

# 地球温暖化防止のための国内制度設計の評価 —GTAP-E モデルによるシミュレーション分析

岡川 梓

大阪大学\*／東京工業品取引所市場構造研究所

濱崎 博

富士通総研経済研究所／東京工業品取引所市場構造研究所

京都議定書が発効したことによって、わが国は 1990 年比 6% の削減達成義務を負うこととなった。これを受けて、2004 年 11 月に公表された『環境税の具体案』では、現行の削減対策によって 2010 年における日本の排出量は減少するという前提で目標達成のための温暖化対策制度が設計されている。

本論文では、2010 年の予想排出量を見直した上で制度を再提案し、GTAP-E モデルによるシミュレーション分析によって評価を行った。分析の結果、『環境税の具体案』では海外からの排出枠購入の費用として約 1000 億円の追加負担の可能性がある。また温暖化対策制度導入に反対している産業の観点に立てば、エネルギー多消費産業から労働集約産業への税收移転となる制度よりも、無償配布方式の排出権取引制度が望ましい。

## 1. はじめに

2005 年 2 月 16 日に京都議定書が発効したことで、わが国は 2008 年から 2012 年における二酸化炭素排出量を 1990 年比 6% の水準まで削減しなければならない。2004 年 11 月に環境省が公表した『環境税の具体案』では、2010 年の温室効果ガス

---

本論文は『平成 16 年度経済産業省委託業務エネルギー使用合理化取引市場設計関連調査』第 2 章に加筆・修正したものである。執筆にあたって西條辰義教授（大阪大学）、新澤秀則教授（兵庫県立大学）はじめ、東京工業品取引所市場構造研究所定例研究会参加者には数多くのコメントを頂いた。また、伴金美教授（大阪大学）からも大変有益な助言を頂戴した。さらに本誌レフェリーからも的確なコメントを頂いた。ここに記して感謝申し上げたい。

\* 連絡先：大阪府豊中市待兼山町 1-7 大阪大学大学院経済学研究科

E-mail: bg002oa@srv.econ.osaka-u.ac.jp

排出量は現行の対策のみで1990年比6.2～6.7%の水準となり、吸収源による3.1%分の削減が認定されるとの見込みに基づいた温暖化対策制度の設計がされている。それによると、京都議定書削減目標とのギャップのうち、2400円/炭素トンの環境税を賦課することで2%分を削減し、得られる4900億円の税收の一部を海外からの排出枠購入費用に充てることで1.6%分の削減を確保する。さらに4%分は規制や自主的取り組みによって削減する。また、産業が負担することとなる環境税1500億円分の税收を企業活力の維持・向上のために社会保険料の軽減に活用することや、税の減免措置も検討しており、これらの効果によって京都議定書の削減目標を達成するとしている。

この制度は、現行の対策によって排出削減が進み、2010年の二酸化炭素排出量が現在よりも低い水準となることを前提として設計されている点に問題がある。日本の総排出量の50%以上を占める運輸、業務その他、家庭の各部門の排出量は際立って増加しており、日本の総排出量が2010年までに減少するとは考えにくい。その場合には、予定されている1990年比1.6%分よりも多くの排出枠を海外から追加的に購入しなければならないが、必要な排出枠を購入できるとは限らず、京都議定書の不遵守という事態にもなりかねない。したがって、2010年までに排出削減が十分に行われないケースや、排出枠の国際取引が十分に活用できないケースも踏まえた上で制度を再考する必要がある。

ところが環境省が提案する制度ですら、エネルギー多消費産業を中心に反対されている。これまでも削減費用負担の緩和のための工夫がなされた制度として、3400円/炭素トンの環境税賦課による税收を削減補助金として活用する制度<sup>1</sup>、排出権取引制度を前提に排出権購入相当額を払い戻す制度、排出権の保有義務を排出量の一定割合とする制度、既存のエネルギー税を利用するといった多くの制度が提案され、議論が繰り返されてきた。赤井他（2004）や東京工業品取引所（2004）はこうした制度を分類して取りまとめ、日本全体が負担する削減費用や民間削減主体の負担する費用、京都議定書の遵守確実性といった点に注目し、各制度の評価を行っている。しかしミクロ経済理論を応用した部分均衡分析に依拠していることから、財や生産要素市場を通じた影響まで含めた分析をするには至っておらず、一般均衡の枠組での実証分析による評価が必要となる。

表1は応用一般均衡モデルによる二酸化炭素排出削減目標と限界削減費用の試算

<sup>1</sup> 中央環境審議会他（2003）

表 1 主要な研究による試算

| 削減目標                     |        |               | 限界削減費用<br>(円/t-C) | GDP<br>(%) *1 | 削減国      | モデル   |
|--------------------------|--------|---------------|-------------------|---------------|----------|-------|
| 中央環境審議会 (2001)           |        |               |                   |               |          |       |
| AIM Enduse               | 1990年比 | 2%            | 30,000            | na            | 日本       | 世界モデル |
| GDMEEM                   | 1990年比 | 2%            | 34,560            | -0.72         | 日本       | 日本モデル |
| MARIA                    | 1990年比 | 2%            | 13,148            | -0.40         | 日本       | 世界モデル |
| SGM                      | 1990年比 | 2%            | 20,424            | -0.30         | 日本       | 世界モデル |
| AIM/Material             | 1990年比 | 2%            | 15,587            | -0.54         | 日本       | 世界モデル |
| 中央環境審議会他 (2003)          | *2     | 2010年比 10%    | 45,000            | -0.16         | 日本       | 世界モデル |
| Hamasaki & Truong (2003) | *3     | 京都議定書         | 8,261 *4          | na            | 日本       | 世界モデル |
| 朴 (2005)                 | *3     | 京都議定書         | 4,888 *4          | -0.33         | 日本       | 世界モデル |
| 岡川・濱崎 (2005)             | *3     | 京都議定書         | 12,111 *4         | -0.36         | 京都議定書批准国 | 世界モデル |
| 朴 (2002)                 |        | 京都議定書         | 14,100            | -1.00         | 日本       | 日本モデル |
| 鷺田 (2004)                |        | 京都議定書         | 20,000            | na            | 日本       | 日本モデル |
| 川瀬他 (2004)               |        | 2000年度比 0.21% | 4,501             | -0.01         | 日本       | 日本モデル |

