

第5章 経済モデルによる分析

ビジティング・フェロー 伴 金美
リサーチ・フェロー 濱崎 博
リサーチ・フェロー 岡川 梓

温暖化ガス排出権取引制度を設計する上で、制度に直接参加する企業だけでなく、その制度が経済全体に与える影響を数量的に評価することが重要となっている。本章では、経済的影響を分析するツールとして広く用いられる経済モデルについて、その基本構造を示し、さらに、それをを用いて温暖化ガス排出削減政策の経済に与える影響を分析する。

報告書で取り扱う京都議定書は、気候変動に関する国際連合枠組条約に基づき、温暖化ガスの排出削減目標を設定し、それを実現する手続きについて国際的に合意されたものである。ところで、京都議定書と実施手続きを合意する過程で、気候変動に関する政府間パネル(IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change)が大きな役割を果たしてきた。IPCC とは、気候学者から経済学者まで幅広い分野の科学者を中心とする組織であるが、その目的は科学的知見の集積である。その中で特に重要な役割を果たしているものの一つが経済モデルによる削減政策の経済に与える影響の分析である。気候変動に関する国際連合枠組条約加盟国は、これまで IPCC のとりまとめた科学的な知見や、排出削減政策が各国経済に与える影響評価を参考としながら削減幅や削減手続きについて検討してきた。IPCC の研究成果は数年に一度報告書として公表されるが、最新の IPCC 第三次報告書(2001)では、188 の経済モデルによる 519 のシナリオの分析結果が取り上げられている。特に、京都議定書の目標を達成する政策手段とその影響評価が大きな注目を集めた。

しかし、経済モデルは京都議定書に見られる合意形成に貢献するだけでなく、それを反故にするきっかけともなる。2001 年に米国が京都議定書から離脱したが、その背景には、先進工業国のみ削減目標を課し、発展途上国に削減目標を課さないのであれば、米国経済の負担が過重になるという分析結果¹が続いたことがある。すなわち、京都議定書の欠陥を指摘し、それを否定する内容である。その意味で、経済モデルは、制度が経済に与える影響を明らかにすることで制度設計に大きな影響力を持つ。

本章では、制度の持つ効果を分析する上で重要な役割を果たす経済モデルについて、その基本的な考え方を示すとともに、報告書で用いた経済モデルの一つである GTAP-E モデルについて説明し、それをを用いたシミュレーション結果を示す。

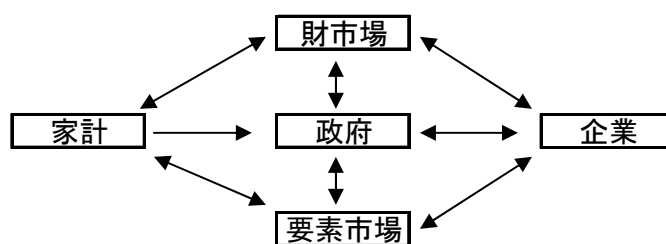
¹ Nordhaus and Boyer(2000)のRICEモデルを用いたChapter 8. Economic Analysis of the Kyoto Protocol は、その代表的な分析結果である。

5. 1 経済モデルの基本構造

温暖化ガス排出を削減する政策は、温暖化ガスの削減だけでなく、経済全体に直接または間接に大きな影響を及ぼす。例えば、化石燃料の利用に炭素税の導入を行うとすれば、まず影響を受けるのは、化石燃料市場であり、化石燃料価格が上昇することで、化石燃料の需要の減退が考えられる。これは化石燃料価格が上昇することで、その利用を節約する方向に価格メカニズムが働くことを意味するが、化石燃料を需要する企業の場合、化石燃料価格の上昇は生産コストの上昇となり、製品価格を引き上げることになる。その結果、その企業の製品に対する需要が減退する可能性がある。また、化石燃料は資本や労働などの生産要素や中間財投入などの生産に必要とされる投入財の一つであるが、化石燃料価格の上昇は、投入構造の変化を引き起こし、他の投入財に対する需要にも影響する。さらに、化石燃料を供給する企業の場合、炭素税が導入されれば、それを転嫁するために化石燃料価格を税額分だけ引き上げる必要があるが、その結果需要が減退することで生産量は縮小する可能性がある。その結果、企業が生産に用いてきた生産要素や中間投入の需要が減ることになる。すなわち、化石燃料市場における炭素税導入は、化石燃料以外の財市場や生産要素市場に大きな影響を与える。一方、炭素税は政府の税収の増加となるが、税収中立の原則にたてば、増加分は政府支出の増加あるいは他の税の減税に回される。いずれの場合も、財市場や要素市場に大きな影響を与える。

5. 1. 1 経済循環の表し方

経済モデルは、化石燃料市場における炭素税を賦課する制度導入が経済に与える影響を第 5.1-1 図で示される経済循環の枠組みで評価しようとする。経済循環を構成する一つが、意志決定をする経済主体(Agents)とよばれるもので、第 5.1-1 図では企業、家計と政府である。



第 5. 1 - 1 図 経済循環

家計は労働や資本などの生産要素を持ち、それを要素市場に供給して労働所得や資本所得を受取り、所得税を政府に納め、企業が生産する財を財市場で購入する。一方、企業は要素市場で労働と資本を調達し、財市場から中間投入財を購入して生産活動を行い、

生産した財を財市場に供給する。政府は、家計や企業から税を徴収し、要素市場で労働を購入し、または財市場で財を購入し、政府サービスを供給する。

第 5.1-1 図で表される経済循環を、具体的な数値の流れとして表現したものが社会会計表(Social Accounting Matrix)とよばれる勘定体系である。ここでは、財の区分として化石燃料とその他の財の二つ、生産要素を資本と労働の二つとしている。表 第 5.1-1 で表される社会会計表の横軸の方向で見れば、財と生産要素がどこで使われるか、所得や税がどこで生じているかを知ることができる。一方、社会会計表を縦軸で見れば、企業が財を生産するために必要とする財及び生産要素の量、支払う税金の大きさなどを知ることができる。さらに、家計や政府がどの財を消費するかについても知ることができる。横軸の合計の各項目と縦軸の合計の各項目は、勘定体系の原則に基づいて一致している。経済モデルは、社会会計表における各要素の大きさがどのように決まるかを方程式体系で記述することである。例えば、炭素税導入で化石燃料生産企業の支払う税金が増加したときに、他の各要素の値がどのように変化するかを、方程式を解くことで数値的に示すことである。経済モデルの重要性は、化石燃料市場における需要と供給の変化だけでなく、それが他の財市場や生産要素市場に影響を与え、さらに税収の変化によって生ずる政府活動の影響も含めて、密接に相互連関する経済構造に基づいて、影響を評価することができる点にある。このような分析の枠組みは、一般均衡モデル(General Equilibrium Model)とよばれている。これまで、一般均衡モデルは理論的な整合性は高く評価され、経済学の基礎となってきた考え方であるが、その複雑性から実用性にかけるとの批判がなされていた。しかし、計算アルゴリズムの進歩により、応用一般均衡モデル(Applied General Equilibrium Model)あるいは、計算可能一般均衡モデル(Computable General Equilibrium Model)として、広く用いられるに至っている。特に、貿易自由化や税制の変更など、制度変更が経済に与える影響を評価するためにしばしば用いられてきた。その意味で、温暖化ガス排出削減政策の評価にあたっては、削減政策が経済全体に大きな影響を及ぼすことから、IPCC などでも重要な分析ツールとして認識されている。

		経済活動		生産要素		最終需要		計
		化石燃料	その他	資本	労働	家計	政府	
財	化石燃料	10	30			10	10	60
	その他	20	60			100	20	200
生産要素	資本	10	40					50
	労働	10	50					60
	家計			50	60			110
	税	10	20					30
	計	60	200	50	60	110	30	

表 第 5. 1 - 1 社会会計表(Social Accounting Matrix)

5. 1. 2 企業と家計の行動原理

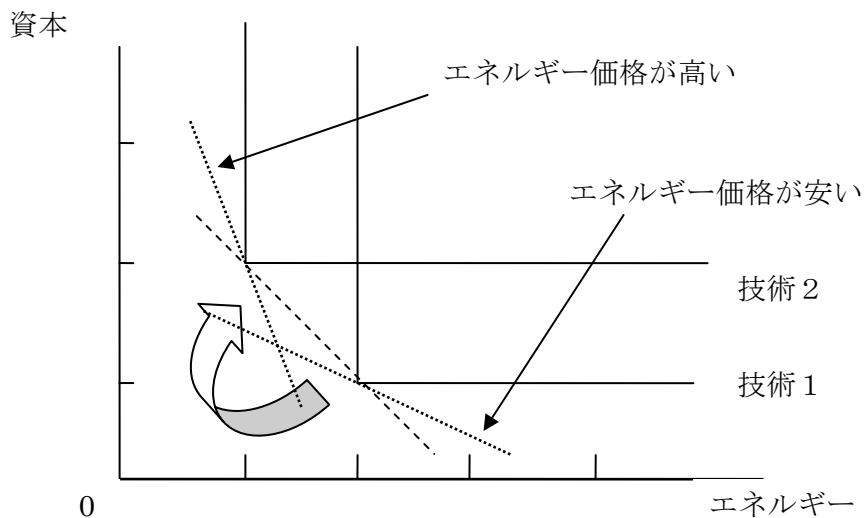
そこで、経済モデルを構成する経済主体である企業と家計の行動原理について説明することでモデルの基本構造を明らかにする。

まず、簡単化のために、化石燃料と資本を用いて生産を行うが、生産する技術が二つ存在し、その中で行動する企業を考える。ここで、二つの生産技術は、生産を1単位行うのに必要となるエネルギーと資本の組み合わせが(2, 1)となる技術1と、(1, 2)となる技術2の二つとする。 Q ：生産量、 E ：エネルギー、 K ：資本とすれば、二つの生産技術は、

$$Q^1 = \min\left(\frac{1}{2}E, K\right) \quad (5.1)$$

$$Q^2 = \min\left(E, \frac{1}{2}K\right) \quad (5.2)$$

と表すことができる。これはレオンチェフ型生産関数、あるいは固定係数型生産関数とよばれるものである。技術1は資本よりエネルギーを多く使うエネルギー多消費型技術であり、技術2はエネルギーより資本を多く使うエネルギー節約型技術である。このとき、エネルギー価格と資本価格が(0.5, 1)であれば、1単位生産にかかる費用は、技術1であれば2となるが、技術2であれば2.5となるので、技術1が優位となる。次に、エネルギー価格と資本価格が(2, 1)であるとすれば、1単位生産する費用は、技術1であれば5となるが、技術2であれば4となるので、技術2が優位となる。最後に、エネルギー価格と資本価格が(1, 1)であれば、1単位生産する費用は、技術1は3、技術2も3となるので、技術1と技術2の生産費用は同じで、優劣をつけることができない。第5.1-2図によれば、エネルギー価格が資本価格より安ければ、点線で表される費用曲線の傾きは緩やかとなり、技術1が選択される。一方、エネルギー価格が資本価格より高ければ、費用曲線の傾きは急となり、技術2が選択される。最後に、エネルギー価格と資本価格が同じであれば、費用曲線は45度線となり、技術1と技術2の両方が選択される可能性がある。



第5. 1-2図 エネルギー価格の変化と技術選択

このようなエネルギー価格と資本価格が技術選択に与える影響は、次の最適化問題として定式化することができる。

$$\begin{aligned}
 \min_{E,K} COST &= p_E E + p_K K \\
 \text{s.t.} \quad Q^i &= \min\left(\frac{1}{\alpha^i} E, \frac{1}{\beta^i} K\right) \\
 Q &= Q^1 + Q^2
 \end{aligned} \tag{5.3}$$

すなわち、 Q の生産を行うのに、二つの技術をどのように組み合わせれば生産費用を最小とすることができるかの問題に帰着する。ここで、 p_E ：エネルギー価格、 p_K は資本価格である。上記の簡単な数値例で示されるように、エネルギー価格と資本価格の相対的な比が、技術選択に大きな影響を及ぼす。すなわち、エネルギー価格が資本価格と比較して安ければエネルギー多消費型の技術が選択され、高ければエネルギー節約型の技術が選択される。実際には、一つの生産物を生産するための技術は無数に存在するので、エネルギー価格と資本価格の相対比が変化すれば、生産を行うためのエネルギーと資本の量も連続的に変化する。経済モデルでは、この関係を次のような生産関数 $f(E, K)$ ²という連続関数で表すことが多い。

$$\begin{aligned}
 \min_{E,K} COST &= p_E E + p_K K \\
 \text{s.t.} \quad Q &= f(E, K)
 \end{aligned} \tag{5.4}$$

² 経済モデルでは、 $f(E, K)$ の関数形としてCES(Constant Elasticity of Substitution)とよばれるものが使われる。代替弾力性が1であればコブダクラス型生産関数、0であればレオンチェフ型固定係数生産関数となる。

経済モデルが(5.4)式で表されるような連続的に変化する生産関数に基づくことから、トップダウン型モデルとよばれることがある。それに対して、一つ一つの技術を明示的に想定し、エネルギー価格と資本価格の相対比の変化に基づいて企業が技術を離散的に選択する様相をモデル化したものをボトムアップ型モデルとよぶことがある。一般に、トップダウン型は、一つ一つの技術よりも相対価格の変化の影響を重視するのに対して、ボトムアップ型は、相対価格の変化による一つ一つの技術選択を重視している。しかし、両者は対立関係にあるモデルではなく、どちらのモデルであれ、エネルギーの価格と資本財の相対価格が変化すれば、選択される技術が変わることに注意を払う。すなわち、同じ量の生産を行うのに必要とされるエネルギー量が、相対価格の変化によって選択される技術が変化することで変わるという関係をモデルに取り入れることである。

ところで、企業が利用可能な技術は、(5.3)式では二つ、(5.4)式では無数に存在するが、利用可能な技術が複数存在することは、エネルギーの節約が必要となる場合には重要である。例えば、二酸化炭素排出を10%削減する必要が生じた場合、技術が一つであれば、生産量を10%減少しなければならない。しかし、代替的な技術が利用できれば、生産量の減少は10%以下とすることができるかもしれない。すなわち、二酸化炭素排出削減が生産量の削減となるかどうかは、代替的な技術の存在に大きく依存する。

同様な選択問題は、家計の消費行動についても言える。家計は、所得制約に基づいて効用(満足の度合い)を最大とするように行動するとされる。今、エネルギー財と非エネルギー財の価格が(1,1)で、消費量が(1,10)であったとする。そのときの予算は11である。このとき、エネルギーの価格が2に増加すれば、これまで通りの消費をしようとするれば、予算は12となり、予算制約をオーバーすることになる。もしエネルギー消費を維持しようとするれば、非エネルギー財の需要を9に減少させる必要がある。この場合、エネルギー価格の上昇にも関わらず、エネルギーの需要が減らず、非エネルギー財の需要が低下することになるが、多くの場合は、エネルギーの需要も減ると考えるのが妥当であろう。このような家計の消費行動は次のように定式化される。

$$\begin{aligned} \max_{E,G} U(E,G) \\ \text{s.t.} \quad p_E E + p_G G \leq y \end{aligned} \tag{5.5}$$

とあらわすことができる。ここで、 $U(E,G)$: 効用関数、 G : 非エネルギー財、 p_G : 非エネルギー財価格、 y : 所得である。

5. 1. 3 経済モデルを構成する方程式

(5.3)～(5.5)式で表される企業や家計の最適化行動から、ゼロ利潤条件、財市場及び生産要素市場における需給均衡条件、所得定義式が得られる。なお、ここでは財の数を

N とし、生産量を $q = (q_1, q_2, \dots, q_N)$ 、価格を $p = (p_1, p_2, \dots, p_N)$ とする。また、 w は賃金、 L は労働力である。

ゼロ利潤条件

$$\text{企業} \quad c_i(p_1, p_2, \dots, p_N, w, p_K) \geq p_i \quad (5.6)$$

$$\text{家計} \quad e(p_1, p_2, \dots, p_N) \geq p_U \quad (5.7)$$

ここで、 $c_i(p_1, p_2, \dots, p_N, w, p_K)$ は(5.4)式を一般化したもので、第 i 財を 1 単位生産するための最小費用を表し、それが第 i 財の価格を下回らないとしている。一方、 $e(p_1, p_2, \dots, p_N)U$ は、効用水準 U を得るための最小支出額が、1 単位の効用の帰属価値である p_U に効用を乗じた $p_U U$ を下回らないとしている。両辺に U があるので(5.7)式となる。なお、ゼロ利潤条件とは、右辺の売上が左辺の費用を上回れば利潤が発生し、生産（あるいは消費）を増加させるインセンティブが生まれるが、売上が費用を下回れば損失が発生し、生産を行わないことから、競争市場を前提とすれば、利潤はゼロとなるという事実から導かれる条件である。すなわち、生産物の価格が、それを生産する費用を上回らないことを意味する。

需給均衡条件

$$\text{財市場} \quad q_i \geq \sum_{j=1}^N \frac{\partial c_j}{\partial p_i} q_j + \frac{\partial e}{\partial p_i} U \quad (5.8)$$

$$\text{効用} \quad U \geq \frac{y}{p_U}$$

(5.9)

$$\text{労働市場} \quad L \geq \sum_{i=1}^N \frac{\partial c_i}{\partial w} q_i \quad (5.10)$$

$$\text{資本市場} \quad K \geq \sum_{i=1}^N \frac{\partial c_i}{\partial p_K} q_i \quad (5.11)$$

需給均衡条件は、財市場及び生産要素市場において、需要は供給を上回ることができないことを意味する。例えば、(5.8)式は、第 i 財の生産量（供給）が N 財の生産に必要な中間投入需要と消費需要の合計を下回らないことを意味する。同様に、(5.10)式と(5.11)式も、労働及び資本の需要の合計が供給を上回らないことを意味する。(5.9)式

は、効用がそれを得るために必要となる実質所得を下回らないことを意味する。需給均衡条件の大きな含意として、需要が供給を下回る場合には、その財の市場価格はゼロとなることがあげられる。例えば、二酸化炭素排出量に制約がなく、無限に使える場合には二酸化炭素排出価格がゼロとなる。ところが、二酸化炭素排出に制約が課されると、二酸化炭素排出量は制約量と一致することになり、二酸化炭素排出をすることに価格が発生する。経済モデルでは、ベースラインケースでは二酸化炭素排出に制約を設けず、次に制約を設けて計算し、制約を課すことで正の二酸化炭素排出価格が得られるが、それが炭素税又は排出権価格として扱われる。すなわち、経済モデルにおける炭素税又は排出権価格は、最適化計画問題における制約条件を厳しくすることで生じるシャドウプライスとして理解することができる。

最後に、所得定義式は次のように表される。

$$y = wL + p_K K \quad (5.12)$$

ゼロ利潤条件、需給均衡条件と所得定義式で記述される一般均衡モデルの方程式体系を解く問題は、MCP(Mixed Complementarity problem)問題³の解法として知られており、GAMS (The General Algebraic Modeling System)あるいはGEMPACK (General Equilibrium Modeling PACKage)とよばれるソフトウェアで利用することができる。

5. 1. 4 静学モデルと動学モデル

経済モデルは、時間軸を持たない静学モデルと、時間軸を持つ動学モデルがある。時間軸を持つ場合に重要となるのは、異時点間の経済活動のつながりである。一般均衡モデルは、異時点の財・サービスや経済取引を異なる財・サービス及び経済取引と見なすことで、時間軸を無視し、同一時点と見なすことができるような枠組みを持っている。しかし、異時点間の取引に注目が集まるとともに、さらに各経済主体の意志決定が時間軸で不可逆的な関係にあることを考慮すれば、分析の内容によっては、時間軸を明示的に扱うかどうか、すなわち、静学モデルか動学モデルのいずれを使うかが問題となる。

