

博士学位請求論文審査報告

武田史郎

An Economic Analysis of Environmental Regulations

1. 論文の主題と構成

本論文の目的は、最近とみに注目を集めている環境問題に関して、環境規制がどのようなインパクトを持つのかを経済学見地から分析することにある。特に、地球温暖化現象に対する経済諸政策がどのような影響をもたらすのかに武田氏の関心がある。この目的を果たすため、本文では、理論的モデルの構築及びCGE(Computational General Equilibrium)モデルによるシミュレーション分析が行われている。

本論文の章立ては以下のようになっている。

Chapter 1: Economic Analysis of Environmental Problems: An Overview

Chapter 2: The Analysis of Differentiated Emission Tax

Chapter 3: Economic Growth and Carbon Emissions

Chapter 4: The Double Dividend from Carbon Regulation in Japan

Chapter 5: Concluding Remarks

武田氏自信のオリジナルな分析は、第2章から第4章におさめられ、その各章がある程度独立した分析となっている。第2章が理論分析、第3章と第4章がCGEモデルを用いた実証分析である。

2. 各章の概要と評価

第1章 **Economic Analysis of Environmental Problems: An Overview** は、環境問題を経済学的な視点から概観し、その後のオリジナルな分析との関連づけをした、イントロダクションとなっている。具体的には、環境排出問題、地球規模での気候変動、環境クズネツ曲線、そして二重の配当問題に関する経済学的分析を概観している。

第2章 **The Analysis of Differentiated Emission Tax** では、国際貿易の一般均衡モデルを用いて、汚染排出税の理論的な分析を行っている。本章で分析の基礎として用いたモデルは、2財・2生産要素のヘクシャー＝オリーン・モデルである。このモデルに第三の生産要素として汚染排出を導入することで、環境汚染の分析が可能になっている。さらに小国の仮定により、財の価格を所与とすることで、分析を単純化している。

このような設定のもと、次のような想定をしている。労働賃金と資本レンタルは国内市場で決定されるが、第三の生産要素である汚染排出の価格は汚染排出税率として外生的に与えられる。さらにその排出税率は全ての産業に対して一律ではなく、

産業ごとに異なる可能性がある。この想定のもとで、ある産業の汚染税率が上昇した場合、当該産業の生産量や一国経済全体の汚染排出量がどのように変化するのかを考察している。

主要な分析結果は次の 2 点である。第 1 に、政府がある産業に対する排出税率を上昇させると、その産業の生産量が増加する可能性がある。通常は、汚染税率の上昇は産業の費用負担を増加させるので、その産業の生産量が低下すると予想される。この結果は、そうした直感に反するという意味で興味深い。また、その結果が導かれた要因を、生産要素間の代替性と補完性の概念を用いて解説している。

第 2 に、排出税率が一律に引き上げられた場合、排出総量は必ず低下するが、政府がある産業に対する排出税率のみを上昇させると、経済全体の排出量が増加してしまう可能性がある。排出税率の上昇した産業が、他の産業に比べて相対的に汚染集約度が低い状況において、この結果が導かれることが示されている。ある国が一方的に環境規制を強めると、汚染集約的な産業が環境規制の弱い国へ移動する、いわゆる「炭素漏れ(carbon leakage)」が指摘されている。本章で示された結果は、こうした炭素漏れが国内でも起こりうることを示したと解釈できる。

環境規制の理論的な分析の多くが、全ての産業に対して一律の排出税率を想定しているため、産業間で差別化された排出税政策の分析は極めて少ない。差別化された排出税政策を理論的に検討した先行文献として、Hoel (1996)を挙げる事が出来るが、その内容は本章の分析とは異なるものである。とくに、排出税率上昇の生産量への効果等、Hoel (1996)には無いオリジナルな貢献を含んでおり、本章での分析とその結果は高く評価される。

しかしながら、いくつかの問題点も残されている。第 1 に、ある産業の排出税率が上昇したとき、その産業の生産量が増加するという結果は、数値例に依存したものである。この点に関しては、注意深く検討されているが、数値例が実際に満たされる状況を詳しく特定化するなど、今後更なる検討の余地が残されていると思われる。

第 2 に、産業別の排出税率が一国全体の排出量に及ぼす影響をもう少し詳細に検討する必要がある。ここでは、汚染集約度が低い産業に対する排出税率上昇が、排出総量を増加させる可能性を示しているが、汚染集約度が高い産業に対する排出税率の変化については、分析が十分になされているとはいえない。この点については、汚染集約度の高い産業への排出税率上昇が、排出総量を増加させるケースがあるかもしれないと述べている。しかし、本当にそのようなケースが存在するのか、また、そのための条件は何かについても、今後の検討が望まれる。

