



RIETI Discussion Paper Series 13-J-042

## 開放経済におけるセクター別規制と排出量取引

寶多 康弘  
南山大学



Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA

独立行政法人経済産業研究所

<http://www.rieti.go.jp/jp/>

## 開放経済におけるセクター別規制と排出量取引\*

寶多康弘（南山大学）<sup>†</sup>

## 要 旨

本研究の目的は、産業（セクター）ごとに異なる環境規制が課せられている開放経済において、排出量取引市場を創設したときの効果を明らかにすることである。まず国・地域で環境規制の水準が産業・業種間で異なる現状を概観する。その後、排出量取引市場の創設の影響を一般均衡モデルで分析する。小国モデルの分析では、輸入関税が存在すると、排出量取引の導入によって、導入前のセクター別規制と輸入関税率の大小関係次第では、経済厚生が悪化するかもしれないことを示す。厚生が悪化・改善する条件を導出して解釈する。また、2国の大国モデルの分析では、片方の国はセクター別の環境規制、もう一方の国は一律の環境規制を行っている下で、国際的な排出量取引市場の創設の効果を考察している。国際排出量取引によって、妥当な条件の下、セクター別規制を行っている国の厚生は改善するかどうか不明であるが、一律の規制を行っている国の厚生は改善することを明らかにする。

キーワード：セクター別規制，排出量取引，国際貿易，関税政策

JEL classification：F11, F13, F18, H23, Q56, Q58

RIETI ディスカッション・ペーパーは、専門論文の形式でまとめられた研究成果を公開し、活発な議論を喚起することを目的としています。論文に述べられている見解は執筆者個人の責任で発表するものであり、（独）経済産業研究所としての見解を示すものではありません。

\* 本稿は（独）経済産業研究所におけるプロジェクト「大震災後の環境・エネルギー・資源戦略に関わる経済分析」の成果の一部である。本稿を作成するに当たっては、赤尾健一氏、大橋弘氏、岡田洋祐氏、小田圭一郎氏、東田啓作氏、日引聡氏、藤田昌久氏、馬奈木俊介氏、森川正之氏、森田玉雪氏、山城宗久氏、経済産業研究所リサーチ・セミナー参加者の方々から多くの有益なコメントをいただいた。

<sup>†</sup> 南山大学総合政策学部 〒489-0863 愛知県瀬戸市せいれい町 27 ytakara@ps.nanzan-u.ac.jp

## 1. はじめに

気候変動に対する取り組みはますます重要となっている。温暖化ガスなどの汚染物質の排出量の割当と排出量取引（キャップ・アンド・トレード）を通じて汚染の削減を目指す動きは、多くの先進国に共通するもので、最近では発展途上国でも導入が検討されている。日本では、2011年3月の東日本大震災後の原子力発電所の停止に伴って、電力部門での温暖化ガスの排出量が急増し、排出量を大幅に削減することは困難な状況となっている。そこで、市場メカニズムを利用して効率的に温暖化ガスを削減する排出量取引制度の重要性がますます高まっている。すでに日本では、環境省がJVETS（自主参加型国内排出量取引制度）を通じて排出量取引市場の導入を試みているが、まだ試行段階のものである。今後の本格導入に際し、どのような点に留意して制度設計すべきかを考察することは大変重要である。

環境規制の特徴として、必ずしもすべての排出源に対して同等の規制が実施されているわけではない点があげられる。例えば、排出量取引制度の規制対象は、すべての排出源（エネルギー・製造産業、交通、家庭など）ではないことが多い。排出量が多いセクターに対して排出枠の割当を多めに行う場合もある。また、様々な理由から、排出税が減免・免除される産業もある。今後、温暖化ガスを効率よく削減するために、排出量取引市場の創設や排出量取引の対象産業・業種の拡大が必要となるが、それは環境規制の水準がまだら模様の下で実施されることになる。排出量取引の導入は排出枠価格の均等化を意味しており、その調整過程において、各産業の生産調整や産業間の要素移動が生じるので、産業構造は変化すると考えられる。このことが経済厚生にどのような影響を与えるか検討することは極めて重要である。

本研究の目的は、産業（セクター）ごとに異なる環境規制が課せられている開放経済において、排出量取引市場を創設する効果を明らかにすることである。現実的に妥当なセクター別規制に焦点を当てていることが本稿の特徴である。汚染削減費用の均等化を達成する排出量取引は、経済厚生を高めるので望ましいといわれている。しかし、国際貿易が存在する場合は経済厚生への影響は不確定であることが知られている。そこで、本稿は国際貿易を考慮して頑健性の高い結果を得ようとしている。

本稿では、まず各国・地域で環境規制の水準が産業・業種間で異なる現状を概観する。その後、排出規制が産業間で一律となっていない状況下で、排出量取引市場の創設を行った場合の影響を、一般均衡モデルを用いて分析する。一般均衡分析では産業間の相互

作用を明示的に考慮することができるので、産業間の環境規制の違いの影響を評価する上で適切な分析手法といえる。小国モデルを用いて基本的な結果を導出し、さらに交易条件効果の存在する大国モデルでも分析する。本研究の重要な貢献は、排出量取引市場の創設の際に留意すべき点を明らかにできることである。

本稿の主な分析結果は以下の通りである。まず小国モデルの分析結果について説明する。輸入関税が存在すると、排出量取引の導入によって、導入前のセクター別規制と輸入関税率の大小関係次第では、経済厚生が悪化するかもしれない。厚生が悪化・改善する条件を導出して解釈する。

輸入関税の存在は、発展途上国における国内産業の保護政策によるだけでなく、貿易自由化を十分に達成した先進諸国においても、次の場合に妥当である。環境規制について、特定の税の形をとる国境調整措置として国境税調整が行われるとき、輸入関税は「炭素関税 (pollution-content tariff)」という形で存在する。地球温暖化対策の国境税調整は、輸入業者に対して炭素税の賦課を行い、国内製品と輸入製品を環境規制の観点から同等に扱うことを意図している<sup>1</sup>。よって、輸入関税が存在する下で排出量取引の導入効果を分析することは重要であるといえる。

次に2国の大国モデルの分析結果について説明する。政府がセクター別規制を選択できる場合、交易条件の改善を狙って、セクター別規制を実施することが望ましいことを示す。そして、片方の国はセクター別の環境規制、もう一方の国は一律の環境規制を行っている下で、国際的な排出量取引市場の創設の効果を考察している。妥当な条件の下で、国際排出量取引によって、セクター別規制を行っている国の厚生は改善するかどうか不明であるが、一律の規制を行っている国の厚生は必ず改善することを明らかにする。国際排出量取引によって、世界全体でより効率的に排出削減ができるので、両国の厚生を足し合わせた世界厚生は改善することは確かであるが、両国とも必ず厚生が高まるとは限らない。

貿易と環境に関する既存研究では、国際排出量取引の厚生効果は不確定であると指摘するにとどまり、厚生改善の明確な条件は導出できていない。本稿の重要な貢献は、経済厚生が改善・悪化する条件を明示的に導出している点である。よって、本研究の結果は、排出量取引の導入の是非について議論する際に参考になる。

---

<sup>1</sup> 炭素関税は経済学の観点から正当化され得るという考えがある。一方で、保護主義の手段となる危険性も指摘されている。詳しくは有村他(2012, pp4-5, pp159-160)を参照せよ。

本稿のモデルは、排出枠の割当量が各産業の特殊要素となっている状況と同じである。つまり、国際貿易論における特殊要素モデルである。特殊要素が産業間を自由に移動できない短期から、自由に移動できる長期均衡への調整を扱ったモデルとしては、Mayer [1974]、Mussa [1974]、Neary [1978a, 1978b]、Takarada [2006]などがある。これらは環境規制の文脈で分析されていない。また、国際的な要素移動は考慮されていないので、本研究は貿易理論においても貢献があるといえる。

本稿の構成は以下の通りである。第2節ではセクター別規制の現状を説明する。第3節では、本稿と関連する先行研究を紹介する。第4節では小国モデルでの分析、第5節では大国モデルでの分析を行う。最後の第5節で結果をまとめる。

## 2. 各国・地域の環境規制および排出量取引市場導入の動向

### 2.1 日本の環境政策と排出量取引市場

ここ20年余り、世界規模での地球温暖化対策が重要な国際問題となっている。1992年の国連気候変動枠組条約（UNFCCC）の締結に始まり、ダーバンで開かれた締約国会議COP17において、京都議定書はその第一約束期間の終了に伴い、2013年より第二約束期間に入ることが決定された。直近のドーハにおける締約国会議COP18では、2020年に発足させる新たな国際的な環境規制体制の構築に向けた作業計画を柱とする合意が採択された。日本は、カナダやロシアとともに、京都議定書の第二約束期間には参加しないことを表明しているものの、排出削減の努力を自主的に進めるとしている。

環境省が2005年から開始したJVETSは、自主的に排出を削減しようとする企業による試験的な排出量取引市場である。JVETSの参加企業には、環境省から排出削減のための設備援助が行われる。これは、政府が2008年から開始した「排出量取引の国内統合市場の試行的実施」の1つの試行形式である。JVETSの参加者は、2009年よりこの試行的実施の「試行排出量取引スキーム」における参加者と一本化されているが<sup>2</sup>、このスキームでもその参加者は自主的に参加する事業所・企業とされている。このような試行を通じて、排出量取引市場の本格導入のための政策手法の検討がどこまで進むかが注

---

<sup>2</sup> 「排出量取引の国内統合市場の試行的実施」は、試行排出量取引スキーム、国内クレジット、京都クレジットによりなる国内統合市場である。しかし環境省が先にJVETSを施行していたため、JVETSは2008年度参加者より、この試行的実施における試行排出量取引スキームの参加類型の1つとして位置づけられた。よって、2009年度以降は、JVETSとしては取引参加者を公募していない。

目されている。

2009年のG8ラクイラ・サミットのG8首脳宣言において、前年のG8洞爺湖サミットでUNFCCC締約国による採択への要求が合意された「世界の総排出量を2050年までに少なくとも50%削減」と、先進国全体としては80%以上削減という目標が支持された。そしてこの実現のため、日本の首相は2020年までに2005年比15%削減という目標を表明した。環境省はこれを踏まえ、「温室効果ガス2050年80%削減のためのビジョン」を2009年に発表している。国内排出量取引市場の導入は、このビジョンにおいて排出削減を実現するための具体的な政策手法として位置づけられている。これらの削減目標を達成するための法案が「地球温暖化対策基本法案」である。この法案が可決・施行されれば、国内排出量取引制度の創設が排出削減の基本原則として定められることになる。

このように、日本は排出量取引市場の本格導入に向かっているが、いつどのような形で実現するかは未定である。地球温暖化対策基本法案は、2010年に閣議決定されたが、2012年の衆議院の解散に伴い廃案となった<sup>3</sup>。その背景の1つとして、東日本大震災の影響によって、特にエネルギー使用を削減する目的のある政策の即時の試行が困難になっていると考えられる。

排出量取引の本格的導入に先駆けて、「地球温暖化対策のための課税の特例」が2012年10月より施行された。これは石油石炭税に排出量に応じた税率を上乗せするもので、税率は段階的に引き上げられる。この制度の特徴は、一律に排出量に応じて課税するのではなく、石油石炭の利用目的や産業などによって「差異ある適用」を行うという点である<sup>4</sup>。この制度は、特定のセクターに負担が偏らないようにするという意味での課税

---

<sup>3</sup> 新たな環境規制の導入は他の国でも同じように困難である。例えば、アメリカ1国単位で、2050年までに2005年の83%の水準にまで排出を削減することをめざし、キャップ・アンド・トレードをその方法として盛り込んだ American Clean Energy and Security Act of 2009（通称 Waxman-Markey 法案）が存在したものの、2010年に上院で否決されている。