静学モデルは、時間的視野を考慮する必要がなく、制度変更によるショックが、ベースライン均衡とは異なる別の経済均衡への移行が分析対象である場合には有用である。その場合、静学モデルでは生産要素である資本や労働は一定と仮定されることが多い。もちろん、静学モデルでも貯蓄や投資を財として明示的に扱い、貯蓄財を将来に消費するための財と見なすこともできる。その場合、貯蓄に対応する投資財は最終需要として扱われる。ただ、投資が資本に体化され、生産力の増強となることはない。したがって、制度変更による経済均衡の移行は、労働や資本などの生産要素については一定と仮定される。逆に言えば、資本や労働が一定と考えられる比較的短期間に均衡が移行する場合

³ MCP問題とは、 $pZ(p) = 0$ を解く問題として知られている。ここで、 $Z(p)$ は超過需要関数 $Z(p) \leq 0$ である。解は、 $Z(p) < 0$ であれば $p = 0$ 、 $Z(p) = 0$ であれば $p > 0$ が解となる。

には十分な枠組みといえる。例えば、エネルギー価格が突然急騰した場合の経済構造の短期的な変化を分析する場合には十分な枠組である。

一方、動学モデルは貯蓄・投資活動を通して異時点間の活動を結びつけることで、人口変動や資本蓄積を通じた影響を分析することができる。一般に、人口変動は外生的に扱われるものの、資本は内生的に決まる。さらに、動学モデルは割引率を用いることで、異時点間の取引を時間軸に添って分析する枠組みを提供する。動学的応用一般均衡モデルでは、Nordhaus の RICE モデルを例に説明すれば、次のようなラムゼイ型最適成長モデルとして定式化される。

$$\max_{c_t} \sum_{t=1}^{\infty} \left(\frac{1}{1+\rho} \right)^t u \left(\frac{C_t}{L_t} \right) \quad (5.13)$$

$$\begin{aligned} Q_t &= aK_t^\beta L_t^{1-\beta} \\ Q_t &= C_t + I_t \\ K_{t+1} &= I_t + (1-\delta)K_t \\ L_t &= L_0(1+\gamma)^t \end{aligned} \quad (5.14)$$

ここで、 Q_t : 生産、 C_t : 消費、 I_t : 投資、 L_t : 人口、 K_t : 資本、 β : 分配率、 ρ : 割引率、 δ : 減耗率、 γ : 人口増加率である。(5.13)式は、現在から将来に至る一人あたりの消費から得られる効用の割引現在価値を評価関数としてそれを最大とする行動を仮定している。次に、(5.14)の第1式は生産関数、第2式は投資（すなわち、貯蓄）の決定式、第3式は資本蓄積、第4式は人口成長式である。

(5.14)式を制約条件として(5.13)を最大にする動学的最適化問題の解を満たすように消費・貯蓄・投資が決まるとすれば、中間投入に関わる部分を除けば、(5.6)式から(5.11)式は次のような追加と修正が加えられる。

ゼロ利潤条件

$$\begin{aligned} c(rk_t, w_t) &\geq p_t \\ p_{K,t} &\geq (1-\delta)p_{K,t+1} + rk_t \\ p_t &\geq p_{K,t+1} \end{aligned} \quad (5.15)$$

需給均衡条件

$$\begin{aligned} Q_t &\geq C(p_t, Y) + I_t \\ K_t &\geq \frac{\partial c}{\partial rk_t} Y_t \\ L_t &\geq \frac{\partial c}{\partial w_t} Y_t \\ K_{t+1} &= (1-\delta)K_t + I_t \end{aligned} \quad (5.16)$$

所得定義式

$$Y = p_{K,0} + \sum_{t=0}^{\infty} w_t L_t \quad (5.17)$$

ここで、 rk_t は資本収益率である。静学モデルである(5.6)式から(5.11)式、動学的モデルである(5.15)式から(5.17)式のいずれも、ゼロ利潤条件、需給均衡条件と所得定義式で記述される。これら各式の意味は、静学モデルと同じである。

静学モデルを使うか動学モデルを使うかは、分析の目的と視野に依存するが、時間的視野を持つ分析を、静学モデルで行うこともできる。既に述べたように、動学モデルと静学モデルの違いは、資本や労働などの生産要素を固定して扱うかどうかにある。したがって、静学モデルによる分析で、労働や資本の変化と組み合わせてシミュレーションを行えば動学モデルと同等の分析が可能である。もちろん、資本を増加させるシミュレーションでは、静学モデルの枠組みで得られる貯蓄・投資の増加と整合的な資本増加であることが必要である。ただ、静学モデルの場合、時間的視野を取り入れた異なる均衡の比較は可能であるが、均衡に至る経路については分析できない。その場合には、動学モデルによる分析が必要となる。

5. 1. 5 地球環境経済モデルによる温暖化ガス削減政策の評価

地球環境経済モデルを用いた温暖化ガス排出削減の経済効果を分析したものとして、IPCC第三次報告書第三作業部会緩和対策(Climate Change 2001: Mitigation)がある。この報告書をまとめるにあたって用いられたモデルの数は188、延べ519のシナリオ⁴について、ベースラインと排出削減政策を実施した時の影響について詳細に検討されている。報告書では、京都議定書で合意された削減政策の一つである排出権取引制度の評価が行われている。

IPCC第三次報告書で取り上げられた温暖化ガス削減政策の経済効果分析は、スタンフォード大学で1999年に開催されたエネルギーモデリングフォーラムで検討された研究報告の成果に基づき、第三次報告書削減編に付属する技術要約編にまとめられている。そこで注目される内容は、京都議定書で決められた温暖化ガス排出削減目標を実現する場合に必要な各国の費用とGDP損失の大きさの評価である。表第5.1-2と表第5.1-3は、代表的な経済モデルで計算された2010年における温暖化ガス削減費用とGDP損失を示している。なお、その他は、カナダ、オーストラリアとニュージーランドである。

表第5.1-2によれば、排出権取引をせずに各国が独自に削減目標を達成しようとする、各国の限界削減費用は大きく異なることを示している。傾向として言えることは、

⁴検討されたモデルとシナリオは、国立環境研究所でデータベース化され、公開されている。

日本の限界削減費用が最も高く、次いでヨーロッパで、アメリカとその他の OECD 諸国の限界削減費用は相対的に低い。経済的効率性基準からすれば、目標を達成するための費用は各国で均一となる必要があるが、その意味で、日本は過重な目標が課せられていることを意味する。京都議定書は、このような各国間の負担の違いを考慮して、附属書 I 国(Annex I)の中で排出権取引を容認している。排出権取引とは、限界削減費用の高い国が限界削減費用の低い国から排出権を購入することで削減費用を少なくすることができる制度である。排出権取引が行われることで、各国の限界削減費用は均等化する。表 第 5.1-2 によれば、附属書 I 国間で排出権取引を行うと、表 第 5.1-2 に掲載されているすべての国の限界削減費用が低下することが分かる。このことは、表に現れていないロシアやウクライナなどが、排出権の供給国となることを意味する。表 第 5.1-2 は、世界的な規模での排出権取引が行われると仮定するときの限界削減費用、すなわち排出権価格も示されており、附属書 I 国間だけでなく、世界的な規模での排出権取引をすれば、排出権価格はさらに低下することが示される。この事実は、排出権取引制度を世界的なレベルに拡張する必要性を示唆している。

モデル名	排出権取引なし				排出権取引あり	
	米国	日本	欧州	その他	Annex I	世界
ABARE-GTEM	322	645	665	425	106	23
AIM	153	234	198	147	65	38
G-Cube	76	97	227	157	53	20
MERG3	264	500	218	250	135	86
MIT-EPPA	193	501	276	247	76	n.a.
MS-MRT	236	402	179	213	77	27
RICE	132	251	159	145	62	18
SGM	188	357	407	201	84	22
WorldScan	85	122	20	46	20	5
POLES	136	195	135	131	53	18

単位:1990US\$/炭素トン

表 第 5. 1. 2 温暖化ガス限界削減費用(2010 年)

モデル名	排出権取引なし				ANNEX Iで排出権取引			
	米国	日本	欧州	その他	米国	日本	欧州	その他
ABARE-GTEM	-1.96	-0.72	-0.94	-1.96	-0.47	-0.05	-0.13	-0.23
AIM	-0.45	-0.25	-0.31	-0.59	-0.31	-0.13	-0.17	-0.36
G-Cube	-0.42	-0.57	-1.50	-1.83	-0.24	-0.45	-0.61	-0.72
MERG3	-1.06	-0.80	-0.99	-2.02	-0.51	-0.19	-0.47	-1.14
MS-MRT	-1.88	-1.20	-0.63	-1.83	-0.91	-0.22	-0.13	-0.88
RICE	-0.94	-0.78	-0.55	-0.96	-0.56	-0.30	-0.28	-0.54
モデル名	世界で排出権取引				単位:GDP損失比(%)			
	米国	日本	欧州	その他				
ABARE-GTEM	-0.09	-0.01	-0.03	-0.04				
AIM	-0.20	0.00	-0.08	-0.35				
G-Cube	-0.06	-0.14	-0.26	-0.32				
MERG3	-0.20	0.00	-0.20	-0.67				
RICE	-0.19	-0.09	-0.09	-0.19				

表 第 5. 1. 3 温暖化ガス削減による GDP 損失(2010 年)

表 第 5.1-3 は、GDP 損失の大きさを評価した温暖化ガス削減費用である。削減が経済に及ぼす影響は、表 第 5.1-2 に示される限界削減費用に大きく依存するが、GDP の損失率は一般に想像されているほど大きくない。これは温暖化ガス削減により、化石燃料の価格が限界削減費用に見合っ上昇するが、経済は化石燃料を節約する技術を選択することで、経済活動への影響を回避するメカニズムが働くためである。その観点からすれば、表 第 5.1-3 は、日本は過重な目標を課せられているが、排出権取引制度を用いることで、その影響を回避する可能性のあることを示唆している。

5. 2 GTAP-E モデル

本章では、温暖化ガス排出抑制政策が経済に与える影響を分析する経済モデルとして、最近世界的に広く用いられる GTAP-E モデルによる分析を行う。GTAP-E モデルとは、多国間・多部門間の取引をデータベース化した GTAP データベースを基礎とし、貿易自由化の影響評価で国際的に幅広く用いられる GTAP モデルを、地球環境問題を分析するために拡張したモデルである。二酸化炭素などの温暖化ガス排出を抑制する場合、特定の産業部門に大きな影響が出ることが懸念され、さらに産業の国際競争力に影響することで各国の経済構造も変化させる可能性が高い。その点を考慮した温暖化ガス排出抑制の制度を評価できる経済モデルとして、GTAP-E モデルは優れたツールの一つである。特に、GTAP-E モデルは、データだけでなくモデルが公開されており、分析結果を第三者が容易に再現できることが世界的に高く評価されている。

5. 2. 1 GTAP プロジェクト

GTAP-E モデルは、アメリカのパデュー大学の Thomas W. Hertel 教授を中心として、国際貿易が世界各国に与える影響を評価する目的で 1992 年に設立された国際貿易分析プロジェクト (The Global Trade Analysis Project : GTAP プロジェクト)⁵ によって開発された応用一般均衡モデルの一つである。エネルギーデータベースと結合することで、温暖化ガス削減政策の経済効果を分析することができることから世界的に広く用いられている。

Hertel 教授によれば、GTAP プロジェクトの開始は彼が 1990 年から 91 年にかけてオーストラリアで、Impact プロジェクトに接したことが大きな動機となっている。このプロジェクトは、オーストラリア政府、モナシュ大学、ラ・トローブ大学とオーストラリア国立大学が共同して推進しており、応用一般均衡モデルを用いたオーストラリアの産業政策の評価に大きく貢献している。Impact プロジェクトセンターは、現在モナ

⁵ Hertel (1997)

シユ大学にあり、1970年代からオーストラリア政府の産業委員会でも利用されているORANIモデルの開発を担当している。ORANIモデルは、オーストラリア経済を56の地域、112の産業部門に分割した応用一般均衡モデルで、税制の変更、関税の引き下げ、規制緩和や環境規制の影響を評価するために用いられている。

GTAPモデルのベースとなったのは、オーストラリア政府の産業委員会の進めているSALTER(Sectoral Analysis of Liberalizing Trade in the East Asian Region)プロジェクトである。このプロジェクトで開発されたSALTERモデルは、ORNAIモデルを世界モデルとして拡張したものである。このモデルで扱われている国・地域は16、産業部門は37である。

Impactプロジェクト、SALTERプロジェクト、GTAPプロジェクトに共通しているのは、社会会計表に基づくデータベースと応用一般均衡モデルがオープンシステムとして構築されていることである。これまで多くの応用一般均衡モデルが構築されてきたが、オープンな形で公開される例は少なかった。特に、後続のGTAPプロジェクトは、国際産業連関表と輸出入関税をはじめとする税及び補助金に関するデータベースを構築し、定期的にアップデートしている。現在公開されているのは5.4版であるが、近々6版のリリースが行われる。一般に、GTAPと称する場合、GTAPモデルではなく、GTAPデータベースを指すことが多いが、現在ではGTAPデータベースは世界的な公共財としての役割を担っている。もちろん、GTAPプロジェクトは、GTAPデータベースとGTAPモデルが車の両輪の役割を果たしており、さらにGEMPACKとよばれるソフトウェアを用いてデータベースとモデル管理を同時に行うことができる。GEMPACKは、オーストラリアのモナシュ大学のKenneth Pearson教授を中心とするグループが開発した大規模線形応用一般均衡モデルの解法に適したソフトウェアであり、GTAP以外にも多くの応用一般均衡モデルの開発とシミュレーション分析に用いられる。なお、GTAPデータベース5版⁶は、66国・地域の57産業部門について、相互の取引関係をデータベース化しているが、GEMPACKを用いることで分析目的に応じて国・地域や産業部門を柔軟に集計することができる。本章のシミュレーションは、すべてGEMPACKを用いて行われている。

GTAPデータベースとGTAPモデルは広く公開されていることから、GTAPプロジェクトだけでなく、GATTおよびWTOにおける貿易自由化交渉を進める中でも用いられ、分析ツールとして高く評価されている。わが国でもAPECの貿易・投資の自由化交渉の中で大きな影響力を与えてきた。⁷

⁶ Dimaranan and McDougall (2002)

⁷ 伴・大坪・川崎他(1998)は、1996年11月のAPEC閣僚会合において合意された「マニラ行動計画: Manila Action Plan」の経済効果を分析するためのタスクフォースメンバーの研究成果である。報告書本体は、APEC経済委員会の承認を受け、1997年11月のバンクーバーの閣僚会合に提出されている。

5. 2. 2 GTAP-E データベース

GTAPデータベースは、財とサービスの産業部門間・国際間の取引を記述したもので、地球環境問題を分析するためには、エネルギーデータベースとの結合が必要となる。その際に問題となるのは、物量ベースのエネルギーデータをGTAPデータベースにどのように取り入れるかという問題と、物量データを価額ベースに変換するために必要となる価格データの入手の問題がある。これらの問題を解決し、かつ国際的な統一基準に基づいてデータベースを構築する必要がある。GTAPデータベースにエネルギーデータを取り入れた本章のシミュレーションで用いるGTAP-Eデータベースの作成については、Burniaux, McDougall and Truong (2002)⁸が詳しいが、データの出所は次のようなものである。

エネルギーの物量単位は、IEA(International Energy Association)の『エネルギーバランス表』を用い、GTAPの産業コード分類にしたがって整理する。価格については、同じくIEAの『エネルギー価格と税』を用いる。ただ、価格はOECD諸国に限定されるので、世界銀行、アジア開発銀行、米国エネルギー省、Ernest Orland Lawrence Berkley National Laboratoryなどの複数のデータに基づいた作成もしている。

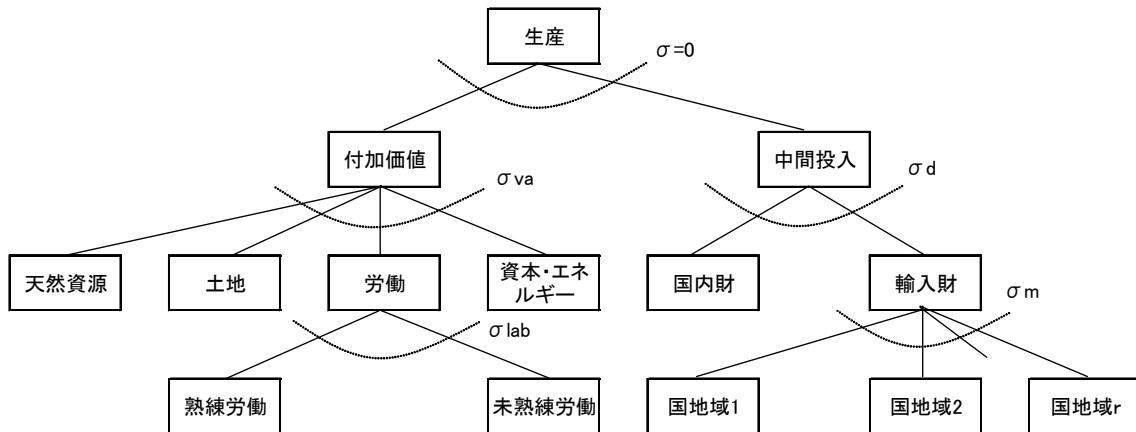
5. 2. 3 GTAP-E モデルにおける生産構造

GTAPモデルをベースとしたGTAP-Eモデル⁹の特徴は、生産におけるエネルギーの扱いが詳細になっていることである。中でもエネルギーと資本が合成財として扱われているが、地球環境モデルとして著名なGREENモデル¹⁰の生産構造に基づいている。第5.2-1図は、GTAP-Eの生産関数の基本構造を表しているが、関数形として「多段入れ子型CES関数」が用いられる。ここで、 σ は代替の弾力性であり、生産要素又は中間投入財の価格が変化したときの当該生産要素間の代替率の大きさを表している。CES関数は、 $\sigma=0$ であればレオンチェフ型固定係数生産関数、 $\sigma=1$ であればコブダグラス型生産関数となる。

