *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 87:7,787-81.
- 1990b "Nature's chemicals and synthetic chemicals: comparative toxicology." *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 87:7,782-6.
- Ames, Bruce N., Mark K. Shigenaga & Tory M. Hagen 1993 "Oxidants, antioxidants, and the degenerative diseases of aging." *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 90:7,915-22.
- Amey, Earle B. 1996 *Gold*, US Geological Surveys. <http://minerals.er.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/gold/300496.pdf> and *Natural Resources* 4:285-312.
- Andersen, Claus E., Niels C. Bergsøe, Jens Brendstrup, Anders Damkjær, Peter

- Gravesen & Kaare Ulbak 1997 *Radon-95: en undersøgelse af metoder til reduktion af radonkoncentrationen i danske enfamiliehuse*. [Radon-95: デンマーク単世帯住宅におけるラドン削減手法調査]. Risø-R-979. <http://www.risoe.dk/rispubl/NUK/ris-r-979.htm>.
- Andersen, Mikael Skou 1998 “Lomborgs fejl.” [ロンボルグのまちがい]. *Politiken*, 22 February 1998, section 2, p. 1.
- Andersen, Per Dannemand 1998 *Review of Historical and Modern Utilization of Wind Power*. http://www.indiana.edu/~pirt/PIRT_WP/wp98-2.html.
- Anderson, Christopher 1991 “Cholera epidemic traced to risk miscalculation.” *Nature* 354:255.
- Anderson, Terry L. 1995 “Water, water everywhere but not a drop to sell.” In Simon 1995b:425-33.
- Andreae, Meinrat O. 1991 “Biomass burning: its history, use and distribution and its impact on environmental quality and global climate.” In Levine 1991:3-21.
- 2001 “The dark side of aerosols.” *Nature* 409(6821):671-2.
- Angell, J. K. 1999 “Global, hemispheric, and zonal temperature deviations derived from radiosonde records.” In *Trends Online: A Compendium of Data on Global Change*. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, US Department of Energy, Oak Ridge, Tennessee. <http://cdiac.esd.ornl.gov/trends/temp/angell/angell.html>.
- Annaert, Jan & Marc J. K. de Ceuster 1997 “The big mac: more than a junk asset allocator?” *International Review of Financial-Analysis* 6(3):179-92.
- Annan, Kofi 1997 “Global change and sustainable development: critical trends.” Report of the Secretary-General to the Commission on Sustainable Development. E/CN.17/1997/3. [gopher://gopher.un.org/00/esc/cn17/1997/off/97--3.EN%09%9%2B](http://gopher.un.org/00/esc/cn17/1997/off/97--3.EN%09%9%2B).
- 1998 *The causes of conflict and the Promotion of Durable Peace and Sustainable Development in Africa*. S/1998/318, 13 April 1998. <http://www.un.org/ecosocdev/geninfo/afrec/sgreport/confl2.htm>.
- 1999 *Concise report of the Secretary-General on world population monitoring, 2000: population, gender and development*. Commission on Population and Development, 33rd session. E/CN.9/2000/3. <http://www.un.org/documents/ecosoc/cn9/2000/ecn92000-3.pdf>.

- 2000 *Progress Made in Providing Safe Water Supply and Sanitation for all During the 1990s. Report of the Secretary-General.* Economic and Social Council, Commission on Sustainable Development, 8th session. <http://www.un.org/esa/sustdev/csd8/wss4rep.pdf>.(アクセスできず)
- Annon. 1992a “Biodiversity: variety is the spice of life.” *UN Chronicle* 29:52-3.
- 1992b “Editorial: environmental pollution: it kills trees, but does it kill people?” *The Lancet* 340(8823):821-2.
- 1993a “Powerboat pollution.” *Environment* 35:10:23.
- 1993b “Relentless DDT.” *Time* 141(18):24-5.
- 1993c “Breast cancer linked to chlorine.” *Earth Island Journal* 8(2):23.
- 1994a “Farmer sperm count puzzle.” *Earth Garden* 89:8.
- 1994b “Organic farmers have more sperm density.” *Nutrition Health Review* 71:6.
- 1994c “Respiratory ailments linked to Gulf War fires?” *Earth Island Journal* 9(3):18.
- 1995a “Generation why?” *Psychology Today* 28(1):18.
- 1995b “Scrubber myths and realities.” *Power Engineering* 99:(1):35-8.
- 1995c “Flowing uphill.” *Economist*, 8/12/95, 336(7927):36.
- 1997a “Assessing the odds.” *The Lancet* 350(9091):1563.
- 1997b “Eye on Washington.” The National Grassroots Organization of Republicans for Environmental Protection. http://www.rep.org/news/GEvol1/ge1.3_eye.html
- 1997c “Tan now, pay later.” *Earth Island Journal* 12(3):3.
- 1997d “Turning the tides • creating a cancer-free environment now.” *MidLife Woman* 6(1):3-7.
- 1997e “Asthma epidemic: A link to moving or childhood vaccinations?” *Science News* 151(4):60.
- 1998a “Disney blames El Niño, ABC for stock fall.” *Electronic Media* 17(11):22.
- 1998b “Pollution and degradation causes 40 percent of deaths worldwide.” *Health Letter on the CDC*. 10/12/98, p. 3-4. Can be read at <http://www.news.cornell.edu/releases/Sept98/ecodisease.hrs.html> (uncredited)
- 1998c “Weird weather.” *Junior Scholastic* 100(15):8.

- 1998d “When virtue pays a premium.” *Economist* 04/18/98, 346(8064):57-8.
- 1999a “Cancer country.” *Sierra* 84(5):17.
- 1999b “El Niño disasters may typify impact of global warming, NWF says.” *International Wildlife* 29(1):6.
- 1999c “Group calls for moratorium on pesticides to reduce risk of breast cancer.” *Natural Life* 69:12.
- 1999d “Nasty, brutish, and dirty.” *Discover* 20(2):30.
- 1999e “Persons of the century.” *Time*. 14 June 1999, 153(23):8.
- 1999f “Solar ready to compete with fossil fuels.” *Natural Life* 70:13.
- 1999g “Fuel cells meet big business.” *Economist* 07/24/99, 352(8129):59-60.
- 1999h “Indicators: Millenium issue.” *Economist* 31/12/99, 353(8151):147-8.
- 1999i “Food for thought.” *Economist*, 06/19/99 351(81):24-42.
- 1999j “Health risks of genetically modified foods.” *Lancet* 353(9167):1,811.
- 2000a “Recycle your toothbrush.” *Environment* 42(4):5.
- 2000b “Spectrum.” *Environment* 42(6):6-9.
- 2000c “Market indicators.” *Economist*, 15/1/00, 354(8153): 89.
- 2000d “Poisoned monarchs.” *Discover* 21(1):62.
- 2000e “Environmental Coalition to Sue EPA Over Registrations of Bt Crops.” *Chemical Market Reporter*, 11/06/2000, 258(19):15.
- 2000d “GM Crops: More Food, or Thought?” *Chemical Market Reporter*, 3/20/2000, 257(12):FR10-2.
- 2001a “Will the oil run out?” *Economist* 02/10/2001, 358(8208):special section 13-15.
- 2001b “The Year in NATURE.” Special Edition of Time Magazine, Winter2000/2001, 156(27):58-63.
- APHIS 1991 “Permit Number 91-079-01: Tomato; antifreeze gene; staphylococcal Protein A.” *Animal and Plant Health Inspection Service*. <http://www.nbiap.vt.edu/biomon/relea/9107901r.eaa>.
- Argyle, Michael 1987 *The Psychology of Happiness*. London: Routledge.
- Ariza, Luis Miguel 2000 “Burning times for hot fusion.” *Scientific American* 282(3):19-20.
- Arkes, Hal R. & Kenneth R. Hammond (eds.) 1986 *Judgment and Decision Making: An Interdisciplinary Reader*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Armknrecht, Paul A., Walter F. Lane & Kenneth J. Stewart 1997 "New products and the U.S. Consumer Price Index." In Bresnahan & Gordon 1997:375-91.
- Armstrong, Gregory L., Laura A. Conn & Robert W. Pinner 1999 "Trends in infectious disease mortality in the United States during the 20th century." *Journal of the American Medical Association* 281(1):61-6.
- Arnell, Nigel W. 1999 "Climate change and global water resources." *Global Environmental Change* 9:S31 - 49.
- Arnold, Steven F., Diane M. Klotz, Bridgette M. Collins, Peter M. Vonier, Louis J. Guillette Jr. & John A. McLachlan 1996 "synergistic activation of estrogen receptor with combinations of environmental chemicals." *Science* 272:1,489-92.
- AS 2000 "Transgenic Plants and World Agriculture." Prepared by the Royal Society of London, the US National Academy of Sciences, the Brazilian Academy of Sciences, the Chinese Academy of Sciences, the Indian National Science Academy, the Mexican Academy of Sciences and the Third World Academy of Sciences. <http://www.nap.edu/catalog/9889.html>.
- Ashworth, Steven D., John C. Callender & Kristin A. Boyle 1992 "the effects of unrepresented studies on the robustness of validity generalization results." *Personnel Psychology* 45(2):341-61.
- Asimov, Isaac & Frederik Pohl 1991 *Our Angry Earth*. New York: Tom Doherty Associates.
- ATA 2001a *Traffic Summary 1960 - 1999: U.S. Scheduled Airlines*. Air Transport Association. <http://www.air-transport.org/public/industry/24.asp>.
- 2001b *Safety Record of U.S. Airlines*. Air Transport Association. <http://www.air-transport.org/public/industry/28.asp>.
- Atkins, David & Julie Norman 1998 "Mycotoxins and food safety." *Nutrition & Food Science* 5:260-6.
- Atkinson, A. B. & F. Bourguignon (eds.) 2000 *Handbook of Income Distribution*. Amsterdam: Elsevier Science.
- ATV 1992 *Risk Management and Risk Assessment in Different Sectors in Denmark*. Proceedings from a conference by the Danish Academy of Technical Sciences on "Risk Management, Hazard and Risk Assessment in Connection with the Setting of Limit Values for Chemicals," Lyngby, Denmark: Danish Academy of Technical Sciences.

- Auger, Jaques, Jean Marie Kunstmann, Françoise Czyglik & Pierre Jouannet 1995
“Decline in semen quality among fertile men in Paris during the past 20 years.”
New England Journal of Medicine 332(5):281-5.
- Auken, Svend 1998 “Planetens sande tilstand?” [地球の真の状態?] *Politiken*, 3
February 1998, section 2, p. 5-6.
- Auliciems, Andris & Ian Burton 1973 “Trends in smoke concentrations before and
after the Clean Air Act of 1956.” *Atmospheric Environment* 7:1,063-70.
- Ausubel, Jesse H. 1995 “Technical Progress and Climatic Change.” *Energy Policy*
23(4/5):411-6. http://phe.rockefeller.edu/tech_prog.
- 1996 “Real numbers.” *Issues in Science & Technology* 13(2):78-81.
- Ausubel, Jesse H. & Arnulf Grübler 1995 “Working less and living longer: long-
term trends in working time and time budgets.” *Technological Forecasting and
Social Change* 50:113-31. http://phe.rockefeller.edu/work_less.
- Avery, Dennis 1995 “The world’s rising food productivity.” In Simon 1995b:376-91.
- AWEA 2000a *Facts about Wind Energy and Birds*. American Wind Energy Asso-
ciation. <http://www.awea.org/pubs/factsheets/avianfs.pdf>.
- 2000b *Global Wind Energy Market Report*. American Wind Energy Associa-
tion. <http://www.awea.org/faq/global199.html>.
- Ayer, Harry & Neilson Conklin 1990 “Economics of Ag chemicals.” *Choices: The
Magazine of Food, Farm & Resource Issues* 5(4):24-7.
- Bailey, Ronald (ed.) 1995 *The True State of the Planet*. New York: Free Press.
- 2000 *Earth Report 2000: Revisiting the True State of the Planet*. New York:
McGraw-Hill.
- 2001 “DR. STRANGELUNCH.” *Reason* Vol. 32(8):20-29.
- Baillie, Jonathan & Brian Groombridge (eds.) 1997 *1996 IUCN Red List of Threat-
ened Animals*. Compiled by the World Conservation Monitoring Centre. Gland,
Switzerland: IUCN -The World Conservation Union. Searchable database at
http://www.wcmc.org.uk/species/animals/animal_redlist.html.
- Balassa, Bela 1964 “The purchasing-power parity doctrine: a reappraisal.” *The
Journal of Political Economy*. 72(6):584-96.
- Balling, Robert C. Jn., Patrick J. Michaels & Paul C. Knappenberger 1998 “Anal-
ysis of winter and summer warming rates in gridded temperature time series.”
Climate Research 9(3):175-82.

- Barclay, George, Ansley Coalle, Michael Stoto & James Trussel 1976 "A re-assessment of the demography of traditional rural China." *Population Index* 42(4):606-35.
- Barnett, T. P., K. Hasselmann, M. Chelliah, T. Delworth, G. Hegerl, P. Jones, E. Rasmusson, E. Roeckner, C. Ropelewski, B. Santer & S. Tett "Detection and attribution of recent climate change: a status report." *Bulletin of the American Meteorological Society* 80(12):2,631-60. <http://ams.allenpress.com>.
- Barney, Gerald O. (ed.) 1980 *The Global 2000 Report to the President of the U.S.: Entering the twenty-first Century*, vols. I-II. New York: Pergamon Press.
- Barrett, Stephen 1998 "The truth about organic certification." *Nutrition Forum* 15(2)9-12.
- Barro, Robert J. & Jong-Wha Lee 1996 "International measures of schooling years and schooling quality." *American Economic Review, Papers and Proceedings* 86(2):218-23. Dataset from <http://www.worldbank.org/research/growth/ddbarle2.htm>.
- Bates, David V. 1995 "Observations on asthma." *Environmental Health Perspectives Supplements* 103(6):243-8.
- Bauman, Norman 1996 "Panic over falling sperm counts may be premature." *New Scientist* 11 May:10.
- Baumol, William J. 1986 "On the possibility of continuing expansion of finite resources." *Kyklos* 39:167-79.
- Baumol, William J., Richard R. Nelson & Edward N. Wolff 1994 *Convergence of Productivity: Cross-National Studies and Historical Evidence*. Oxford: Oxford University Press.
- Baumol, William J. and Wallace E. Oates 1995 "Long-run trends in environmental quality." In Simon 1995b:444-75.
- Baxter, William F. 1974 *People or Penguins: The Case for Optimal Pollution*. New York: Columbia University Press.
- BBC 1998 "Experiment fuels modified food concern" Monday, August 10, 1998. http://news.bbc.co.uk/hi/english/sci/tech/newsid_148000/148267.stm.
- 1999 "GM pollen 'can kill butterflies'." http://news.bbc.co.uk/hi/english/sci/tech/newsid_347000/347638.stm.

-
- BEA 2000 *National Income and Product Accounts*. Accessed 2000. Bureau of Economic Analysis. <http://www.bea.doc.gov/bea/dn/gdplev.htm>.
- 2001a *National Income and Product Accounts*. Accessed 2001. Bureau of Economic Analysis. <http://www.bea.doc.gov/bea/dn/gdplev.htm>.
- 2001b *Price Indexes for Gross Domestic Product and Gross Domestic Purchases*. Bureau of Economic Analysis. <http://www.bea.doc.gov/bea/dn/st3.csv>.
- 2001c *Selected NIPA Tables* showing “advance” estimates for the fourth quarter of 2000. Bureau of Economic Analysis. <http://www.bea.doc.gov/bea/dn/dpga.txt>.
- Beardsley, Tim 1997 “Death in the deep: ‘Dead zone’ in the Gulf of Mexico challenges regulators.” *Scientific American* 277(5):17-18.
- Beasley, R., S. Nishima, N. Pearce & J. Crane 1998 “Beta-agonist therapy and asthma mortality in Japan.” *The Lancet* 351(9,113):1,406-7.
- Beck, Ulrich 1986 *Risk Society: Towards a New Modernity*. Translation 1992. London: Sage.
- Becker, Stan & Kiros Berhane 1996 “A meta-analysis of 61 sperm count studies revisited.” *Fertility and Sterility*. 67(6):1,103-8.
- Becklake, Maargret R. & Pierre Ernst 1997 “Environmental factors.” *The Lancet*, supplement *Asthma*, 350(9,085):10-13.
- Begley, Sharon & Daniel Glick 1996 “He’s not full of hot air.” *Newsweek*. 22 January, 127(4):24-9.
- BEIR 1998 *The Health Effects Of Exposure to Indoor Radon*. Biological Effects of Ionizing Radiation (BEIR) VI Report. Executive summary: <http://www.epa.gov/iedweb00/radon/beirvi1.html>. Public summary: <http://www.epa.gov/iedweb00/radon/public.html>.
- Bell, M. A., R. A. Fischer, D. Byerlee & K. Sayre 1995 “Genetic and agronomic contributions to yield gains: a case study for wheat.” *Field Crops Research* 44(2-3):55-65.
- Bendvold, Erik 1989 “Semen quality in Norwegian men over a 20-year period.” *International Journal of Fertility* 34(6):401-4.
- Benedick, Richard 1998 “How workable is the Kyoto Protocol?” *Weathervane*. <http://www.weathervane.rff.org/pop/pop5/benedick.html>.

- Benford, D. J. & D. R. Tennant 1997 "Food chemical risk assessment." In Tennant 1997:21-56.
- Bengtsson, L., M. Botzet & M. Esch 1996 "Will greenhouse gas-induced warming over the next 50 years lead to higher frequency and greater intensity of hurricanes? *Tellus* 48A(1):57-73.
- Bengtsson, L., E. Roeckner and M. Stendel 1999 "Why is the global warming proceeding much slower than expected?" *Journal of Geophysical Research-Atmospheres* 104(D4):3,865-76.
- Beringer, John 1999 "Keeping watch over genetically modified crops and foods." *Lancet* 353(9,153):605-6.
- Bernow, Steve, Robert Costanza, Herman Daly, Ralph DeGennaro, Dawn Erlandson, Deohn Ferris, Paul Hawken, J. Andrew Hoerner, Jill Lancelot, Thomas Marx, Douglas Norland, Irene Peters, David Roodman, Claudine Schneider, Priya Shyamsundar & John Woodwell "Ecological tax reform." *Bioscience* 48(3):193-6.
- Bernstam, Mikhail S. 1995 "Comparative trend in resource use and pollution in market and socialist economies." In Simon 1995b:502-22.
- Bernstein, Paul M. & W. David Montgomery 1998 *How Much Could Kyoto Really Cost? A Reconstruction and Reconciliation of Administration Estimates*. Washington, DC: Charles River Associates.
- Bernstein, Paul, David Montgomery, Thomas Rutherford & Gui-Fang Yang 1999 "Effects of restrictions on international permit trading: the MS-MRT model." *The Energy Journal*, Kyoto Special Issue:221-56.
- Berry, Albert, François Bourguignon & Christian Morrisson 1983 "Changes in the world distribution of income between 1950 and 1977." *The Economic Journal* 93:331-50.
- 1991 "Global economic inequality and its trends since 1950." In Osberg 1991:60-91.
- Berry, Brian J. L., Edgar C. Conkling & D. Michael Ray 1993 *The Global Economy: Resource Use, Locational Choice and International Trade*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Berz, Gerhart A. 1993 "Global warming and the insurance industry." *Interdisciplinary Science Reviews*. 18(2):120-5.

- 1997 “Catastrophes and climate change: risks and (re-)actions from the viewpoint of an international reinsurer.” *Eclogae Geologicae Helvetiae*. 90(3):375-9.
- Bichel Committee 1999a *Rapport fra hovedudvalget*. [主要結論.] The Committee to evaluate the full consequences of a total or partial phase-out of pesticide use (農薬使用の完全および部分的廃止に関する全影響を評価する委員会). Copenhagen: Danish Environmental Protection Agency. <http://mstex03.mst.dk/199903publikat/87-7909-296-9/Default.htm>.(アクセスできず)
- Bichel Committee 1999b *Rapport fra udvalget om jordbrugsdyrkning*. [農業生産への影響.] The Committee to evaluate the full consequences of a total or partial phase-out of pesticide use (農薬使用の完全および部分的廃止に関する全影響を評価する委員会). Copenhagen: Danish Environmental Protection Agency. <http://mstex03.mst.dk/199903publikat/87-7909-289-6/Default.htm>.(アクセスできず)
- Bichel Committee 1999c *Rapport fra underudvalget om produktion, økonomi og beskæftigelse*. [生産、経済、雇用への影響.] The Committee to evaluate the full consequences of a total or partial phase-out of pesticide use (農薬使用の完全および部分的廃止に関する全影響を評価する委員会). Copenhagen: Danish Environmental Protection Agency. <http://mstex03.mst.dk/199903publikat/87-7909-295-0/Default.htm>.(アクセスできず)
- Bichel Committee 1999d *Rapport fra underudvalget for miljø og sundhed*. [環境と健康への影響.] The Committee to evaluate the full consequences of a total or partial phase-out of pesticide use (農薬使用の完全および部分的廃止に関する全影響を評価する委員会). Copenhagen: Danish Environmental Protection Agency. <http://mstex03.mst.dk/199903publikat/87-7909-291-8/Default.htm>.(アクセスできず)
- Bichel Committee 1999e *Rapport fra underudvalget om lovgivning: juridiske spørgsmål vedrørende afvikling af pesticidanvendelsen i jordbrugerhvervene*. [農薬削減における法的考慮事項.] The Committee to evaluate the full consequences of a total or partial phase-out of pesticide use (農薬使用の完全および部分的廃止に関する全影響を評価する委員会). Copenhagen: Danish Environmental Protection Agency. <http://mstex03.mst.dk/199903publikat/87-7909-293-4/Default.htm>.(アクセスできず)

- Bichel Committee 1999f *Rapport fra underudvalget om lovgivning: tillægsrapport.* [農薬削減における法的考慮事項、補遺.] The Committee to evaluate the full consequences of a total or partial phase-out of pesticide use (農薬使用の完全および部分的廃止に関する全影響を評価する委員会). Copenhagen: Danish Environmental Protection Agency. <http://mstex03.mst.dk/199903publikat/87-7909-294-2/Default.htm>.(アクセスできず)
- Bichel Committee 1999g *Rapport fra den tværfaglige økologigruppe: økologiske scenarier for Danmark.* [デンマークのための有機シナリオ.] The Committee to evaluate the full consequences of a total or partial phase-out of pesticide use (農薬使用の完全および部分的廃止に関する全影響を評価する委員会). Copenhagen: Danish Environmental Protection Agency. <http://mstex03.mst.dk/199903publikat/87-7909-292-6/Default.htm>.(アクセスできず)
- Bindslev-Jensen, Carsten 1998 “Food allergy.” *British Medical Journal* 316(7,240):1,299. <http://www.bmj.com/cgi/content/full/316/7140/1299>.
- Birnbaum, Jeffrey H. & Natasha Graves 1999 “How to buy clout in the capital.” *Fortune* 140:(11) 207-8.
- Bishop, Jerry E. 1993 “It Ain’t Over Till It’s Over...Cold Fusion: The controversial dream of cheap, abundant energy from room-temperature fusion refuses to die.” *Popular Science* 243(2):47-52.
- Bittman, Michael 1999 “The land of the lost long weekend? Trends in free time among working age Australians, 1974-1992.” *Society and Leisure* 21(2):353-79. <http://www.sprc.unsw.edu.au/dp/dp083.pdf>.
- Blackmore, Roger 1996 “Damage to the ozone layer.” In Blackmore & Reddish 1996:70-128.
- Blackmore, Roger & Alan Reddish 1996 *Global Environmental Issues*. London: Hodder & Stoughton.
- Blaiss, Michael S. 1997 “Outcomes analysis in asthma.” *Journal of the American Medical Organization* 278:1,874-80. <http://www.ama-assn.org/special/asthma/library/readroom/pr7003.htm>.(アクセスできず)
- Blodgett, John E. 1997 *Environmental Protection: How Much It Costs and Who Pays*. Congressional Research Service. <http://www.ncseonline.org/NLE/CRSreports/Risk/rsk-10.cfm>.
- Blumstein, Philip & Pepper Schwartz 1983 *American Couples: Money, Work, Sex*.

- New York: Morrow & Co.
- Boardman, Joan 1998 "An average soil erosion rate for Europe: myth or reality?" *Journal of Soil & Water Conservation* 53(1):46-50.
- Bobbink, Roland & Jan G. M. Roelofs 1995 "Ecological effects of atmospheric deposition on non-forest ecosystems in Western Europe." In Heij & Erisman 1995.
- Boehmer-Christiansen, Sonja 1997 "A winning coalition of advocacy: climate research, bureaucracy and 'alternative' fuels; Who is driving climate change policy?", *Energy Policy*, Volume 25, Issue 4, March 1997: 439-444.
- Bøg-Hansen, Thorkild C. 1999 "Comments to GM food." <http://plab.ku.dk/tcbh/RowettvsPusztai.htm>.
- Bogo, Jennifer 1999 "The diet-cancer connection." *E Magazine: The Environmental Magazine* 10(3):42-3.
- Böhringer, Christoph 2000 "Cooling down hot air: a global CGE analysis of post-Kyoto carbon abatement strategies." *Energy Policy*. 28:779-89.
- Bollen, Johannes, Arjen Gielen & Hans Timmer 1999 "Clubs, ceilings and CDM: macroeconomics of compliance with the Kyoto Protocol." *The Energy Journal*, Kyoto Special Issue:177-206.
- Boskin, Michael J., Ellen R. Dulberger, Robert J. Gordon, Zvi Griliches, & Dale W. Jorgenson 1996 *Toward a More Accurate Measure of the Cost of Living*. Final report to the Senate Finance Committee from the Advisory Commission to Study the Consumer Price Index, 4 December, 1996. <http://www.ssa.gov/history/reports/boskinrpt.html>.
- 1997 "The CPI Commission: findings and recommendations." *AEA Papers and Proceedings* 87(2):78-83.
- 1998 "Consumer prices, the Consumer Price Index, and the cost of living." *Journal of Economic Perspectives* 12(1):3-26.
- Boskin, Michael J. & Dale W. Jorgenson 1997 "Implications of overstating inflation for indexing government programs and understanding economic progress." *AEA Papers and Proceedings* 87(2):89-93.
- Botkin, Daniel B. & Edward A. Keller 1998 *Environmental Science: Earth is a Living Planet*. New York: John Wiley & Sons.
- Bourgeois-Pichat, J. 1989 "From the 20th to the 21st century: Europe and its

- population after the year 2000." *Population*, English Selection 1:57-90.
- Bove, Mark C., James B. Elsner, Chris W. Landsea, Xufeng Niu & James J. O'Brien 1998 "Effect of El Niño on U.S. landfalling hurricanes, revisited." *Bulletin of the American Meteorological Society* 79(11):2,477-82. <http://ams.allenpress.com/>.
- Bove, Mark C., David F. Zierden & James J. O'Brien 1998 "Are gulf landfalling hurricanes getting stronger?" *Bulletin of the American Meteorological Society*. 79(7):1,327-8. <http://ams.allenpress.com/>.
- Bovenberg, A. Lans & Ruud A. de Mooij 1994 "Environmental levies and distortionary taxation." *American Economic Review* 84(4):1,085-9.
- Bovenberg, A. Lans 1999 "Green Tax Reforms and the Double Dividend: an Updated Reader's Guide." *International Tax and Public Finance*, 6:421-43.
- Boyd, Helle Buchardt 1998 "Hvor farligt er drikkevand med indhold af miljøfremmede stoffer?" *Vandteknik* 2:62-4.
- Boyes, Edward & Martin Stanisstreet 1998 "High school students' perceptions of how major global environmental effects might cause skin cancer." *Journal of Environmental Education* 29(2):31-6.
- BP 1998 *BP Statistical Review of World Energy 1997*.
- 1999 *BP Statistical Review of World Energy 1998* (Latest statistics available at <http://www.bp.com/worldenergy/>.)
- Bradley, Robert L. Jn., 1997 "Renewable energy: not cheap, not 'green'." *Policy Analysis* 280. <http://cato.org/pubs/pas/pa-280.html>.
- Brady, Stephanie 1998 "El Niño dampens area tourist trade." *Business Journal: Serving Greater Tampa Bay* 18(12):1-2.
- Brander, James A. & M. Scott Taylor 1998 "The simple economics of Easter Island: a Ricardo-Malthus model of renewable resource use." *American Economic Review*. 88(1):119-38.
- Bray, Anna J. 1991 "The Ice Age cometh." *Policy Review* Fall 82-4
- Brecher, Michael & Jonathan Wilkenfeld 1997 *A Study of Crisis*. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Bresnahan, Timothy F. & Robert J. Gordon (eds.) 1997 *The Economics of New Goods*. Chicago: University of Chicago Press.
- Brett, Craig & Michael Keen 2000 "Political uncertainty and the earmarking of

- environmental taxes.” *Journal of Public Economics* 75:315-40.
- Brezonik, Patrick L., Victor J. Bierman, Richard Alexander, James Anderson, John Barko, Mark Dortch, Lorin Hatch, Dennis Keeney, David Mulla, Val Smith, Clive Walker, Terry Whitledge & William Wiseman Jn. *Gulf of Mexico Hypoxia Assessment: Topic #4. Effects of Reducing Nutrient Loads to Surface Waters within the Mississippi River Basin and the Gulf of Mexico*. Hypoxia Work Group, White House Office of Science and Technology Policy, Committee on Environment and Natural Resources for the EPA Mississippi River/Gulf of Mexico Watershed Nutrient Task Force. NOAA Coastal Ocean Program. http://www.nos.noaa.gov/products/pubs_hypox.html.
- Bridgland, Fred 1999 “Looming water wars.” *World Press Review*, 46(12):16-17.
- Briffa, K. R., P. D. Jones, F. H. Schweingruber & T. J. Osborn 1998a “Influence of volcanic eruptions on northern hemisphere summer temperature over the past 600 years.” *Nature* 393(6684):450-5.
- 1998b *Northern Hemisphere Temperature Reconstructions*. ftp://medias.meteo.fr/paleo/treering/reconstructions/n_hem_temp or ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/paleo/treering/reconstructions/n_hem_temp/NHemTemp.data.txt(いずれもアクセスできず).
- Brimblecombe, Peter 1977 “London air pollution, 1500-1900.” *Atmospheric Environment* 11:1,157-62.
- 1987 *The Big Smoke: A History of Air Pollution in London since Medieval Times*. London: Methuen.
- 1996 *Air Composition and Chemistry*. Second edition. Cambridge: Cambridge University Press.
- Brimblecombe, Peter & H. Rodhe 1988 “Air pollution – historical trends.” *Durability of Building Materials*, 5:291-308.
- Brodersen, Søren 1990 “The historical analysis of the consumption surveys.” In Viby Mogensen 1990:291-332.
- Broecker, Wallace S. 1970 “Man’s oxygen reserves.” *Science* 168(3,939):1,537-8.
- 1997 “Thermohaline circulation, the Achilles heel of our climate system: will man-made CO₂ upset the current balance?” *Science*. 278(5,343):1,582-8.
- 1999 “What if the conveyor were to shut down? Reflections on a possible outcome of the great global experiment.” *GSA Today* 9:(1):1-7. <http://www>.

- geosociety.org/pubs/gsatoday/gsat9901.htm.
- 2001 “Was the Medieval Warm Period Global?” *Science* 23:1497-9.
- Bromwich P., J. Cohen, I. Stewart & A. Walker 1994 “Decline in sperm counts: an artefact of changed reference range of ‘normal’?” *British Medical Journal* 309:19-22.
- Brown, K. S. & G. G. Brown 1992 “Habitat alteration and species loss in Brazilian forrests.” In Whitmore and Sayer 1992:119-42.
- Brown, Lester R. 1965 “Population growth, food needs, and production problems.” *World Population and Food Supplies 1980*, ASA special publication 6: 17-20. Madison, WI: American Society of Agronomy.
- 1981 “The worldwide loss of cropland.” In Woods 1981:57-98.
- 1995 *Who Will Feed China: Wake-up Call for a Small Planet*. London: Earthscan Publications. 邦訳レスター・R・ブラウン 『だれが中国を養うのか? 迫りくる食糧危機の時代』今村 奈良臣訳、ダイヤモンド社、1995.
- 1996a *Tough Choices: Facing the Challenge of Food Scarcity*. New York: W. W. Norton & Company. 邦訳レスター・R・ブラウン 『食糧破局：回避のための緊急シナリオ』今村 奈良臣訳、ダイヤモンド社、1996.
- 1996b “Who will feed China?” *Futurist*. 30(1):14-18.
- Brown, Lester R. & Hal Kane 1994 *Full House: Reassessing the Earth's Carrying Capacity*. New York: W. W. Norton & Company. 邦訳レスター・ブラウン&ハル・ケイン 『飢餓の世紀：食糧不足と人口爆発が世界を襲う』小島 慶三訳、ダイヤモンド社、1995.
- Brown, Lester R. & Edward C. Wolf 1984 *Soil Erosion: Quiet Crisis in the World Economy*. Worldwatch Paper 60. Washington, DC: Worldwatch Institute.
- Brundtland, Gro Harlem 1997 “The scientific underpinning of policy.” *Science* 277:457.
- 1999 “Investing in global health.” *Presidents & Prime Ministers* 8(6):31-3.
- Burne, David 1999 *Get a Grip on ECOLOGY*. London, Weidenfeld and Nicolson.
- Bryant, Jennings & Dolf Zillmann 1994 *Media Effects: Advances in Theory and Research*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- BSAEM/BSNM 1995 “Evidence of adverse effects of pesticides.” British Society for Allergy and Environmental Medicine/British Society for Nutritional Medicine. *Journal of Nutritional & Environmental Medicine* 5(4):352-63.

- Bucci, Pete 1999 "Solar energy now in demand as a low-cost power option." *Business First – Columbus* 16(9):49.
- Bujan, L., A. Mansat, F. Pontonnier & R. Mieusset 1996 "Time series analysis of sperm concentration in fertile men in Toulouse, France between 1977 and 1992." *British Medical Journal* 312:471-2.
- Bulatao, Rodolfo A. 1993 "Mortality by cause, 1970 to 2015." In NAS 1993:42-68.
- Bunker, John P., Joan Houghton & Michael Baum 1998 "Putting the risk of breast cancer in perspective." *British Medical Journal* 317:1,307-9.
- Buol, S. W. 1994 "Soils." In Meyer & Turner II 1994:211-29.
- Burne, David 1999 *Get a Grip on ECOLOGY*. London, Weidenfeld and Nicolson.
- Burnette, Joyce & Joel Mokyr 1995 "The standard of living through the ages." In Simon 1995b:135-48.
- Burroughs, William James 1997 *Does the Weather Really Matter? The Social Implications of Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Burtraw, Dallas & Alan Krupnick 1996 "The social costs of electricity: Do the numbers add up?" *Resource And Energy Economic* 18(4):423-66.
- 1998 "Costs and benefits of reducing air pollutants related to acid rain." *Contemporary Economic Policy* 16(4):379-400.
- Burtraw, Dallas, Alan J. Krupnick, Erin Mansur, David Austin, & Deirdre Farrell 1997 *The Costs and Benefits of Reducing Acid Rain*. Discussion Paper 97-31-REV. Washington, DC: Resources for the Future. http://www.rff.org/disc_papers/summaries/9731.htm.
- Burtraw, Dallas & Michael Toman 1997 *The Benefits of Reduced Air Pollutants in the U.S. from Greenhouse Gas Mitigation Policies*. Discussion Paper 98-01-REV. Washington, DC: Resources for the Future. http://www.rff.org/disc_papers/summaries/9801.htm.
- Burtraw, Dallas, Alan Krupnick, Karen Palmer, Anthony Paul, Michael Toman & Cary Bloyd *Ancillary Benefits of Reduced Air Pollution in the U.S. from Moderate Greenhouse Gas Mitigation Policies in the Electricity Sector*. Discussion Paper 99-51. Washington, DC: Resources for the Future. http://www.rff.org/CFDOCS/disc_papers/PDF_files/9951.pdf.
- Butler, C. J. & D. J. Johnston 1996 "A provisional long mean air temperature series for Armagh Observatory." *Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics*

58(15):1,657-72.

- Byrne, Celia 2000 *Risk Factors: Breast*. National Institutes of Health, National Cancer Institute. http://rex.nci.nih.gov/NCI_Pub_Interface/raterisk/risks120.html.
- Calder, Nigel 1997 *The Manic Sun*. Yelvertoft Manor, UK: Pilkington Press.
- Caldwell, John C. 2000 "Rethinking the African AIDS epidemic." *Population and Development Review*. 26(1):117-35.
- Camino, Elena & Carla Calcagno 1995 "An interactive methodology for 'empowering' students to deal with controversial environmental problems." *Environmental Education Research* 1(1):59-64.
- Campbell, C. J. 1997 "Depletion patterns show change due for production of conventional oil." *Oil & Gas Journal, OGJ Special*, 29 December 1997:33-7.
- Campbell, John 1993 "Setting environmental priorities." *Regional Review* 3(2):6-12.
- Campbell, M. J., G. R. Cogman, S. T. Holgate & S. L. Johnston 1997 "Age specific trends in asthma mortality in England and Wales, 1983-95: results of an observational study." *British Medical Journal* 314:1,439. <http://www.bmj.com/cgi/content/full/314/7092/1439>.
- Cantor, Kenneth P. 1997 "Drinking water and cancer." *Cancer Causes and Control* 8:292-308.
- Carey, Anne E., Jonathan R. Pennock, John C. Lehrter, W. Berry Lyons, William W. Schroeder & Jean-Claude Bonzongo *The Role of the Mississippi River in Gulf of Mexico Hypoxia*. Environmental Institute, University of Alabama. Sponsored by the Fertilizer Institute, Washington, DC. <http://www.tfi.org/Issues/hypoxia%20report.pdf>.
- Carlsen, Elisabeth, Aleksander Giwercman, Niels Keiding & Niels E. Skakkebæk 1992 "Evidence for decreasing quality of semen during past 50 years." *British Medical Journal* 305:609-13.
- 1995 "Declining semen quality and increasing incidence of testicular cancer: is there a common cause." *Environmental Health Perspectives Supplements* 103(7):137-9.
- Carlsen, E., A. Giwercman & N. E. Skakkebæk 1993 "Decreasing quality of semen [letter]." *British Medical Journal* 306:461.

- Carpenter, Siri 1999 "Modern hygiene's dirty tricks." *Science News* 156(7):108-10.
- Carpenter, Will D. 1991 "Insignificant risk must be balanced against great benefits." *Chemical and Engineering News* 69 (Jan.7):37-9.
- Carrel, Chris 1994 "Greenhouse plan is in trouble." *Earth Island Journal* 9(4):10.
- Carson, Rachel 1962 *Silent Spring*. Boston, MA: Houghton Mifflin. 邦訳レイチェル・カーソン『沈黙の春』青樹 築一訳、新潮文庫、1974.
- Carts-Powell, Yvonne 1997 "Solar energy closes in on cost-effective electricity." *Laser Focus World*. 33(12):67-74.
- CBD 1992 *Convention on Biological Diversity*. <http://www.biodiv.org/doc/publications/guide.asp>.
- CBSnews.com 2001 "Double-Digit Global Warming?" January 22nd 2001. <http://www.cbsnews.com/now/story/0,1597,266129-412,00.shtml>.
- CBT 2000 *Subsidies, Taxes and Duties on Energy in Denmark*. Centre for Biomass Technology. Download from <http://www.videncenter.dk/uk/samlet2.htm>.
- CDC 1995 "Summary of notifiable diseases, United States, 1994." *MMWR* 43(53):i-vi, 1-80. <ftp://ftp.cdc.gov/pub/Publications/mmwr/wk/mm4753.pdf>.
- 1996 *1995 National Household Survey on Drug Abuse*. Centers for Disease Control and Prevention under US Department of health and Human Services. <http://www.samhsa.gov/oas/nhsda/ar18ttoc.htm>.
- 1997a "Perspectives in disease prevention and health promotion smoking-attributable mortality and years of potential life lost – United States, 1984." *MMWR*. 46(20):444-51. <http://www.cdc.gov/epo/mmwr/preview/mmwrhtml/00047690.htm>.
- 1997b *Surveillance for Selected Tobacco-Use Behaviors – United States, 1900-1994*. Centers for Disease Control and Prevention under US Department of Health and Human Services. <http://www.cdc.gov/epo/mmwr/preview/mmwrhtml/00033881.htm>.
- 1999a "Achievements in public health, 1900-1999: control of infectious diseases." *MMWR* 48(29):621-9. <http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm4829a1.htm>.
- 1999b "Achievements in public health, 1900-1999: changes in the public health system." *MMWR* 48(50):1,141-7. <http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm4850a1.htm>.

- 1999c “Achievements in public health, 1900-1999: decline in deaths from heart disease and stroke – United States, 1900-1999.” *MMWR* 48(30):649-56. <http://www.cdc.gov/epo/mmwr/preview/mmwrhtml/mm4830a1.htm>.
- 1999d “Achievements in public health, 1900-1999: tobacco use – United States, 1900-1999.” *MMWR* 48(43):986-96. <http://www.cdc.gov/epo/mmwr/preview/mmwrhtml/mm4843a2.htm>.
- 1999e “Achievements in public health, 1900-1999: motor-vehicle safety: a 20th century public health achievement.” *MMWR* 48(18):369-74 <http://www.cdc.gov/epo/mmwr/preview/mmwrhtml/mm4818a1.htm>.
- 1999f “Achievements in public health, 1900-1999: improvements in workplace safety – United States, 1900-1999.” *MMWR*. 48(22):461-9. <http://www.cdc.gov/epo/mmwr/preview/mmwrhtml/mm4822a1.htm>.
- 1999g “Summary of notifiable diseases, United States, 1998.” *MMWR* 47(53):i-vi, 1-92. <http://www.cdc.gov/mmwr/PDF/wk/mm4753.pdf>.
- 2000a “Final 1999 Reports of Notifiable Diseases 1999.” *MMWR* 49(37):851-8. <http://www.cdc.gov/mmwr/PDF/wk/mm4937.pdf>.
- 2000b *Compressed Mortality File*. Accessed in 2000. Office of Analysis and Epidemiology, National Center for Health Statistics, Centers for Disease Control and Prevention. <http://wonder.cdc.gov/>.
- 2000c *HIV/AIDS Surveillance Report*. 12(1). <http://www.cdc.gov/hiv/stats/hasr1201.htm>.
- 2001a *Compressed Mortality File*. Accessed in 2001. Office of Analysis and Epidemiology, National Center for Health Statistics, Centers for Disease Control and Prevention. <http://wonder.cdc.gov/>.
- CEC 1995 *Wind Project Performance 1995 Summary*. California Energy Commission, Research & Development Office. http://www.energy.ca.gov/wind/wind-html/95_wind_report.html.(アクセスできず)
- Celedon, Juan C., Augusto A. Litonjua, Scott T. Weiss & Diane R. Gold 1999 “Day care attendance in the first year of life and illnesses of the upper and lower respiratory tract in children with a familial history of atopy.” *Pediatrics*. 104(3):495-500.
- CEQ 1972 *Environmental Quality 1971*. The President’s Council on Environmental Quality. Washington, DC: US Government Printing Office.

-
- 1975 *Environmental Quality 1974*. The President's Council on Environmental Quality. Washington, DC: US Government Printing Office.
- 1981 *Environmental Quality 1980*. The President's Council on Environmental Quality. Washington, DC: US Government Printing Office.
- 1982 *Environmental Quality 1981*. The President's Council on Environmental Quality. Washington, DC: US Government Printing Office.
- 1989 *Environmental Quality 1987-1988*. The President's Council on Environmental Quality. Washington, DC: US Government Printing Office.
- 1993 *Environmental Quality 1992*. The President's Council on Environmental Quality. Washington, DC: US Government Printing Office.
- 1996 *Environmental Quality 1994-1995: 25th Anniversary Report of the Council on Environmental Quality*. The President's Council on Environmental Quality. http://ceq.eh.doe.gov/reports/1994-95/rep_toc.htm.
- 1997 *Environmental Quality 1996*. The President's Council on Environmental Quality. <http://www.whitehouse.gov/CEQ/reports/1996/toc.html>.
- CES 2000 *Current Employment Statistics*. US Bureau of Labor Statistics. <http://www.bls.gov/ceshome.htm>.
- CFS 2001 *Compilation and Analysis of Public Opinion Polls on Genetically Engineered (GE) Foods*. The Center for Food Safety. <http://www.centerforfoodsafety.org/facts&issues/polls.html>.
- CGIAR 1996 Editorial. *CGIAR News*. 3:1. <http://www.worldbank.org/html/cgiar/newsletter/Mar96/4edit.htm>.
- Chaibi, MT. 2000 "An overview of solar desalination for domestic and agriculture water needs in remote arid areas." *Desalination* 127(2):119-33.
- Chakravorty, Ujjayant, James Roumasset & Kinping Tse 1997 "Endogenous substitution among energy resources and global warming." *Journal of Political Economy*. 105(6):1,201-34.
- Changnon, David & Stanley A. Changnon Jr. 1998 "Evaluation of weather catastrophe data for use in climate change investigations." *Climatic Change* 38(4):435-45.
- Changnon, Stanley A. 1999 "Impacts of 1997-98 El Niño-generated weather in the United States." *Bulletin of the American Meteorological Society* 80(9):1,819-27. <http://ams.allenpress.com/>.