<sup>4</sup> 具体的には、現行の石油石炭税において免税・還付が適用されている輸入・国産石油化学製品製造用揮発油、輸入特定石炭、沖縄発電用特定石炭、輸入・国産農林漁業用A重油、国産石油アスファルトなどについては、上乗せ分の税率についても免税・還付がなされる。また一方で、この特例により上乗せされる税率についてのみ2014年3月までの間、免税・還付の対象となる項目は、苛性ソーダ製造業において苛性ソーダ製造用電力の自家発電に利用される輸入石炭、内航運送用船舶、一定の旅客定期航路用船舶に利用される重油及び軽油、鉄道事業に利用される軽油、国内定期運送事業用航空機に積み込まれる航空機燃料、イオン交換膜法による塩製造業において塩製造用電力の自家発電に利用される輸入石炭、農林漁業に利用される軽油である。

の公平性に立脚している。日本における排出税の導入については、特にその初期段階において、セクター間の規制の差が存在することがわかる。排出量取引市場は、この濃淡のある排出規制が存在する下で導入される可能性が高い。

## 2.2 EU の環境政策と EU ETS

EU（欧州連合）では 2005 年より EU ETS（Emissions Trading System）が施行されている。域内の企業へ排出割当を与え、市場での割当の取引も行われ、その割当て量を経時的に減らしていく、というものである。

EU ETS のフェーズ 1（2005 年～2007 年）とフェーズ 2（2008 年～2012 年）では、配分計画は国ごとに決められていた。しかし、フェーズ 3（2013 年～2020 年）ではさらに一歩進み、国ごとではなく、EU が統一的に割当を決めることとなった（2013 年 4 月現在）。また、フェーズ 3 では、効率性の増強を狙い、電力部門については排出割当のオークション（有償割当）制度も導入された<sup>5</sup>。一方、炭素流出（carbon leakage）にさらされるリスクの高いセクター（貿易財産業）への割当ては、ベンチマーク方式で無償割当とすることとなっている。つまり、セクター間の規制の差異が残ることになる。

フェーズ 3 では、EU ETS のカバー率（総排出量に占める割合）は、フェーズ 2 より少し増加するものの、5 割弱にとどまる。つまり、一律規制の対象外の温暖化ガス排出産業・業種がまだ 5 割程度あり、セクター別規制となっている。汚染集約的な産業に対して集中的に規制をしている結果といえる（詳細は例えば、Marschinski et al. [2012]の pp.585-588 を参照せよ。）

セクター間での規制の違い（異なる排出価格）がもたらす問題は、例えば Böhringer et al. (2009)が、CGE モデル分析を用いて、気候政策（排出削減）にかかる費用を上昇させることを示している<sup>6</sup>。

---

<sup>5</sup> 予想を超える経済危機の影響を踏まえ、現行のフェーズ 3 において、オークションの導入が一部延期されている（2013 年 4 月現在）。具体的には、2004 年以降に EU に加入した、ブルガリア、キプロス、チェコ共和国、エストニア、ハンガリー、リトアニア、ポーランド、ルーマニアは、既存の発電所については、年々減少する無償の割当てを 2019 年の移行期までの間受けることができるという、制度の部分的廃止を利用することとなっている。ラトビアとマルタも、この制度を使用することが望ましい可能性があるものの、制度の不使用が選択された。

<sup>6</sup> EU ETS に含まれるセクターと非 EU ETS セクターを作るなどすることで、炭素価格を 2 種類にした場合、1 種類の場合よりも 50 パーセントも超過費用（炭素価格が差別化されていない first best の気候政策の下での削減費用よりもどれだけ費用が高いか、という意味での超過費用）が上昇しうることが示されている。また、非 ETS の目標が国によって分かれることも、超過費用が

## 2.3 北米・オセアニアの環境政策と排出量取引市場

北米も近年、地域主導による排出量取引市場の創設の黎明期を迎えている。RGGI (Regional Greenhouse Gas Initiative) は、アメリカの北部9州によって排出量取引市場を運営する制度である。RGGIがキャップ・アンド・トレードの対象としているセクターは、電力セクターのみである。この制度では、州はほぼすべての排出割当をオークションを通して電力セクターに販売する。そこから得られた収益は、エネルギーの効率性の改善や再生可能エネルギー技術のために投資される。この制度にのっとり、この地域における排出量取引はすでに2009年より実施されている。また2013年2月には制度が改正され、今後、各州の排出割当の更新は、法律に則ってなされることとなる。

北米にはこの他にも、WCI (Western Climate Initiative) という地域主導の排出量取引制度が存在する。WCIのキャップ・アンド・トレード制度では、そのフェーズ1が、2013年1月より開始された。WCIの特徴は、その参加地域がアメリカのカリフォルニア州と、カナダの4州(ケベック州など)よりなり、国境を越えた排出量取引市場の創設を目指している点である(2013年4月現在)。WCIでは、発電および域内に輸入された電力、生産における燃料燃焼、生産過程、運輸における燃料の使用、住宅と商業の燃料使用がキャップ・アンド・トレードの対象となる。2013年からのフェーズ1において、発電、域内に輸入された電力、大規模な生産排出と一部の生産過程にまず導入し、2015年からのフェーズ2で残りの対象(セクター)に拡大される。このように、セクター間で規制の程度が異なるだけでなく、導入時期の相違もあるという意味において、排出規制に濃淡があるものである。

オセアニアにおいても、排出量取引市場の導入は検討・実現されている。オーストラリアでは、2012年7月より炭素価格制度(排出量取引制度)が導入された。この価格制度において、2015年までは1トン当たりの炭素汚染価格は固定され、2015年以降はキャップ・アンド・トレードによる排出量取引制度(炭素汚染価格が市場で決定される)へ移行する予定である<sup>7</sup>。

オーストラリアの炭素価格制度では、運輸セクターが課税対象となる一方で、農業、

---

かさむという意味で非効率であるということも示している。

<sup>7</sup> これに先駆け、ニューサウスウェールズ州は、2003年にニューサウスウェールズ州温室効果ガス削減計画(GGAS)という排出量取引制度を導入している。

漁業、森林セクターからの排出はこの枠組みから除外されている。現時点では、これらのセクターへの炭素税は永久に免除されることとなっている。また、バイオマスなどのバイオ燃焼セクターも除外対象となる。他方、排出集約セクターや、貿易にさらされるセクター、発電に関しては、セクター平均炭素費用の半額以上から大部分を補う政府支援が行われることとなっている<sup>8</sup>。炭素価格制度においては、上記のように規制の対象となるセクターとそうでないセクターが分けられ、また対象セクター間についても、規制の水準に変化がつけられることが法律で決まっている。

隣国のニュージーランドでも、すでに 2008 年より NZETS という排出量取引制度が導入されている。NZETS では、2008 年の森林セクターへの導入を皮切りに制度が開始された後、2010 年には液体化石燃料セクターと電力生産セクターおよび生産過程で汚染を排出するセクター（後者 2 つでエネルギー・セクター）へ、2013 年には合成ガス・セクターと廃棄物セクターがその対象となり、その対象範囲が拡大している。ただし当初、2015 年には農業セクターも排出割当と排出量取引の対象となる予定であったものの、現在はその導入時期は検討中へと変更されている（2013 年 4 月現在）。

上述のように、ニュージーランドにおいてもセクターによって、その導入時期に差異があるという意味での規制の相違が生じている。また、エネルギーセクターは割当てを有償で購入しなければならないが、森林セクターには決まった排出枠が無償で政府から割り当てられる<sup>9</sup>、といったように規制対象となっているセクター間でも規制の厳しさに相違がある<sup>10</sup>。

## 2.4 排出規制対象セクターおよび規制水準のまとめ

排出量取引市場の導入の政策手段には次の共通する特徴がある。排出規制（排出量の割当て、排出税など）および市場の創設・導入を段階的に行うという点である。つまり、将来的には一律の規制を目指そうとしているものの、現状ではセクターごとに異なる規

---

<sup>8</sup> 補助は毎年 1.3% ずつ削減される。

<sup>9</sup> ニュージーランド政府は、樹木が呼吸によって吸収した炭素が、伐採を経て大気中に還元される点を考慮し、森林の所有者に排出量を割当てている。また、割当てを通じた、森林破壊の減速とそれによる炭素排出量の減少を期待している。

<sup>10</sup> ニュージーランド政府は、導入に際する経済への影響を緩和するため、2010 年から 2012 年にかけて、電力などの特定の産業への削減すべき排出量を本来削減すべき量の半分とする移行期間を設けている。

制がなされている。次の表 1 にまとめてある。

まず規制対象の選択基準と規制水準に関しては、表 1 のように、各国・地域間に共通する特徴もある一方で、相違もまた存在する。複数に共通してみられる特徴としては、第 1 次産業や電力セクターは規制の緩和・免除もしくは無償割当ての対象となりやすい、ということがあげられる。オーストラリアの炭素価格制度では、電力セクターはエネルギーの安定的供給を維持し、火力発電から再生可能エネルギーなどによる発電への円滑な移行を保障する必要があるという理由より、緩い排出規制が許されている。しかし、電力セクターはこれらのキャップ・アンド・トレードを通じた排出規制の対象そのものには、最もなりやすいセクターであるともいえる。

表 1 セクターによる環境規制の相違

	オーストラリア	北米	アメリカ	ニュージーランド	EU
	炭素価格制度	WCI	RGGI	NZETS	EU ETS
排出規制対象	・ 運輸	・ 発電	・ 電力のみ	・ 森林	・ 電力
セクター	・ 発電	・ 輸入電力 ・ 生産・運輸・住 宅・商業の燃料 使用		・ 液体化石燃料 ・ 発電 ・ 生産過程で排出す るセクター ・ 合成ガス ・ 廃棄物 ・ 農業	・ 製造業 ・ 発熱セクタ -
排出規制非対象	・ 農業				
セクター	・ 漁業 ・ 森林 ・ バイオ燃焼				
相対的に規制に よる負担の少な いセクター (その理由)	・ 排出集約セクタ - ・ 貿易にさらされ るセクター			・ 森林 ・ 電力 (排出量市場導入の 経済への影響の緩	・ 製造業 ・ 発熱セクタ - ・ 炭素流出に

	・発電 (電力の安定的 確保)	和)	さらされる セクター
導入時期が早い セクター (導入年)	・発電, 輸入電力, 大規模な生産 排出 (2013)	・森林 (2008) ・液体化石燃料, 発電 (2010)	
導入時期が遅い セクター (導入年)	・その他 (住宅, 商業など) (2015)	・合成ガス, 廃棄物 (2013) ・農業 (検討中)	

各制度に個別にみられる特徴としては、排出集約セクターであるということが、規制に伴う政府支援を受ける理由となることや、貿易にさらされるセクターや炭素流出にさらされるセクターであることも支援対象となる理由となることもあげられる。バイオセクターもまた規制免除の対象となる。この背景としては、化石燃料に代替するグリーン・エネルギーに関する産業は、環境規制の対象からは外すべきである、という判断が働いていると推測できる。

以上より、セクターによっては規制がかからない、もしくは規制が緩くなっている理由として、経済活動への負の影響の抑制、国際競争力の維持、政治的な理由、規制の行政コスト削減などのため、セクター別規制が導入されていると考えられる。

### 3. 先行研究

#### 3.1 貿易と環境に関する研究

ある財の生産過程で温暖化ガス（炭素）が排出され、環境汚染が引き起こされる一方で、その財が国際的に貿易される経済では、貿易・排出量・排出規制が密接な関係をもつ。生産過程において炭素の排出を伴う財の貿易に際し、各国がいかなる環境規制を行うべきであるかは、極めて重要な問題である。この観点から一般均衡モデルを用いて理論的分析を行った代表的な研究には、以下のようなものがある。

まず Copeland and Taylor [1994, 1995]の2つの論文は、所得、汚染、国際貿易の関連を考察するモデルである。これらの研究では、北と南の所得の違いは一人あたりの人的資本の水準の違いで表され、この違いに起因した汚染税の違いにより、貿易パターンが決