⁸ Dimaranan and McDougall (2002)のGTAPデータベースの説明書第17章も参考になる。

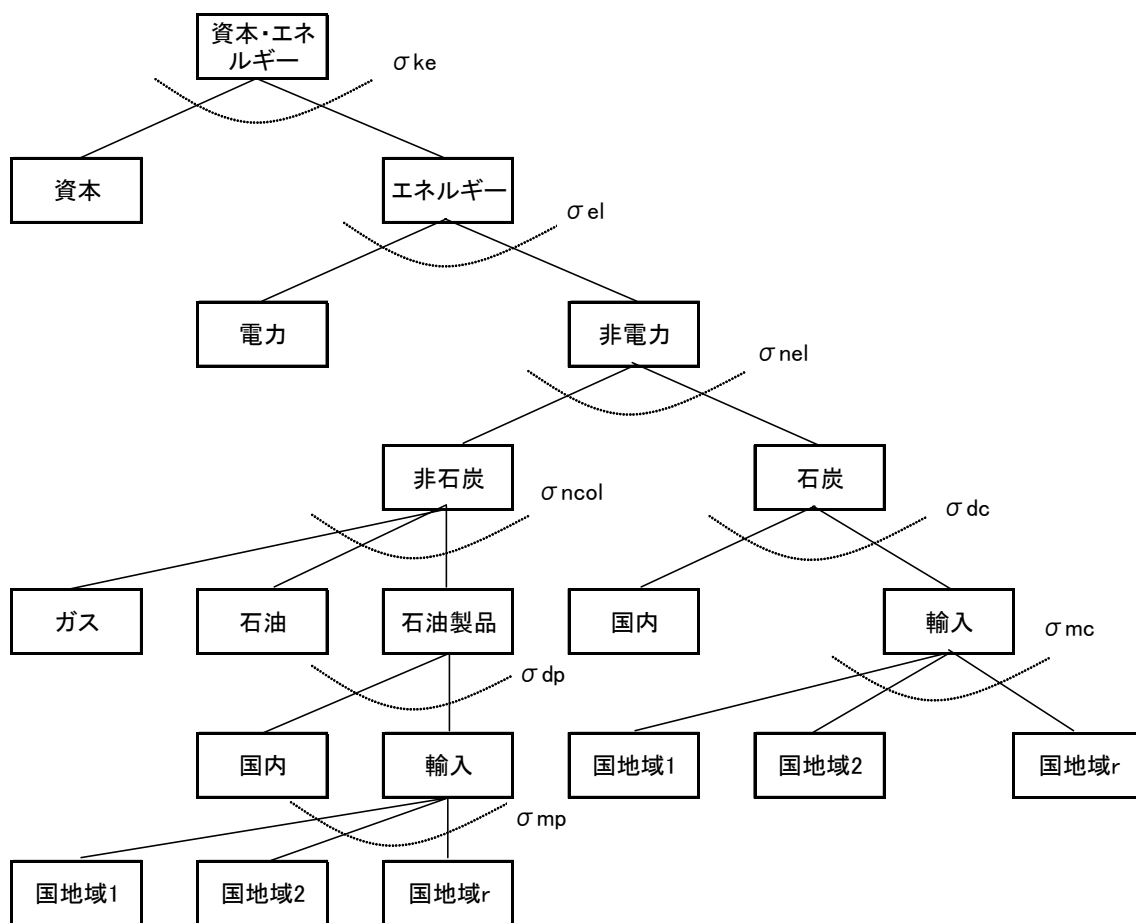
⁹ Burniaux and Truong (2002)

¹⁰ Burniaux, Martin, Nicoletti and Martins (1992)。



第 5. 2 - 1 図 GTAP-E の生産構造

第 5.2-1 図で示される GTAP-E モデルでは、生産要素として、天然資源、土地、労働と資本・エネルギー合成財が仮定されている。また、労働は熟練労働と未熟練労働に分けられる。一方、最上位の生産は、生産要素が生み出す付加価値と中間投入がレオンチェフ型固定係数生産関数によって行われる。一方、中間投入財は国内財と輸入財に分けられ、輸入財はさらに国地域に分けられる。一つの財を、国内で生産される財と輸入される財に分けたり、輸入財を輸入先毎に分けるのは、アーミントン(Armington)の仮定とよばれ、応用一般均衡モデルでしばしば用いられる考え方である。国際貿易で同じ一つの財が輸出され同時に輸入されることがあるが、生産地によって異なる財と見なすことで相互に流通することを理解する。もちろん、国内価格と輸入価格、あるいは国・地域間の輸入価格が変化すれば、需要はシフトする。アーミントン係数は、相対価格の変化が需要に与える弾力性を、無限大ではなく有限の値とすることで、一つの財が相互に流通する事実を説明する工夫である。



第5. 2-2 図 GTAP-E モデルにおける資本・エネルギー合成財の構造

第5.2-2 図は、GTAP-E モデルにおける資本・エネルギー合成財の構造を表している。第5.2-1 図の生産構造と同じく、多段入れ子型 CES 関数として定式化されている。入れ子関係をトップから見ると、まず資本とエネルギーが代替関係にある。次に、エネルギーは電力と非電力である化石燃料に分けられる。さらに、化石燃料は石炭と非石炭に分けられる。非石炭は、ガス、石油と石油製品に分けられる。図では省略されているが、ガス、石油も石油製品と石炭と同様に国内財と輸入財に分けられ、輸入財は地域毎に分けられる。第5.2-2 図の各弾力性の値は表 第5.2-1、国内財と輸入財のアーミントン係数は表 第5.2-2 にまとめられている。なお、表 第5.2-2 に GREEN モデルで用いられているアーミントン係数が示されている。

産業セクター	資本 エネルギー	電力 非電力	石炭 非石炭	非石炭
石炭	0.0	0.0	0.0	0.0
石油	0.0	0.0	0.0	0.0
ガス	0.0	0.0	0.0	0.0
石油製品	0.0	0.0	0.0	0.0
電力	0.5	1.0	0.5	1.0
鉄鋼	0.5	1.0	0.5	1.0
化学	0.5	1.0	0.5	1.0
その他製造業	0.5	1.0	0.5	1.0
農林水産	0.0	1.0	0.5	1.0
サービス	0.5	1.0	0.5	1.0

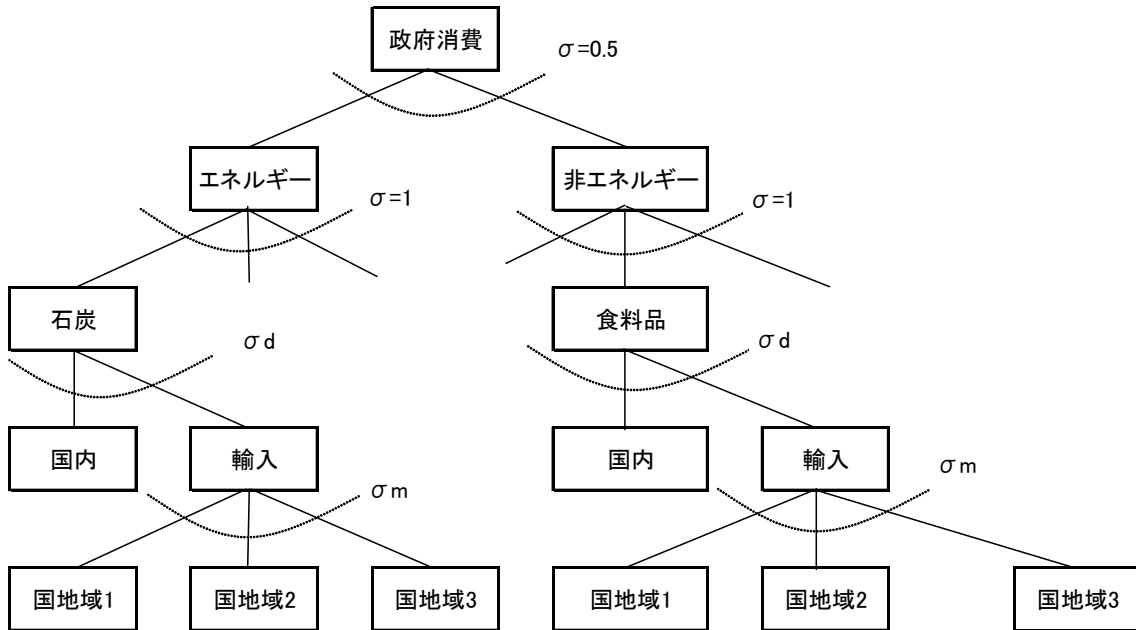
表 第 5. 2-1 資本・エネルギー合成財の代替弾力性

	GTAP-E	GREEN
石炭	2.80	4.00
石油	10.00	∞
ガス	2.80	4.00
石油製品	1.90	4.00
電力	2.80	0.30
鉄鋼	2.80	2.00
化学	1.90	2.00
その他製造業	2.59	2.00
農林水産	2.47	3.00
サービス	1.91	2.00

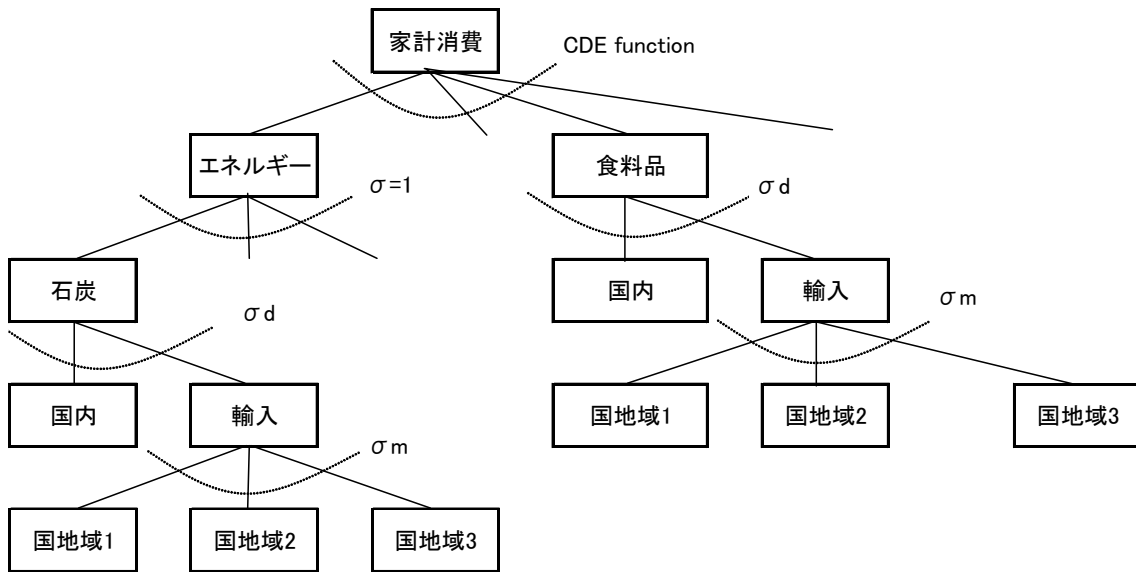
表 第 5. 2-2 アーミントン係数

5. 2-4 GTAP-E モデルにおける消費構造

GTAP-E モデルにおける消費主体は政府と家計である。もちろん、政府の収入は税収であり、家計の収入は生産要素から得られる所得である。第 5.2-3 図と図 5.2-4 に政府と家計の効用関数が示されている。政府の効用関数は、エネルギー財と非エネルギー財ともに、各々一つの合成財とされ、代替の弾力性が 0.5 とされる CES 型の関数となる。しかし、エネルギー財及び非エネルギー財は、それを構成する財のコブダグラス型関数として定義されている。すなわち、合成財としてのエネルギー財と非エネルギー財の支出割合は、両者の相対価格の変化により変化するが、エネルギー財を構成する石炭、石油、ガス、製油製品への支出割合は、相対価格の変化にかかわらず一定と仮定されている。同様に、非エネルギー財を構成する各財の支出割合も一定と仮定されている。



第5. 2-3 図政府の消費構造



第5. 2-4 図 家計の消費構造

家計の効用関数は、エネルギー合成財と他の消費財が Constant Difference Elasticity(CDE)関数で表されている。CDE 関数で定義される効用関数は、GTAP モデルで用いられる特徴的な関数であり、各財の代替の弾力性について次のような関係が仮定されている。

$$\sigma_{ij} - \sigma_{ih} = \alpha_j - \alpha_h \quad (5.18)$$

ここで、 σ_{ij} は第 i 財と第 j 財の代替弾力性、 α_i は効用関数のパラメータである。

5. 2. 5 貯蓄と投資

GTAP-E モデルは時間軸を持たない静学モデルであるが、動学的行動と密接に関係する貯蓄・投資の決定もモデルの中で大きな役割を果たしている。まず、貯蓄は、政府と家計を一つにした地域家計 (Regional Household) が、予算制約下で次のコブダグラス型効用関数を最大化するように決定すると仮定する。

$$U_r = U_{p,r}^\alpha U_{g,r}^\beta S_r^{1-\alpha-\beta} \quad (5.19)$$

ここで、 U_r : r 地域の効用、 $U_{p,r}$: r 地域の家計の効用、 $U_{g,r}$: r 地域の政府の効用 S_r : r 地域の貯蓄である。効用関数に貯蓄を入れるのは、動学モデルにおける異時点間の効用最大化問題を静学モデルに取り入れる一つの方法である。(5.19)式によれば、貯蓄は政府と家計の予算の一定割合とされる。これは貯蓄率を一定と考えるのと同じである。もちろん、モデルの中で貯蓄率、すなわち、パラメータ $(1-\alpha-\beta)$ を内生的に扱うように変更することも可能である。

貯蓄は投資と一致するが、次の二つのケースが考えられる。

$$S_r = I_r \quad (5.20)$$

$$\sum_{r=1}^R S_r = \sum_{r=1}^R I_r \quad (5.21)$$

ここで、 I_r : 貯蓄である。(5.20)式は各地域で貯蓄と投資が一致する。この場合、資本移動はなく、経常収支は均衡する。したがって、資本収益率¹¹が各地域で異なることを意味する。それに対して、(5.21)式は、世界総貯蓄と世界総投資が一致する。この場合、資本移動が発生し、経常収支は不均衡となる。さらに、資本収益率は各国で同一となる。なお、投資財は財として独立に扱われるが、生産要素である資本の増加を意味しない。その意味で、GTAP-Eモデルは静学モデルである。

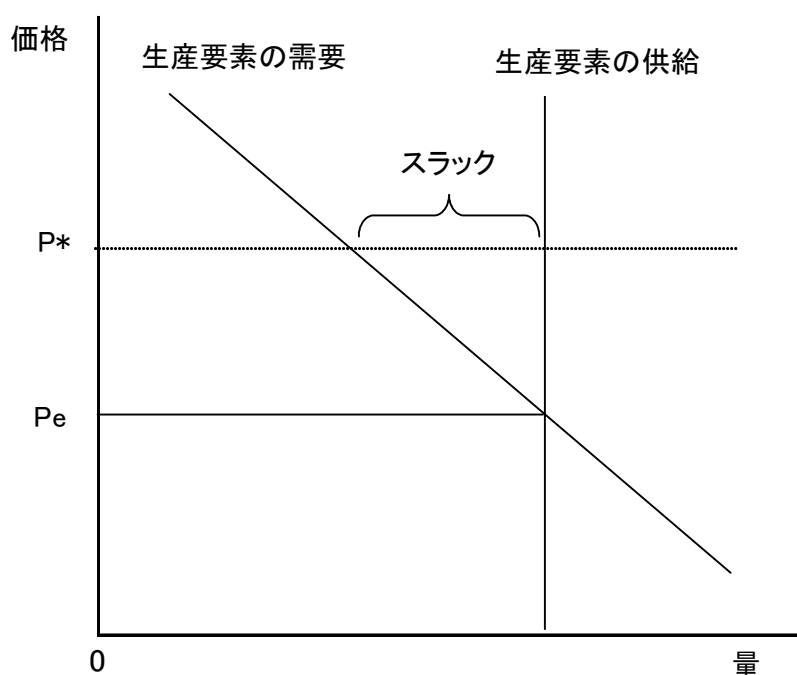
5. 2. 6 静学モデルにおける固定生産要素の取り扱い

静学モデルでは、固定生産要素が

¹¹ GTAPモデルに即して言えば、期待資本収益率である。ここで「期待資本収益率」とは、投資で資本が増加すれば資本収益率が低下すること考慮した資本収益率である。

- (1) 産業間で即時に移動できる。
- (2) 完全雇用される。

と仮定される。しかし、労働や資本が産業間を即時に移動できると考えることは非現実的である。したがって、失業や遊休資本が常に発生する。もちろん、それらが一時的な現象であれば、不均衡から均衡へ至る時間を捨象することで均衡だけを考えればよい。ところが、失業率や資本稼働率データを見ると、時間的に十分な期間の経過を考慮しても、完全雇用均衡に至ると仮定すること自体は困難であることが多い。このような問題に対して、GTAP-E モデルでは、スラック変数を取り入れることで、固定的な生産要素が完全に雇用されないケースについても分析することができる。



第5. 2-5図 スラック変数

生産要素の供給と需要が一致する静学均衡では、要素価格は P_e となるが、何らかの理由で要素価格が P^* になるとすれば、供給は需要を上回ることになり、未利用の生産要素が発生する。GTAP モデルでは、それをスラック変数として扱うことで、失業や遊休資産の存在を仮定した分析を行うことができる。

また、固定生産要素の産業間移動に制約がある場合、生産要素の価格、すなわち、賃金や資本収益率が、産業毎に異なる扱いが必要となる。GTAP-E モデルでは、賃金や資本収益率に関して産業毎に異なるケースの分析が可能となっている。固定生産要素の産業間移動は、CET 型変換(Constant Elasticity of Transformation)関数として、次のように定式化されている。

$$\frac{F_{ijr}}{Q_{ir}} = a_0 SLACK_{ir}^{-1} \left(\frac{pf_{ijr}}{p_{ir}} \right)^{-\sigma_{Ti}} \quad (5.22)$$

ここで、 F_{ijr} : r 地域 j 産業で需要される i 固定生産要素、 Q_{ir} : r 地域の i 固定生産要素、 $SLACK_{ir}$: 地域 r の i 固定生産要素のスラック、 pf_{ijr} : r 地域 j 産業の i 生産要素価格、 p_{ir} : r 地域の i 固定生産要素価格である。(5.22)式は、生産要素価格が産業毎に異なる可能性を許容し、移動の困難さは弾力性パラメータ σ_{Ti} で表される。(5.22)式によれば、生産 1 単位あたりに必要となる各生産要素が、各生産要素価格と生産物価格の比の関数となる。

5. 2. 7 温暖化ガス削減費用と排出権取引

排出権取引がない場合の各国の温暖化ガス削減費用は、炭素税を内生化し、二酸化炭素排出量を外生的に削減したときの炭素税の大きさを評価する。なお、経常収支は外生とし、炭素税を導入することで生じる貯蓄・投資の不均衡は、投資財需要にスラック変数を追加し、それで吸収する。また、炭素税は GDP デフレーターを基準にして実質化する。

排出権取引を行う場合、附属議定書 I 国の総排出量を外生とし、附属議定書 I 各国の炭素税を共通として内生変数にする。次に、各国の削減目標を与え、現実の排出量との差を排出権取引とし、それに排出権価格を掛けて取引額を算出する。さらに、附属議定書 I 国の各国間について、排出権取引額の総計と、経常収支変動の総計が共にゼロとなるように制約を加えてモデルを解く。

5. 2. 8 国・地域と産業のアグリゲーション

第3節と第4節で行うシミュレーション分析では、国・地域と産業を表 第5.2-3 と表 第5.2-4 に基づいて集計している。

国・地域名	記号	備考
日本	JPN	日本
中国	CHN	中国、香港
韓国・台湾	KTW	韓国、台湾
その他アジア	ASA	インドネシア、マレーシア、フィリピン、シンガポール、タイ ベトナム、バングラディッシュ、インド、スリランカ、その他南アジア
オセアニア	ANZ	オーストラリア、ニュージーランド
米国	USA	米国
カナダ	CAN	カナダ
EU	EU	オーストリア、ベルギー、デンマーク、フィンランド、フランス ドイツ、イギリス、ギリシャ、アイルランド、イタリア、オランダ ルクセンブルグ、ポルトガル、スペイン、スウェーデン、スイス その他欧州自由貿易連合
旧ソ連	FSU	ロシア、その他旧ソ連諸国、東欧
その他	ROW	メキシコ、カリブ諸島、中米、コロンビア、ペルー、ベネゼイラ アルゼンチン、チリ、ウルグアイ、ブラジル、その他南米 トルコ、中東諸国、モロッコ、その他北アフリカ諸国、 ボツワナ、マラウイ、モザンビーク、タンザニア、ザンビア ザンビア、その他諸国