\*1 BAU ケースからの変化率 \*2 AIM モデル \*3 GTAP-E モデル \*4 1US\$=110 円として換算

注：朴 (2002) は税収を労働税減税に用いるケース、朴 (2005) は家計へ直接移転するケース、他は政府支出増ケースを掲載。

結果をまとめたものである。表中の分析結果からわかるように、削減目標が同じ値に設定されていても限界削減費用や GDP (国内総生産) の減少率には幅がある。このことはモデルによる違いだけでなく、2010 年時点の BAU 排出量<sup>2</sup>が異なることで削減率に差があることも原因として考えられる。表 1 から言えることは、温暖化対策制度の導入によって GDP は減少する傾向があるということである<sup>3</sup>。以下ではこれらの研究の視点や分析の枠組を整理してみる。

川瀬他 (2004) は既存エネルギー税による二酸化炭素排出削減効果を計測している。また川瀬他 (2003) は環境税収の還流方法として多数の税目に対する減税ケースを比較し、いずれも現実に即した分析による結果を示している点で評価される。しかし環境税導入を税制改革の一環として捉えた上での分析となっており、京都議定書削減目標達成の枠組みでの影響評価はされていない。京都議定書削減目標達成を念頭に置いた分析をしている研究として朴 (2002)、鷺田 (2004) が挙げられる。朴 (2002) は税収の還流方法によっては二重配当の可能性があることを示唆し、鷺田 (2004) は税収の還流を工夫することで社会的厚生水準の低下を緩和できることを示しているが、いずれも日本モデルによる分析であることから日本や他の京都議定書批准国が削減することによる国際市場からのフィードバック効果が加味されていないことが問題として挙げられる。これに対し、Hamasaki and Truong (2000)、朴 (2005) は世界モデルである GTAP-E モデルを用いており、国際市場と日本経済の関係まで織り込んだ分析をしている。しかし、日本が単独で京都議定書削減目標

<sup>2</sup> 対策を行わない (Business as Usual) ケースの排出量。

<sup>3</sup> ただし、環境税収の還流方法によっては GDP が増加する結果となっている。

を達成する場合の国内制度による影響評価に留まっており、日本だけでなく他の批准国が削減することによる国際的影響までは考慮されていない。

以上の現状と先行研究を踏まえ、本論文では次の3点に留意した分析を行う。

第1点は、制度設計の前提となる2010年の排出予測を見直すことである。本論文では2010年における排出量が現在よりも増加することを前提として環境省の提案する制度を評価し、その際の国民の追加負担の可能性を定量的に把握する。さらに、追加負担が生じない制度を提案し、制度導入による影響評価を行うこととする。

第2点は、国際市場を介した影響までを考慮して制度の評価を行うことである。国内制度の導入は京都議定書を受けてのことであるため、EU(欧州連合)やカナダといった他の批准国が削減することによる影響を踏まえた分析が行われなければならない。とくに国際競争力を含めた産業への影響については、国際市場を通した影響を無視して議論をすることはできない。しかし、先行研究には国内モデルを用いた分析が多く、また世界モデルであっても削減国が日本に限定されている。より現実に即した分析を行うためには、他の京都議定書批准国の削減活動を考慮する必要がある。

第3点は、産業と家計への影響を考慮することである。日本は京都議定書に掲げられる削減目標達成に向けての具体的な政策の導入が行われておらず、このことが京都議定書以降の国際温暖化対策の交渉にも支障を及ぼし始めており、早急に国内対策を導入し削減実績を上げなければならない。しかし、特定産業への負担集中や国際競争力の低下が懸念され、このことが制度導入の阻害要因となっていることは先述の通りであり、負担軽減策を講じることも考えられている。そこで国内で削減政策を導入する際、負担軽減策によってどの主体がどのような影響を受けるのか明らかにし、議論の材料を提供することが必要である。

本論文の構成は以下の通りである。第2節では使用するモデルについて説明し、第3節ではシミュレーションシナリオの設定を行い、シミュレーションの結果を示す。第4節では本論文のまとめを述べ、今後の課題を指摘する。

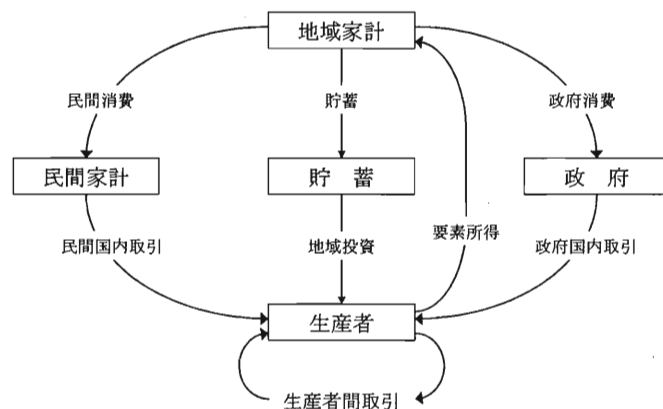
## 2. GTAP-E モデル

本論文で使用するGTAP-Eモデルは、二酸化炭素排出削減政策の影響分析に適したモデルとして世界的に使用されている応用一般均衡モデルの一つである。GTAP-Eモデルを開発したパーデュー大学世界貿易分析プロジェクト(The Global