定される。また2国モデルを扱う前者に対し後者では、多数の国が存在するケースを扱い、各国政府による、市場で取引できる自国への排出量割り当てに着目している。前者の研究では、自由貿易が世界の汚染を増加させることが、後者の研究では、国家間の所得格差が十分大きければ、自由貿易が世界の汚染を増加させることが示された。これは、自由貿易によって高所得（人的資本が豊富）で環境規制の厳しい北側から、貧しい（人的資本が乏しい）南側に汚染集約的な財の生産が移った結果である。後者の研究では、排出量の国際取引が世界の汚染を減少させることも示されている。この結果は、各国の所得差が十分小さい場合に、貿易によって排出量価格が均等化されて、*pollution-haven* 効果が経済から消えることに起因して起こる。これらの先行研究の特徴は、各国の最適貿易政策は、交易条件の改善と財の生産に伴う汚染の削減という、2つの目的を持っていたことである。Copeland [1996]では、財を生産して汚染を排出する外国が、環境規制を行っているとしても、財の輸入国である自国は、汚染によって悪影響を受けていないとしても、汚染への課税（*a pollution content tariff*）をするインセンティブがある。外国が環境規制を行うことで生産が制限されるので外国にレントが生まれており、自国は輸入規制をすることでレントを得ようとするからである<sup>11</sup>。

本稿とは分析枠組みが異なるので直接は関連しないが、部分均衡分析による貿易と環境の研究は多数存在する。貿易の存在を考慮して環境規制を分析した研究としては、まず Barrett [1994]が挙げられる。Barrett [1994]は、環境政策の戦略的な（市場競争における）役割を分析するために、2つの政府（自国政府と外国政府）とそれぞれに属する2つの産業（自国産業と外国産業）を想定して、最初に各政府が自らに属する産業に対する環境規制を決め、その後その規制を所与として各産業が第3地域の市場において数量または価格競争を行う、というモデルを扱った。そしてその結果として、自国の産業が独占企業である一方で外国の産業が不完全競争に直面しており、2産業間の競争がクールノー競争ならば、自国の政府は、汚染の限界ダメージよりも軽い限界アベイトメント費用を自国産業に提示するという、弱い環境規制を課すインセンティブを持つ、ということを示した。そして、この結果が得られる理由として、自国産業が市場での競争においてシュタッケルベルグ・リーダーになって生産量と利潤を増やすことができないため、

---

<sup>11</sup> 小国モデルにおいても、財の輸入国は炭素関税を課すインセンティブを持つ。それは、汚染源となる企業に直接的に税を課すというファースト・ベストの政策が、その企業が外国にあることで、不可能となるためである。

自国政府が排出の基準を弱め、自国産業の生産量の増加を促すような環境政策をとれば、それによって自国産業の利潤が増加し、さらには増加した利潤によって、より高くなった環境ダメージを補償できる、ということがあるとした。

そのほかにも、Ludema and Wooton [1994]が挙げられる。この研究では、ある国の輸出財の生産により輸入国の消費者が負の外部性を被る経済を考えることで、輸出国は外部性に対する税を通じて輸出企業に汚染削減技術を採用させ、負の外部性を削減させるという結果を得ている。輸出国のこの行動は、外部性に対する税が、輸出国の課税輸出税と完全代替するため、貿易利益の大きなシェアを手に入れられるため生じる。この結果は、第1ステージで輸出国が外部性に対する税を決め、第2ステージで輸出国と輸入国の貿易税を設定するという2ステージ・ゲームの枠組みの中で得られる。

貿易と環境に関する実証分析も多数存在する。北米自由貿易協定の締結を考察したGrossman and Krueger [1991]が、貿易の汚染への影響を、規模の効果、技術の効果、構成の効果の3つに分けた先駆的研究である。この3つの効果の相対的な大きさの測定を、3種類の大気汚染物質のクロスセクション・データを用いて行った。貿易の自由化が、労働（非人的資本）が豊富なメキシコにおいて、労働集約的で相対的に低い環境ダメージの農業のようなセクターへの特化を加速させうる、ということを示した<sup>12</sup>。また、Copeland and Taylor [2001]は、一般均衡モデルを基にし、貿易の汚染への影響を、規模の効果、技術の効果、構成の効果の3つに分け、二酸化硫黄の集積に関するデータを用いて考察を行った<sup>13</sup>。彼らは、貿易に起因する規模と技術の効果（汚染のネットの減少を示唆する）など3つの効果の推定を結びつけることで、財市場が国際的に開かれているほうが、環境に優しい結果となる可能性を示した。この結果は、パネル・データの開発によって、経済活動の増加による環境への負の影響（規模の効果）と、汚染の少ない生産方法を可能にする所得上昇による環境への正の影響（技術の効果）を区別すること

---

<sup>12</sup> Grossman and Krueger [1991]は、汚染物質のうち2種については、所得の上昇に従い当初は増加するが、ある所得水準を超えると、所得上昇により減少し始めるということを示した。これが有名な経済成長と環境汚染の間の逆U字型の関係で、後に環境クズネッツ曲線（EKC）と定義されたものである。ただし、この関係はあくまでも、環境クズネッツ仮説と呼ばれる仮説である。この関係（仮説）を検証する研究は、様々存在する。例えば、EKC仮説のサーベイ論文のDinda [2004]やStern [2004]を参照せよ。

<sup>13</sup> Copeland and Taylor [1994]では、規模の効果は、その行政管轄における経済活動の水準の上昇による汚染量の増加とし、技術の効果は、汚染非集約的な技術への転換により生じる総汚染量の変化とし、構成の効果は、その国により生産される財の種類の変化に起因する汚染量の変化として、定義している。

が可能になったことで、導かれている。

貿易と環境に関するシミュレーション分析も盛んである。まず Perroni and Wige [1994]は、貿易と環境の関係を調べるため、CGE モデルによるシミュレーションを行い、自由貿易は環境に対し負の効果を与えるものの、その環境への悪影響は極めて限定的であることを示した。また Antimiani et al. [2013]は、炭素流出の削減を目指す貿易政策の、経済や炭素排出への影響を、CGE GTAP-E モデルの修正版を用いて評価した。そして、政策は炭素流出の削減においてはあまり効果的ではないが、削減国が自国の市場において自国企業を競争から守るという目的とはつじつまが合うことを示した。

このように、貿易と環境に関する実証分析からは、貿易が行われる下での環境規制の導入は、基本的には、環境によい、もしくは環境にはさほど影響を与えない、という結果が得られる傾向があるといえる。

### 3.2 貿易とセクター別の環境規制に関する研究

これまでは、すべての産業（セクター）に一律の規制が課される環境政策に関する先行研究を見てきた。ここでは、セクター別の環境規制に関する研究に焦点を当てる。セクター別の規制が行われる理由として、以下の2つが挙げられる。1つは、自国の企業の国際競争力を高めるため、という理由である。もう1つは、セクター別に規制をすることが望ましいと判断できる状況にある、という理由である。

国際競争に直面する貿易財セクターが非貿易財セクターに比べ、同じ汚染に対しより低い汚染削減の水準もしくはより低い汚染価格が認められるという点で、優遇されている状況は、Rauscher [1997]の第2章で定義されるように、環境ダンピング (Ecological dumping) と呼ばれる。また、Sugiyama and Saito [2009]は、非貿易財を含む3財と排出を含む3要素、そして外国からの資本流入を考慮に入れた小国開放経済の一般均衡モデルを用いて、輸入財が最も資本集約的ならば、厚生を最大化するための貿易財と非貿易財両セクターへの排出税は、汚染の限界環境ダメージよりも低くなり得るだけでなく、非貿易財に対する排出税が輸出財に対する排出税よりも高くなりえる、つまり、環境ダンピングが生じ得ることを示した。これは、外国によって割当てられる外国からの資本流入をモデルに組み込むことにより生じる資本価格のかく乱が、(貿易財セクターの最適税には直接影響を与えない一方で) 非貿易財セクターの最適税には直接的な影響を与えないことに加え、自国の汚染排出による限界環境ダメージと各排出税を乖離させるため

である。

環境ダンピングは外国の環境規制との調和を乱し、国際競争における優位性を引き出すとして、しばしば批判的な見方をされる。一方で、先に述べたように、越境汚染や国際資本移動などの *distortion* の存在を反映して行うセクター別環境規制は、*distortion* の補正を行うものであるので、認められるべき政策という考え方もできる。

セクターごとに異なる排出規制が課される状況を想定した先駆的な理論研究として、Hoel [1996]があげられる。Hoel [1996]では、自国とそれ以外の国 (*rest of the world*) からなる経済を想定し、自国が GATT や NAFTA などの国際協定に参加している場合、政府が国内厚生を最大化するように環境税を設定すると産業間で異なる税率の環境税をかけるという結果を得ている。これは、自国が GATT や NAFTA などの国際協定に参加している場合には、自国政府は、輸出入に対して関税を課することができないため、自国以外の国々の炭素流出を関税によってコントロールできない。そのため国内の産業に異なる環境税を課すことで、国外の各産業の炭素流出をコントロールして国内の厚生を最大化することを示している。この結論は、自国の産業別の環境政策の施行によって引き起こされる国外での汚染物質の排出量への影響が各産業で異なるために生じる。これにより、政府が厚生を最大化するような政策を施行した場合に、各産業での関税や環境税の差異を生むのである。また彼は、自国が産業間で異なる関税と産業間で一律の環境税をかけることが出来る場合には、社会的最適な均衡を実現できるが、一方で、関税を実施せずに産業間で異なる環境税をかけた場合には社会的最適な均衡は実現できないことを示している。

一方 Takeda [2005]は、2財3要素の小国 Heckscher-Ohlin モデルを用いて、外生的に与えられる排出税がセクター別に異なる状況の下、全セクターで一様に排出税を強化する場合には排出量は必ず減少する一方、セクターごとに不均等な排出税の強化が排出量を増やしうることを示した。

しかし、Hoel [1996]も Takeda [2005]も、セクター間の規制の違いを考慮した上での排出量取引市場の創設効果については分析していない。よって、本研究は、排出量取引市場の創設効果を分析するという点と、大国モデルで分析するという点で Hoel [1996]と Takeda [2005]の研究を補完するといえる。Hoel [1996]の自国が国際協定に参加していない場合の分析は、自国が小国であることを仮定している点で本稿の第4節での分析と類似している。しかし、彼の分析では国内の排出量市場の創設の効果は分析の対象外であ

る。つまり、国際協定に参加している自国が国内排出量市場を創設した場合に、国内の経済が社会的最適に向かうのか（厚生が改善できるのか）という点に関しては取り扱ってはいない。また、第4節では小国の仮定の下で関税政策も取り入れている点についても彼の研究とは異なる点である。

最後に、セクター別規制がもたらす問題についての実証分析としては、例えば Böhlinger et al. [2009]が挙げられる。この研究では、CGE モデル分析によって、セクター別の排出価格は環境政策（排出削減）にかかる費用を上昇させることが示されている。そして、EU ETS に含まれるセクターと非 EU ETS セクターを考慮することで、炭素価格を2種類にした場合、1種類の場合よりも50パーセントも超過費用（炭素価格が差別化されていない first best の環境政策の下での削減費用よりもどれだけ費用が高いか、という意味での超過費用）が上昇しうることが示されている。

### 3.3 貿易と国際排出量取引に関する研究

Copeland and Taylor [2005]が、京都議定書に関する一連の研究に着目し、2財2要素の一般均衡の大国モデルを用いて分析が代表的である。本研究の基礎となる有名な研究である。しかし、排出量の市場取引価格が一律であり、セクター別の規制の存在の可能性は考慮されていない。彼らの論文の後半において、国際排出量取引を分析している。財の自由貿易がある下では、排出量の買い手である EU などの先進国は、たとえ排出量の国際取引がもたらす直接的な利益をすべて手に入れることができたとしても、排出量の取引によって厚生が悪化する可能性が示された。直観的理由は、大国モデルであるため、国際排出量取引が、排出量の購入国の交易条件の悪化することがあるためである。もし排出枠の購入国が非汚染集約財に特化するならば、この限定的な状況においてのみ、国際排出量取引が排出量の購入国の厚生を改善することを示すことができる。

最近の研究として、Marschinski et al. [2012]は、自国と外国の2国、さらに3国目である化石燃料供給国が存在し、2財と資本と労働、さらに化石燃料の3要素が存在する特殊要素モデルを用い、排出量市場の国際的連携が、厚生に与える効果を考察している。貿易利益の効果と交易条件効果に分けられる国際的排出量取引の厚生効果は、交易条件の効果が悪化することで、不明確になりうることを示している。

国際排出量取引に関する実証研究も存在する。Babiker et al. [2004]は、EU の各国が独自の排出量取引市場を持つ一方で、国際排出量取引は不可能であるケースと、エネルギー