表 第5. 2. 3 国・地域区分

産業名	記号	備考
農業	AGR	米、小麦、その他穀物、野菜、種油、ビート・砂糖キビ、綿花、果物 家畜、その他動物製品、牛乳、養蚕、林業、水産業
石炭	COL	石炭
原油	OIL	原油
ガス	GAS	ガス
ガス供給	GDT	ガス供給
鉱物製品	MIN	鉱物
石油製品	P.C	石油製品、石炭製品
電力	ELY	電力
紙・パルプ	PPP	紙製品、出版
化学	CRP	化学、ゴム、プラスチック
鉄鋼	IS	鉄鋼
非鉄金属	MTL	金属、金属製品
輸送機械	VEH	自動車、同部品、輸送機械
その他製造業	OMN	牛肉、加工米、砂糖、食品、たばこ、繊維、アパレル、皮革 木製品、電気機械、一般機械、その他製造業
運輸	TRP	水運、陸運、空運、その他運輸
その他サービス業	SER	水道、建設、流通、通信、金融、保険、対ビジネスサービス 余暇・娯楽、公共サービス、住宅

表 第5. 2. 4 産業分類

5. 3 GTAP-E モデルを用いたシミュレーションによる影響評価

我が国は 2002 年に京都議定書¹²の批准を行い、2008 年～2012 年において 1990 年比 6%の温室効果ガスの削減に向けて実効性のある対策の導入が必要となっている。現在、温暖化ガス削減対策として最も注目されているのは、京都議定書にも取り入れられている温暖化ガス排出権取引制度である。英国では既に国内制度として導入されており、2005 年にはEUにおいても導入が予定されるなど、温室効果ガス削減対策として重要な政策の一つとなっている。そこで、本節では排出権取引制度の中でも、「オークションによる上流型排出権取引制度」について、GTAP-Eモデルによるシミュレーションを行い、その有効性と経済への影響について定量的な評価を行う。

5. 3. 1 シミュレーションの前提条件

まず、シミュレーションの前提条件について説明を行う。シミュレーションに用いる経済モデルは 5. 2 節で説明された GTAP-E モデルであり、10 の国・地域、16 産業部門の多部門世界モデルである。

京都議定書の対象となる温室効果ガスは、二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素、HFC、PFC、SF₆ の 6 ガスであるが、今回は、エネルギー起源の二酸化炭素¹³のみを対象とする。吸収源による温室効果ガスの削減は、マラケシュ合意において認められた吸収源による温室効果ガスの削減量の上限値（1990 年排出量比 3.9%）まで達成するものと仮定する。

2010 年における我が国の温室効果ガス排出量は、総合資源エネルギー調査会総合部会/需給部会「今後のエネルギー政策について」報告書（平成 13 年 7 月）のエネルギー起源の二酸化炭素排出量の推計値を用いる。現状では、我が国は京都議定書の温室効果ガス削減目標を達成するには、第 5.3-1 図に示されるように、2010 年において追加的に 8.5%の削減を達成する必要がある。

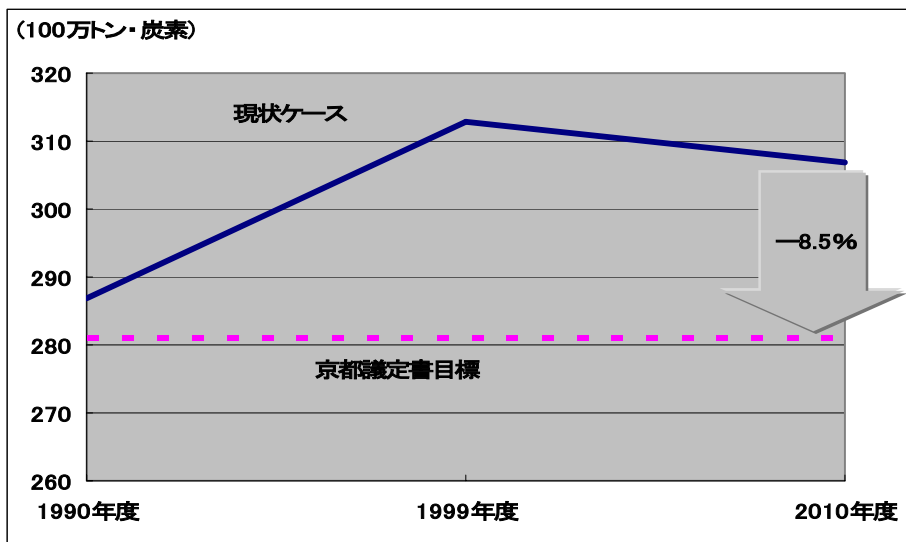
以下では上流型排出権取引に関するシミュレーションを実施するが、削減を行わないケースを基準ケースとして、排出権取引制度を導入した場合の効果を明らかにする。

そこで、モデル内における排出権の扱いに関して説明を行う。第 5.3-2 図は、GTAP-E モデル内での価格連関を示している。価格には、「市場価格」と「エージェント価格」がある。エージェント価格とは、企業が手にすることのできる生産者価格、または家計が手にすることのできる生産要素価格であり、エージェント価格に税または補助金を加

¹² 現在我が国を含む 120 カ国及び欧州共同体が締結しているが、京都議定書の発効要件を満たしておらず未発効（2004 年 3 月 17 日現在）

¹³ 基準年（1990 年）の我が国温室効果ガス排出量に占める二酸化炭素割合は 92.7%⇒unfcccのデータですと 89.8%、日本政府データですと 90.8%。どれが正しいのでしょうか。と大部分を占める。（UNFCCC Greenhouse Gas Inventory Database (GHG), <http://ghg.unfccc.int/>)

えたものが市場価格となる。



第5. 3-1図 必要削減量¹⁴

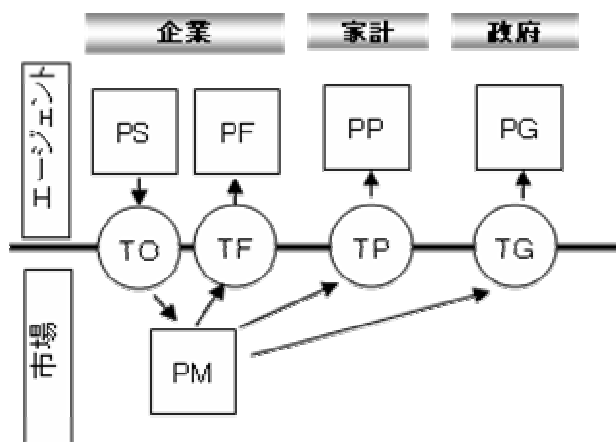


図5. 3-2 GTAP-E 内での価格連関

この関係を式で表すと次のようになる。

¹⁴ (出典) 総合資源エネルギー調査会総合部会/需給部会「今後のエネルギー政策について」報告書(平成13年7月) P10 をもとに市場構造研究所作成

$$PS_{i,r} = PM_{i,r} \times TO_{i,r} \quad (5.23)$$

$$PF_{i,j,r} = PM_{i,j,r} \times TF_{i,j,r} \quad (5.24)$$

$$PP_{i,r} = PM_{i,r} \times TP_{i,r} \quad (5.25)$$

$$PG_{i,r} = PM_{i,r} \times TG_{i,r} \quad (5.26)$$

ここで、 $PS_{i,r}$: 地域 r における財 i の供給価格、 $PF_{i,j,r}$: 地域 r における j 産業が購入する財 i の価格、 $PP_{i,r}$: 地域 r における財 i の家計購入価格、 $PG_{i,r}$: 地域 r における財 i の政府購入価格、 $PM_{i,r}$: 地域 r における財 i の市場価格、 $PM_{i,j,r}$: 地域 r における j 産業が購入する財 i の市場価格、 $TO_{i,r}$: 地域 r における生産財 i への税、 $TF_{i,j,r}$: 地域 r における j 産業が購入する財 i への税、 $TP_{i,r}$: 地域 r における財 i の家計購入への税、 $TG_{i,r}$: 地域 r における財 i の政府購入への税である。

(5.23) 式～ (5.26) 式を変化率で表すと以下ようになる。小文字は変化率を示している。

$$ps_{i,r} = pm_{i,r} + to_{i,r} \quad (5.27)$$

$$pf_{i,j,r} = pm_{i,j,r} + tf_{i,j,r} \quad (5.28)$$

$$pp_{i,r} = pm_{i,r} + tp_{i,r} \quad (5.29)$$

$$pg_{i,r} = pm_{i,r} + tg_{i,r} \quad (5.30)$$

GTAP-E 内では、企業、家計、政府が市場からエネルギーを購入する際に、排出権を保有（つまり排出権価格を負担）しなければならないとしている。負担する費用は、購入するエネルギーの炭素含有量に比例する。よって、モデル内では、以下の式のように排出権価格負担を盛り込む。

$$tf_{i,j,r} = CTAX \times A_{i,r} \quad (5.31)$$

$$tp_{i,r} = CTAX \times A_{i,r} \quad (5.32)$$

$$tg_{i,r} = CATX \times A_{i,r} \quad (5.33)$$

ここで、 $CTAX$: 排出権価格 (US\$/トン・炭素)、 $A_{i,r}$: 地域 r におけるエネルギー i の平均炭素含有量 (トン・炭素/US\$¹⁵) である。

なお、二酸化炭素排出の対象となる購入エネルギーは、原油 (OIL)、石油製品(P_C)、ガス(GAS)、石炭(COL)に限定され、電力(ELY)は対象とならない。GTAP-E モデルでは、生産に要する投入財の価格変化が転嫁されるため、電力生産に必要な原油、石油製品及びガスは、原油、石油製品およびガスの各部門で既に費用負担が生じると考えている。また、原油部門(OIL)での原油(OIL)購入、石油製品部門(P_C)での石油製品(P_C)、原油 (OIL) の購入、ガス部門(GAS)でのガス(GAS)購入、石炭部門(COL)での石炭(COL)購入は、二酸化炭素排出量算出におけるダブルカウントを避けるために費用負担の対象外としている。

		購入者							
		原油	石油製品	ガス	石炭	電力	その他産業	家計	政府
エネルギー	原油	×	×						
	石油製品		×						
	ガス			×					
	石炭				×				
	電力	×	×	×	×	×	×	×	×

(注) ×は費用負担が生じないことを示している。

表 第5. 3-1 費用負担の対象となる産業別エネルギー源

GTAP-Eは静学モデルであり、完全雇用が仮定されている。しかし、本研究では、労働供給を内生化するしており、賃金の増加に応じて労働供給が増加する¹⁶。

5. 3. 2 シミュレーション・シナリオ

¹⁵ エネルギー市場価格 1US\$ 当たりに含まれる炭素含有量。本章第2節で述べたように、物量ベースのエネルギーデータは、IEA「エネルギーバランス表」等を用いて価格データに変換されている。

¹⁶ 労働供給の弾力性 (=労働供給の増加率/被雇用者の賃金の増加率) は、0.5 とする。

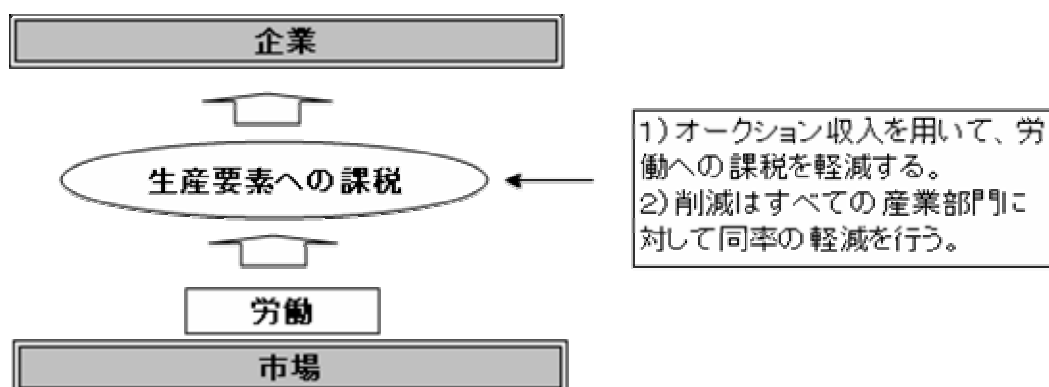
今回行ったシミュレーション・シナリオを説明する。想定する上流型排出権取引はオークション方式によって排出権の配分が行われる。特に今回はオークション収入の還流方法に注目し、次の3種類に関して比較・検討を行っている。なお、全てのケースにおいて税収中立¹⁷を仮定している。

- (1) 政府支出に用いるケース（政府支出増）
- (2) 法人税の減税に用いるケース（法人税減税）
- (3) 社会保障の企業負担分軽減に用いるケース（社会保障費企業負担分軽減）

政策	オークション収入還流方法
上流型排出権取引	政府支出増
	社会保障費企業負担分軽減
	法人税減税

表 第5. 3-2 シミュレーションケース

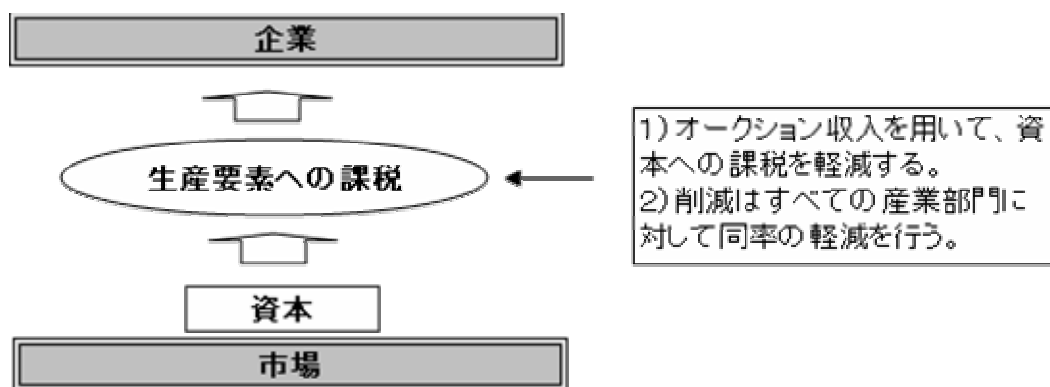
モデル内におけるオークション収入の還流方法に関して説明を行う。政府支出増のケースでは、オークション収入が直接政府支出にまわされるものとする。ここで政府支出にまわされるとは、オークション収入が第5.2-3図で政府の消費構造に基づいて各支出に配分されることを意味する。一方、企業による社会保障費負担は、企業が市場より労働力を購入する際に支払う費用と考えることができる。よって、社会保障費の企業負担分軽減は、モデル内では第5.3-2図に示すように、企業が市場から労働力を購入する際に支払う費用の軽減によって実現する。



第5. 3-2図 社会保障費企業負担分軽減

¹⁷ 排出クレジットオークションによる収入は、全て1) 政府支出、2) 法人税減税、3) 社会保障費企業負担分軽減に用いられる。

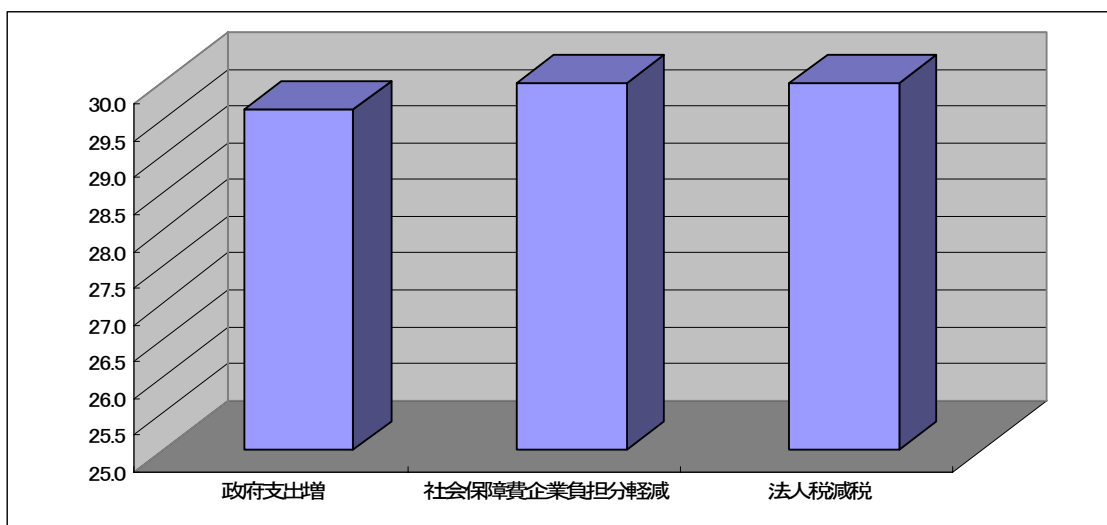
オークション収入の法人税減税への還流についてシミュレーションにおける取り扱いに関して説明する。法人税は政府が法人の所得に対して課す税金であり、法人所得の大部分は、実際にはそれに投資された資本に対する収益であるため、法人税は法人の資本使用に対する課税と考えることができる。よって、モデルでは、第 5.3-3 図に示すように、企業が市場より資本を調達する際の税を軽減することにより法人税の軽減を実現している。



第 5. 3 - 3 図 法人税減税

5. 3. 3 排出権価格

シミュレーションでは、我が国の温室効果ガス削減量を外生とし、必要削減量を外生的に与えることで排出権価格を算出する。第 5.3-4 図はオークション収入還流の違いによる排出権価格の違いを示している。大きな違いはないが、最も低額なのは政府支出増ケースであり、排出権価格は 29.6 ドル/トン・炭素であり、社会保障費企業負担分軽減ケース、法人税減税ケースがそれぞれ、30.2 ドル/トン・炭素、30.5 ドル/トン・炭素である。



第5. 3-4図 排出権価格 (US¹⁸\$/トン・炭素)

5. 3. 4 マクロ経済への影響

オークション収入還流の違いによる我が国への影響に関してシミュレーション結果を交えて検討を行う。表 第5.3-3は各還流ケースにおけるGDPの変化及び、消費(C)、投資(I)、政府支出(G)、輸出(X)、輸入(M)の変化を示している。まず、GDPに注目すると、オークション収入を法人税減税に用いたケースが最も影響が少なく、0.04%減である。オークション収入を社会保障費企業負担分軽減に用いた場合は、0.12%減、政府支出増に用いた場合は、0.16%減である。

基準ケースであるオークション収入を政府支出増に用いた場合の特徴としては、政府支出(G)が2.45%増加する。政府支出増ケース、社会保障費企業負担分軽減ケースでは投資(I)がそれぞれ、0.83%、0.79%低下する一方、法人税減税還流ケースでは、逆に0.70%増加する。消費(C)は、政府支出増ケースでの減少が大きく、0.53%消費は減退する。貿易に注目すると、政府支出増、社会保障費企業負担分軽減の両ケースでは、輸出がそれぞれ0.25%、0.76%増加している。法人税減税ケースでは、逆に2.13%輸出は減少する。既に第2節で述べたように、GTAP-Eモデルでは、国内財と輸入財の区別をしており、国内価格と輸入価格、あるいは国・地域間の輸入価格の変化による、国内財と輸入財の代替を認めている。オークション制上流型排出権取引が導入されることによりエネルギー価格は上昇し、他の生産要素、中間財の価格が一定とした場合、各国内生産財の価格は上昇する。そのため、国内財が輸入財に代替されることが期待される。しかし、本シミュレーション結果では、法人税減税ケース以外では、輸出が逆に増