- Changnon, Stanley A. & David Changnon 1999 "Record-high losses for weather disasters in the United States during the 1990s: how excessive and why?" *Natural Hazards* 18(3):287-300.
- Changnon, Stanley A., Roger A. Pielke Jr., David Changnon, Richard T. Sylves & Roger Pulwarty "Human factors explain the increased losses from weather and climate extremes." *Bulletin of the American Meteorological Society* 81(3):437-42. <http://ams.allenpress.com/>.
- Chaoon, Donald R. Jr., Joel S. Levine, Wesley R. Cofer III, James E. Miller, Patrick Minnis, Geoffrey M. Tennille, Tommy W. Yip, Brian J. Stocks & Patrick W. Heck "The great Chinese fire of 1987: a view from space." In Levine 1991:61-6. See also http://asd-www.larc.nasa.gov/biomass_burn/sat_anal.html.
- Chapman, Duane & Neha Khanna 2000 "Crying no wolf: Why economists don't worry about climate change, and should." *Climatic Change* 47(3):225-32.
- Cheeseman, M. A. & E. J. Machuga 1997 "Threshold of regulation." In Tennant 1997:296-316.
- Chesnais, Jean-Claude 1995 "Worldwide Historical Trends in Murder and Suicide." Simon 1995b:91-7.
- Chertow, Marian R. 1998 "Waste, industrial ecology, and sustainability." *Social Research*. 65(1):31-53.
- Chiras, Daniel D. 1998 *Environmental Science: A Systems Approach to Sustainable Development*. Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company.
- Chotikapahich, Duangkamon, Rebecca Valenzuela & D. S. Prasada Rao 1997 "Global and regional inequality in the distribution of income: estimation with limited and incomplete data." *Empirical Economics* 22:533-46.
- Chrispeels, Maaten J. 1999 "Statement on Pusztai." <http://plab.ku.dk/tcbh/Pusztaimjc.htm>.
- Christensen, Charlotte Wiin & Aksel Wiin-Nielsen 1996 *Klimaproblemer*. [氣候問題]. Copenhagen: Teknisk Forlag.
- Christensen, Karen 2000 *Eco Living: A handbook for the 21st Century*. London: Piatkus.
- Christy, J. R., R. W. Spencer & W. D. Braswell 2000a *MSU temperature data*. http://www.ssmi.com/msu/msu_data_description.html.
- Christy, J. R., R. W. Spencer & W. D. Braswell 2000b "MSU tropospheric temper-

- atures: dataset construction and radiosonde comparisons.” *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology* 17:(9) 1153-70.
- Chu, K. C., R. E. Tarone, L. G. Kessler, L. A. Ries, B. F. Hankey, B. A. Miller & B. K. Edwards 1996 “Recent trends in U.S. breast cancer incidence, survival, and mortality rates.” *Journal of the National Cancer Institute* 88(21):1,571-9.
- Chumley, Cheryl K. 2001 “Evidence Mounts: Bush May Support Global Warming Treaty.” *CNS News* March 09, 2001, <http://cruel.org/kankyousources/cnsjump.html>.
- CIA 1998 *Handbook of International Economic Statistics, 1997*. <http://www.odci.gov/cia/publications/hies97/toc.htm>.
- CIMMYT 1999 *A Sampling of CIMMYT Impacts, 1999: New Global and Regional Studies*. International Maize and Wheat Improvement Center. Mexico City: CIMMYT. <http://www.cimmyt.org/Resources/archive/Maize/CIM-Imp99.pdf>.
- Ciotti, Paus 1989 “Fear of Fusion: What if It Works?” *Los Angeles Times*, April 19, 1989, A5.
- Cipolla, Carlo M (ed) 1978 *The Fontana economic history of Europe*. Six volumes. Glasgow: Collins.
- Clark, Mike 1997 “Increase in asthma correlates with less childhood infection.” *The Lancet* 349(9,045):107.
- Claudi, Erik 1988 *Greenpeace, Bind 1: Regnbuens krigere*. [グリーンピース：虹の戦士たち]. Copenhagen: Tiderne Skifter.
- Clemmesen, J. 1997 “Is smoking during pregnancy a cause of testicular cancer?” [デンマーク語]. *Ugeskrift for Læger* 159(46):6,815-19.
- Clinton, Bill 1999 “Remarks to the people of New Zealand in Christchurch, New Zealand, September 15, 1999.” *Weekly Compilation of Presidential Documents* 35(37):1,744-7.
- 2000 “Commencement address at Eastern Michigan University in Ypsilanti, Michigan.” *Weekly Compilation of Presidential Documents* 36(18):948-53.
- CLTAP 1979 *Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution*. <http://www.unece.org/env/lrtap/welcome.html>.
- CNN.com 2001a “Conflicts over global warming theory.” February 19th 2001. <http://www.cnn.com/2001/WORLD/europe/02/19/environment.report/>

- index.html.
- 2001b “Climate report prompts action call.” February 19th 2001. <http://www.cnn.com/2001/WORLD/europe/02/19/emissions.world/index.html>.
- COC 1999 *Breast Cancer Risk and Exposure to Organochlorine Insecticides: Consideration of the Epidemiology Data on Dieldrin, DDT and Certain Hexachlorocyclohexane Isomers*. Committee on the Carcinogenicity of Chemicals in Food, Consumer Products and the Environment. Advisory Committee of the UK Department of Health. <http://www.doh.gov.uk/pub/docs/doh/ocbreast.pdf>.
- Cohen, Bernard L. 1995 “The hazards of nuclear power.” In Simon 1995b:576-87.
- Colborn, Theo, Dianne Dumanoski & John Peterson Myers 1998 *Vores Stjålne Fremtid eller Den Hormonelle Forureningsfare*. Højbjerg: Hovedland. 邦訳 シーア・コルボーン、ジョン・ピーターソン・マイヤーズ、ダイアン・ダマノスキ 『奪われし未来』長尾 力、堀 千恵子訳、翔泳社、1997.
- Colinvaux, Paul Alain. 1989 “The past and future Amazon.” *Scientific American*, May 1989:102-8.
- Collier, Paul & Jan Willem Gunning 1999 “Why has Africa grown slowly?” *Journal of Economic Perspectives* 13(3): 3-22.
- Collins, M. 2000 “The El Nino-Southern Oscillation in the second Hadley Centre coupled model and its response to greenhouse warming.” *Journal of Climate* 13(7):1,299-1,312.
- Combs, B. & P. Slovic 1979 “Newspaper coverage of causes of death.” *Journalism Quarterly* 56:837-43.
- COMEAP 1995 *Asthma and Outdoor Air Pollution*. Department of Health, Committee on the Medical Effects of Air Pollutants. London: HMSO. <http://www.doh.gov.uk/hef/airpol/airpol2.htm>.
- 1998 *The Quantification of the Effects of Air Pollution on Health in the United Kingdom*. Department of Health, Committee on the Medical Effects of Air Pollutants. London: HMSO. <http://www.doh.gov.uk/hef/airpol/airpol17.htm>.
- Common, Michael 1996 “Background Paper.” *Consumption and the Environment*. Department of the Environment, Sport and Territories. <http://www.environment.gov.au/epcg/eeu/consumption/bgpaper.htm>.(アクセスできず)

- Conard, Susan G. & Galina A. Ivanova 1997 "Wildfire in Russian boreal forests 潜在的 impacts of fire regime characteristics on emissions and global carbon balance estimates." *Environmental Pollution* 98(3):305-13.
- Conway, Gordon 2000 "Food for all in the 21st century." *Environment* 42:1-18.
- Cook, William J. 1998 "The force of El Niño." *U.S. News & World Report* 124(24):58.
- Cooper, Adrian, S. Livermore, V. Rossi, A. Wilson & J. Walker 1999 "the economic implications of reducing carbon emissions: a cross-country quantitative investigation using the oxford global macroeconomic and energy model." *The Energy Journal*, Kyoto Special Issue:335-66.
- Coghlan, Andy & Kurt Kleiner 1998 "Spud U dislike." *NewScientist* 159(2147):5. <http://www.newscientist.com/ns/980815/nspuds.html>. (アクセスできず)
- Conway, H. & B. L. Hall 1999 "Past and Future Grounding-Line Retreat of the west Antarctic Ice Sheet." *Science* 286(5438):280-3.
- Cowen, Robert C. 1996 "Is earth still gripped by little Ice Age?" *Christian Science Monitor* 88(147):12.
- Costanza, Robert, Herman Daly, Carl Folke, Paul Hawken, C. S. Holling, Anthony J. McMichael, David Pimentel & David Rapport "managing our environmental portfolio." *Bioscience* 50(2):149-55.
- Costanza, Robert, Ralph d'Arge, Rudolf de Groot, Stephen Farber, Monica Grasso, Bruce Hannon, Karin Limburg, Shahid Naeem, Robert V. O'neill, José Paruelo, Robert G. Raskin, Paul Sutton & Marjan van den Belt "The value of the world's ecosystem services and natural capital." *Nature* 387(6,630):253-60.
- Couzin, Jennifer 1998 "Forecast for global water shortage." *Science* 281(5,384):1,795.
- Cowling. Ellis B. 1995 "Lessons learned in acidification research: implications for future environmental research and assessments." In Heij & Erisman 1995: 307-19.
- CPI 2000 *Consumer Price Index 1913-May 2000*; Washington, DC: Bureau of Labor. <ftp://ftp.bls.gov/pub/special.requests/cpi/cpiiai.txt>.
- CPI 2001 *Consumer Price Index 1913-February 2001*; Washington, DC: Bureau of Labor. <ftp://ftp.bls.gov/pub/special.requests/cpi/cpiiai.txt>.
- Crafts, Nicholas 1998 East Asian growth before and after the crisis. IMF Working Paper WP/98/137. <http://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/wp98137>.

- pdf.
- 2000 *Globalization and Growth in the Twentieth Century*. IMF Working Paper WP/00/44. <http://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2000/wp0044.pdf>.
- Craig, James R., David J. Vaughan and Brian J. Skinner 1996 *Resources of the Earth: Origin, Use and Environmental Impact*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Cramer, Wolfgang, Alberte Bondeau, F. Ian Woodward, I. Colin Prentice, Richard A. Betts, Victor Brovkin, Peter M. Cox, Veronica Fisher, Jonathan A. Foley, Andrew D. Friend, Chris Kucharik, Mark R. Lomas, Navin Ramankutty, Stephen Sitch, Benjamin Smith, Andrew White & Christine Young-Molling “Global response of terrestrial ecosystem structure and function to CO_2 and climate change: results from six dynamic global vegetation models.” *Global Change Biology* (in press).
- Crawford, R. D. 1998 “The case for iron repletion as a promoter in testicular cancer.” *Medical Hypotheses* 51(2):129-32.
- Crawley, M. J., S. L. Brown, R. S. Hails, D. D. Kohn & M. Rees 2001 “Biotechnology: Transgenic crops in natural habitats.” *Nature* 409(6,821):682-3.
- Crimmins, Eileen M. & Dominique G. Ingegneri 1995 “Trends in health of the US population: 1957-89.” In Simon 1995b:72-84.
- Crimmins, Eileen M., Yasuhiko Saito & Dominique Ingegneri 1989 “Changes in life expectancy and disability-free life expectancy in the United States.” *Population and Development Review* 15(2):235-67.
- Crisp, Thoman M., Eric D. Clegg, Ralph L. Cooper, William P. Wood, David G. Anderson, Karl P. Baetcke, Jennifer L. Hoffmann, Melba S. Morrow, Donald J. Rodier, John E. Schaeffer, Leslie W. Touart, Maurice G. Zeeman & Yogendra M. Patel “Environmental endocrine disruption: an effects assessment and analysis.” *Environmental Health Perspectives Supplement* 106(1):11-56.
- Crosson, Pierre 1995 “Soil erosion estimates and costs.” *Science* 269:461-4.
- 1996a *Resource Degradation*. Federation of American Scientists; Long-Term Global Food Project; Issue 3, Summer 1996.
- 1996 *Who Will Feed China*. Federation of American Scientists; Long-Term Global Food Project; Issue 2, Spring 1996.
- 1997a *Impacts of Climate Change on Agriculture*. Washington, DC: Resources

- for the Future. http://www.rff.org/issue_briefs/PDF_files/ccbrf4.pdf.
- Pierre 1997b *Lester Brown*. Federation of American Scientists; Long-Term Global Food Project; Issue 3, Fall 1997. <http://www.fas.org/cusp/food/fall197.htm>.(タイトルがちがう)
- 1997c “Soil erosion.” [Pimentel 1997 についてのコメント]. *Environment* 39(10):5.
- 1997d “Will erosion threaten agricultural productivity?” *Environment* 39(8):4-12.
- CRS 1992 *The Delaney Clause: The Dilemma of Regulating Health Risk for Pesticide Residues*. Donna U. Vogt, Analyst in Life Sciences, Science Policy Research Division. Congressional Research Service, Report for Congress. <http://www.ncseonline.org/NLE/CRSreports/Pesticides/pest-3.cfm>.
- 1995a *The Delaney Clause Effects on Pesticide Policy*. Donna U. Vogt, Analyst in Life Sciences, Science Policy Research Division. Congressional Research Service, Report for Congress. <http://www.ncseonline.org/NLE/CRSreports/Pesticides/pest-1.cfm>.
- 1995b *World Oil Production after Year 2000: Business as Usual or Crises?* Joseph P. Riva, Jr., Specialist in Earth Sciences, Science Policy Research Division, 18 August, 1995. Congressional Research Service, Report for Congress. <http://www.ncseonline.org/NLE/CRSreports/energy/eng-3.cfm>.
- 1998 *Renewable Energy: Key to Sustainable Energy Supply*. Fred Sissine, Science Policy Research Division, 7 January 1998. Congressional Research Service, Report for Congress. <http://www.ncseonline.org/NLE/CRSreports/energy/eng-29.cfm>.
- CSD 1997 *Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World*. Report (E/CN.17/1997/9) prepared for the UN Commission for Sustainable Development by UN/DPCSD, FAO, UNEP, WMO, UNESCO, WHO, UNDP, UNIDO, the World Bank, and Stockholm Environment Institute. <http://www.sei.se/dload/1997/CAOTFR0TW.pdf>.
- CTR 1999 *Cancer Incidence in Connecticut 1980-1996*. State of Connecticut, Department of Public Health, Connecticut Tumor Registry. <http://www.dph.state.ct.us/OPPE/pdfs/cancrpt2.pdf>.
- Cubasch, U., R. Voss, G. C. Hegerl, J. Waszkewitz & T. J. Crowley 1997 “Simulation

- of the influence of solar radiation variations on the global climate with an ocean-atmosphere general circulation model." *Climate Dynamics* Vol 13(11):757-67.
- Cunningham, William P. & Barbara Woodworth Saigo 1997 *Environmental Science: A Global Concern*. Dubuque, IA: Wm C. Brown Publishers.
- Cushman, John H. Jr 1997 "US reshaping cancer strategy as incidence in children rises: increase may be tied to new chemicals in environment." *New York Times*, 29 September 1997, 148:A1, A14.
- Dai, Aiguo, Kevin E. Trenberth & Thomas R. Karl 1998 "Global variations in droughts and wet spells: 1900-1995." *Geophysical Research Letters* 25(17):3,367-70. <http://www.agu.org/GRL/articles/98GL52511/GL382W01.pdf>.
- Daly, Herman 1996 *Beyond Growth: The Economics of Sustainable Development*. Boston, MA: Beacon Press.
- Danish Ministry of Finance 1997 *Miljøvurdering af finanslovsforslaget for 1998*. [1998年予算の環境評価]. Copenhagen: Finansministeriet.
- Danmarks Energifremtider* 1995 [デンマークエネルギーの未来]. Published by the Ministry of Environment and Energy, December 1995. Obtainable at <http://www.ens.dk/pub/enspub.htm>.(アクセスできず)
- Darnton-Hill, I. 1999 "The challenge to eliminate micronutrient malnutrition." *Australian and New Zealand Journal of Public Health* 23(3):309-14.
- Dasgupta, Partha 1995 "The population problem: theory and evidence." *Journal of Economic Literature*. 33(4):1,879-1,902.
- Dasgupta, Partha & Martin Weale 1992 "On measuring the quality of life." *World Development* 20:119-31.
- Dasgupta, Susmita, Hua Wang & David Wheeler 1997 *Surviving Success: Policy Reform and the Future of Industrial Pollution in China*. Policy Research Working Paper 1,856, World Bank Development Group, November 1997.
- Davidson, Cliff I. 1979 "Air pollution in Pittsburgh: a historical perspective." *Journal of the Air Pollution Control Association* 29(10):1,035-41.
- Davidson, Nancy E. & James D. Yager 1997 "Pesticides and breast cancer: fact or fad?" *Journal of the National Cancer Institute* 89(23):1,743-5.
- Davis, Devra Lee & H. Leon Bradlow 1995 "Can environmental estrogens cause breast cancer?" *Scientific American* 273(4):166-71.

- De Broeck, Mark & Vincent R. Koen 2000 “The great contractions in Russia, the Baltics and the other countries of the former Soviet Union – a view from the supply side.” International Monetary Fund, Working Paper WP/00/32. <http://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2000/wp0032.pdf>.
- de Gruijl, F. R. 1999 “Skin cancer and solar UV radiation.” *European Journal of Cancer Part A*. Vol.35(14):2,003-9.
- de Moor, A. P. G. 1998 *Perverse Incentives. Subsidies and Sustainable Development: Key Issues and Reform Strategies* <http://www.ecouncil.ac.cr/rio/focus/report/english/subsidies/>.
- De Quattro, Jim 1994 “With soybeans and wheat – good breeding has made all the difference.” *Agricultural Research* 42(10):12-13.
- De Vries, W., E. E. J. M. Leeters, C.M.A. Hendriks, H. van Dobben, J. van den Brug & L. J. M. Boumans “Large scale impacts of acid deposition on forest and forest soils in the Netherlands.” In Heij & Erisman 1995:261-77.
- de Vries, Bert, Johannes Bollen, Lex Bouwman, Michel den Elzen, Marco Janssen & Eric Kreileman “Greenhouse Gas Emissions in an Equity-, Environment- and Service-Oriented World: An IMAGE-Based Scenario for the 21st Century.” *Technological Forecasting and Social Change* 63:137-74.
- DeLong, J. Bradford 2000a “Estimating world GDP, one million B.C. – Present.” http://econ161.berkeley.edu/tceh/2000/world_gdp/estimating_world_gdp.html.
- 2000b “The Economic History of the Twenty-First Century.” http://econ161.berkeley.edu/Econ_Articles/21st/EH_21st_century.html.
- Delworth, T. L. & T. R. Knutson 2000 “Simulation of early 20th century global warming.” *Science* 287(5,461):2,246-50.
- DEP 1997 *1997 New York Harbor Water Quality Survey*. New York City, Department of Environmental Protection. Bureau of Wastewater Pollution Control, Marine Sciences Section. <http://www.ci.nyc.ny.us/html/dep/html/news/hwqs1997.html>. 報告本文は <http://home.nyc.gov/html/dep/pdf/hsurvey97.pdf>
- 1998 *1998 New York Harbor Water Quality Survey*. New York City, Department of Environmental Protection. Bureau of Wastewater Pollution Control, Marine Sciences Section. <http://www.ci.nyc.ny.us/html/dep/>

pdf/hwqs1998.pdf.

- Desmond, Anabelle 1975 "How many people have ever lived on Earth?" *Population Bulletin* 18:1-19. Reprinted in Kenneth C. W. Kammeyer (ed). 1975, *Population Studies: Selected Essays and Research*, p. 18-32 Chicago: Rand McNally.
- Det radikale Venstre 2000 *Målsætninger for miljø og udvikling*. [環境と開発のゴール]. <http://www.radikale.dk/program/milj\{0T1\o}.html>.
- DETR 1998a *Digest of Environmental Statistics*. No. 20. Department of the Environment, Transport and the Regions. <http://www.detr.gov.uk/environment/des20/index.htm>. 現在は Department for Environment, Food & Rural Affairs, <http://www.defra.gov.uk/environment/statistics/des/index.htm>.
- 1998b *Economic Instruments for Water Pollution*. Department of the Environment, Transport and the Regions. <http://www.environment.detr.gov.uk/wqd/eiwp/eiwp01.htm>. 現在は Department for Environment, Food & Rural Affairs, <http://www.defra.gov.uk/environment/water/quality/econinst1/>
- 1998c *Highways Economics Note No.1: 1998*. Department of the Environment, Transport and the Regions. <http://www.detr.gov.uk/roads/roadsafety/hen198/index.htm>. 現在は Department for Environment, Food & Rural Affairs, <http://www.roads.dft.gov.uk/roadsafety/hen198/>
- 1999 *The Environmental Impacts of Road Vehicles in Use Air Quality, Climate Change and Noise Pollution*. The Cleaner Vehicles Task Force. Department of the Environment, Transport and the Regions. <http://www.detr.gov.uk/roads/cvtf/impact/index.htm>. 現在は Department for Environment, Food & Rural Affairs, <http://www.roads.dft.gov.uk/cvtf/impact/>.
- 2000 *The UK National Air Quality Information Archive*. <http://www.aeat.co.uk/netcen/airqual/>.
- Devesa, Susan S., William J. Blot, B. J. Stone, B. A. Miller, R. E. Tarone & J. F. Fraumeni, Jr 1995 "Recent cancer trends in the United States." *Journal of the National Cancer Institute* 87(3):175-82.
- Devesa, Susan S., Dan J. Grauman, William J. Blot & Joseph F. Fraumeni, Jr. 1999 "Cancer surveillance series: changing geographic patterns of lung cancer mortality in the United States, 1950 through 1994." *Journal of the National*

- Cancer Institute* 91(12):1,040-50.
- DeVries, T. J., L. Ortlieb & A. Diaz 1997 “Determining the early history of El Niño.” *Science* 276:965-6.
- Dhakhwa, Gyanendra B. & C. Lee Campbell 1998 “Potential effects of differential day–night warming in global climate change on crop production.” *Climatic Change*. 40(3-4):647-67.
- Diamond, Jared 1989 “Overview of recent extinctions.” In Western & Pearl 1989.
- 1990 “Playing dice with megadeath.” *Discover* April:54-9.
- 1999 *Guns, Germs, and Steel: The Fates of Human Societies*. Paperback edition. New York: W. W. Norton. 邦訳ジャレド・ダイヤモンド『銃・病原菌・鉄：1万3000年にわたる人類史の謎』（上下巻）倉骨彰訳、草思社、2000.
- Diaz, Robert & Andrew Solow 1999 *Gulf of Mexico Hypoxia Assessment: Topic #2. Ecological and Economic Consequences of Hypoxia*. Hypoxia Work Group, White House Office of Science and Technology Policy, Committee on Environment and Natural Resources for the EPA Mississippi River/Gulf of Mexico Watershed Nutrient Task Force. NOAA Coastal Ocean Program. http://www.nos.noaa.gov/products/pubs_hypox.html.
- DiCaprio, Leonardo 2000 “Interview with Bill Clinton for ABC News–*Planet Earth* 2000.” *Weekly Compilation of Presidential Documents* 36(17):907-12.
- DICE 1999 *Dynamic Integrated Climate-Economy*. モデルはスプレッドシート形式で以下からダウンロード可能: <http://www.econ.yale.edu/~nordhaus/homepage/dicemodels.htm>.
- Dillin, John 2000 “Global cooling – mini-ice age.” *Christian Science Monitor* 92(191):16.
- Dinar, Ariel, Mark W. Rosegrant & Ruth Meinzen-Dick 1997 *Water Allocation Mechanisms: Principles and Examples*. World Bank and International Food Policy Research Institute. <http://www.worldbank.org/html/dec/Publications/Workpapers/WPS1700series/wps1779/wps1779.pdf>.
- Discover 1998 “Allergy and immunity.” Special supplement for *Discover* 19(3):8-10.
- Dixon, Bernard 1999 “The paradoxes of genetically modified foods: A climate of mistrust is obscuring the many different facets of genetic modification.” *British Medical Journal* 318(7183):547-8.
- DK EA 1995 *Klimaproblemer og drivhuseffekten*. [気候と温室効果の問題]. Danish

- Energy Agency. Copenhagen: Miljø- og Energiministeriet, Energistyrelsen.
- DK EPA 1994 *Tal om Natur og Miljø 1994*. [自然と環境をめぐる統計 1994]. Danish Environmental Protection Agency. Publiceret sammen med Statistics Denmark. Copenhagen: Statistics Denmark.
- 1995a *Natur og Miljøredøgørelsen*. [自然と環境の現状報告]. Danish Environmental Protection Agency. Copenhagen: Miljø- og Energiministeriet. <http://www.mem.dk/publikationer/RED/index.htm>.
- 1995b *Vandmiljø-95: Grundvandets miljøtilstand samt status for det øvrige vandmiljø's tilstand i 1994*. [水環境 - 95: 1994 年の地表水およびその他水環境の現状]. Danish Environment Agency. Redegørelse fra Miljøstyrelsen 3. Copenhagen: Miljø- og Energiministeriet.
- 1996a *Drivhuseffekt og klimaændringer: Betydningen for Danmark set i lyset af IPCC's 1996-rapporter*. [温室効果と気候変動: IPCC 1996 年報告を受けたデンマークの影響]. Danish Environment Agency. Jes Fenger, Anne Mette K. Jørgensen & Kristen Halsnæs (eds.). Copenhagen: Miljø- og Energiministeriet, Miljøstyrelsen.
- 1996b *Miljøindikatorer 1995*. [環境指標 1995]. Danish Environmental Protection Agency. Copenhagen: Miljø- og Energiministeriet.
- Energi 21: Regeringens energihandlingsplan 1996* Copenhagen: Miljø- og Energiministeriet 1996. <http://www.ens.dk/e21/e21dk/energi21.pdf>. (アクセスできず).
- 1997a *Bekæmpelsesmiddelforskning fra Miljøstyrelsen: Sædkvalitet of kromosomskader hos pesticideksponerede væksthushavere*. [DK EPA における農薬研究: 農薬被曝の温室農業者における精液の質と遺伝子へのダメージ]. Danish Environment Agency. Annette Abell, Jens Peter Bonde, Erik Ernst, Flemming Lander, Lisbeth Ehlert Knudsen & Hannu Norppa. Copenhagen: Miljø- og Energiministeriet, Miljøstyrelsen.
- 1997b *Miljøindikatorer 1996*. [環境指標 1996]. Danish Environmental Protection Agency. <http://www.mem.dk/publikationer/indikatorer96/indhold.htm>.
- 1998a *Drikkevandsudvalgets betænkning*. [飲料水諮問委員会コメント]. Danish Environment Agency. Betænkning fra Miljøstyrelsen 1. Copenhagen: Miljø- og Energiministeriet.

- 1998b *Forsigtighedsprincippet. Udskrift og resumé fra Miljøstyrelsens konference om forsigtighedsprincippet*. [万が一の原理. Danish Environment Agency の万が一の原理に関する会議からの文]. <http://www.mst.dk/199811publikat/87-7909-088-5/helepubl.htm>. (アクセスできず)
- 1998c *Miljøindikatorer 1997*. [環境指標 1997]. Danish Environmental Protection Agency. <http://www.sns.dk/U&U/N&M97/indhold.htm> (アクセスできず).
- 1998d *Energy Statistics 1998*. Copenhagen: Miljø- og Energiminister: et. <http://www.ens.dk/statistik/98>.
- 1999 *Badevandskort 1999*. [水浴地図 1999]. Danish Environmental Protection Agency. <http://www.mst.dk/fagomr/03020000.htm>.(アクセスできず)
- 2000 *Badevandskort 2000*. [水浴地図 2000]. Danish Environmental Protection Agency. <http://www.mst.dk/fagomr/03050100.htm>.(アクセスできず)
- DK VFA 1994 *Pesticidrester i danske levnedsmidler 1993*. [デンマークの食品における残留農薬 1993]. The Danish Veterinary and Food Administration. Copenhagen.
- 1996a *Danskernes kostvaner 1995: Hovedresultater*. [デンマーク人の食習慣 1995: 主要結論]. The Danish Veterinary and Food Administration. Copenhagen.
- 1996b *Pesticidrester i danske levnedsmidler 1995*. [デンマークの食品における残留農薬 1995]. The Danish Veterinary and Food Administration. Copenhagen.
- 1997 *Pesticidrester i danske levnedsmidler 1996*. [デンマークの食品における残留農薬 1996]. The Danish Veterinary and Food Administration. Copenhagen.
- Dlugokencky, E. J., K. A. Masarie, P. M. Lang & P. P. Tans 1998 “Continuing decline in the growth rate of the atmospheric methane burden.” *Nature* 393:447-50.
- Dobson, Andrew P. & E. Robin Carper 1996 “Infectious diseases and human population history.” *BioScience* 46(2):115-26.
- Dobson, M. C.; A. Y. Kwarteng & F. T. Ulaby 1997 “Use of SIR-C/X-SAR to monitor environmental damages of the 1991 Gulf War in Kuwait.” *IGARSS'97. 1997 International Geoscience and Remote Sensing Symposium. Remote Sensing – A Scientific Vision for Sustainable Development* (Cat. No. 97CH36042), vol.1. pp. 119-21.

- Dockery, D. W., C. A. Pope III, X. Xu, J. D. Spengler, J. H. Ware, M. E. Fay, B. G. Ferris, F. E. Speizer "An association between air pollution and mortality in six US cities." *New England Journal of Medicine*. 329(24):1,753-9.
- DOE 1995 *Photovoltaics: The Power of Choice. The National Photovoltaics Program Plan for 1996-2000*. US Department of Energy. <http://www.eere.energy.gov/pv/progplan.html>.
- 1996 *Wind Energy Information Guide*. US Department of Energy. <http://www.osti.gov/dublincore/gpo/servlets/purl/453437-Bti3jm/webviewable/453437.pdf>.
- 1997 *Renewable Energy Technology Characterizations*. US Department of Energy and Office of Utility Technologies, December 1997. <http://www.eren.doe.gov/power/pdfs/techchar.pdf>.
- Doering, Otto C., Fransisco Diaz-Hermelo, Crystal Howard, Ralph Heimlich, Fred Hitzhusen, Richard Kazmierczak, John Lee, Larry Libby, Walter Milon, Tony Prato & Marc Ribaud *Gulf of Mexico Hypoxia Assessment: Topic #6. Evaluation of Economic Costs and Benefits of Methods for Reducing Nutrient Loads to the Gulf Of Mexico*. Hypoxia Work Group, White House Office of Science and Technology Policy, Committee on Environment and Natural Resources for the EPA Mississippi River/Gulf of Mexico Watershed Nutrient Task Force. NOAA Coastal Ocean Program. http://www.nos.noaa.gov/products/pubs_hypox.html.
- Doll, Richard & Richard Peto 1981 "The causes of cancer: quantitative estimates of avoidable risks of cancer in the United States today." *Journal of the National Cancer Institute* 66(6):1,191-1,308.
- Dorgan, J. F., J. W. Brock, N. Roltman, L. L. Neddleman, R. Miller, H. E. Stephensen Jn, N. Schussler & P. R. Taylor "Serum organochlorine pesticides and PCBs and breast cancer risk: results from a prospective analysis (USA)." *Cancer Causes and Control* 10(1):1-11.
- DOT 1997 *Transportation in the United States: A Review*. US Department of Transportation, Bureau of Transportation Statistics. Washington, DC. http://www.bts.gov/publications/transportation_in_the_united_states/.
- 1999 *National Transportation Statistics 1999*. US Department of Transportation. <http://www.bts.gov/publications/nts/index.html>.

- Dowrick, Steve & John Quiggin 1997 "True measures of GDP and convergence." *American Economic Review* 87(1):41-63.
- Dragsted, Lars 1992 "Low dose extrapolation of data from animal bioassays: applied in the setting of limit values in Denmark and internationally." In *ATV* 1992:77-107.
- Druyan, L. M., P. Lonergan & T. Eichler 1999 "A GCM investigation of global warming impacts relevant to tropical cyclone genesis." *International Journal of Climatology* 19(6):607-17.
- Dumond, D. E. 1975 "The limitation of human population: a natural history." *Science* 187:713-21.
- Dunlap, Riley E. 1991a "Public opinion in the 1980s. Clear consensus, ambiguous commitment." *Environment* 33(8):10-15.
- 1991b "Trends in public opinion toward environmental issues: 1965-1990." *Society and Natural Resources* 4(3):285-312.
- 2000 "Americans have positive image of the environmental movement: majorities agree with movement's goals, and trust it to protect the nation's environment." *Gallup Poll Releases* 18 April, 2000. <http://www.gallup.com/poll/releases/pr000418.asp>.
- Dunlap, Riley E. & Curtis E. Beus 1992 "Understanding public concerns about pesticides: an empirical examination." *Journal of Consumer Affairs* 26(2):418-38.
- Dunlap, Riley E., George H. Gallup & Alec M. Gallup 1993 "Of Global Concern: Results of the Planetary Survey." *Environment* 35(9):7-39.
- Dunlap, Riley E. & Angela G. Mertig 1995 "Global concern for the environment: is affluence a prerequisite?" *Journal of Social Issues* 51(4):121-37.
- Dunlap, Riley E. & Rik Scarce 1991 "The polls – poll trends. Environmental problems and protection." *Public Opinion Quarterly* 55:651-72.
- Dunn, Seth 1998 "Looking past El Niño." *World Watch* 11(5):2.
- Easterlin, Richard A. 2000 "The globalization of human development." *Annals of the American Academy of Political and Social Science* 570:32-48.
- Eastering, David R., Henry F. Diaz, Arthur V. Douglas, William D. Hogg, Kenneth E. Kunkel, Jeffrey C. Rogers & Jaime F. Wilkinson 1999 "Long-term observations for monitoring extremes in the Americas." *Climatic Change* 42(1):285-

308.

- Easterling, D. R., J. L. Evans, P. Ya. Groisman, T. R. Karl, K. E. Kunkel & P. Ambenje 2000 "Observed variability and trends in extreme climate events: a brief review." *Bulletin of the American Meteorological Society* 81(3):417-25. <http://ams.allenpress.com/>.
- Easterling, David R., Briony Horton, Philip D. Jones, Thomas C. Peterson, Thomas R. Karl, David E. Parker, M. James Salinger, Vyacheslav Razuvayev, Neil Plummer, Paul Jamason & Christopher K. Folland 1997 "Maximum and minimum temperature trends for the globe." *Science*. 277:364-7.
- EC-E 1999 *Compilation of EU Dioxin Exposure and Health Data Summary Report*. Report produced for European Commission DG Environment, UK Department of the Environment Transport and the Regions (DETR).
- EC-ET 2000 *EU Transport in Figures*. European Commission, Directorate-General for Energy and Transport in co-operation with Eurostat. http://europa.eu.int/comm/energy_transport/etif/index.html.
- Eckstein, Zvi, Pedro Mira & Kenneth I. Wolpin 1999 "A quantitative analysis of Swedish fertility dynamics: 1751-1990." *Review of Economic Dynamics* 2:137-65.
- Edelson, E. 1990 "The man who upset the apple cart." *Popular Science* 236(2):64-7.
- Edgerton, David L., Bengt Assarsson, Anders Hummelose, Ilkka P. Laurila, Kyrre Rickertsen and Per Halvor Vale 1996 *The Econometrics of Demand Systems : With Applications to Food Demand in the Nordic Countries*. Advanced Studies in Theoretical and Applied Econometrics. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers
- EEA 1994 *European Rivers and Lakes: Assessment of their Environmental State*. Peter Kristensen & Hans Ole Hansen (eds.). Copenhagen: European Environment Agency.
- 1995 *Europe's Environment: The Dobris Assessment*. David Stanners & Philippe Bourdeau (eds.): Copenhagen: European Environment Agency. <http://reports.eea.eu.int/92-826-5409-5/en>.
- 1998a *Europe's Environment: Statistical Compendium for the Second Assessment*. Copenhagen: European Environment Agency.
- 1998b *Europe's Environment: The Second Assessment*. Preliminary version

- for press conference. Copenhagen: European Environment Agency. <http://reports.eea.eu.int/92-828-3351-8/en>.
- 1999 *Environment in the European Union at the Turn of the Century*. Copenhagen: European Environment Agency. <http://reports.eea.eu.int/92-9157-202-0/en>.
- 2000 *Data Service*. <http://warehouse.eea.eu.int/>.
- EEPSEA/WWF 1998 *The Indonesian Fires and Haze of 1997: The Economic Toll*. Economy and Environment Program for SE Asia & World Wide Fund for Nature. <http://www.eepsea.org/specialrept/specreptIndofire.htm> (すでに存在せず, キャッシュが <http://cruel.org/kankyousources/indofire.html> にある).
- e-funda 2001 *Engineering Fundamentals*. <http://www.efunda.com/>.
- Ehrlich, Anne H. & Paul R. Ehrlich 1987 *Earth*. London: Methuen.
- Ehrlich, Paul R. 1967 “Paying the piper.” *New Scientist* 14, December:652-5.
- 1968 *The Population Bomb*. New York: Ballantine Books.
- 1970 “Looking back from 2000 A.D.” *The Progressive* April:23-5.
- 1995 “The scale of the human enterprise and biodiversity loss.” In Lawton & May 1995:214-26.
- 1997 *A World of Wounds: Ecologists and the Human Dilemma*. Oldendorf: Ecology Institute.
- Ehrlich, Paul R. & Anne H. Ehrlich 1974 *The End of Affluence: A Blueprint for Your Future*. New York: Ballantine Books. 邦訳ポール&アンエーリック『繁栄の終わり』鈴木主税訳、草思社、1975.
- 1991 *Healing the Planet: Strategies for Resolving the Environmental Crisis*. Reading, MA: Addison-Wesley Publishing Company.
- 1996 *Betrayal of Science and Reason: How Anti-Environmental Rhetoric Threatens Our Future*. Washington, DC: Island Press.
- Ehrlich, Paul R., Anne H. Ehrlich and Gretchen C. Daily 1995 *The Stork and the Plow: The Equity Answer to the Human Dilemma*. New York: G. P. Putnam.
- Ehrlich, Paul R. & Edward O. Wilson 1991 “Biodiversity studies: science and policy.” *Science* 253:758-62.
- EIA 1993 *Renewable Resources in the U.S. Electricity Supply*. Energy Information Agency under US Department of Energy. <http://www.eia.doe.gov/cneaf/>

- electricity/pub_summaries/renew_es.html.
- 1995a *Coal Data – A Reference*. Energy Information Agency under US Department of Energy. <ftp://ftp.eia.doe.gov/pub/coal/coallast.pdf>.
- 1995b *Housing Characteristics 1993*. Energy Information Agency under US Department of Energy. <http://www.eia.doe.gov/emeu/recs/recs2f.html>.
- 1996 *Annual Energy Outlook 1997*. Energy Information Agency under US Department of Energy. <http://tonto.eia.doe.gov/FTPROOT/forecasting/038397.pdf>.
- 1997a *Annual Energy Outlook 1998*. Energy Information Agency under US Department of Energy. <http://tonto.eia.doe.gov/FTPROOT/forecasting/038398.pdf>.
- 1997b *Annual Energy Review 1996*. Energy Information Agency under US Department of Energy. <http://www.eia.doe.gov/emeu/aer/contents.html>. (アクセスできず)
- 1997c *International Energy Outlook 1997*. Energy Information Agency under US Department of Energy. <http://tonto.eia.doe.gov/FTPROOT/forecasting/048497.pdf>.
- 1997d *Nuclear Power Generation and Fuel Cycle Report 1997*. Energy Information Agency under US Department of Energy. http://www-igcc.ucsd.edu/publications/policy_papers/AppendixA.pdf.
- 1998a *Impacts of the Kyoto Protocol on U.S. Energy Markets and Economic Activity*. Energy Information Agency under US Department of Energy. SR/OIAF/98-03. <http://www.eia.doe.gov/oiaf/kyoto/kyotorpt.html>.
- 1998b *International Energy Annual 1996*. Energy Information Agency under US Department of Energy. Data at <http://tonto.eia.doe.gov/FTPROOT/international/021996.pdf>.
- 1998c *Renewable Energy Annual 1998 with Data For 1997*. Energy Information Agency under US Department of Energy. <http://tonto.eia.doe.gov/FTPROOT/renewables/0603981.pdf>.
- 1999a *A Look at Residential Energy Consumption in 1997*. Energy Information Agency under US Department of Energy. <http://www.eia.doe.gov/emeu/recs/>.
- 1999b *Annual Energy Outlook 2000*. Energy Information Agency under US De-

- partment of Energy. [http://www.eia.doe.gov/oiaf/archive/aeo00/pdf/0383\(2000\).pdf](http://www.eia.doe.gov/oiaf/archive/aeo00/pdf/0383(2000).pdf)
- 1999c *Annual Energy Review 1998*. Energy Information Agency under US Department of Energy. <http://www.eia.doe.gov/emeu/aer/contents.html>.
- 1999d *International Energy Outlook 1999*. Energy Information Agency under US Department of Energy. Data at <http://tonto.eia.doe.gov/FTPROOT/forecasting/048499.pdf>
- 2000a *International Energy Annual 1998*. Energy Information Agency under US Department of Energy. Data at <http://tonto.eia.doe.gov/FTPROOT/international/021998.pdf>.
- 2000b *International Energy Outlook 2000*. Energy Information Agency under US Department of Energy. <http://tonto.eia.doe.gov/FTPROOT/forecasting/04842000.pdf>.
- 2000c *Monthly Energy Review March 2000*. Energy Information Agency under US Department of Energy. <http://tonto.eia.doe.gov/FTPROOT/multifuel/merhistory.htm>
- 2000d *Annual Energy Review 1999*. Energy Information Agency under US Department of Energy. <ftp://ftp.eia.doe.gov/pub/pdf/multi.fuel/038499.pdf>.(アクセスできず)
- 2000e *Annual Energy Outlook 2001*. Energy Information Agency under US Department of Energy. [http://www.eia.doe.gov/oiaf/archive/aeo01/pdf/0383\(2001\).pdf](http://www.eia.doe.gov/oiaf/archive/aeo01/pdf/0383(2001).pdf).
- 2001a *Monthly Energy Review January 2001*. Energy Information Agency under US Department of Energy. <http://tonto.eia.doe.gov/FTPROOT/multifuel/mer/00350101.pdf>.
- 2001b *International Energy Annual 1999*. Energy Information Agency under US Department of Energy. <http://tonto.eia.doe.gov/FTPROOT/international/021999.pdf>.
- 2001c *Short-Term Energy Outlook - February 2001*. Energy Information Agency under US Department of Energy. <http://www.eia.doe.gov/pub/forecasting/steo/oldsteos/feb01.pdf>.

Eisinger, Josef 1996 "Sweet poison." *Natural History* 105(7):48-543.

Ekbom, Anders, Gunnar Erlandsson, Chung-cheng Hsieh, Dimitrios Trichopoulos,

- Hans-Olov Adami & Sven Cnattingius "Risk of breast cancer in prematurely born women." *Journal of the National Cancer Institute*. 92(10):840-1.
- El-Raey, M. 1997 "Vulnerability assessment of the coastal zone of the Nile delta of Egypt, to the impacts of sea level rise." *Ocean and Coastal Management*.37(1):29-40.
- Elsner, J. B. & B. Kocher 2000 "Global tropical cyclone activity: link to the North Atlantic oscillation." *Geophysical Research Letters* 27(1):129-32.
- Elsom, Derek M. 1995 "Atmospheric pollution trends in the United Kingdom." In Simon 1995b:476-90.
- EM-DAT 2000 *The OFDA/CRED International Disaster Database*. Emergency Events Database by WHO Collaborating Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), with the US Committee for Refugees (USCR), the Organisation for Economic Co-operation and Development's (OECD) Development Assistance Committee (DAC), and INTERFAIS, a World Food Programme (WFP) information system. <http://www.cred.be/emdat/>.
- EMEP 2000 Data on European air pollution emissions. <http://www.emep.int/>.
- Engeland, A., T. Haldorsen, S. Treli, T. Hakulinen, L. G. Hörte, T. Luostarinen, G. Schou, H. Sigvaldason, H. H. Storm, H. Tulinius & P. Vaittinen 1995 "Prediction of cancer mortality in the Nordic countries up to the years 2000 and 2010, on the basis of relative survival analysis: a collaborative study of the five Nordic cancer registries." *APMIS* suppl. 49, 103.
- Engelman, Robert & Pamela LeRoy 1993 *Sustaining Water: Population and the Future of Renewable Water Supplies*. Washington, DC: Population Action International. <http://www.cnie.org/pop/pai/h2o-toc.html>.
- Enserink, Martin 1998 "Institute copes with genetic hot potato." *Science* 281(5380):1,124-5.
- Enserink, Martin 1999 "Preliminary Data Touch Off Genetic Food Fight." *Science* 283(5405):1094-5.
- EPA 1990 *Pesticides in Drinking-Water Wells*. US Environmental Protection Agency, Pesticides and Toxic Substances, H-7506C. <http://yosemite.epa.gov/water/owrccatalog.nsf/0/a2224f6ec7f28a7385256b0600724743?OpenDocument>.
- 1993 *Reference Dose (RfD): Description and Use in Health Risk Assessments*.

- Background Document 1A. <http://www.epa.gov/iris/rfd.htm>.
- 1994a *Indoor Air Pollution: An Introduction for Health Professionals*. Co-sponsored by: The American Lung Association (ALA), The Environmental Protection Agency (EPA), The Consumer Product Safety Commission (CPSC), & The American Medical Association (AMA). US Government Printing Office Publication no. 1994-523-217/81322. <http://www.epa.gov/iaq/pubs/hpguide.html>.
- 1994b *Setting the record straight: secondhand smoke is a preventable health risk*. EPA 402-F-94-005. <http://www.epa.gov/iaq/pubs/strsfs.html>.
- 1995 *Human Health Benefits from Sulfate Reductions under Title IV of the 1990 Clean Air Act Amendments: Final Report*. US Environmental Protection Agency, EPA Document Number 68-D3-0005 November 10, 1995. <http://www.epa.gov/airmarkets/articles/healtheffects/>.
- 1996a *Air Quality Criteria for Particulate Matter*. US Environmental Protection Agency. <http://www.epa.gov/ttn/caaa/t1cd.html>.
- 1996b *Review of the National Ambient Air Quality Standards for Particulate Matter: Policy Assessment of Scientific and Technical Information*. OAQPS Staff Paper, US Environmental Protection Agency, EPA-452 R-96-013, July 1996. <http://www.epa.gov/ttn/oarpg/t1sp.html>.
- 1996c “Proposed guidelines for carcinogen risk assessment.” *Federal Register* 61:17,959-18,011. <http://www.epa.gov/ordntrnt/ORD/WebPubs/carcinogen/index.html>.
- 1997a *Beach Program*. US Environmental Protection Agency, Office of Water, EPA Document Number EPA-820-F-97-002. <http://www.epa.gov/OST/beaches/BeachPro.pdf>.
- 1997b *National Air Quality and Emissions Trends Report 1996*. US Environmental Protection Agency, EPA Document Number 454/R-97-013. <http://www.epa.gov/oar/aqtrnd96/toc.html>.
- 1997c *National Ambient Air Quality Standards for Particulate Matter; Final Rule 18/7 1997*. US Environmental Protection Agency, 40 CFR Part 50. <http://www.epa.gov/ttn/caaa/t1pfpr.html>.
- 1997d *The Benefits and Costs of the Clean Air Act, 1970 to 1990*. US Environmental Protection Agency. <http://www.epa.gov/oar/sect812/copy.html>.

- 1998a *Bacterial Water Quality Standards Status Report* Standards and Applied Science Division, Office of Science and Technology, Office of Water, US Environmental Protection Agency.
- 1998b *Pesticidal Chemicals Classified as Known, Probable or Possible Human Carcinogens*. Office of Pesticide Programs, US Environmental Protection Agency. <http://www.epa.gov/pesticides/carlist/table.htm> (現在は削除。コピーらしきものが以下にある: http://www.healthgoods.com/Education/Healthy_Home_Information/Pesticides/pesticidal_carcinogens.htm).
- 1998c *National Air Quality and Emissions Trends Report 1997*. US Environmental Protection Agency. <http://www.epa.gov/oar/aqtrnd97/>.
- 1998d *National Air Pollutant Emission Trends Update: 1970-1997*. <http://www.epa.gov/ttn/chief/trends97/browse.html>. (アクセスできず)
- 1999a *Asbestos*. Sources of information on indoor air quality. <http://www.epa.gov/iaq/asbestos.html>.
- 1999b *Characterization of Municipal Solid Waste in the United States: 1998 Update*. Franklin Associates. <http://www.epa.gov/epaoswer/non-hw/muncpl/msw98.htm>.
- 1999c *Formaldehyde*. Sources of information on indoor air quality. <http://www.epa.gov/iaq/formalde.html>.
- 1999d *Part 141- National Primary Drinking Water Regulations*. <http://www.epa.gov/safewater/regs/cfr141.pdf>. (アクセスできず)
- 1999e *The Benefits and Costs of the Clean Air Act, 1990 to 2010*. US Environmental Protection Agency. <http://www.epa.gov/airprog/oar/sect812/copy99.html>.
- 2000a *A Guide to Selected National Environmental Statistics in the U.S. Government*. <http://www.epa.gov/ceisweb1/ceishome/ceisdocs/usguide/contents.htm>.
- 2000b *AIRS*. Air Quality Database. <http://www.epa.gov/airs/aewin/>.
- 2000c *Municipal Solid Waste Generation, Recycling and Disposal in the United States: Facts and Figures for 1998*. EPA530-F-00-024.. <http://www.epa.gov/epaoswer/non-hw/muncpl/msw99.htm>.
- 2000d *National Air Pollutant Emission Trends: 1900-1998*. <http://www.epa.gov/ttn/chief/trends/trends98/>.

-
- 2000e *National Air Quality and Emissions Trends Report 1998*. US Environmental Protection Agency. <http://www.epa.gov/oar/aqtrnd98/>.
- 2000f *Latest Findings on National Air Quality: 1999 Status and Trends* US Environmental Protection Agency. EPA-454/F-00-002. <http://www.epa.gov/oar/aqtrnd99/brochure/brochure.pdf>.
- 2000g *Biopesticides Registration Action Document: Preliminary Risks and Benefits Sections: Bacillus thuringiensis Plant-Pesticides*. <http://www.epa.gov/scipoly/sap/2000/october>.
- EPAQS 1994a *Carbon Monoxide*. Expert Panel on Air Quality Standards, Department of the Environment, Transport and the Regions, the Scottish Executive, the National Assembly for Wales, and the Department of the Environment for Northern Ireland. <http://www.defra.gov.uk/environment/airquality/aqs/co/index.htm>.
- 1994b *Ozone*. Expert Panel on Air Quality Standards, Department of the Environment, Transport and the Regions, the Scottish Executive, the National Assembly for Wales, and the Department of the Environment for Northern Ireland. <http://www.defra.gov.uk/environment/airquality/aqs/ozone/index.htm>.
- 1995a *Particles*. Expert Panel on Air Quality Standards, Department of the Environment, Transport and the Regions, the Scottish Executive, the National Assembly for Wales, and the Department of the Environment for Northern Ireland. <http://www.defra.gov.uk/environment/airquality/aqs/particle/index.htm>.
- 1995b *Sulphur Dioxide*. Expert Panel on Air Quality Standards, Department of the Environment, Transport and the Regions, the Scottish Executive, the National Assembly for Wales, and the Department of the Environment for Northern Ireland. <http://www.defra.gov.uk/environment/airquality/aqs/so2/index.htm>.
- 1996 *Nitrogen Dioxide*. Expert Panel on Air Quality Standards, Department of the Environment, Transport and the Regions, the Scottish Executive, the National Assembly for Wales, and the Department of the Environment for Northern Ireland. <http://www.defra.gov.uk/environment/airquality/aqs/no2/index.htm>.