Trade Analysis Project: GTAP) は、GTAP と呼ばれるデータベースとモデルの開発を行っており、これらは貿易自由化といった世界規模の経済政策を定量的に評価するためのツールとして広く用いられている。GTAP-E モデルとは地球環境問題の分析を行うために GTAP モデルを拡張したものであり、京都議定書を始めとする国際環境政策の影響評価において多くの貢献をしている。また、データベースやモデルが公開されており、第三者による結果の検証が可能であることも高く評価されている点である。

GTAP-E モデルは、GTAP データベースにエネルギーデータを取り入れた GTAP-E データベースを用いており<sup>4</sup>、中間投入財ではなく付加価値を形成する財としてエネルギーを取り扱い、エネルギー間の代替関係が付け加えられている点が大きな特徴である<sup>5</sup>。GTAP-E モデルのマクロの枠組を図 1 に示す。GTAP-E モデルでは、取引主体として国・地域ごとに産業、家計、政府が存在する。家計は労働・土地・資本を産業に供給することで要素所得を得ており、政府は家計・産業から税収を得ている。各主体は最適化行動に基づいて財の消費を決定する。なお、家計と政府の貯蓄率は外生としている。本論文では資本は国際移動をしないと仮定していることから、貯蓄と投資は国内で一致するが、資本収益率は各地域で異なる。財市場と生産要素市場では完全競争が仮定される。本論文の分析では労働と資本の移動は産業間でのみ自由とし、国際間の移動はしないものとしている。また、労働や資

図 1 GTAP - E モデルのマクロの枠組



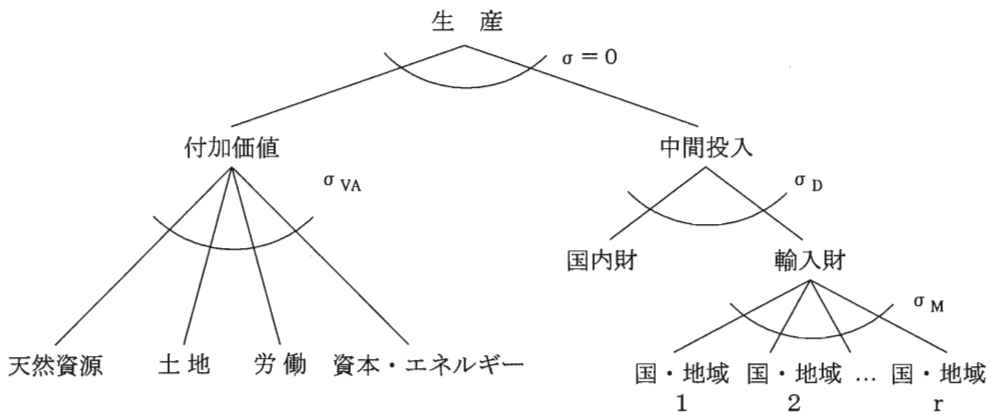
<sup>4</sup> GTAP-E のモデルとデータベースは Burniaux and Truong (2002)、Burniaux et al. (2002) に詳しい。  
<sup>5</sup> GTAP モデルではエネルギーを中間投入財として扱っている。なお GTAP-E モデルにおいて資本・エネルギー合成財を生産要素として扱う生産構造は、OECD(経済協力開発機構)が開発した環境モデルである GREEN モデルに基づいている。

本は完全使用される<sup>6</sup>。

GTAP-E モデルの生産構造を図2と図3に示す。各産業は生産量を所与として費用最小化に基づいて生産要素と中間投入財への需要を決定し、生産を行う。GTAP-E モデルは生産関数として多段 CES 型関数を用いている。生産要素は資本、労働、土地、天然資源とし、生産要素とエネルギーを含む中間投入は CES 型生産関数で結合される。最上位の付加価値と中間投入財は固定係数型生産関数で結合される。資本・エネルギー合成財の生産も多段入れ子型構造を持ち、エネルギー合成財は化石燃料である石炭、原油、ガス、石油製品、電力によって構成される。また国内財と輸入財は不完全代替であると仮定することで同一財の国際取引を取り扱う<sup>7</sup>。

本論文で使用するのは GTAP Ver.6.1 を拡張した GTAP-E モデルであり、97 年のデータベースに基づいている。表2に本論文の分析で用いる地域区分と産業区分を示す。10 地域のうち、京都議定書批准国は日本、カナダ、EU、旧ソ連となる。化石燃料は石炭、原油、ガスである。