一税の存在という *distortion* がある一方で、EU 内での国際排出量取引が可能であるケース、の 2 つのケースを考え、CGE モデルに基づいたシミュレーションを行った。交易条件の悪化と税金の存在が厚生に与える悪影響が、排出量の国際取引による利益を打ち消してしまい、国際排出量取引が、取引参加国の厚生を悪化させることを示した。Böhringer and Lange [2005]は、部分均衡分析と一般均衡のシミュレーションを組み合わせることで、国際排出量取引に際し、排出量に基づいた割当てのほうが生産量に基づいた割当てよりも非効率であることを示した。その理由として（後者のもとでは、生産量のみが社会的に最適な値よりも高くなるが）、前者のもとでは生産量だけでなく、排出率も社会的に最適な値より高くなる、ということあげている。

#### 4. 排出量取引市場創設の影響：小国モデル

この節では、当初、産業（セクター）間で異なる環境規制を行っていた下で、国内排出量取引市場を創設する効果を、小国の一般均衡モデルで分析する。すべての産業が一律に規制されることによって、通常は経済の効率性が高まって、経済厚生は改善すると予想される。しかし、輸入関税が課されている下では、直観に反して、経済厚生が悪化する可能性があることを理論的に示す。

##### 4.1 基本モデル

まず生産面について説明する。生産者は、労働を生産要素として用いて 2 種類の消費財（財 1 と財 2）を生産し、生産に伴って汚染物質を排出している。企業は、労働を投入することで汚染物質を削減することができる。このとき、ある一定量の財を生産する際に排出される汚染量と労働投入量の間には、代替的な関係が生じる。例えば、排出税の増税によって排出量を追加的に削減しなければならない場合、排出の削減活動のために追加的な労働が必要となる。つまり、生産量を一定とすると、排出量を減少させるためには、追加的な労働投入が必要となる。このように労働を用いた汚染物質の排出削減技術の存在を仮定すれば、汚染物質の排出は分析を行う上で、生産要素として扱うことができる。汚染物質の排出を生産要素としている状況は、生産を行う上で汚染物質の排出が避けられず、汚染物質を排出する権利を政府から排出税を支払って購入している、

と解釈できる。この設定は、一般均衡モデルを用いた分析では標準的である<sup>14</sup>。

上述のような生産構造の下では、財  $i$  の生産関数は次のように表される。

$$X_i = X_i(L_i, Z_i) \quad i = 1, 2 \quad (1)$$

ただし、 $X_i$ は財  $i$  の生産量、 $L_i$ は財  $i$  を生産するために雇用されている労働量、 $Z_i$ は財  $i$  を生産するときに排出される汚染物質の排出量を表している。この生産関数は凹関数で、連続微分可能であり、1次同次関数とする。各産業において個々の企業の生産技術は同一であるとする。生産要素である労働は非弾力的に供給され、労働供給量（賦存量）は  $\bar{L}$  とする。当該経済の総汚染排出量は  $Z = Z_1 + Z_2$  と表される。

次に消費面について説明する。消費者は、2種類の財の消費から効用を得ており、生産者が生産過程で排出した汚染物質から負の外部性を受けている。この経済の社会的効用関数  $u$  は、

$$u = u(q(C_1, C_2), Z) \quad (2)$$

と書ける。ただし、 $C_i$ を財  $i$  の消費量、 $q(\cdot)$ を財の消費から得られる部分効用関数とする。効用関数  $u(\cdot)$  では、財消費と汚染物質から受ける外部性の間で弱分離性が満たされていると仮定する。この弱分離性が成立していると、消費者の財の消費量の意思決定は、汚染量に影響されないという特徴を持つ。この仮定は貿易と環境の一般均衡分析では標準的である（例えば、Copeland and Taylor [2003]など）。

当該経済は小国なので、一定の財の国際価格に直面している。当該経済は財 1 を輸入しており、輸入財には従価関税（炭素関税）を課しているとする。関税率の変更を行わない下では、財の国内価格は一定で、世界価格  $p_i^*$  と国内価格  $p_i$  の間には次のような関係がある。

$$p_1 = (1 + t)p_1^*, \quad p_2 = p_2^* \quad (3)$$

---

<sup>14</sup> 詳しくは、例えば Copeland and Taylor [2003]の Chapter 2 を参照せよ。

## 4.2 セクター別の環境規制

政府によってセクターごとに異なる環境規制が課されているときの均衡を考察する。セクター別の環境規制は、セクター間で排出枠が自由に売買される統一市場が存在しないことを意味する。このとき、汚染排出 $Z_i$ はそれぞれのセクターの特殊要素となる。一方、労働はセクター間を自由に移動することができるとする。これらを踏まえると、セクター間で排出枠が売買できる市場創設前の生産者の均衡は次の式で表わされる。

$$p_1 X_{L1}(L_1, Z_1) = p_2 X_{L2}(\bar{L} - L_1, Z_2) = w \quad (4)$$

$$p_1 X_{Z1}(L_1, Z_1) = r_1 \quad (5)$$

$$p_2 X_{Z2}(\bar{L} - L_1, Z_2) = r_2 \quad (6)$$

ここで、 $w$  は賃金率、 $r_i$ はセクター $i$ の汚染物質に課せられた排出税である。また、 $\partial X_i / \partial L_i = X_{Li}$ 、 $\partial X_i / \partial Z_i = X_{Zi}$ である。

まず(4)式は、労働がセクター間を自由に移動できるので、両セクターの賃金率は等しいこと、企業の利潤最大化行動により、労働の限界生産力価値は賃金率に等しくなることを示している。一方、排出枠に関してはセクター間で自由に売買できないため、両セクター間で汚染排出の限界生産力価値は等しくならない。これは(5)式と(6)式で表されている。

ここで注意しなければいけないことは、生産要素としての汚染物質の排出には、通常であれば要素報酬の支払いは存在しないが、その代わりに、汚染物質の排出に排出税が課せられている点である。一般的な貿易モデルにおいては、要素報酬は要素市場の需給均衡条件を満たすように内生的に決定される。しかし、汚染物質の排出は、いわゆる“unpaid factor”であるため、排出量市場が存在しない限り、政府の税金によって外生的に価格設定が行われる<sup>15</sup>。この税率にセクター間で差異があることで、排出量取引市場を創設したときに、セクター間での排出量取引のインセンティブが生じる。

当該国は小国で、排出税は政府によって外生的に与えられているので、(4)–(6)式か

---

<sup>15</sup> 初めて unpaid factor の概念を用いたのは Meade [1952]である。

ら排出量取引市場の創設前の均衡が得られる。このモデルの構造は国際貿易論の特殊要素モデルに大変よく似ている<sup>16</sup>。しかし、以下の点で異なる。本モデルでは排出税 $r_i$ が特殊要素モデルでの要素報酬にあたる役割を果たしている。そのため、本モデルにおいて生産要素として扱われている汚染排出枠 $Z_i$ は、排出税 $r_i$ に応じて内生的に決まる。この排出枠が部門間で取引できない（移動しない）という点において、特殊要素モデルの性質を持つ。

### 4.3 排出量取引市場の創設

政府は排出量取引市場の創設前後で、国内の総汚染排出量 $Z$ が一定になるように規制していると仮定する。つまり、消費者の負の外部性は一定である。排出量取引後、政府は国内の総排出量を規制するだけで、個別のセクターの排出量規制には関与しない。

当初、輸入財である財 1 に対して、輸出財である財 2 よりも、厳しい規制（高い税率）が課されていると仮定する。

$$r_1 > r_2 \quad (7)$$

不等号が逆の輸入財に緩い規制をするケースについては後述する。 $r_1$ の値が大きいほどセクター1の排出 $Z_1$ が小さくなる。排出量取引開始後、セクター1がセクター2から排出枠を購入することで、セクター1の排出枠 $Z_1$ が増える。裁定取引が行われることで、最終的には排出の限界生産力価値が両部門で等しくなる。

まず生産量への影響を明らかにするために、(2), (4)–(6)式を用いた比較静学を行う。国の総排出量と労働賦存量は一定であるため、セクター2からセクター1への排出枠の移動は、 $d\bar{Z}_1 = -d\bar{Z}_2 > 0$ 、労働の移動は、 $dL_1 = -dL_2$ と表すことができることを踏まえれば、以下の式を得る。

$$\frac{dL_1}{d\bar{Z}_1} = -\frac{dL_2}{d\bar{Z}_1} = -\frac{p_1 X_{L_1 Z_1} + p_2 X_{L_2 Z_2}}{p_1 X_{L_1 L_1} + p_2 X_{L_2 L_2}} > 0 \quad (8)$$

<sup>16</sup> 特殊要素モデルについては Jones [1971], Mayer [1974], Mussa [1974]を参照せよ。

$$\frac{dX_1}{d\bar{Z}_1} = X_{Z1} + X_{L1} \frac{dL_1}{d\bar{Z}_1} > 0 \quad (9)$$

$$\frac{dX_2}{d\bar{Z}_1} = -X_{Z2} + X_{L2} \frac{dL_2}{d\bar{Z}_1} < 0 \quad (10)$$

ただし、生産関数の性質から、 $X_{L_i Z_i} = -e_i X_{Z_i Z_i} = -X_{L_i L_i} / e_i = X_{Z_i L_i} > 0$ であり、 $e_i \equiv Z_i / L_i$ と定義される。

(8)–(10)式は、セクター間での排出量取引に伴う労働移動の変化と生産量の変化を表している。(7)式の仮定の下では、セクター2からセクター1へと排出枠が移動する。この結果、セクター1の労働の限界生産力は高まる。よって、(8)式から労働もセクター2からセクター1へと移動することが分かる。加えて、両生産要素がセクター1に移動するため、セクター1の生産量は増加し、セクター2の生産量は減少することが(9)、(10)式から明らかである。

次に、支出関数を用いて、経済厚生への影響を分析する。当該経済の予算制約式は、支出関数 $E(p_1, p_2, u)$ を用いて次のように表される。

$$E(p_1, p_2, u) = p_1 X_1 + p_2 X_2 + t p_1^* (C_1 - X_1) \quad (11)$$

(11)式は、左辺の消費支出が、右辺の財生産による所得と関税収入の合計である総所得に等しいことを示している<sup>17</sup>。この式を微分して整理すると、次の関係式が導かれる。

$$\text{sign} \left( \frac{du}{d\bar{Z}_1} \right) = \text{sign} \left[ (r_1 - r_2) - \frac{t p_1}{1+t} \frac{dX_1}{d\bar{Z}_1} \right] \quad (12)$$

(12)式の右辺の符号が、正になれば厚生は改善し、負ならば厚生は悪化する。右辺の第1項は正で、排出の限界生産物価値の低いセクターから高いセクターへと排出枠が移動することによって、生産効率が改善される効果 ( $r_1 - r_2 > 0$ ) を表している。また、右辺の第2項は、排出量取引後に、財1の生産量が増加したことによる関税収入の変化を表している。(9)式より $dX_1/d\bar{Z}_1 > 0$ であるため、第2項は負となる。財1の国内生産量の増加は輸入を減らすので、関税収入は減少することになる。したがって、排出量市場

<sup>17</sup> (11)式の右辺に排出税の税収はないように見えるが、そうではない。排出税からの税収は生産要素への支払いという形で右辺の第1項と第2項に含まれているからである。

の創設によって厚生が改善するかどうかは、(12)式の第1項と第2項の効果のどちらが大きいかによって決まる。

財1に対する輸入関税が存在する ( $t > 0$ ) 場合を考える。(12)式は、

$$\text{sign}\left(\frac{du}{d\bar{z}_1}\right) = \text{sign}\left[-\frac{t}{1+t}p_1X_{L1}\frac{dL_1}{d\bar{z}_1} + \left(\frac{1}{1+t}r_1 - r_2\right)\right] \quad (12')$$