- 1998 *Lead*. Expert Panel on Air Quality Standards, Department of the Environment, Transport and the Regions, the Scottish Executive, the National Assembly for Wales, and the Department of the Environment for Northern Ireland. <http://www.defra.gov.uk/environment/airquality/aqs/lead/index.htm>.
- ERS 1995 “World agriculture: trends and indicators.” Database from ERS, USDA. World.wk1 from <http://usda.mannlib.cornell.edu/data-sets/international/89024/14/> (file world.wk1).
- 1996 *The Future of China's Grain Market*. Agricultural Economic Report no. 750. Frederick W. Crook and W. Hunter Colby, Economic Research Service, US Department of Agriculture. <http://www.ers.usda.gov/epubs/pdf/aib730/index.htm>.
- 1997 *International Agricultural Baseline Projections to 2005*. Economic Research Service under US Department of Agriculture. <http://www.ers.usda.gov/epubs/pdf/aer750/>.
- 1998 “Food and nutrient intake by individuals in the United States by sex and age, 1994-96.” NFS Report no. 96-2, NTIS Order Number PB99-117251INZ. <http://www.barc.usda.gov/bhnrc/foodsurvey/Products9496.html>.
- 1999a *Rice Situation and Outlook Yearbook 1999*. RCS 1999. Economic Research Service, US Department of Agriculture. <http://usda.mannlib.cornell.edu/reports/erssor/field/rcs-bby/>.
- 1999b *Wheat Situation and Outlook Yearbook 1999*. WHS 1999. Economic Research Service, US Department of Agriculture. <http://usda.mannlib.cornell.edu/reports/erssor/field/whs-bby/>.
- 2000a *International Agriculture and Trade (China)*. WRS-99-4 Economic Research Service, US Department of Agriculture. <http://jan.mannlib.cornell.edu/reports/erssor/international/wrs-bb/1999/china/>.
- 2000b *Tobacco Situation and Outlook Report*. Market and Trade Economics Division, Economic Research Service, US Department of Agriculture, April 2000, TBS-246. <http://usda.mannlib.cornell.edu/reports/erssor/specialty/tbs-bb/2000/tbs246.pdf>.
- 2000c *Agricultural Outlook: August 2000*. Economic Research Service, US Department of Agriculture. <http://www.ers.usda.gov/publications/>

agoutlook/aug2000/contents.htm.

- ESRC 1997 *Learning to be Green: the Future of Environmental Education* ESRC Global Environmental Change Programme, Special Briefing No. 2, University of Sussex.. <http://www.susx.ac.uk/Units/gec/pubs/briefing/sbrief2.pdf>.
- ESRC 1999 *The Politics of GM Food: Risk, Science and Public Trust*. ESRC Global Environmental Change Programme, Special Briefing No. 5, University of Sussex.. <http://www.susx.ac.uk/Units/gec/gecko/gec-gm-f.pdf>.
- Esty, Dan 1999 "Feeding Frankenstein." *WorldLink*, Sep/Oct99:12-3.
- Etheridge, D. M., L. P. Steele, R. L. Langenfelds, R. J. Francey, J.-M. Barnola & V. I. Morgan 1998 "Historical CO₂ records from the Law Dome DE08, DE08-2, and DSS ice cores." In *Trends: A Compendium of Data on Global Change*. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, US Department of Energy, Oak Ridge, Tennessee. <http://cdiac.esd.ornl.gov/trends/co2/lawdome.html>.
- EU 1975 *Council Directive of 8 December 1975 concerning the Quality of Bathing Water*. 76/160/EEC. <http://www.europa.eu.int/water/water-bathing/directiv.html>.
- 1980 *Council Directive 80/778/EEC of 15 July 1980 relating to the Quality of Water Intended for Human Consumption*. http://europa.eu.int/eur-lex/en/lif/dat/1980/en_380L0778.html.
- 1983 *Acid Rain: A Review of the Phenomenon in the EEC and Europe*. London: Graham & Trotman.
- 1994a *15.10.20.30 – Monitoring of Atmospheric Pollution. Consolidated Legislation*. http://www.europa.eu.int/eur-lex/en/consleg/reg/en_register_15102030.html.
- 1994b *The European Renewable Energy Study: Prospects for Renewable Energy in the European Community and Eastern Europe up to 2010*. Main Report, Luxemburg: Office for Official Publications of the European Communities.
- 2000a *1999 Annual Energy Review*. European Union DG 17. <http://www.europa.eu.int/en/comm/dg17/aerhome.htm>.
- 2000b *Bathing Water Quality: Annual Report, 1999 Bathing Season*. <http://europa.eu.int/water/water-bathing/report.html>.

- 2000c *Communication from the Commission on the Precautionary Principle*. COM (2000) 1. 2/2/2000. http://europa.eu.int/comm/dgs/health_consumer/library/pub/pub07_en.pdf.
- 2000d *Eurobarometer 52.1 - The Europeans and Biotechnology*. <http://europa.eu.int/comm/research/pdf/eurobarometer-en.pdf>.
- 2000e *White Paper On Food Safety*. COM (1999) 719 final. http://europa.eu.int/comm/dgs/health_consumer/library/pub/pub06_en.pdf.
- 2001a *Genetics and the Future of Europe*. http://europa.eu.int/comm/research/quality-of-life/genetics/pdf/genetics_en.pdf.
- 2001b *Economic Impacts of Genetically Modified Crops on the Agri-Food Sector - a First Review*. http://europa.eu.int/comm/agriculture/publi/gmo/full_en.pdf.
- Eurostat 1999 *Yearbook 1998/99: A Statistical Eye on Europe*. Luxembourg: Eurostat.
- Evenson, Robert E. 1999 "Global and local implications of biotechnology and climate change for future food supplies." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 96:5,921-8.
- EVOSTC 1997 *Status Report 1997*. Exxon Valdez Oil Spill Trustee Council.
- 2000a *Exxon Valdez Oil Spill Trustee Council website*. <http://www.oilspill.state.ak.us/>.
- 2000b *2000 Status Report*. Exxon Valdez Oil Spill Trustee Council. <http://www.oilspill.state.ak.us/pdf/AnRpt00.pdf>.
- Ewen, Stanley W.B. & Arpad Pusztai 1999 "Effect of diets containing genetically modified potatoes expressing Galanthus nivalis lectin on rat small intestine." *Lancet* 354(9187):1,353-4.
- Fairhead, James & Melissa Leach 1998 *Reframing Deforestation: Global Analysis and Local Realities: Studies in West Africa*. London: Routledge.
- Falkenmark, Malin & Gunnar Lindh 1993 "Water and economic development." In Gleick 1993b:80-91.
- Falkenmark, Malin & Jan Lundqvist 1997 "World freshwater problems - call for a new realism." Background document for CSD 1997. Stockholm: Stockholm Environment Institute.
- Falkenmark, Malin & Carl Widstrand 1992 "Population and water resources: a

- delicate balance.” *Population Bulletin* 47(3):2-36.
- Faminow, Merle 1997 “The disappearing Amazon rainforest problem.” *International Association of Agricultural Economists, Canadian Newsletter*. http://www.oac.uoguelph.ca/www/Agec/IAAE/Art_Faminow01.htm.(アクセスできず)
- Fan, Shenggen & Mercedita Agcaoili-Sombilla 1997 “Why do projections on China’s future food supply and demand differ?” Environment and Production Technology Division discussion paper 22. International Food Policy Research Institute. <http://www.ifpri.org/divs/eptd/dp/papers/eptdp22.pdf>.
- Fankhauser, Samuel 1998 “Economic estimates of global environment facility.” Sustainable Development and Global Climate Change Conference. <http://www.gcric.org/USGCRP/sustain/fankhaus.html>.
- Fannin, Penny 2000 “Is the duck dangerous?” *The Age* 20 January. <http://theage.com.au/news/20000120/A34128-2000Jan19.html>.
- FAO 1949-95 *FAO Production Yearbook*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO 1995a *Forest Resources Assessment 1990*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Data from [gopher://faov02.fao.org/00Gopher_root:\[fao.worldfo.T34FF\]T34FF.TXT](http://gopher://faov02.fao.org/00Gopher_root:[fao.worldfo.T34FF]T34FF.TXT) (もはや存在せず).
- 1995b *World Agriculture: Towards 2010. An FAO Study*. Nikos Alexandratos (ed.). Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. オンライン版は <http://www.fao.org/docrep/v4200e/v4200e00.htm>.
- 1996a *Food Supply Situation and Crop Prospects in Sub-Saharan Africa*. Africa report 2/96. <http://www.fao.org/giews/english/eaf/eaf9605/af9605tm.htm>.
- 1996b *The Sixth World Food Survey*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- 1997a *Review of the State of World Fishery Resources: Marine Fisheries*. <http://www.fao.org/docrep/003/w4248e/w4248e00.htm>.
- 1997b *State of World Fisheries and Aquaculture:1996*. <http://www.fao.org/docrep/003/w3265e/w3265e00.htm>.
- 1997c *State of The World’s Forests 1997*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/montes/fo/sofo/>

SOF097/97toc-e.stm.(アクセスできず)

- 1997d *Telefood Profiles: In Eritrea, 140 Farmers Lead the Way to a Future of Abundant Harvests*. <http://www.fao.org/food/tf97/docs/eritre-e.pdf>.
- 1997e *The State of Food and Agriculture*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Incl. disk database.
- 1999a *State of The World's Forests 1999*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/forestry/F0/SOF0/SOF099/sofo99-e.stm>.
- 1999b *The Forest Resources Assessment Programme*. <http://www.fao.org/docrep/field/385901.htm>.
- 1999c *The State of Food Insecurity in the World 1999*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/FOCUS/E/SOFI/home-e.htm>.
- 2000a Database, accessed in 2000:<http://apps.fao.org/>.
- 2000b Fisheries update. <http://www.fao.org/fi/statist/summtab/default.asp>.
- 2000c *The State of Food Insecurity in the World 2000*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/news/2000/001002-e.htm>.
- 2000d *Agriculture: Towards 2015/30*. Technical Interim Report, April 2000. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/es/esd/at2015/toc-e.htm>.(アクセスできず、最終版が <http://www.fao.org/docrep/004/y3557e/y3557e00.htm>)
- 2000e *Food Outlook*. November, No. 5. Global Information and Early Warning System on Food and Agriculture. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/giews/english/fo/fotoc.htm>.
- 2000f *The State of Food and Agriculture 2000*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/docrep/x4400e/x4400e00.htm>.
- 2001a Database, 2001年にアクセス。<http://apps.fao.org/>.
- 2001b *The state of world fisheries and aquaculture 2000*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://>

- [//www.fao.org/docrep/003/x8002e/x8002e00.htm](http://www.fao.org/docrep/003/x8002e/x8002e00.htm).
- 2001c *The Global Forest Resources Assessment 2000: Summary Report*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <ftp://ftp.fao.org/unfao/bodies/cofo/cofo15/X9835e.pdf>.
- Farman, J. C., B. G. Gardiner & J. D. Shanklin 1985 “Large losses of total ozone in Antarctica reveal seasonal ClO_x/NO_x interaction.” *Nature* 315:207-10. <http://www.ciesin.org/docs/011-430/011-430.html>.
- Fearnside, Philip M. 1991 “Greenhouse gas contributions from deforestation in Brazilian Amazonia.” In Levine 1991:92-105.
- Fedorov, Alexey V. & S. George Philander 2000 “Is El Nino changing?” *Science* 288:1,97-2,002.
- Feldman J. 1983 “Work ability of the aged under conditions of improving mortality.” *Millbank Memorial Fund Quarterly/Health & Society* 61:430-44.
- Fenger, Jes 1985 *Luftforurening – en introduktion*. [大気汚染入門]. Lyngby: Teknisk Forlag A/S.
- Fenger, Jes & Jens Chr. Tjell (eds.) 1994 *Luftforurening*. [大気汚染]. Lyngby: Polyteknisk Forlag.
- Feuer, Eric J., Ray M. Merrill & Benjamin F. Hankey 1999 “Cancer surveillance series: interpreting trends in prostate cancer – part II: cause of death misclassification and the recent rise and fall in prostate cancer mortality.” *Journal of the National Cancer Institute* 91(12):1,025-32.
- Feuer, Eric J., Lap-Ming Wun, Catherine C. Boring, W. Dana Flanders, Marilyn J. Timmel & Tolly Tong “The lifetime risk of developing breast cancer.” *Journal of the National Cancer Institute* 85(11):892-7.
- FHWA 1996 *Highway Statistics Summary to 1995*. Federal Highway Administration. <http://www.fhwa.dot.gov/ohim/summary95/index.html>.
- 1997 *Highway Statistics 1996*. Federal Highway Administration. <http://www.fhwa.dot.gov/ohim/1996/index.html>.
- 1998 *Highway Statistics 1997*. Federal Highway Administration. <http://www.fhwa.dot.gov/ohim/hs97/hs97page.htm>.
- 1999 *Highway Statistics 1998*. Federal Highway Administration. <http://www.fhwa.dot.gov/ohim/hs98/hs98page.htm>.
- Ministries of Finance, Agriculture, Fisheries, Environment, Energy, Taxes and

- General Economics 1995 [Finansministeriet, Landbrugs- og Fiskeriministeriet, Miljø- og Energiministeriet, Skatteministeriet & Økonomiministeriet] *Budgetanalyse om vedvarende energi*. [再生可能エネルギーの予算分析]. Copenhagen.
- Finkel, Adam M. 1996 “Comparing risks thoughtfully.” *Risk: Health, Safety & Environment* 7:325. <http://www.fplc.edu/RISK/vol7/fall/finkel.htm>.
- Finkel, Adam M. & Dominic Golding 1994 *Worst Things First? The Debate over Risk-Based National Environmental Priorities*. Washington, DC: Resources for the Future.
- Fisch, Harry, H. Andrews, J. Hendriks, E. T. Gouboff, J. H. Olson & C. A. Olsson 1997 “The relationship of sperm counts to birth rates: a population based study.” *Journal of Urology* 157:840-3.
- Fisch, Harry & Erik T. Goluboff 1996 “Geographic variations in sperm counts: a potential cause of bias in studies of semen quality.” *Fertility and Sterility* 65(5):1,044-6.
- Fisch, Harry, Erik T. Goluboff, John H. Olson, Joseph Feldshuh, Stephen J. Broder & David H. Barad 1996 “Semen analyses in 1,283 men from the United States over a 25-year period: no decline in quality.” *Fertility and Sterility* 65(5):1,009-14.
- Fischhoff, Baruch, Paul Slovic & Sarah Lichtenstein 1979 “Which risks are acceptable?” *Environment* 21(4):17-38.
- Flora, Peter, Franz Pfenning Kraus & Jens Winfried Alber 1983 *State, Economy, and Society in Western Europe 1815-1975. 1: The Growth of Mass Democracies and Welfare States*. Frankfurt: Campus Verlag.
- 1987 *State, Economy, and Society in Western Europe 1815-1975. 2: The Growth of Industrial Societies and Capitalist Economies*. Frankfurt: Campus Verlag.
- Floud, Roderick & Bernard Harris 1996 *Health, Height and Welfare: Britain 1700-1980*. NBER Working Paper H0087. <http://papers.nber.org/papers/h0087>.
- Fog, Kåre 1999 “Hvor mange arter uddør der.” [どれだけの種が絶滅するか]. Schroll *et al.* 1999:119-42.
- Fogel, Robert William 1989 *Second Thoughts on the European Escape from Hunger:*

- Famines, Price Elasticities, Entitlements, Chronic Malnutrition and Mortality Rates*. NBER Working Paper 1 on Historical Factors in Long Run Growth. <http://papers.nber.org/papers/H0001>.
- 1995 “The contribution of improved nutrition to the decline in mortality rates in Europe and America.” In Simon 1995b:61-71.
- Ford, Earl S., Alison E. Kelly, Steven M. Teutsch, Stephen B. Thacker & Paul L. Garbe 1999 “Radon and lung cancer: a cost-effectiveness analysis.” *American Journal of Public Health* 89(3):351-7.
- Forsslund, Janne 1994 *Prices of Drinking Water: The Choice between “Growing” Water and Treating Water*. Revised version of a background paper for EC Conference on Drinking Water, Brussels, 23-24 September 1993, DK EPA.
- FotE 2001 “What’s wrong with genetic modification?” http://www.foe.co.uk/campaigns/food_and_biotechnology/gm_food.(アクセスできず)
- Fouquet, Roger & Peter J. G. Pearson 1998 “A thousand years of energy use in the United Kingdom.” *Energy Journal* 19(4):1-42.
- Frankel, Jeffrey A. 1997 *Determinants of Long Term Growth*. Background Paper for the Morning Session of the Meeting of the Asia-Pacific Economic Cooperation of Economic Advisers, Vancouver, Canada. Published as “Why economies grow the way they do.” *Canadian Business Economics*, Spring/Summer 1998. <http://www.ksg.harvard.edu/fs/jfrankel/Apecgrow.pdf>.
- Fraser, Gary E. & David Shavlik 1997 “Risk factors, lifetime risk, and age at onset of breast cancer.” *Annals of Epidemiology* 7(6):375-82.
- Fraser, S. A. Barsotti & D. Rogich 1988 “Sorting out material issues.” *Resources Policy*, March:3-20.
- Frazão, Elizabeth (ed.) 1999 *America’s Eating Habits: Changes and Consequences*. Food and Rural Economics Division, Economic Research Service, US Department of Agriculture. Agriculture Information Bulletin No. 750 (AIB-750). <http://www.ers.usda.gov/publications/aib750/>.
- Freivalds, John & Daryl Natz 1999 “Overcoming phood phobia.” *Communication World* 16(6):26-8.
- Freme F. L. & B. D. Hong 2000 *U.S. Coal Supply and Demand: 1999 Review*. U.S. Energy Information Administration. <http://tonto.eia.doe.gov/FTP/ROOT/coal/058499.pdf>.

- Friedeman, Thomas L. 2000 "Brave New World." *New York Times* September 22, pA27.
- Fries, J. F. 1980 "Aging, natural death, and the compression of morbidity." *New England Journal of Medicine*. 303:130-5.
- 1988 "Aging, illness and health policy: implications of the compression of morbidity." *Perspectives of Biological Medicine* 31:407-28.
- 2000 "Compression of morbidity in the elderly." *Vaccine* 18(16):1,584.
- Friis-Christensen, Eigil 1993 "Solar activity variations and global temperature." *Energy* 18(12):1,273-84.
- Friis-Christensen, E. & K. Lassen 1991 "Length of the solar cycle: an indicator of solar activity closely associated with climate." *Science* 254:698-700.
- Frink, Charles R., Paul E. Waggoner & Jesse H. Ausubel 1999 "Nitrogen fertilizer: retrospect and prospect." *Proceedings of the National Academy of Science*. 96:1,175-80. <http://www.pnas.org/>.
- Fuller, Theodore D., John N. Edwards, Sairudee Vorakitphokatorn & Santhat Sermsri 1996 "Chronic stress and psychological well-being: evidence from Thailand on household crowding." *Social Science & Medicine* 42(2):265-80.
- Fullerton, Don & Gilbert E. Metcalf 1997 *Environmental Taxes and the Double-Dividend Hypothesis: Did You Really Expect Something for Nothing?* NBER Working Paper 6,199. <http://papers.nber.org/papers/W6199>.
- Fullerton Jr., Howard N. 1999 "Labor force participation: 75 years of change, 1950-98 and 1998-2025." *Monthly Labor Review*. 122(12):2-12. <http://www.bls.gov/opub/mlr/1999/12/art1full.pdf>.
- Gade, Steen 1997 "Pesticidfrit Danmark, ja tak." [農薬のないデンマーク、是非お願いします]. *Folkesocialisten* の論説, May 1997. [http://www1.hotlips.sf.dk/Alt/Avisartikler/%2326390.\(アクセスできず\)](http://www1.hotlips.sf.dk/Alt/Avisartikler/%2326390.(アクセスできず))
- Gaffen, D. & R. Ross 1998 "Increased summertime heat stress in the U.S." *Nature* 396:529-30.
- Gaffen, D. J., B. D. Santer, J. S. Boyle, J. R. Christy, N. E. Graham & R. J. Ross 2000 "Multidecadal changes in the vertical temperature structure of the tropical troposphere." *Science* 287(5456):1,242-5.
- Gallagher, Sally K. & Randall G. Stokes 1996 "Economic disarticulation and fertility in less developed nations." *Sociological Quarterly* 37(2):227-44.

- Gallia, Katherine & Susanne Althoff 1999 "Real men eat organic." *Natural Health* 29(4):31.
- Gallup 2000a "Environment." *Gallup Poll Topics: A-Z*. <http://www.gallup.com/poll/indicators/indenvironment.asp>.
- Gallup 2000b "Most important problem." *Gallup Poll Topics: A-Z*. <http://www.gallup.com/poll/indicators/indmip.asp>.
- Gardner-Outlaw, Tom & Robert Engelman 1997 *Sustaining Water, Easing Scarcity: A Second Update*. Revised Data for the Population Action International Report 1993: *Sustaining Water: Population and the Future of Renewable Water Supplies*. Population Action International. <http://www.cnie.org/pop/pai/h2o-toc.html> and <http://www.populationaction.org/resources/publications/water/water97.pdf>.
- Garvin, Theresa & John Eyles 1997 "The sun safety metanarrative: translating science into public health discourse." *Policy Sciences* 30(2):47-70.
- Gaskins, Darius W. Jr. & John P. Weyant 1993 "Model comparisons of the costs of reducing CO₂ emissions." *American Economic Review Papers and Proceedings* 83(2):318-23. <http://sedac.ciesin.org/mva/EMF/GW1993.html>.
- Gatto, Marino and Giulio A. De Leon 2000 "Pricing biodiversity and ecosystem services: the never-ending story." *BioScience* 50(4):347-55.
- Geertz, Armin W. 1992 "Høvdning Seattle: nutidens håb, urtidens profet?" [チーフ・シアトル：未来を今に、予言者を早く?] *Religion* 3:6-19.
- Gemmel, D. 1995 "Association of housing age and condition with blood lead levels." In *Proceedings of the 25th Public Health Conference on Records and Statistics*. <http://www.cdc.gov/nceh/lead/research/pub/pub.htm>.
- Gentry, A. H. 1986 "Endemism in tropical versus temperate plant communities." In M. E. Soule (ed.), *Conservation Biology*, Sunderland, MA: Sinauer Associates, pp. 153-81.
- GESAMP 1990 *The State of the Marine Environment*. IMO/ FAO/ UNESCO/ WMO/ WHO/ IAEA/ UN/ UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- GEUS 1997a *Grundvandsovervågning 1997*. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse. Copenhagen: Miljø- og Energiministeriet.
- GEUS 1997b "Vandressourcer: Ferskvand! Det 21. Århundredes hoved-

- problem?" [水資源：飲料水！ 21世紀の主要問題]. *Geologi: Nyt fra GEUS*. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse, en forsknings- og rådgivningsinstitution i Miljø- og Energiministeriet 2, October 1997. <http://www.geus.dk/publications/geo-nyt-geus/gi97-2.htm>.
- Giddens, Anthony 1991 *Modernity and Self-Identity*. Cambridge: Polity Press.
- Gifford, Robert 2000 "Why we're destroying the Earth." *Psychology Today* 33(2):68-9.
- Gillespie, Mark 1999 "U.S. public worries about toxic waste, air and water pollution as key environmental threats." *Gallup Poll Releases*, 25 March 1999. <http://www.gallup.com/poll/releases/pr990325.asp>.
- Gillfillan, Edward S. 1995 *Impacts of Human Activities on Marine Ecosystems*. Bowdoin College. <http://www.bowdoin.edu/dept/es/200/guide/>.(アクセスできず)
- Gillman, Matthew W. 1996 "Enjoy your fruits and vegetables." *British Medical Journal* 313:765-6.
- Ginsburg, J. & P. Hardiman 1992 "Decreasing quality of semen." *British Medical Journal* 305:1,229.
- Ginsburg, J., S. Okolo, G. Prelevis & P. Hardiman 1994 "Residence in the London area and sperm density." *The Lancet* 343:230.
- Glantz, Michael H., Amara Tandy Brook & Patricia Parisi 1997 *Rates and Processes of Amazon Deforestation*. Environmental and Societal Impacts Group/NCAR. <http://www.esig.ucar.edu/rates/>.
- Glasgow Media Group 1976 *Bad News*. London: Routledge and Kegan Paul.
- 1980 *More Bad News*. London: Routledge and Kegan Paul.
- Gleick, Peter H. 1993a "Water and conflict: fresh water resources and international security." *International Security* 18(1):79-112.
- 1993b *Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources*. New York: Oxford University Press.
- 1998a *The World's Water 1998-1999. The Biennial Report on Freshwater Resources*. Washington, DC: Island Press.
- 1998b "The world's water." *Issues in Science & Technology* 14(4):80-2.
- 1999a "The human right to water." *Water Policy* 5(1):487-503. Download workingpaper from <http://www.pacinst.org/gleickrw.pdf>.

- 1999b “Water futures: a review of global water resources projections.” Study for WWC 2000: *World Water Vision*. <http://www.worldwatercouncil.org/Vision/Documents/GlobalWaterResourcesProjections.PDF>.
- Global Financial Data 2000 *Metal and Commodity Price Data*. <http://www.globalfindata.com/>.
- Goeller, H. E. & Alvin M. Weinberg 1976 “The age of substitutability: what do we do when the mercury runs out?” *Science* 191:683-9.
- Goeller, H. E. and A. Zucker 1984 “Infinite resources: the ultimate strategy.” *Science* 223:456-62.
- Goklany, Indur M. 1998 “Saving habitat and conserving biodiversity on a crowded planet.” *BioScience* 48(11):941-52.
- Gold, Lois Swirsky, Thomas H. Slone, Bonnie R. Stern, Neela B. Manley & Bruce N. Ames 1992 “Rodent carcinogens: setting priorities.” *Science* 258:261-5.
- Goldammer, Johann Georg 1991 “Tropical wild-land fires and global changes: pre-historic evidence, present fire regimes, and future trends.” In Levine 1991:83-91.
- Golden, Frederic 2000 “A century of heroes.” *Time* 155(17):54-7.
- Golden, Robert J., Kenneth L. Noller, Linda Titus-Ernstoff, Raymond H. Kaufman, Robert Mittendorf, Robert Stillman & Elizabeth A. Reese 1998 “Environmental endocrine modulators and human health: an assessment of the biological evidence.” *Critical Reviews in Toxicology* 28(2):109-226.
- Gonick, Larry & Alice Outwater 1996 *The Cartoon Guide to the Environment*. New York: HarperPerennial.
- Goodstein, Eban 1995 “Benefit-cost analysis at the EPA.” *Journal of Socio-Economics* 24(2):375-89.
- Goolsby, Donald A., William A. Battaglin, Gregory B. Lawrence, Richard S. Artz, Brent T. Aulenbach, Richard P. Hooper, Dennis R. Keeney & Gary J. Stensland 1999 *Gulf of Mexico Hypoxia Assessment: Topic #3. Flux and Sources of Nutrients in the Mississippi-Atchafalaya River Basin*. Hypoxia Work Group, White House Office of Science and Technology Policy, Committee on Environment and Natural Resources for the EPA Mississippi River/Gulf of Mexico Watershed Nutrient Task Force. NOAA Coastal Ocean Program. http://www.nos.noaa.gov/products/pubs_hypox.html.
- Gore, Al 1992 *Earth in the Balance: Ecology and the Human Spirit*. Boston, MA:

- Houghton Mifflin. 邦訳アル・ゴア 『地球の掟：文明と環境のバランスを求めて』
小杉隆訳、ダイヤモンド社、1992.
- Gorman, Christine 1998 “El Niño’s (achoo!) allergies.” *Time* 151(11):73.
- Goudie, Andrew 1993 *The Human Impact on the Natural Environment*. Oxford:
Blackwell.
- Gough, Michael 1989 “Estimating cancer mortality: epidemiological and toxicolog-
ical methods produce similar assessments.” *Environmental Science & Technol-
ogy* 23(8):925-30.
- Goulder, Lawrence H., Ian W. H. Perry, Robertson C. Williams III & Dallas Bur-
traw 1998 *The cost-effectiveness of alternative instruments for environmental
protection in a second-best setting*. Resources For the Future, Discussion Paper
98-22.
- Graham, John D. 1995 “Comparing opportunities to reduce health risks: toxin
control, medicine, and injury prevention.” *NCPA Policy Report* 192. [http:
//www.ncpa.org/studies/s192/s192.html](http://www.ncpa.org/studies/s192/s192.html).
- Graham, John D. & Jonathan Baert Wiener 1997a “Confronting risk tradeoffs.” In
Graham & Wiener 1997b:1-41.
- Graham, John D. & Jonathan Baert Wiener (eds.) 1997b *Risk vs. Risk: Tradeoffs
in Protecting Health and the Environment*. Cambridge, MA: Harvard Univer-
sity Press.
- Grandjean, Philippe 1998 *Farlig Forurening*. [危険な公害]. Copenhagen: Nyt
Nordisk Forlag Arnold Busck.
- Graney, J. R., A. N. Halliday, G. J. Keeler, J. O. Nriagu, J. A. Robbins & S.
A. Norton 1995 “Isotopic record of lead pollution in lake sediments from the
northeastern United States.” *Geochimica et Cosmochimica Acta* 59(9):1,715-
28.
- Grassl, Hartmut 2000 “Status and improvements of coupled general circulation
models.” *Science* 288:1,991-7.
- Gray, George M. & John D. Graham 1997 “Regulating pesticides.” In Graham &
Wiener 1997b:173-92.
- Gray, George M. & James K. Hammitt 2000 “Risk/risk tradeoffs in pesticide regula-
tion: an exploratory analysis of the public health effects of a ban on organophos-
phate and carbamate pesticides.” Forthcoming in *Risk Analysis*.

- Gray, Vincent 1998 "The IPCC future projections: are they plausible?" *Climate Research* 10:155-62.
- Greaves, Emma & Martin Stanisstreet 1993 "Children's ideas about rainforests." *Journal of Biological Education* 27(3)189-94.
- Greene, David L. 1997 "Economic scarcity." *Harvard International Review* 19(3):16-21.
- Greene, Gayle & Vicki Ratner 1994 "A toxic link to breast cancer?" *Nation* 258(24):866-9.
- Greenland, D. J. & I. Szabolcs 1994 *Soil Resilience and Sustainable Land Use*. Wallingford, UK: CAB International.
- Greenpeace 1992 *The Environmental Legacy of the Gulf War*. A Greenpeace Report. <http://www.greenpeace.org/gopher/campaigns/military/1992/gulfwar3.txt>.
- 1996 *Perils Amid Promises of Genetically Modified Foods*. Dr. Mae-Wan Ho on behalf of Greenpeace International. <http://www.greenpeace.org/~geneng/reports/food/food002.htm>.
- 1999 *True Cost of Food*. True Food Campaign, Greenpeace, and the Soil Association. <http://www.greenpeace.org/~geneng/highlights/gmo/truecost.pdf>.
- 2000 *Greenpeace's International Campaign to Save the Climate*. <http://www.greenpeace.org/~climate/>.
- 2001a *Greenpeace MTV spot 'Frankenfood.'* <http://www.tappedintogreenpeace.org/ram/react-apple.ram>.
- 2001b "GE rice is fool's gold." *Press Release* 9 February 2001. <http://www.greenpeace.org/%7Egeneng/highlights/food/goldenrice.htm>.
- Greider, William 2000 "Oil on Political Waters." *Nation*, 10/23/2000 271(12):5-6.
- Griffith, Ted 1998 "All downhill." *Boston Business Journal* 18(3):1-2.
- Grigg, David 1993 *The World Food Problem 1950-1980*. Oxford: Basil Blackwell.
- Grisanzio, James A. 1993 "Exxon Valdez: the oil remains." *Animals* 126(6):33.
- Groisman, Pavel Ya., Thomas R. Karl, David R. Easterling, Richard W. Knight, Paul F. Jamason, Kevin J. Hennessy, Ramasamy Suppiah, Cher M. Page, Joanna Wibig, Krzysztof Fortuniak, Vyacheslav N. Razuvaev, Arthur Douglas, Eirik Førland & Pan-Mao Zhai 1999 "Changes in the probability of

- heavy precipitation: important indicators of climatic change.” *Climatic Change* 42(1):243-83.
- Grossman, Gene M. & Alan B. Krueger 1995 “Economic growth and the environment.” *Quarterly Journal of Economics* 110(2):353-77.
- Grove, Richard H. 1998 “Global impact of the 1789-93 El Niño.” *Nature* 393:318-19.
- Grubler, Arnulf, Michael Jefferson & Nebojsa Nakicenovic 1996 “Global energy perspectives: a summary of the joint study by the International Institute for Applied Systems Analysis and World Energy Council.” *Technological Forecasting and Social Change* 51(3):237-64.
- Gruenberg, E. M. 1977 “The failures of success.” *Millbank Memorial Fund Quarterly/Health & Society* 55:3-24.
- Gruza, G., E. Rankova, V. Razuvaev & O. Bulygina 1999 “Indicators of climate change for the Russian Federation.” *Climatic Change* 42(1):219-42.
- GSS 2000 *US General Social Survey 1972-1996*. Online access to the Cumulative Datafile. <http://csa.berkeley.edu:7502/cgi-bin12/hsda?harc+sda+gss96>.
- 2001 *US General Social Survey 1972-1996*. Online access to the Cumulative Datafile. <http://www.icpsr.umich.edu/GSS>.
- Gundersen, Per, J. Bo Larsen, Lars Bo Pedersen & Karsten Raulund Rasmussen 1998 “Syreregn er ikke en myte: det er et kompliceret miljø- og formidlingsproblem.” [酸性雨は神話ではない：複雑な環境とコミュニケーションの問題である]. 未刊論文、一部が *Jyllands-Posten*, 3 February 1998 で公開.
- Gusbin, Dominique, Ger Klaassen & Nikos Kouvaritakis 1999 “Costs of a ceiling on Kyoto flexibility.” *Energy Policy* 27(14):833-44.
- Guttes, S., K. Failing, K. Neumann, J. Kleinstein, S. Georgii & H. Brunn 1998 “Chlorogenic pesticides and polychlorinated biphenyls in breast tissue of women with benign and malignant breast disease.” *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 35:140-7.
- Guynup, Sharon 1999 “Killer Corn.” *Science World* 56(2):4.
- Gwynne, Peter 1975 “The cooling world.” *Newsweek* 28 April 1975, p. 64.
- Haddad, Lawrence, Marie T. Ruel & James L. Garrett 1999 *Are Urban Poverty and Undernutrition Growing? Some Newly Assembled Evidence*. Discussion Paper 63. International Food Policy Research Institute, Food Consumption

- and Nutrition Division. <http://www.ifpri.org/divs/fcnd/dp/dp63.htm>.
- Hahn, Robert W. 1996a "Regulatory reform: what do the government's numbers tell us?" In Hahn 1996b: 208-53.
- Hahn, Robert W. (ed.) 1996b *Risks, Costs, and Lives Saved: Getting Better Results from Regulation*. New York: Oxford University Press.
- Haines, Michael R. 1995 "Disease and health through the ages." In Simon 1995b:51-60.
- Hall, Alex & Syukuro Manabe 1999 "The role of water vapor feedback in unperturbed climate variability and global warming." *Journal of Climate* 12(8):2,327-46.
- Halsnæs, Kirsten, Henrik Meyer, Peter Stephensen & Lene Sørensen 1995 *Nordens interesser i principper for internationale drivhusgasaftaler*. [温室効果ガス合意の原則に関する北欧諸国の利害]. Risø-R-794(DA). Roskilde: Forskningscenter Risø.
- Hamaide, Bertrand & John J. Boland 2000 "Benefits, Costs, and Cooperation in Greenhouse Gas Abatement." *Climatic Change* 47(3):239-58
- Hammel, E. A. 1998 *History of Human Population*. <http://demog.berkeley.edu/~gene/193/lectures/hpophist.htm> (アクセスできず).
- Hankey, Benjamin F., Eric J. Feuer, Limin X. Clegg, Richard B. Hayes, Julie M. Legler, Phillip C. Prorok, Lynn A. Ries, Ray M. Merrill & Richard S. Kaplan 1999 "Cancer surveillance series: interpreting trends in prostate cancer – part I: evidence of the effects of screening in recent prostate cancer incidence, mortality, and survival rates." *Journal of the National Cancer Institute* 91(12):1,017-24.
- Hanley, Nick & Rick Slark 1994 "Cost-benefit analysis of paper recycling: a case study and some general points." *Journal of Environmental Planning & Management* 37(2):189-97.
- Hanbury-Tenison, Robin 1992 "Tribal peoples: honouring wisdom." In Porritt 1992:137-41.
- Hansen, James & Makiko Sato 2000 *Data for Well-Mixed Anthropogenic Greenhouse Gases*. <http://www.giss.nasa.gov/data/si99/ghgases/>.
- Hansen, J., M. Sato & R. Ruedy 1995 "Long-term changes of the diurnal temperature cycle –implications about mechanisms of global climate-change." *Atmo-*

- spheric Research* 37(1-3):175-209.
- 1997 “Radiative forcing and climate response.” *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*. 102(D6):6,831-64.
- Hansen, James E., Makiko Sato, Andrew Lacis, Reto Ruedy, Ina Tegen & Elaine Matthews 1998 “Climate forcings in the industrial era.” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 95:12,753-8. <http://www.pnas.org/>.
- Hansen, James , Makiko Sato, Reto Ruedy, Andrew Lacis & Valdar Oinas 2000 “Global warming in the twenty-first century: An alternative scenario.” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 97(18):9,875-80. <http://www.pnas.org/>.
- Hansen, James, Helene Wilson, Makiko Sato, Reto Ruedy, Kathy Shah & Erik Hansen 1995 “Satellite and surface temperature data at odds?” *Climatic Change* 30:103-17.
- Hansen Jesse, Laura C. & John.J. Obrycki 2000 “Field deposition of Bt transgenic corn pollen: lethal effects on the monarch butterfly.” *Oecologia*. <http://ecophys.biology.utah.edu/oecologia.html>.
- Hansen, Larry G. & Frederick S. vom Saal 1998 “Organochlorine residues and breast cancer.” *New England Journal of Medicine* 338:14. <http://www.nejm.org/content/1998/0338/0014/0988.asp>.
- Hardin, Garret 1968 “The tragedy of the commons.” *Science* 162:1,243-8.
- Hargreaves, David, Monica Eden-Green & Joan Devaney 1994 *World Index of Resources and Population*. Aldershot, UK: Dartmouth.
- Hartill, Lane 1998 “Cold fusion.” *Christian Science Monitor* 90(211):9.
- Harvey, L. D. Danny 2000 “Constraining the Aerosol Radiative Forcing and Climate Sensitivity.” *Climatic Change* 44:413-8.
- Hasek, Glen 2000 “Powering the future.” *Industry Week* 249(9):45-8.
- Haskins, Jack B. 1981 “The trouble with bad news.” *Newspaper Research Journal* 2(2):3-16.
- Haslebo, Gitte 1982 *Fordeling af tid og arbejde i velfærdsstaten*. [福祉国家における時間と労働の配分]. Copenhagen: Miljøministeriet, Planstyrelsen.
- Hatcher, John 1986 “Mortality in the Fifteenth Century: Some New Evidence.” *Economic History Review*, 39(1):19-38.
- Hausman, Jerry 1999 “Cellular telephone, new products and the CPI.” *Journal*

- of Business & Economic Statistics* 17(2):188-94. 以前のバージョンが National Bureau of Economic Research, Working Paper no. W5982. <http://papers.nber.org/papers/W5982>
- Hausman, William J. 1995 “Long-term trends in energy prices.” In Simon 1995b:280-6.
- Hawkes, Nigel 2001 “Global warming ‘will be twice as bad’.” *The Times.com*. January 22nd 2001. <http://www.thetimes.co.uk/article/0,,2-71643,00.html>.
- Hayes, Richard B. 2000 *Risk Factors: Prostate*. National Institutes of Health, National Cancer Institute. http://rex.nci.nih.gov/NCI_Pub_Interface/raterisk/risks185.html.
- Heath, Clark W. 1997 “Pesticides and cancer risk.” *Cancer* 80:1,887-8.
- Hedges, Stephen J. 1993 “The cost of cleaning up.” *U.S. News & World Report* 115(9):26-9.
- Heij, G. J. & J. W. Erisman (eds.) 1995 *Acid Rain Research: Do We Have Enough Answers?* Amsterdam: Elsevier.
- Heilig, Gerhard K. 1996 *World Population Prospects: Analyzing the 1996 UN Population Projections*. Working Paper WP-96-146 IIASA-LUC. <http://www.iiasa.ac.at/Research/LUC/Papers/gkh1/index.html>.
- 1999 *Can China Feed Itself? A System for Evaluation of Policy Options*. Online version at International Institute of Applied Systems Analysis, <http://www.iiasa.ac.at/Research/LUC/ChinaFood/>.
- Heino, R., R. Brázdil, E. Førland, H. Tuomenvirta, H. Alexandersson, M. Beniston, C. Pfister, M. Rebetz, G. Rosenhagen, S. Rüsner & J. Wibig 1999 “Progress in the study of climatic extremes in Northern and Central Europe.” *Climatic Change* 42(1):183-202.
- Heinrichs, E. A. 1998 *Management of Rice Insect Pests*. Department of Entomology, University of Nebraska. <http://ipmworld.umn.edu/chapters/heinrich.htm>.
- Henaoui, Julio & Carlos Baanante 1999 “Nutrient depletion in the agricultural soils of Africa.” *2020 Vision Brief* 62. <http://www.ifpri.org/2020/briefs/number62.htm>.
- Henderson, C. W. 2000 “Death By global warming? Climate change, pollution,

- and malnutrition.” *World Disease Weekly* 12 March 2000, pp. 13-14. Can be read at <http://www.news.cornell.edu/releases/Feb00/AAAS.Pimentel.hrs.html> (uncredited).
- Henderson-Sellers, A., H. Zhang, G. Berz, K. Emanuel, W. Gray, C. Landsea, G. Holland, J. Lighthill, S.-L. Shieh, P. Webster & K. McGuffie 1998 “Tropical cyclones and global climate change: a post-IPCC assessment.” *Bulletin of the American Meteorological Society* 79(1):19-38. <http://ams.allenpress.com/>.
- Hennessy, Terry 2000 “Produce in progress.” *Progressive Grocer* 79(12):69-72.
- Herman, Arthur, 1997 *The Idea of Decline in Western History*. New York: The Free Press.
- Herman, Shelby W. 2000 “Fixed assets and consumer durable goods.” *Survey of Current Business* 2000(4):17-30. Bureau of Economic Analysis. <http://www.bea.doc.gov/bea/pub/0400cont.htm>.
- Hertsgaard, Mark 2000 “A global green deal.” *Time* 155(17):84-5.
- Herzog, Howard, Baldur Eliasson & Olav Kaarstad 2000 “Capturing greenhouse gases.” *Scientific American* 282(2):72-9.
- Hesselberg, Robert J. & John E. Gannon 1995 “Contaminant trends in Great Lakes fish.” In NBS 1995:242-4.
- Heston, Alan & Robert Summers 1996 “International price and quantity comparisons: potentials and pitfalls.” *AEA Papers and Proceedings* 86(2):20-4.
- Heywood, V. H. and S. N. Stuart 1992 “Species extinctions in tropical forests.” In Whitmore & Sayer 1992:91-118.
- HHS 1997 *Health, United States, 1996-97 and Injury Chartbook*. US Human Health Service, Warner M. Fingerhut (ed.). Hyattsville, MD: National Center for Health Statistics. http://www.cdc.gov/nchs/data/hs/hs96_97.pdf.
- Hilbert, Gudrun, Tommy Cederberg & Arne Büchert 1996 “Time Trend Studies of Chlorinated Pesticides, PCBs and Dioxins in Danish Human Milk.” *Organohalogen Compounds* 30:123-6.
- Hileman, Bette 1999 “Case Grows for Climate Change: New evidence leads to increasing concern that human-induced global warming from CO2 emissions is already here.” *Chemical & Engineering News* 77(32):16-23.
- Hill, Kenneth 1995 “The decline of childhood mortality.” In Simon 1995b:37-50.
- Hille, John 1995 *Sustainable Norway: Probing the Limits and Equity of Environ-*

- mental Space*. Oslo: The Project for an Alternative Future.
- HLU 1997 *Luftkvalitet i Hovedstadsregionen 1996*. [首都圏における大気の質 1996]. Hovedstadens Luftovervågningsenhed.
- HM Treasury 2000 *Pocket Data Bank UK Tables*. http://www.hm-treasury.gov.uk/e_info/overview/pdb160600.pdf.(アクセスできず)
- 2001 *Pocket Data Bank*. http://www.hm-treasury.gov.uk/e_info/overview/pdb300101.pdf.(アクセスできず)
- Hoagland, William 1995 “Solar energy.” *Scientific American* 273(3):170-3.
- Hoffert, M. I., K. Caldeira, A. K. Jain, E. F. Haites, L. D. D. Harvey, S. D. Potter, M. E. Schlesinger, S. H. Schneider, R. G. Watts, T. M. L. Wigley & D. J. Wuebbles 1998 “Energy implications of future stabilization of atmospheric CO₂ content.” *Nature* 395(6,705):881-4.
- Hohmeyer, Olav 1993 “Renewables and the full costs of energy.” Seminar on *External Effects in the Utilisation of Renewable Energy*. Risø National Laboratory, pp. 31-41.
- Hoisington, David, Mireille Khairallah, Timothy Reeves, Jean-Marcel Ribaut, Bent Skovmand, Suketoshi Taba & Marilyn Warburton 1999 “Plant genetic resources: What can they contribute toward increased crop productivity?” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 96:5,937-43.
- Hoke, F. 1991 “Valdez cleanup a washout.” *Environment* 33(5):24.
- Holden, Constance 1974 “Scientists talk of the need for conservation and an ethic of biotic diversity to slow species extinction.” *Science* 184:646-7.
- 1990 “Spilled oil looks worse on TV.” *Science* 250:371.
- Holdgate, Martin W. 1992 “Foreword.” In Whitmore and Sayer 1992:xv-ix.
- Holen, Arlene 1995 “The history of accident rates in the United States.” In Simon 1995b:98-105.
- Holgate, Stephen T. 1997 “The cellular and mediator basis of asthma in relation to natural history.” *The Lancet*, supplement *Asthma* 350:5-9.
- Holloway, Marguerite 1996 “Sounding out science: Prince William Sound is recovering, seven years after the Exxon Valdez disaster, but the spill’s scientific legacy remains a mess.” *Scientific American* 275(4):82-8.
- Holmes, Robert 2000 “The obesity bug.” *New Scientist* 167:2,250:26-31.
- Høst, Arne 1997 “Development of atopy in childhood.” *Allergy* 52:695-7.