図2 GTAP - E モデルの生産構造

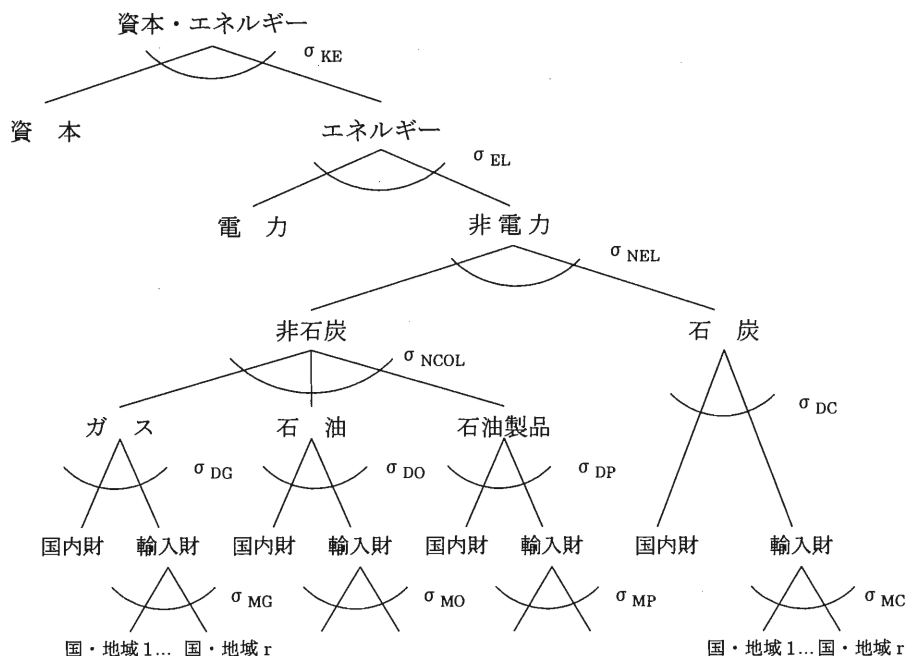


注：σ は代替の弾力性を表す。

<sup>6</sup> 川崎 (1999)

<sup>7</sup> Armington (1969)

図3 GTAP-Eモデルの資本・エネルギー合成の構造



注：σは代替の弾力性を表す。

表2 地域区分・産業分類と主要な代替の弾力性パラメータの値

| 地域区分      | 産業分類        | 代替の弾力性パラメータ     |                 |                  |                   |
|-----------|-------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------------|
|           |             | σ <sub>KE</sub> | σ <sub>EL</sub> | σ <sub>NEL</sub> | σ <sub>NCOL</sub> |
| 1. 日本     | 1. 農業       | 0               | 1               | 0.5              | 1                 |
| 2. 中国     | 2. 石炭       | 0               | 0               | 0                | 0                 |
| 3. 韓国・台湾  | 3. 原油       | 0               | 0               | 0                | 0                 |
| 4. その他アジア | 4. ガス       | 0               | 0               | 0                | 0                 |
| 5. オセアニア  | 5. ガス供給     | 0               | 0               | 0                | 0                 |
| 6. アメリカ   | 6. 鉱物製品     | 0.5             | 1               | 0.5              | 1                 |
| 7. カナダ    | 7. 石油製品     | 0.5             | 1               | 0.5              | 1                 |
| 8. EU     | 8. 電力       | 0.5             | 1               | 0.5              | 1                 |
| 9. 旧ソ連    | 9. 紙・パルプ    | 0.5             | 1               | 0.5              | 1                 |
| 10. その他   | 10. 化学      | 0.5             | 1               | 0.5              | 1                 |
|           | 11. 鉄鋼      | 0.5             | 1               | 0.5              | 1                 |
|           | 12. 非鉄金属    | 0.5             | 1               | 0.5              | 1                 |
|           | 13. 輸送機械    | 0.5             | 1               | 0.5              | 1                 |
|           | 14. その他製造業  | 0.5             | 1               | 0.5              | 1                 |
|           | 15. 運輸      | 0.5             | 1               | 0.5              | 1                 |
|           | 16. その他サービス | 0.5             | 1               | 0.5              | 1                 |

### 3. シミュレーションシナリオの設定と結果

#### 3.1 BAUケースの設定

本論文では、2010 年における BAU 排出量として米国エネルギー省エネルギー情報管理局による『International Energy Outlook 2004』の予測値<sup>8</sup>を採用する。それによると、削減国・地域は京都議定書批准国である日本、EU、カナダ<sup>9</sup>における 2010 年の排出量は、日本で 1990 年比 25.5%増、EU で 4.5%増、カナダで 45.0%増となる。これを基にして森林吸収源による排出削減が上限値まで認められるとし、各国・地域における 2010 年比の必要削減率を計算すると、日本は 22.1%、EU は 11.6%、カナダは 30.2%となる。

#### 3.2 環境省の提案する制度

はじめに、EU とカナダが国内削減によって京都議定書の目標を達成し、日本では 2400 円/炭素トンの環境税を賦課するシミュレーションを行った。環境税の課税対象となるのは、産業、家計、政府の化石燃料、石油製品の購入である。

我々が設定した BAU 排出量に基づいて 2400 円/炭素トンの環境税を賦課すると、日本の排出削減率は 2010 年比 5.5%となる。（表 3 環境省型環境税ケース）このことは、森林吸収源による削減と規制や自主的取り組みによる 1990 年比 4%分の削減を除くと、4525 万炭素トンの削減未達成分が発生することを意味する。環境省が予定している海外からの購入は 1546 万炭素トンであるため、追加的に 2979 万炭素トン分の排出枠を購入しなければならない。

そこで、追加的な削減を必要としない制度として、2 種類の環境税制度と、1 種類の排出権取引制度を設計し、制度導入による影響の評価を行う。

#### 3.3 代替的制度的設計

削減国・地域は日本、EU、カナダとし、それぞれが国内削減によって京都議定書の目標を達成するとする。京都議定書では附属書 I 締約国間で排出枠の国際取引が認められている。また、先進締約国が開発途上締約国に削減投資を行うことで新たな排出削減クレジットを獲得することができるクリーン開発メカニズムを利用す