のように変形することができる。(12')の右辺第1項は(10)式より負である。第2項は次に条件の下では負になる。

$$1 < r_1/r_2 \leq 1 + t \quad (13)$$

よって、(12')式の右辺は、条件(13)が満たされるとき常に負になる。(13)式は、排出量取引市場の創設前のセクター別での排出税の比率 $r_1/r_2$ よりも、財1に対する輸入関税 $1+t$ の方が大きいことを表している。(13)式が成り立っているとき、排出量取引 ( $d\bar{z}_1 > 0$ ) によって経済厚生は悪化する。つまり、排出量取引市場の創設による生産効率の改善効果(正の効果)よりも、関税収入の減少効果(負の効果)の方が大きいため、厚生が悪化してしまう。

輸入関税が存在しない ( $t = 0$ ) 場合、(12)式より経済厚生が必ず改善することは自明である。つまり、自由貿易下の小国は、当初セクター別に異なる環境規制を行っていたとしても、排出量取引市場を創設してすべての産業を一律に規制することで必ず得する。以上より次の命題を得る。

**命題1 (厚生効果)** . 当初、輸入財である財1に対して、輸出財である財2よりも、厳しい環境規制(高い排出税率)が課されているとする ( $r_1 > r_2$ )。このとき、財1に対する輸入関税 $1+t$ が排出税比率 $r_1/r_2$ よりも大きい場合(条件(13))、国内排出量市場の創設は厚生を悪化させる。

輸入産業と輸出産業の環境規制水準の格差と輸入関税率の相対的な違いが、厚生効果に決定的である。環境規制の差 $r_1/r_2$ が十分に大きいときは、輸入関税率 $t$ が高くなければ、排出量取引によって厚生は改善する。この結果は、環境経済学の分野において、通

常、排出量取引は、汚染排出の限界削減費用を産業間で均等化し、効率的な排出削減を達成するので、経済厚生を改善することと一致している。しかし、輸入関税率が十分に高い場合は、環境規制の差が大きくても、排出量取引によって厚生が悪化してしまう。興味深いことに、輸入関税率が非常に低くても、環境規制の格差が少しでもあれば ( $r_1/r_2 \leq 1+t$ )、排出量取引市場の創設によって厚生が悪化する。

仮定(7)とは逆に、輸出財産業であるセクター2に相対的に厳しい環境規制をしている場合も、同様に考えることができる。 $r_1 < r_2$ である場合には、セクター1からセクター2へと排出枠が移動する ( $d\bar{Z}_1 < 0$ ) ことに注意すると、(12')式から  $r_1 < r_2$  の場合は、排出量取引によって必ず厚生が改善することが分かる。排出量取引によって、セクター1の国内生産量が減少するので、財1の輸入量が増加し、関税収入が減らないからである。また、関税率がゼロのときも、排出量取引によって厚生は改善することが確認できる。したがって、 $r_1 < r_2$  の場合は、排出量取引が望ましいという通常の結果が成り立つ。

輸入関税率が正の下では、小国においても、セクター別に異なる規制をすることが望ましい。排出量取引が進むと、排出枠の価格差が縮まって、(12)式において当初  $du/d\bar{Z}_1 > 0$  であったものが  $du/d\bar{Z}_1 = 0$  になる。このとき、所与の輸入関税の下で、厚生は最大化されている。ここで重要なことは、 $du/d\bar{Z}_1 = 0$  のとき  $r_1 \neq r_2$  が成り立つことである。つまり、排出量取引を行って、排出枠の価格が両産業で均等化することは望ましくない。大国経済では、最適関税の議論と同様の理由から、交易条件の改善を狙って、セクターごとに異なる規制をすることが望ましい場合がある(例えば、Rauscher [1997]の第2章)。小国経済において、輸入関税が所与の下では、関税収入の減少を抑制するという別の意図から、両セクターを一律に規制しないことが最適となる。

本稿の結果の政策的インプリケーションは以下の通りである。排出量取引開始前に、政府が輸出産業の振興のために、輸出産業に相対的に緩い環境規制を課しており、かつ輸入産業の保護のために高めの輸入関税を課している小国経済では、排出量取引によって厚生が悪化してしまう。厚生が悪化を回避するためには、輸入関税率を十分に下げたから排出量取引を始めることが望まれる。また、排出量取引開始後、次第に排出枠価格が両セクターで均等化するので、関税率をさらに下げる必要性が生じる。つまり、排出量取引と貿易自由化は同時に行うことが重要である。他方、排出量取引開始前に、国際競争にさらされている輸入産業に対して、政府が相対的に緩い環境規制を課しているならば、輸入関税の水準に関係なく、排出量取引によって厚生は改善する。本稿の結果は、

輸出財セクターと輸入財セクターのどちらに相対的に厳しい規制をしているかで、厚生効果は全く異なるので、排出量取引市場を導入する前に、セクター別規制の格差の調整や輸入関税率の調整といった措置をとる必要があることを示唆している。

日本はクリーンな財を輸出して汚染を多く排出する汚染財を輸入していると考えられる。汚染財の輸入産業に相対的に厳しい環境規制を課しているとする、日本は環境政策の推進は貿易自由化とセットで行う必要がある。言い換えれば、貿易自由化を十分に進めていけば、積極的な環境政策は厚生を悪化させることはない。

#### 4.4 排出量取引の効果の図解

排出量取引市場の創設が経済厚生を悪化させるケースに絞って、図を用いて説明する。

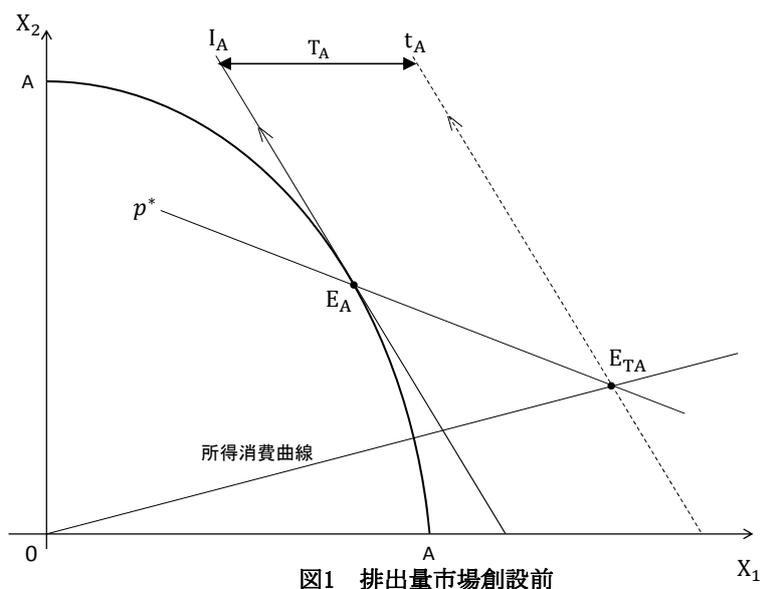


図1 排出量市場創設前

まず排出量取引市場創設前の均衡を図1に示す。横軸には財1の生産量 $X_1$ 、縦軸には財2の生産量 $X_2$ をとる。AAは排出量取引市場の存在しない下での生産可能性フロンティアであり、生産関数の性質から図の中に描かれているような原点に対して凹の形になる。直線 $I_A$ の傾きは輸入関税の課税後の国内価格の比率である。企業の生産点は生産フロンティアと $I_A$ の接する点 $E_A$ となる。貿易収支が均衡するためには、世界価格比の傾きを持つ直線 $p^*$ 上で、かつ関税収入を含めた総所得と支出が一致する点 $E_{TA}$ のようなところで消費する。国内価格で評価した国内総生産額(直線 $I_A$ )と消費者の予算制約線(直線 $t_A$ )

の乖離は、関税収入額 $T_A$ を表している。ここで単純化して、図で分かりやすく説明するために、効用関数がホモセティックであると仮定する。すると、所得消費曲線は、図中のように原点を通る右上がりの直線になり、原点からの距離で効用水準を測ることができる。

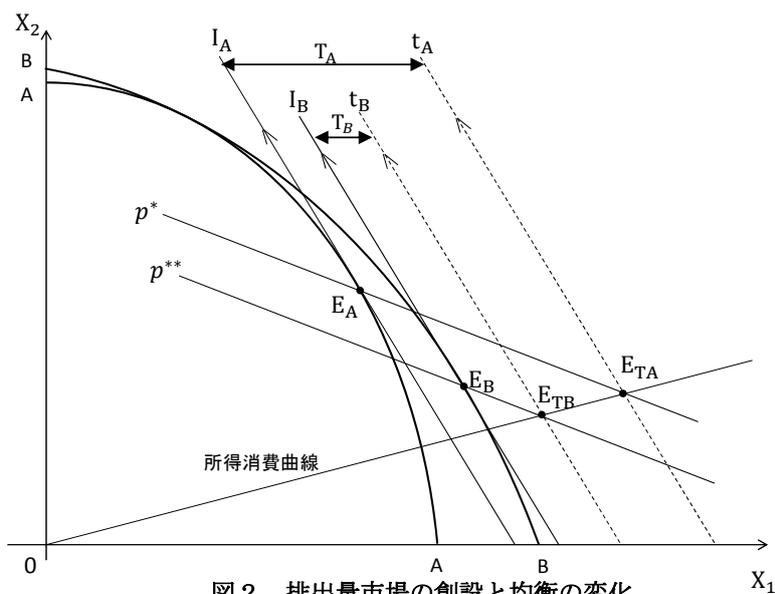


図2 排出量市場の創設と均衡の変化

次に図2において、排出量取引市場の創設の効果を示す。排出量取引市場の創設によって、経済全体で生産効率が改善するため、生産可能性フロンティアはAAからBBへと外側に広がる。これは、特殊要素モデルにおいて、特殊要素が産業間を自由に移動できるようになった場合と同様の変化である。関税率は一定のままなので相対価格は変わらず、生産点は点 $E_A$ から点 $E_B$ へと移る。排出枠がセクター2からセクター1へと移動することで、財1の生産量は増加し、財2の生産量は減少する。消費点は、世界価格比の傾きをもつ直線 $p^{**}$ と所得消費曲線の交点である点 $E_{TB}$ となる。排出量取引市場の創設後における関税収入額 $T_B$ は、財1の生産量が増えるので、排出量取引市場の創設前の関税収入額 $T_A$ よりも小さくなっている。排出量取引市場の創設前後で比べると、点 $E_{TA}$ の方が効用は高いことが分かる。つまり、排出量取引市場の創設によって厚生は悪化する<sup>18</sup>。

<sup>18</sup> このように国内の生産可能性フロンティアが拡大したにもかかわらず、経済厚生が悪化する例として、immiserizing growthが挙げられる。immiserizing growthとは、経済成長によって生産可能性フロンティアが拡大したとしても、経済成長の偏りや何らかのdistortionが存在すること

## 5. セクター別規制下での国際排出量取引の影響：大国モデル

この節では、2国大国の貿易一般均衡モデルを用いて、政府が国内の環境規制水準をセクター別に内生的に決定する場合について分析を行う。また、2国間で国際的な排出量取引を行うことで、各国の厚生がどのような影響を受けるかを考察する。第4節と大きく異なる点は、財価格が世界市場の需給均衡によって、内生的に決定される点である。

### 5.1 政府によるセクター別規制

当該経済は自国と外国からなり、財1と財2が存在する。各国の企業は、労働を用いて財を生産し、生産に伴い汚染物質を排出している。企業は、労働を用いて汚染物質を削減する活動を行っている。第4節と同様に、ある一定量の財生産をするとき、汚染排出量と労働投入の間には代替的な関係がある。各国の消費者は、経済全体の汚染物質の排出から負の外部性を受けている。両国とも不完全特化しているとする。一般性を失うことなく、自国が財1の輸出国であると仮定する。変数などの定義は、特に断りが無い限り第4節と同様とする。外国の変数はアスタリスク(\*)を付けることで表現する。

本節では次のような環境規制を考える。自国政府は、国内厚生を最大化するように、セクター別に異なる排出規制を行う。これに対して、外国政府は、セクター別の規制は行わず、総排出量の規制のみ行う。言い換えれば、外国政府は全産業に対して一律に排出税を課している、あるいは、外国には国内排出量市場がある、ということである。