- Houghton, R. A. & David L. Skole 1990 "Carbon." In Turner *et al.* 1990:393-408.
- House of Commons 1999 *Science and Technology - First Report*. <http://www.parliament.the-stationery-office.co.uk/pa/cm199899/cmselect/cmsctech/286/28602.htm>.
- House of Lords 1998 *European Communities - Second Report*. <http://www.parliament.the-stationery-office.co.uk/pa/ld199899/ldselect/ldeucom/11/8121501.htm>.
- Høyer, Annette Pernille, Phillippe Grandjean, Torben Jørgensen, John W. Brock & Helle Bøggild Hartvig 1998 "Organochlorine exposure and risk of breast cancer." *The Lancet* 352:1,816-20.
- HSDB 2000 *Hazardous Substances Data Bank*. <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB>.
- Hu, Zulu & Mohsin S. Khan 1997 *Why Is China Growing So Fast?* IMF Economic Issues 8. <http://www.imf.org/external/pubs/ft/issues8/issue8.pdf>.
- Huang, S., H. N. Pollack & P. Y. Shen 2000 "Temperature trends over the past five centuries reconstructed from borehole temperatures." *Nature* 403:756-8.
- Hudson, Eric 2000 *Recycling Is Your Business*. <http://www.recycline.com/recissue.html>.(アクセスできず)
- Hulka, Barbara S. & Azadeh T. Stark 1995 "Breast cancer: cause and prevention." *The Lancet* 346:883-7.
- Hulten, Charles R. 1997 "Comment [on Nordhaus 1997a]." In Bresnahan & Gordon 1997:66-70.
- Hume, David 1739, 1740 *A Treatise of Human Nature*. L. A. Selby-Bigge & P. H. Nidditch (eds.). Oxford: Oxford University Press. 邦訳 『人間本性論』
- 1754 "Of the populousness of ancient nations." In David Hume, *Essays: Moral, Political and Literary*, 1985. Indianapolis: Liberty Classics.
- Hunt, Morton 1974 *Sexual Behavior in the 1970s*. Chicago: Playboy Press.
- Hunter, David J., Susan E. Hankinson, Francine Laden, Graham A. Colditz, JoAnn E. Manson, Walter C. Willett, Frank E. Speizer & Mary S. Wolff 1997 "Plasma organochlorine levels and the risk of breast cancer." *New England Journal of Medicine* 337(18):1,253-8.
- Hunter, David J. & Karl T. Kelsey 1993 "Pesticide residues and breast cancer: the harvest of a silent spring?" *Journal of the National Cancer Institute* 85(8):598-

9.

Hurrell, J. W. & K. E. Trenberth 1997 “Spurious trends in satellite MSU temperatures from merging different satellite records.” *Nature* 386:164-7.

HWG 1998 *Gulf of Mexico Hypoxia Assessment Plan*. Hypoxia Work Group & Committee on Environment and Natural Resources, for the Mississippi River/Gulf of Mexico Watershed Nutrient Task Force. <http://www.cop.noaa.gov/HypoxiaPlan.html>.(アクセスできず)

— 1999 *Integrated Assessment of Hypoxia in the Northern Gulf of Mexico. Draft for Public Comment*. Hypoxia Work Group, White House Office of Science and Technology Policy, Committee on Environment and Natural Resources for the EPA Mississippi River/Gulf of Mexico Watershed Nutrient Task Force. NOAA Coastal Ocean Program. http://www.nos.noaa.gov/products/pubs_hypox.html.

IEA 1999 *Energy Balances of Non-OECD Countries, 1996-1997*. Paris: OECD/International Energy Agency.

IEA/OECD 1996 “Integrating PV Modules with Building Materials.” *CADDET Renewable Energy* September. <http://www.caddet-re.org/html/septart3.htm>.(アクセスできず)

IEA/OECD 1998 “Large-scale Photovoltaic-integrated Roof at a Visitor Centre.” CADDET Centre for Renewable Energy Technical Brochure No.71. <http://www.caddet-re.org/assets/no71.pdf>.

IFA 2000 *Fertilizer Statistical Database*. International Fertilizer Industry Association. <http://www.fertilizer.org/ifa/statistics.asp>

IFA & UNEP 1998 *Mineral Fertilizer Use and the Environment*. By K. F. Isherwood, International Fertilizer Industry Association & United Nations Environment Programme. <http://www.fertilizer.org/ifa/publicat/pdf/minfertuse.pdf>.

IFPRI 1997 *The World Food Situation: Recent Developments, Emerging Issues, and Long-Term Prospects*. By Per Pinstруп-Andersen, Rajul Pandya-Lorch & Mark W. Rosegrant. December. Washington, DC. <http://www.ifpri.org/pubs/fpr/fpr24.pdf>.

— 1999 *World Food Prospects: Critical Issues for the Early Twenty-First Century*. By Per Pinstруп-Andersen, Rajul Pandya-Lorch & Mark W. Rosegrant.

- October. <http://www.ifpri.org/pubs/fpr/fpr29.pdf>.
- IGCB 1999 *An Economic Analysis of the National Air Quality Strategy Objectives: An Interim Report*. Interdepartmental Group on Costs and Benefits, Department of the Environment, Transport and the Regions. <http://www.defra.gov.uk/environment/airquality/naqs/ea/>.
- Illi, Sabina, Erika von Mutius, Susanne Lau, Renate Bergmann, Bodo Niggemann, Christine Sommerfeld & Ulrich Wahn 2001 "Early childhood infectious diseases and the development of asthma up to school age: a birth cohort study." *British Medical Journal* 322:390-395.
- ILO 2000 *LABORSTA: Labor Statistics Database*. International Labor Organization, Bureau of Statistics. <http://laborsta.ilo.org/>.
- IMF 1997 *World Economic Outlook: October 1997*. Washington, DC: International Monetary Fund. <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/weo1097/weocon97.htm>.
- 1998 *World Economic Outlook*. May. Washington, DC. <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/weo0598/index.htm>.
- 1999a *World Economic Outlook; October 1999*. Washington, DC: International Monetary Fund. <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/1999/02/index.htm>.
- 1999b *World Economic Outlook Database*, September. <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/1999/02/data/index.htm>.
- 2000a Data from *International Statistical Yearbook*. Updates at <http://www.imf.org/external/np/res/commod/index.htm>.
- 2000b *World Economic Outlook; April 2000*. Washington, DC: International Monetary Fund. <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2000/01/index.htm>.
- 2000c *World Economic Outlook Database*, April. <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2000/01/data/index.htm>.
- 2000d *World Economic Outlook: Focus on Transition Economies*. October 2000. <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2000/02/index.htm>.
- 2000e *World Economic Outlook Database*, September. <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2000/02/data/index.htm>.
- 2001a 2001 updates from *International Statistical Yearbook*. <http://www.>

imf.org/external/np/res/commod/index.htm.

INPE 2000 *Monitoring of the Brazilian Amazonian Forest by Satellite*. The Brazilian National Institute for Space Research. http://sputnik.dpi.inpe.br:1910/col/dpi.inpe.br/banon/2000/09.12.17.24/doc/amz1998_1999/index_amz.htm.

IPAM 1998 *Fire in the Amazon*. Brazil's Institute for Environmental Research in the Amazon. <http://www.ipam.org.br/en/fogo/fogoen.htm>.

IPCC 1990 *Climate Change – The IPCC Scientific Assessment*. Report of IPCC Working Group I. Cambridge: Cambridge University Press.

— 1992 *Climate Change 1992: The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment*. Cambridge: Cambridge University Press.

— 1995 *Climate Change 1994: Radiative Forcing of Climate Change and An Evaluation of the IPCC IS92 Emission Scenarios*. Reports of Working Groups I and III of the Intergovernmental Panel on Climate Change, forming part of the IPCC Special Report to the first session of the Conference of the Parties to the UN Framework Convention on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press.

— 1996a *Climate Change 1995 – The Science of Climate Change*. Report of IPCC Working Group I. Cambridge: Cambridge University Press.

— 1996b *Climate Change 1995 – Scientific-Technical Analyses of Impacts, Adaptations and Mitigations of Climate Change*. Report of IPCC Working Group II. Cambridge: Cambridge University Press.

— 1996c *Climate Change 1995 – The Economic and Social Dimensions of Climate Change*. Report of IPCC Working Group III. Cambridge: Cambridge University Press.

— 1997a *Stabilization of Atmospheric Greenhouse Gases: Physical, Biological and Socio-economic Implications*. John T. Houghton, L. Gylvan Meira Filho, David J. Griggs & Kathy Maskell (eds.). Technical Paper 3. [http://www.ipcc.ch/pub/IPCCTP.III\(E\).pdf](http://www.ipcc.ch/pub/IPCCTP.III(E).pdf). 邦訳(仮)「大気中の温室効果ガスの安定化：物理的、生物学的、社会経済的影響」地球産業文化研究所 (GISPRI) 訳、<http://www.gispri.or.jp/kankyo/ipcc/pdf/IPCC-TP3-Japanese.PDF>.

— 1997b *Implications of Proposed CO₂ Emissions Limitations*. Tom M. L. Wigley, Atul K. Jain, Fortunat Joos, Buruhani S. Nyenzi & P. R. Shukla

- (eds.). Technical Paper 4. [http://www.ipcc.ch/pub/IPCCTP.IV\(E\).pdf](http://www.ipcc.ch/pub/IPCCTP.IV(E).pdf). 邦訳 (仮) 「CO2 排出抑制案の意義」地球産業文化研究所 (GISPRI) 訳、<http://www.gispri.or.jp/kankyo/ipcc/pdf/IPCC-TP4-Japanese.PDF>.
- 1997c *An Introduction to Simple Climate Models used in the IPCC Second Assessment Report*. John T. Houghton, L. Gylvan Meira Filho, David J. Griggs & Kathy Maskell (eds.). Technical Paper 2. [http://www.ipcc.ch/pub/IPCCTP.II\(E\).pdf](http://www.ipcc.ch/pub/IPCCTP.II(E).pdf). 邦訳 (仮) 「IPCC 第二次評価報告書で使用された単純気候モデルの手引き」地球産業文化研究所 (GISPRI) 訳、<http://www.gispri.or.jp/kankyo/ipcc/pdf/IPCC-TP2-Japanese.PDF>.
- 1998 *The Regional Impacts of Climate Change: An Assessment of Vulnerability*. A Special Report of IPCC Working group II. R. T. Watson, M. C. Zinyowera, R. H. Moss (eds). Cambridge: Cambridge University Press. Summary at [http://www.ipcc.ch/pub/regional\(E\).pdf](http://www.ipcc.ch/pub/regional(E).pdf).
- 2000a *Special Report on Emission Scenarios*. A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. <http://www.grida.no/climate/ipcc/emission/index.htm>, 概要は http://www.ipcc.ch/pub/SPM_SRES.pdf.
- 2000b *Emission Scenarios Database*. SRES Scenarios, version 1.1, July 2000. http://sres.ciesin.org/final_data.html.
- 2001a *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. J. T. Houghton, Y. Ding, D. J. Griggs, M. Noguer, , P. J. van der Linden & D. Xiaosu (eds.). Cambridge: Cambridge University Press.
- 2001b *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. J. J. McCarthy, O. F. Canziani, N. A. Leary, D. J. Dokken & K. S. White (eds.). Cambridge: Cambridge University Press.
- 2001c *Climate Change 2001: Climate Change 2001: Mitigation*. Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. B. Metz, O. Davidson, R. Swart & J. Pan (eds.). Cambridge: Cambridge University Press.
- 2001d *Summary for Policymakers*. Working Group I. Shanghai Draft 21-

- 01-2001 20:00. http://www.metu.gov.uk/sec5/CR_div/ipcc/wg1/WGI-SPM.pdf.(アクセスできず)
- 2001e *Summary for Policymakers*. Working Group II. Geneva Draft 19-02-2001. http://www.metu.gov.uk/sec5/CR_div/ipcc/wg1/WGII-SPM.pdf.(アクセスできず)
- 2001f *Summary for Policymakers*. Working Group III. Accra Draft, 03-03-2001 http://www.metu.gov.uk/sec5/CR_div/ipcc/wg1/WGIII-SPM.pdf.(アクセスできず)
- IPCC/DDC 2000a *The Intergovernmental Panel on Climate Change/Data Distribution Centre: Providing Climate Change and Related Scenarios for Impacts Assessments*. <http://ipcc-ddc.cru.uea.ac.uk/index.html>.
- 2000b *The IPCC Data Distribution Centre: HadCM2*. http://ipcc-ddc.cru.uea.ac.uk/cru_data/examine/HadCM2_info.html.
- 2000c *The IPCC Data Distribution Centre: Frequently Asked Questions (FAQs)*. http://ipcc-ddc.cru.uea.ac.uk/cru_data/support/faqs.html.
- 2001 *The IPCC Data Distribution Centre: Emissions Scenarios*. http://ipcc-ddc.cru.uea.ac.uk/cru_data/examine/emissions/emissions.html.
- IRIS 1991 *Nitrate*. Integrated Risk Information System, US Environmental Protection Agency, CASRN 14797-55-8. <http://www.epa.gov/ngispgm3/iris/subst/0076.htm>.
- Irvine, Stewart, Elizabeth Cawood, David Richardson, Eileen MacDonald & John Aitken 1996 “Evidence of deteriorating semen quality in the United Kingdom: birth cohort study in 577 men in Scotland over 11 years.” *British Medical Journal* 312:467-41.
- ITA 1999 *Forecast of International Travel – October 1999*. International Trade Administration and US Department of Commerce. <http://tinet.ita.doc.gov/view/f-1999-99-002/index.html>.
- ITOPF 2000 *Tanker Oil Spill Statistics*. The International Tanker Owners Pollution Federation Limited. <http://www.itopf.com/datapack%202000.pdf>.
- Ivanhoe, L. F. 1995 “Future world oil supplies: there is a finite limit.” *World Oil*, October:77-88.
- IWMI 2000 *World Water Supply and Demand: 1995 to 2025*. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute. <http://www.cgiar.org/iwmi/>

- pubs/wwvisn/wwsdhtml.htm.
- Jacobs, Jerry A. 1998 "Measuring time at work: are self-reports accurate?" *Monthly Labor Review* 121(12):42-53. <http://www.bls.gov/opub/mlr/1998/12/art3full.pdf>.
- Jacobson, Joseph L. & Sandra W. Jacobson 1997 "PCBs and IQs." *Harvard Mental Health Letter* 13(8):7.
- Jacobson, L., P. Hertzman, C. G. Lofdahl, B. E. Skoogh & B. Lindgren 2000 "The economic impact of asthma and chronic obstructive pulmonary disease (COPD) in Sweden in 1980 and 1991." *Respiratory Medicine* 94(3):247-55.
- Jacobson, Mark Z. 2001 "Strong radiative heating due to the mixing state of black carbon in atmospheric aerosols." *Nature* 409(6821):695-7.
- Jacoby, Henry & Ian Sue Wing 1999 "Adjustment time, capital malleability and policy cost." *The Energy Journal*, Kyoto Special Issue:73-92.
- Jäger, Jill & Roger G. Barry 1990 "Climate." In Turner *et al.* 1990:335-51.
- James, W. H. 1980 "Secular trend in reported sperm counts." *Andrologia* 12(4):381-8.
- James, Clive 1999 "Preview: Global Review of Commercialized Transgenic Crops: 1999." The International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications. *ISAAA Briefs* 12-1999.
- 2000 "Preview: Global Review of Commercialized Transgenic Crops: 2000." The International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications. *ISAAA Briefs* 21-2000.
- Janetos, Anthony C. 1997 "Do we still need nature? The importance of biological diversity." *CONSEQUENCES* 3(1). <http://www.gcricio.org/CONSEQUENCES/vol3no1/biodiversity.html>.
- Jarvis, Claire & Anthea Tinker 1999 "Trends in old age morbidity and disability in Britain." *Ageing and Society* 19:603-27.
- Jarvis, D. & P. Burney 1998 "The epidemiology of allergic disease." *British Medical Journal* 316:607-10. <http://www.bmj.com/cgi/content/full/316/7131/607>.
- Jensen, Bent 1991 *Danskernes dagligdag: træk af udviklingen i Danmark fra 1960'erne til 1990'erne*. [デンマークの日常：1960年代から70年代にかけてのデンマークのトレンド]. Copenhagen: Spektrum.
- 1996 *Træk af miljødebatten i seks danske aviser fra 1870'erne til 1970'erne*.

- [1870年代から1970年代までのデンマーク六紙における環境論争の概略]. Copenhagen: Rockwool Fondens Forskningsenhed.
- Jensen, Peter Rørmose 1995 *En velfærdsindikator for Danmark 1970-1990. Forbrug, miljø, husholdningsarbejde og fritid*. [デンマーク福祉指標 1970-1990. 消費、環境、家事と余暇]. Rockwool Foundation Research Unit Working Paper 8. Copenhagen: Statistics Denmark.
- Jensen, Tina Kold, Alexander Giwercman, Elisabeth Carlsen, Thomas Scheike & Niels E. Skakkebæk 1996 “Semen quality among members of organic food associations in Zealand, Denmark.” *The Lancet* 347:1,844.
- Jespersen, Jesper & Stefan Brendstrup 1994 *Grøn økonomi: en introduktion til miljø-, ressource- og samfundsøkonomi*. [グリーン経済学: 環境、資源と社会経済学入門]. Copenhagen: Jurist- og Økonomforbundets Forlag.
- Jickells, Timothy D., Roy Carpenter & Peter S. Liss 1990 “Marine environment.” In Turner *et al.* 1990:313-34.
- Joffe, Michael 2000 “Time trends in biological fertility in Britain.” *The Lancet* 355:1,961-5.
- Johansen, Hans Chr. 1985 *Dansk historisk statistik 1814-1980*. [デンマーク歴史統計 1814-1980]. Copenhagen: Gyldendal.
- Johansson, S. Ryan 1991 “The health transition: the cultural inflation of morbidity during the decline of mortality.” *Health Transition Review* 1:39-68. <http://nceph.anu.edu.au/htc/pdfs/Johanss1.pdf>.
- 1992 “Measuring the cultural inflation of morbidity during the decline of mortality.” *Health Transition Review* 2:78-89. http://nceph.anu.edu.au/htc/pdfs/Comnt2_1.pdf.
- Johns, T. C., R. E. Carnell, J. F. Crossley, J. M. Gregory, J. F. B. Mitchell, C. A. Senior, S. F. B. Tett & R. A. Wood 1997 “The second Hadley Centre coupled ocean-atmosphere GCM: model description, spinup and validation.” *Climate Dynamics* 13:103-34.
- Johnson, D. Gale 1999 “The growth of demand will limit output growth for food over the next quarter century.” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 96:5,915-20. <http://www.pnas.org/>.
- Johnson, Dan 1998 “Environment: averting a water crisis.” *The Futurist* 32(2):7.
- Jones, D. A., J. Plaza, I. Watt & M. Al Sanei 1998a “Long-term (1991-1995) moni-

- toring of the intertidal biota of Saudi Arabia after the 1991 Gulf War oil spill.” *Marine Pollution Bulletin* 36(6):472-89.
- Jones, Leighton 1999 “Genetically modified foods.” *British Medical Journal* 318(7183):581-4.
- Jones, P. D., K. R. Briffa, T. P. Barnett & S. F. B. Tett 1998b “High-resolution palaeoclimatic records for the last millennium: interpretation, integration and comparison with general circulation model control-run temperatures.” *The Holocene* 8:455-71.
- Jones, P. D., K. R. Briffa, T. P. Barnett & S. F. B. Tett 1998c *Multi-proxy hemispherical temperature data 1000-1991*. ftp://medias.meteo.fr/paleo/contributions_by_author/jones1998(アクセスできず) または ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/paleo/contributions_by_author/jones1998.
- Jones, P. D., E. B. Horton, C. K. Folland, M. Hulme, D. E. Parker & T. A. Basnett 1999a “The use of indices to identify changes in climatic extremes.” *Climatic Change* 42(1):131-49.
- Jones, P. D., M. New, D. E. Parker, S. Martin & I. G. Rigor 1999b “Surface air temperature and its changes over the past 150 years.” *Reviews of Geophysics* 37(2):173-99.
- Jones, P. D., D. E. Parker, T. J. Osborn & K. R. Briffa 2000 “Global and hemispheric temperature anomalies – land and marine instrumental records.” In *Trends: A Compendium of Data on Global Change*. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, US Department of Energy, Oak Ridge, Tennessee. <http://cdiac.esd.ornl.gov/trends/temp/jonescru/jones.html>.
- 2001 “Global and hemispheric temperature anomalies – land and marine instrumental records.” <http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/temperature/>.
- Juhler, R. K., S. B. Larsen, O. Meyer, N. D. Jensen, M. Spanò, A. Giwercman & J. P. Bonde 1999 “Human semen quality in relation to dietary pesticide exposure and organic diet.” *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 37:415-23.
- Kahn, Herman, William Brown & Leon Martel 1976 *The Next 200 Years: A Scenario for America and the World*. New York: William Morrow and Company.
- Kainuma, Mikiko, Yuzuru Matsuoka & Tsuneyuki Morita 1999 “Analysis of post-

- Kyoto scenarios: the Asian-Pacific integrated model." *The Energy Journal*, Kyoto Special Issue:207-20.
- Kaiser, Jocelyn 1999 "The Exxon Valdez's scientific gold rush." *Science* 284:247-9.
- Kalkstein, Laurence S. & Robert E. Davis 1989 "Weather and human mortality: an evaluation of demographic and interregional responses in the United States." *Annals of the Association of American Geographers* 79(1):44-64.
- Kane, R. P. 1998 "Ozone depletion, related UVB changes and increased skin cancer incidence." *International Journal of Climatology* 18(4):457-72.
- Kaplan, David A. 1996 "This is global warming?" *Newsweek* 127(4):20-3.
- Kaplan, J. Kim 1998 "Conserving the world's plants." *Agricultural Research* 46(9):4-9. <http://www.ars.usda.gov/is/AR/archive/sep98/cons0998.htm>.
- Karl, Thomas R. 1999 "Overview." *Climatic Change* 42:1-2.
- Karl, Thomas R. & Richard W. Knight 1998 "Secular trends of precipitation amount, frequency, and intensity in the United States." *Bulletin of the American Meteorological Society* 79(2):231-41. <http://ams.allenpress.com/>.
- Karl, Thomas R., Richard W. Knight & Neil Plummer 1995 "Trends in high-frequency climate variability in the twentieth century." *Nature* 377:217-20.
- Karl, Thomas R., Neville Nicholls & Jonathan Gregory 1997 "The coming climate." *Scientific American* 276(5):54-9. <http://www.sciam.com/0597issue/0597karl.html> (アクセスできず).
- Karl, Thomas R. & Kevin E. Trenberth 1999 "The human impact on climate." *Scientific American* 281(6):100-5.
- Karon, Tony 2001 "Global Warming Challenge for Bush." *Time.com*. January 22nd 2001. <http://www.time.com/time/world/article/0,8599,96299,00.html>.
- Kauppi, Pekka E., Kari Mielikäinen & Kullervo Kuusela 1992 "Biomass and carbon budget of European forests, 1971 to 1990." *Science* 256:70-4.
- Kaur, Balvinder, H. Ross Anderson, Jane Austin, Michael Burr, Leigh S. Harkins, David P. Strachan and John O. Warner 1998 "Prevalence of asthma symptoms, diagnosis, and treatment in 12-14 year old children across Great Britain (international study of asthma and allergies in childhood, ISAAC UK)." *British Medical Journal* 316:118-24. <http://www.bmj.com/cgi/content/full/316/7125/118>.

- Keatinge, W. R., G. C. Donaldson, Elvira Cordioli, M. Martinelli, A. E. Kunst, J. P. Mackenbach, S. Nayha & I. Vuori 2000 "Heat related mortality in warm and cold regions of Europe: observational study." *British Medical Journal*.321(7262):670-3. <http://www.bmj.org/cgi/reprint/321/7262/670.pdf>.
- Keeling, C. D. & T. P. Whorf 1999 Atmospheric CO_2 records from sites in the SIO air sampling network. In *Trends: A Compendium of Data on Global Change*. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, US Department of Energy, Oak Ridge, Tennessee. <http://cdiac.esd.ornl.gov/trends/co2/sio-mlo.htm>.
- Keiding, N., A. Giwercman, E. Carlsen & N. E. Skakkebaek 1994 "Importance of empirical evidence [commentary]." *British Medical Journal* 309:22.
- Keiding, Niels & Niels E. Skakkebaek 1996 "Sperm decline – real or artifact." *Fertility and Sterility* 65(2):450-51.
- 1998 "To the editor." *Journal of Urology* 159(6):2103.
- Keigwin, Lloyd D. 1996 "The Little Ice Age and medieval warm period in the Sargasso Sea." *Science* 274:1,504-8.
- Kenetech 1994 *Avian Research Program Update*. Kenetech Windpower, November 1994.
- Kerr, Richard A. 1997a Climate change: greenhouse forecasting still cloudy." *Science* 276:1,040-2.
- 1997b "Model gets it right – without fudge factors." *Science* 276:1,041.
- 1999 "The Little Ice Age—Only the Latest Big Chill." *Science* 284(5423):2,069.
- 2000 "U.N. to blame global warming on humans." *Science Now*, 25 April:1.
- Key, Sandra W. & Michelle Marble 1997a "EPA endocrine program unlikely to change despite retraction of synergy study." *Cancer Weekly Plus*, 24 November: 9-11.
- 1997b "Increased rates in Hawaii may be linked to pesticides." *Cancer Weekly Plus* 18 August:5-6.
- Keyfitz, Nathan & Wilhelm Flieger 1968 *World Population: An Analysis of Vital Data*. Chicago: University of Chicago Press.
- 1990 *World Population Growth and Aging*. Chicago: University of Chicago Press.

- Kidd, Parris M. 2000 "At last, a breakthrough against cancer: the Gonzalez-Isaacs program." *Total Health* 22(1):19-21.
- Kinlen, L. J., M. Dickson & C. A. Stiller 1995 "Childhood leukaemia and non-Hodgkin's lymphoma near large rural construction sites, with a comparison with Sellafield nuclear site." *British Medical Journal* 310:763-8. <http://www.bmj.com/cgi/content/full/310/6982/763>.
- Kinlen, L. J. & S. M. John 1994 "Wartime evacuation and mortality from childhood leukaemia in England and Wales in 1945-9." *British Medical Journal* 309:1,197-1,202. <http://www.bmj.com/cgi/content/full/309/6963/1197>.
- Kitman, Jamie Lincoln 2000 "The secret history of lead." *Nation* 270(11):11-40.
- Knickerbocker, Brad 1999 "The big spill." *Christian Science Monitor* 91(79).
- Körmeni, Eszter 1990 "Time use trends in Denmark." In Viby Mogensen 1990:51-74.
- Knudsen, Jørgen 1997 "Den store fortælling om synd og straf." [罪と罰の偉大なる物語]. In Agger *et al.* 1997:36-47.
- Knutson, Ronald D. 1999 *Economic Impacts of Reduced Pesticide Use in The United States: Measurement of Costs and Benefits*. Agricultural and Food Policy Center, Department of Agricultural Economics, Texas A&M University. AFPC Policy Issues Paper 99-2. <http://www.afpc.tamu.edu/pubs/1/148/99-2.pdf>.
- Knutson, Ronald D., Charles Hall, Edward G. Smith, Sam Cotner & John W. Miller 1994 "Yield and cost impacts of reduced pesticide use on fruits and vegetables." *Choices: The Magazine of Food, Farm & Resource Issues* 9(1):15-18.
- Knutson, Ronald D. & Edward G. Smith 1999 *Impacts of Eliminating Organophosphates and Carbamates from Crop Production*. Agricultural and Food Policy Center, Department of Agricultural Economics, Texas A&M University. AFPC Policy Working Paper 99-2. <http://www.afpc.tamu.edu/pubs/0/114/wp99-2.pdf>.
- Knutson, Ronald D., C. Robert Taylor, John B. Penson Jr., Edward G. Smith & Roy B. Davis 1990a "Pesticide-free equals higher food prices." *Consumers' Research Magazine* 73(11):33-5.
- Knutson, Ronald D., C. Robert Taylor, John B. Penson Jr. & Edward G. Smith 1990b "Economic impacts of reduced chemical use." *Choices: The Magazine of Food, Farm & Resource Issues* 5(4):25-8.

- Knutson, T. R. & R. E. Tuleya 1999 "Increased hurricane intensities with CO₂-induced warming as simulated using the GFDL hurricane prediction system." *Climate Dynamics* 15(7):503-19.
- Kolstrup, Søren 1999 *Pesticider skal helt afskaffes*. [農薬は全面禁止すべきである]. <http://www.enhedslisten.dk/elhp4/12miljoe/pesticid.htm>.
- Kominski, Robert & Eric Newburger 1999 "Access denied: changes in computer ownership and use: 1984-1997." Population Division, US Census Bureau. <http://www.census.gov/population/socdemo/computer/confpap99.pdf>.
- Konisky, David M. 1999 *Comparative Risk Projects: A Methodology for Cross-Project Analysis of Human Health Risk Rankings*. Discussion Paper 99-46. Resources for the Future. http://www.rff.org/disc_papers/PDF_files/9946.pdf.
- Korzeniewicz, Roberto Patricio & Timothy Patrick Moran 1997 "World-economic trends in the distribution of income, 1965-1992." *American Journal of Sociology* 102(4):1,000-39.
- Kram, Tom, Tsuneyuki Morita, Keywan Riahi, R. Alexander Roehrl, Sascha van Rooijen, Alexei Sankovski & Bert de Vries 2000 "Global and Regional Greenhouse Gas Emissions Scenarios." *Technological Forecasting and Social Change* 63:335-71.
- Kramer M. 1980 "The rising pandemic of mental disorders and associated chronic diseases and disabilities." *Acta Psychiatrica Scandinavia* 62(suppl. 285):282-97.
- Kravis, Irving B., Alan W. Heston & Robert Summers 1978 "Real GDP per capita for more than one hundred countries." *The Economic Journal* 88(350):215-42.
- Krieger, Nancy, Mary S. Wolff, Robert A. Hiatt, Marilyn Rivera, Joseph Vogelmann & Norman Orentlich 1994 "Breast cancer and serum organochlorines: a prospective study among white, black, and asian women." *Journal of the International Cancer Institute* 86(8):589-99.
- Krinner, W., C. Lallana, T. Estrela, S. Nixon, T. Zabel, L. Laffon, G. Rees & G. Cole 1999 *Sustainable Water Use in Europe, part 1: Sectoral Use of Water*. <http://reports.eea.eu.int/binaryeenviasses01pdf/en/enviasses01.pdf>.
- Kristjansson J. E. & J. Kristiansen 2000 "Is there a cosmic ray signal in recent vari-

- ations in global cloudiness and cloud radiative forcing?" *Journal of Geophysical Research-Atmospheres* 105(D9):11,851-63.
- Krupnick, Alan J. & Dallas Burtraw 1996 *The Social Costs of Electricity: Do the Numbers Add Up?* Resources for the Future Discussion Paper 96-30. http://www.rff.org/disc_papers/pdf_files/9630.pdf.
- Kuck, Peter H. & Jozef Plachy 1996 *Cadmium*. US Geological Surveys. <http://minerals.er.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/cadmium/140496.pdf>.
- Kuczmarski, Robert J., Katherine M. Flegal, Stephen M. Campbell & Clifford L. Johnson 1994 "Increasing prevalence of overweight among US adults." *Journal of the American Medical Association* 272(3):205-11.
- Kuiper, Harry A., Hub P. J. M. Noteborn & Ad A. C. M. Peijnenburg 1999 "Adequacy of methods for testing the safety of genetically modified foods." *Lancet* 354(9187):1,315-6.
- Kulp, J. Laurence 1995 "Acid rain." In Simon 1995b:523-35.
- Kunkel, Kenneth E., Roger A. Pielke Jr. & Stanley A. Changnon 1999 "Temporal fluctuations in weather and climate extremes that cause economic and human health impacts: a review." *Bulletin of the American Meteorological Society* 80(6):1,077-98. <http://ams.allenpress.com/amsonline/?request=get-pdf&file=i1520-0477-080-06-1077.pdf>.
- Kurosawa, Atsushi, H. Yagita, Z. Weisheng, K. Tokimatsu & Y. Yanagisawa 1999 "Analysis of carbon emission stabilization targets and adaptation by integrated assessment model." *The Energy Journal*, Kyoto Special Issue:157-76.
- Kyoto 1997 *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change*. <http://www.cnn.com/SPECIALS/1997/global.warming/stories/treaty>.
- Lack, Tim 1999 "Water and health in Europe: an overview." *British Medical Journal* 318:1,678-82. <http://www.bmj.com/cgi/content/full/318/7199/1678>.
- LaFranchi, Howard 1997 "Is burning of Amazon all smoke?" *Christian Science Monitor* 89:247.
- Landes, David 1998 *The Wealth and Poverty of Nations*. London: Abacus.
- Landsea, Christopher W. 1993 "A climatology of intense (or major) Atlantic hurricanes." *Monthly Weather Review* 121:1,703-13. <http://www.aoml.noaa.gov/hrd/Landsea/climo/index.html>.

- 2000 “Climate variability of tropical cyclones: past, present and future.” In Pielke & Pielke 2000:220-41. <http://www.aoml.noaa.gov/hrd/Landsea/climvari/index.html>.
- Landsea, Christopher W., Neville Nicholls, William M. Gray & Lixion A. Avila 1996 “Downward trends in the frequency of intense Atlantic hurricanes during the past five decades.” *Geophysical Research Letters* 23:1,697-1,700. <http://www.aoml.noaa.gov/hrd/Landsea/downward/index.html>.
- 1997 “Reply to comment on ‘Downward trends in the frequency of intense Atlantic hurricanes during the past five decades’.” *Geophysical Research Letters* 24:2,205. <http://www.aoml.noaa.gov/hrd/Landsea/downtrend/index.html>.
- Landsea, Christopher W., Roger A. Pielke Jr., Alberto M. Mestas-Nuñez & John A. Knaff 1999 “Atlantic basin hurricanes: indices of climatic changes.” *Climatic Change* 42(1):89-129. <http://www.aoml.noaa.gov/hrd/Landsea/atlantic/index.html>.
- Larsen, John Christian 1992 “Food additives, positive list: philosophy, regulation, special conditions.” In ATV 1992:109-24.
- Larsen, Poul Bo, Steen Solvang Jensen & Jes Fenger 1997 “Sundhedsskader fra små partikler i byluft.” [都市の大気中の微粒子による健康被害]. *Miljø og Sundhed* SMF Formidlingsblad 6, August 1997:7-12.
- Lassen, K. & E. Friis-Christensen 1995 “Variability of the solar cycle length during the past five centuries and the apparent association with terrestrial climate.” *Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics* 57(8):835-45.
- Latif, M. & A. Grotzner 2000 “The equatorial Atlantic oscillation and its response to ENSO.” *Climate Dynamics* 16(2-3):213-18.
- Latif, M., E. Roeckner, U. Mikolajewicz & R. Voss 2000 “Tropical stabilization of the thermohaline circulation in a greenhouse warming simulation.” *Journal of Climate* 13(11):1,809-13.
- Laudan, Larry 1994 *The Book of Risks*. New York: Wiley.
- Laut, Peter 1997 “Drivhuseffekten og globale klimaændringer: Videnskabelig Status Januar 1997.” [温室効果と地球気候変動: 科学的現状, 1997年1月]. EFP-961. *Udredningsprojekt: journalnr.* 151/96-0013.
- Laut, Peter & Jesper Gundermann 1998 “Solar cycle length hypothesis appears

- to support the IPCC on global warming.” *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics* 60(18):1,719-28.
- Lawrie, S. M., H. Whalley, J. N. Kestelman, S. S. Abukmeil, M. Byrne, A. Hodges, J. E. Rimmington, J. J. Best, D. G. Owens & E. C. Johnstone 1999 “Magnetic resonance imaging of brain in people at high risk of developing schizophrenia.” *The Lancet* 353:30-3.
- Lawton, John H. & Robert M. May 1995 *Extinction Rates*. Oxford: Oxford University Press.
- Laxen, Duncan P. H. & Mark A. Thompson 1987 “Sulphur dioxide in Greater London, 1931-1985.” *Environmental Pollution* 43:103-14.
- LCVEF 2000 *Environment: Top Tier Voting Issue*. Greenberg Quinlan Research for League of Conservation Voters Education Fund. http://www.greenbergresearch.com/publications/reports/r_clean_air_and_water_030900.pdf.
- Leach, Melissa & James Fairhead 1999 “Challenging environmental orthodoxies: the case of West African deforestation.” *Renewable Energy for Development* 11(1):1, 8-10.
- Lebergott, Stanley 1976 *The American Economy: Income, Wealth, and Want*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- 1993 *Pursuing Happiness: American Consumers in the Twentieth Century*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- 1995 “Long-term trends in the US standard of living.” In Simon 1995b:149-60.
- Le Dreau, Yveline, Frederic Jacquot, Pierre Doumenq, Michel Guiliano, Jean Claude Bertrand & Gilbert Mille 1997 “Hydrocarbon balance of a site which had been highly and chronically contaminated by petroleum wastes of a refinery (from 1956 to 1992).” *Marine Pollution Bulletin* 34(6):456-68.
- Leon, Javier & Raimundo Soto 1995 *Structural Breaks and Long-Run Trends in Commodity Prices*. Policy Research Working Paper. World Bank, January 1995, no. 1,406.
- Levidow, Les 1999 “Regulating Bt Maize in the United States and Europe.” *Environment* 41(10):10-21.
- Levine, Joel S. 1991 *Global Biomass Burning: Atmospheric, Climatic, and Biospheric Implications*. Cambridge, MA: MIT Press.

- Levine, Joel S., Wesley R. Cofer III, Donald R. Cahoon Jr. & Edward L. Winstead 1995 "Biomass burning: a driver for global change." *Environmental Science & Technology*, March 1995. http://asd-www.larc.nasa.gov/biomass_burn/globe_impact.html.
- Levy, David L. & Peter Newell 2000 "Oceans Apart?" *Environment* 42(9):8-20., 13p
- L'hirondel, Jean-Louis 1999 "Dietary nitrates pose no threat to human health." In Mooney & Bate 1999:119-28.
- Lidstone, John 1997 "Global patterns of natural disasters." *Geodate* 10(4):1-4.
- Lieberman, Adam J. & Simona C. Kwon 1998 *Facts versus Fears: A Review of the Greatest Unfounded Health Scares of Recent Times*. American Council on Science and Health. <http://www.acsh.org/publications/reports/factsfears.html>.
- Liljegren, G., L. Hardell, G. Lindstrom, P. Dahl & A. Magnuson 1998 "Case-control study on breast cancer and adipose tissue concentrations of congener specific polychlorinated biphenyls, DDE and hexachlorobenzene." *European Journal of Cancer Prevention* 7(2):135-40.
- Lindegaard, Erik 1998 "Grundvand og bekæmpelsesmidler. Hvad kan vi forvente af godkendelsesordningen?" [地表水と農薬]. *MiljøDanmark* 1998(1):6.
- Linden, Eugene 2000 "Condition critical." *Time* 155(17):18-22.
- Lindert, Peter H. 1999 "The bad earth? China's soils and agricultural development since the 1930s." *Economic Development and Cultural Change* 47(4):701-36.
- 2000a "Three centuries of inequality in Britain and America." In Atkinson & Bourguignon 2000:167-216.
- 2000b *Shifting Ground: The Changing Agricultural Soils of China and Indonesia*. Cambridge, MA: MIT Press (forthcoming).
- Lindert, Peter H. & Jeffrey G. Williamson 1995 "The long-term course of American inequality: 1647-1969." In Simon 1995b:188-95.
- Lindzen, Richard S., Ming-Dah Chou & Arthur Y. Hou 2001 "Does the Earth Have an Adaptive Infrared Iris?" *Bulletin of the American Meteorological Society* 82(3):417-32. <http://ams.allenpress.com/amsonline/?request=get-pdf&file=i1520-0477-082-03-0417.pdf>.
- Linnet, Martha S., Lynn A. G. Ries, Malcolm A. Smith, Robert E. Tarone & Susan

- S. Devesa 1999 "Cancer surveillance series: recent trends in childhood cancer incidence and mortality in the United States." *Journal of the National Cancer Institute* 91(12):1,051-8. <http://jnci.oupjournals.org/cgi/content/full/91/12/1051>.
- Lins, Harry F. & James R. Slack 1999 "Streamflow trends in the United States." *Geophysical Research Letters* 26:227-30. <http://water.usgs.gov/osw/lins/streamflowtrends.html>.
- List, John A. & Craig A. Gallet 1999 "The environmental Kuznets curve: does one size fit all?" *Ecological Economics* 31:409-23.
- Lloyd-Jones, Donald M., Martin G. Larson, A. Beiser & D. Levy 1999 "Lifetime risk of developing coronary heart disease." *The Lancet* 353:89-92.
- Loader, A., D. Mooney & R. Lucas 1999 *UK Smoke and Sulphur Dioxide Monitoring Network – Summary Tables for April 1997 邦 arch 1998*. Prepared by the National Environmental Technology Centre as part of the Department of the Environment, Transport and the Regions Air Quality Research Programme. <http://www.aeat.co.uk/netcen/airqual/reports/smks02/head.html>.
- Longstreth, Janice 1999 "Public health consequences of global climate change in the United States – some regions may suffer disproportionately." *Environmental Health Perspectives Supplements* 107(1):169-79.
- Longstreth, J., F. R. de Gruijl, M. L. Kripke, S. Abseck, F. Arnold, H. I. Slaper, G. Velders, Y. Takizawa & J. C. van der Leun 1998 "Health risks." *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* 46(1-3):20-39.
- Lopez-Carrillo, L., A. Blaie, M. Lopez-Cervantes, M. Cebrian, C. Rueda, R. Reyes, A. Mohar & J. Bravo 1997 "Dichlorodiphenyltrichloroethane serum levels and breast cancer risk: a case-control study from Mexico." *Cancer Research* 57:3,728-32.
- Losey, J.E., I. S. Rayor & M. E. Carter 1999 "Transgenic pollen harms monarch larvae." *Nature* 399(6,733): 214.
- Lovejoy, Thomas E. 1980 "A projection of species extinctions." In Barney 1980:II, 328-31.
- Lovins, Amory B. & L. Hunter Lovins 1997 *Climate: Making Sense and Making Money*. Old Snowmass, CO: Rocky Mountain Institute. <http://www.rmi.org/images/other/C-ClimateMSMM.pdf>.

- Ludwig, John H., George B. Morgan & Thomas B. McMullen 1970 "Trends in urban air quality." *Transactions American Geophysical Union* 51(5):468-75.
- Lugo, Ariel E. 1988 "Estimating reductions in the diversity of tropical forest species." In Wilson and Peter 1988:58-70.
- Luken, Ralph A. 1990 *Efficiency in Environmental Regulation: A Benefit-Cost Analysis of Alternative Approaches*. Boston, MA: Kluwer.
- Lundmark, Thomas 1997 "Principles and instruments of German environmental law." *Journal of Environmental Law & Practice* 4(4):43-4.
- Lundqvist, J. & P. Gleick 1997 "Sustaining our waters into 21st century." Background document for CSD 1997. Stockholm: Stockholm Environment Institute.
- Lutz, Steven M. & David M. Smallwood 1995 "Limited financial resources constrain food choices." *Food Review* 18(1):13-7.
- McCann, Jean 1998 "Infections and cancer: viruses are still prime suspects." *Journal of the National Cancer Institute* 90(6):418-20.
- McCombs, Maxwell 1994 "News influence on our pictures of the world." In Bryant & Zillmann 1994:1-16.
- MacCracken, Christopher, James Edmonds, S. Kim and R. Sands 1999 "The economics of the Kyoto Protocol." *The Energy Journal*, Kyoto Special Issue:25-72.
- McGinnis, J. Michael & William H. Foege 1993 "Actual causes of death in the United States." *Journal of the American Medical Association* 270(18):2,207-12.
- McHughen, Alan 2000 *A consumer's guide to GM food: From green genes to red herrings*. Oxford: Oxford University Press.
- McInnis, Doug & Gunjan Sinha 2000 "Genes." *Popular Science* 256(4):64-8.
- McKibbin, W., M. Ross, R. Shakleton & P. Wilcoxon 1999 "Emissions trading, capital flows and the Kyoto Protocol." *The Energy Journal*, Kyoto Special Issue:287-334.
- McLachlan, John A. 1997 "Synergistic effect of environmental estrogens: report withdrawn." *Science* 227:462-3.
- Macleod, John, & Ying Wang 1979 "Male fertility potential in terms of semen quality: a review of the past, a study of the present." *Fertility and Sterility* 31(2):103-16.
- McLoughlin, James A. & Micahel Nall 1994 "Allergies and learning/behavioral

- disorders." *Intervention in School & Clinic* 29(4):198-207.
- McMichael, Anthony J. 1999 "From hazard to habitat: rethinking environment and health." *Epidemiology* 10(4):460-4. <http://www.epidem.com/>.
- McQuail, Denis 1983 *Mass Communication Theory*, 1st edition. London: Sage Publications.
- 1994 *Mass Communication Theory*, 3rd edition. London: Sage Publications.
- McVeigh, James J., Dallas Burtraw, Joel Darmstadter & Karen Palmer 2000 "Winner, loser, or innocent victim? Has renewable energy performed as expected?" *Solar Energy* 68(3):237-55.
- Maddison, Angus 1991 *Dynamic Forces in Capitalist Development: A Long-Run Comparative View*. Oxford: Oxford University Press.
- 1994 "Explaining the economic performance of nations, 1820-1989." In Baumol *et al.* 1994:20-61.
- Maddison, David 1995 "A cost-benefit analysis of slowing climate change." *Energy Policy* 23(4/5):337-46.
- Madronich, S., R. L. McKenzie, L. O. Bjorn & M. M. Caldwell 1998 "Changes in biologically active ultraviolet radiation reaching the Earth's surface." *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* 46(1-3):5-19.
- MAFF 2000 *Agriculture in the United Kingdom 1999*. London: Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. http://www.maff.gov.uk/esg/work_html/publications/cf/auk/current/auk.pdf.(アクセスできず)
- Magnus, Per & Jouni J. K. Jaakkola 1997 "Secular trend in the occurrence of asthma among children and young adults: critical appraisal of repeated cross sectional surveys." *British Medical Journal* 314:1,795-1,800. <http://www.bmj.com/cgi/content/full/314/7097/1795>.
- Mahlman, J. D. 1997 "Uncertainties in projections of human-caused climate warming." *Science* 278:1,416-17.
- Malakoff, David 1997 "Thirty Kyotos needed to control warming." *Science* 278:2,048.
- Malthus, Thomas 1798 *An Essay on the Principle of Population*. Harmondsworth: Penguin. 邦訳マルサス『人口論』
- Mammal Society 2001a "Look what the cat's brought in! The survey." <http://www.abdn.ac.uk/mammal/catkills1.htm>.