¹⁸ 1997年US\$

加する結果となった。

輸入に関しては、全てのケースで減少している。我が国はエネルギーの大部分を輸入に頼っており、温室効果ガスの削減は直接エネルギー使用の減少につながり、エネルギー輸入の減少となる。このため、法人税減税ケースにおいて輸出が減少する一方、輸入も減少する結果となった。

(%)

	政府支出増	社会保障費企業負担分 軽減	法人税減税
C(消費)	-0.53	-0.18	-0.01
I(投資)	-0.83	-0.79	0.70
G(政府)	2.45	-0.02	0.11
X(輸出)	0.25	0.76	-2.13
M(輸入)	-1.25	-1.26	-0.15
GDP	-0.16	-0.12	-0.04

表 第5. 3-3 オークション還流の違いによる GDP への影響（要因分解）

(%)

	政府支出増	社会保障費企業負担分 軽減	法人税減税
C(消費)	-0.32	-0.10	-0.01
I(投資)	-0.24	-0.23	0.20
G(政府)	0.24	0.00	0.01
X(輸出)	0.03	0.09	-0.25
M(輸入)	0.12	0.12	0.01
GDP	-0.16	-0.12	-0.04

(注) 輸入 (M) は正の場合は輸入減少、負の場合は輸入増加を示す。

表 第5. 3-4 GDP への影響（寄与度）

さらに、どの程度消費 (C)、投資 (I)、政府 (G)、輸出 (X)、輸入 (M) の各要因の変化が GDP 変化に影響を与えたのかについて検討する。表 第5.3-4 は、各要因の変化に各要因の GDP に占める割合を乗じたものであり、GDP 変化への各要因の寄与度がわかる。還流方法によって異なるが、基準ケースである政府支出増ケースでは、消費 (C) の停滞、投資 (I) の減少が GDP 引き下げにつながっている一方、政府支出の増加、輸入の減少により GDP は改善されている。社会保障費企業負担分軽減ケースでは、投資 (I) の減少による影響が大きく、次に消費 (C) の冷え込みが GDP 引き下げに効

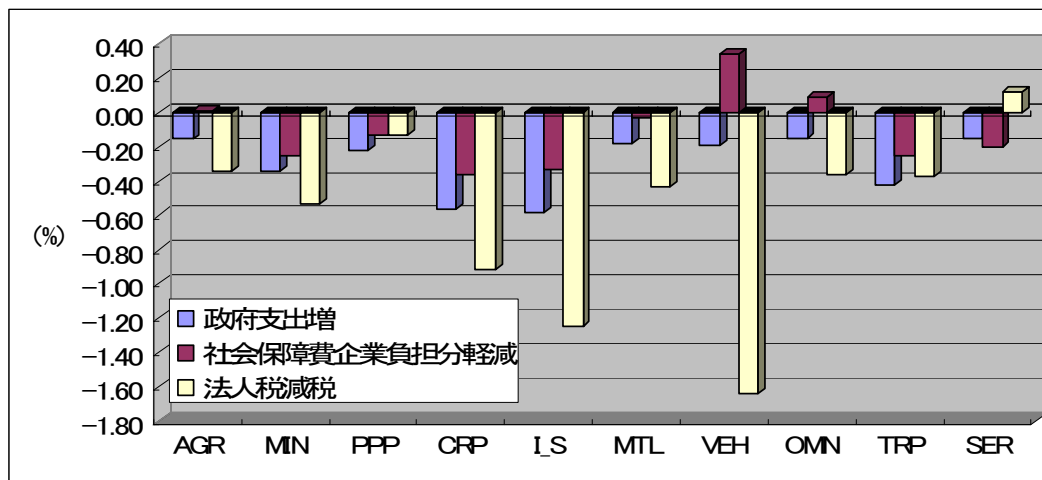
いている。政府支出増ケースと同様に輸入 (M) の減少により GDP は改善されている。法人税減税は他の 2 ケースと大きく異なり、輸出 (X) の減少が大きく、一方投資 (I) が増加している。

5. 3. 5 産業部門への影響

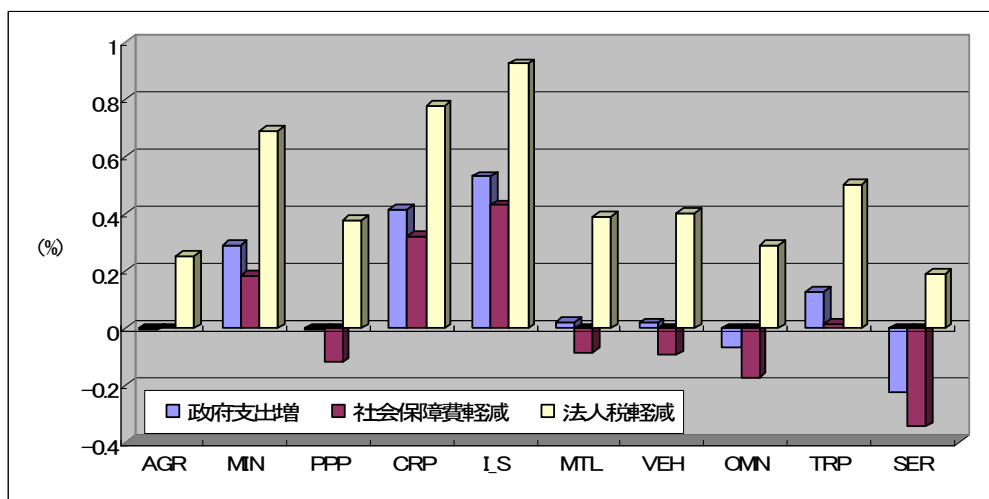
(1) 生産量への影響

産業レベルでの影響に関して検討を行う。第 5.3-5 図は、各産業の生産量の変化を示している。基準ケースである政府支出増ケースでは、全産業において生産が減少しているが、産業間でその影響は大きく異なる。鉄鋼 (I_S)、化学・ゴム・プラスチック (CRP)、鉱物製品 (MIN) における生産量の減少が顕著である。これらの産業は、いわゆるエネルギー多消費産業であり、排出権取引制度導入によるエネルギー価格の上昇による影響が大きい。また、輸送業 (TRP) も生産費用に占めるエネルギー費用が大きく、エネルギー価格の上昇の影響が直接生産量の減少につながる。上流型排出権取引制度導入によりエネルギー使用には追加的費用負担が生じるため、各産業における生産量は減少すると予想されるが、社会保障費企業負担分軽減ケースでの、輸送機械 (VEH)、その他製造業 (OMN) 及び法人税減税ケースでのサービス業 (SER) においては逆に生産量が伸びている。

各産業の生産量の変化は、各生産財の価格変化と密接な関係がある。生産財の価格が上昇すると、最終消費者はより価格増加の低い財の消費へシフトし、消費量が減少する。また、生産に占める輸出の割合が高い産業 (輸出型産業) の場合には、価格の上昇は国際競争力の低下につながり、輸出の減少、輸入の増加へとつながり、生産量の減少となる。各生産財の価格変化を示したのが、第 5.3-6 図である。政府支出増のケースでは、生産量の減少が大きい鉄鋼 (I_S)、化学・ゴム・プラスチック (CRP)、鉱物製品 (MIN) での生産物価格上昇幅が大きい。サービス (SER) では逆に生産財価格が低下している。社会保障費企業負担分軽減と政府支出増ケースの両ケースは、比較的同様な傾向を示しているが、法人税減税ケースでは、全ての財に多いて生産財の価格は他の 2 ケースと比較して上昇している。



第5.3-5図 産業別生産量変化



第5.3-6図 生産財価格¹⁹変化

(2) 生産要素価格への影響

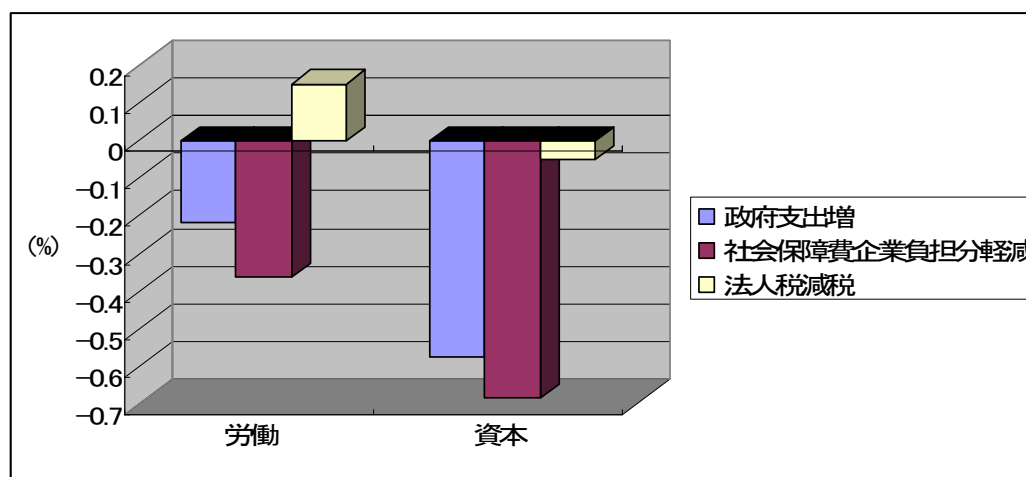
排出権取引制度導入によりエネルギー価格が上昇するため、国内の生産財の価格も上昇することが期待されるが、ほとんど価格変化のない生産財、逆に価格が低下する生産財が存在する。また、オークション収入還流の違いにより生産財の価格変化が大きく異なっている。ここでは、企業が生産活動を行う際に投入する各生産要素の価格変化に注目し、生産財価格に与える影響について検討する。

第5.3-7図生産要素のエージェント価格²⁰変化を示している。オークション収入還流

¹⁹ 供給者価格

方法によって生産要素価格の変化は大きく異なる。特徴的なのは、法人税還流を行ったケースであり、資本価格の下落は他のケースと比較すると非常に少ない。

社会保障費企業負担分軽減ケースでは、労働価格の低下が他のケースと比較すると大きい。シミュレーションの前提条件においても述べたように、社会保障費企業負担分軽減は企業にとって実質的な労働費用の引き下げであり、その結果労働のエージェント価格は他のケースと比較して低下する。政府支出増ケースでは、労働、資本共に低下している。労働需要、資本需要が低下していることが推測できる。



第5. 3-7図 生産要素価格変化²¹

生産要素価格の変化と生産財価格の変化との関連性に関して議論する。政府支出増ケース、社会保障費企業負担分軽減ケースにおいては、労働及び資本の価格は低下している。このため、生産要素に占めるエネルギー費用の割合が低い資本、労働集約型産業では、エネルギー価格上昇による費用負担以上に、資本、労働価格の低下による負担軽減が大きく、生産財価格が低下する。よって、排出権取引制度導入によりエネルギー価格が上昇しているにもかかわらず、第5.3-6図が示すような政府支出増ケースでのサービス（SER）等の価格低下が生じる。

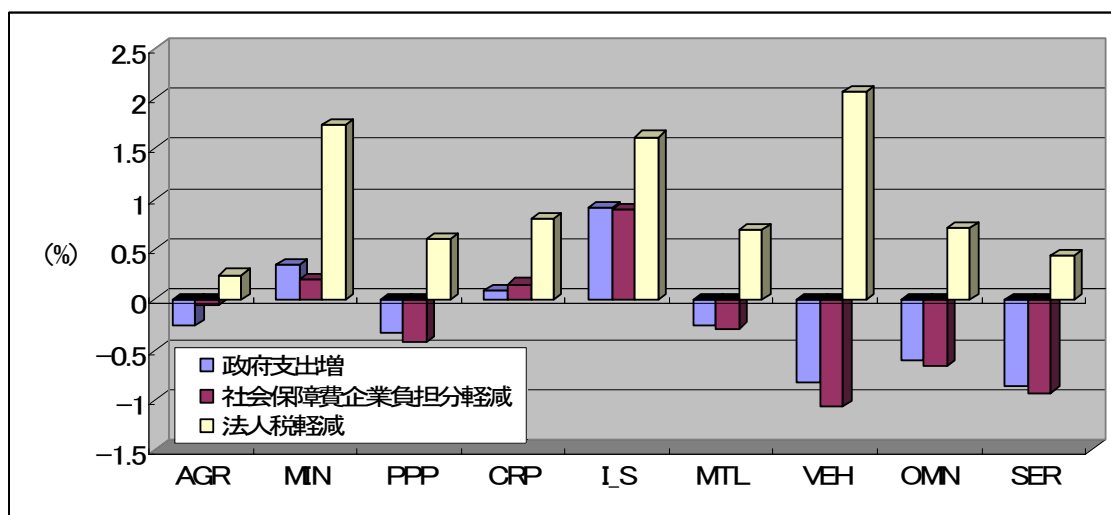
(3) 国際競争力への影響

基準ケースである政府支出増ケースでの輸入への影響に関して見ていく。産業別輸入量変化生産財価格上昇の大きい鉄鋼（I_S）、化学・ゴム・プラスチック（CRP）、鉱物製品（MIN）の我が国への輸入が増加しており、国産品から輸入品への代替が進ん

²⁰ 市場における価格変化ではなく、実際に企業が負担する費用。

²¹ エージェント価格

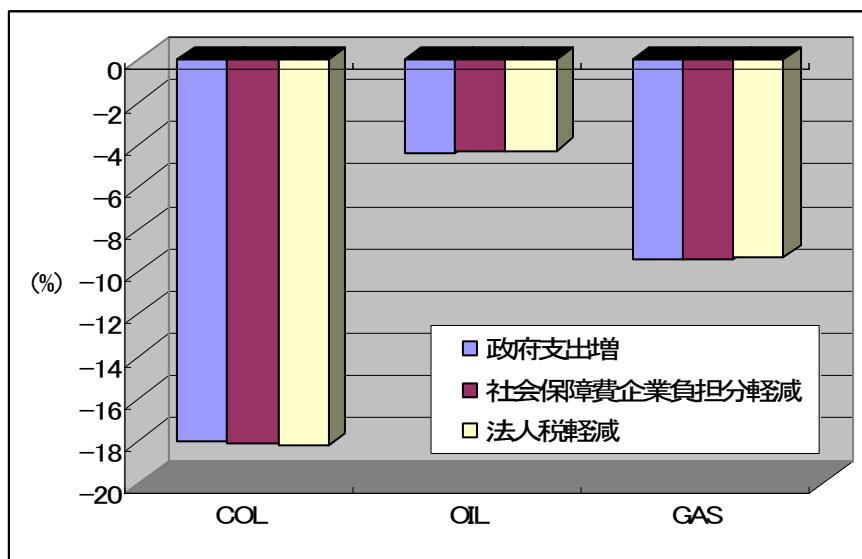
でいるといえる。それ以外の産業に関しては輸入が減少する。政府支出増と社会保障費企業負担分軽減は、社会保障費の企業負担分軽減ケースの方が輸入の減少幅が大きい、ほぼ同様な傾向を示している。法人税減税ケースでは、全ての財に関して輸入は増加している。



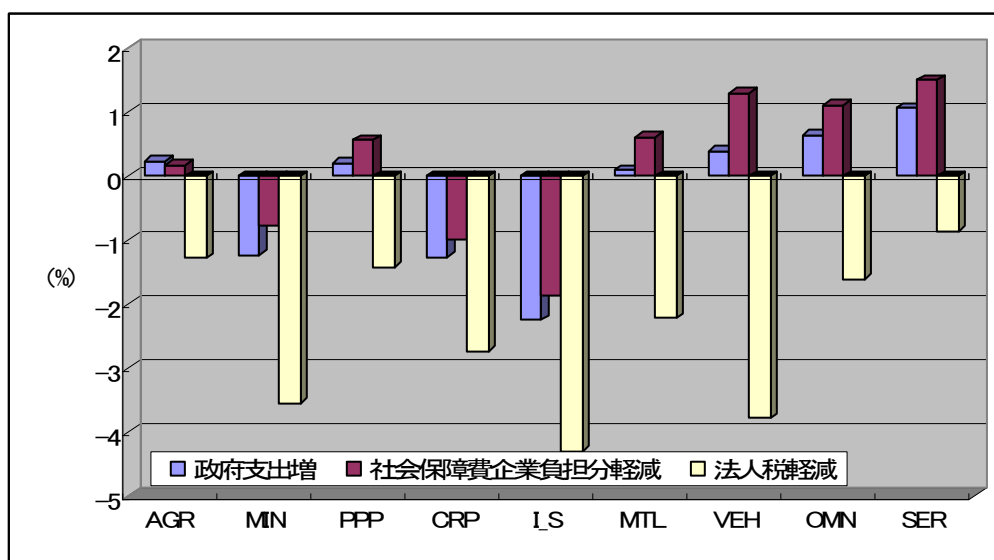
第5. 3-8図 産業別輸入量変化

次にエネルギー輸入量の変化を見る。我が国は、エネルギーの大部分を輸入に頼っている。温室効果ガス削減はエネルギー使用量削減に直接つながり、エネルギー輸入は大幅に減少する。特に石炭の輸入の減少が大きく、石炭から他のエネルギーへシフトしていることを示唆している。

同様に、輸出量の変化を見てみる。政府支出増ケースでは、鉄鋼 (I_S)、化学・ゴム・プラスチック (CRP)、鉱物製品 (MIN) において輸出が減少している。エネルギー価格の上昇がこれらのエネルギー多消費産業生産財の価格を押し上げ、輸入財に対する価格競争力が低下したためである。自動車 (VEH)、その他製造業 (OMN) では、輸出が伸びている。両産業においては、生産財価格が低下しており、海外製品に対して価格競争力が高まり、輸出増につながっている。政府支出増ケースと社会保障費企業負担分軽減ケースでは、同様な傾向であるが、社会保障費企業負担分軽減ケースの方が、輸出への影響は低い。法人税減税ケースでは、全ての財で輸出が大きく低下している。エネルギー多消費産業である鉄鋼 (I_S)、鉱物製品 (MIN)、化学・ゴム・プラスチック (CRP) でそれぞれ、4.3%、3.5%、2.7%輸出が減少しているのみならず、代表的な輸外型産業である輸送機械 (VEH) においても、3.8%輸出が減少している。



第5.3-9図 エネルギー輸入量変化



第5.3-10図 輸出量変化

表第5.3-5は、部門毎の輸出入価格変化を示している。それによれば、輸出入が増減する大きな要因は輸出入価格の変動と一致する。その意味で、排出権取引制度の導入による国際競争力への影響は確実にあると言える。ただ、制度の導入により、壊滅的な影響を受ける部門はない。その意味で、制度の導入にあたっては、これらの分析結果を踏まえた判断が必要となる。

(%)