まず自国の生産面について説明する。自国はセクター別に異なる規制を行うので、汚染排出量 $Z_i$  ( $i = 1, 2$ ) を特殊要素と解釈することができる。そこで、自国の生産からの所得は、特殊要素モデルにおけるGDP関数を用いて、次のように表わすことができる。

$$g(p, L, Z_1, Z_2) = \max_{L_i} \{pX_1(L_1, Z_1) + X_2(L_2, Z_2) | L_1 + L_2 = L\} \quad (14)$$

ただし、財2を価値基準財とし財1の相対価格を $p$ とする。労働賦存量 $L$ は一定とするので表記を省略して、 $G(p, Z_1, Z_2) \equiv g(p, L, Z_1, Z_2)$ とする。特殊要素モデルのGDP関数

---

により経済厚生が悪化してしまう現象のことをいう。詳しくは Bhagwati [1958], Bhagwati et al [1998]を参照せよ。

$G(p, Z_1, Z_2)$ は、以下の性質を持つことが知られている<sup>19</sup>。

$$G_{Z_i} \equiv \frac{\partial G}{\partial Z_i} = r_i \quad (15)$$

$$G_{pZ_i} \equiv \frac{\partial^2 G}{\partial p \partial Z_i} > \frac{r_i}{p} > 0 \quad (16)$$

$$G_{pZ_2} < 0 \quad (17)$$

ある汚染排出 $Z_1, Z_2, Z^*$ の下で、この経済の均衡は次の3本の式で表すことができる。

$$E(p, u, Z_w) = G(p, Z_1, Z_2) \quad (18)$$

$$E^*(p, u^*, Z_w) = G^*(p, Z^*) \quad (19)$$

$$E_p(p, u, Z_w) - G_p(p, Z_1, Z_2) + E_p^*(p, u^*, Z) - G_p^*(p, Z^*) = 0 \quad (20)$$

ただし、 $Z_w$ は世界全体の汚染物質の排出量であり、 $Z_w = Z_1 + Z_2 + Z^*$ と書ける。 $G^*(p, Z^*)$ は外国の国民所得を表す通常のGDP関数で、労働賦存量 $L^*$ は一定とするので省略している。(18)と(19)式は、それぞれ自国と外国の予算制約式、(20)式は財1の国際市場の需給均衡条件を表している。両国において財1と財2は上級財とする。ワルラス法則から財2の国際市場は均衡している。

自国と外国の政府は、自分自身の厚生を最大にするように、それぞれ排出量 $Z_i$ と $Z^*$ を決定する。(15)-(17)式を全微分することで、以下の式が求められる。

$$\begin{aligned} \Delta \frac{du}{dZ_i} = & -[Z_p + Z_p^* + E_{pu}^*(E_p - G_p)]G_{Z_i} \\ & - (E_p - G_p)[E_{Z_w}(E_{pu} - E_{pu}^*) - G_{pZ_i}] + E_{Z_w}(Z_p + Z_p^*) \end{aligned} \quad (21)$$

$$\begin{aligned} \Delta \frac{du^*}{dZ^*} = & -[Z_p + Z_p^* - E_{pu}(E_p - G_p)]G_{Z^*} \\ & - (E_p - G_p)[E_{Z_w}^*(E_{pu} - E_{pu}^*) + G_{pZ^*}] + E_{Z_w}^*(Z_p + Z_p^*) \end{aligned} \quad (22)$$

<sup>19</sup> GDP関数の性質は、Dixit and Norman [1980]を参照せよ。

ただし、 $\Delta \equiv (E_p - G_p)(E_{pu} - E_{pu}^*) - (Z_p + Z_p^*)$ ,  $Z_p \equiv E_{pp} - G_{pp}$ ,  $Z_p^* \equiv E_{pp}^* - G_{pp}^*$ と定義される。ワルラスの安定条件より $\Delta > 0$ である。本分析においては、双対性アプローチで行われるように、 $E_u = E_u^* = 1$ と基準化する。 $E_{Z_W}^{(*)} (> 0)$ は汚染量の増加によるダメージを表しており、その値が大きいほど環境意識の高い消費者といえる。汚染 $Z_W$ が増えたとき、同じ効用に保つためには、財の消費量を増やして汚染増加による不効用を補わなければならないので、支出額が増えることを表している。

最適な環境規制の下での各国の排出税率 $G_{Z_i}$ と $G_Z^*$ は、(21), (22)式より、以下のように表される。

$$G_{Z_i} = -\frac{\Delta \cdot E_{Z_W} - (E_p - G_p)G_{pZ_i}}{Z_p + Z_p^* + E_{pu}^*(E_p - G_p)} \quad (23)$$

$$G_Z^* = -\frac{\Delta \cdot E_{Z_W}^* + (E_p - G_p)G_{pZ}^*}{Z_p + Z_p^* - E_{pu}(E_p - G_p)} \quad (24)$$

両国とも不完全特化しているので、両国の排出枠の要素価格に相当する排出税率は正である ( $G_{Z_i} > 0$ ,  $G_Z^* > 0$ )。消費者の環境意識が高いほど、より厳しい規制が課されると考えられる。このことは、(23)と(24)式において、 $E_{Z_W}^{(*)}$ が大きいほど $G_{Z_i}$ と $G_Z^*$ が大きいことを意味する。この妥当な性質が満たされるようにするために、自国が財 1 の輸出国である ( $E_p - G_p < 0$ ) ことから、(24)式の分母が負であると仮定する ( $Z_p + Z_p^* - E_{pu}(E_p - G_p) < 0$ )。この仮定の下では、両国において、消費者が汚染物質から受ける限界ダメージが大きいほど、政府の決定する環境規制水準は厳しくなる。

自国の各セクターに対する規制水準の強さを比較する。(23)式より、

$$r_1 - r_2 = \frac{E_p - G_p}{Z_p + Z_p^* + E_{pu}^*(E_p - G_p)} (G_{pZ_1} - G_{pZ_2}) \quad (25)$$

が得られる。自国が財 1 の輸出国 ( $E_p - G_p < 0$ ) であるので、(16)と(17)式を用いることで(25)式の右辺は正となる。つまり、自国政府は、セクター1 に対してセクター2 よ

り厳しい環境規制を行うことが最適である ( $r_1 > r_2$ )<sup>20</sup>。セクター1 に対して少ない排出量 $Z_1$ の割当をするので、排出枠の価格 $r_1$ が高いのである。また、2 国間の貿易量 ( $E_p - G_p$ ) が多いほど、セクター別の規制水準のギャップが大きくなることが分かる。したがって、次の命題2 を得る。

**命題2 (セクター別規制)**。 自国政府が国内厚生を最大化するように、セクター別に環境規制を行う場合、輸出財部門 (財1) に対して輸入財部門 (財2) よりも厳しい規制をかける。

この結果はほぼ自明である。自国政府は、財価格の変化も考慮して、環境規制の水準を決定している。輸出財部門であるセクター1 に対して厳しい規制をかけて、財1 の国際市場への供給量を減少させ、自国の交易条件を改善させて利益を得ようとしている。小国モデルでは、輸入関税が存在するならばセクター別の規制が最適となるが、大国モデルでは自由貿易でもセクター別規制が望ましい。

## 5.2 国際排出量取引

この節では、自国政府が環境規制をセクター別に行っている下で、外国と国際的な排出量取引を行う場合の効果を分析する。命題2 より、自国では輸出財部門であるセクター1 に対して厳しい環境規制がかかっている<sup>21</sup>。このとき、国際排出量取引市場を創設すると、自国においてセクター2 からセクター1 へと排出枠が移動する。同時に、自国と外国の排出枠の価格差に応じて、国際間での排出枠の移動も生じる。

ここでは、排出量取引前の各国の規制水準について、次のような状況を想定する。外国の環境規制の水準は自国よりも緩く、外国の排出枠価格 $r^*$ が、自国の低いセクター2 の排出枠価格 $r_2$ と等しいとする。また、排出量取引の取引価格 $r$ は、自国の高いセクター1 の排出枠価格 $r_1$ と外国の排出枠価格 $r^*$ の間にくるとする。つまり、 $r_1 > r > r_2 = r^*$ であると仮定する。この仮定は次のような状況を意味している。自国は環境意識の高い国 (先進国) で積極的に環境規制を行っているが、外国は環境意識が低い国 (発展途上国)

<sup>20</sup> 仮に自国が財2 の輸出国であるとき、(24)式の符号は確定しない。しかし、これは財2 を価値基準財としているためである。このとき、輸入財の財1 を価値基準財とすれば同様の結果を得る。

<sup>21</sup> 自国に国内産業間だけの排出量取引を行うインセンティブがないことは、命題2 の結果から明らかである。

で、前者の緩い方の規制が後者の全産業一律の規制よりも厳しくなっている。自国のセクター1 と外国が排出枠の買い手となり、自国のセクター2 が排出枠の売り手となるケース ( $r_1 = r^* > r > r_2$ ) については後述する。

国際排出量取引が始まると、自国のセクター1 が排出枠の買い手となり、自国のセクター2 と外国が排出枠の売り手となる。自国のセクター1 が購入する排出枠を $z_1$ 、自国のセクター2 が販売する排出枠を $z_2$ 、外国が販売する排出枠を $z^*$ とすれば、国際排出量取引が行われた場合の経済の均衡は、以下の式で表わされる。

$$E(p, u, Z_w) = G(p, Z_1 + z_1, Z_2 - z_2) - rz^* \quad (26)$$

$$E^*(p, u^*, Z_w) = G^*(p, Z^* - z^*) + rz^* \quad (27)$$

$$E_p(p, u, Z_w) - G_p(p, Z_1 + z_1, Z_2 - z_2) + E_p^*(p, u^*, Z_w) - G_p^*(p, Z^* - z^*) = 0 \quad (28)$$

国際排出量取引市場が均衡するためには、 $z_1 = z_2 + z^*$ が満たされなければならない。ワルラス法則より、財 2 の世界市場の均衡は満たされる。(26)と(27)式は自国と外国の予算制約式である。国際排出量取引があることの特徴は、(26)と(27)式の右辺の第 2 項で、それぞれ自国の排出枠購入の支払い、外国の排出枠の売却収入である。

ここで分析の便宜上、排出枠の取引量には、

$$dz_1 = (1 + \alpha)dz^* \text{ and } dz_2 = \alpha dz^* \quad (29)$$

という関係が成立しているとする。 $\alpha$ は非負のパラメーターで、国際間での排出枠の取引量に対して、国内のセクター間での排出枠の取引量がどの程度大きいかを表している。特に $\alpha = 0$ の場合は、排出枠の唯一の売り手は外国である ( $dz_2 = 0$ )。自国のセクター2 は、一定の環境規制が課せられたままで、排出量取引には参加しておらず、自国のセクター1 と外国の間で排出量取引が行われる。

まず排出量取引の財価格への影響を考察する。(19), (25), (26)式を全微分すると、

$$\begin{aligned} \Delta \frac{dp}{dz^*} = & -(1 + \alpha)(G_{pz_1} - E_{pu}G_{z_1}) + \alpha(G_{pz_2} - E_{pu}G_{z_2}) \\ & + (G_{pz^*} - E_{pu}G_{z^*}) - r(pE_{pu} - pE_{pu}^*)/p \end{aligned} \quad (30)$$

を得る. (15), (16)式より  $G_{pz_1} - E_{pu}G_{z_1} > \frac{r_1}{p}(1 - pE_{pu}) > 0$  と書き換えられるので, 財 2 が上級財 ( $1 - pE_{pu} > 0$ ) なので, (28)式の右辺第 1 項は負である. また, (17)式より右辺の第 2 項は負となる. ここで, 外国において財 1 が汚染集約的ではない (クリーンな財) と仮定すると,  $G_{pz^*} < 0$  である. したがって, 自国の財 1 の限界消費性向  $pE_{pu}$  が外国のそれ  $pE_{pu}^*$  よりも大きいならば, (28)式の右辺全体は負となる. つまり, 微少な排出量取引 ( $dz^* > 0$ ) によって, 財 1 の相対価格  $p$  は下がる. よって, 次の命題を得る.

**命題 3 (財価格の変化)**. 自国はセクター別の環境規制を行っており, 外国において財 1 (自国の輸出財) はクリーンな財 ( $G_{pz^*} < 0$ ) とする. 自国の財 1 の限界消費性向が外国のそれよりも大きい ( $pE_{pu} > pE_{pu}^*$ ) ならば, 国際排出量取引を始めると, 財 1 の価格は必ず下落する.