- 2001b “Look What the Cat Brought In! Press Release.” <http://www.abdn.ac.uk/mammal/catspress.htm>.
- Mann, Charles C. 1991 “Extinction: are ecologists crying wolf?” *Science* 253:736-8.
- Mann, Charles C. & Mark L. Plummer 1993 “The high cost of biodiversity.” *Science* 260:1,868-71.
- Mann, M. E., R. S. Bradley & M. K. Hughes 1998 “Global-scale temperature patterns and climate forcing over the past six centuries.” *Nature* 392(6678):779-87. <http://www.umass.edu/newsoffice/archive/1998/042298climate.pdf>.
- 1999a “Northern hemisphere temperatures during the past millennium: inferences, uncertainties, and limitations.” *Geophysical Research Letters* 26(6):759-62.
- 1999b Data for northern hemisphere temperatures 1000-1980. http://www.ngdc.noaa.gov/paleo/pubs/mann_99.html または <http://medias.meteo.fr/paleo/globalwarming/medieval.html>.
- Manne, Alan S. & Richard Richels 1999 “The Kyoto Protocol: a cost-effective strategy for meeting environmental objectives?” *The Energy Journal*, Kyoto Special Issue:1-24.
- Mantua, Nathan J., Steven R. Hare, Yuan Zhang, John M. Wallace & Robert C. Francis 1997 “A Pacific interdecadal climate oscillation with impacts on salmon production.” *Bulletin of the American Meteorological Society* 78(6):1069-79. <http://ams.allenpress.com/>.
- Margaronis, Maria 1999 “The politics of food.” *Nation*, 12/27/99, 269(22):11-4.
- Margolis, Howard 1996 *Dealing with Risk: Why the Public and the Experts Disagree on Environmental Issues*. Chicago: University of Chicago Press.
- Margolis, Robert M. & Daniel M. Kammen 1999 “Evidence of under-investment in energy R&D in the United States and the impact of Federal policy – basic science and technological innovation.” *Energy Policy* 27(10):575-84.
- Marino, C. & K. K. Gerlach 1999 “An analysis of breast cancer coverage in selected women’s magazines, 1987-1995.” *American Journal of Health Promotion* 13(3):163-70.
- Marland, G., T. A. Boden, R. J. Andres, A. L. Brenkert & C. Johnston 1999 “Global, regional, and national CO₂ emissions.” In *Trends: A Compendium of Data on Global Change*. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak

- Ridge National Laboratory, US Department of Energy, Oak Ridge, Tennessee.
http://cdiac.esd.ornl.gov/trends/emis/tre_glob.htm.
- Marotzke, Jochem 2000 "Abrupt climate change and thermohaline circulation: mechanisms and predictability." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 97(4):1,347-50. <http://www.pnap.org/>.
- MARPOL 2000 *The International Convention for the Prevention of Pollution from Ships*. International Maritime Organization. http://www.imo.org/Conventions/contents.asp?doc_id=678&topic_id=258.
- Marsh, Nigel & Henrik Svensmark 2000 "Cosmic rays, clouds, and climate." *Space Science Reviews*. In press.
- Marshall, Eliot 1991 "A is for apple, alar, and • alarmist?" *Science* 254:20-2.
- Martens, P., R. S. Kovats, S. Nijhof, P. de Vries, M. T. J. Livermore, D. J. Bradley, J. Cox & A. J. McMichael 1999 "Climate change and future populations at risk of malaria." *Global Environmental Change* 9:S89-S107.
- Martin, A. & F. R. Barber "Two long term air pollution surveys around power stations." *Clean Air* 18(2):61-73.
- Martin, Joyce A., Betty L. Smith, T. J. Mathews & Stephanie J. Ventura 1999 "Births and deaths: preliminary data for 1998." *National Vital Statistics Reports* 47:25. Hyattsville, MD: National Center for Health Statistics. http://www.cdc.gov/nchs/data/nvsr/nvsr47/nvs47_25.pdf.
- Martinez, Fernando D. & Patrick G. Holt 1999 "Role of microbial burden in aetiology of allergy and asthma." *The Lancet*. Supplement Paediatrics, 354:supplement II:12-15. <http://www.thelancet.com/>.
- Mattingly, David 1996 "Future oil crisis: Will demand outrun supply?" *CNN* May 11, 1996. <http://www.cnn.com/EARTH/9605/11/oil.supply/index.html>.
- Masood, Ehsan 1997 "Kyoto agreement creates new agenda for climate research." *Nature* 390:649-50.
- Matricardi, Paolo M., Francesco Rosmini, Silvia Riondino, Michele Fortini, Luigina Ferrigno, Maria Rapicetta & Sergio Bonini 2000 "Exposure to foodborne and orofecal microbes versus airborne viruses in relation to atopy and allergic asthma: epidemiological study." *British Medical Journal* 320:412-17. <http://www.bmj.com/cgi/content/full/320/7232/412>.
- Matthews, E. 1983 "Global Vegetation and Land Use: New High-Resolution Data

- Bases for Climatic Studies.” *Journal of Climate and Applied Meteorology* 22: 474-487.
- Matthews, Neal 2000 “The Attack of the Killer Architects.” *Travel Holiday* 183(7):80-8. Matthiessen, Peter 1999 “Rachel Carson.” *Time* 29 March 1999, 153(12):187-9.
- May, Robert M., John H. Lawton & Nigel E. Stork 1995 “Assessing extinction rates.” In Lawton & May 1995:1-24.
- MDPH 2000 *Advance Data: Births 1998*. Massachusetts Department of Public Health. <http://www.state.ma.us/dph/bhsre/birth/98/birth98d.pdf>.
- Meade, Birgit & Stacey Rosen 1996 “Income and diet differences greatly affect food spending around the globe.” *Food Review* 19(3):39-45.
- Meadows, Donella H., Dennis L. Meadows and Jørgen Randers 1992 *Beyond the Limits*. London: Earthscan Publications Limited. 邦訳：ドネラ・H・メドウズ『限界を超えて：生きるための選択』松橋 隆治他訳、ダイヤモンド社、1992.
- Meadows, Donella H., Dennis L. Meadows, Jørgen Randers and William W. Behrens III 1972 *Limits to Growth*. London: Potomac Associates Book. 邦訳：ドネラ・H・メドウズ他『成長の限界：ローマ・クラブ人類の危機レポート』ダイヤモンド社、1972.
- Meehl, Gerald A., Francis Zwiers, Jenni Evans, Thomas Knutson, Linda Mearns & Peter Whetton 2000 “Trends in extreme weather and climate events: issues related to modeling extremes in projections of future climate change.” *Bulletin of the American Meteorological Society* 81(3):427-36. <http://ams.allenpress.com/>.
- Meggs, William J., Kathleen A. Dunn, Richard M. Bloch, Peggy E. Goodman & Ann L. Davidoff 1996 “Prevalence and nature of allergy and chemical sensitivity in a general population.” *Archives of Environmental Health* 51(4):275-82.
- Meilby, Mogens 1996 *Journalistikkens grundtrin: fra idé til artikel*. Aarhus: Forlaget Ajour.
- Mentzel, Maarten 1999 “‘Climate’ for Social Assessment: Experts, Uncertainty and Policy Development.” *Innovation: The European Journal of Social Sciences* 12(2):221-34.
- Merrill, Ray M., Larry G. Kessler, Joshua M. Udler, Gloria C. Rasband & Eric J. Feuer 1999 “Comparison of risk estimates for selected diseases and causes of

- death." *Preventive Medicine* 28:179-93.
- Met Office 1997 *Climate Change and Its Impacts: A Global Perspective*. London: Department of the Environment, Transport, and the Regions. <http://www.metoffice.gov.uk/research/hadleycentre/pubs/brochures/B1997/climate.pdf>.
- 2001 *Historical Central England Temperature Data 1659-2001*. <http://www.badc.rl.ac.uk/data/cet>.
- Metcalf, Gilbert E. & Kevin A. Hassett 1997 *Measuring the Energy Savings from Home Improvement Investments: Evidence from Monthly Billing Data*. NBER Working Paper W6074. <http://papers.nber.org/papers/W6074>.
- MEWREW 1995 "Review of Serageldin: 'Water supply, sanitation and environmental sustainability: financing the challenge.'" *Middle East and African Water Review* 4. <http://www2.soas.ac.uk/Geography/WaterIssues/Reviews/0401.html>.
- Meyer, William B. & B. L. Turner II (eds.) 1994 *Changes in Land Use and Land Cover: A Global Perspective*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Meyerhoff, Al 1993 "We must get rid of pesticides in the food supply." *USA Today Magazine* 122(2,582):51-53.
- Miami EDD 2001a "Tourism Overview." *City of Miami Beach Economic Development Division*. <http://www.ci.miami-beach.fl.us/newcity/depts/econdev/Business%20Assistance%20and%20Stats/Tourism/2001%20Greater%20Miami%20Tourism%20Annual%20Report.pdf>.
- Miami EDD 2001b "Real Estate and Development." *City of Miami Beach Economic Development Division*. <http://www.ci.miami-beach.fl.us/newcity/depts/econdev/Business%20Assistance%20and%20Stats/Real%20Estate%20and%20Development/Real%20Estate%20Report.pdf>.
- Michaels, Patrick J. 1995 "The greenhouse effect and global change: review and reappraisal." In Simon 1995b:544-64.
- 1998 "The consequences of Kyoto." *Policy Analysis*, May 1998, 307. <http://www.cato.org/pubs/pas/pa-307.html>.
- Michaels, Patrick J. & Robert C. Balling Jr. 2000 *The Satanic Gasses: Clearing the Air about Global Warming*. Washington, DC: Cato.
- Michaels, Patrick J., Robert C. Balling Jr., Russel S. Vose & Paul C. Knappen-

- berger 1998 "Analysis of trends in the variability of daily and monthly historical temperature measurements." *Climate Research* 10(1):27-34.
- Michaels, Patrick J., Paul C. Knappenberger, Robert C. Balling Jr. and Robert E. Davis 2000 "Observed warming in cold anticyclones." *Climate Research* 14(1):1-6.
- Middellevetidsudvalget under Sundhedsministeriet (期待余命委員会) 1994a *Udviklingen i selvmordsdødelighed i Danmark 1955-1991*. [デンマークにおける自殺死亡率トレンド 1955-1991]. Copenhagen: Sundhedsministeriet.
- 1994b *Levetiden i Danmark*. [デンマークの寿命]. Copenhagen: Sundhedsministeriet.
- 1994c *Hjertesygdom i Danmark*. [デンマークの心臓病]. Copenhagen: Sundhedsministeriet.
- Milius, S. 1999 "New studies clarify monarch worries." *Science News* 156(25/26):391.
- 2000 "Bt corn variety OK for black swallowtails." *Science News* 157(24):372-3.
- Miller, G. Tyler Jr. 1998 *Living in the Environment: Principles, Connections, and Solutions*. Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company.
- Mintz, Sidney W. 1985 *Sweetness and Power: The Place of Sugar in Modern History*. New York: Penguin.
- Mitchell, B. R. 1975 *European Historical Statistics 1750-1970*. London: Macmillan.
- 1988 *British Historical Statistics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- 1993 *International Historical Statistics: The Americas, 1750-1988*. London: Macmillan.
- 1995 *International Historical Statistics: Africa, Asia & Oceania 1750-1988*, 2nd rev. edn. New York: Stockton.
- Mitchell, Donald O., Merlinda D. Ingco & Ronald C. Duncan 1997 *The World Food Outlook*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mitchell, J. F. B., T. C. Johns, J. M. Gregory & S. F. B. Tett 1995 "Climate response to increasing levels of greenhouse gases and sulphate aerosols." *Nature* 376:501-4.
- Mitsch, William J., John W. Day Jr., J. Wendell Gilliam, Peter M. Groffman, Donald L. Hey, Gyles W. Randall & Naiming Wang 1999 *Gulf of Mexico Hypoxia Assessment: Topic #5. Reducing Nutrient Loads, Especially Nitrate-*

- Nitrogen, to Surface Water, Groundwater, and the Gulf of Mexico*. Hypoxia Work Group, White House Office of Science and Technology Policy, Committee on Environment and Natural Resources for the EPA Mississippi River/Gulf of Mexico Watershed Nutrient Task Force. NOAA Coastal Ocean Program. http://www.nos.noaa.gov/products/pubs_hypox.html.
- Moisan, François, Didier Bosseboeuf, Bertrand Château & Bruno Lapillonne 1998 *Energy Efficiency Policies and Indicators*. Study for World Energy Council. <http://www.worldenergy.org/wec-geis/global/downloads/1998report.pdf>.
- Molina, Mario J. & F. S. Rowland 1974 "Stratospheric sink for chlorofluoromethanes: chlorine atom-catalyzed destruction of ozone." *Nature* 249:810-12. <http://www.unep.org/ozone/pdf/stratopheric.pdf>.
- Montague, Peter 1999 "Against the Grain." *Rachel's Environment & Health Weekly* #637. Environmental Research Foundation. <http://www.biotech-info.net/grain.html>.
- Mooney, Lorraine & Roger Bate 1999 *Environmental Health: Third World Problems – First World Preoccupations*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Moore, Thomas Gale 1998 "Health and amenity effects of global warming." *Economic Inquiry* 36(3):471-98.
- Morgan, M. Granger & Hadi Dowlatabadi 1996 "Learning from integrated assessment of climate change." *Climatic Change* 34:337-68.
- Mori, Shunsuke 2000 "The Development of Greenhouse Gas Emissions Scenarios Using an Extension of the MARIA Model for the Assessment of Resource and Energy Technologies." *Technological Forecasting and Social Change* 63:289-311.
- Motavalli, Jim 2000 "Running on EMPTY." *E Magazine: The Environmental Magazine* 11(4):34-9.
- Moysich, K. B., C. B. Ambrosone, J. E. Vena, P. G. Shields, P. Mendola, P. Kostyniak, H. Greizerstein, S. Graham, J. R. Marshall, E. F. Schisterman & J. L. Freudenheim 1998 "Environmental organochlorine exposure and postmenopausal breast cancer risk." *Cancer Epidemiology, Biomarkers and Prevention* 7(3):181-8.
- MPM 1998 *Survey of the Quality of UK Coastal Waters*. Marine Pollution Monitor-

- ing, National Monitoring Programme. Aberdeen: Marine Pollution Monitoring Management Group. <http://www.marlab.ac.uk/NMPR/NMP.htm>.
- 2000 *Green Book*. Version 5. <http://www.marlab.ac.uk/greenbook/GREEN.htm>.
- Muggleton, Ellis 1999 “Thalidomide – a regret of the past, but a hope for the future?” *Student BMJ* 7:368-9.
- Munich Re 1998 *World Map of Natural Hazards*. Order number 2658-V-e. Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft.
- 1999 *Topics: Annual Review of Natural Catastrophes 1998*. Order number 2821-M-e. Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft.
- 2000 “A year, a century, and a millennium of natural catastrophes are all nearing their end – 1999 is completely in line with the catastrophe trend – Munich Re publishes a millennium review.” Press release, 20 December 1999. Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft. <http://www.munichre.com/>.
- 2001 *Topics: Annual Review of Natural Catastrophes 2000*. Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft. <http://www.munichre.com/>.
- Murray, Christopher J. L. & Alan D. Lopez 1996a “Quantifying the burden of disease and injury attributable to ten major risk factors.” In Murray & Lopez 1996c:295-324.
- 1996b “Alternative visions of the future: projecting mortality and disability, 1990-2020.” In Murray & Lopez 1996c:325-95.
- Murray, Christopher J. L. & Alan D. Lopez (eds.) 1996c *The Global Burden of Disease: A Comprehensive Assessment of Morbidity and Disability from Diseases, Injuries, and Risk Factors in 1990 and projected to 2020*. Cambridge, MA: Harvard University Press. Published by Harvard School of Public Health on behalf of the World Health Organization and the World Bank. Summary at <http://www.hup.harvard.edu/catalog/MURGLO.html> (summary).
- 1997a “Mortality by cause for eight regions of the world: global burden of disease study.” *The Lancet* 349:1,269-76.
- 1997b “Regional patterns of disability-free life expectancy and disability-adjusted life expectancy: global burden of disease study.” *The Lancet* 349:1,347-52.
- 1997c “Global mortality, disability, and the contribution of risk factors:

- global burden of disease study.” *The Lancet* 349:1,436-42. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&list_uids=9164317&dopt=Abstract.
- 1997d “Alternative projections of mortality and disability by cause 1990-2020: global burden of disease study.” *The Lancet* 349:1,498-1,504.
- Murray, Christopher J.L. & Lincoln C. Chen 1992 “Understanding morbidity change.” *Population and Development Review* 18(3):481-503.
- 1993 “Understanding morbidity change: reply to Riley.” *Population and Development Review* 19(4):812-15.
- Myers, John G., Stephen Moore and Julian L. Simon 1995 “Trends in availability of non-fuel minerals.” In Simon 1995b:303-12.
- Myers, Norman 1979 *The Sinking Ark: A New Look at the Problem of Disappearing Species*. Oxford: Pergamon Press. 邦訳：マイアース『沈みゆく箱船』林雄次郎訳、岩波現代選書、岩波書店、1981
- 1983 *A Wealth of Wild Species: Storehouse for Human Welfare*. Boulder, CO: Westview Press.
- 1991 “The disappearing forests.” In Porritt 1991:46-55.
- Myers, Norman & Frans Lanting 1999 “What we must do to counter the biotic holocaust.” *International Wildlife* 29(2):30-9.
- NAPAP 1990 *Integrated Assessment*, vols. 1-3. The National Acid Precipitation Assessment Program, External Review Draft, August 1990.
- NAS 1992 *Policy Implications of Greenhouse Warming: Mitigation, Adaptation, and the Science Base*. National Academy of Sciences, Committee on Science, Engineering, and Public Policy. Washington, DC: National Academy Press. <http://www.nap.edu/readingroom/books/greenhouse>.
- 1993 *The Epidemiological Transition: Policy and Planning Implications for Developing Countries*. National Academy of Sciences. Washington, DC: National Academy Press. <http://www.nap.edu/books/0309048397/html>.
- NASA/GISS 2000 *Atmosphere-Ocean Model Simulations: Future Climate Projections*. NASA and Goddard Institute for Space Studies. <http://aom.giss.nasa.gov/>.
- Nash, J. Madeleine & Simon Robinson 2000 “Grains of Hope.” *Time*, 07/31/2000, 156(5):38-46.

- Nash, J. Madeleine & Susan Horsburgh 1998 "The fury of El Niño." *Time South Pacific* 2 March 1998, pp. 44-51.
- NAST 2000 *Climate Change Impacts on the United States: The Potential Consequences of Climate Variability and Change*. National Assessment Synthesis Team, US Global Change Research Program. <http://www.gcrio.org/NationalAssessment>.
- Naylor, Rosamond L. & Walter P. Falcon 1995 "Is the locus of poverty changing?" *Food Policy* 20(6):501-18.
- NBS 1995 *Our Living Resources: A Report to the Nation on the Distribution, Abundance, and Health of U.S. Plants, Animals, and Ecosystems*. Edward T. LaRoe, Gaye S. Farris, Catherine E. Puckett, Peter D. Doran & Michael J. Mac (eds.), National Biological Service, US Department of the Interior. Washington, DC: US Government Printing Office. <http://biology.usgs.gov/s+t/index.htm>.
- NCBP 2000a *NCBP Fish Database*. National Contaminant Biomonitoring Program. <http://www.cerc.usgs.gov/data/ncbp/fish.htm>.
- 2000b *NCBP Starling Database*. National Contaminant Biomonitoring Program. <http://www.cerc.usgs.gov/data/ncbp/starling/starling.htm>.
- NCHS 1998 *Current Estimates from the National Health Interview Survey, 1995*. Vital and Health Statistics Series 10 no. 199, From the Centers for Disease Control and Prevention/National Center for Health Statistics. http://www.cdc.gov/nchs/data/series/sr_10/sr10_199acc.pdf.
- 1999a *Health, United States, 1999, with Health and Aging Chartbook*. US Human Health Service, E. Kramarow, H. Lentzner, R. Rooks, J. Weeks, & Saydah S. Warner (eds). Hyattsville, MD: National Center for Health Statistics. <http://www.cdc.gov/nchs/data/hus/hus99.pdf>.
- 1999b *Vital Statistics of the United States 1993: Volume I - Natality*. Hyattsville, MD: National Center for Health Statistics.
- NERI 1995 *Mindmøllers indvirkning på fugle: status over viden og perspektiver*. [風車の鳥に対する影響: 知識の状況と視点]. Roskilde: National Environmental Research Institute of Denmark, Report no. 147, Ib Calusager & Henning Høhr.
- 1998a *Natur og Miljø 1997: påvirkninger og tilstand*. [自然と環境 1997: 影響と現状]. Roskilde: National Environmental Research Institute of Denmark. <http://www.dmu.dk/news/Natur/>.

- 1998b *Air Quality Data*. http://www.dmu.dk/atmosphericenvironment/aq_aar/aovers.htm.
- Nestle, Marion 1996 “Allergies to transgenic foods – questions of policy.” *New England Journal of Medicine* 334 (11):726-7. <http://content.nejm.org/cgi/content/short/334/11/726>.
- NETC 1999 *UK Air Pollution*. National Environmental Technology Centre on behalf of the UK Department of the Environment, Transport and the Regions. <http://www.aeat.co.uk/netcen/airqual/reports/brochure/head.html>.
- Newman-Taylor, Anthony 1995 “Environmental determinants of asthma.” *The Lancet* 45:296-9.
- Newport, Frank, David W. Moore & Lydia Saad 1999 “Long-term gallup poll trends: a portrait of American public opinion through the century.” Gallup Poll release, 20 December 1999. <http://www.gallup.com/poll/releases/pr991220.asp>.
- Newton, Robert & Jacques Ferlay 1996 “Effect of ambient solar ultraviolet radiation on incidence of squamous-cell carcinoma of the eye.” *The Lancet* 347:1,450-1.
- NHLBI & WHO 1995 *Global Initiative For Asthma: Global Strategy for Asthma Management and Prevention*. NHLBI/WHO Workshop Report; National Institutes of Health; National Heart, Lung and Blood Institute; Publication no. 95-3659. <http://www.ginasthma.com/workshop/workshop.pdf>.
- NIAAA 1997 *U.S. Apparent Consumption of Alcoholic Beverages Based on State Sales, Taxation, or Receipt Data*. *U.S. Alcohol Epidemiologic Data Reference Manual, Volume 1*. 3rd edn. National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism, NIH Publication no. 97-4263. <http://www.niaaa.nih.gov/publications/Pccdrm.pdf>.
- NIAID 2000 “Asthma and allergy statistics.” Fact Sheet. National Institute of Allergy and Infectious Diseases. National Institutes of Health. <http://www.niaid.nih.gov/factsheets/allergystat.htm>.
- Nicholls, Robert J., Frank M.J. Hoozemans & Marcel Marchand 1999 “Increasing flood risk and wetland losses due to global sea-level rise: regional and global analyses.” *Global Environmental Change* 9:S69-S87
- Nicholson-Lord, David 2000 “The drowning of the Earth.” *New Statesman* 129(4,476):8-9.
- NIEHS 1999 *Health Effects from Exposure to Power-Line Frequency Electric and*

- Magnetic Fields*. National Institute of Environmental Health Sciences. NIH Publication no. 99-4493. <http://www.niehs.nih.gov/emfrapid/>.
- NOAA 1998 *State of the Coastal Environment: Chemical Contaminants in Oysters and Mussels*. By Tom O'Connor, National Oceanic and Atmospheric Administration. Silver Spring, MD: NOAA. http://state-of-coast.noaa.gov/bulletins/html/ccom_05/ccom.html.
- 2001 *Paleoclimatology Program*. <http://www.ngdc.noaa.gov/paleo>.
- Nordhaus, William D. 1991a "The cost of slowing climate change: a survey." *Energy Journal* 12(1):37-65.
- 1991b "Economic approaches to greenhouse warming." In *Global Warming: Economic Policy Approaches*. R. D. Dornbush & J. M. Poterba (eds.), pp. 33-68. Cambridge, MA: MIT Press.
- 1991c "A sketch of the greenhouse effect." *Greenhouse Warming* 81(1):146-50.
- 1991d "To slow or not to slow: the economics of the greenhouse effect." *Economic Journal* 101:920-37.
- 1992a "An optimal transition path for controlling greenhouse gases." *Science* 258:1,315-19. <http://www.econ.yale.edu/~nordhaus/homepage/Optimal.science.1192.pdf>.
- 1992b "Lethal model 2: the limits to growth revisited." *Brookings Papers on Economic Activity* 2:1-43.
- 1993 "Optimal greenhouse-gas reductions and tax policy in the 'DICE' Model." *Economic Modeling of Greenhouse Warming* 83(2):313-17.
- 1994 *Managing the Global Commons: The Economics of Climate Change*. Cambridge, MA: MIT Press.
- 1997a "Discounting in economics and climate change." *Climatic Change* 37:315-28.
- 1997b "Do real-output and real-wage measures capture reality? The history of lighting suggests not." In Bresnahan & Gordon 1997:29-66.
- (ed) 1998 *Economics and Policy Issues in Climate Change*. Washington, DC: Resources for the Future.
- Nordhaus, William & Joseph Boyer 1999 "Requiem for Kyoto: an economic analysis of the Kyoto Protocol." *The Energy Journal*, Kyoto Special Issue:93-130.
- 2000 *Roll the DICE Again: Economic Models of Global Warming*. Cam-

- bridge, MA: MIT Press. In press. <http://www.econ.yale.edu/~nordhaus/homepage/web%20table%20of%20contents%20102599.htm>.(ネット上のものはタイトルが少しちがっている)
- Nordhaus, William D. & Zili Yang 1996 “A regional dynamic general-equilibrium model of alternative climate-change strategies.” *American Economic Review* 86(4):741-65.
- Nordlee, Julie A., Steve L. Taylor, Jeffrey A. Townsend, Laurie A. Thomas & Robert K. Bush 1996 “Identification of a Brazil-Nut Allergen in Transgenic Soybeans.” *New England Journal of Medicine* 334 (11):688-92.
- Norwood, Janet L. 1995 “The consumer price index, the deficit, and politics.” *Policy Bites* 22, The Urban Institute. http://www.facsnet.org/tools/nbgs/a_thru_h/c/consumepi.php3.
- Nottingham, Stephen 1998 *Eat Your Genes: How Genetically Modified Foodd is Entering Our Diet*. London: Zed Books.
- NRC 1985 *Oil in the Sea: Inputs, Fates, and Effects*. National Research Council. Washington, DC: National Academy Press. <http://books.nap.edu/books/0309034795/html/index.html>.
- 1996 *Carcinogens and Anticarcinogens in the Human Diet: A Comparison of Naturally Occurring and Synthetic Substances*. National Research Council. Washington, DC: National Academy Press. <http://books.nap.edu/books/0309053919/html/index.html>, <http://stills.nap.edu/html/diet/summary.html>.
- 1999 *Hormonally Active Agents in the Environment*. Committee on Hormonally Active Agents in the Environment. Board on Environmental Studies and Toxicology, Commission on Life Sciences. National Research Council. Washington, DC: National Academy Press. http://books.nap.edu/html/hormonal_agents/.
- 2000 *Reconciling Observations of Global Temperature Change*. Washington, DC: National Academy Press. <http://www.nap.edu/>.
- 2000b *Genetically Modified Pest-Protected Plants: Science and Regulation*. Committee on Genetically Modified Pest-Protected Plants, National Research Council. Washington, DC: National Academy Press. <http://www.nap.edu/books/0309069300/html>.

- NRDC 1997 *Testing the Waters VII: How Does Your Vacation Beach Rate*. Natural Resources Defense Council.
- 1999 *Testing the Waters – 1999 A Guide to Water Quality at Vacation Beaches*. Natural Resources Defense Council. <http://www.nrdc.org/water/oceans/ttw/titinx.asp>.
- NSC 1990 *Accident Facts, 1990 Edition*. Chicago: National Safety Council.
- 1999 *Injury Facts, 1999 Edition*. Chicago: National Safety Council.
- NSTC 1996 *Interagency Assessment of Potential Health Risks Associated with Oxygenated Gasoline*. National Science and Technology Council; Committee on Environment and Natural Resources; Interagency Oxygenated Fuels Assessment Steering Committee. <http://www.ostp.gov/NSTC/html/MTBE/mtbe-top.html>.
- NTIA 1999 *Falling through the Net: Defining the Digital Divide*. National Telecommunications and Information Administration. <http://www.ntia.doc.gov/ntiahome/fttn99/FTTN.pdf>.
- 2000 *Falling Through the Net: Toward Digital Inclusion. A Report on Americans' Access to Technology Tools*. National Telecommunications and Information Administration. <http://search.ntia.doc.gov/pdf/fttn00.pdf>.
- NWCC 1994 *1994 National Avian-Wind Power Planning Meeting Proceedings*. National Wind Coordinating Committee. <http://www.nationalwind.org/pubs/avian94/TOC.htm>.
- OCE 2001 “Hazards of Genetically Engineered Foods and Crops: Why We Need A Global Moratorium.” GE-Fact Sheet & Guidelines for Grassroots Action. By Ronnie Cummins, Organic Consumers Association. <http://www.purefood.org/ge/gefacts.pdf>.
- OECD 1985a *OECD Environmental Data Compendium 1985*. Paris: Organization for Economic Co-operation and Development.
- 1985b *The State of the Environment 1985*. Paris: Organization for Economic Co-operation and Development.
- 1987 *OECD Environmental Data Compendium 1987*. Paris: Organization for Economic Co-operation and Development.
- 1994 *The OECD Green Model: An Updated Overview*. By Hiro Lee, Joaquim Oliveira Martins & Dominique van der Mensbrugghe. Technical Paper no. 97.

- <http://www.oecd.org/pdf/M00005000/M00005997.pdf>.
- 1999 *OECD Environmental Data Compendium 1999*. Paris: Organization for Economic Co-operation and Development.
- 2000 *Geographical Distribution of Financial Flows to Aid Recipients: Disbursements, Commitments, Country Indicators, 1994-1998*. Paris: Organization For Economic Co-operation and Development.
- Okolo, Abraham 1999 “The Nigerian Census: Problems and Prospects.” *American Statistician* 53(4):321-4.
- Økologisk Jordbrug 1998 *Danske Forbrugeres Informationsadfærd i forbindelse med valg af fødevarer – herunder økologiske Fødevarer*. [食物の選択に関するデンマークの情報性癖—エコ食品を含む]. Tina V. Møller & Teo Geer.
- Olaya-Conteras, P., J. Rodriguez-Villamil, H. J. Posso-Valencia & J. E. Cortez 1998 “Organochlorine exposure and breast cancer risk in Colombian women.” *Cad. Saude Publica*, Rio de Janeiro, 14(suppl. 3):125-32.
- Oldeman, L. R. 1994 “The global extent of soil degradation.” In Greenland & Szabolcs 1994:99-118.
- Oldeman, L. R., R. T. A. Hakkeling and W. G. Sombroek 1990 *World Map of the Status of Human-Induced Soil Degradation: An Explanatory Note*. Global Assessment of Soil Degradation; International Soil Reference and Information Centre. Nairobi: UNEP.
- 1991 *World Map of the Status of Human-Induced Soil Degradation: A Brief Explanatory Note*. Global Assessment of Soil Degradation; International Soil Reference and Information Centre. Nairobi: UNEP.
- Olsen, Geary W., Kenneth M. Bodner, Jonathan M. Romlow, Charles E. Ross & Larry I. Lipshultz 1995 “Have sperm counts been reduced 50 percent in 50 years? A statistical model revisited.” *Fertility and Sterility* 63(4):887-93.
- 1996 “Reply of the authors.” *Fertility and Sterility* 65(2):451-3. Reply to Keiding & Skakkebaek 1996.
- Olshansky S. J., S. Jay, Mark A. Rudeberg, Bruce A. Carnes, Christine K. Cassel and Jacob A. Brody 1991 “Trading off longer life for worsening health: the expansion of morbidity hypothesis.” *Journal of Aging Health* 3:194-216.
- Olshansky, S. Jay, Bruce Carnes, Richard G. Rogers & Len Smith 1997 *Infectious Diseases – New and Ancient Threats to World Health*. Washington, DC: Pop-

- ulation Reference Bureau. http://www.prb.org/Content/NavigationMenu/PRB/AboutPRB/Population_Bulletin2/Infectious_Diseases_andNum8212;_New_and_Ancient_Threats_to_World_Health.htm.
- OMB 1997 *Report to Congress on the Costs and Benefits of Federal Regulations*. 30 September 1997, Office of Management and Budget; Office of Information and Regulatory Affairs. <http://www.whitehouse.gov/omb/inforeg/rcongress.html>.
- 1999 *Report to Congress on the Costs and Benefits of Federal Regulations 1998*. <http://www.whitehouse.gov/omb/inforeg/costbenefitreport1998.pdf>.
- 2000a *Draft Report to Congress on the Costs and Benefits of Federal Regulations 1999*. January 2000. <http://www.whitehouse.gov/omb/inforeg/3stevensdraft.pdf>.
- 2000b *Budget of the United States Government, Fiscal Year 2001: Historical Tables*. Washington, DC: US Government Printing Office. <http://w3.access.gpo.gov/usbudget/fy2001/maindown.html>.
- Online 1997 “Toxic cocktail? Is a toxic mix more deadly than its parts?” Online NewsHour’s editors ask. <http://www.pbs.org/newshour/forum/april97/toxic3.html>.
- ONS 1999 *Social Trends 29*. The Office for National Statistics, Jil Matheson & John Pullinger (eds.). London: The Stationery Office.
- 2000a *Social Trends 30*. The Office for National Statistics, Jil Matheson & John Pullinger (eds.). London: The Stationery Office.
- 2000b *Population Trends 102 - Winter 2000*. The Office for National Statistics, http://www.statistics.gov.uk/downloads/theme_population/PT102book_v3.pdf.
- 2001a *Social Trends 31*. The Office for National Statistics, Jil Matheson & Carol Summerfield (eds.). London: The Stationery Office. [http://www.statistics.gov.uk/downloads/theme_social/social_trends31/ST31\(final\).pdf](http://www.statistics.gov.uk/downloads/theme_social/social_trends31/ST31(final).pdf).
- 2001b *UK Retail Price Index: index numbers of retail prices 1948 - 2000*. Available on-line, dataset rpil. <http://www.statistics.gov.uk/statbase>.
- 2001c *Population: age and sex, 1971 onwards for the constituent countries of the United Kingdom*. Available on-line, dataset PT10215. <http://www>.

- statistics.gov.uk/statbase.
- 2001d *Gross domestic product. Preliminary estimate - 4th quarter 2000*. 26 January 2001. <http://www.statistics.gov.uk/pdfdir/gdpr0101.pdf>.
- OPP 2000 *USEPA/OPP Pesticide Products Database*. Office of Pesticide Programs, US Environmental Protection Agency. <http://www.cdpr.ca.gov/docs/epa/m2.htm>.
- Oram, Peter 1995 “The potential of technology to meet world food needs in 2020.” *2020 Vision Brief* 13. <http://www.cgiar.org/ifpri/2020/briefs/number13.htm>.
- Orogan, John & Cheryl Long 2000 “The Problem with Genetic Engineering.” *Organic Gardening* 47(1):42-6.
- Ortonne, J.-P. 1997 “The ozone depletion and the skin.” *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology* 9 (1,001):S17.
- Osberg, Lars (ed.) 1991 *Economic Inequality and Poverty: International Perspectives*. Armonk, NY: M. E. Sharpe.
- Ott, Wayne R. & John W. Roberts 1998 “Everyday exposure to toxic pollutants.” *Scientific American* 278(2):86-91.
- Ovesen, Lars 1995 “Effekten af øget indtagelse af økologiske landbrugsprodukter på folkesundheden.” [有機農産物摂取増大による国民健康への影響]. from the Danish Veterinary and Food Administration. SID 1995:61-74.
- Park, Chris C. 1987 *Acid Rain – Rhetoric and Reality*. London & New York: Methuen.
- Park, Donghyun 1997 “An alternative examination of intercountry income inequality and convergence.” *Comparative Economic Studies* 39(3/4):53-65.
- 1999 “Intercountry income inequality: an expansion and an update.” *Comparative Economic Studies* 41(4):103-8.
- Parker, David E. 2000 “Temperatures high and low.” *Science* 287:1,216-17.
- Parry, Ian W. H. & Wallace E. Oates 1998 “Policy Analysis in a Second-Best World.” Discussion Paper 98-48. Washington, D.C.: Resources for the Future. http://www.rff.org/CFDOCS/disc_papers/PDF_files/9848.pdf.
- Parry, Martin, Nigel Arnell, Mike Hulme, Robert Nicholls & Matthew Livermore 1998 “Buenos Aires and Kyoto targets do little to reduce climate change impacts.” *Global Environmental Change* 8(4):285-9.

- Parry, Martin, Cynthia Rosenzweig, Ana Iglesias, Günther Fischer & Matthew Livermore 1999 "Climate change and world food security: a new assessment." *Global Environmental Change* 9:S51-S67.
- Parry, Martin (ed) 2000 *Assessment of Potential Effects and Adaptations for Climate Change in Europe: The Europe ACACIA Project*. Jackson Environment Institute, University of East Anglia, UK.
- Parson, Edward A. & Karen Fisher-Vanden 1997 "Integrated assessment models of global climate change." *Annual Review of Energy & Environment* 22:589-628.
- Patterson, Blossom H. & Gladys Block 1988 "Food choices and the cancer guidelines." *American Journal of Public Health* 78(3):282-6.
- Paulsen, C. Alvin, Nancy G. Berman & Christina Wang 1996 "Data from men in greater Seattle area reveals no downward trend in semen quality: further evidence that deterioration of semen quality is not geographically uniform." *Fertility and Sterility* 65(5):1,015-20.
- PBS Frontline 1998 "Fooling with nature: interview with Theo Colborn." <http://www.pbs.org/wgbh/pages/frontline/shows/nature/interviews/colborn.html>.
- PCSD 1999 *Towards a Sustainable America: Advancing Prosperity, Opportunity, and a Healthy Environment for the 21st Century*. May 1999. President's Council on Sustainable Development. <http://clinton2.nara.gov/PCSD/Publications/tsa.pdf>.
- Pearce, David 1991 "The Role of Carbon Taxes in Adjusting to Global Warming." *The Economic Journal* 101(407):938-48.
- 1998 "Auditing the Earth." *Environment* 40(2):23-9.
- Pearce, David W. & R. Kerry Turner 1990 *Economics of Natural Resources and the Environment*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Pearce, Fred 1997 "Burn me." *New Scientist* 156(2,109): 30-4.
- 2000 "Washed off the map: Better get that ark ready, because the sea levels are gonna rise." *New Scientist* 168(2,266):5. <http://www.newscientist.com/news/news.jsp?id=ns22664>.
- 2001 "We are all guilty! It's official, people are to blame for global warming." *New Scientist* 169(2275):5. <http://archive.newscientist.com/archive.jsp?id=22750300>.

- Peck, Stephen C. & Thomas J. Teisberg 1992 "CETA: a model for carbon emissions trajectory assessment." *Energy Journal* 13(1):55-77.
- 1999 "CO₂ emissions control agreements: incentives for regional participation." *The Energy Journal*, Kyoto Special Issue:367-90.
- Percival, Val & Thomas Homer-Dixon 1998 "Environmental scarcity and violent conflict: the case of South Africa." *Journal of Peace Research* 35(3):279-98.
- Persson, Torsten & Guido Tabellini 1994 "Is inequality harmful for growth?" *American Economic Review* 84(3):600-20.
- Peterson, T. C., K. P. Gallo, J. Lawrimore, T. W. Owen, A. Huang & D. A. McKittrick 1999 "Global rural temperature trends." *Geophysical Research Letters* 26(3):329-32.
- Petit, J. R., J. Jouzel, D. Raynaud, N. I. Barkov, J.-M. Barnola, I. Basile, M. Bender, J. Chappellaz, M. Davis, G. Delaygue, M. Delmotte, V. M. Kotlyakov, M. Legrand, V. Y. Lipenkov, C. Lorius, L. Pépin, C. Ritz, E. Saltzman & M. Stievenard 1999 "Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica." *Nature* 299(6735):429-36.
- Peto, Richard, Alan D. Lopez, Jillian Boreham, Michael Thun and Clark Heath Jr. 1992 "Mortality from tobacco in developed countries: indirect estimation from national vital statistics." *The Lancet* 229:1,268-78.
- 1994 *Mortality from Smoking in Developed Countries 1950-2000*. Oxford: Oxford University Press.
- Pezzey, John C.V., & Andrew Park 1998 "Reflections on the Double Dividend Debate: The Importance of Interest Groups and Information Costs." *Environmental and Resource Economics* 11(3-4):539-55.
- Pielke, Roger A. 1999 "Nine fallacies of floods." *Climatic Change* 42:413-38.
- Pielke, Roger A. Jr. & Christopher W. Landsea 1998 "Normalized hurricane damages in the United States: 1925-1995." *Weather and Forecasting* 13(3):621-31. <http://www.aoml.noaa.gov/hrd/Landsea/USdmg/index.html>.
- 1999 "La Niña, El Niño, and Atlantic hurricane damages in the United States." *Bulletin of the American Meteorological Society* 80(10):2,027-33. <http://ams.allenpress.com/>.
- Pielke, R. A. Sn. & R. A Pielke Jr. 2000 *Storms*. New York: Routledge.
- Pimentel, David 1997 "Soil erosion." *Environment* 39(10):4-5.

- Pimentel, David, H. Acquay, M. Biltonen, P. Rice, M. Silva, J. Nelson, V. Lipner, S. Giordano, A. Horowitz & M. D'Amore 1992 "Environmental and economic costs of pesticide use." *BioScience* 42(10):750-60.
- Pimentel, D., C. Harvey, P. Resosudarmo, K. Sinclair, D. Kurtz, M. McNair, S. Crist, L. Spritz, L. Fitton, R. Saffouri & R. Blair 1995a "Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits." *Science* 267:1,117-23.
- 1995b "Response" [to Crosson 1995]. *Science* 269:465-6.
- Pimentel, David & Marcia Pimentel 1995 *Land, Energy and Water: The Constraints Governing Ideal U.S. Population Size*. NPG Forum Series. <http://dieoff.org/page136.htm>.
- 1999 "The future: prospects for the global availability of food and ways to increase it." *Social Research* 66(1):417-28.
- Pimentel, David, Maria Tort, Linda D'Anna, Anne Krawic, Joshua Berger, Jessica Rossman, Fridah Mugo, Nancy Doon, Michael Shriberg, Erica Howard, Susan Lee & Jonathan Talbot 1998 "Ecology of increasing disease: population growth and environmental degradation." *BioScience* 48(10):817-26.
- Pimentel, David, Christa Wilson, Christine McCullum, Rachel Huang, Paulette Dwen, Jessica Flack, Quynh Tran, Tamara Saltman & Barbara Cliff 1997 "Economic and environmental benefits of biodiversity." *BioScience* 47(11):747-57.
- Pimm, Stuart L. 1997 "The value of everything." *Nature* 387:231-2.
- Pingali, Prabhu L. (ed.) 1999 *CIMMYT 1998-99 World Wheat Facts and Trends. Global Wheat Research in a Changing World: Challenges and Achievements*. International Maize and Wheat Improvement Center. Mexico City: CIMMYT. http://www.cimmyt.org/Research/economics/map/facts_trends/wheatft9899/htm/wheatft9899.htm.
- Pingali, Prabhu L. & Paul W. Heisey 1999 *Cereal Crop Productivity in Developing Countries: Past Trends and Future Prospects*. International Maize and Wheat Improvement Center. Economics Working Paper 99-03. http://www.cimmyt.cgiar.org/Research/Economics/PDFs/EWP%2099_03.pdf (アクセスできず).
- Plaschke, P., C. Janson, B. Balder, O. Lowhagen & B. Jarvholm 1999b "Adult asthmatics sensitized to cats and dogs: symptoms, severity, and bronchial hyperresponsiveness in patients with furred animals at home and patients without these animals." *Allergy* 54(8):843-50.

- Plaschke, P., C. Janson, E. Norrman, E. Bjornsson, S. Ellbjär & B. Jarvholm 1999a
“Association between atopic sensitization and asthma and bronchial hyperre-
sponsiveness in Swedish adults: pets, and not mites, are the most important
allergens.” *The Journal of Allergy and Clinical Immunology* 104(1):58-65.
- Plato 1961 *The Collected Dialogues*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Platts-Mills, Thomas A. E. & Melody C. Carter 1997 “Asthma and indoor exposure
to allergens.” *The New England Journal of Medicine* 336(19):1,382-4. <http://content.nejm.org/cgi/content/short/336/19/1382>.
- Platts-Mills, Thomas A. E. & Judith A. Woodfolk 1997 “Rise in asthma cases.”
Science 278:1,001.
- Plummer, N., Salinger, M.J., Nicholls, N., Suppiah, R., Hennessy, K.J., Leighton,
R.M, Trewin, B., Page, C.M. and Lough, J.M. 1999 “Changes in climate ex-
tremes over the Australian region and New Zealand during the twentieth cen-
tury.” *Climatic Change*, 42, 183-202.
- Pollack, H.N. & S. Huang 2001 “Global Borehole Temperature Database for
Climate Reconstruction.” [ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/paleo/borehole/
global.composite.txt](ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/paleo/borehole/global.composite.txt).(アクセスできず。プロジェクトのページは
<http://www.geo.lsa.umich.edu/~climate/index.html>)
- Pope, CA, III, M. J. Thun, M. M. Namboodiri, D. W. Dockery, J. S. Evans, F.
E. Speizer and C. W. Heath Jr. 1995 “Particulate air pollution as a predic-
tor of mortality in a prospective study of U.S. adults.” *American Journal of
Respiratory and Critical Care Medicine* 151:669-74.
- Pope, Charles 1998 “A year after Kyoto pact’s completion, the political heat is
unabated.” *CQ Weekly* 56(46):3,175-7.
- Population Reports 1998 “The coming water crisis.” *Population Reports* 26(1):3-4.
- PORG 1997 *Ozone in the United Kingdom: Fourth Report of the Photochemi-
cal Oxidants Review Group, 1997*. Prepared at the request of the Air and
Environment Quality Division, Department of the Environment, Transport
and the Regions. [http://www.aeat.co.uk/netcen/airqual/reports/porg/
fourth1.html](http://www.aeat.co.uk/netcen/airqual/reports/porg/fourth1.html).
- Porritt, Jonathon 1991 *Save the Earth*. London: Dorling Kindersley.
- Porter, Roy 1997 *The Greatest Benefit to Mankind: A Medical History of Humanity
from Antiquity to the Present*. London: Fontana Press.

- Portney, Paul R. & John P. Weyant 1999a "Introduction." In Portney & Weyant 1999b:1-11. <http://www.rff.org/books/chapterpdfs/Discountingch01.pdf>.
- Portney, Paul R. & John P. Weyant (eds.) 1999b *Discounting and Intergenerational Equity*. Washington, DC: Resources for the Future.
- Postel, Sandra L. 1998 "Water for food production: will there be enough in 2025?" *BioScience* 48(8):629-38.
- 1999 *Pillar of Sand: Can the Irrigation Miracle Last?* New York: Norton.
- Postel, Sandra L., Gretchen C. Daily & Paul R. Ehrlich 1996 "Human appropriation of renewable fresh water." *Science* 271:785-8.
- Postrel, Virginia 1991 "Of mice and men: an interview with Bruce Ames." *Reason Magazine*. December 1991. <http://reason.com/amesint.html>.
- Poulsen, Emil 1992 "Setting of limit values for chemicals and chemical compounds." In ATV 1992:37-47.
- Poulsen, Jørgen 1998 "Dissidentens stemme." [異端の声]. *Politiken*. 13 March 1998, section 2, pp. 3-4.
- Powell, Mark R. 1997 *Three-City Air Study*. Discussion Paper 97-29; Resources for the Future.
- Preboth, Monica 2000 "Clinical review of recent findings on the awareness, diagnosis and treatment of depression." *American Family Physician* 61(10):3,158-61.
- Preston, Samuel 1976 *Mortality Patterns in National Populations*. New York: Academic Press.
- 1995 "Human mortality throughout history and prehistory." In Simon 1995b:30-6.
- Preston, Samuel H., Nathan Keyfitz & Robert Schoen 1972 *Causes of Death: Life Tables for National Populations*. New York: Seminar Press.
- Pritchett, Lant 1997 "Divergence, big time." *Journal of Economic Perspectives* 11(3):3-17.
- Pritchett, Lant & Lawrence H. Summers 1996 "Wealthier is healthier." *Journal of Human Resources* 31(4):842-68.
- Protheroe, David, Kim Turvey, Kieran Horgan, Eddie Benson, David Bowers & Allan House 1999 "Stressful life events and difficulties and onset of breast cancer: case-control study." *British Medical Journal* 319:1,027-30.