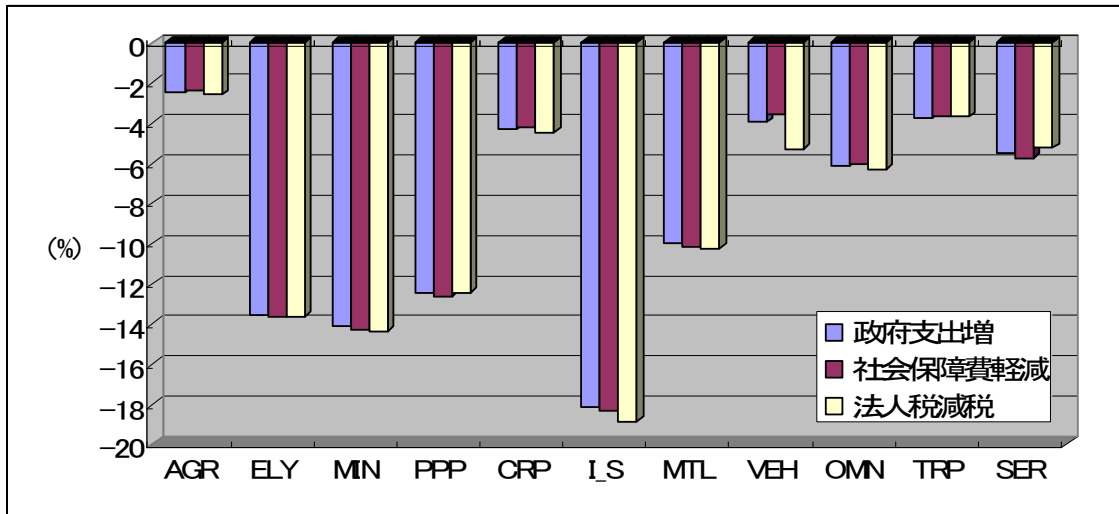
ケース	輸出/輸入	AGR	MIN	PPP	CRP	I_S	MTL	VEH	OMN	SER
政府支出増	輸入価格	0.04	0.04	0.05	0.03	0.03	0.03	0.06	0.05	0.06
	輸出価格	-0.01	0.29	-0.01	0.42	0.53	0.02	0.02	-0.07	-0.22
社会保障費企業負担分軽減	輸入価格	0.03	0.03	0.04	0.03	0.02	0.02	0.05	0.04	0.06
	輸出価格	0.00	0.18	-0.12	0.32	0.43	-0.08	-0.09	-0.17	-0.34
法人税減税	輸入価格	-0.03	-0.05	-0.04	-0.06	-0.04	-0.07	-0.03	-0.03	-0.04
	輸出価格	0.25	0.69	0.38	0.78	0.92	0.39	0.40	0.29	0.19

表 第 5. 3 - 5 輸出入価格変化比較

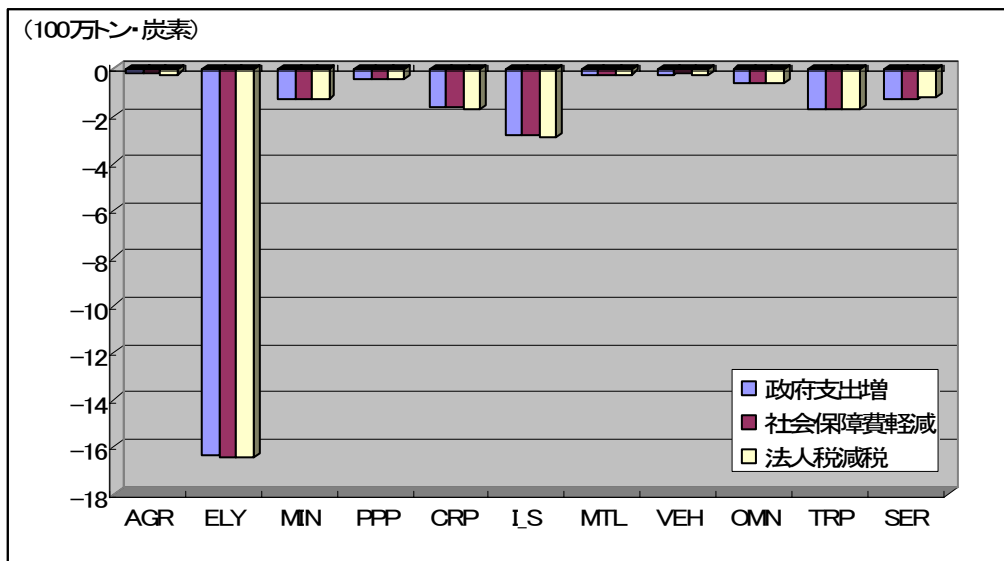
5. 3. 6 二酸化炭素排出量の変化

シミュレーションでは、京都議定書の削減目標を達成するために必要な我が国全体の二酸化炭素削減量を外生とし、排出クレジット価格の算出を行っている。ここでは、各産業間の二酸化炭素削減率の違いを評価する。第 5.3-11 図は、産業別二酸化炭素排出量変化を示している。オークション収入還流方法による産業別二酸化炭素排出量変化違いは非常に小さい。二酸化炭素削減率が最も高いのは鉄鋼業（I_S）であり、排出権取引制度導入により 18%以上の削減が達成される。産業部門最大の排出者である発電部門（ELY）においても 14%程度の二酸化炭素削減が達成される。逆に、削減率の低い産業は、農業（AGR）であり、2%程度である。概して、エネルギー多消費産業における削減率が高い。

次に、二酸化炭素の削減率ではなく削減量での産業間比較を行う。産業別排出量の削減を削減量で比較したのが第 5.3-12 図である。発電部門（ELY）における削減量が非常に多く、産業部門における削減の約 60%は発電部門における削減である。発電部門（ELY）以外では鉄鋼業（I_S）、化学・ゴム・プラスチック業（CRP）などエネルギー多消費産業における削減が多い。



第5. 3-11 図 産業別二酸化炭素排出量変化



第5. 3-12 図 削減別二酸化炭素排出削減量

(1) 産業別二酸化炭素排出量変化の要因分析

第5.2-2 図が示すように、今回用いた GTAP-E モデルでは、生産における資本・エネルギー合成財について多段入れ子型 CES 関数を用いて定式化している。構造のトップから見ると資本とエネルギーは代替関係にあり、エネルギー内においてもエネルギー間での代替を認めている。電力と非電力間での代替、非電力内では非石炭と石炭の代替、非石炭内ではガス、石油、石油製品間の代替を認めている。よって、企業が二酸化炭素を削減する手段としては、1) 生産量を減少させる（生産量変化）、2) エネルギーの

代わりに他の生産要素を用いる（エネルギー効率変化）、3）エネルギー間での代替を行う（エネルギーシフト）、の3種類が存在する。

各産業における二酸化炭素排出量変化は、式（5.34）のように、エネルギー使用量当たりの二酸化炭素排出量、生産量当たりのエネルギー使用量と生産量に分けることができる。

$$CO2 = (CO2/ Energy) \times (Energy/ QO) \times QO \quad (5.34)$$

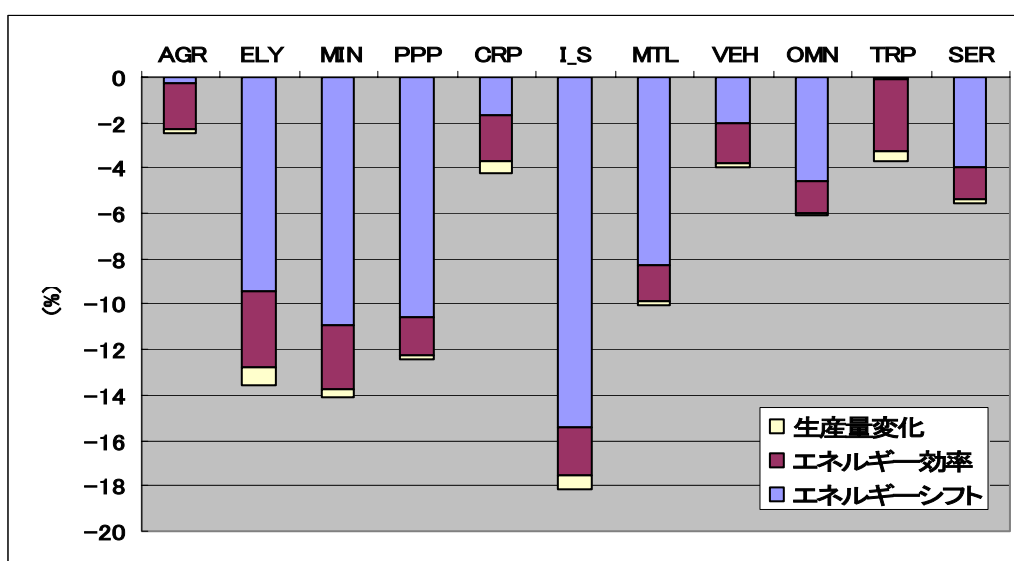
ここで、 $CO2$ ：ある産業における二酸化炭素排出量、 $Energy$ ：ある産業におけるエネルギー使用量、 QO ：ある産業における生産量 である。

さらに、式（5.34）を変化率で表せば、

$$co2 = (co2 - energy) + (energy - qo) + qo \quad (5.35)$$

ここで、小文字は変化率である。（5.35）式の第一項はエネルギーシフト、第二項はエネルギー効率変化、第三項は生産量変化を示す。

第 5.3-13 図は各産業において削減される二酸化炭素への各削減手段の寄与を示している。農業（AGR）と運輸業（TRP）、化学・ゴム・プラスチック（CRP）を除いてエネルギーシフトの二酸化炭素削減の寄与が大きい。つまり、石炭などの炭素含有量の高いエネルギーからガス・電気などの炭素含有量の低いエネルギーへの代替によって二酸化炭素の削減が達成されている。一方、生産量の減少による二酸化炭素削減は非常に少なく、各企業は、エネルギーシフト、エネルギー効率の向上により費用負担を軽減する。生産量減少による二酸化炭素の削減は軽微である。

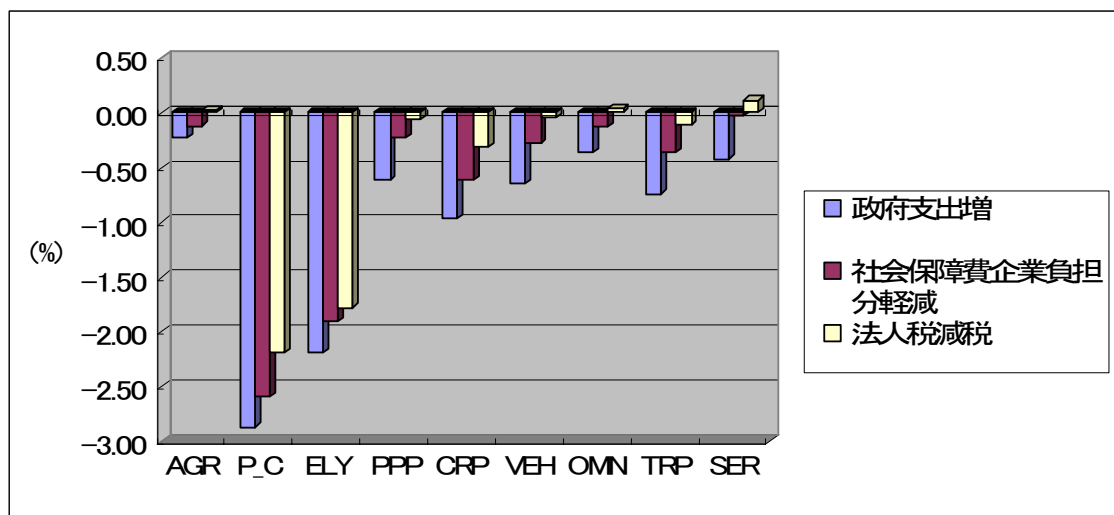


第 5. 3-13 図 産業別二酸化炭素排出量削減要因分解（政府支出増ケース）

5. 3. 7 家計への影響

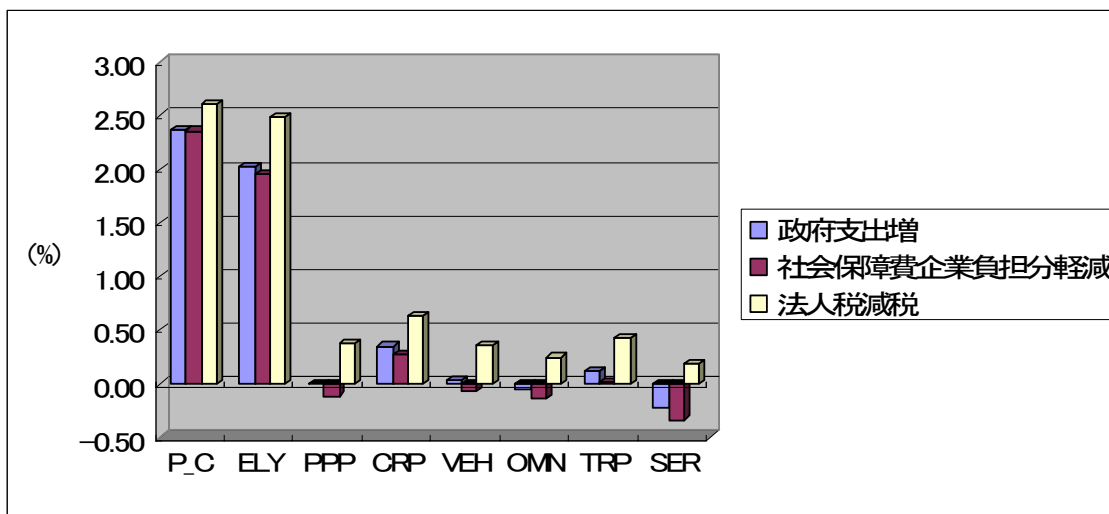
これまで供給サイドである産業部門に関して検討を行ってきたが、最終需要者である家計部門への影響について見ていく。表 第 5.3-3 で見たように、法人税還流ケースを除いて消費は低下する。よって、全体的には各財の消費量は減少傾向にあるといえる。基準ケースである政府支出増ケースを例に、第 5.3-14 図に示す家計消費の変化を詳しく見ていく。消費全体が低下しているため、全ての財において消費は減少している。しかし、財によってその低下率は大きく異なり、石油製品 (P_C)、電力 (ELY) といった排出権取引制度導入が直接価格上昇につながるエネルギーは、第 5.3-15 図が示すように他の財と比較すると大幅に価格が上昇する。そのため、石油製品 (P_C)、電力 (ELY) の家計部門における消費は他の財と比較すると大幅に減少する。エネルギー以外の財に関しても、エネルギー多消費型産業である化学・ゴム・プラスチック (CRP)、運輸業 (TRP) は価格上昇し、消費は減少する。以上をまとめると、消費全体が停滞するため、全ての財の消費量は減少するが、財間での減少は大きく異なり、エネルギーやエネルギー多消費財から農業 (AGR)、その他製造業 (OMN)、サービス (SER) への消費のシフトが生じている。

社会保障費企業負担分軽減ケースも政府支出ケースと比較すると消費の減少は少ないが、財間の傾向は同様である。法人税減税ケースでは、他の財と比較して価格上昇の少ないサービス (SER) の消費量が増加している。



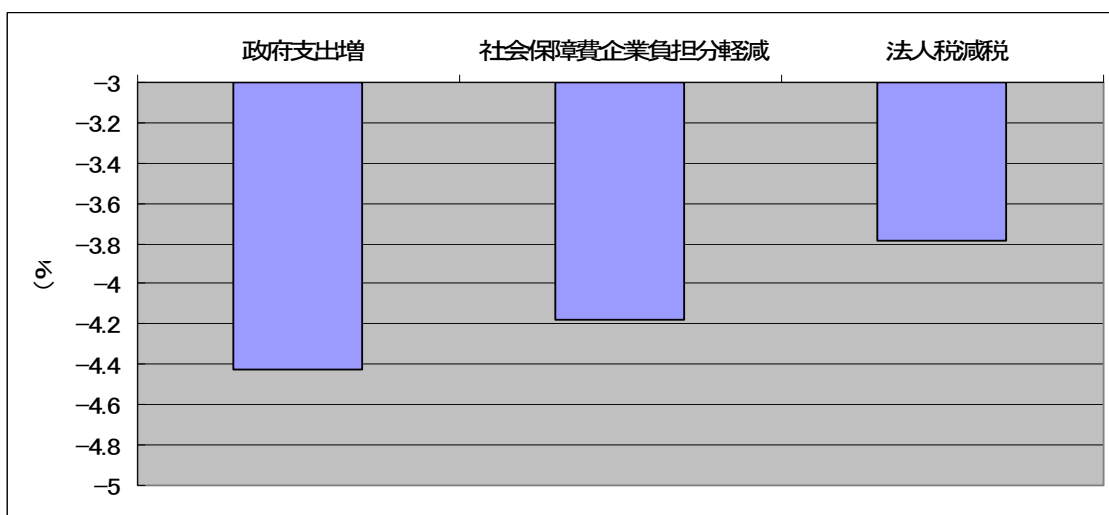
第 5. 3 - 14 図 家計消費行動変化²²

²² 家計消費において、サービス (SER) は 65.6%、その他製造業 (OMN) は 18.2%、輸送業 (TRP) は 5.9%を占める。(GTAPデータベース Version5)



第5. 3-15 図 家計財購入価格変化

第5.3-16 図に民間家計及び政府によって排出される二酸化炭素²³の削減率を示す。消費の低下が大きい政府支出増での削減が大きい。



第5. 3-16 図 家計、政府による二酸化炭素排出量変化

²³ 対象となる二酸化炭素排出量は直接排出のみであり、電力は対象に含まない。

5. 4 制度設計上のポイント

経済モデルを用いて制度を比較する場合、比較対象となる制度を経済モデルが的確に織り込んでいることが求められる。もちろん、導入される制度の全てを既存の経済モデルが織り込んでいるわけではない。もし当該制度が織り込まれていないとすれば、新たに織り込むことが必要となる。その場合、制度の導入によっても経済モデルの構造自体が頑健であること、すなわち、制度を新たに導入しても、経済モデルの方程式やパラメータなどの構造は不変であることが求められる。本章では、経済モデルとして応用一般均衡モデルを採用しているが、このタイプの経済モデルは、家計や企業の最適化行動を外的環境である制度などを明示的に取り入れて記述することで、制度の導入や変更に対してモデル構造の頑健性の高めていることが知られている。本節では、排出権取引制度を評価するために経済モデルに求められる条件についていくつか検討する。

5. 4. 1 制度の対象となる産業部門の区別

化石燃料の燃焼による二酸化炭素排出削減制度には、上流産業部門を対象とするものと下流産業部門を対象とするものがあり、制度設計において重要な概念となっている。一般に、上流産業部門とされているのは、化石燃料の輸入・採掘部門であり、下流産業部門とされているのは、電力、ガス、鉄鋼、運輸などのエネルギー集約産業をはじめ、国内の化石燃料輸入・採掘業者から化石燃料を購入し、燃焼させることで経済活動を行っている産業部門である。したがって、制度評価に用いる経済モデルにおいても上流と下流の区別のできる産業分類がなされていることが必要である。

さらに、二酸化炭素排出原単位の差異から、化石燃料部門は石炭、石油とガスに分類されることが望ましい。なお、上流産業部門には、石炭、石油とガスの輸入・採掘部門の他に石炭製品部門や石油製品部門も含めることが必要となる。特に、近年はユークスや石油製品の輸入比率が高まっており、原料炭・一般炭の輸入・採掘部門や原油の輸入・採掘部門のみを上流とすることは適切でない。その意味で上流と下流の区別は、各産業部門の生産プロセスにおいて化石燃料を燃焼させるか否かを基準として分類される必要がある。

なお、経済モデルである応用一般均衡モデルの基礎データである社会会計表は、産業連関表に準拠しており、発電部門が石油製品であるナフサを海外から直接輸入しても、まず石油製品部門の輸入として計上され、次いで発電部門が石油製品部門から購入するものとして扱われる。また、ガス供給部門が海外の天然ガス採掘業者から直接輸入しても、まず天然ガス部門の輸入として計上され、次いでガス供給部門が天然ガス部門から購入するものとして扱われる。