この結果の興味深いところは, 財の価格変化が, 排出枠の移動が生産面に与える影響だけでなく, 需要面に与える影響にも依存していることである. 直観的説明は以下の通りである. 国際排出量取引が開始されると, 自国のセクター 2 と外国から, 自国のセクター 1 へと排出枠が移動することによって, 自国での財 1 の生産が増加するとともに, 外国においてもリプチンスキー効果により財 1 (汚染集約的ではない財) の生産量が増加する. その結果, 国際市場での財 1 の供給量が増加して, 財 1 の価格は下落する力が働く. この財 1 の価格下落圧力は, 国際排出量取引による生産効率の改善によって, 所得が両国において増加することに伴うに財 1 の価格上昇圧力よりも強い. このことは, (30)式において第 1 項から第 3 項の符号が負であることに相当とする. また, 国際排出量取引の結果, 自国においては排出枠の購入費用の支払い (所得の減少), 外国においては排出枠の売却収入の受け取り (所得の増加) が生じている. 自国の財 1 の限界消費性向が外国のそれよりも大きいので, 自国において所得減少による需要の減少幅は, 外国における所得増加による需要の増加幅よりも大きい. つまり, 財 1 の世界需要は増えない. このため, 財 1 の価格は排出量取引によって必ず下落するのである.

次に国際排出量取引が各国の厚生にどのような影響を及ぼすのかを分析する. (26), (27), (28)式を全微分することによって, 各国の厚生効果が以下のように得られる.

$$\begin{aligned} \Delta \frac{du}{dz^*} = & -(Z_p + Z_p^*)[(G_{Z_1} - r) + \alpha(G_{Z_1} - G_{Z_2})] \\ & + (E_p - G_p)[(1 + \alpha)(G_{pZ_1} - E_{pu}^*G_{Z_1}) - \alpha(G_{pZ_2} - E_{pu}^*G_{Z_2}) - (G_{pZ}^* - E_{pu}^*G_Z^*)] \end{aligned} \quad (31)$$

$$\begin{aligned} \Delta \frac{du^*}{dz^*} = & -(Z_p + Z_p^*)(r - G_Z^*) \\ & - (E_p - G_p)[(1 + \alpha)(G_{pZ_1} - E_{pu}G_{Z_1}) - \alpha(G_{pZ_2} - E_{pu}G_{Z_2}) - (G_{pZ}^* - E_{pu}G_Z^*)] \end{aligned} \quad (32)$$

自国の厚生効果を表す(31)式の符号は一般に不確定である。仮に2国間の貿易量が十分に少ない ( $E_p - G_p \cong 0$ ) ならば, (31)式の右辺は正となるので, 微少な排出量取引によって自国の厚生は改善する。他方, 外国の厚生効果は明確である。(32)式の右辺第2項の中括弧内の  $G_{pZ_1} - E_{pu}G_{Z_1}$  は正なので, 外国において財1がクリーンな財 ( $G_{pZ}^* < 0$ ) ならば, (32)式の右辺は正となる。つまり, 外国の厚生は排出量取引によって上がる。まとめると, 次の命題を得る。

**命題4 (厚生効果)**。 自国はセクター別の環境規制を行っており, 外国において財1 (自国の輸出財) はクリーンな財 ( $G_{pZ}^* < 0$ ) とする。国際排出量取引によって, 排出枠の買い手となる自国の厚生は改善するかどうか不確定であるが, 排出枠の売り手である外国の厚生は必ず上がる。

需要面 (命題3の限界消費性向) の条件に依存せずに, 排出枠の売り手の厚生が改善することが興味深い点である。言い換えれば, 外国が得するためには, 財1の価格が必ず下がる必要はない。他方, 自国にとっては, 国際排出量取引だけでは厚生改善には必ずしも結びつかない。また, 環境規制が厳しくて排出枠の買い手となる自国は, 環境意識の高い先進国と考えられるので, 自国の輸出財である財1がクリーンな財であることは妥当な条件である。

この結果の直観的説明は以下の通りである。国際排出量取引には, 取引自体からの利益 (直接効果) と取引による交易条件の変化 (間接効果) の2つの効果がある。これらは, それぞれ(31)と(32)式の右辺の第1項と第2項である。両国とも直接効果は正であ

る。なぜなら、生産の効率性が高まるからである。ところが、間接効果は国によって異なる。排出量取引は、外国の輸入財である財1の価格を下げるように働く。よって、外国の交易条件は改善傾向であるが、自国にとっては交易条件の悪化傾向である。このため、外国は必ず厚生が改善するのである。しかし、自国は正と負の相反する効果があるために、厚生効果が不確定なのである。国際排出量取引によって、世界厚生（自国と外国の厚生の合計）は改善しているので、交易条件の変化次第では、両国の厚生が改善することはあり得る。

本稿の結果の政策的インプリケーションは以下の通りである。国際排出量取引は、汚染削減費用を均等化して世界厚生を高めるので、望ましいものである。相手国がセクター別規制を行っている場合、一律規制を行いかつ国際排出量取引の売り手となる国は、国際排出量取引を支持する傾向にある。しかし、セクター別規制を行っており、かつ排出枠の買い手となる国は、国際排出量取引への参加に慎重である。排出枠の移動による生産量の変化が大きくなければ、交易条件効果が小さくなるので、買い手国も国際排出量取引を支持する可能性が高い。しかし、交易条件効果が大きくなる時、両国ともに国際排出量取引から利益を得るためには、排出枠の売り手国から買い手国への所得移転の仕組みが必要となる。ここで重要なことは、所得移転の方向が、排出枠の売り手国（一般に環境規制の緩い発展途上国）から買い手国（一般に環境意識の高い先進国）であるということである。

日本はセクター別の厳しい環境規制を課している排出枠の買い手国に該当すると考えられる。日本は、排出量取引自体からの利益と、排出量取引に付随する交易条件の悪化の2種類の効果を考慮に入れて国際排出量取引を行う必要がある。交易条件の悪化効果を打ち消すためには、排出枠の購入価格が国内価格よりもかなり安くなければならない。日本は排出枠の取引価格について十分に留意することが必要である。

これまでとは異なり、自国のセクター1と外国が排出枠の買い手となり、自国のセクター2が排出枠の売り手となるケース（ $r_1 = r^* > r > r_2$ ）については、付録Aで分析している。これは一律規制している外国の規制が、セクター別規制を行っている自国の厳しい方の規制と同程度、という状況である。このとき、国際排出量取引の財価格への影響は不確定となる。また、厚生効果も不確定で、明確な厚生改善の条件を導出することができない。よって、本稿では上述のケースに焦点を当てた分析を行った。

先行研究では国際排出量取引の厚生効果は不明確であったが、本稿では国際排出量取

引の厚生効果が明確に得られる条件を明示した点が大きな貢献である。本研究の基礎となる Copeland and Taylor [2005]では、2国2財の一般均衡モデルを用いて、2国がそれぞれ国内の2つの産業を一律に規制している下で、国際排出量取引の厚生効果を分析している。環境経済学では、排出量取引は取引に参加した主体に対して利益があることが知られている。しかし、彼らは、国際貿易が行われている場合には、排出量取引が交易条件に影響を及ぼすため、排出量取引によって取引参加国の厚生が改善するかどうかは不確定であると主張している (Proposition 9, p.227)<sup>22</sup>。これに対して、本研究では、セクター別規制という現実的な設定を取り入れることで、排出量の売り手国の厚生は改善することを示した。異なる結果を得た直観的な理由は、国内一律規制を行っている Copeland-Taylor モデルの当初均衡は、セクター別規制を行っている本モデルと比べて効率的であるため、排出量取引による生産量の変化によって生じる交易条件効果は、彼らのモデルで小さいからである。

セクター別規制と国際排出量取引を理論的に分析した研究に、Marschinski et al. [2012]がある。Marschinski et al. [2012]では、2国2財の大国モデルを用いて、異なるタイプの環境規制を行っている国同士の国際排出量取引の影響について分析している。特に、産業内排出量取引市場と環境税の併用による産業別規制を行う国 (EU 型) と、国内全産業の一律規制の国 (アメリカ型) が、国際排出量取引を行うケースが本研究に関連している (Case 4, p.595)。彼らは、本研究と同様に、国内一律規制を行っている国が排出枠の売り手に、セクター別規制を行っている国が排出枠の買い手になる場合について分析している。しかしながら、国際排出量取引の厚生効果は不明確である。本モデルとの本質的な違いは、Marschinski et al. [2012]では、産業間を移動できる生産要素は排出枠だけであるという点である。この特徴のため、排出枠の売り手国では、リプチンスキー定理が成立せず、生産量の変化が不確定となる。つまり、排出量取引による財価格の変化 (交易条件効果) は大きくなり、厚生効果が不明確になってしまう。技術的には、彼らは、本モデルにおいて財 1 が外国で汚染集約的、かつ、 $\alpha = 0$  (排出枠の唯一の売り手は外国) のケースしか分析できていないことになる。このケースでは彼らと同様に厚生効果が不確定であることは、(31)と(32)式から容易に確認できる。本稿では、産業間を移動

---

<sup>22</sup> Copeland and Taylor [2005]は、完全特化した国と不完全特化した国が排出量取引を行った場合しか分析していない。そこで、本稿の付録 B において、両国が不完全特化の状況でも彼らの主張が成り立つことを確認している。

する排出枠以外の生産要素を考慮することで、Marschinski et al. [2012]で分析できなかったケースを考察できたので、明確な厚生効果を得られている。

## 6. おわりに

日本は京都議定書の締約国として、これまで温暖化ガスの排出削減に取り組んできた。議定書の第二約束期間には参加しないものの、今後も独自に排出削減を行っていく必要がある。現状では、様々な理由から、すべての排出源に対して一律の環境規制がなされておらず、効率的な汚染削減が行われていない。そこで、幅広い産業・業種を規制対象とした排出量取引市場の創設が望まれる。

本研究では、排出規制がまだら模様になっている状況の下で、排出を一律に規制する排出量取引市場を導入することの経済への影響に関して、小国モデルと大国モデルで分析した。セクター別規制は汚染削減費用の格差を作り出すので、それを解消する排出量取引市場の創設は望ましいと予想される。しかし、本稿では、一般に排出量取引の導入が望ましいとはいえないことを明らかにした。政策的インプリケーションの豊富な結果を得ることができた。

今後の研究課題として興味深いものとして、不完全競争の貿易モデルを用いたセクター別環境規制の効果に関する分析がある。また、セクター別規制の下で、国際排出量取引の実現のための環境政策の協調のあり方についての考察も重要である。これらの分析を行うことで、セクター別規制下で排出量取引を導入する際の留意点について、より深い理解が得られるだろう。

## 参考文献

- Antimiani, A., Costantini, V., Martini, C., Salvatici, L., Tommasino, M. C. [2013], “Assessing alternative solutions to carbon leakage,” *Energy Economics* vol. 36, pp. 299-311
- Babiker, M., Reilly, J., Viguier, L. [2004], “Is International Emissions Trading Always Beneficial?,” *The Energy Journal* vol. 25, No. 2, pp. 33-56
- Barrett, S. [1994], “Strategic environmental policy and international trade,” *Journal of Public Economics* vol. 54, pp. 325-338.
- Bhagwati, J. [1958], “Immiserizing Growth: A Geometrical Note,” *The Review of Economic Studies*, vol.25, pp.201-205.