第 3 に、分析対象となる経済が小国であることを仮定している。今後、2 国モデルを使って財の価格が世界市場で内生的に決定されるようにすれば、大国のケースについても、同様の分析が可能であるかもしれない。

以上、いくつかの問題点はあるもの、全体的には注意深く分析がなされており、主要な結果も理論的には興味深いものである。

第3章 **Economic Growth and Carbon Emissions** では、多部門・多地域・多期間 CGE モデルを用いて、将来の炭素ガスの総排出量を推計している。ここでの主な貢献は、炭素ガス抑制政策である炭素税の税率を所得水準の関数として内生化していることである。各国における汚染物質の排出は、一人あたりの所得水準に対して逆 U 字型をしていると考えられている。つまり、国民生産水準が上昇するにつれ汚染物質の排出は増加するが、それと同時に環境への関心が高まり汚染物質の排出は所得が高まるにつれ結局は抑制されていくという考え方である。この「環境に関するクズネツ曲線」を明示的にモデルに組み入れ、経済成長による炭素ガスの増加を内生的炭素税政策がどの程度抑制するかについて検証したことは評価に値する。本章では、所得水準と炭素税率の関係を京都議定書の取り決めから導いているが、そのような関係を前提とした場合、内生的炭素税が炭素ガスを抑制する効果は限定的で、発展途上国を中心とした経済成長による排出効果が上回るという結論を導いている

各期の経済は、標準的な CGE モデルに従っている。13 地域からなる世界を想定し、生産部門は原油や石炭など 5 つのエネルギー生産部門とその他 3 つの非エネルギー生産部門（エネルギー集約的産業など）からなる。生産要素・資源は労働、資本、化石燃料の 3 つを考え、各財の生産は入れ子構造の CES (Constant Elasticity of Substitution) 関数によって記述される。また、需要面は入れ子構造のコブ・ダグラス型効用関数によって規定されている。1997 年から 2020 年までの 24 期間を考え、各期内では経済主体は静学的問題を解くが、投資が来期の資本形成に貢献する形で経済が動学的につながっている。

炭素税の内生化は京都議定書の取り決めを用いて行われている。まず京都議定書で決められた炭素ガス排出規制を 2010 年において遵守するのに必要な炭素税率を各地域について求める。そして、炭素税が一人あたりの国民所得の 1 次関数だと仮定し、各地域の一人あたりの国民所得と炭素税率の対を「観測値」としてその 1 次関数を推計する。13 の全ての地域がその推計された関数に従って炭素税率を 2010 年から 2020 年まで毎年改定していくというのが本章で想定されている炭素税の内生化である。

この内生的炭素税によって、各地域の経済成長に伴い炭素税率が毎年増加していくことになる。従って、炭素税制策は間違いなく炭素ガスの総排出量を抑制するように働く。しかし、CGE モデルのシミュレーションでは 2010 年から 2020 年まで炭素税政策にも関わらず世界全体の炭素ガス排出量は年々増加していくことが示された。これは、経済成長による炭素ガス排出量の増加の影響が炭素税の抑制効果

を上回るからである。京都議定書で定められた規制は、炭素ガスの総排出量を減少させるほど厳しくないのである。特に、中国やインドなどアジア地域の炭素ガス排出量の伸びが大きくなっている。これらの地域では、成長率が高く炭素ガス排出量も飛躍的に増加する傾向があるが、絶対的な所得水準は炭素税率を十分高くするほどの域には達しない。また、いわゆる「炭素漏れ」が発生することも見取れる。京都議定書で炭素ガスの抑制を義務づけられた先進国において、炭素税政策によりいわゆる汚染産業の生産高が縮小する。ところがそれは炭素税率が低い発展途上国で汚染産業の生産高が上昇することにつながり世界的には炭素ガスの排出量が増加してしまうのである。