5. 4. 2 排出権取引と炭素税

二酸化炭素排出削減制度を評価する経済モデルに求められる条件として、二酸化炭素の排出量について外生的に設定できることが必要となる。排出権取引制度は、決められた量の二酸化炭素の排出権を発行し、それを販売することで排出削減を実現させる。その場合、販売される二酸化炭素排出権の総量が必要とされる排出量を上回れば、排出権価格はゼロとなる。それに対して、必要とされる排出量を下回れば、排出権に正の価格が付けられる。さらに、排出権の発行総量が必要とされる量より少なければ少ないほど、排出権価格は高くなる。すなわち、排出権取引制度は、経済が必要とする二酸化炭素排出量に対して、排出権総量による外生的な枠をはめ、排出量のコントロールを行うものである。したがって、経済モデルは排出権取引を記述できることが必要となる。第2節で述べたように、経済モデルである応用一般均衡モデルでは、二酸化炭素排出権市場の存在を仮定し、内生的な排出権需要に対して排出権を外生的に供給することで排出権価格が決まるように構築されている。

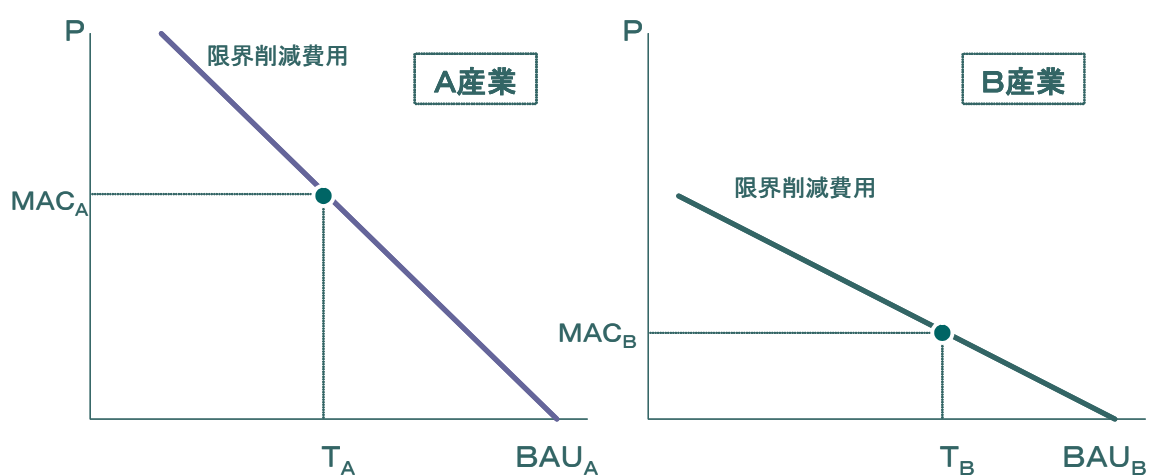
企業や家計などの各経済主体は、こうして決まる排出権価格と自己の限界削減費用を比較し、限界削減費用が安ければ自ら削減を行い、限界削減費用が高ければ排出権を購入して排出を続ける。したがって、排出権取引制度とは、排出権価格と比較して限界削減費用の低い経済主体が削減に応じることで、社会的に必要とされる削減の総費用を小さくしようとするものである。

ところで、排出権取引市場で成立した二酸化炭素の排出価格は、排出権取引制度の下における排出権の取引価格であるが、各経済主体の二酸化炭素の排出に関わる付加的な費用でもあり、それを税と考えれば、炭素税とみなすこともできる。すなわち、経済モデルでは、二酸化炭素排出行為に対する価格付けという点では、排出権取引価格と炭素税は同じであると考えることができる。もちろん、しばしば指摘されることであるが、排出権取引制度は排出量を直接制御できるのに対して、炭素税は価格を制御するだけであり、排出量の制御には不確実性が伴うとされる。不確実性の問題は重要であり、経済行動に対しても大きな影響を与えることが知られている。ただ、その視点に従えば、排出権取引制度の場合も排出権価格に不確実性が残る。

不確実性のない場合、排出権価格と炭素税率は一致するが、排出権収入や税収の還流方法によっては、排出権取引制度と炭素税の違いが生じる。排出権を政府が発行し、オークションで配分して排出権収入を政府収入とすれば、税収が政府収入となる炭素税と同じである。しかし、排出権取引制度において、排出権の配分をオークションによる有償配分ではなく、グランドファザリングによって無償配分すれば炭素税とは大きく異なる。

グランドファザリングで排出権を初期配分する場合、排出権が取引不可能であれば、各経済主体に別々に二酸化炭素排出量に枠を課すことになる。ところが、この配分方式の場合、各経済主体の限界削減費用の大きさとは無関係に行われる可能性が高く、第

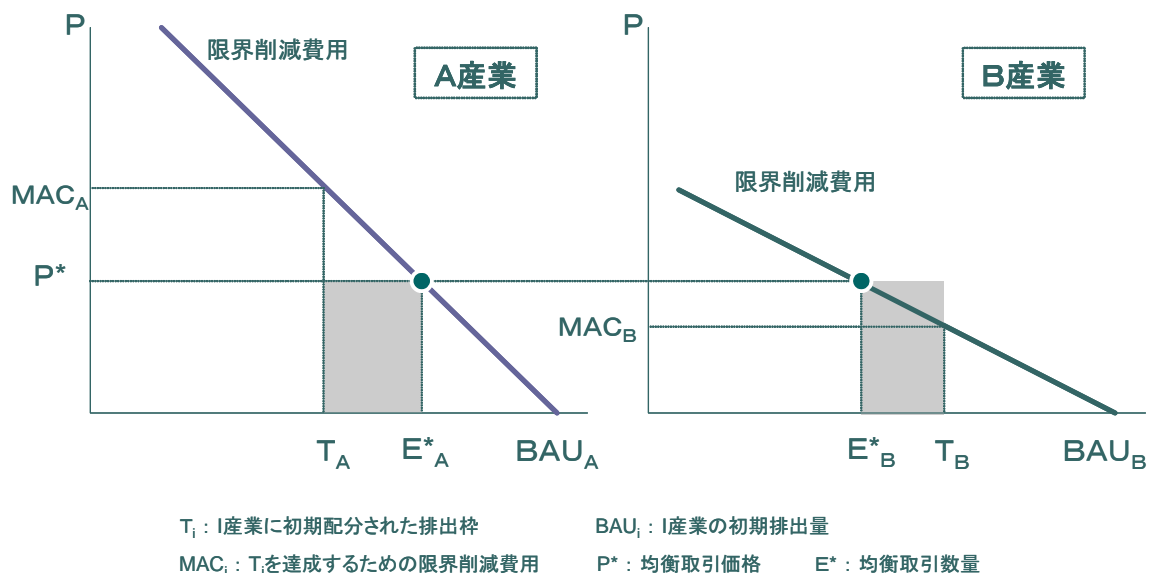
5.4-1 図に示されるように、限界削減費用が均等化されない。すなわち、限界削減費用の相対的に高い経済主体が排出削減を迫られる一方で、限界削減費用が相対的に低い経済主体が削減を行う必要がなくなり、社会的な削減総費用が大きくなる。それに対して、グランドファザリングで初期配分された排出権が取引可能であれば、そのような問題は発生しない。したがって、経済モデルでグランドファザリング方式による排出権制度を評価するには、経済主体間で排出権取引が行える枠組みが必要となる。しかし、限界削減費用の高い経済主体が低い経済主体から排出権を購入すれば、第 5.4-2 図で示されるように所得移転が起こる。このような排出権取引による所得移転の大きさを計算することも経済モデルには求められる。



T_i : i 産業に初期配分された排出権 BAU_i : i 産業の初期排出量 MAC_i : T_i を達成するための限界削減費用

第 5. 4 - 1 図 排出権をグランドファザリングで初期配分（取引なし）²⁴

²⁴ 排出権が取引可能でない場合、各主体の限界削減費用とは無関係な量の排出権が初期配分されると費用は最小とはならない。



第5. 4-2 図 排出権をグランドファザリングで初期配分（取引あり）²⁵

5. 4. 3 その他の政策の評価

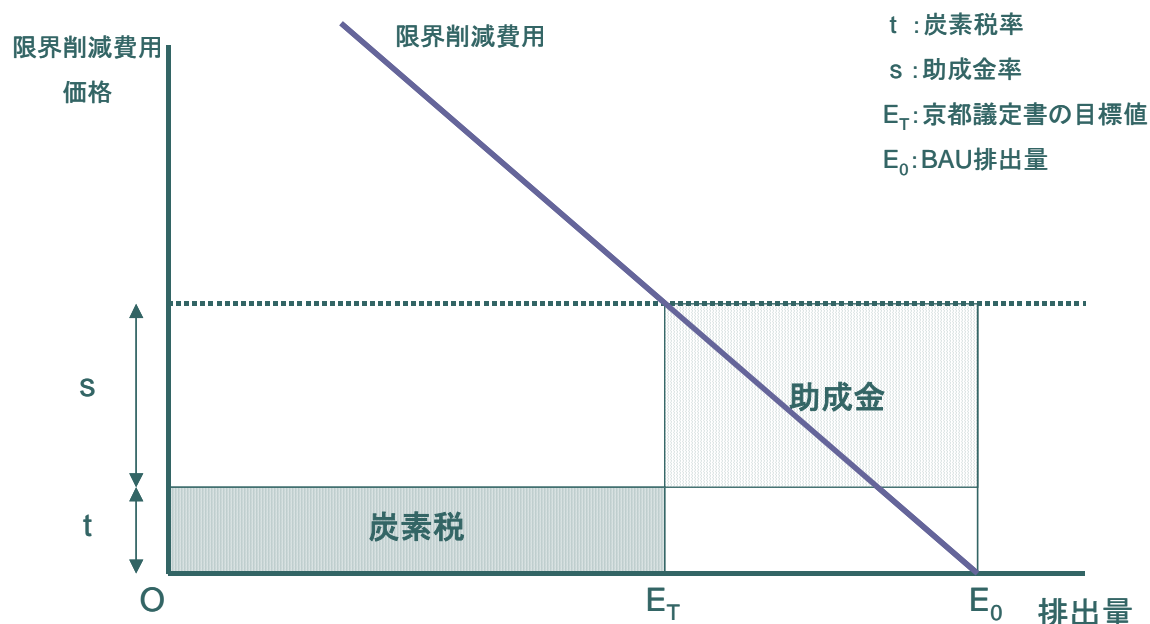
(1) 英国型政策

英国型政策では、政府は炭素税と削減助成金の二つの制度を用いて、電力・ガス・鉄鋼といったエネルギー集約的な下流産業を対象に二酸化炭素排出の国内での削減を図る。その場合、炭素税から得られる収入を削減企業に交付する助成金が大きな役割を持つ。助成金の対象となる企業は、制度に自主的に参加する企業のオークションにより決定される。

この制度は炭素税収を削減助成金として還流させるタイプの政策である。同一産業内において、限界削減費用の低い主体は、炭素税を支払うよりも削減をして助成金を受け取ることを選択し、限界削減費用の高い主体は炭素税を支払って排出することを選択する。炭素税を課すと同時に削減助成金を交付する英国型制度の評価には、限界削減費用の水準の異なる複数の経済主体、または複数の技術が存在しなければならない。ある場合には、助成金交付の対象となる削減技術を指定することができるように技術をさらに

²⁵ 初期配分量をグランドファザリング等により外生的に決定した上で排出権取引を行うと、限界削減費用は排出権価格 P^* で均等化される。またこの場合、排出権取引に伴って $T - E^*$ を底辺とする四角形の面積に等しい所得がA産業からB産業へ移転される。

細分化し、これまで費用がかかるために導入を見合わせられていた省エネ技術が、削減助成金により導入されるような技術変化を明示的に取り入れたモデルが必要となる。こうした制度の評価には、これまで AIM のような技術を明示的に扱うボトムアップ型モデルが用いられてきた。それに対して、GTAP-E のようなトップダウン型のモデルでは、一つの生産活動が一つの生産関数を持っている。生産関数自体は、無限の技術構造の組み合わせを表したものと考えられることができるが、同一産業内の限界削減費用は各企業で均一であると仮定していることになる。もちろん、各産業部門を削減効率の異なる二つ部門に細分化することで対応することはできる。また、補助金を化石燃料に代替可能な資本に対する補助と見なし、化石燃料を資本で代替することで削減を実現するメカニズムを分析することも考えられる。



第5. 4-3図 英国型制度²⁶

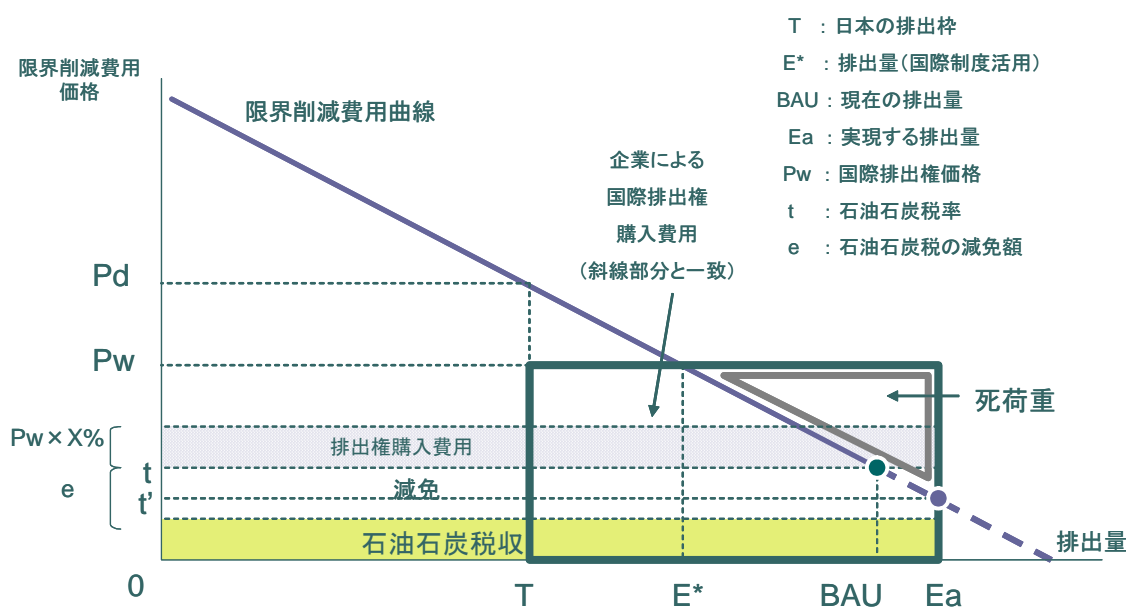
(2) 上流 X%政策

上流 X%政策は化石燃料の輸入・採掘業者を対象とし、化石燃料の輸入・採掘量のうち一定割合 (X%) に相当する二酸化炭素排出権を国際排出権市場から購入すれば、購入費用に見合って石油石炭税を減免するという制度である。すなわち、化石燃料業者は既存の石油石炭税を納付するか、国際排出権を調達してそれを提出することで税の減免を受けるかのいずれかを選択することになる。この制度では、輸入・採掘量の追加的 1

²⁶ 英国型制度では、炭素税と削減助成金の組み合わせによって削減が行われる。

単位にかかる化石燃料業者の国際排出権購入費用は、国際価格の X% の水準になる。政府は、輸入・採掘量 1 単位あたりの石油石炭税の減免額を国際排出権購入費用の（国際排出権価格）×X% よりも高い水準に設定し、化石燃料業者が国際排出権を購入するためのインセンティブを付与する。

なお、この政策では企業が国際排出権を購入することで、購入のインセンティブを高めるために、購入費用以上の石油石炭税の減免が受けられることも想定されている。したがって、企業が直面する限界削減費用は、国際排出権購入のインセンティブの額だけ低い水準となり、その分排出量は増加する。第 5.4-4 図によれば二酸化炭素換算された輸入・採掘量に応じて、国際排出権購入費用と減免額の差額（ $P_w \times X\%$ と e の差額）を利益として得られる。すなわち、国際排出権提出のインセンティブとなっている国際排出権購入額と免税額の差額は、輸入・採掘に対する補助金と同じ役割をするので、企業が直面する限界削減費用は既存の石油石炭税 t の水準よりも低い水準 t' となり、化石燃料業者は輸入・採掘量を第 5.4-4 図の BAU から E_a まで増加させる。このような制度を評価する経済モデルにおいては、経済主体毎に限界削減費用を計算でき、かつ、制度の利用の有無による費用負担についても評価できることが必要となる。



第 5. 4 - 4 図 上流X%政策²⁷

(3) 国際排出権取引制度の活用

京都議定書によって認められた排出権の国際取引制度の下では、国内で取引される排出権価格と国際排出権価格との関係が問題となる。もし国内経済主体の国際排出権市場

²⁷上流X%政策では、排出権購入に対して購入費用以上の補助金が交付されるため、排出量が増加する。

への参加が認められなければ、国内排出権価格と国際排出権価格は乖離する。それに対して、国内経済主体の国際排出権市場への参加が認められれば、国内排出権価格と国際排出権価格は一致する。このような国内経済主体の国際排出権市場への参加の可否の問題は、貿易自由化の問題と同じであり、経済モデルは分析を得意としている。

国際排出権市場との関連で問題となるのは、日本が国際排出権市場において大口需要家となっていることである。すなわち、日本の行動自体が国際排出権価格に大きな影響を与える可能性がある。したがって、国内の排出権取引制度を設計する場合にも、制度によって生み出される需要が、国際排出権価格にどのような影響を与えるかを考慮した分析が必要となる。そのためには、GTAP-E モデルのような国際経済モデルを用いることが肝要である。日本一国モデルによる分析を行う際には、日本の排出権需要の変動で国際排出権価格が変動するメカニズムを別途取り入れることが必要となる。さらに、国際排出権の売買は経常収支にも大きな影響を与えることから、対外取引についても分析できることが必要となる。

参考文献

- 川崎研一、1999、応用一般均衡モデルの基礎と応用—経済構造改革のシミュレーション分析、日本評論社
伴・大坪・川崎他、1998、応用一般均衡モデルによる貿易・投資自由化と環境政策の評価、経済分析 156
号、経済企画庁経済研究所
- 総合資源エネルギー調査会総合部会/需給部会、2001、今後のエネルギー政策について—報告書—
- Burniaux, J. M., J. P. Martin, G. Nicoletti and J. O. Martins, 1992, GREEN A Multi-Sector, Multi-Region
General Equilibrium Model for Quantifying the Costs of Curbing CO2 Emissions, OECD Working
Paper 116, OECD.
- Burniaux J.M., and T.P. Truong, 2002, GTAP-E: An Energy-Environmental Version of the GTAP
Model, GTAP Technical Paper 16, Purdue University
- Dimaranan, B.V. and R.A. McDougall eds., 2002, Global Trade, Assistance and Production: The GTAP5
Database, Center for Global Trade Analysis, Purdue University.
- Hertel, T.W. ed., 1997, Global Trade Analysis: Modeling and Applications, Cambridge University Press
- Nordhaus W.D., and J. Boyer, 2000, Warming the World: Economic Models of Global Warming, The
MIT Press.