- Bhagwati, J., Panagariya, A., Srinivasan, T. N. [1998] *Lectures on International Trade: 2nd Edition*, MIT Press
- Böhringer, C., Lange, A. [2005], "Economic Implications of Alternative Allocation Schemes for Emission Allowances," *The Scandinavian Journal of Economics* vol. 107, No. 3, pp. 563-581
- Böhringer, C., Rutherford, T.F., Tol, R.S.J. [2009], "The EU 20/20/2020 targets: an overview of the EMF 22 assessment," *Energy Economics*, vol.31, pp.S268-S273.
- Copeland, B.R. [1996], "Pollution content tariffs, environmental rent shifting, and the control of cross-border pollution," *Journal of International Economics*, vol. 40 , pp. 459-476.
- Copeland, B.R., M.S.Taylor [2005], "Free trade and global warming: a trade theory view of the Kyoto protocol," *Journal of Environmental Economics and Management*, vol.49, pp.205–234.
- Copeland, B.R., M.S.Taylor [2001], "Is Free Trade Good for the Environment?," *The American Economic Review*, vol. 91, No. 4, pp. 877-908
- Copeland, B.R., M.S.Taylor [1994], "North-South Trade and the Environment," *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 109, No. 3, pp. 755-787
- Copeland, B.R., M.S.Taylor [1995], "Trade and Transboundary Pollution," *The American Economic Review*, vol. 85, No. 4, pp. 716-737
- Copeland, B.R. , M.S.Taylor [2003], "Trade and the environment: theory and evidence," *Princeton University Press*, Princeton NJ
- Daniel, W, Bromley, [1995], *The Handbook of Environmental Economics*, Blackwell Handbooks in Economics, pp.367-368.
- Dinda, Soumyananda [2004], Environmental Kuznets curve hypothesis: a survey, *Ecological Economics* vol.49,No.4, 431–455.
- Dixit, A. K., Norman, V. [1980], *Theory of International Trade*, Cambridge University Press.
- Grossman, G.M. , Krueger, A.B. [1991], "Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement," NEER Working Paper, No. 3914
- Hoel, Michael [1996], "Should a carbon tax be differentiated across sectors?," *Journal of Public Economics* vol.59, pp.17-32.
- Houser, T., Bradley, R., Childs, B., Heilmayr, R. [2008], "Leveling The Carbon Playing Field:

- International Competition and U.S. Climate Policy Design,” *Peterson Institute for International Economics and World Resources Institute, Washington, DC*. pp.3-5.  
[http://pdf.wri.org/leveling\\_the\\_carbon\\_playing\\_field.pdf](http://pdf.wri.org/leveling_the_carbon_playing_field.pdf)
- Jones, R. W. [1971], “A Three Factor Model in Theory, Trade and History,” *In Trade, Balance of Payments and Growth: Papers in International Economics in Honor of Charles P. Kindleberger*, North-Holland.
- Ludema, R.D., Wooton, I. [1994], “Cross-Border Externalities and Trade Liberalization: The Strategic Control of Pollution,” *The Canadian Journal of Economics*, vol. 27, No. 4, pp. 950-966
- Marschinski, R., Flachsland, C. , Jakob, M. [2012], “Sectoral Linking of Carbon Markets: A Trade-Theory Analysis,” *Resource and Energy Economics*, vol.34, pp.585-606.
- Mayer, W., [1974], “Short-run and Long-run Equilibrium for a Small Open Economy,” *Journal of Political Economy* vol.82, pp.955-967
- Meade, J. E. [1952], “External Economies And Diseconomies in a Competitive Situation,” *The Economic Journal* vol.62, pp.54-67.
- Mussa, M. [1974], “Tariffs and the Distribution of Income: the Importance of Factor Specificity, Substitutability, and Intensity in the Short and Long Run,” *Journal of Political Economy* vol.82, pp.1191-1204
- Neary, J.P. [1978a], “Dynamic Stability and the Theory of Factor-Market Distortions,” *The American Economic Review* vol.68, No.4, pp.671-682.
- Neary, J.P. [1978b], “Short-Run Capital Specificity and the Pure Theory of International Trade,” *The Economic Journal* vol.88, No.351, pp.488-510.
- Perroni, C. , Wagle, R.M. [1994], “International Trade and Environmental Quality: How Important Are the Linkages?,” *Canadian Journal of Economics* vol. 27, No.3, pp. 551-567
- Rauscher, M. [1997], *International Trade, Factor Movements, and the Environment*, Clarendon Press Oxford
- Stern, David I. [2004], “The rise and fall of the environmental Kuznets curve,” *World Development* vol. 32, No.8, pp.1419–1439.
- Sugiyama, Y. , Saito, M. [2009], “Ecological dumping under foreign investment quotas,” *Journal of Economics* vol. 98, No. 2 , pp.137-153.

Takarada, Yasuhiro [2006], “Welfare Effects of Technology Transfer,” *Pacific Economic Review* vol.11, pp.75-86.

Takeda, S. [2005], “The effect of differentiated emission taxes: does an emission tax favor industry?,” *Economics Bulletin* vol. 17, No. 3, pp.1-10

有村 俊秀, 川瀬 剛志, 蓬田 守弘 [2012], 『地球温暖化対策と国際貿易: 排出量取引と国境調整措置をめぐる経済学・法学的分析』, 東京大学出版会

環境省[2008] 『平成20年版 環境循環型社会白書』

環境省[2009] 『温室効果ガス 2050年80%削減のためのビジョン』

環境省[2011] 『平成24年度 環境省税制改正要望の結果について』

環境省地球温暖化対策課 市場メカニズム室[2012] 『国内排出量取引制度について』

試行排出量取引スキーム運営事務局(内閣官房, 経済産業省, 環境省), [2008 2009 改定], 『試行排出量取引スキーム実施要領』

排出量取引に係る制度設計検討会, [2000] 『我が国における国内排出量取引制度について』

#### Web 資料

Australian Government, Department of Climate Change and Energy Efficiency,  
<http://www.climatechange.gov.au/default.aspx>

Center for Climate and Energy Solutions Working Together for the Environment and the Economy, <http://www.c2es.org/>

Climate Change Information New Zealand,  
<http://www.climatechange.govt.nz/>

Easily track the activities of the United States Congress.,  
<http://www.govtrack.us/>

European Commission, Climate Action, Policies, Emissions Trading System  
[http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/index_en.htm)

Mid-Atlantic States of the U.S., <http://www.rggi.org/>

New South Wales Government, Environment and Heritage,  
<http://www.environment.nsw.gov.au/>

Regional Greenhouse Gas Initiative an initiative of the Northeast, Australian Government,

Department of Agriculture, Fisheries and Forestry,

<http://www.daff.gov.au/>

United Nations Framework Convention on Climate Change,

<http://unfccc.int/2860.php>

The Website of the Republican Majority in Congress, <http://www.gop.gov/>

Western Climate Initiative,

<http://www.westernclimateinitiative.org/the-wci-cap-and-trade-program>

環境省自主参加型国内排出量取引制度, <http://www.jvets.go.jp/>

G8 北海道洞爺湖サミット,

<http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/summit/toyako08/index.html>

試行排出量取引スキームポータルサイト, <http://www.shikou-et.go.jp/>

東京都環境局, <http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/>

#### 付録 A. $r_1 = r^* > r > r_2$ のケース

このケースでは、自国のセクター1 と外国が排出枠の買い手に、自国のセクター2 が排出枠の売り手になる。経済の均衡は以下の式で表わされる。

$$E(p, u, Z_w) = G(p, \bar{Z}_1 + z_1, \bar{Z}_2 - z_2) + rz^* \quad (\text{A.1})$$

$$E^*(p, u^*, Z_w) = G^*(p, \bar{Z}^* + z^*) - rz^* \quad (\text{A.2})$$

$$E_p(p, u, Z_w) - G_p(p, \bar{Z}_1 + z_1, \bar{Z}_2 - z_2) + E_p^*(p, u^*, Z_w) - G_p^*(p, \bar{Z}^* + z^*) = 0 \quad (\text{A.3})$$

ただし、 $z_2 = z_1 + z^*$  で、 $dz_1 = \beta dz^*$  and  $dz_2 = (1 + \beta)dz^*$  という関係が成り立っているとす。ここで $\beta$ は非負の定数で、特に $\beta = 0$ の場合、国内産業間で排出量取引は行われない ( $dz_1 = 0$ )。

(A.1)-(A.3)を全微分することで、以下の式を得る。

$$\begin{aligned} \Delta \frac{dp}{dz^*} = & -\beta(G_{p\bar{Z}_1} - E_{pu}G_{\bar{Z}_1}) + (1 + \beta)(G_{p\bar{Z}_2} - E_{pu}G_{\bar{Z}_2}) \\ & - (G_{p\bar{Z}^*} - E_{pu^*}G_{\bar{Z}^*}) + r(pE_{pu} - pE_{pu^*})/p \end{aligned} \quad (\text{A.5})$$

$$\begin{aligned}\Delta \frac{du}{dz^*} &= -(Z_p + Z_p^*)[(r - G_{\bar{z}_1}) + \beta(G_{\bar{z}_1} - G_{\bar{z}_2})] \\ &\quad + (E_p - G_p)[\beta(G_{p\bar{z}_1} - E_{pu}^*G_{\bar{z}_1}) - (1 + \beta)(G_{p\bar{z}_2} - E_{pu}^*G_{\bar{z}_2}) + (G_{p\bar{z}^*} - E_{pu}^*G_{\bar{z}^*})]\end{aligned}\tag{A.6}$$

$$\begin{aligned}\Delta \frac{du^*}{dz^*} &= -(Z_p + Z_p^*)(G_{\bar{z}^*} - r) \\ &\quad - (E_p - G_p)[\beta(G_{p\bar{z}_1} - E_{pu}G_{\bar{z}_1}) - (1 + \beta)(G_{p\bar{z}_2} - E_{pu}G_{\bar{z}_2}) + (G_{p\bar{z}^*} - E_{pu}G_{\bar{z}^*})]\end{aligned}\tag{A.7}$$

この比較静学分析では、(31)と(32)式のように符号を確定することはできない。直観的理由は以下の通りである。

まず外国において財1がクリーンな財 ( $G_{pz^*}^* < 0$ ) とする。このとき、外国が排出枠の買い手になっているので、外国でクリーンな財1の生産が減少する。よって、財1の価格を上げる効果がある。他方で、自国の国内では、セクター2からセクター1へと排出枠が移動するので、財1の生産量が増加する。よって、財1の世界価格を引き下げる効果がある。外国と自国で相反する効果があるため、交易条件効果ははっきりとせず、厚生効果も明確に得られない。

次に外国において財1が汚染集約的な財 ( $G_{pz^*}^* > 0$ ) としても、同様に厚生効果は不明確である。このとき、自国と外国で財1の生産量が増えるので、財1の価格は必ず下がるように予想されるが、必ずしもそうならないことは(A.5)から分かる。よって、厚生効果も不明確となる。

## 付録 B. 国内一律規制の下での国際排出量取引

ここでは、Copeland and Taylor(2005)で示されている結果が、不完全特化の状況でも成立するかどうかを確認する。一般性を失うことなく、自国が排出枠の買い手、外国が排出枠の売り手となるケースを考える。この経済の均衡は以下の式で表される。

$$E(p, u, \bar{Z}) = G(p, Z + \bar{z}) - r\bar{z} \tag{B.1}$$

$$E^*(p, u^*, \bar{Z}) = G^*(p, Z^* - \bar{z}) + r\bar{z} \tag{B.2}$$

$$E_p(p, u, \bar{Z}) - G_p(p, Z + \bar{z}) + E_p^*(p, u^*, \bar{Z}) - G_p^*(p, Z^* - \bar{z}) = 0 \tag{B.3}$$

ただし,  $Z$ は自国の総排出割当量,  $Z^*$ は外国の総排出割当量,  $z$ は排出枠の取引量を表す.

(B.1)-(B.3)を全微分することで, 以下の式を得る.

$$\frac{dp}{dz} = \frac{1}{\Delta} [(G_{pz} - G_{pz}^*) - E_{pu}(G_Z - r) - E_{pu}^*(r - G_Z^*)]$$

$$\frac{du}{dz} = \frac{1}{\Delta} [E_{pu}^*(G_Z - G_Z^*)(E_p - G_p) + (G_Z - r)(Z_p + Z_p^*) - (G_{pz} - G_{pz}^*)(E_p - G_p)]$$

$$\frac{du^*}{dz} = \frac{1}{\Delta} [E_{pu}(G_Z - G_Z^*)(E_p^* - G_p^*) + (r - G_Z^*)(Z_p + Z_p^*) - (G_{pz} - G_{pz}^*)(E_p^* - G_p^*)]$$

両国が国内一律規制を行っている状況での国際排出量取引の効果は, 不確定であることがわかる.