- Putman, Susan W. & Jonathan Baert Wiener 1997 "Seeking safe drinking water."
In Graham & Wiener 1997:124-48.
- Putnam, Judith Jones & Jane E. Allshouse 1999 *Food Consumption, Prices, and Expenditures, 1970-97*. Food and Rural Economics Division, Economic Research Service, US Department of Agriculture. Statistical Bulletin 965. <http://www.ers.usda.gov/epubs/pdf/sb965>.
- Putnam, Judy & Shirley Gerrior 1999 "Trends in the U.S. food supply, 1970-97."
In Frazño 1999:133-60.
- Qian, B. D., J. Corte-Real & H. Xu 2000 "Is the North Atlantic Oscillation the most important atmospheric pattern for precipitation in Europe?" *Journal of Geophysical Research – Atmospheres*. 105(D9):11,901-10.
- QUARG 1993 *Diesel Vehicle Emissions and Urban Air Quality*. Second Report of the Quality of Urban Air Review Group. <http://www.aeat.co.uk/netcen/airqual/reports/quarg/q2intro.html>.
- QUARG 1996 *Airborne Particle Matter in the United Kingdom*. Third Report of the Quality of Urban Air Review Group. <http://www.aeat.co.uk/netcen/airqual/reports/quarg/q3intro.html>.
- Quinn, Niall 1995 "Parkinsonism – recognition and differential diagnosis." *British Medical Journal* 310:447-52.
- Rabalais, Nancy N., R. Eugene Turner, Dubravko Justić, Quay Dortch & William J. Wiseman Jr. 1999 *Gulf of Mexico Hypoxia Assessment: Topic #1. Characterization of Hypoxia*. Hypoxia Work Group, White House Office of Science and Technology Policy, Committee on Environment and Natural Resources for the EPA Mississippi River/Gulf of Mexico Watershed Nutrient Task Force. NOAA Coastal Ocean Program. http://www.nos.noaa.gov/products/pubs_hypox.html.
- Radetzki, Marian 1997 "The economics of biomass in industrialized countries: an overview." *Energy Policy* 25(6):545-54.
- 1999 "Taxation of greenhouse gases: why Kyoto will not be implemented." *International Journal of Global Energy Issues* 12(7-8):372-6.
- Raloff, J. 1993 "Valdez spill leaves lasting oil impacts." *Science News* 143(7):103-4.
- 1997 "Is synergy of estrogen mimics an illusion?" *Science News* 152(5):69.
- 1998 "How inhaled dust harms the lungs." *Science News* 153(5):68.

- Rasborg, Klaus 1997 "Refleksiv modernisering i risikosamfundet." [リスク社会における反射的現代化]. *Dansk Sociologi* 2(8):7-20.
- Raskin, P., P. Gleick, P. Kirshen, R. G. Pontius Jr. & K. Strzepek 1997 "Water futures: assessment of long-range patterns and problems." Background document for CSD 1997. Stockholm: Stockholm Environment Institute.
- Rathje, William & Cullen Murphy 1992 *Rubbish! What Our Garbage Tells Us about Ourselves*. New York: HarperPerennial.
- Rauber, Paul & Reed McManus 1994 "Down on the farm bureau." *Sierra* 79(6):32-3.
- Rave, Peter & Ghilleen Prance 1991 "The richness of life." In Porritt 1991:70-3.
- Rawls, John 1972 *A Theory of Justice*. Oxford: Oxford University Press. 邦訳は一応存在はしている。
- Reader, M. C. & G. J. Boer 1998 "The modification of greenhouse gas warming by the direct effect of sulphate aerosols." *Climate Dynamics* 14:593-607.
- Readman, J. W., J. Bartocci, I. Tolosa, S. W. Fowler, B. Oregioni & M. Y. Abdurraheem 1996 "Recovery of the coastal marine environment in the Gulf following the 1991 war-related oil spills." *Marine Pollution Bulletin* 32(6):493-8.
- Readman, J. W., S. W. Fowler, J.-P. Villeneuve, C. Cattini, B. Oregioni & L. D. Mee 1992 "Oil and combustion-product contamination of the Gulf marine environment following the war." *Nature* 358:662-5.
- Reaka-Kudla, Marjorie, Don E. Wilson & Edward O. Wilson (eds.) 1997 *Biodiversity II*. Washington, DC: Joseph Henry Press.
- Rector, Robert 1995 "How 'poor' are America's poor?" In Simon 1995b:241-56.
- Red Cross 1998 *World Disasters Report*. International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies. Oxford: Oxford University Press.
- Reeves, Timothy G., Sanjaya Rajaram, Maarten van Ginkel, Richard Trethowan, Hans-Joachim Braun & Kelly Cassaday 1999 *New Wheats for a Secure, Sustainable Future*. Mexico City: CIMMYT. <http://www.cimmyt.org/whatisimmyt/pdf/New%20Wheats.pdf>.
- Regis, Ed 1997 "The environment is going to hell," *Wired* 5(2):136-40, 193-8.
- Reid, W. V. 1992 "How many species will there be?" In Whitmore & Sayer 1992:55-74.
- Reilly, J. M. & D. Schimmelpfennig 1999 "Agricultural impact assessment, vulner-

- ability, and the scope for adaptation." *Climatic Change* 43(4):745-88.
- Reisner, Barbara S. 1996 "Plague – past and present." *Clinical Microbiology Newsletter* 18(20):153-6.
- Reiter, Paul 2000 "From Shakespeare to Defoe: malaria in England in the Little Ice Age." *Emerging Infectious Diseases* 6(1):1-10. <http://www.cdc.gov/ncidod/eid/vol6no1/reiter.htm>.
- Rejesus, Roderick M., Paul W. Heisey & Melinda Smale 1999 *Sources of Productivity Growth in Wheat: A Review of Recent Performance and Medium- to Long-Term Prospects*. International Maize and Wheat Improvement Center. Economics Working Paper 99-05. <http://www.aces.uiuc.edu/~ILwfood/related/rods.PDF>.
- Reuters 1998 "Altered-gene potatoes hurt rats, report says. Scientist urges more study prior to use by humans." Monday, August 10, 1998. http://www.desnews.com/cgi-bin/libstory_reg?dn98&9808100179.
- Reynolds, Tom 1998a "Causes of childhood leukemia beginning to emerge." *Journal of the National Cancer Institute* 90(1):8-10.
- Reynolds, Tom 1998b "Researchers hunt for elusive environmental causes of leukemia." *Journal of the National Cancer Institute* 90(2):90-2.
- Richards, John F. 1990 "Land transformation." In Turner *et al.* 1990:163-80.
- Ridnouer, Nathan M. 1998 "Cities bracing for 'climate event of the century'." *Nation's Cities Weekly* 21(12):14.
- Ries, Lynn A. G., Phyllis A. Wingo, Daniel S. Miller, Holly L. Howe, Hannah K. Weir, Harry M. Rosenberg, Sally W. Vernon, Kathleen Cronin & Brenda K. Edwards 2000 "The annual report to the nation on the status of cancer, 1973-1997, with a special section on colorectal cancer." *Cancer* 88(10):2,398-424. http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/75504286/FILE?TPL=ftx_start.
- Riiskjær, Erik 1988 *Når lofterne drysset i kommunen: en historie fra den lokalpolitiske virkelighed*. [アスベスト天井に関する近郊政治の物語]. Århus: Politica.
- Riley, James C. 1990 "The risk of being sick: morbidity trends in four countries." *Population and Development Review* 16:403-42.
- 1992 "From a high mortality regime to a high morbidity regime: is culture everything in sickness?" *Health Transition Review* 2:71-8. <http://nceph.anu>.

- edu.au/htc/pdfs/Comnt2_1.pdf.
- 1993 “Understanding morbidity change: comment on an article by Murray and Chen.” *Population and Development Review* 19(4):807-11.
- 1997 *Why are Morbidity and Mortality Rarely Parallel?* Working Paper 97-10, Department of History, Indiana University. http://www.indiana.edu/~pirt/PIRT_WP/wp97-10.html.
- Riley, James C. & George Alter 1996 “The sick and the well: adult health in Britain during the health transition.” *Health Transition Review Supplement* 6:19-44. <http://eprints.anu.edu.au/archive/00000891/>.
- Ritter, Len, Clark Heath Jr., Elizabeth Kaegi, Howard Morrison & Susan Sieber 1997 “Report of a panel on the relationship between public exposure to pesticides and cancer.” *Cancer* 80:2,019-33.
- Robinson, John P. 1995 “Trends in free time.” In Simon 1995b:224-30.
- Robinson, John P. & Ann Bostrom 1994 “The overestimated workweek? What time diary measures suggest.” *Monthly Labor Review* 117(8)11-23. <http://stats.bls.gov/opub/mlr/1994/08/art2full.pdf>.
- Robinson, John P. & Geoffrey Godbey 1997 *Time for Life: The Surprising Ways Americans Use Their Time*. University Park: Pennsylvania State University Press.
- 1999 *Time for Life: The Surprising Ways Americans Use Their Time*. 2nd edn. University Park: Pennsylvania State University Press.
- Rodhe, H., R. J. Charlson & T. L. Anderson 2000 “Avoiding Circular Logic in Climate Modeling.” *Climatic Change* 44:419-22.
- Rodricks, Joseph V. 1992 *Calculated Risks: Understanding the Toxicity and Human Health Risks of Chemicals in Our Environment*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rogers, David J. & Sarah E. Randolph 2000 “The Global Spread of Malaria in a Future, Warmer World.” *Science* 289(5485):1763-6.
- Rogoff, Kenneth 1996 “The purchasing power parity puzzle.” *Journal of Economic Literature* 34(2):647-68.
- Roll-Hansen, Nils 1994 “Science, politics, and the mass media: on biased communication of environmental issues.” *Science, Technology & Human Values* 19(3):324-41.

- Romano, Mike 1999 "A questionable verdict." *U.S. News & World Report* 126(19):28.
- Rones, Philip L., Randy E. Ilg & Jennifer M. Gardner 1997 "Trends in hours of work since the mid-1970s." *Monthly Labor Review* 120(4):3-14. <http://www.bls.gov/opub/mlr/1997/04/art1full.pdf>.
- Rosenstreich, David L., Peyton Eggleston, Meyer Kattan, Dean Baker, Raymond G. Slavin, Peter Gergen, Herman Mitchell, Kathleen McNiff-Mortimer, Henry Lynn, Dennis Ownby & Floyd Malveaux 1997 "The role of cockroach allergy and exposure to cockroach allergen in causing morbidity among inner-city children with asthma." *The New England Journal of Medicine* 336(19):1,356-63. <http://www.nejm.org/content/1997/0336/0019/1356.asp>.
- Rosenzweig, Cynthia & Martin L. Parry 1994 "Potential impact of climate change on world food supply." *Nature* 367:133-8.
- Rosner, David & Gerald Markowitz 1999 "Labor day and the war on workers." *American Journal of Public Health* 89(9):1,319-21.
- Ross, Julie A., Max J. Coppes & Leslie L. Robison 1999 "Population density and risk of childhood acute lymphoblastic leukaemia." *The Lancet* 354:532.
- Ross, Shelagh & Roger Blackmore 1996 "Atmospheres and climatic change." In Blackmore & Reddish 1996:129-91.
- Rossow, William B. & Robert A. Schiffer 1999 "Advances in understanding clouds from ISCCP." *Bulletin of the American Meteorological Society* 80(11):2,261-87. <http://ams.allenpress.com/>.
- Rötter, R. & S. C. van de Geijn 1999 "Climate change effects on plant growth, crop yield and livestock." *Climatic Change* 43(4):651-81.
- Royal Society 1999 *Review of data on possible toxicity of GM potatoes*. 11/99. <http://www.royalsoc.ac.uk/files/statfiles/document-29.pdf>.
- Royte, Elizabeth & Harry Benson 2001 "The Gospel According to John." *Discover* 22(2):66-73.
- Rozanov, Boris G., Viktor Targulian & D. S. Orlov 1990 "Soils." In Turner *et al.* 1990:203-14.
- RRI 1998 "Audit Report of Rowett Research on Lectins. Genetically Modified Organisms." Rowett Research Institute. <http://www.rri.sari.ac.uk/press/pr04.98.html> .

- Russell, Josiah Cox 1978 "Population in Europe 500-1500." In Cipolla 1978:1:25-71.
- Saad, Lydia 1999 "Environmental concern wanes in 1999 Earth Day poll: Americans still care, but more likely to see progress." *Poll Releases*, 22 April 1999. <http://www.gallup.com/poll/releases/pr990422.asp>.
- Saad, Lydia & Riley E. Dunlap 2000 "Americans are environmentally friendly, but issue not seen as urgent problem: concern has dropped somewhat over past decade." *Poll Releases* 17 April 2000. <http://www.gallup.com/poll/releases/pr000417.asp>.
- Sabziparvar, Ali-Akbar 1997 "A model derived surface climatology of surface daily ultraviolet irradiance including an estimate of trends due to changes in atmospheric composition." PhD thesis, University of Reading. データは以下からダウンロード可能: <http://www.met.rdg.ac.uk/~piers/ali/ali.html> (アクセスできず).
- Sabziparvar, Ali-Akbar, Keith P. Shine & Piers M. de F. Forster 1999 "Environmental photobiology and UVR effects – a model-derived global climatology of UV irradiation at the earth's surface." *Photochemistry and Photobiology* 69(2):193-202.
- Sadar, Ziauddin 2000 "Put blame for BSE where it belongs." *New Statesman*, 10/23/2000, p17.
- Saeijs, H. L. F. & M. J. van Berkel 1995 "Global water crisis: the major issue of the 21st century, a growing and explosive problem." *European Water Pollution Control* 5(4):26-40.
- Safe, Stephen H. 1995 "Environmental and dietary estrogens and human health: is there a problem?" *Environmental Health Perspectives* 103(4):346-51.
- 1997a "Is there an association between exposure to environmental estrogens and breast cancer." *Environmental Health Perspectives Supplements* 105(3):675-8.
- 1997b "Xenoestrogens and breast cancer." *New England Journal of Medicine* 337(18):1,303-4.
- 1998 "Interactions between hormones and chemicals in breast cancer." *Annual Review of Pharmacological Toxicology* 38:121-58.
- Sagoff, Mark 1995 "Carrying capacity and ecological economics." *BioScience* 45(9):610-20.

-
- 1997 “Can we put a price on nature’s services?” *Report from the Institute for Philosophy & Public Policy* 17:3. <http://www.puaf.umd.edu/ippp/nature.htm>.
- 1999 “Controlling global climate: the debate over pollution trading.” *Report from the Institute for Philosophy & Public Policy* 19:1. http://www.puaf.umd.edu/ippp/winter99/controlling_global_climate.htm.
- Sahagian, Dork L., Frank W. Schwartz & David K. Jacobs 1994 “Direct anthropogenic contributions to sea level rise in the twentieth century.” *Nature* 367:54-7.
- Saidi, James A., David T. Chang, Erik T. Goluboff, Emilia Bagiella, Geary Olsen & Harry Fisch 1999 “Declining sperm counts in the United States? A critical review.” *The Journal of Urology* 161:460-2.
- Sandman, Peter M. 1996 “Mass media and environmental risk: seven principles.” *Risk: Health, Safety and Environment* 5. <http://www.fplc.edu/risk/vol15/summer/sandman.htm>.
- Sandweiss, Daniel H., James B. Richardson III, Elizabeth J. Reitz, Harold B. Rollins & Kirk A. Maasch 1996 “Geoarchaeological evidence from Peru for a 5000 years B.P. onset of El Niño.” *Science* 273:1,531-3.
- 1997 “Determining the early history of El Niño.” *Science* 276:966-7.
- Sankovski, Alexei, Wiley Barbour & William Pepper 2000 “Quantification of the IS99 Emission Scenario Storylines Using the Atmospheric Stabilization Framework.” *Technological Forecasting and Social Change* 63: 263-87.
- Santer, B. D., T. M. L. Wigley, D. J. Gaffen, L. Bengtsson, C. Doutriaux, J. S. Boyleft, M. Esch, J. J. Hnilo, P. D. Jones, G. A. Meehl, E. Roeckner, K. E. Taylor & M. F. Wehner 2000 “Interpreting differential temperature trends at the surface and in the lower troposphere.” *Science* 287:1,227-32.
- Saphir, Ann 1998 “Farmers and cancer: old crop of data gets new scrutiny.” *Journal of the National Cancer Institute* 90(9):651-3.
- Sarkar, Prabirjit 1999 “Theory of convergence and real income divergence 1950-92.” *Economic and Political Weekly*, 20 February 1999:500-4.
- Schade, G. & B. Heinzow 1998 “Organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in human milk of mothers living in northern Germany: current extent of contamination, time trend from 1986 to 1997 and factors that influence the

- levels of contamination.” *The Science of the Total Environment* 215(1-2):31-9.
- Schechter, A., P. Toniolo, L. C. Dai, L. T. B. Thuy & M. S. Wolff 1997 “Blood levels of DDT and breast cancer risk among women living in the north of Vietnam.” *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 33:453-6.
- Schelling, Thomas C. 1992 “Some economics of global warming.” *American Economic Review* 82(1):1. <http://sedac.ciesin.org/mva/iamcc.tg/articles/SC1992/SC1992.html>.
- 1996 “The economic diplomacy of geoengineering.” *Climatic Change* 33:303-7.
- 1999 “Intergenerational Discounting.” In Portney & Weyant 1999:99-102.
- Schellnhüber, Hans Joachim & Gary Wynn Yohe 1997 *Comprehending the Economic and Social Dimensions of Climate Change by Integrated Assessment*. Potsdam: Potsdam Institute for Climate Impact Research. http://www.pik-potsdam.de/portrait/schellnh/home/hjs_talk/hjs_ge_1.htm.(アクセスできず)
- Scherr, Sara J. 1999 “Soil degradation: a threat to developing-country food security by 2020?” Food, Agriculture, and the Environment Discussion Paper 27, International Food Policy Research Institute. <http://www.ifpri.org/2020/dp/dp27.pdf>.
- Scheuplein, Robert 1991 “Do pesticides cause cancer?” *Consumers’ Research Magazine* 74(12):30-3.
- Schiermeier, Quirin 2000 “Novartis pins hopes for GM seeds on new marker system.” *Nature* 406(6,799):924.
- Schipper, L. J., R. Haas & C. Sheinbaum 1996 “Recent trends in residential energy use in OECD countries and their impact on carbon dioxide emissions: a comparative analysis of the period 1973-1992.” *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 1(2):167-96.
- Schmitt, C. J. & C. M. Bunck 1995 “Persistent environmental contaminants in fish and wildlife.” In NBS 1995:413-16.
- Schneider, Friedrich & Dominik Enste 2000 “Shadow economies around the world – size, causes, and consequences.” *Journal of Economic Literature* 38(1):77-114.
ワーキングペーパーは以下からダウンロード可能: <http://www.lrz-muenchen.de/~u5121aw/ceswww/c02.htm>.
- Schneider, Keith 1991 “U.S. backing away from saying dioxin is a deadly peril: a

- new assessment begins." *New York Times*, 15 August, 140(48,693):A1, D23.
- Scholten, M. C. Th., K. J. M. Kramer & R. W. P. M. Laane 1998 "Trends and variation in concentration of dissolved metals (Cd, Cu, Pb, and Zn) in the North Sea (1980-1989)." *ICES Journal of Marine Science* 55(5):825-34.
- Schor, J. 1991 *The Overworked American*. New York: Basic Books.
- Schroll, Henning, Kåre Fog, Christian Ege & Jaenne Lind Christiansen (eds.) 1999 *Fremtidens Pris: Talmagi i Miljøpolitikken*. [未来の値段: 環境政策における統計と魔法]. Copenhagen: Det økologiske Råd & Mellemlfolkeligt Samvirke.
- Schultz, T. Paul 1998 "Inequality in the distribution of personal income in the world: how it is changing and why." *Journal of Population Economics* 11:307-44.
- Scott, Michael 1994 *The Young Oxford Book of Ecology*. Oxford: Oxford University Press.
- Sears, Malcolm R. 1997a "Descriptive epidemiology of asthma." *The Lancet*, supplement *Asthma* 350(9,085):1-4.
- 1997b "Epidemiology of childhood asthma." *The Lancet* 350:9,083:1,015-20.
- Sedjo, Roger A. & Marion Clawson 1995 "Global forests revisited." In Simon 1995b:328-45.
- SEER 2000a *SEER Cancer Statistics Review, 1973-1997*. NCI (National Cancer Institute) Surveillance, Epidemiology, and End Results program. http://seer.cancer.gov/csr/1973_1997/.
- 2000b *SEER*Stat 3.0*. Statistical system for the analysis of SEER incidence database, August 1999 submission, 1973-1997 diagnoses. CD-ROM from <http://seer.cancer.gov/seerstat/>.
- Semiati, Raphael 2000 "Desalination: present and future." *Water International* 25(1):54-65.
- Serageldin, Ismail 1995 *Toward Sustainable Management of Water Resources*. World Bank, Directions in Development 14,910.
- Shafik, Nemat 1994 "Economic development and environmental quality: an econometric analysis." *Oxford Economic Papers* 46:757-73.
- Shah, Tushaar, David Molden, R. Sakthivadivel & David Seckler 2000 *The Global Groundwater Situation: Overview of Opportunities and Challenges*. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute. <http://www.cgiar.org/iwmi/pubs/WWVisn/GrWater.pdf>.

- Shaheen, S. O., J. A. Sterne, S. M. Montgomery & H. Azima 1999 "Birth weight, body mass index and asthma in young adults." *Thorax* 54(5):396-402.
- Shammas, Carole 1993 "A new look at long-term trends in wealth inequality in the United States." *The American Historical Review* 98(2):412-31.
- Sharma, Dinesh C. 1999 "Alarming amounts of lead found in Indian children." *The Lancet* 353:647.
- Sharpe, J. A. 1987 *Early Modern England: A Social History 1550-1760*. London: Arnold.
- Sharpe, Richard M. 1995 "On the importance of being Earnest." *Human and Experimental Toxicology* 14:462-6.
- Sharpe, Richard M. & Niels E. Skakkebaek 1993 "Are oestrogens involved in falling sperm counts and disorders of the male reproductive tract?" *The Lancet* 341:1,392-5.
- Sherins, Richard J. 1995 "Are semen quality and male fertility changing?" *New England Journal of Medicine* 332(5):327-8. <http://content.nejm.org/cgi/content/short/332/5/327>.
- Shiklomanov, Igor A. 1993 "World fresh water resources." In Gleick 1993:13-24.
- 2000 "Appraisal and assessment of world water resources." *Water International* 25(1):11-32. <http://www.iwra.siu.edu/win/win90s.html#251>.
- Shine, Keith P. & Piers M. de F. Forster 1999 "The effect of human activity on radiative forcing of climate change: a review of recent developments." *Global and Planetary Change* 20:205-25.
- Shute, Nancy, Thomas Hayden, Charles W. Petit, Rachel K. Sobel, Kevin Whitelaw & David Whitman 2001 "The Weather Turns Wild." *U.S. News & World Report*, February 5, 130(5):44-50.
- Shuval, Hille "Israel: national water resources conservation planning and policies for rapid economic development and conditions of severe scarcity." In Lundqvist & Gleick 1997:37-9.
- SID 1995 *Rapport om økologisk jordbrugsreform*. [有機農業改革に関する報告]. Copenhagen: Speciealarbejderforbundet i Danmark.
- Sigurdson, A. J., S. Chang, J. F. Annegers, C. M. Duphorne, P. C. Pillow, R. J. Amato, L. P. Hutchinson, A. M. Sweeney & S. S. Strom 1999 "A case-control study of diet and testicular carcinoma." *Nutrition and Cancer* 34(1):20-6.

- Simberloff, D. 1992 "Do species-area curves predict extinction in fragmented forest?" In Whitmore & Sayer 1992:75-90.
- Simon, Julian 1995a "Why do we hear prophecies of doom from every side?" *Futurist* 29(1):19-24.
- (ed.) 1995b *The State of Humanity*. Oxford: Blackwell.
- 1996 *The Ultimate Resource 2*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Simon, Julian & Rebecca Boggs 1995 "Trends in the quantities of education – USA and elsewhere." In Simon 1995b:208-23.
- Simon, Julian L., G. Weinrauch and S. Moore 1994 "The reserves of extracted resources: historical data." *Non-Renewable Resources* 325-40. Text from <http://www.inform.umd.edu/EdRes/Colleges/BMGT/.Faculty/JSimon/Articles/RESOURCE.txt>. (アクセスできず、同じテキストが <http://www.juliansimon.com/writings/Articles/RESOURCE.txt> で参照可能)
- Simon, Julian L. & Aaron Wildavsky 1995 "Species loss revisited." In Simon 1991:346-62.
- Simons Jr., S. Stoney 1996 "Environmental estrogens: can two 'alrights' make a wrong?" *Science* 272:1,451.
- Simpson, David R. & Amy B. Craft 1996 *The Social Value of Using Biodiversity in New Pharmaceutical Product Research*. Discussion Paper 96-23. Washington, DC: Resources for the Future. http://www.rff.org/disc_papers/PDF_files/9633.pdf.
- Simpson, David R. & Roger A. Sedjo 1996 *Valuation of Biodiversity for Use in New Product Research in a Model of Sequential Search*. Discussion Paper 96-27. Washington, DC: Resources for the Future. http://www.rff.org/disc_papers/PDF_files/9627.pdf.
- Singer, Elanor & Phyllis Endreny 1993 *Reporting on Risk: How the Mass Media Portray Accidents, Diseases, Disasters, and Other Hazards*. New York: Russel Sage Foundation.
- Singer, Peter 1977 *Animal Liberation*. New York: Avon Books.
- Siwar, Chamhuri & Mohd. Yusof Kasim 1997 "Urban development and urban poverty in Malaysia." *International Journal of Social Economics* 24(12):1,524-35.

- Skakkebaek, Niels E. 1997 "Mandlig infertilitet." [男性不妊]. *Ugeskrift for Læger* 159(25):3,922-3.
- Skole, David & Compton Tucker 1993 "Tropical deforestation and habitat fragmentation in the Amazon: satellite data from 1978 to 1988." *Science* 260:1,905-10.
- Skou Andersen, Michael & Michael W. Hansen 1991 *Vandmiljøplanen: fra symbol til handling*. [水環境アクションプラン—シンボルから行動へ]. Herlev: Niche.
- Slovic, P., B. Fischhoff & S. Lichtenstein 1979 "Weighing the risks." *Environment* 21:14-20, 36-9.
- 1986 "Informing the public about the risks from ionizing." In Arkes & Hammond 1986:114-26.
- Slovik, P. 1987 "Perception of risk." *Science* 236:280-5.
- Smil, Vaclav 1990 "Nitrogen and phosphorus." In Turner *et al.* 1990:423-36.
- 1997 "Global population and the nitrogen cycle." *Scientific American* 277(1):76-81.
- 1999 "Crop residues: agriculture's largest harvest." *BioScience* 49(4):299-308.
- Smith, Daniel 1999a "Worldwide trends in DDT levels in human breast milk." *International Journal of Epidemiology* 28:179-88.
- Smith, David H., Daniel C. Malone, Kenneth A. Lawson, Lynn J. Okamoto, Carmelina Battista & William B. Saunders 1997a "A national estimate of the economic costs of asthma." *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 156(3):787-93. <http://ajrccm.atsjournals.org/cgi/content/full/156/3/787>.
- Smith, Douglas A., Keith Vodden, Leon Rucker & Rose Cunningham 1997b *Global Benefits and Costs of the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer*. Report made for Environment Canada by ARC, Applied Research Consultants. http://www.ec.gc.ca/ozone/choices/index_e.html (アクセスできず、サマリーは http://www.ec.gc.ca/press/protocol_b_e.htm).
- Smith, Eddie 1999b "Atlantic and East Coast hurricanes 1900-98: a frequency and intensity study for the twenty-first century." *Bulletin of the American Meteorological Society* 80(12):2,717-20. <http://ams.allenpress.com/amsonline/?request=get-pdf&file=i1520-0477-080-12-2717.pdf>.
- Smith, F. D. M., R. M. May, R. Pellew, T. H. Johnson & K. R. Walter 1993a

- “Estimating extinction rates.” *Nature* 364:494-6.
- Smith, Gar 2000 “W2K: the extreme weather era.” *Earth Island Journal* 15(2):36-8.
- Smith, Katherine Reich 1994 “Science and social advocacy: a dilemma for policy analysts.” *Choices: The Magazine of Food, Farm & Resource Issues* 9(1):19-22.
- Smith, Richard A. & Richard B. Alexander 2000 “Sources of nutrients in the nation’s watersheds.” US Geological Survey. Proceedings from the Natural Resource, Agriculture, and Engineering Service Conference *Managing Nutrients and Pathogens from Animal Agriculture*, 28-30 March 2000, Camp Hill, Pennsylvania. http://water.usgs.gov/nawqa/sparrow/nut_sources/nut_sources.htm.
- Smith, Richard A., Richard B. Alexander & Kenneth J. Lanfear 1993b *Stream Water Quality in the Conterminous United States: Status and Trends of Selected Indicators During the 1980’s*. US Geological Survey Water Supply Paper 2400. <http://water.usgs.gov/nwsum/sal/index.html>.
- Smith, Tom W. 1979 “Happiness: Time Trends, Seasonal Variations, Intersurvey Differences, and Other Mysteries.” *Social Psychology Quarterly* 42(1):18-30.
- Socialdemokratiet 1996 *Socialdemokratiets arbejdsprogram 1996-2000*. [社会民主党作業プログラム 1996-2000]. <http://www.socialdemokratiet.dk/main/om/arbejd.shtml>.(アクセスできず)
- Socolow, Robert H. 1999 “Nitrogen management and the future of food: lessons from the management of energy and carbon.” *Proceedings of the National Academy of Science* 96:6,001-8. <http://www.pnas.org/>.
- SOLEC 1995 *State of the Great Lakes 1995*. State of the Lakes Ecosystem Conference. <http://www.on.ec.gc.ca/glimr/data/sogl-final-report/>.(アクセスできず)
- 1999 *State of the Great Lakes 1999*. State of the Lakes Ecosystem Conference. <http://www.on.ec.gc.ca/glimr/data/state-of-the-lakes/99/>.
- Solenergiudvalget 1998 *Solenergi: Handlingsplan 1998-2000*. [太陽光エネルギー：アクションプラン 1998-2000]. Energistyrelsens Solenergi Udvalg, January 1998.
- Solow, Robert M. 1986 “On the intergenerational allocation of natural resources.” *Scandinavian Journal of Economics* 88:141-9.
- Sonneveld, D. J., H. J. Hoekstra, W. T. Van der Graaf, W. J. Sluiter, H. Schraffordt Koops & D. T. Sleijfer 1999 “The changing distribution of stage in nonsemino-

- matous testicular germ cell tumours, from 1977 to 1996." *BJU International* 84(1):68-74.
- Sprecher, Susan & Kathleen McKinney 1993 *Sexuality*. London: Sage Publications.
- Srivastava, A. & N. Kreiger 2000 "Relation of physical activity to risk of testicular cancer." *American Journal of Epidemiology* 151(1):78-87.
- Statistics Denmark 1975a *Statistisk Årbog 1975*. [デンマーク統計年鑑 1975]. Copenhagen: Statistics Denmark.
- 1975b *Statistisk Tiårsoversigt 1975*. Copenhagen: Statistics Denmark.
- 1985 *Statistisk Tiårsoversigt 1985*. Copenhagen: Statistics Denmark.
- 1992 *Statistisk Tiårsoversigt 1992*. Copenhagen: Statistics Denmark.
- 1995 *50-års Oversigten*. [デンマーク 50 年史]. Copenhagen: Statistics Denmark.
- 1997a *Statistisk årbog 1997*. Copenhagen: Statistics Denmark.
- 1997b *Statistisk Tiårsoversigt 1997*. Copenhagen: Statistics Denmark.
- Steadman, David W. 1995 "Prehistoric extinctions of Pacific island birds: biodiversity meets zooarchaeology." *Science* 267:1,123-31.
- Stedman, John R., Emma Linehan, Sarah Espenhahn, Beth Conlan, Tony Bush & Trevor Davies 1998 *Predicting PM₁₀ concentrations in the UK*. AEAT 4630. A report produced for the Department of the Environment, Transport and the Regions. <http://www.aeat.co.uk/netcen/airqual/reports/pm10rep/pcontents.htm>.
- Stedman, John R., Emma Linehan & Katie King 1999 *Quantification of the Health Effects of Air Pollution in the UK for the Review of the National Air Quality Strategy*. A report produced for the Department of the Environment, Transport and the Regions. <http://www.aeat.co.uk/netcen/airqual/reports/health/health.html>.
- Stiefel, Chana 1997 "Plastic's brand new spin." *Science World* 54(7):17-19.
- Stiller, C. A. & P. J. Boyle 1996 "Effect of population mixing and socioeconomic status in England and Wales, 1979-85, on lymphoblastic leukaemia in children." *British Medical Journal* 313:1,297-1,300. <http://www.bmj.com/cgi/content/full/313/7068/1297>.
- Stocks, Brian J. 1991 "The extent and impact of forest fires in northern circumpolar countries." In Levine 1991:197-202.

- Stone, Lawrence 1979 *The Family, Sex and Marriage in England 1500-1800*. London: Penguin.
- Stone, Mark & Kalpana Kochar 1998 *The East Asian Crisis: Macroeconomic Developments and Policy Lessons*. International Monetary Fund, Working Paper WP/98/128. <http://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/wp98128.pdf>.
- Stork, Nigel E. 1997 "Measuring global biodiversity and its decline." In Wilson *et al.* 1997:41-68.
- Storm, H. H., J. Pihl, E. Michelsen and A. L. Nielsen 1996 *Cancer Incidence in Denmark 1993*. Copenhagen: Kræftens Bekæmpelse.
- Subak, S., J. P. Palutikof, M. D. Agnew, S. J. Watson, C. G. Bentham, M. G. R. Cannell, M. Hulme, S. McNally, J. E. Thornes, D. Waughray & J. C. Woods 2000 "The impact of the anomalous weather of 1995 on the U.K. economy." *Climatic Change* 44:1-26.
- Summers, Robert & Alan Heston 1991 "The Penn World Table (Mark 5): an expanded set of international comparisons, 1950-1988." *The Quarterly Journal of Economics* 106(9):327-68.
- 1995 *Penn World Tables Version 5.6*. Downloadable at <http://datacentre.chass.utoronto.ca/pwt/index.html>.
- Suominen, Jyrki & Matti Vierula 1993 "Semen quality of Finnish men." *British Medical Journal* 306:1,579.
- Sutherland, Ronald J. 2000 "'No Cost' Efforts to Reduce Carbon Emissions in the U.S.: An Economic Perspective." *Energy Journal* 21(3):89-112.
- Sutherland, S. E., V. B. Benard, J. E. Keil, H. Austin and D. G. Hoel 1996 "Pesticides and twenty year risk of breast cancer." 29th Annual Meeting of the Society for Epidemiological Research, Boston, MA, 12-15 June 1996. *American Journal of Epidemiology*, SER Abstracts 143(11):133.
- Svensmark, Henrik & Eigil Friis-Christensen 1997 "Variation of cosmic ray flux and global cloud coverage – a missing link in solar-climate relationships." *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics* 59(11):1,225-32.
- Svensson, Ola 1981 "Are we all less risky and more skillful than our fellow drivers?" *Acta Psychologica* 47:143-8.
- Swan, Shanna H., Eric P. Elkin & Laura Fenster 1997 "Have sperm densities declined? A reanalysis of global trend data." *Environmental Health Perspectives*

- 105(11):1,228-32.
- Swiss Re 1997 *Tropical cyclones*. Swiss Reinsurance Company. <http://www.swissre.com/>.
- 1999 “Natural catastrophes and man-made disasters 1998: storms, hail and ice cause billion-dollar losses.” *Sigma* 1/1999. Swiss Reinsurance Company. <http://www.swissre.com/INTERNET/pwswpspr.nsf/fmBookMarkFrameSet?ReadForm&BM=./a2c3aad3ba6ba44bc125699a005d2ba1/66bace34d86819e8c1256a62002cb068ba08b46b39f6c1256ccd0050db9c?OpenDocument>.
- 2000 “Natural catastrophes and man-made disasters 1999: storms and earthquakes lead to the second-highest losses in insurance history.” *Sigma* 2/2000. Swiss Reinsurance Company. <http://www.swissre.com/INTERNET/pwswpspr.nsf/a2c3aad3ba6ba44bc125699a005d2ba1/b068ba08b46b39f6c1256ccd0050db9c?OpenDocument>.
- Tangcharoensathien, Viroj, Piya Harnvoravongchai, Siriwan Pitayarangsarit & Vijj Kasemsup 2000 “Health impacts of rapid economic changes in Thailand.” *Social Science & Medicine* 51:789-807.
- Tarone, Robert E., Kenneth C. Chu & Leslie A. Gaudette 1997 “Birth cohort and calendar period trends in breast cancer mortality in the United States and Canada.” *Journal of the National Cancer Institute* 89:251-6.
- Taylor, A. J. Newman 1998 “Asthma and allergy definitions and distinctions.” *British Medical Journal* 316:997-9.
- Taylor, David 1988 *Mastering Economic and Social History*. London: Macmillan.
- Taylor, Dorceta E. 2000 “The rise of the environmental justice paradigm.” *American Behavioral Scientist* 43(4):508-80.
- Teknologidata 1995 *Teknologidata for vedvarende energianlæg*. Copenhagen: Energistyrelsen.
- Teknologirådet 1997 *Drikkevand – rent vand, men hvordan?* [飲料水—清潔な水をいかにして?] The Danish Technology Assessment Council on Drinking Water. <http://www.ing.dk/tekraad/udgiv/945/p97drik/p97drik.htm>. (アクセスできず)
- Tenenbaum, Dave 1995 “Beyond the green revolution.” *World & I* 10(8):168-74.
- Tengs, Tammy O. 1997 “Dying too soon: how cost-effectiveness analysis can save lives.” *NCPA Policy Report* 204. <http://www.public-policy.org/~ncpa/>

- [studies/s204/s204.html](#).
- Tengs, Tammy O., Miriam E. Adams, Joseph S. Pliskin, Dana Gelb Safran, Joanna E. Siegel, Milton C. Weinstein & John D. Graham 1995 "Five-hundred life-saving interventions and their cost-effectiveness." *Risk Analysis* 15(3):369-90.
- Tengs, Tammy O. & John D. Graham 1996 "The opportunity costs of haphazard social investments in life-saving." In Hahn 1996:167-82.
- Tennant, David R. (ed.) 1997 *Food Chemical Risk Analysis*. London: Blackie Academic & Professional.
- Tessmer, Joseph M. 1999 "Comparing international crash statistics." *Journal of Transportation and Statistics* 2(2):159-66. <http://www.bts.gov/programs/jts/V2N2/05tess.pdf>.
- Tett, S. F. B., P. A. Stott, M. R. Allen, W. J. Ingram & J. F. B. Mitchell 1999 "Causes of twentieth-century temperature change near the Earth's surface." *Nature* 399:569-72.
- Thejll, Peter & Knud Lassen 2000 "Solar forcing of the Northern Hemisphere land air temperature: new data." *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*. In press.
- Thobani, Mateen 1995 *Tradable Property Rights to Water*. Finance and Private Sector Development Note 34. <http://rru.worldbank.org/viewpoint/HTMLNotes/34/34summary.html>.
- Thomas, Randy 1991 "Eco war." *Earth Island Journal* 6(2):49.
- Thorsen, Michael & Hans-Georg Møller 1995 *TV-journalistik*. Copenhagen: Forlaget Ajour.
- Tietenberg, Tom 2000 *Environmental and Natural Resource Economics*. 5th edn. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Time* 1997 *Our Precious Planet*. Special issue, supplement to *Time* Magazine, 27 October 1997.
- Timmermann, A., J. Oberhuber, A. Bacher, M. Esch, M. Latif & E. Roeckner 1999 "Increased El Niño frequency in a climate model forced by future greenhouse warming." *Nature* 398:694-7.
- Tobaksskadesrådet 1993 *Passiv rygning og overfølsomhed*. [受動喫煙と過敏症]. <http://www.sst.dk/Borgerinfo/Tobak.aspx/fakta/overf.html>.
- Tol, Richard 1999 "Kyoto, efficiency, and cost-effectiveness: applications of FUND."

- The Energy Journal*, Kyoto Special Issue:131-56.
- Toman, Michael 1998 "Research frontiers in the economics of climate change." *Environmental and Resource Economics* 11(3-4):603-21.
- Tong, Shilu, Peter A. Baghurst, Michael G. Sawyer, Jane Burns & Anthony J. McMichael 1998 "Declining blood lead levels and changes in cognitive function during childhood: the Port Pirie Cohort study." *Journal of the American Medical Association* 280(22):1,915-19.
- Toppari, Jorma, John Chr. Larsen, Peter Christiansen, Aleksander Giwercman, Philippe Grandjean, Louis J. Guillette Jr., Bernard Jégou, Tina K. Jensen, Pierre Jouannet, Niels Keiding, Henrik Leffers, John A. McLachlan, Otto Meyer, Jørn Müller, Ewa Rajpert-De Meyts, Thomas Scheike, Richard Sharpe, John Sumpter & Niels E. Skakkebaek 1996 "male reproductive health and environmental xenoestrogens." *Environmental Health Perspectives Supplements* 104, Supplement 4:741-803.
- Torras, Mariano & James K. Boyce 1998 "Income, inequality, and pollution: a reassessment of the environmental Kuznets Curve." *Ecological Economics* 25:147-60.
- Trafikministeriet 1993 *Kortlægning af vejtrafikstøj i Danmark*. [デンマークの道路交通騒音調査]. Copenhagen: Trafikministeriet.
- 1998 *Trafikredøgørelse 1997*. <http://www.trm.dk/veje/index.html>.
- Trefil, James 1995 "How the body defends itself from the risky business of living." *Smithsonian* 26(9):42-9.
- Trewavas, Anthony 1999 "Much food, many problems." *Nature* 402(6,759):231-2.
- Tsur, Yacov & Amos Zemel 2000 "Long-term perspective on the development of solar energy." *Solar Energy* 68(5):379-92.
- Tulpule, Vivek, Stephen Brown, J. Lim, C. Polidano, H. Pant & B. Fisher 1999 "The Kyoto Protocol: an economic analysis using GTEM." *The Energy Journal*, Kyoto Special Issue:257-86.
- Tummon, Is & David Mortimer 1992 "Decreasing quality of semen." *British Medical Journal* 305:1,228-9.
- Turgeon, Donna & Andrew Robertson 1995 Contaminants in coastal fish and mollusks." In NBS 1995:408-12.
- Turner, B. L. & Karl W. Butzer 1992 "The Columbian encounter and land-use

- change.” *Environment* 34(8):16-20, 37-44.
- Turner, B. L. II, William C. Clark, Robert W. Kates, John F. Richards, Jessica T. Mathews & William B. Meyer 1990 *The Earth as Transformed by Human Action*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Turner, R. Kerry, David Pearce and Ian Bateman 1994 *Environmental Economics: An Elementary Introduction*. New York: Harvester/Weatsheaf.
- UCB 1999 *European Allergy White Paper*. Executive summary, <http://theucbinstituteofallergy.ucb.be/WhitePaper/WhitePaper.htm>.
- UCS 1999 “Toxic Pollen Threatens Monarchs.” Union of Concerned Scientists. <http://www.ucsusa.org/publication.cfm?publicationID=249>.
- 2001 “Risks of Genetic Engineering.” Union of Concerned Scientists. http://www.ucsusa.org/food_and_environment/biotechnology/page.cfm?pageID=346.
- UK CPI 2000 *English Consumer Prices, 1264-1999*. Global Financial Data, download at <http://www.globalfindata.com/>.
- 2001 *English Consumer Prices, 1900-2000*. Global Financial Data, download at <http://www.globalfindata.com/>.
- UK EA 2000 *State of the Environment*. http://www.environment-agency.gov.uk/state_of_enviro/index3+.html.(アクセスできず)
- Ulfstrand, Staffan 1992 “Biodiversity – how to reduce its decline.” *OIKOS* 63(1):3-5.
- UN 1995 *World Population Prospects: The 1994 Revision*. New York: United Nations.
- UNAIDS 1998 *AIDS in Africa*. <http://www.unaids.org/publications/documents/epidemiology/determinants/saepap98.html>.
- 1999 *AIDS Epidemic Update: December 1999*. Joint United Nations Programme on HIV/AIDS with World Health Organization. <http://www.unaids.org/publications/documents/epidemiology/surveillance/wad1999/embaee.pdf> (アクセスできず).
- 2000 *Report on the Global HIV/AIDS Epidemic*. http://www.unaids.org/epidemic_update/report/Epi_report.pdf.
- Underwood, Barbara A. & Suttalak Smitasiri 1999 “Micronutrient malnutrition: policies and programs for control and their implications.” *Annual Reviews*

Nutrition 19:303-24.

- UNDP 1995 *Human Development Report 1995*. UN Development Program. <http://hdr.undp.org/reports/global/1995/en/>. 邦訳 国連開発計画『UNDP 人間開発報告書 1995 ジェンダーと人間開発』国際協力出版会, 1995
- 1996a *Human Development Report 1996*. UN Development Program. <http://hdr.undp.org/reports/global/1996/en/>. 邦訳 国連開発計画『UNDP 人間開発報告書 1996 経済成長と人間開発』国際協力出版会, 1996
- 1996b *Russian Federation Human Development Report 1996*. UN Development Program. http://www.undp.ru/NHDR/summary_1996.htm.(アクセスできず)
- 1997 *Human Development Report 1997*. UN Development Program. <http://hdr.undp.org/reports/global/1997/en/>. 邦訳 国連開発計画『UNDP 人間開発報告書 1997 貧困と人間開発』広野 良吉, 他訳、国際協力出版会, 1997
- 1998a *Analytical Tools for Human Development*. <http://www.undp.org/hdro/statistics/anatools.htm>.
- 1998b *Human Development Report 1998*. UN Development Program. New York: Oxford University Press. 邦訳 国連開発計画『UNDP 人間開発報告書 1998』恒川 恵市他訳, 国際協力出版会, 1998
- 1999a *Human Development Report 1999*. UN Development Program. <http://hdr.undp.org/reports/global/1999/en/>. 邦訳 国連開発計画『UNDP 人間開発報告書 1999 グローバリゼーションと人間開発』北谷 勝秀他訳、国際協力出版会, 1999
- 1999b *Russian Federation Human Development Report 1999*. UN Development Program. http://www.undp.ru/NHDR/summary_1999.htm.(アクセスできず)
- 2000 *Analytical Tools for Human Development*. UN Development Program. <http://www.undp.org/hdro/statistics/anatools.htm>.
- 2000b *Human Development Report 2000*. UN Development Program. <http://www.undp.org/hdr2000/english/HDR2000.html>. 邦訳 国連開発計画『UNDP 人間開発報告書 2000 人権と人間開発』広野 良吉, 他訳、国際協力出版会, 2000
- UNECE 1996 *Long-Term Historical Changes in the Forest Resource*. United Nations Economic Commission for Europe & FAO, Timber Section, Geneva, Switzerland. Geneva Timber and Forest Study Papers 10, ECE/TIM/SP/10.
- UNECE/EU 1996 *Forest Condition in Europa – Result of the 1995 Crown Condition Survey, 1996 Technical Report*. Prepared by Federal Research Centre for

- Forestry and Forest Products (BFH) for UN Economic Commission for Europe and the European Commission.
- 1997 *Forest Condition in Europa – Result of the 1996 Crown Condition Survey, 1997 Technical Report*. Prepared by Federal Research Centre for Forestry and Forest Products (BFH) for UN Economic Commission for Europe and the European Commission.
- UNEP & WHO 1992 *Urban Air Pollution in Megacities of the World*. Oxford: Blackwell.
- UNEP 1993 *Environmental Data Report 1993-94*. UN Environment Programme. Oxford: Blackwell.
- 1994 *UNEP Greenhouse Gas Abatement Costing Studies* vols. I-II. Roskilde: Forskningscenter Risø.
- 1995 *Global Biodiversity Assessment*. V. H. Heywood (ed.). United Nations Environment Programme. Cambridge: Cambridge University Press.
- 1997 *Global Environment Outlook 1: United Nations Environment Programme Global State of the Environment Report 1997*. <http://www-cger.nies.go.jp/geo1/ch/toc.htm>.
- 1999a *Wildland Fires and the Environment: A Global Synthesis*. By J. S. Levine, T. Bobbe, N. Ray, A. Singh, and R. G. Witt. UNEP/DEIAEW/TR.99-1. <http://www.grid.unep.ch/activities/earlywarning/fires/htm/wildland.html>.
- 1999b *Synthesis of the Reports of the Scientific, Environmental Effects, and Technology and Economic Assessment Panels of the Montreal Protocol. A Decade of Assessments for Decision Makers Regarding the Protection of the Ozone Layer: 1988–1999*. United Nations Environment Programme, Ozone Secretariat. <http://www.unep.org/ozone/pdf/Synthesis-Main.pdf>.
- 1999c *Production and Consumption of Ozone Depleting Substance, 1986–1998*. United Nations Environment Programme, Ozone Secretariat. <http://www.unep.org/ozone/DataReport99.htm>.
- 2000 *Global Environment Outlook 2000*. London: Earthscan Publications. <http://www.grida.no/geo2000/english/index.htm>.
- UNESCO 1990 *Compendium of Statistics on Illiteracy – 1990 Edition*. Statistical Reports and Studies 31. Paris: United Nations Educational, Scientific and

- Cultural Organization, Office of Statistics.
- 1995 *Compendium of Statistics on Illiteracy – 1995 Edition*. Statistical Reports and Studies 35. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Office of Statistics.
- 1997 *Statistical Yearbook 1996*. Paris: UNESCO Publishing.
- 1998 *Gender-Sensitive Education Statistics and Indicators*. <http://unesco-stat.unesco.org/en/pub/pub0.htm>.
- 2000 *On-line Statistics*. Accessed in 2000. <http://unesco-stat.unesco.org/en/stats/stats0.htm>.
- 2001 *On-line Statistics*. Accessed in 2001. <http://unesco-stat.unesco.org/en/stats/stats0.htm>.
- UNESCO Courier 1999 “What price water?” *UNESCO Courier*, February 1999, 52(2):17.
- UNFPA 1996 *The State of World Population 1996: Changing Places: Population, Development and the Urban Future*. New York: United Nations Population Fund. <http://www.unfpa.org/swp/1996/>.
- UNICEF 1996 *The Progress of Nations 1996*. <http://www.unicef.org/pon96/contents.htm>.
- 1997 *The Progress of Nations 1997*. <http://www.unicef.org/pon97/>.
- 1998 *The State of the World’s Children 1998*. <http://www.unicef.org/sowc98/pdf.htm>.
- 1999 *12 October 1999: The day of 6 billion*. <http://www.unfpa.org/6billion/ccmc/october12.html>.
- 2000 *The State of the World’s Children 2000*. <http://www.unicef.org/sowc00/>.
- UNPD 1998a *World Urbanization Prospects: The 1996 Revision*. United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division. New York: United Nations Publications.
- 1998b *World Population Projections to 2150*. United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division. New York: United Nations Publications. <http://www.undp.org/popin/wdtrends/execsum.htm>.(アクセスできず)
- 1998c *Historic World Population Figures*. United Nations Department of

- Economic and Social Affairs, Population Division. gopher://gopher.undp.org/00/ungophers/popin/wdtrends/histor. (すでに存在せず)
- 1999a *World Population Prospects: The 1998 Revision. Volume I: Comprehensive Tables; Volume II: Sex and Age*. United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division. New York: United Nations Publications.
- 1999b *World Urbanization Prospects: The 1999 Revision. Key findings*. <http://www.un.org/esa/population/publications/wup1999/wup99.htm>.
- 2001a *World Population Prospects: The 2000 Revision. Key findings*. <http://www.un.org/esa/population/publications/wpp2000/highlights.pdf>.
- 2001b *World Population Prospects: The 2000 Revision. Annex Tables*. <http://www.un.org/esa/population/publications/wpp2000/annex-tables.pdf>.
- 2001c *World Population Prospects: The 2000 Revision. Additional Data*. <http://www.un.org/esa/population/publications/wpp2000/annex-tables.xls>.
- Unsworth, Edwin 2000 “Global warming risk rising, speaker says.” *Business Insurance* 34(8):39.
- US Senate 1997 “A resolution expressing the sense of the Senate regarding the conditions for the United States becoming a signatory to any international agreement on greenhouse gas emissions under the United Nations Framework Convention on Climate Change.” 105th Congress, 1st Session, S. RES. 98. <http://thomas.loc.gov/cgi-bin/bdquery/z?d105:s.res.00098>:(アクセスできず)
- US State Department 1998a *1997 Country Reports: Brazil*. http://www.state.gov/www/issues/economic/trade_reports/latin_america97/brazil97.html.
- US State Department 1998b *1997 Country Reports: Mexico*. http://www.state.gov/www/issues/economic/trade_reports/latin_america97/mexico97.html.
- US State Department 1998c *1997 Country Reports: Russia*. http://www.state.gov/www/issues/economic/trade_reports/russia_nis97/russia97.html.
- US State Department 2000a *1999 Country Reports: Brazil*. http://www.state.gov/www/issues/economic/trade_reports/1999/brazil.pdf.