<sup>8</sup> Energy Information Administration, US Department of Energy (2004)。リファレンスケースの二酸化炭素排出予測量を用いる。

<sup>9</sup> 京都議定書批准国とは日本、EU、カナダ、ロシアであるが、ロシアはホットエアを保有することから、排出削減を行わないものとする。

ることも可能であり、こうした国際取引を活用することによって日本の削減費用を低い水準に抑えることが可能である。しかし現段階では排出削減クレジットの国際取引を十分に活用する具体案は政策の場において十分な議論がされていないことから、国内削減のみにより削減を行った場合の影響を示すこととする。

本論文の環境税制度では、化石燃料の上流販売主体に対する環境税の課税を想定している。上流販売主体を納税義務者とするすることで、国内に流通する化石燃料は環境税率を含んだ価格で販売されるため、国内の二酸化炭素排出量を削減することができる。納税義務者を家計や事業所といった下流主体ではなく上流販売主体とするメリットは、下流では主体数が膨大であるのに対し、上流では少ないため、モニタリングなどの課税費用が抑えられることが挙げられる。ただし、原材料としての化石燃料の使用は課税対象としない措置が必要である。環境税率は22.1%の排出削減のために必要な水準とする<sup>10</sup>。環境税収の使途として(1)政府支出増ケース、(2)社会保険料軽減ケースの2通りの効果を測定する。(1)政府支出増ケースでは、得られた環境税収は政府支出へ組み入れられる。(2)社会保険料軽減ケースでは、環境税によって得られた収入を用いて全産業の社会保険料企業負担分を一律に下げる。その結果として生産における労働投入コストが下げられることから、制度導入による総生産費用の上昇が抑えられる上、生産要素間での代替や要素価格の変化を通して生産物価格への影響へと繋がる。

本論文の排出権取引制度では、政府が京都議定書における日本の排出枠に相当する排出権を発行し、化石燃料の購入に対し、炭素含有量に応じた量の排出権の購入を義務付ける。排出権が伴わない化石燃料の売買はできないために、化石燃料の総量を排出権発行量以下に抑えることができる<sup>11</sup>。なお、排出権取引制度を開始する時点で、政府は企業<sup>12</sup>に対してBAU排出量に応じて排出権を無償で配布するものとし<sup>13</sup>、無償で配布される排出権の量は、BAUケースにおける排出量から22.1%を差し引いた分とする<sup>14</sup>。したがって、排出量の削減を行わなければ排出権を他企業か

<sup>10</sup> モデルでは、二酸化炭素排出量を外生、環境税率を内生として解くことで、目標達成に必要な環境税率を算出する。

<sup>11</sup> 環境税の場合と同様に、原材料としての使用には提出免除の措置が必要である。

<sup>12</sup> 石炭、原油、石油製品、ガスを指す。産業間の排出権取引による資金移動は物品税で調整する。追加削減分は地域家計の収入として扱う。

<sup>13</sup> 排出権初期配分の非効率性の問題は、排出権取引制度の議論の際にしばしば問題として挙げられるが、本論文では各主体の費用負担の目安として過去の排出実績量を用いることとし、配分方法としての是非に関する議論はしない。

<sup>14</sup> このシミュレーションシナリオの結果は、環境税負担額の一部を過去の排出実績量に応じて払い戻す制度の影響評価であると解釈することもできる。

ら追加購入しなければならないので、排出権市場において排出権に価格がつき、排出権取引に伴う産業間の資金移動が起こる。EUでは2005年1月から特定事業所を対象に同様の制度が始まっている。

### 3.4 シミュレーション結果

日本が京都議定書に従って排出削減を行う場合の環境税率は、政府支出増ケースにおいて110.1ドル/炭素トン（1万2111円/炭素トン）となる<sup>15</sup>（表3）。排出削減を行うことにより、政府支出増ケースで家計の消費は1.20%減少し、GDPは0.36%減少する。要素市場価格は要素需要の減少を受けて下落するが、社会保険料軽減ケースでは労働投入コストの引下げから労働需要が増加し、市場での労働価格は0.38%上昇することから、雇用者の所得は増加することとなる。EV（等価変分）の観点から、社会的に最も望ましいのは社会保険料軽減ケースである。

表4は各産業の生産物の市場価格と生産量の変化を表している。温暖化対策制度導入によってエネルギー投入コストが上昇することから生産物価格は上昇し、生産量は減少する。とくに化石燃料集約財である鉱物製品、化学、鉄鋼の受ける影響は大きい。社会保険料軽減ケースと排出権取引ケースでは生産物価格の上昇が抑えられ、生産量の減少も小さくなる。その他製造業とその他サービスは労働・資本集約的であることから、どのケースにおいても労働と資本の投入コスト低下を反映して生産費用は低下する。しかし、他の産業の生産量が減少することから、中間投入財としての両財に対する需要は減少する。排出権取引ケースにおいて影響が緩和されるのは、要素価格が低い水準となるためである。要素価格は要素市場において大きなシェアを持つサービス産業の動向に敏感に反応することから、サービス産業の生