5. 5 政府収入の再配分

ビジティング・フェロー 土居丈朗

5. 5. 1 本節の狙い

ここでは、これまで本報告書で検討してきた政策の選択肢の中で、わが国において政府が排出権を売却して上げた収入を、財政政策の一環として扱った場合、どのような手段が実行可能で、その経済効果はいかなるものであるかを検討する。本節での議論は、政府が排出権を売却して収入を得た場合を前提にして、その収入の再配分の方法に焦点を当てる。

ただ、政府が温暖化対策に関連して財政収入を得る政策手段は、排出権を売却した場合だけに限ったことではない。例えば、温暖化対策税（環境税）を課税した場合も、財政収入が発生し、その処分・再配分の方法について是非が問われるところである。排出権の売却によるか、温暖化対策税の課税によるかという差異は、外部性の内部化に伴う負担を誰が実質的に負うかといった点などに差異をもたらすが、国庫に納められる収入という点では差異はない。どちらの形であれ、一旦納められた収入という観点からは、その収入を誰が権限を持ってどのような用途に用いるかが重要なポイントである。したがって、ここでの議論は、こうした観点から、温暖化対策税を課税した場合の政府収入の再配分にも応用できる内容であることを付記しておく。

本節の内容は、5. 5. 2 で排出権売却収入の取り扱いについて、考えられる選択肢とその経済効果について整理する。そして、5. 5. 3 では、排出権の売却に伴い、産業・企業への政策的対応として何が必要かを検討する。

5. 5. 2 排出権売却収入の取り扱い

(1) 取り扱いの選択肢

排出権売却収入を財政運営上どのように取り扱うかについて、まず考えなければならないのは、その収入をどの会計で計上するかという問題である。その選択肢は、一般会計で計上するか、特別会計で計上するかのどちらかである。その選択は、直ちに、売却収入の用途を特定するか否かの選択となる。一般会計で計上するならば、原則として用途を特定しない一般財源となる。特別会計で計上するならば、用途を（事実上）特定する特定財源となる。

例えば、京都議定書に関連する政府収入について議論されている、中央環境審議会総合政策・地球環境合同部会 地球環境対策税制専門委員会が2003年8月に出した「温暖化対策税制の具体的な制度の案」、あるいは同専門委員会ワーキンググループが同時期に出した「温暖化対策税の具体案検討に向けて」に盛り込まれた案では、次のような

使途を提示している。それは、1つ目は特定財源として特別会計の収入とすること、2つ目は一般財源として一般会計の収入としつつ温暖化対策のために活用（支出）すること、3つ目は既存税の減免に用いること、である。

以下では、これらの選択肢について、その長所や短所を個別に検討しよう。

（2）特別会計での特定財源化

排出権売却収入を、特定財源として温暖化対策に関連する特別会計の収入とすることには、次のような長所があると考えられる。まず、売却収入以外の政府収入の状況や財政事情とは独立して、温暖化対策のための支出を、売却収入を財源として行うことができる。京都議定書の目標を早期に達成するためには、排出権取引に加えて、その売却収入を用いてさらなる温暖化対策を講じるべく支出することで、その達成を促すことができよう。中央環境審議会の前出報告には、より具体的な使途として、一般家庭向けの省エネ機器の買い替えや省エネ・新エネ住宅の新築を促進したり、燃料電池自動車や低公害車の普及や都市緑化を促進したり、CDM等の活用を促進したりするためなどに用いることが提示されている。

また、特別会計では、その支出を行うために必要な人件費を、一般会計とは独立して計上できる。これにより、特別会計での支出を執行したり、その支出の合理性を検査したりする際には、特別会計の事務に専従する職員を用いることができる。

他方、特定財源として特別会計の収入とすることの短所としては、次のようなことが考えられる。まず、補助金受給にまつわる不正やモラル・ハザードなどの悪影響が生じることが挙げられる。先に挙げたような温暖化対策に資する特定の支出、特に補助金の支出を行うには、補助金を受給できる要件を満たしているか否かを厳格に審査したりモニターしたりできなければならない。既存のあまたある補助金制度については、建前として、補助金の受給要件を厳格に審査した上で支出していることになっている。しかし、補助金の受給要件に合致する者だけに補助金が支給され、要件に合致しないものには一切支給していないかは、疑わしい。時折、補助金の不正受給について告発されるなどの不祥事が発覚している。その上、補助金支給にまつわるモラル・ハザードが生じる恐れもある。事前では補助金の受給要件を満たしていながらも、事後的なモニタリングが緩慢であれば、実際には補助金を受取る際に予定していた行為とは異なる行為（より具体的には、温暖化対策に資する行為に対して補助金を受け取りながら、それを行わず他に流用したり自らの所得とすることなど）が行われたりする可能性がある。悪意がある場合だけでなく、悪意がない場合にもこれと類似したことが起こりうる。事前では補助金の受給要件を満たしていながらも、事後的には外部的な要因（自らの行動では如何ともしがたい要因）によって受給要件を満たさない結果になった場合、本来ならばその補助金は返納しなければならないはずである。しかし、事後的なモニタリングが緩慢であったり、事実を知りながらも（予算消化などを理由に）返納を求めなかったりすれば、当

初予定していた補助金の効果は得られない恐れがある。

こうした観点から言えば、補助金等を厳格に支給することを担保できる制度設計が求められる。そうした制度設計ができるか否かが、補助金等の特定の支出を行うことの鍵となる。

短所のもう1つは、特別会計の制度に関するものである。特別会計で売却収入を計上すれば、他の歳出の増加や他の税目の減税には用いられないため、収入額が特定の支出の規模を規定することになる。本来、補助金等は、支出するための目的が達成されれば規模を縮小してよいはずである。しかし、特別会計で売却収入を計上すれば、収入が入り続ける限り、特定の支出を行える財源が工面できる。補助金等を拡大させる局面ではまだしも、縮小させる局面では収入の規模が支出の規模を規定することは、大きな短所となる。ちなみに、道路特定財源に関する近年の議論においても、経済的に見て、多額の道路建設が必ずしも求められていないにもかかわらず、ガソリン税等の税収の増加が道路建設費を増やす傾向にあったことが指摘されている。

また、特別会計での支出は、歳出の硬直化や既得権益の温存につながりやすい。そうしたこともあって、現在、政府（財政制度等審議会）は、特別会計を縮減する方向を打ち出している。特別会計で売却収入を計上するならば、そうした点には十分な配慮が必要である。

（3）一般会計での計上

次に、一般財源として一般会計の収入としつつ温暖化対策のために支出することについて検討しよう。これの長所は、売却収入を特別会計で計上して補助金等を支給することと比較すると、次のようなものがある。まず、原則として用途を特定しないことから、温暖化対策のための支出の規模に応じて柔軟に財源を充当することができる点が挙げられる。現行制度でも、中央競馬会からの納付金などは、一般会計において収入が計上されていながらも、その一部を財源として畜産業のための特定の支出を行っている。

他方、一般財源として一般会計の収入としつつ温暖化対策のために支出することの短所として、次のようなことが挙げられる。まず、売却収入を特別会計で計上して補助金等を支給することと同様に、補助金受給にまつわる不正やモラル・ハザードなどの悪影響が生じることが挙げられる。温暖化対策のための支出を一般会計で行う際でも、同様の短所を克服することが必要である。

次に、特別会計と異なり、温暖化対策のための支出を行うための人件費を別立てで計上することはできず、そのための専従の職員を特別に用意できないことである。一般会計で計上する以上、機構・定員要求等によって人員を確保することはできても、その人件費は一般会計で行う他の業務と合算して計上されることとなる。そのため、一般会計で行う補助金等に関する受給要件の審査やモニタリングについて、特別な必要が生じたときに職員を十分に確保できない可能性がある。

(4) 既存税の減免

3つ目に、既存税の減免について、その長所と短所を検討しよう。排出権売却収入を用いた既存税の減免は、排出権の売却・取引による温暖化防止、地球環境改善による「配当」と、既存税の減免による「配当」との、いわゆる「二重配当」が得られるという長所がある。排出権の売却・取引によって温暖化防止を図りながら、経済活動を阻害する性質が強い既存税を減免することで経済を活性化できる。

ただし、上記の「二重配当」が得られるようにするためには、適切に既存税を減免しなければならない。特に重要なことは、既存税の中で、経済活動を阻害する性質がより強いものを適切に選んで減免することである。どの税目をどれだけ減免するかは、既存税の減免に際しては、政治的な圧力が相当加わることが予想されるだけに、十分な注意が必要である。

既存税の減免に際して注意が必要なもう1つの点は、わが国の租税負担率は、歳出規模や債務残高に比して低いということである。つまり、現在と将来の財政運営を鑑みれば、たとえ排出権売却収入が入ったとしても、収入と同額だけ既存税を減免してよいと断定できる状況にはない。

(5) 他の歳出への充当

これまでは、中央環境審議会の前出報告で挙げられた政府収入の用途について議論した。ただ、それ以外の用途もまだ考えられる。それには、排出権売却収入を、温暖化対策以外の他の支出の財源に充当することや、国債発行額の抑制（あらゆる歳出の増加や既存税の減免には用いない）などが考えられよう。

そこで、まず温暖化対策以外の他の支出の財源に充当することについて、検討しよう。一部のヨーロッパ諸国でも見られるように、温暖化対策のために得た政府収入を社会保障のための支出に充当することが考えられている。こうした他の支出へ充当することの長所としては、国民のニーズに応じてある特定の行政サービスを充実させるべく支出を増額できることである。こうしたことで恩恵を享受できる状況としては、排出権の売却・取引で相当程度温暖化防止ができ、温暖化防止のための追加的な財政支出を必ずしも必要としない状況が考えられる。そうした状況では、追加的な財政支出を、温暖化対策にさらに支出するよりも、別の行政サービスのために支出する方が国民の効用（満足度）をより高められる可能性がある。

他方、短所としては、排出権売却収入という温暖化防止に関する収入でありながら、ある特定の支出の増額に充当する理由を、必ずしも合理的に説明できない可能性があることである。財政支出の用途を決めるのに、政治的な関与があることは認められるとしても、どのような理由でその支出を増額したかについて、十分な説明を要する。それが

必ずしも十分でなければ、こうした短所は顕在化するだろう。さらに、売却収入を用いて増額するある特定の支出に関して、現行の制度に不備がある場合には、増額する前に、まずその制度的な不備を是正することが必要である。ちなみに、一部のヨーロッパ諸国に倣い、温暖化対策のために得た政府収入を社会保障のための支出に充当することについては、現在のわが国における社会保障の制度設計や規模の多寡を、十分に吟味した上で充当するか否かを定めることが求められる。

（6）国債発行額の抑制

排出権売却収入を、国債発行額の抑制に充て、あらゆる歳出の増加や既存税の減免には用いない方策について検討しよう。これが意味するところは、国債発行額の抑制を通じて、将来の税負担を減免することであるといえる。したがって、長所としては、今日に享受できるわけではないものの、現在から将来にわたって前述のような「二重配当」が得られることである。こうした観点は、Barro (1979)で提示された課税平準化理論で詳細に議論されている。課税平準化理論では、現実の経済で資源配分に歪みを与える租税が存在するとき、異時点間の税率を決める際に、課税に伴う超過負担（死荷重：資源配分の非効率性に伴うコスト）を最小にするべく財政運営を行うのが望ましい、と主張する。

ここでいう課税に伴う超過負担の大きさは、標準的な経済理論に基づけば、限界税率の2乗に比例することが知られている。これを踏まえて言えば、例えば消費税（付加価値税）において、（限界）税率が5%のときと10%のときを比較して、仮に10%のときの税収が5%のときの税収の2倍であったとしても、税率が10%のときの超過負担は、5%のときの超過負担よりも2倍以上になることを意味する。税率が低いときは超過負担が小さいかもしれないが、税率が高いときは、税収が増える以上に超過負担が大きくなってしまふ。一時的に税率を低くしても、その減収分をいずれ税率引き上げによってまかなわなければならないとすれば、その増税時には税収は得られても失う経済的損失（超過負担）が相当大きいのである。したがって、時間を通じて税率を上げ下げするのは望ましくなく、むしろ時間を通じて税率を一定にするのが最適となる。

この観点からみれば、割引現在価値で見て同じ額の減税を行うにしても、現在行った方がよいか、将来行った方がよいか、そのタイミングが重要であるといえる。排出権売却収入を財源として減税するとしても、当該年度に直ちに行うよりも、後年度に（割引現在価値で見て同額の）減税を行う方が、現在から将来まで通じた効用をより高くできる（別の言い方をすれば、現在から将来まで通じた経済活動を阻害する度合いをより小さくできる）可能性がある。それは、特に政府債務が累増して、その償還のために将来巨額の租税負担が予想される状況であれば、なおさらである。政府収入を当該年度の減税には充当しないとすれば、その分は当該年度の国債発行を抑制できる。そして、その国債発行の抑制が、将来の増税の抑制（税負担の軽減）になる。

以上より、排出権売却収入を他の税目の減税の財源に充てて「二重配当」を得ようとするならば、その減税をいつ行うかについては、国債残高を考慮して別途慎重に検討すべきであろう。国債償還のための将来の増税負担が相当重たいと考えられるならば、その負担を軽減することによって、より大きな「二重配当」が得られる。現在から将来までを通じた動学的な視点（時間軸を持った視点）は、この意思決定においても重要である。

5. 5. 3 産業・企業への政策的対応

(1) 法人税の取り扱い

この節では、政府による民間企業等への排出権売却に伴う政策的対応について検討する。特に、政府から排出権を購入することで負担を強いられる民間企業等に対しては、政治的にも負担軽減措置を求める要望が出てくると予想される。必要に応じて負担軽減措置は行われるべきだが、無原則的に政治的裁量を働かせてこうした措置はとるべきではない。以下では、経済学的にみて妥当と思われる負担軽減措置について、具体的手段を議論したい。

まず、排出権購入は、租税と類似した負担を法人に強いるから、排出権購入に対応して法人税負担の減免はあり得る。排出権購入に伴い法人税負担を減免する方法としては、排出権購入費を全額損金算入する方法が妥当である。損金算入によって、法人税に伴う歪みを軽減することができる。ただし、法人税の減免額を決める際には、累増している国債残高には十分な配慮が必要である。

他方、鉄鋼、化学、電力等のエネルギー多消費産業においては、排出権取引の導入に伴って購入費の負担が急増する可能性がある。そうなれば、急増した負担を然るべき規模で軽減することを強く要求する圧力が政治的にも高まる恐れがある。その政治的圧力に安直で裁量的に応じて激変緩和措置を講じれば、制度導入の効果を弱めたり、別の資源配分による歪みをもたらしたりするから、経済学的には望ましくない。

そこで、激変緩和措置を講じるとしても、どういう条件を満たせば講じるか、事前にコミットすることが重要である。特に、排出権取引に伴う負担の転嫁や帰着は、経済学的に考えれば、取引される財の供給や需要の価格弾力性の大きさに依存する。供給や需要の価格弾力性がより大きければ、生産者や消費者はそれだけ価格変動に敏感だから、他に負担をより転嫁しにくい。逆に、供給や需要の価格弾力性がより小さければ、生産者や消費者は価格変動に依存しから、他に負担をより転嫁しやすい。したがって、排出権取引に伴い価格変動が生じるといえども、生産者（上流）か消費者（下流）かのどちらがより多く負担を強いられることとなったかは、排出権取引導入前との価格変動（事前の価格と事後の価格）を見ただけでは単純にはわからない。むしろ、取引される財の供給や需要の価格弾力性を見極めることで、よりの確にその負担の転嫁や帰着を捉える

ことができよう。

この観点からいえば、排出権取引の導入に伴い購入費の負担が急増する恐れのあるエネルギー多消費産業に対する激変緩和措置は、供給・需要の価格弾力性などの客観的基準を設けて、それに基づいて生産者側の負担の急増が確認できた場合に講じることとするのも一案である。価格弾力性の大きさという客観的基準を事前にルール化してコミットすることで、事後的に裁量的な負担軽減措置（いわば、ソフトな予算制約の問題）を排除することができる。

（２）貿易財産業への対応

貿易財産業は、諸外国、特に京都議定書で排出削減目標を持たない途上国や京都議定書未批准国の企業と、日本国内の市場のみならず、海外市場においても価格競争にさらされる。輸出産業では、日本国内で生産を行えば、排出権購入費用の幾ばくかを負担せざるを得ないから、海外市場において、京都議定書で排出削減目標を持たない途上国や京都議定書未批准国の企業よりも、価格競争において不利な状況に置かれることとなる。そうした不利性を考慮して、国内の輸出産業は、予め生産拠点を海外に移転する可能性がある。特に、国内企業が、排出権取引に伴って排出原単位の改善が効果的に行えなければ、生産拠点を海外に移転することで負担軽減を図ろうとする。そうなれば、日本国内では、排出権取引に伴って、雇用や生産が減少することとなる。

あるいは、輸入品が多く入ってくる市場においては、京都議定書で排出削減目標を持たない途上国や京都議定書未批准国で生産された品物が、排出権購入費を幾ばくか転嫁されることとなる国産品よりも廉価で売られる可能性がある。

こうした状況に対応するには、輸出補助金や輸入関税の活用が考えられる。京都議定書で排出削減目標を持たない途上国や京都議定書未批准国への輸出品について、製品の排出原単位と排出権取引価格に基づいて輸出補助金を給付することで、海外市場での国産品の不利性を緩和できる。また、京都議定書で排出削減目標を持たない途上国や京都議定書未批准国からの輸入品について、製品の排出原単位と排出権取引価格に基づく負担を輸入関税で課すことで、国内市場における国産品の不利性を緩和できる。

そうすると、次に問題となるのは、こうした輸出補助金や輸入関税をWTO（国際貿易機関）でどこまで認められるかである。WTOの方針では、環境問題に関連して輸出補助金や輸入関税を設けることは、幼稚産業や衰退産業の保護のための場合に比べれば、より寛大である。ただし、こうした輸出補助金や輸入関税を設けることを正当化するためには、国産品を取り巻く経済的環境などについての挙証責任が日本政府に求められる。したがって、国産品の不利性をより客観的に、国際的に示す必要がある。つまり、国内企業の怠慢ではなく、京都議定書での取り扱いが国によって異なることが主因となって、国産品が不利になっていることを示せなければ、こうした措置は正当化できない。当然ながら、国内企業は、排出権取引に伴って的確に経営努力を行ってもなお消費者に対し

て負担の転嫁が必要で、その転嫁が国産品を価格競争において不利にしているとなれば、上記のような措置は正当化できよう。

他方、上記のような措置を行わないと、国内企業が内部補助を行う恐れがある。例えば、(排出権取引を直接的に行わないかもしれないが) 航空会社は、排出権取引導入後に航空機燃料の購入に伴いその負担の一部を転嫁されたならば、航空会社はさらに消費者にその一部を転嫁するべく、(途上国の航空会社は参入していない) 国内線の運賃を引上げ、(途上国の航空会社との競争にさらされる) 国際線の運賃を引下げる可能性がある。こうした内部補助を通じた価格への影響は、本来然るべき二酸化炭素を排出して負担を負うべきだが京都議定書では規定されていなかった途上国の国民が利用する国際線にはあまり負担は転嫁されていないのに対して、そうでない国内線運賃にはより多くの負担を転嫁していることとなり、価格形成を歪めているかもしれない。こうした歪みは、適切な形で輸出補助金や輸入関税を設けることで、緩和されるかもしれない。

そもそも、排出権取引に伴う負担は、外部不経済の内部化のためには不可欠なものであるから、外部不経済を及ぼす活動を行う経済主体は適切に負担を負うのが望ましい。したがって、価格形成には大きな歪みをもたらさないように配慮しつつ、適切に負担軽減措置を講じるが重要である。

参考文献

- 土居丈朗, 1998, 「なぜ景気対策が機能しないのか」, 『経済セミナー』1998年12月号, 日本評論社, pp. 35-38.
- 中里透, 2000, 「課税平準化仮説と日本の財政運営」, 井堀利宏・加藤竜太・中野英夫・中里透・土居丈朗・佐藤正一「財政赤字の経済分析: 中長期的視点からの考察」, 『経済分析 政策分析の視点シリーズ』16号, pp. 37-67.
- Barro, R. J., 1979, On the determination of the public debt, *Journal of Political Economy* vol. 87, pp. 940-971.