本章の結論はシミュレーションによっているので、分析で用いた数値等に関して結果がどのくらい依存しているかが問題となる。その間に答えるべくここでは、(1)所得と炭素税率の関係を1次関数ではなく2次関数と仮定してみる、(2)化石燃料供給の価格弾力性を変更してみる、(3)エネルギー集約的産業における生産要素の代替の弾力性を変更してみる、(4)所得と炭素税率の関係を推計する際京都議定書から脱退したアメリカ合衆国を除く、といった4つの点を吟味している。まず(1)の点は、推計した2次関数は凸関数となり炭素ガスの排出量を大きく増加させる発展途上国の炭素税率がより低くなり、炭素ガスの総排出量がかえって増加するという結論を得た。(2)では、化石燃料供給の価格弾力性を小さくし化石燃料の増加を抑えてみたが、炭素ガスの総排出量は増加していくという結論は変わらなかった。(3)は環境問題に関する技術進歩を組み込むことにもつながる重要な点である。代替の弾力性が高ければ、炭素税の導入により炭素ガスを多く発生させる石炭のようなエネルギーからそれほどでもない天然ガスといったエネルギーへの代替が進みやすい。代替の弾力性は炭素ガスの排出に大きな影響を与えることがモデルから導かれるが、それでもやはり経済成長の影響を消し去るほどではないことが示された。最後に(4)の点についても同様のことが言える。高所得国であるアメリカ合衆国を除いて推計した所得と炭素税の関係式の下では、炭素税率が低くなり経済成長が炭素ガスの排出量を増加させるという結論は変わらない。

CGEモデルを用いると政策効果をいろいろなシナリオの下で検証していくことが可能になる。また、各産業、各地域に対する影響も緻密に検証できる。本章は、経済成長が世界全体の炭素ガス総排出量に与える影響を、CGEモデルを用いて厳密に分析している。炭素税を内生化するという新たな試みをしていると同時に、CGEモデルの特徴を十分活かし様々なシナリオを検証していることも高い評価に値する。ただし、環境にやさしい技術の開発など、企業の環境に対する取り組みが全く導入されていないため、ここで得られた結論は炭素ガスの排出を多めに見積もっていると考えざるを得ない。技術開発等の企業努力をモデルに組み込んでいくのが今後の課題だろう。

第4章 The “Double Dividend” from Carbon Regulation in Japan では、いわゆる「環境規制の二重の配当」仮説を、日本の温室効果ガス規制について CGE 分析を用いて検証している。環境規制の二重の配当仮説とは、以下のようなものである。すなわち、外部性としての環境汚染を内部化するために政府が排出税や排出権取引などの政策を導入した場合に、そこから収入が得られるため、それを財源とすることによって、既存の法人税や所得税等を引き下げることが可能となる。法人税や所得税等は経済に歪みをもたらしているため、それらを引き下げるとは経済活動の効率性を改善することにつながる。その結果、環境規制の実施によって環境が改善されるだけでなく、経済活動の効率性も改善されることが期待される。前者を第一の配当と呼び、後者を第二の配当と呼ぶ。環境規制がこの2つの効果を持ちうるというのが環境規制の二重の配当仮説である。

環境規制の二重の配当に関する実証研究では、通常、第一の配当、すなわち環境の改善に関しては、環境規制の実施によって当然得られる効果であるし、また貨幣単位での評価が必ずしも容易ではないということから、分析の対象からは除外し、第二の配当、すなわち税のスワップによる効率性の改善にのみ注目して分析される。本章でも、先行研究に倣って、第二の配当にのみ焦点を当てて分析を行っている。

環境規制の二重の配当仮説に関しては、理論的に提唱された当初は非常に期待されたが、その後、実証的な分析が行われるにつれて、現実には二重の配当が得られる可能性は低いことが明らかになってきた。しかし、先行研究の多くは欧州や米国に関して分析を行っており、それが日本にも当てはまるかどうかは必ずしも明らかではない。日本に関して分析を行った論文もいくつかあるが、それらはすべて静学的な枠組みを用いており、本章のように動学的な枠組みで日本に関する分析を行ったものは他にない。静学モデルでは、労働税の引き下げ等、限られた税とのスワップしか考えられないのに対して、動学モデルでは、労働税に加えて、資本税など、より幅広い税とのスワップが想定できるという利点がある。また、効率性改善の効果を異時点間における厚生の変化によって捉えられることも動学分析の利点である。

本章で行った CGE 分析では、1995 年の産業連関表と 2003 年の国民経済計算年表に基づき、27 セクターから成るモデルを組んでいる。また、温室効果ガスの発生源として、原油や石油精製品、石炭、天然ガス、電力等をモデルに含めている。さらに、既存の税体系を、労働所得税、資本所得税、消費税、資本に関連した法人税（資本税）、雇用に関連した法人負担（労働税）、生産面の間接税、輸入関税、消費面の補助金の8つに分類している。シミュレーションは 1995 年をベンチマークとして、2095 年までの 100 年間について行った。分析の単純化のために、日本が小国であるという仮定や、政府の財政収支や貿易収支が対象期間において異時点間