表3 マクロ変数への影響

|         | 消費<br>(%) | 投資<br>(%) | 政府消費<br>(%) | GDP<br>(%) | 要素市場価格 (%) |       | EV*<br>(百万US\$) | 環境税率**<br>(US\$/t-C) | 排出削減率<br>(%) |
|---------|-----------|-----------|-------------|------------|------------|-------|-----------------|----------------------|--------------|
|         |           |           |             |            | 労働         | 資本    |                 |                      |              |
| 環境省型環境税 | -0.22     | -0.20     | 1.50        | -0.05      | 0.14       | -0.02 | -5,641          | 21.8                 | -5.5         |
| 政府支出増   | -1.20     | -2.16     | 5.71        | -0.36      | -0.66      | -1.55 | -30,361         | 110.1                | -22.1        |
| 社会保険料軽減 | -0.48     | -2.09     | 0.03        | -0.33      | 0.38       | -1.88 | -12,259         | 111.5                | -22.1        |
| 排出権取引   | -0.53     | -2.22     | 0.04        | -0.36      | -0.93      | -1.85 | -13,438         | 100.5                | -22.1        |

\*EVは民間実質消費の変化額

\*\* 排出権取引ケースでは排出権価格。

注：環境税率以外は実質値のBAUケースからの変化率を表す。

<sup>15</sup> この値はGTAP-Eモデルによる分析である朴（2005）における44.4ドル/炭素トン（4888円/炭素トン）よりも高い値となっているが、本論文では2010年の排出予測量に高い数値を採用していることが理由である。

表 4 産業への影響

|         | 環境省型環境税 |       | 政府支出増 |       | 社会保険料軽減 |       | 排出権取引 |       |
|---------|---------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|
|         | 生産物価格   | 生産量   | 生産物価格 | 生産量   | 生産物価格   | 生産量   | 生産物価格 | 生産量   |
| 農 業     | 0.23    | -0.17 | 0.32  | -0.37 | 0.27    | -0.05 | 0.41  | -0.06 |
| 鉱物製品    | 0.47    | -0.22 | 1.07  | -0.84 | 0.80    | -0.71 | 0.79  | -0.64 |
| 紙・パルプ   | 0.28    | -0.10 | 0.14  | -0.47 | -0.14   | -0.35 | -0.11 | -0.33 |
| 化 学     | 0.52    | -0.29 | 1.62  | -1.50 | 1.38    | -1.14 | 1.40  | -1.06 |
| 鉄 鋼     | 0.62    | -0.52 | 1.78  | -1.49 | 1.52    | -1.02 | 1.43  | -0.82 |
| 非鉄金属    | 0.29    | -0.20 | 0.22  | -0.35 | -0.06   | -0.10 | -0.05 | -0.03 |
| 輸送機械    | 0.29    | -0.57 | 0.24  | -0.36 | -0.04   | 0.65  | 0.00  | 0.87  |
| その他製造業  | 0.23    | -0.19 | -0.04 | -0.22 | -0.30   | 0.24  | -0.26 | 0.30  |
| 運 輸     | 0.36    | -0.24 | 0.64  | -1.09 | 0.37    | -0.78 | 0.52  | -0.85 |
| その他サービス | 0.15    | 0.00  | -0.55 | -0.31 | -0.85   | -0.50 | -0.81 | -0.52 |

注：BAU ケースからの変化率（％）を表す。

表 5 輸出への影響

|         | 環境省型環境税 |       | 政府支出増 |       | 社会保険料軽減 |       | 排出権取引 |       |
|---------|---------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|
|         | 輸出価格    | 輸出量   | 輸出価格  | 輸出量   | 輸出価格    | 輸出量   | 輸出価格  | 輸出量   |
| 農 業     | 0.23    | -0.33 | 0.32  | -0.19 | 0.27    | -0.19 | 0.41  | -0.52 |
| 鉱物製品    | 0.47    | -1.07 | 1.07  | -3.27 | 0.80    | -2.37 | 0.79  | -1.85 |
| 紙・パルプ   | 0.28    | -0.12 | 0.14  | 0.93  | -0.14   | 1.60  | -0.11 | 1.89  |
| 化 学     | 0.52    | -0.45 | 1.62  | -3.59 | 1.38    | -3.05 | 1.40  | -2.84 |
| 鉄 鋼     | 0.62    | -1.67 | 1.78  | -6.16 | 1.52    | -5.39 | 1.43  | -4.63 |
| 非鉄金属    | 0.29    | -0.53 | 0.22  | 0.59  | -0.06   | 1.61  | -0.05 | 2.05  |
| 輸送機械    | 0.29    | -0.99 | 0.24  | 1.14  | -0.04   | 2.91  | 0.00  | 3.45  |
| その他製造業  | 0.23    | -0.26 | -0.04 | 1.99  | -0.30   | 2.96  | -0.26 | 3.23  |
| 運 輸     | 0.36    | -0.35 | 0.64  | -0.69 | 0.37    | -0.19 | 0.52  | -0.38 |
| その他サービス | 0.15    | -0.36 | -0.55 | 2.97  | -0.85   | 3.79  | -0.81 | 4.11  |

注：BAU ケースからの変化率（％）を表す。

表 6 各国・地域への非鉄金属・輸送機械の輸出量

|      | オセアニア | 中 国  | 韓国・台湾 | その他アジア | アメリカ | カナダ  | E U  | 旧ソ連   | その他地域 |
|------|-------|------|-------|--------|------|------|------|-------|-------|
| 非鉄金属 | -0.18 | 0.55 | 0.14  | 0.63   | 0.95 | 0.55 | 0.66 | -0.16 | 0.79  |
| 輸送機械 | 0.69  | 1.37 | 1.79  | 1.27   | 1.02 | 1.33 | 0.98 | 0.37  | 1.37  |