- US State Department 2000b *1999 Country Reports: Mexico*. http://www.state.gov/www/issues/economic/trade_reports/1999/mexico.pdf.
- US State Department 2000c *1999 Country Reports: Russia*. http://www.state.gov/www/issues/economic/trade_reports/1999/russia.pdf.
- USBC 1975 *Historical Statistics of the United States: Colonial Times to 1970*. Bicentennial edition, two volumes. Washington, DC: US Government Printing Office.
- 1996 *World Population Profile: 1996*. US Bureau of the Census, Report WP/96 by Thomas M. McDevitt. Washington, DC: US Government Printing Office. <http://www.census.gov/ipc/www/wp96.html>.
- 1997 *Statistical Abstract of the United States 1997*. US Bureau of the Census. <http://www.census.gov/prod/www/statistical-abstract-us.html>.
- 1998 *World Population Profile: 1998*. US Bureau of the Census, Report WP/98 by Thomas M. McDevitt. Washington, DC: US Government Printing Office. <http://www.census.gov/ipc/www/wp98.html>.
- 1998b *USA Counties 1998*. US Bureau of the Census Database. <http://www.census.gov/usac/index.html>.(アクセスできず)
- 1999a *Statistical Abstract of the United States 1999*. US Bureau of the Census. <http://www.census.gov/prod/www/statistical-abstract-us.html>.
- 1999b *Money Income in the United States: 1998*. US Bureau of the Census, Current Population Reports, P60-206. Washington, DC: US Government Printing Office. <http://www.census.gov/prod/99pubs/p60-206.pdf>.
- 1999c *US Historical National Population Estimates: July 1, 1900 to July 1, 1998*. <http://www.census.gov/population/estimates/nation/popclockest.txt>.
- 1999d *State and Local Government Finance Estimates, by State*. <http://www.census.gov/govs/www/estimate.html>.
- 2000a *International Data Base*. Accessed in 2000. US Bureau of the Census. <http://www.census.gov/ipc/www/idbnew.html>.
- 2000b *Household and Housing Estimates*. <http://www.census.gov/population/www/estimates/housing.html>.
- 2000c *National Population Projections*. <http://www.census.gov/population/www/projections/natsum-T1.html>.

-
- 2000d *US Historical National Population Estimates: July 1, 1900 to July 1, 1999*. <http://www.census.gov/population/estimates/nation/popclockest.txt>.
- 2001a *International Data Base*. Accessed in 2001. US Bureau of the Census. <http://www.census.gov/ipc/www/idbnew.html>.
- 2001b *Statistical Abstract of the United States 2000*. US Bureau of the Census. <http://www.census.gov/prod/www/statistical-abstract-us.html>.
- USCG 1999 *Pollution Incidents in and around US Waters: A Spill/Release Compendium: 1969–1998*. Commandant (G-MOA), Office of Investigations and Analysis, US Coast Guard, Department of Transportation. <http://www.uscg.mil/hq/g%2Dm/nmc/response/stats/aa.htm>.
- USDA 1998 United States Agricultural Department: Production database from March 1998. <http://usda.mannlib.cornell.edu/data-sets/international/91017/>.(現在はこちらを参照 <http://www.fas.usda.gov/psd/>)
- 2000a United States Agricultural Department: Production database from March 2000. <http://usda.mannlib.cornell.edu/data-sets/international/93002/>.(現在はこちらを参照 <http://www.fas.usda.gov/psd/>)
- 2000b *USDA Agricultural Baseline Projections to 2009*. US Department of Agriculture. WAOB-2000-1. Report and data, <http://usda.mannlib.cornell.edu/data-sets/baseline/2000/>.
- 2001a United States Agricultural Department: Production database from February 2001. <http://usda.mannlib.cornell.edu/data-sets/international/93002/>.(現在はこちらを参照 <http://www.fas.usda.gov/psd/>)
- 2001b *Crop Production 2000 Summary*. Agricultural Statistics Board. <http://usda.mannlib.cornell.edu/reports/nassr/field/pcp-bban/cropan01.pdf>.
- USGS 1997a *Changing Perceptions of World Oil and Gas Resources as Shown by Recent USGS Petroleum Assessments*. USGS Fact Sheet FS-145-97. <http://greenwood.cr.usgs.gov/pub/fact-sheets/fs-0145-97/fs-0145-97.html>.
- 1997b *Describing Petroleum Reservoirs of the Future*. USGS Fact Sheet FS-020-97. <http://energy.usgs.gov/factsheets/Petroleum/reservoir.html>.

- 1997c *Radioactive Elements in Coal and Fly Ash: Abundance, Forms, and Environmental Significance*. USGS Fact Sheet FS-163-97. <http://energy.cr.usgs.gov/energy/factshts/163-97/FS-163-97.pdf>.
- 1997d *Coalbed Methane – An Untapped Energy Resource and an Environmental Concern*. USGS Fact Sheet FS-019-97. <http://energy.usgs.gov/factsheets/Coalbed/coalmeth.html>.
- 1998a *Database*. 93 minerals, US Geological Survey (accessed 1998).
- 1998b *Estimated Use of Water in the United States in 1995*. Edited by Wayne B. Solley, Robert R. Pierce & Howard A. Perlman. US Geological Survey Circular 1200. <http://water.usgs.gov/watuse/pdf1995/html>.
- 1999 *The Quality of Our Nation's Waters – Nutrients and Pesticides*. US Geological Survey Circular 1,225. Denver, CO: US Geological Survey. <http://water.usgs.gov/pubs/circ/circ1225/pdf/index.html>.
- 2000a *Database*. 93 minerals, US Geological Survey, accessed in 2000. <http://minerals.er.usgs.gov/minerals>.
- 2000b *USGS World Petroleum Assessment 2000*. <http://greenwood.cr.usgs.gov/energy/WorldEnergy/DDS-60/>. Download US Geological Survey Fact Sheet 0070-00. <http://greenwood.cr.usgs.gov/pub/fact-sheets/fs-0070-00/fs-0070-00.pdf>.
- 2001a *Database*. 93 minerals, US Geological Survey, accessed in 2001. <http://minerals.er.usgs.gov/minerals>.
- Van Dobben, H. F. 1995 "Evaluation, integration." In Heij & Erisman 1995:293-303.
- van Driessche, Edilbert & Thorkild C. Bøgg-Hansen 1999 "Memorandum Published On 12 February 1999." <http://plab.ku.dk/tcbh/Pusztaimemorandum.htm>.
- van Lynden, G. W. J. & L. R. Oldeman 1997 *The Assessment of the Status of Human-Induced Soil Degradation in South and Southeast Asia*. International Soil Reference and Information Centre. <http://lime.isric.nl/Docs/ASSODEndReport.pdf>.
- Van Waeleghem, K., N. De Clercq, L. Vermeulen, F. Schoonjans and F. Comhaire 1996 "Deterioration of sperm quality in young healthy Belgian men." *Human Reproduction* 11:325-9.
- Veer, Pieter van't, Irene E. Lobbezoo, José M. Martín-Moreno, Eliseo Guallar, Jorge Gómez-Aracena, Frans J. Kok, Alwine F. M. Kardinaal, Lenore Kohlmeier,

- Blaise C. Martin, John J. Strain, Michael Thamm, Piet van Zoonen, Bert A. Baumann & Jussi K. Huttunen 1997 "DDT (dicophane) and postmenopausal breast cancer in Europe: case-control study." *British Medical Journal* 315:81-5.
- Velie, Ellen, Martin Kulldorff, Catherine Schairer, Gladys Block, Demetrius Albanes & Arthur Schatzkin 2000 "Dietary fat, fat subtypes, and breast cancer in postmenopausal women: a prospective cohort study." *Journal of the National Cancer Institute* 92(10):833-9.
- Ventura, Stephanie J., Robert N. Anderson, Joyce A. Martin & Betty L. Smith 1998 *Births and Deaths: Preliminary Data for 1997*. National Vital Statistics Reports 47:4. http://www.cdc.gov/nchs/data/nvsr/nvsr47/nvs47_04.pdf.
- Ventura, Stephanie J., Joyce A. Martin, Sally C. Curtin, T. J. Mathews & Melissa M. Park 2000 *Births: Final Data for 1998*. National Vital Statistics Reports 48:3. http://www.cdc.gov/nchs/data/nvsr/nvsr48/nvs48_03.pdf.
- Verheij, Robert A. 1996 "Explaining urban-rural variations in health: a review of interactions between individual and environment." *Social Science & Medicine* 42(6):923-35.
- Vernon, Sally W. 1999 "Risk perception and risk communication for cancer screening behaviors: a review." *Journal of the National Cancer Institute*, Special Issue 25:101-19.
- Veterinær- og Fødevarerdirektoratet 1998 *Forureninger i Maden: Pesticidrester*. [食品の汚染: 残留農薬]. <http://www.fdir.dk//publikationer/frameset.html>. (アクセスできず)
- Viby Mogensen, Gunnar 1990 *Time and Consumption: Time Use and Consumption in Denmark in Recent Decades*. Copenhagen: Statistics Denmark.
- Victor, David G. & Jesse H. Ausubel 2000 "Restoring the Forests." *Foreign Affairs* 79(6):127-34.
- Viel, Jean-François Bruno Challier *et al.* 1998 "Brain cancer mortality among French farmers: the vineyard pesticide hypothesis." *Archives of Environmental Health* 53(1):65-70.
- Vilby, Knud (ed.) 1990 *Mod Bedre Vidende: Opgør med den politiske elendighed og vor fælles afmagt*. Copenhagen: Hans Reitzels Forlag.
- Vitousek, Peter M., John Aber, Robert W. Howarth, Gene E. Likens, Pamela A. Matson, David W. Schindler, William H. Schlesinger and G. David Tilman

- 1997 “Human alteration of the global nitrogen cycle: causes and consequences.” *Issues in Ecology* 1: 3-16. http://www.esa.org/sbi/sbi_issues/.
- Vitousek, Peter M., Paul R. Ehrlich, Anne H. Ehrlich & Pamela A. Matson 1986 “Human appropriation of the products of photosynthesis” *BioScience* 36(6):368-73. <http://www.dieoff.org/page83.htm>.
- Vitousek, Peter M. & Harold A. Mooney 1997 “Human domination of Earth’s ecosystems.” *Science* 277:494-9.
- Vonier, Peter M. D., Andrew Crain, John, A. McLachlan, Louis J. Guillette Jr. & Steven F. Arnold 1996 “Interactions of environmental chemicals with the estrogen and progesterone receptors from the oviduct of the american alligator.” *Environmental Health Perspectives* 104:1,318-22.
- Vrijheid, Martine 2000 “Health effects of residence near hazardous waste landfill sites: a review of epidemiologic literature.” *Environmental Health Perspectives Supplements* 108(1):101-12.
- Walker, Jesse 1998 “Slick characters.” *Reason* 29(11):65-8.
- Wallensteen, P. & A. Swain 1997 “International freshwater resources: sources of conflicts or cooperation.” Background document for CSD 1997. Stockholm: Stockholm Environment Institute.
- Walsh, B. Timothy & Michael J. Devlin 1998 “Eating disorders: progress and problems.” *Science* 280:1,387-90.
- Walsh, James 1996 *True Odds: How Risk Affects Your Everyday Life*. Santa Monica, CA: Merrit Publishing.
- Walter, Dave (ed.) 1992 *Today Then: America’s Best Minds Look 100 Years into the Future on the Occasion of the 1893 World’s Columbian Exposition*. Helena, MT: American & World Geographic Publishing.
- Walter, K. S. & H. J. Gillett (eds.) 1998 *1997 IUCN Red List of Threatened Plants*. Compiled by the World Conservation Monitoring Centre. Gland, Switzerland: IUCN – The World Conservation Union. <http://www.wcmc.org.uk/species/plants/plants-by-taxon.htm> でデータベース検索可能.
- Watson, Rory 1997 “Europe urged to tackle rise in allergies.” *British Medical Journal* Vol 314:1,641. <http://www.bmj.com/cgi/content/full/314/7095/1641/f>.
- Wark, Penny 2001 “How to foil the cuddly killer.” *The Times*, February 1 2001,

- <http://www.thetimes.co.uk/article/0,,7-76804,00.html>.
- WCED 1987 *Our Common Future*. (“The Brundtland report.”) The World Commission on Environment and Development for the General Assembly of the United Nations. Oxford: Oxford University Press.
- WCMC 1998 *Forest Information Service*. World Conservation Monitoring Centre’s forest database at <http://www.wcmc.org.uk/forest/data/>.
- WCRF 1997 *Food, Nutrition and the Prevention of Cancer: A Global Perspective*. World Cancer Research Fund & American Institute for Cancer Research. Washington, DC: American Institute for Cancer Research.
- Weale, Albert 1992 *The New Politics of Pollution*. Manchester: Manchester University Press.
- Weaver, Andrew J. & Francis W. Zwiers 2000 “Uncertainty in climate change.” *Nature* 407:6804):571-2.
- WEC 1998 “A keynote address to the 30st Conference of the Japan Atomic Industrial Forum, Inc.” by Michael Jefferson. *Global Warming and Global Energy after Kyoto*. <http://www.wec.co.uk/documents/toyko2.htm> (すでに存在せず).
- 2000 *Survey of Energy Resources 1998*. (オンラインには 2001 年版のみ:<http://www.worldenergy.org/wec-geis/publications/reports/ser/overview.asp>).
- WEF 2001a *2001 Environmental Sustainability Index*. World Economic Forum, Yale Center for Environmental Law and Policy, Yale University & Center for International Earth Science Information Network, Columbia University. http://www.ciesin.org/indicators/ESI/ESI_01_tot.pdf.
- 2001b *2001 Environmental Sustainability Index, Data*. World Economic Forum, Yale Center for Environmental Law and Policy, Yale University & Center for International Earth Science Information Network, Columbia University. <http://www.ciesin.org/indicators/ESI/esi.xls>.
- Weinstein, Niel D. 1980 “Unrealistic optimism about future life events.” *Journal of Personality and Social Psychology* 39(5):806-20.
- Weiss, Dominik, William Shotyk & Oliver Kempf 1999 “Archives of atmospheric lead pollution.” *Naturwissenschaften* 86:262-75.
- Weiss, K. B., P. J. Gergen & T. A. Hodgson 1992 “An economic evaluation of

- asthma in the United States.” *New England Journal of Medicine* 326(13):862-6.
- Wells, Lisa E. & Jay S. Noller 1997 “Determining the early history of El Niño.” *Science* 276:966.
- Wentz, Frank J. & Matthias Schabel 1998 “Effects of orbital decay on satellite-derived lower-tropospheric temperature trends.” *Nature* 394:661-4.
- Werner, Alex (ed.) 1998 *London Bodies: The Changing Shape of Londoners from Prehistoric Times to The Present Day*. London: Museum of London.
- Wernick, Iddo K., Robert Herman, Shekhar Govind & Jesse H. Ausubel 1996 “Materialization and dematerialization: measures and trends.” *Daedalus* 125(3):171-98. <http://phe.rockefeller.edu/Daedalus/Demat/>.
- Western, David and Mary C. Pearl (eds.) 1989 *Conservation for the Twenty-First Century*. New York: Oxford University Press.
- Westoff, Charles F. 1974 “Coital frequency and contraception.” *Family Planning Perspectives* 6(3):136-41.
- Weyant, John P. 1993 “Costs of reducing global carbon emissions.” *Journal of Economic Perspectives* 7(4):27-46. <http://sedac.ciesin.org/mva/EMF/JW1993.html>.
- Weyant, John P. & Jennifer N. Hill 1999 “Introduction and overview.” *The Energy Journal*, Kyoto Special Issue:vii-xliv.
- WFS 1996 *World Food Summit: Technical Background Documents*, vols. I-V. <http://www.fao.org/wfs/final/e/list-e.htm> (現在は <http://www.fao.org/docrep/003/w2612e/w2612e00.htm>)
- White, Andrew, Melvin G. R. Cannell & Andrew D. Friend 1999 “Climate change impacts on ecosystems and the terrestrial carbon sink: a new assessment.” *Global Environmental Change* 9:S21-30.
- Whitmore, T. C. and J. A. Sayer 1992 *Tropical Deforestation and Species Extinction*. London: Chapman & Hall.
- WHO 1986 *The International Drinking Water Supply and Sanitation Decade: Review of Regional And Global Data (as at 31 December 1983)*. Geneva: World Health Organization.
- 1992 *Global Health Situation and Projections Estimates*. <http://www.who.ch/whosis/globest/globest.htm> (すでに存在せず).

-
- 1997 *Health and Environment in Sustainable Development: Five Years after the Earth Summit. Executive Summary*. Programmes on Health and Environment. World Health Organization. Geneva: World Health Organization. http://www.who.int/environmental_information/Information_resources/htmdocs/execsum.htm.
- 1998 *The World Health Report 1998: Life in the 21st Century – A Vision for All*. Executive summary. Geneva: World Health Organization. <http://www.who.int/whr2001/2001/archives/1998/index.htm>.
- 1999a “Malaria, 1982-1997.” *Weekly Epidemiological Record* 74:265-71. <http://www.who.int/wer>.
- 1999b *The World Health Report 1999: Making a Difference*. Geneva: World Health Organization. <http://www.who.int/whr2001/2001/archives/1999/en/index.htm>.
- 2000a *Air Quality Guidelines*. Geneva: World Health Organization. <http://www.who.int/peh/air/Airqualitygd.htm>.
- 2000b *The World Health Report 2000 Health Systems: Improving Performance*. Geneva: World Health Organization. <http://www.who.int/whr2001/2001/archives/2000/en/index.htm>.
- 2000c *Malnutrition – The Global Picture*. http://www.who.int/nut/malnutrition_worldwide.htm.(アクセスできず)
- 2000d *World Health Organization Databank*. <http://www-dep.iarc.fr/cgi-bin/cgysql/who.idc>.(アクセスできず)
- WI 1984 Worldwatch Institute, Lester Brown *et al.* (eds.), *State of the World 1984*. New York: W. W. Norton.
- 1991 Worldwatch Institute, *Verdens Tilstand 1991*. [State of the World]. Mellempfolkeligt Samvirke. レスター・ブラウン編著『ワールドウォッチ 地球白書 1991 92』加藤三郎訳、ダイヤモンド社、1991.
- 1993 Worldwatch Institute, *Verdens Tilstand 1993*. [State of the World]. Mellempfolkeligt Samvirke. レスター・ブラウン編著『ワールドウォッチ 地球白書 1993 94 持続可能な経済への挑戦』加藤三郎訳、ダイヤモンド社、1993.
- 1994 Worldwatch Institute, Lester Brown *et al.* (eds.), *State of the World 1994*. New York: W. W. Norton. 邦訳：レスター・ブラウン編著『ワールドウォッチ 地球白書 1994 95 迫りくる地球の限界』沢村宏訳、ダイヤモンド社、

- 1994.
- 1995 Worldwatch Institute, Lester Brown *et al.* (eds.), *State of the World 1995*. New York: W. W. Norton. 邦訳：レスター・ブラウン編著『ワールドウォッチ研究所 地球白書 1995 96』浜中 裕徳訳、ダイヤモンド社、1995.
- 1997a Worldwatch Institute, Lester Brown *et al.* (eds.), *State of the World 1997*. New York: W. W. Norton. 邦訳：レスター・ブラウン編著『ワールドウォッチ研究所 地球白書 1997 98』浜中 裕徳訳、ダイヤモンド社、1997.
- 1997b Worldwatch Institute, Lester Brown *et al.* (eds.), *Vital Signs 1997*. New York: W. W. Norton. 邦訳：ワールドウォッチ研究所『地球データブック 1997-98 人類の明日を決めるバイタル・サイン』山藤 泰訳、ダイヤモンド社、1997.
- 1998a Worldwatch Institute, Lester Brown *et al.* (eds.), *State of the World 1998*. New York: W. W. Norton. 邦訳：レスター・ブラウン編著『ワールドウォッチ研究所 地球白書 1998 1999』浜中 裕徳訳、ダイヤモンド社、1998.
- 1998b Worldwatch Institute, Lester Brown *et al.* (eds.), *Vital Signs 1998*. New York: W. W. Norton. 邦訳：ワールドウォッチ研究所『地球データブック 1998 99 人類の明日を決めるバイタル・サイン』山藤 泰訳、ダイヤモンド社、1998.
- 1998c Worldwatch Institute. Electronic database.
- 1998d *Report Calls for Rapid Scaling Up of Efforts to Preserve Health of Forests and Provide Economic Benefits*. Press release, Saturday, 4 April 1998; <http://www.worldwatch.org/alerts/pr980402.html>.
- 1999a Worldwatch Institute, Lester Brown *et al.* (eds.): *State of the World 1999*. New York: W. W. Norton. 邦訳：レスター・ブラウン編著『ワールドウォッチ研究所 地球白書 1999 2000』浜中 裕徳訳、ダイヤモンド社、1999.
- 1999b Worldwatch Institute, Lester Brown *et al.* (eds.): *Vital Signs 1999*. New York: W. W. Norton. 邦訳：ワールドウォッチ研究所『地球データブック 1999 2000』山藤 泰訳、ダイヤモンド社、1999.
- 1999c Worldwatch Institute. Electronic database.
- 2000a Worldwatch Institute, Lester Brown *et al.* (eds.): *State of the World 2000*. New York: W. W. Norton. 邦訳：レスター・ブラウン編著『ワールドウォッチ研究所 地球白書 2000 01』浜中 裕徳訳、ダイヤモンド社、2000.
- 2000b Worldwatch Institute, Lester Brown *et al.* (eds.): *Vital Signs 2000*. New York: W. W. Norton. 邦訳：レスター・ブラウン他『地球環境データブック

- 2000 01』環境文化総合研究所監修、福岡克也訳、家の光協会、2000。
- 2000c Worldwatch Institute. Electronic database.
- 2001a Worldwatch Institute, Lester Brown *et al.* (eds.): *State of the World 2001*. New York: W. W. Norton. 邦訳：レスター・ブラウン編著『ワールドウォッチ研究所 地球白書 2001 02』エコフォーラム 21 世紀、家の光協会、2001。
- Wiens, John A. 1996 “Oil, seabirds, and science: the effect of the Exxon Valdez oil spill.” *BioScience* 46(8):587-97.
- Wiese, S. B. O., W. C. L. MacLeod & J. N. Lester 1997 “A recent history of metal accumulation in the sediments of the Thames Estuary, United Kingdom.” *Oceanographic Literature Review* 44(12):1558.
- Wigley, T. M. L. 1998 “The Kyoto Protocol: CO_2 , CH_4 and climate implications.” *Geophysical Research Letters* 25(13):2,285-8.
- Wigley, T. M. L., P. D. Jones & S. C. B. Raper 1997 “The observed global warming record: what does it tell us?” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 94:8,314-20. <http://www.pnap.org/>.
- Willett, Walter C. 1995 “Diet, nutrition, and avoidable cancer.” *Environmental Health Perspectives Supplements* 103(8):165-70.
- Williams, Michael 1990 “Forests.” In Turner *et al.* 1990:179-201.
- 1994 “Forests and tree cover.” In Meyer & Turner II 1994:97-124.
- Williams, Michael R., Thomas R. Fisher & John M. Melack 1997 “Solute dynamics in soil water and groundwater in a central Amazon catchment undergoing deforestation.” *Biogeochemistry* 38(3):303-35.
- Wilson, Edward O. 1992 *The Diversity of Life*. London: Allen Lane.
- Wilson, Edward O. & Frances M. Peter (eds.) 1988 *Biodiversity*. Washington, DC: National Academy Press.
- Wilson, James D. 1996 *Thresholds for Carcinogens: A Review of the Relevant Science and Its Implications for Regulatory Policy*. Discussion Paper 96-21. Washington, DC: Resources for the Future.
- Wilson, Richard 1979 “Analyzing the daily risks of life.” *Technology Review* 81(1):41-6.
- Wilson, Richard C. 1997 “Total solar irradiance trend during solar cycles 21 and 22.” *Science* 277:1,963-5.
- Windpower Note 1997 *The Energy Balance of Modern Wind Turbines*. Danish

- Wind Turbine Manufactures Association, 5th December 1997. <http://www.windpower.dk/publ/enbal.pdf>.
- 1998a *Danish Wind Energy 4th Quarter 1997*. Danish Wind Turbine Manufactures Association, 5th February 1998. <http://www.windpower.dk/publ/stat9704.pdf>.
- 1998b *Total Installation of Danish Wind Turbines Worldwide 1980-1998*. Danish Wind Turbine Manufactures Association. <http://www.windpower.dk/stat/tab11.htm>.
- Wingo, Phyllis A., Lynn A. G. Ries, Gary A. Giovino, Daniel S. Miller, Harry M. Rosenberg, Donald R. Shopland, Michael J. Thun & Brenda K. Edwards 1999 “Annual report to the nation on the status of cancer, 1973-1996, with a special section on lung cancer and tobacco smoking.” *Journal of the National Cancer Institute* 91(8):675-90. <http://jnci.oupjournals.org/cgi/reprint/91/8/675.pdf>.
- Wirl, Franz 2000 “Lessons from Utility Conservation Programs.” *Energy Journal* 21(1):87-108.
- WMO/UNEP 1994 *Scientific Assessment of Ozone Depletion: 1994 Executive Summary*. World Meteorological Organization Global Ozone Research and Monitoring Project, Report No. 37. United Nations Environment Programme, World Meteorological Organization, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Aeronautics and Space Administration. <http://www.al.noaa.gov/WWHD/pubdocs/assessment94.html>.
- 1998 *Scientific Assessment of Ozone Depletion: 1998 Executive Summary*. World Meteorological Organization, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Aeronautics and Space Administration, United Nations Environment Programme, European Commission. Global Ozone Research and Monitoring Project, Report No. 44. Download at <http://www.al.noaa.gov/WWHD/pubdocs/assessment98.html>.
- WMO/UNESCO 2000 *The World's Water: Is There Enough?* World Meteorological Organization/ United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. <http://www.unesco.org/science/waterday2000/Brochure.htm>.
- Wolf, Aaron T. 1999 “‘Water wars’ and water reality.” In Steve Lonergan (ed.), *Environmental Change, Adaptation, and Human Security*. Dordrecht: Kluwer

- Academic, pp. 251-65.
- Wolff, Mary S., Paolo G. Toniolo, Eric W. Lee, Marilyn Rivera & Neil Dubin 1993
 “Blood levels of organochlorine residues and risk of breast cancer.” *Journal of the International Cancer Institute* 85(8):648-52.
- Wolfson, Lois & Frank M. D’Itri 1993 *Nitrate – A Drinking Water Concern*. Michigan State University, Institute of Water Research, Extension Bulletin WQ-19.
<http://www.gem.msu.edu/pubs/msue/wq19p1.html>.
- Woodard, Colin 1998a “Lessons from ‘The Year the Earth Caught Fire’.” *Christian Science Monitor*, 4 February 1998. <http://www.csmonitor.com/durable/1998/02/04/us/us.4.html>.
- 1998b “Glacial ice is slip-sliding away.” *Christian Science Monitor*, 12 October 1998, 91(11):11.
- Woodcock, Ashley & Adnan Custovic 1998 “Avoiding exposure to indoor allergens.” *British Medical Journal* 316:1,075-8. <http://www.bmj.com/cgi/content/full/316/7137/1075>.
- Woods, Richard G. (ed.) 1981 *Future Dimensions of World Food and Population*. Boulder, CO: Westview Press.
- World Bank 1992 *World Development Report 1992 Development and the Environment*. Oxford: Oxford University Press.
- 1993 *World Development Report 1993: Investing in Health*. Oxford: Oxford University Press.
- 1994 *World Development Report 1994: Infrastructure for Development*. Oxford: Oxford University Press.
- 1995a *Trends in Developing Economies 1995*. <http://www.ciesin.org/IC/wbank/tde-home.html>.
- 1995b “Press release: earth faces water crisis: worldwide, 40 percent suffer chronic water shortages.” Press release of Serageldin 1995.
- 1996 *Poverty Reduction and the World Bank: Progress and Challenges in the 1990s*. Washington, DC: World Bank. Executive Summary. (注：
http://www-wds.worldbank.org/servlet/WDSContentServer/WDSP/IB/1996/05/01/000009265_3961219092724/Rendered/PDF/multi0page.pdf)
- 1997a *World Development Report 1997: The State in a Changing World*. Selected World Development Indicators 1997. 邦訳 世界銀行『世界開発報告

- 1997 開発における国家の役割』海外経済協力基金開発問題研究会誌、東洋経済新報社、1997.
- 1997b *Monitoring Environmental Progress*; <http://www-esd.worldbank.org/html/esd/env/publicat/mep/meptoc.htm> (すでに存在せず).
- 1997c *Annual Report 1997*. <http://www.worldbank.org/html/extpb/annrep97/index.htm>.
- 1997d *At China's Table*. Washington, DC: World Bank.
- 1998a *Poverty Reduction and the World Bank: Progress in Fiscal 1996 and 1997*. http://www-wds.worldbank.org/servlet/WDSContentServer/WDSP/IB/1997/12/01/000009265_3980312102817/Rendered/PDF/multi_page.pdf.
- 1998b *World Development Indicators 1998*. Selected World Development Indicators 1998. 以下の表を使用: <http://www.worldbank.org/data/archive/wdi/wdi.htm>. 邦訳: 世界銀行編『世界経済・社会統計 1998』鳥居 泰彦訳、東洋書林、1999.
- 1999a *World Development Indicators 1999*. 出版物の相当部分は以下で参照可能: <http://www.worldbank.org/data/wdi/home.html>. 邦訳: 世界銀行編『世界経済・社会統計 1999』鳥居 泰彦訳、東洋書林、2000.
- 1999b *World Development Indicators CDROM 1999*.
- 1999c *Poverty Trends and Voices of the Poor*. <http://www.worldbank.org/poverty/data/trends/trends.pdf>.
- 1999d *Annual Report 1999*. <http://www.worldbank.org/html/extpb/annrep99/index.htm>.
- 1999e *Global Economic Prospects and the Developing Countries: Beyond Financial Crisis*. Washington, DC: World Bank. <http://www.worldbank.org/prospects/gep98-99/full.htm>.
- 2000a *World Development Report 1999/2000: Entering the 21st Century*. New York: Oxford University Press. Available at <http://www.worldbank.org/wdr/2000/fullreport.html>. 邦訳 世界銀行『世界開発報告 1999/2000 21世紀はどうか』小浜 裕久訳、東洋経済新報社、2000.
- 2000b *Global Economic Prospects and the Developing Countries*. Washington, DC: World Bank. <http://www.worldbank.org/prospects/gep2000/full.htm>.

-
- 2000c *The 2000 World Development Indicators CDROM*. 一部のデータは以下で参照可能: <http://sima-ext.worldbank.org/data-query>.
- 2000d *The 2000 World Development Indicators*. Washington, DC: World Bank. 邦訳: 世界銀行編『世界経済・社会統計 2000』鳥居 泰彦訳、東洋書林、2001.
- 2000e *Global Development Finance 2000. Volume I, Analysis and Summary Tables; Volume II, Country Tables*. Washington, DC: World Bank. <http://www.worldbank.org/prospects/gdf2000/>.
- 2000f *Annual Report 2000*. <http://www.worldbank.org/html/extpb/annrep/down.htm>.
- 2001a *World Development Report 2000/2001: Attacking Poverty*. Washington, DC: World Bank. <http://www.worldbank.org/poverty/wdrpoverty/report/index.htm>. 邦訳 世界銀行『世界開発報告 2000/2001 貧困との闘い』西川 潤他訳、シュプリンガー・フェアラー東京、2002.
- World Water Council 2000 *World Water Vision: Making Water Everybody's Business*. Edited by William J. Cosgrove and Frank R. Rijsberman. London: Earthscan Publications. <http://www.worldwatercouncil.org/Vision/cce1f838f03d073dc125688c0063870f.htm>.
- WRI 1996a *World Resources 1996-97*. In collaboration with UNEP, UNDP and the World Bank. New York: Oxford University Press. <http://www.wri.org/wri/wr-96-97>.
- 1996b *World Resources 1996-97 Database Diskettes*.
- 1998a *World Resources 1998-99: A Guide to the Global Environment*. In collaboration with UNEP, UNDP and the World Bank. New York: Oxford University Press. データの表は以下にある: <http://www.wri.org/facts/data-tables.html>.
- 1998b *World Resources 1998-99 Database CD-ROM*.
- 2000a *Deforestation: The Global Assault Continues*. <http://www.wri.org/wri/trends/deforest.html>.
- 2000b *The Problem of Forest Loss*. <http://www.wri.org/wri/biodiv/intl-ii.html>.
- 2000c *World Resources 2000-2001: People and Ecosystems: The Fraying Web of Life*. In collaboration with UNEP, UNDP and the World Bank. New York: Oxford University Press.

- 2000d *World Resources 2000-2001 Database CD-ROM*.
- Wright, Albert M. 1997 *Toward a Strategic Sanitation Approach: Improving the Sustainability of Urban Sanitation in Developing Countries*. UNDP-World Bank, Water and Sanitation Program. http://www.wsp.org/pdfs/global_ssa.pdf.
- Wrigley, E. A. & R. S. Schofield 1981 *The Population History of England 1541-1871: A reconstruction*. London: Edward Arnold.
- WTO 2000 *International trade statistics 2000*. World Trade Organization. http://www.wto.org/english/res_e/statis_e/statis_e.htm.
- WWF 1997a *Global Annual Forest Report 1997*. <http://www.panda.org/resources/publications/forest/report97/index.htm>.
- 1997b *The Year the World Caught Fire*. By Nigel Dudley, WWF International, Discussion paper, December 1997.
- 1997c *Eleventh Hour for World's Forests*. Press release, 26 February 1997. <http://www.wwf-uk.org/news/news10.htm>. (アクセスできず)
- 1997d *1997: The Year the World Caught Fire*. Press release, 16 December 1997. http://www.panda.org/forests4life/news/161297_yearfire.cfm.(アクセスできず)
- 1997e *Two-Thirds of The World's Forests Lost Forever*. http://www.panda.org/forests4life/news/081097_lostfor.cfm.(アクセスできず)
- 1998a *Living Planet Report 1998: Overconsumption is Driving the Rapid Decline of the World's Natural Environments*. Gland: WWF International. http://www.panda.org/downloads/general/lpr_1999.pdf.
- 1998b *Protected Forest Area Triples in Brazil's Amazon; Decree Signed by Brazilian President*. Press release, 29 April 1998. http://www.panda.org/forests4life/news/290498_brazprot.cfm.(アクセスできず)
- 1998c *The Year the World Caught Fire*. Featured story. <http://www.panda.org/news/features/01-98/story3.htm>.(アクセスできず)
- 1998d *Living Planet Report 1998*. Gland: WWF International. <http://panda.org/livingplanet/lpr/index.htm>.(アクセスできず)
- 1999 *Living Planet Report 1999*. Gland: WWF International. http://www.panda.org/downloads/general/lpr_1999.pdf.
- WWF/IUCN 1996 *Forests for Life*. Gland: WWF International.

- Wynder, Enst L. & Gio B. Gori 1977 "Contribution of the environment to cancer incidence: an epidemiologic exercise." *Journal of the National Cancer Institute* 58(4):825-32.
- Yang, C.-Y., H.-F. Chiu, J.-F. Chiu, M.-F. Cheng & W.-Y. Kao 1997 "Gastric cancer mortality and drinking water qualities in Taiwan." *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 33:336-40.
- Yemaneberhan, Haile & Zegaye Bekele 1997 "Prevalence of wheeze and asthma and relation to Atopy in Urban and Rural Ethiopia." *The Lancet* 350:85-9.
- Yohe, Gary & James Neuman 1997 "Planning for sea level rise and shore protection under climate uncertainty." *Climatic Change* 37:243-70.
- Yonas, Gerold 1998 "Fusion and the Z pinch." *Scientific American* 279(2):40-5.
- Yoon, Carol Kaesuk 1999 "Altered Corn May Imperil Butterfly, Researchers Say." *New York Times*, 05/20/99, 148 (51,528):A1. 全文は <http://www.connectotel.com/gmfood/ny200599.txt> (注:タイトルがちがっている)
- Zeckhauser, Richard J. & W. Kip Viscusi 1990 "Risk within reason." *Science* 248:559-64.
- Zeidler, Ryszard B. 1997 "Climate Change Vulnerability and Response Strategies for the Coastal Zone of Poland." *Climatic Change* 36:151-73.
- Zhai, Panmao, Anjian Sun, Fumin Ren, Xiaonin Liu, Bo Gao & Qiang Zhang 1999 "Changes of climate extremes in China." *Climatic Change* 42(1):203-18.
- Zhou, Keqian & C. J. Butler 1998 "A statistical study of the relationship between the solar cycle length and tree-ring index values." *Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics* 60:1,711-18.
- Zilberman, David, Andrew Schmitz, Gary Casterline, Erik Lichtenberg & Jerome B. Siebert 1991 "The economics of pesticide use and regulation." *Science* 253:518-22.
- Zillmann, Dolf & Bryant Jennings 1994 "Entertainment as media effect." In Bryant & Zillmann 1994:437-61.
- Zimberoff, T. & B. Mosely 1991 "Bruce Ames." *Omni* 13(5):74-81.