で均衡するという仮定などが置かれている。

温室効果ガスに対する規制として、温室効果ガスの総量規制を行い、国内で排出権取引を行うことを想定している。政策のシナリオとしては、何も規制を行わないケース（BAU）、1995年の排出量まで削減するケース（C100）、その中間の4段階の削減レベル（C1、C25、C50、C75）の合計6つのシナリオを想定している。また、排出規制によるスワップの対象として、労働所得税、資本所得税、消費税、資本税、労働税の5つに加えて、排出規制からの収入を家計へ一括移転するケースについても分析している。

本章におけるCGE分析から、欧米諸国に関する先行研究において示されてきたのと同様に、日本における温室効果ガス規制から二重の配当が得られる可能性は低いという結果が得られた。より具体的には、ほとんどのケースにおいて、排出規制に伴う税のスワップを行っても、家計の生涯効用で測った社会厚生は悪化する。厚生が改善するのは資本税を引き下げるケースのみで、しかも削減幅が小さいケース（C1、C25、C50）に限られる。厚生が悪化する程度が比較的軽いのは資本所得税や資本税など、資本面の課税を引き下げるケースである。

これらの結果から得られたインプリケーションとしては、先行研究で示されてきたのと同様に、日本における温室効果ガス規制に関しても二重の配当が得られることを期待することはあまりできないものの、仮に排出規制に伴って税のスワップを行うならば、資本面の課税とスワップされるのが最も望ましい。その理由としては、既存の税体系において資本面の課税が経済に最も大きな歪みをもたらしているからであると考えられる。

本章の分析は、環境規制の二重の配当に関して、日本における温室効果ガス規制を取り上げて、動学的な枠組みで分析を行った初めての試みとして高く評価することができる。京都議定書が最近発効し、温室効果ガスの排出規制が今後本格的に行われるようになると考えられ、また炭素税の導入に関する議論も活発化している。そのような状況において、本章の研究は時宜にかなったものであり、政策的なインプリケーションにも富んでいる。分析結果そのものは先行研究と大きく異なるものではないが、そのこと自体にも意味があると考えられるし、また細かい点では欧米諸国のケースとの違いを示していて興味深い。さらに、様々な感応度分析により分析結果がロバストであることを確認している点も評価できる。研究のレベルも、然るべき学術専門誌に掲載される水準に達していると判断される。

しかしながら、残された課題もいくつかある。例えば、シミュレーションにおいて生産面での技術進歩が全く考慮されていない。シミュレーションを行う上で、技術進歩を導入することがテクニカルな困難を伴うことは予想されるが、100年間という分析の対象期間を考えると、その間の技術進歩は相当程度あると考えられ、その効果もかなり大きいことが容易に想像できる。したがって、より現実的な分析を

行うためには、技術進歩を考慮することが重要であると考えられる。また、分析結果の説明に関して、なぜそのような結果が得られたのかを必ずしも十分に説明し切れていない箇所があり、その点に関しては更なる解明が求められる。

3. 論文の包括的評価

以上、武田氏の博士学位請求論文の各章の概要と評価を述べてきた。本論文は、地球温暖化に関する経済問題を理論・実証の両面から考察したものである。これらの研究成果は、日本経済学会や数々のセミナーなどでもすでに報告され、そこでのコメントも取り入れたかなり完成度の高いものとなっている。結論も興味深く、政策的な示唆に富んでいると言えよう。

しかしながら、残された課題も多い。包括的にみると、地球温暖化問題のごく限られた側面の分析やシミュレーション分析の恣意性といった点に多少の不満が残る。これらの課題には、是非今後武田氏に取り組んでいてもらいたい。しかし、氏が論文において取り組んでいる問題は、大変重要な課題であり、これらの課題に、たとえ制限された枠内においてであれ、真摯に答えようとする氏の態度、そして関心の深さは大いに評価されよう。

もちろん、残された課題が博士学位請求論文としての基本的な評価を左右するものではなく、審査員一同は、武田史郎氏が一橋大学博士（経済学）を授与されるべき資格を十分有していると判断する。

2005年3月7日

審査員 石川城太
遠藤正寛
神事直人
古沢泰治
蓬田守弘
(50音順)