注：BAU ケースからの変化率（％）を表す。

表 7 輸入への影響

|         | 環境省型環境税 |       | 政府支出増 |       | 社会保険料軽減 |       | 排出権取引 |       |
|---------|---------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|
|         | 輸入価格    | 輸入量   | 輸入価格  | 輸入量   | 輸入価格    | 輸入量   | 輸入価格  | 輸入量   |
| 農 業     | 0.17    | -0.03 | 0.30  | -0.27 | 0.24    | 0.10  | 0.32  | 0.25  |
| 鉱物製品    | 0.25    | 0.40  | 0.39  | 1.02  | 0.32    | 0.67  | 0.41  | 0.43  |
| 紙・パルプ   | 0.27    | -0.08 | 0.44  | -1.00 | 0.34    | -1.21 | 0.46  | -1.34 |
| 化 学     | 0.35    | -0.02 | 0.49  | 0.40  | 0.41    | 0.52  | 0.51  | 0.45  |
| 鉄 鋼     | 0.12    | 0.91  | 0.24  | 3.04  | 0.17    | 2.94  | 0.25  | 2.64  |
| 非鉄金属    | 0.11    | 0.20  | 0.22  | -0.54 | 0.16    | -0.65 | 0.25  | -0.77 |
| 輸送機械    | 0.22    | 0.07  | 0.40  | -2.30 | 0.31    | -2.70 | 0.42  | -3.03 |
| その他製造業  | 0.19    | -0.07 | 0.34  | -1.67 | 0.26    | -1.79 | 0.35  | -1.90 |
| 運 輸     | 0.33    | -0.22 | 0.46  | -1.12 | 0.37    | -0.93 | 0.48  | -0.93 |
| その他サービス | 0.09    | -0.01 | 0.28  | -2.24 | 0.18    | -2.37 | 0.31  | -2.53 |

注：BAU ケースからの変化率（％）を表す。

表 8 二酸化炭素排出量への影響

|         | 環境省型環境税 | 政府支出増  | 社会保険料軽減 | 排出権取引  |
|---------|---------|--------|---------|--------|
| 農 業     | -1.56   | -7.90  | -7.70   | -8.32  |
| 電 力     | -8.95   | -33.42 | -33.57  | -31.68 |
| 鉱物製品    | -9.40   | -34.26 | -34.55  | -33.28 |
| 紙・パルプ   | -8.69   | -28.82 | -29.08  | -28.76 |
| 化 学     | -2.48   | -12.79 | -12.72  | -12.56 |
| 鉄 鋼     | -12.26  | -42.51 | -42.65  | -40.66 |
| 非鉄金属    | -6.55   | -26.29 | -26.47  | -25.87 |
| 輸送機械    | -2.86   | -12.48 | -11.86  | -12.63 |
| その他製造業  | -4.06   | -17.12 | -17.03  | -17.69 |
| 運 輸     | -2.25   | -12.09 | -12.06  | -13.00 |
| その他サービス | -3.38   | -16.19 | -16.64  | -17.36 |

注：BAU ケースからの変化率（％）を表す。

産量減少が大きくなる排出権取引ケースでは要素価格が低くなり、生産物価格の上昇が抑えられることとなる。

表 5 は輸出財価格と輸出量への影響を表している。排出権取引制度の導入によって産業の国際競争力が削がれることが懸念されているが、どのケースにおいてもくにエネルギー多消費産業である鉱物製品、化学、鉄鋼への影響は否めないと言える。非鉄金属と輸送機械の輸出量の増加は、削減目標のない国では需要が伸びることと逆に削減目標のない国での国内生産財の価格が高くなり、その結果日本からの輸入が増加することが原因である（表 6）。表 7 は輸入財価格と輸入量を表している。京都議定書批准国で排出削減が行われることから世界的に財の価格が上昇し、輸入価格はどの財もわずかに上昇する。鉱物、化学、鉄鋼は国内価格の上昇が大きいために、輸入財へ需要が移ることから輸入量が増加する。

表 8 は産業別二酸化炭素排出量の変化を表している。二酸化炭素排出削減は鉱物製品、紙・パルプ、鉄鋼、非鉄金属といったエネルギー多消費産業を中心に行われる。これらの産業の排出権取引ケースにおける削減率は他のケースよりも小さくなり、エネルギー多消費産業以外の産業では逆に大きくなる。

#### 4. 結論

本論文では、京都議定書削減目標達成のための国内政策導入による影響を、他の京都議定書批准国削減活動による影響を考慮しながら GTAP-E モデルによって分析した。

2010 年における二酸化炭素 BAU 排出量を 1990 年比 25.5%増として 2400 円/炭素トンの環境税を賦課すると、日本の排出削減率は 2010 年比 5.5%となることがわかった。『環境税の具体案』に提案されている制度に従えば、想定されている 1990

年比 1.6%分に加え、2979 万炭素トン分の排出枠を海外から購入しなければならないこととなる。排出枠の国際価格を 30 ドル/炭素トンとすれば、日本は約 1000 億円の追加的負担を負うこととなる。

この結果を受け、本論文では 2010 年 BAU 排出量を 1990 年比 25.5%増として 3 種類の制度を設計し、導入による影響評価を行った。3 種類の政策に対する産業、家計それぞれの立場からの評価は以下の通りとなった。

産業の立場からは、排出権取引ケースにおいて生産量の減少が最も抑えられ、負担が軽減されるが、これは第 3 節でも述べたように要素価格が排出権取引ケースにおいて最も低い水準となるためである。また国際競争力の点からも、エネルギー多消費産業だけでなくわが国の輸出において主力となっている輸送機械やその他製造業にとって、輸出量の減少が最も抑えられるという意味では排出権取引ケースが望ましい。