日本語版への後記

本書をとりまく論争はすさまじいものだった。6年前にぼくが腰を据えて地球環境の状態を記述しようとしはじめたときには、それがこれほどの毀誉褒貶や議論を引き起こすとは夢にも思わなかった。でも、論争は時にずいぶん怪しげなものになったにせよ環境問題に対する一般の関心を引き起こしただけでなく、社会的課題の総合的な優先順位づけについても関心を引き起こしたという点で、よい影響をもたらしてくれた。もっといい世界を作ろうとして、どういう優先順位をつけるべきかを広く議論するのは、まともに機能する民主主義すべてにおいてとても重要なことだ。そしてその重要性は高まる一方だ。いまのグローバル化した世界では、裕福な西側民主主義諸国での政治的行動や優先順位づけは、それぞれの国境を越えて広がる影響を引き起こすし、それが世界の他の部分特に世界の数多い貧困者たちにも影響を与える。だからぼくは、もっと多くの人がこういうきちんとした情報に基づいた議論に参加してほしいと思うし、公式国際統計に基づいた本書は地球の状態を理解して、世界に残る各種の問題の規模についての感覚をつかむにあたってのよい出発点となることを祈っている。本書のほとんどのデータは2001年ばまで更新が続けられ、高名なケンブリッジ大学出版局が2001年11月に本書の英語版を出した。これはドイツ語、イタリア語、フランス語、スペイン語、ポルトガル語、韓国語、アイスランド語、スウェーデン語に翻訳され（予定含む）そしてこのたび日本の読者も手に取れるようになったことを大変うれしく思っている。

この本は多くの新聞や週刊誌、学術誌などに好意的な書評が載った。そしてまたしても、この本は一部の環境業界と科学業界で大論争を引き起こした。いくつかの環境保護論者たちが、本の内容についての議論には加わらず、ぼくの動機を詮索したりしてぼくの人格論争ばかりしていたのは、まあ予想されたこととはいえいささかがっかりさせられた。

イギリスやアメリカでは、リベラル系のメディアも、もっと保守的なメディアも、この本を即座に取りあげた。『ガーディアン』紙は本書の刊行前に、三日にわたり紙面を丸二ページも割いて記事を書かせてくれたし、『デイリーテレグラフ』紙は本書を「めざましい本で、環境についてこれまで書かれた最も重要な本」と呼んだ。『ワシントン・ポスト』は本書を「すばらしい成果」と述べた。主要週刊誌もそれに続いた。『エコノミスト』は

本書を「勝利」と述べ「公共政策について最も重要な本の一つ」と述べた。『ニューサイエンティスト』は好意的な書評を載せたが、読者に対して「事態はよくなっているというメッセージを、世界は可能な限り最高の状態にあるという現状容認のメッセージとまちがえてはいけない」と警告してくれている。

学術界での本書の評判は、もっと好悪入り混じったものだった。好意的な方としては、『平和研究ジャーナル』の編集者ニルス・ペター・グレディッチは本書を「驚異的な力作」と述べ、アメリカ統計学協会の『チョイス』誌の書評は以下のようなうれしい考察で終わっている。「若かりし頃、私は環境問題、特に人口過剰についてまったく必要以上の心配をしていたものだ。その頃本書があれば、たぶん心配で眠れなかったり、無駄な努力をしたりする手間が大いに省けただろうに」

でも、本書はまたかなりの批判を引き起こした。特に権威ある科学雑誌二誌の批判は大きかった。具体的には、『ネイチャー』の書評と、『サイエンティフィック・アメリカン』誌の「『環境危機をあおってはいけない』に対する科学の自衛」と題された、大規模なシリーズ記事群だ。この『サイエンティフィック・アメリカン』の見出しを見るだけでも、かれらの批評がどんなものかはうかがえる。かれらつまり、この本は科学でないどころか、科学に対する脅威だと見ているわけだ。『ネイチャー』も攻撃性では負けておらず、書評の最後には、「なぜケンブリッジ大学出版局は、複雑な科学的問題について広い科学的な合意に反するような、ニュース記事ばかりを根拠にして査読付きの刊行物に基づいていない急ごしらえの本を出版したのだろうか」と述べている。

どちらについても、ぼくは反論を書かせてくれと頼んだけれど、誌面の余裕がないといって断られた。五ヶ月後に、『サイエンティフィック・アメリカン』では一ページほどの反論を載せてくれたけれど、そのすぐ後に、同じくらいの長さで編集者がぼくの反論に長々とケチをつけているのだった。もちろん、ここですべての批判に対して詳しく反論する余裕はない。ここでは、本書を読むにあたって知っておいたほうがいいポイントについてだけ触れる。それは査読の有無の問題と、統計の使い方についての問題だ。でも、読者のみなさんはできればぼくのウェブサイト (<http://www.lomborg.com/>) を見て欲しい。本書についての各種情報とともに、ぼくはこれらの批判をポストし、それに対する詳しい反論を載せている。本書を読み終わって、環境関連の統計をもっと見たかったり、黙殺されている「別の面」があるんじゃないかと思ったりしたら、このサイトを是非どうぞ。

さて、実際問題としてこの本は査読を経ているのだろうか？ 批判を聞いていると、本書はだれのチェックも受けていないような印象を受けてしまう。そう匂わせるにとどまらず、本書がどういうわけか、通常のケンブリッジの査読基準を迂回したともろに述べた批判が、『タイム』誌やワールドウォッチ研究所のウェブページなどで引用されている。こ

の糾弾はまったくのウソだ。本書は四人のレフリーが目を通しており、その全員が刊行を推奨している。その四人とは、気候学者、生物多様性の専門家、経済学者二人（一人は気候変動の経済の専門家で IPCC のレビューアーでもあり、一人は「純粹」経済学部所属だ）。一言で、本書の刊行プロセスは、他のケンブリッジ大学出版局の刊行物とまったく同じだ。

また、本書に対する批判の一端をお目につけたい。本書で、ぼくはアフリカでの飢餓率が、1970年の38パーセントから1996年には33パーセントに下がったと指摘している（p. 8）。この500ページもある本の中から、『ネイチャー』の書評子はこの一行をぬきだして本書に対する批判の中心部分の一つにしている。その批判とはこうだ：「この部分では、不思議なことに飢餓者の絶対数が挙げられていない」。さて、『ネイチャー』の書評子が、飢餓者の絶対数の世界的なトレンドを示せと言っているとは思えない。だってこの数字は、本書にちゃんと載っていて、減少傾向にあることが示されているからだ（p. 35, 図7）。たぶんかれらがケチをつけているのは、サブサハラアフリカについての話だろう。ここでは確かに人口が倍増しているし、結果としてアフリカでの飢餓者の絶対数は増えている。書評子たちは、これを明記しないから本書はアフリカの直面する問題を過少に描いていると論じる。この論争は、単に「コップに水が半分『しか』入っていないのか、半分『も』入っているのか」と同じものだ、と言いたい人もいるだろう。どちらの言い方だって、まちがってはいない、と。でもそうじゃないのだ。理由を説明しよう。書評子が（理論的には根拠のない）絶対数に基づく議論を好むのであれば、十分な栄養を得ているアフリカ人の絶対数だって考慮しなければいけないはずだ。この数は、飢餓者の絶対数よりずっとたくさん増えているのだから相対比率で見ても絶対数で見ても、望ましいトレンドとしては、飢餓率は下がり、十分な食事をして十分な栄養を得ているアフリカ人は増えている。一方の望ましくないトレンドは、飢えたアフリカ人が増えているというだけだ。さらにもっと重要な点として、この書評子たちが都合よく見落としているところだけれど、本書には絶対数を使うより相対比率で判断を下すほうがいいことを説明した囲みがちゃんと存在しているし（p. 92）、サブサハラアフリカの窮状についても丸一節を費やしているのだ（p. 93）。みなさんをご自分でチェックしてみたい。コップの水のたとえを続けるなら、コップは半分空どころかかなり満杯に近くて、本書の批判者たちがいつもガラスになみなみと入った水ではなく、てっぺんのほんのちょっと空いている部分にばかり目を向けているというのは、かれら自身の困った傾向をはっきり示しているのだ。

本書の出現に続いて生じた公開論争の中で、本書の視点を歪める明確な二つの流派が容易に見て取れる。一方の極には政治的な「右派」がいて、かれらは環境団体が思わせたがるほど環境は悪くないというメッセージばかりを強調するけれど、でもあらゆる分野（環

境を含め)で世界をよくするためにやるべきことがたくさんあるのだ、という同じく重要なメッセージは無視する。反対の極には政治的な「グリーン」たちがいて、かれらは環境がなぜか政治的な優先順位づけを超えたものだとし、環境指標が改善しているよという本書のポジティブなメッセージが環境運動にとって危険だと思っている。

2002年にはこうした「グリーン」たちの集団『ネイチャー』書評子も含むがデンマーク科学アカデミーに対し、本書が科学的不誠実だという申し立てを三件行った。2003年1月、デンマーク科学不誠実性委員会はぼくに主観的な不誠実性はなかった(つまり意図的に読者に誤解は与えていない)としつつ、客観的な不誠実さはあった(つまりデータの使い方が選択的だった)という判決を下した。ぼくはこの決定に異議を申し立てているところだ。この判決そのものにも不満だし、その判決の根拠も不満だ。まず、この委員会は「議論の多い専門的な分野でだれが正しいか」を決めることはしない、と明言している。これはそれ自体としてわけがわからない立場で、かれらが具体的に何を不誠実と考えるかについて、何一つ実例が挙げられない。第二に、この委員会の集めてきた材料は、ほぼすべてが『サイエンティフィック・アメリカン』の一連の記事で、これはぼくの最悪の批判者たちが書いたものだ。委員会は、こうした記事の議論を批判的に見ようとする努力をまったくしない。さらに判決は現実とはまったく関係ない思いこみ。たとえば、この本が査読を受けていないとかいう話だ。を挙げたり、本書がアメリカで好評だったのを「エネルギー消費を増やすことばかりに専心し、市場の力を盲信するアメリカの強い利害関係」なる眉唾な話に結びつけるという、よくあるパターンをなぞるのに終始している。

この判決は世論にも科学コミュニティにも、本書の刊行そのものと同じくらいの騒動を引き起こした。科学コミュニティでは、300人近いデンマークの教授たちがすぐにこの決定に対し、許容しがたく不当であるとして糾弾した。『ネイチャー』誌でさえ、この委員会が「暴発」し、「自らを弱い立場に追い込んでしまった」とエディトリアルで述べている。この委員会の決定は、優先順位づけについての不可欠な議論を押さえ込もうとする試みがまた一つ加わっただけとも見るができるだろうけれど、言うまでもなくこのお話はまだ終わったわけではない。

本書には二つの重要な論点があると思う。まず、希少な公共の資源の優先順位づけについて考えることは大事だし、これが環境論争ではあまりに長いこと無視されてきたという点。第二に、そうした優先順位づけは、最高のデータを手に入れて、自分たちの理解を思いこみではなく事実に基づいたものにしなければ不可能だ、という点。これには、手持ちの情報や入手するデータすべてについて、眉につばをつけるべきだということになる。本書では、なるべく多くの証拠を示そうとしている。でも、そういう疑いの目は本書にも適

用される あなたも、本書を眉にツバをつけながら読んでほしい(このぼく自身だって、一九九七年にこの道に乗り出した時点でこんな本を手にしていたら、大いに眉ツバだと思ったことだろう!)。文中には公式データへの参照もたくさんあるし、そこでぼくの議論をチェックして、信用できる情報源と比べてみて欲しい。ウェブサイトには主要な批判とそれへの反論の多くが載っているし、インターネット上では他にも本書について無数のコメントが手に入る。

どっちの議論が納得のいくものかについて、最終的に判断するのはあなた自身となる。でもいずれにしても、そのプロセス自体があなたの知識を高めて、世界を未来の世代のためによりよい場所にするような、よい選択を可能にしてくれることを願ってやまない。

ビョルン・ロンボルグ

コペンハーゲン、2003年5月12日

訳者あとがき

この本は Bjørn Lomborg *The Skeptical Environmentalist: Measuring the True State of the World* (2001, Cambridge University Press) の本文及び注の全訳だ。また、800点以上に及ぶ参考文献については、本には含めず、邦訳サポート用のウェブサイト (<http://www.bunshun.co.jp/se/> および <http://cruel.org/kankyou/>) にアップロードしてある。これは本書のページ数を減らすという後ろ向きの理由とともに、各種インターネットのリンクをたどるのにそのほうが便利だという理由もある。

著者のビヨルン・ロンボルグは、本書を刊行するまでは、デンマークのアーハウス大学で統計学の準教授を勤めているという以上の肩書きはなかった。実質的に無名とっていい。それが本書で、一躍時の人となってしまった。

1. 本書の概要

本書のテーマは、もちろん環境問題だ。が、従来の環境本の多くとは一線を画する。多くの環境本は、何か緊急に主張したいことがあって書かれている。資源枯渇で明日にも文明が崩壊する、とか。いまずぐ地球温暖化問題に取り組まないと日本沈没だ！ とか。環境ホルモンや農薬まみれの食べ物のせいで、人間のからだはボロボロだ！ とか。書店の「環境問題」の棚にいけば、その手の本がいくらでも見つかる。多少の誇張には目をつぶるにしても、あまりひどいものが結構あるし、また明らかに自分で何も調べていない、「地球白書」の劣化コピーとしか思えない本も多い。そしてあげくの果てに、いまの文明そのものがまちがっている、昔の人は自然と調和した健康な暮らしをしていたんだから、我々も自然に帰れ、もっと不便な暮らしをしる、農薬も肥料も使うな、肉を喰うな、さもないと人類は滅びる！ なんていう極端な恫喝をかける。

これに対して本書は、そうやって後先考えずに煽ってはいけないよ、と述べる。まずきちんとデータを見てごらんよ。確かに、問題はあるだろう。もっと力を入れるべき問題もたくさんある(屋内大気汚染とか)。また、局所的な問題があるのも事実(サブサハラアフリカなど)。だけれど全体として見れば、環境はいろんな面でよくなっている。人はどんどん健康に長生きできるようになっているし、生活水準だって上がっているじゃないか。

自然と調和していたという昔の人は、寿命も短くて病気ばかりで、飯も不足がちで、実はいいことなしかつたんだよ。農薬や肥料を使わなかったら、食べ物が不足してみんな死ぬよ。環境ホルモンだって空騒ぎだったし、資源だって枯渇していないし、酸性雨だってそんなに大きな話じゃなかった。今すぐ何かしないとどうかなるという状態にはほど遠い。

だから、みんな落ち着こうよ、と本書は述べる。どうでもいい問題に慌ててバカ高いコストをつっこんだりして、リソースを無駄にするような真似はよそう。だって、やるべきことはほかにもたくさんあるんだから。環境以外にも、学校だって高齢者福祉だってお金がいるんだもの。お金は有効に使おう。データを見て、問題が本当にあるところに、本当に有効な解決策を向けるようにしようよ。そして何より、人類がこれまで多くの問題を解決し、すばらしい進歩をとげてきたことを理解して、自信を持とう。そして未来に希望を抱こうよ。

この本の主張はそういうことだ。

さらに、環境についてのきちんとしたデータが得られ、希望がわいてくるという効用以外にも、この本には大事な効用がいくつかある。

1. データの正しい見方を教えてくれること 多くの本では結論があって、それを裏付けるかのような資料（グラフか数字）があって、それでおしまいだ。でも本書は、データを見せるときにその正しい見方を教えてくれる。ガンが増えている、というデータを見せられたとき、ぼくたちはそれをどう判断すべきか？ 絶対数だけ見てもだめで、人口比や年齢補正がいるんだという話を、本書はていねいに説明してくれる。本書の結論についてどう思おうと、これをきちんと理解できる効用は大きい。
2. 多くの環境保護団体のウソを教えてくれること 多くの環境団体が危機を煽るときには、あまり感心できない手口を使う。環境保護団体の中には必ずしも正直でないところがあるし、はっきりと知識が不足しているところもある。また目的が手段を正当化すると思っているようなところも多い。かれらのデータの扱いや議論のまじが（あるいは意図的な歪曲）を指摘することで、残念ながら既存環境保護運動の大きな問題点も明らかとなってきてしまっている。ちなみに批判されている各種団体で、ロンボルグの批判に対してきちんと釈明したところはほとんどなく、「あの時はそう思えたんだ」くらいのいいわけをしているにとどまる。
3. あらゆる問題について網羅的な視野が得られること 環境問題を議論するときにはしばしば直面するのは、問題のすりかえだ。食糧問題をしていたと思った人が、ちょっと反論されると話を殺虫剤による健康への害の話にすりかえたり、あるいはダイオキシンは死産を招くと言っていた人が、それを否定されるとやっぱり環境ホルモン

特性が問題だと言い出したり。本書は、あらゆる問題を一通り扱うことで、こうした逃げをむずかしくする。同時に、各種の問題の根っこにある共通の傾向　特に経済との関わり　についてもずっと見通しがよくなる。同時に、各種の環境議論をする際の共通レファレンスとしても本書は役にたつだろう。重要なほとんどすべての分野について、基本的な参考文献や議論が提示されている。これさえ一通りおさえておけば、環境議論の基盤としてはほぼ万全だ。

2. 本書に対する批判と留意点

本書の原型がデンマークで刊行された時から、本書に対する批判にはすさまじいものがあった。まともなものも、まともでないものも。本書が出て、著者のところには結構脅しやいやがらせもあったらしい。著者にパイをぶつけて悦に入っているバカな環境団体まである。各種批判とそれに対するコメントについては、著者が日本版によせた付記に詳しいのでそちらを参照してほしい。

各種の批判と反論に目を通したけれど、特にコストと便益に関する議論になると、ぼくは俄然ロンボルグのほうに分があると思う。代表的な話をちょっと挙げると、地球温暖化について、二酸化炭素排出の削減を義務づける京都議定書の実現にはものすごいコストがかかり、一方でほとんど効果がない、という議論がある。百年後への影響を見ると、京都議定書がきちんと実現しても温度上昇は六年ほど遅れるだけ。一方そのコストはこれから少なく見ても毎年（毎年、ですぞ）数千億ドル。たった六年の時間稼ぎにそれだけコストをかける価値があるの？

この議論に対する定番の反論は、京都だけを見るのはまちがっている、京都議定書は数多くのステップの第一歩にすぎず、2010年までしか考慮していない、したがって百年先の京都議定書の効果が小さいと批判するのはピントはずれだ、というわけ。

でもぼくはこれが何の反論になっているのかわからない。百年後をとったのは、そのくらいにならないとまともな差が出ないからだ。2010年なんかで見たら、まったく何の差もなくなって、かえって京都議定書のどうでもよさは際だつぞ。さらにその後のステップがある？ そのステップって具体的になんだだろう。なんだかんだ言って、要するに排出量を削減するという話で、結局は京都議定書を大なり小なり続けるのと同じだ。具体的な話は何も決まっていなから、京都議定書を長期的なベンチマークとして使うのは十分理にかなっている。

そして「その後のステップ」はどのくらいコストがかかるんだろうか？　ロンボルグに反論する人は「京都は最初だからみんなやり方がわからなくてコストが高つく、でも次からはコツがのみこめてもっと楽に安く二酸化炭素削減ができる、だから京都議定書のコ

ストを百年後までのばすのはコストを過大に見ている」と主張する。でもそんなの本当だと思ふ？ 会社で経費一律削減を命じられたときのことを考えてみても、最初はタクシー利用を控えたり、あまり読まない雑誌の購読を中止したりすればすむので楽だけれど、そのうち外注も派遣も頼めなくなると、仕事そのものに支障をきたす、という具合に、後にいけばいくほど苦しくなる。二酸化炭素削減だって同じだ。「コツがのみこめるから楽になる」なんてことがあるとは思えない。つまり京都がダメならば、その後のステップはもっと酷いものになると考えるほうが理にかなっている。収穫逓減の法則、というやつだ。京都議定書のコストを百年後までのばすのは、コストを過大に見るところか、かえって過少に評価している可能性のほうが圧倒的に高い。

そして、多くの人が最も誤解していること。ロンボルグが言っているのは、京都議定書がコスト効率が低いから何もするなということじゃない。かれの主張は、そのお金をつかって、別のことをやろうということだ。同じお金をかけるなら、温暖化の被害を集中的にうける途上国に対して直接支援をしてあげようということだ。バングラデシュやモルジブみたいな海拔の低い低開発国に、たとえば堤防を作ってあげてもいいし、あるいは教育や産業に援助をして、経済力を高め、かれらが自分で対策を講じられるようにしてもいいだろう。どっちが本当にこうした国の人々ためになると思う？ あるいは、そのお金で浄水施設をもっと作って、直接人命を救おうじゃないか。あるいは、二酸化炭素を出さない再生可能エネルギーの開発と低コスト化にもっとお金をかけよう、ということだ。そもそも二酸化炭素が地球温暖化をもたらすから、とにかく二酸化炭素を出すのを禁止しよう

そんな短絡的な発想でいいはずがない。そんなのは車が人を殺すから車を廃止しようとか、電話が犯罪者に使われるから電話を廃止しようとかいう暴論に等しいのだ。

とはいえ、著者も人の子だ。まちがいではないけれど、よく読まないで誤解を招くな、と思う部分はある。たとえばゴミの話で、アメリカのゴミは一辺たった $29km$ の正方形におさまる、とロンボルグは平然と書く。一辺 $29km$! どこが「たった」だ！ と特に日本でゴミ処分場探しに奔走している自治体職員のみなさんは憤死するところだろう。でもかれがここで言いたいのは、人類がゴミに埋もれて死ぬようなことはない、ということだ。もちろん処分場探しは大変なだけけれど、それは本書の論点とは必ずしも関係はない。これだけを見て「ロンボルグの議論は変だ」と思わないよう注意は必要だ。

あと、日本の公害体験を基準にすると、ところどころ「あれ」と思うところがある。たとえば公害要因でぜん息は起きない、と書いてあるところ。四日市は？ 川崎は？ 水質汚染にしても、日本の悲惨な水俣やイタイイタイ病のような話はまったく出てこない。これは一方で、日本のあつた公害病がいかに異常なことだったかを示すものではある。が、著者が調べ切れていない可能性だってある。

また、同じことばを使っている、指すものがちがう場合があるので、これも要注意だ。たとえば畠山史郎『酸性雨』（日本評論社）は、雨ではない酸性雨とか、酸性でない酸性雨とかまで含め、近郊の大気汚染、さらには屋内大気汚染までを「酸性雨」の中に入れて扱っている。一方本書では、それらは分けて扱っている。両者を比べる時には注意しよう。

さらに著者が絶対的に正しいわけじゃない。たとえばロンボルグと同じく、100パーセントの安全なんて不可能だから、リスクを考え、コストと便益のバランスを考慮して環境政策を決めようと常に主張している中西準子は、地球温暖化についてロンボルグとはちがった割引率の考え方を（肯定的に）紹介している（中西『環境リスク論』（岩波書店、1995）p.206）。本書24章で割引率の議論をするとき、ロンボルグは5%くらいを使うべきだと論じている。一方中西の紹介する説では、それだと将来の価値が低くなりすぎるので、0.5%くらいにするべきだとされている。ぼくはロンボルグの議論のほうが正しいと思う。割引率は人々の実際の行動をもとに決めるべきで、あらかじめ将来の環境の価値を恣意的に見積もってそれにあわせて割引率を逆算するようなやり方は変だと思うからだ。でも、そう思わない人もいるだろう。どれを採用するかは最終的にはあなたの判断だけれど、こうした他の考え方の概要くらいは知っておくことが重要となる。

さらにもう一つ、本書の潜在的な問題点として、「何もしなくていいんだ」という主張だと誤解される、または歪曲して使われるおそれがある、というものがある。この心配について、著者自身も本書の中で何度となく述べている。環境は改善はしているけれど、まだ十分によくはないのだ、と。しなくてはならないこと、できればいいことはまだまだたくさんある。だからきちんと優先順位をつけてそれに注力しよう、と。読者も、この点を忘れてはいけないし、またそれを無視して誤用している例を見かけたら、きちんと指摘する必要があるだろう。一方で「何もしなくていい」と思われるから、とって本書を批判するのは、自分の目的をとげるためには馬鹿な一般大衆なんかだましていい、と言っているに等しい悪質なエリート主義でしかない。こういう論調も避けなくてはならない。

3. 翻訳について

翻訳には半年ほどかかった。さすがにこれだけの幅広い領域となると、間口の広さが取り柄のぼくであってもすべてに自信があるとは言い難い。お気づきの点があれば、是非メールなどでご一報いただければ幸いである。各種のまちがいなどは本書のサポートページ (<http://www.bunshun.co.jp/se/> および <http://cruel.org/kankyou/>) で随時訂正する予定である。また引用文献の中には既訳のあるものもあったが、一部を除いて特に参照していない。

翻訳にあたっては、一部を柏木亮二、守岡桜、岡島真理子の三名に手伝ってもらった。最終的には全部ぼくの手が入ってはいるけれど、おかげで作業効率が上がりました。ありがとうございます。katokt 氏と yomoyomo 氏は、訳稿について子細なチェックをかけてくれたので、無数のボカが日の目を見ずにすんだ。ありがとうございます。また著者のビヨルン・ロンボルグ氏は、質問への回答やファイルの提供などで大いに便宜をはかってくれた。さらに、この大部の編集を担当された文藝春秋の東山久美氏にも大いに感謝を。

ある人は、本書を読んで世界観が変わったという。世界って、いいところだったんだ、ということに改めて気がついたという。言われてみれば、未来に対し、冷静に希望を持とう、と言ってくれる本は（考えてみると恐ろしいことだが）少ない。これは環境分野に限らない。歴史は終わり、かつての輝く未来は失われ、いまや人々は未来に絶望して永遠の現在の中をさまよいつけるしかなく、そのために人々は援助交際やらオウムやらヒーリングやらに走るのだ、といった論調の本ばかりが目につく。かつてはよかったけど今の連中はだらしがない、明るい未来のために、今はみんな我慢して愛国心と構造改革を、といったシバキ本もやたらに見かける。たまに希望を描いた本を見つけたら、単に脳天気なだけのバカな本だった、なんてことも多い。その中で、これまでぼくたちがやってきたことをきちんと見直し、それを改めて評価して未来につなげようという本書は、かなり変わっているし、それだけに貴重だ。ちゃんとデータで裏付けられた希望　最近ほかにこんな本があったらどうか？

もちろん、それを鵜呑みにする必要はない。というより、鵜呑みにしないでほしい。本書を読んで希望に小躍りするのでも、「いや、地球環境がよくなっているなんて信じられない」と絶望の中に生きるのでも、あなた次第だ。でもどっちを取るにしても、まず自分の知っている範囲でいいからちょっと裏をとってみてほしい。いつかジュリアン・サイモンの記事を読んで著者が奮起したように、本書を読んで「そんなバカな！」と自分できちんとデータを調べ直してくれる人がたくさん出てくればな、と思う。そうなったら環境運動は本質的に変わるだろう。そしてそのときにこそ、本書の描く未来への希望が真の意味で実現するはずだ。

それこそ実に美しい世界じゃないか。

二〇〇三年一～五月

リロングウェ/東京/プエルト・プリンセッサにて

山形浩生 (hiyori13@alum.mit.edu)

索引

- ABT サマー号, 石油の流出
 ADI (許容一日摂取量), 327, 333
 AIDS/HIV
 アフリカの—, 74–75, 527
 アメリカの—, 79
 定番話の証拠としての—, 20–21
 —と期待寿命, 74–75, 526, 527
 —と乳児死亡率, 77
 —とヒメンテル教授, 33
 —の拡大原因, 20–21
 リスク要因としての—, 480
 AOGCM (大気海洋結合大循環モデル), 384–394,
 399, 422, 427–431, 455, 633, 641
 —単純モデルによる過大評価, 383, 393, 635
 —と雲表現の問題, 391–392, 634
 —と水蒸気表現の問題, 389–391
 —と対流圏, 389–391, 634
 —と微粒子表現の問題, 385–389
 —の結果, 382–383, 393
 CFC, フロンガス
 CIMMYT (国際トウモロコシ小麦改良センター),
 139
 CPI (消費者物価指数), インフレ
 DDE, DDT
 DDT, 279, 280, 293, 305, 309, 336, 340,
 349–352, 601
 —の環境ホルモン特性, 341
 EPA (アメリカ環境保護局), 44, 231, 234, 236,
 237, 241, 243, 245, 262, 263, 283, 298,
 300, 310, 311, 327, 330–331, 333–334,
 336, 339, 340, 348, 351–352, 373, 487,
 495–496
 FAO (国連食糧農業機関), 8, 18, 34, 39, 44, 45,
 94, 95, 133–135, 142–143, 146,
 149–150, 153–155, 159, 161, 165, 167,
 331, 367, 511, 552–554
 GDP (国内総生産), 96–111, 129, 180, 250–253,
 533
 —とゴミ, 297
 —女性の労働, 96–97, 533
 —と地下経済, 96–97, 533
 —のインフレ補正, 97–98
 GM 食品, 遺伝子組み替え食品
 GNP (国民総生産), GDP
 HIV/AIDS, AIDS/HIV
 IMF (国際通貨基金), 10, 44, 108, 154, 198
 IPCC (気候変動に関する政府間パネル), 106, 375,
 380–383, 387, 391–393, 402–414,
 422–423, 431–433, 453–454, 457–460,
 462, 530, 537, 629, 633, 654
 NIMBY (Not in my back yard), 300
 “No Regrets” 政策, 「後悔なし」政策
 NOAEL (無毒性量), 327
 NOEL (無有害影響量), 327
 NO_x , 大気汚染, 屋外—, 窒素酸化物
 NPP (純一次生産), 140–141, 430, 546, 654
 ODA, 28, 463, 474, 482, 502
 OPEC (石油輸出国機構), 172, 175, 559, 560
 PCB, 279, 280, 293, 305, 340, 352
 —の環境ホルモン特性, 341
 PPP (購買力平価), 104–105, 534–536
 SO_2 , 大気汚染, 屋外—, 二酸化硫黄
 SPM (浮遊粒子状物質), 大気汚染, 屋外—, 微
 粒子
 THC (熱塩循環), 熱塩循環
 SPM (総浮遊粒子状物質), 大気汚染, 屋外—, 微
 粒子
 UNDP (国連開発計画), 44, 104–105, 108, 110,
 373
 UNEP (国連環境計画), 44, 150, 288, 395, 458
 UV-B, 394–397
 WAIS (南極西部氷床), 453
 WCMC (世界動植物保全監視センター), xxxii, 23,
 511
 WHO (世界保健機関), 26, 32, 34–36, 44, 234,
 249, 261, 262, 264, 265, 290, 310, 313,
 319, 331
 WTO (世界貿易機構), 465
 WWF (世界自然保護基金), 12, 17, 22–24, 44, 54,
 157, 160, 163–166, 213, 364, 511, 512,
 520, 552
 亜鉛, 200, 206–207, 570
 —のリサイクル, 210
 アジア通貨危機, 108, 538
 アシモフ、アイザック, 11, 15–16, 41, 297, 413,
 506, 508, 649
 アスベスト, 石綿
 アトランティック・エンブレス号, 石油の流出

- アネックス I 諸国, 433-457, 「京都議定書」も参照
 アフラトキシン, 335, 339, 340
 アフリカ
 —の飢餓, 56
 —の人口, 67
 —の森林消失, 23-24
 —の土壌流出, 8
 —のエネルギー、薪, 161-162
 —の期待寿命, 73-75
 —の教育, 114
 —の経済、GDP, 100
 —の食料, 93-94, 154, 532, 827
 —の森林, 160, 556
 —の乳児死亡率, 77
 —の貧困, 109-110
 アマゾン雨林, 13, 162-163, 164, 368-369, 477
 アメリカ
 —のゴミ, 297-301
 —の小麦生産, 136-138
 —の風力発電補助金, 190, 565
 アルコール摂取, 315, 318, 329, 337-338, 471, 480, 605
 アルミニウム, 200-201, 569
 —のリサイクル, 210
 アレルギー, 265-269, 588
 アレルギー性豆と遺伝子組み替え食品, 493-494
 安全性
 —と動物実験, 327, 332-338
 —の試験, 327, 332-338, 607, 611

 イースター島, 41-42
 硫黄, 192
 異常気象, 地球温暖化, —と異常気象
 石綿, 263-264, 330
 —日許容摂取量, ADI
 遺伝子組み替え食品, 490-499
 インジウム, 209
 飲酒, アルコール摂取
 インフレ, 97-98, 109, 534
 飲料水へのアクセス, 7-8, 28-30, 64, 70, 113, 217-221, 225, 448, 452, 456, 463, 480, 513, 514, 525, 540, 663

 雨林, 森林

 エイズ, AIDS/HIV
 エイムズ、ブルース, 334-338, 611
 栄養状態, 34-36
 エーリック、ポール
 —とクリーンなエネルギー, 461
 —と持続可能性, 68
 —と食料, 85, 502
 —と人口, 68-69
 —と生物多様性, 359
 —とバイオマス生産, 140-141, 430
 —のレトリック, 42-43
 疫病, 78-79, 516
 エクソン・バルディーズ号の石油流出, 275-278, 592
 エストラゴール, 338
 エストロゲン, 環境ホルモン
 エネルギー, 19, 169-195

 核融合, 核融合
 ガソリン価格, 176
 原子力, 原子力
 —効率, 180, 561
 再生可能—, 26-27, 185-194
 —の—のコスト, 26-27, 190, 187-190, 191, 410-413, 565-567, 644-645
 —への補助金, 189-190, 565, 566
 シェール油, 183-184
 水力—, 186-188
 石炭, 石炭
 石油, 石油
 タールサンド, 183-184
 太陽光—, 190-192, 564-566
 地熱—, 187, 188
 天然ガス, 天然ガス
 —の消費, 169-171
 バイオマス—, 187, 191-192, 564
 風力—, 188, 192-193, 564, 565-567
 —と鳥の死, 193
 エルニーニョ, 57-58, 389, 420-421, 521, 551
 沿岸汚染, 278-280
 塩素殺菌, 481, 502

 オイルショック, 石油/危機
 オオカバマダラチョウと遺伝子組み替えトウモロコシ, 494-496
 オゾン公害, 大気汚染, 屋外—, オゾン
 オゾン層, 394-397, 506, 635, 636
 —と皮膚ガン, 396-397
 オゾンホール, 394-397, 477
 温室効果, 375-376, 地球温暖化

 カーボン、レイチェル, 309-310, 320, 324, 335, 341, 349, 495, 611
 カーネギー、アンドリュウ, 202
 開発援助, ODA
 海面上昇, 地球温暖化, —と海面上昇
 核融合, 185, 563
 火災
 森林の—, 22, 165-166
 —と焼き畑農業, 166
 家事の時間, 118
 化石燃料, 169-184, 188-189, 194-195, 240, 376, 386, 387, 505, 563
 —と IPCC シナリオ, 381, 408-413
 河川, 217, 290-294, 304, 472, 599
 ガソリン
 —の小売り価格, 175
 無鉛化, 242-243, 582
 カドミウム
 汚染, 192, 279, 280, 293, 294
 資源, 208, 209
 発ガン性, 339
 紙, 164
 刈り入れ効果, 238
 カリウム, 206
 川, 河川
 為替レート, 104-105, 109, 536
 ガン, 25-26, 80, 262-264, 309-340, 349-352
 小児—, 323-324
 前立腺—, 318, 322-323
 とアルコール, 318, 329, 338, 613

- と石綿, 264
- と送電線, 53
- と動物実験, 332-338
- 乳—, 25-26, 316-318, 320-322
- の原因, 313-319, 328-332
- の爆発的増大説, 309-320
- のリスク, 320-323, 328-332, 340
- 肺—, 315-316, 319
- 発ガン性, 発ガン性と閾値
- 皮膚—, 324-325, 396-397
- 灌漑, 90-91, 216, 220, 222-223
- 環境税
 - 炭素税, 412
 - 二重の儲け, 442-444, 659, 660
- 環境政策のコスト, 434-437, 439-446, 449-450, 462, 461-462, 465, 485-490
- 環境と経済発展, 経済発展, —と環境
- 環境ホルモン, 25, 341-352
 - と精液の質, 343-348, 615, 614-616
 - と乳ガン, 349-351
 - のカクテル効果, 348-349, 618
- 環境世論調査, 49-51, 310, 475-477, 668-669
- 間接喫煙, 263

- 気温
 - と温室効果ガス, 375-376
 - と小氷河期, 378
 - と中世温暖期, 378-379
 - の代替指標, 377
 - の歴史的推移, 377-380, 631
 - への都市化の影響, 631
- 期待寿命, 5, 7, 20, 37, 71-75, 117, 125, 238, 313, 471, 475, 525, 526
 - アフリカの—, 73-75
 - 発展途上国の—, 73-75
- 喫煙, 9, 「タバコ」も参照
- キャスティーリョ・デ・ベルパー号, 石油の流出
- 教育, 114-116, 非識字率, 就学率
- 京都議定書, 54, 433-437, 444-448, 456-457, 地球温暖化
 - のコスト, 434-437
- 共有地の悲劇, 152, 222
- 漁業, 魚
- 極水冠流出, 地球温暖化, —と極水冠流出
- 許容一日摂取量, ADI
- 金, 205, 209
- 銀, 205, 209

- 空港の騒音, 113
- クズネッツ曲線, 103
- 雲と地球温暖化予測, 391-392, 634
- グリーンピース, xxv, 17, 25, 39, 44, 54, 274, 343, 349, 373, 491, 495, 512, 624, 656
- グリーンランド氷床, 453
- クリントン、ビル, 373, 374
- グローバル経済, 39, 103, 144, 145, 464, 465, 825
 - 縮小のすすめ (IPCC), 459, 462

- 経済格差, 貧富の差
- 経済発展, 99-111
 - と環境, 46-47, 249-253, 462-465

- 下水処理へのアクセス, 7-8, 28-30, 64, 70, 113, 225, 448, 452, 456, 463, 480, 514, 525, 540, 663
- 原子力, 184-185, 563
 - 高速増殖炉, 185
 - の発電コスト, 563
 - プルトリウム安全保障リスク, 185
- 原油, 石油

- ゴア、アル, 15, 297, 298, 359, 420, 470-473, 509, 628
- 「後悔なし」政策, 449-450
- 洪水
 - 地球温暖化による—, 374, 416-418, 421, 424-425, 429-431
 - を防ぐ森林, 21-22, 160
- 合成エストロゲン, 環境ホルモン
- 購買力平価, PPP
- コーヒー, 335-338, 353, 612
- 国際通貨基金, IMF
- 国際連合, 102-103
- 国内総生産 (GDP), GDP
- 国民総生産 (GNP), GDP
- 穀物
 - 価格, 88, 131-132, 544, 552
 - 繰越備蓄, 143-145, 154
 - 収量, 132-140, 545
 - 生産, 8, 132-143
- 国連開発計画, UNDP
- 国連食糧農業機関, FAO
- コバルト
 - のマンガン代替, 210
- ゴミ, 297-302, 600, 601
- 小麦, 88, 90, 91, 131-132, 531
- 米, 90, 91, 140, 531
- コンピュータモデル, AOGCM
 - 『成長の限界』シミュレーション, 172

- 災害
 - 死亡率, 121-122, 543
 - の歴史, 121-122
- サイクロン, 暴風雨
- 再生可能エネルギー, エネルギー
- 材木, 161-162
- サイモン、ジュリアン, i, xxv, 197, 406, 642
- 魚, 151-153, 551
 - の生産増加, 90
 - の養殖, 90, 153
- 酒, アルコール摂取
- サステイナブルな発展, 持続可能な発展
- 殺人, 120-121, 125
- 殺虫剤, 農薬
- サブサハラアフリカ, アフリカ
- 酸性雨, 15-16, 189, 244, 255-259, 289, 504
 - と湖沼の酸化, 256-257
 - の神話, 5, 19, 52, 240, 303, 473
- 酸素欠乏, 富栄養化

- 自慰の頻度, 「セックスの頻度」も参照, 617
- 死因、主要な, 479
- ジェヴォンス、スタンリー, 178
- シェール油, 183-184
- 紫外線, UV-B

識字率, 非識字率

事故

原子力の—, 184
航空—, 123, 543
自動車—, 123, 543
職場の—, 123
—石油, 272–278
—の歴史, 122–123
—悪いニュース, 56

自殺, 121, 125, 543

持続可能な発展, 126, 129–130, 228, 460

自動車, 111–112, 123, 180, 209, 241, 300

—の脱物質化, 300

ジニ係数, 104

自発リスク, リスク、自発リスクと非自発リスク

死亡率, 64–65, 526

砂利, 200, 301

就学率, 114–116, 541

収量, 穀物の収量

出生率, 64–65, 522, 523

受動喫煙, 間接喫煙

種の多様性, 生物多様性

寿命, 期待寿命

純一次生産, NPP

生涯リスク, リスク、生涯

硝酸塩, 289–290, 598, 599

小氷河期, 378

情報技術

—による脱物質化, 210, 300

食料安全保障, 143–145, 154, 548

女性の労働と GDP, 96–97, 533

所有権, 95, 152, 161, 550

飼料穀物パッファ, 144, 154, 548

人口

アフリカの—, 67

—過剰, 68–69, 523

—構成, 67–68

世界—, 4, 64–67, 523

都市の—, 69–70

農村の—, 69–70

—の増大, 19

—密度, 68, 524, 525

身長、平均, 82, 529

「慎重なる回避」原理, 499–502, 677

森林, 4, 17, 140, 157–167, 227, 228, 376, 402, 472

アマゾン雨林, 162–163, 368–369, 477

—消失, 161–163, 167, 511, 555, 556

植林, 164–165, 512, 557

大西洋雨林 (ブラジル), 368, 556

地球温暖化のモデル設定, 406–408

—と紙, 164, 167, 557

—と酸性雨, 255–259

—と酸素, 164, 366, 557

—と生物多様性, 164–165, 364–369

—と「地球の肺」のウソ, 164, 366

—と農業, 159–160, 556

—のエッジ効果, 556

—の火災, 22, 165–166, 557, 558

—の消失, 18, 22–24, 45

—の定義, 157–159, 553–554

—の保水力, 21–22, 424–425

発展途上国の—, 161–162, 166–167

—面積, 157–160, 552–554

水銀, 209

スズ, 209

砂, 200, 301

スラム, 70, 525

スリーマイル島, 184

スリナムの林業取引, 161

精液の質, 343–348, 615, 614–616

—と有機農法, 346–347

精子減少, 環境ホルモン, —精液の質
『成長の限界』, 42, 86, 172–173, 197

生物種の数, 359–361

生物多様性, 4, 5, 25, 161, 167, 359–372

—生物種の数, 359–361, 623

絶滅, 359–366, 505, 624, 628

—と森林, 164–165, 166, 364–369

—の島モデル, 366–367

—の重要性, 361–363, 624, 625

マイヤーズの絶滅推計, 363–364

世界銀行, 11, 28, 44, 63, 81, 101–103, 109, 135,

137, 147, 148, 155, 198, 218, 222, 223,

228, 234, 249–252, 253, 262, 290–291,

297, 404, 452

世界自然保護基金, WWF

世界動植物保全監視センター, WCMC

世界保健機関, WHO

石炭, 181–183, 562

石油, 19, 169–181, 559

—価格, 175–176

—危機, 172

—の流出, 271–278, 591

—埋蔵量, 176, 560

石油頁岩, オイルシェール

石油輸出国機構, OPEC

セックスの頻度増加, 345–346, 617, 618

絶対的な改善 vs 相対的な改善, 92

絶滅, 生物多様性

セメント, 199, 569

ぜん息, 265–269, 482, 588, 589

—と花粉やカビ孢子, 268

—の「衛生仮説」, 268

—の経済コスト, 267, 589

—は大気汚染では起きない, 267–268, 589

先端材料, 207–208

喪失余命, 238

相対的な改善 vs 絶対的な改善, 92

送電線とガン, 53, 520

藻類, 248, 281, 366, 463, 「富栄養化」も参照

ソーラー, エネルギー, 太陽光—

ソーラー, ロバート, 171

タールサンド, 183–184

ダイオキシン, 236, 305, 340, 491

対外債務

—と自然保護の交換, 162

大気汚染, 「ぜん息」「酸素欠乏」も参照

屋外—, 231–253

—酸化炭素, 249

オゾン, 246–247

自発的リスク, 484

- 窒素酸化物, 247-248, 「酸素欠乏」も参照
- と酸性雨, 244-245, 247-248, 581
- と発展途上国, 249-252
- 鉛, 242-244, 582
- 二酸化硫黄, 244-245, 404-405, 「地球温暖化」も参照, 581
- の費用と便益, 233-242, 469, 474, 575, 577
- 微粒子, 236-242, 244, 577-580
- ベンゼン, 236
- ホルムアルデヒド, 236
- リスク規模, 5, 231, 233-236, 329, 480
- 粒子状物質, 大気汚染, 屋外—, 微粒子
- 歴史的な—, 231-233
- 屋内—, 261-264
- アスベスト, 大気汚染, 屋内—, 石綿
- 石綿, 264
- タバコ, 263
- と屋内植物, 263
- ホルムアルデヒド, 263
- 薪ストーブ, 262
- ラドン, 263, 355, 587
- 大気海洋結合大循環モデル, AOGCM
- 大西洋雨林 (ブラジル), 368
- 台風, 暴風雨
- タイムスピーチ, 310
- タイムズスピーチ, 602
- 大躍進政策 (中国), 66, 95
- 太陽光発電, エネルギー, 太陽光—
- 脱硫装置, 182, 240, 244, 509
- タバコ, 263
- とガン, 313-316, 319, 323, 328, 604
- の消費, 315-316, 604
- タリウム, 209
- 炭素排出, 27, 376, 401-404
- 権の取引, 434-437, 446-448, 656
- 地球温暖化のモデル設定, 408-409
- の削減コスト, 439-446
- の無コスト (「後悔なし」) 削減, 449-450, 661, 662
- タンタル, 209
- チアノーゼ, 281, 289-290, 598
- 地域暖房, 112, 241
- チェルノブイリ, 184
- 地下経済と GDP, 96-97, 533
- 地球温暖化, 5, 26-27, 373-465, 473, 506
- 研究の制度化, 53-54
- と異常気象, 420-427, 430-431, 506, 649-652
- とウシのげっぶ, 639
- と宇宙線, 399-401, 638
- と海面上昇, 383, 416-418, 433, 453, 648
- と極氷冠流出, 416, 453
- と社会の選択, 457-462, 666
- と対流圏, 389-391, 634
- と農業生産, 413-415
- とバイオマス増加, 429-430, 653
- と人の健康, 418-420
- と費用便益分析, 431-457, 462-465, 655, 656, 658
- とマラリア, 374, 419-420
- と水, 217
- とメキシコ湾流, 453-455, 664
- とメタン, 639
- と養分になる二酸化炭素, 376, 414
- と悪いニュース, 40-41
- の回避コスト, 434-437
- のコスト, 189, 431-434
- の仕組み, 375-376
- への都市化の影響, 631
- 「地球の肺」のウソ, 164, 366, 557
- 『地球白書』, ワールドウォッチ研究所
- 窒素, 205, 281-290, 570
- 窒素酸化物, 大気汚染, 屋外—, 窒素酸化物
- 中国, 33
- の食料生産, 88, 91, 95, 133, 145-148, 154, 490, 549
- の森林, 21-22, 160, 166
- 中世温暖期, 378-379
- ディーゼル車, 241
- ディカプリオ、レオナルド, 374
- ディルドリン, 280, 351
- データマッサージ, 52-53, 520
- 鉄, 201-203, 569
- のリサイクル, 210
- 伝染病, 78-79
- 天然ガス, 181, 561
- デンマーク
- エネルギーと成長の分離, 180
- の風力発電, 192
- の風力発電補助金, 190, 565, 566
- 銅, 203-204, 301, 569
- のリサイクル, 210
- 統計的な殺人, 490, 502
- 動物実験, 327, 332-338
- 動物の権利, 16-17
- トウモロコシ, 90, 91, 139, 140, 531
- 都市, 69-70, 315
- 都市人口, 69-70
- 土壌流出, 8-9, 148-151, 160, 192, 286, 550
- 鳥と風車, 193
- 鉛, 210
- のリサイクル, 210
- 汚染, 236, 242-244
- 汚染, 293
- 南極西部氷床, WAIS
- 二酸化硫黄, 大気汚染, 屋外—, 二酸化硫黄
- 二重の儲け, 442-444, 659, 660
- ニッケル, 192, 207
- のリサイクル, 210
- 日本
- と「ドコモ」, 677
- の河川汚染, 291
- の期待寿命, 75
- のゴミ, 301
- の米生産, 136-139, 546
- のソーラー温水器, 187
- のソーラー住宅, 192
- の農地転用, 146
- の労働時間, 116
- 乳ガン, ガン、乳

- 乳児死亡率, 75-77, 513, 525, 527
 人間開発指標, 63, 536
 人間中心主義, 16-17
- 熱塩循環, 453-455, 664
 熱帯雨林, 森林
- 農業
 —と灌漑の悪いインセンティブ, 222-223
 —と経済改革, 94
 —と森林, 159-160, 556
 —と大気汚染, 244, 247
 —と地球温暖化, 413-415
 —と中国, 95, 145-148
 —とニワトリ、ブタ、牛乳の生産増, 90
 —とバイオマス利用度, 140-141, 546
 —と発展途上国の貿易, 474
 —と肥料, 281-286, 595
 —と水不足, 28, 220-223
 焼き畑—, 166
- 農村人口, 69-70
 農業, 13, 325-357, 473, 481, 483-484, 607, 608
 合成—, 334-340
 —削減コスト, 354-357, 620-621, 622, 623
 天然—, 334-340
 —と緑の革命, 91
- ハーディン、ギャレット, 151-152, 551
 バイオマス, 140-141, 191-192, 429-430, 459
 —による汚染, 192, 440
 —のエネルギー, 180, 186, 191-192
 —の燃焼, 386
- 肺ガン, ガン、肺
 廃棄物, ゴミ
 排出権取引, 炭素排出、—権の取引
 廃油ボール, 271
 バズタイ博士の遺伝子組み替えジャガイモ,
 491-493, 673
- 発ガン性と閾値, 332-338, 611
 白血病, 314-315, 604
 発展途上国
 —と水, 39-40
 —の屋内大気汚染, 262, 586
 —の飢餓, 86-88, 530, 532, 827
 —の期待寿命, 73-75
 —の教育, 114-116
 —の識字率, 114
 —の上下水, 113
 —の森林, 161-162, 166-167
 —の大気汚染, 249-252
 —の乳児死亡率, 76-77
 —の肥料, 93-94
 —の貧困, 101-111
 —への援助, ODA
- バリウム, 209
 ハリケーン, 暴風雨
- 非識字率, 7, 63, 114, 471, 540
 非自発リスク, リスク、自発リスクと非自発リスク
 ビスマス, 209
 砒素, 209, 332, 335, 339
 ビッグマック指数, 105, 536
- 肥満, 605
 —とガン, 318, 329
 —とぜん息, 269
- ピメンテル、デビッド・C
 —とAIDS/HIV, 33
 —と栄養状態, 33-36
 —と健康, 30-38
 —と土壌流出, 148-151
 —と農業, 311, 354
- 病気, 77-82
 微粒子, 大気汚染, 屋外—, 微粒子
 肥料, 14-15, 281-286, 595
 —価格, 205-206
 —と健康リスク, 288-290
 —と富栄養化, 281-288, 303-304, 596, 598
 —と緑の革命, 91
- 微量栄養素, 35, 516
 貧困, 101-111, 125, 535, 536
 —と環境, 250-252, 585
 —の定義, 103, 535, 536
 貧富の差, 100-111, 534-537, 538
- 「ファイル棚」問題, 52-53, 332, 610
 風力発電, エネルギー, 風力—
 富栄養化, 281-288, 303-304, 596, 598
 プチルすず, 280
 浮遊粒子状物質, 大気汚染, 屋外—, 微粒子
 ブラウン、レスター, 18, 28, 39, 470, 472, 473,
 505
 —と穀物価格, 10
 —と穀物収量, 10-11, 136-142
 —と魚, 151-153
 —と食料, 153-154
 —と森林, 45
 —と中国, 145-148, 549
 —と土壌流出, 148-151
 —と1人あたり穀物, 132-135
 —のレトリック, 39, 547, 551
- ブルーベビー症, チアノーゼ
 ブルントラント、グロ・ハーレム, 6, 310
 ブルントランド、国連報告, 129
 フロンガス, 395-396
 —とモントリオール議定書, 395
- 平均余命, 243, 「期待寿命」も参照
 ペルシャ湾, 274-275
- 貿易, 10, 42, 103, 144, 154, 474
 暴風雨, 122, 422-427, 650-652
 ポーローグ、ノーマン, 90, 139, 502
 ホルムアルデヒド, 263, 264
- マイヤーズ、ノーマン
 —の生物絶滅推計, 359, 363-364
 マスターベーションの頻度, 「セックスの頻度」
 も参照, 617
 マラリア, 33, 506
 —と地球温暖化, 41, 374, 416, 419-420, 456
 マルサス、トーマス, 85-86, 172
 「万が一」の原理, 「慎重なる回避」原理
- 水
 海水の淡水化, 218-219, 573

- と戦争, 223-224, 574
- の利用効率, 219-223
- へのアクセス, 飲料水へのアクセス
- 緑の革命, 88-92, 95, 132, 134, 282, 304, 502-503

- 無毒性量, NOAEL
- 無有害影響量 (NOEL), NOEL

- メス化, 環境ホルモン, —精液の質

- モントリオール議定書 (フロン), 395, 433
- 文盲率, 非識字率

- ヤマニ、アハメド (元石油相), 172

- 有機農法, 346-347, 598, 622
- 優先順位の設定, xxvii, 8, 13, 16, 21, 43, 46, 48, 140, 223, 287, 371, 474, 477-485, 487-490, 501-502, 825, 828-829

- 余暇時間, 116-120
- 予防原則, 「慎重なる回避」原理
- 世論調査, 環境世論調査

- ラテンアメリカ, 109
- ラドン, 263, 264
- ラニーニャ, 420-421
- ラブカナル, 310, 602

- リサイクル, 13-14, 210, 301-302, 601
- リスク, 320-323, 327-340, 477-485
 - 自発リスクと非自発リスク, 484-485
 - 生涯—, 320-323
 - のトレードオフ, 481-482
 - 分析, 327-340
 - を 100 万分の 1 上げる, 483
- リン, 205-206
 - 汚染, 293

- 労働災害, 事故、職場の
- 労働時間, 116-120, 541-542
 - 日本の—, 117

- ワールドウォッチ研究所, 3, 10, 14-15, 17-22, 26-28, 30, 38-39, 44, 54, 106-107, 129, 131-140, 143, 147, 157, 164, 213, 227, 341, 371, 373, 374, 423, 425, 426, 505, 508, 510, 513, 519, 544, 546, 651
- 割引率, 451-453
- 悪いニュース, 49-51, 57-58, 521
- 湾岸戦争, 39, 267
 - 石油流出, 274-275