家計の立場からすると、雇用者所得は労働への需要が高まる社会保険料軽減ケースにおいて最も高くなり、このとき家計消費の減少も最も抑えられる。また、資本家にとっては資本価格の下落が比較的小さい政府支出増ケースが最も望ましい。

この主体による評価の違いは、資金の移転先が労働集約産業となるか、エネルギー多消費産業となるかの違いに帰着する。政府支出増ケースでは環境税収が最終需要の増加を通して全産業へまわるが、政府支出の大部分はサービスの購入に充てられていることから、エネルギー多消費産業が支払った環境税がその他サービス産業へ移転されていることになる。また、社会保険料軽減ケースでは労働投入コストの軽減という形で全産業へ戻されるが、結果的にエネルギー多消費産業から労働集約産業へ環境税収が移転されることとなる。一方、排出権取引ケースではその他サービス産業への資金移転がないため、資本・労働需要は大きく増加せず、要素価格は大きく低下する。そのため生産物価格の上昇が抑えられ、排出権価格は低い値となる。

まとめると、環境省の提案する制度では環境税 4900 億円に加え、海外から追加的に排出枠を購入するために約 1000 億円の追加負担が生じる。また、産業界の観点から立てば、エネルギー多消費産業から労働集約産業への税収移転となる制度よりも、無償配分型の排出権取引制度が望ましい。

最後に問題点を指摘して、本論文を結ぶこととする。第 1 に、静学モデルによる分析であることから、将来に渡る影響まで含めた制度評価を行うには不十分である点である。2010 年において二酸化炭素排出削減を達成しているためには、削減目標

を段階的に設定する等の措置を講ずる必要がある。また、排出削減制度導入による経済成長への影響を鑑みて、資本蓄積を考慮した政策を動学モデルによって評価しなければならない。第2に、GTAP-Eモデルで用いられている効用関数には、消費財は含まれているが環境変数は含まれていない。したがって、例えばガソリン消費を減ずれば、二酸化炭素排出量を削減でき、環境は改善するが、本論文で扱う効用関数の場合は効用が低下することになる。そのため、GDPやEVはマイナスと評価されてしまう。環境変数を明示的に入れた評価尺度についても検討することが必要となろう。

## 参考文献

- 赤井研樹・岡川 梓・草川孝夫・西條辰義（2004）「地球温暖化防止のための国内制度設計」、『環境経済・政策学会』年報第9号「環境税」、pp.132-145.
- 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.
- 川瀬晃弘・北浦義朗・橋本恭之（2003）「環境税と二重の配当—応用一般均衡モデルによるシミュレーション分析—」、『公共選択研究』第41号、pp.5-23.
- 川瀬晃弘・北浦義朗・橋本恭之（2004）「エネルギー税のCO<sub>2</sub>排出抑制効果とグリーン税制改革—応用一般均衡モデルによるシミュレーション分析—」、『日本経済研究』No.48、pp.76-98.
- 環境省（2004）『環境税の具体案』環境省総合環境政策局.
- 環境庁（2000）『温暖化対策税を活用した新しい政策展開—環境にやさしい経済への挑戦—環境政策における経済的手法活用検討会報告書』環境庁企画調整局企画調整課調査企画室監修.
- 中央環境審議会・総合政策・地球環境総合部会・地球温暖化対策税制専門委員会（2003）『温暖化対策税制の具体的な制度の案—国民による検討・論議のための提案—（報告）』.
- 中央環境審議会地球環境部会（2001）『目標達成シナリオ小委員会中間取りまとめ』.
- 東京工業品取引所市場構造研究所（2004）『平成15年度経済産業省委託業務エネルギー使用合理化取引市場設計関連調査』.
- 東京工業品取引所市場構造研究所（2005）『平成16年度経済産業省委託業務エネルギー使用

合理化取引市場設計関連調査』.

朴 勝俊 (2002) 「環境税制改革の応用一般均衡分析」『国民経済雑誌』Vol.186、No.2、pp.1  
- 16.

朴 勝俊 (2005) 「開放経済下の環境税制改革の効果—GTAP-Eモデルを用いて—」京都産業  
大学経済学部ディスカッション・ペーパーシリーズ、No. 2005-01.

伴 金美 (1998) 「炭素税導入のシナリオ分析」『経済分析』第156号、第6章、経済企画庁経  
済研究所.

鷲田豊明 (2004) 「地球温暖化対策税シミュレーション」『環境対策と一般均衡』勁草書房、  
第5章、pp.141 - 161.

Armington, P.S. (1969) "A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of  
Production", *International Monetary Fund Staff Paper*, Vol.16 No.1.

Burinaux, J.M., McDougall, R. and Truong, T.P. (2002) An Energy Database for GTAP,  
Chapter 17, in Dimaranan, B.V. and McDougall, R.A. (2002) *Global Trade,  
Assistance, and Production: The GTAP 5 Data Base*, Center for Global Trade  
Analysis, Purdue University.

Burinaux, J.M. and Truong, T.P. (2002) "GTAP-E: An Energy-Environmental Version of  
the GTAP Model", *GTAP Technical Paper*, No.16, Purdue University.

Energy Information Administration, US Department of Energy (2004) *International  
Energy Outlook 2004*.

Hamasaki, H. and Truong, T.P. (2000) "The costs of green house gas emission reductions  
in the Japanese Economy: An investigation using the GTAP-E model", The 4th  
Annual Conference on Global Trade Analysis, Indiana, 2001.