

令和 4 年 6 月 26 日現在

機関番号：34304

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18K01633

研究課題名(和文) 応用一般均衡モデルによる日本の温暖化対策の経済的分析

研究課題名(英文) Economic analysis of climate change policy in Japan by computable general equilibrium model

研究代表者

武田 史郎 (Takeda, Shiro)

京都産業大学・経済学部・教授

研究者番号：00364688

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：温暖化対策は経済に負担をもたらすと言われている。そこで本研究では、応用一般均衡分析というシミュレーション分析のアプローチを用いて、様々な温暖化対策の効果を定量的に分析した。具体的には次のような分析をおこなった。まず、環境税制改革という形の温暖化対策の分析をおこなった。第二に、温暖化対策の地域別の効果の分析をおこなった。最後に、温暖化対策において導入が検討されている国境調整措置の効果の分析をおこなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現在、温暖化対策が世界各国の重要な課題になっているが、一言に温暖化対策といっても、多様な政策がある。多様な政策の中からどのような手段を用いていけばよいかを考えていく必要があるが、その際の一つの基準は各対策の経済的な影響の違いである。経済的な側面からは、できる限り経済的な負担が小さい政策が望ましい。本研究はシミュレーション分析によって様々な温暖化対策の経済的影響を明らかにするものであり、学術的にも、政策立案上も有用な情報を提供する研究となっている。

研究成果の概要(英文)：Climate change policies are said to bring a burden to the economy. In this study, we quantitatively analyzed the effects of various climate change policies using a simulation analysis approach (computable general equilibrium analysis). Specifically, the following analyses were conducted. First, we analyzed CO2 reduction policy in the form of environmental tax reform in Japan. Second, we analyzed the regional effects of carbon tax in Japan. Finally, we analyzed the effects of border adjustment measures that are being considered for introduction for mitigating carbon leakage.

研究分野：環境経済学

キーワード：温暖化対策 炭素税 排出量取引 応用一般均衡分析

1. 研究開始当初の背景

2015年にパリ協定が発効し、地球温暖化対策に積極的に取り組んでいくことが世界全体としての課題となった。日本も2030年までに温室効果ガス(GHG)を2013年比46%削減、さらに2050年までにカーボンニュートラルという目標をかかげている。このように大枠の削減目標は決定されているが、その目標をどのような政策手段によって達成していくかということについてはまだ明確な道筋(計画)があるわけではなく、今後検討していくことが求められている。例えば、CO₂規制にはコマンド&コントロールのような伝統的な環境規制の方法もあれば、炭素税、排出権取引のような経済的手法もある。また、排出権取引一つをとっても見ても、制度のあり方は多様であり、様々なタイプがありうる。このような多様な政策手段のうちどれを利用して、削減目標を達成するかが重要な検討課題となっている。

2. 研究の目的

既述の通り、CO₂削減のための手段には多様な選択肢があるが、どの手段を採用するかによって、排出削減の経済的な影響が大幅に変わってくる可能性がある。例えば、炭素税による税収の用途を変更するだけでGDPへの影響が大きく変わるという研究もある。従って、温暖化対策立案においては、どのような手段を用いることでどのような経済的な影響が生じるかという定量的な情報が不可欠である。しかし、日本の温暖化対策について、そのような経済的な影響に関する情報が十分に提供されているとは言えない状況にある。そこで本研究では、応用一般均衡モデル(以下、CGEモデル)を用いて、日本におけるCO₂削減政策がどのような経済的影響をもたらすかを、シミュレーションによって定量的に明らかにすることを試みた。具体的には、特に次の3つの分析をおこなった：1) 環境税制改革の分析、2) 炭素税の地域別効果の分析、3) 国境調整措置の分析

(1) 研究1：環境税制改革の分析

まず、一つ目として、環境税制改革の分析をおこなった。炭素税や排出量取引などの経済的な規制を用いた場合、政府に新たな収入が生じることが多い。政府はその新たな収入によって総収入を一定に保ちつつ、既存の(歪みをもたらす)税を軽減することが可能になる。従って、CO₂排出の削減と同時に、経済の効率性の改善を実現することができる。これは環境規制の「二重の配当」と呼ばれる考え方である。

もし二重の配当を実現できれば、小さい負担でCO₂の排出規制を導入できるということになる。しかし、二重の配当が生じるかどうかは、既存の税制の状況やどのような環境規制かに強く依存しており、その可能性を明らかにするには慎重な分析が必要になる。そこで、本研究では、CO₂の排出規制の導入と様々な税の減税という政策の組み合わせを分析し、日本における二重の配当の可能性を明らかにするとともに、どのような税制改革を組み合わせることが望ましいかを明らかにする。

(2) 研究2：炭素税の地域別効果の分析

二つ目は、炭素税の地域別の効果の分析である。日本の温暖化対策のCGE分析はこれまでそれなりにおこなわれてきているが、そのほとんどが日本を一つの地域として扱ったモデルによる分析である。しかし、温暖化対策の効果は、同じ国の中であってもどの地域かによって大きく変わる可能性がある。その理由は、第一に、地域によって生産構造が異なるためである。CO₂削減では、CO₂を大量に排出するエネルギー集約産業が重要な意味を持つが、日本ではエネルギー集約産業の地域的な分布に偏りがある。第二に、消費構造が地域によって異なっている。化石燃料を多く消費している地域はCO₂削減の影響を強く受けやすいが、日本では寒冷地で暖房用の化石燃料消費が多い傾向にあるし、公共交通機関の普及が進んでいない地域では自動車用の燃料消費が多くなる。そして、第三に、地域間で発電の電源構成も異なっている。CO₂削減に際しては、火力発電への依存度が高い地域が影響を受けやすいが、地域間で火力発電依存度には大きな差がある。以上のような地域間の差により、温暖化対策の経済的影響に大きな差が生じうる。そこで本研究では、日本を複数地域に分割したCGEモデルによって、温暖化対策(炭素税)導入の地域別の効果を分析する。

(3) 研究3：国境調整措置の分析

三つ目は国境調整措置の分析である。温暖化対策の導入はその地域における生産費用の増加をもたらす、企業の国際競争力を低下させる効果があると言われている。このようなことが実際に生じるとすると、温暖化対策に熱心な国ほど経済的には不利な立場になってしまうことになるので、温暖化対策への取り組みを抑制する効果を持つ。さらに、企業の国際競争力の低下は生産活動を海外に移転させることに通じ、それはむしろ海外でのCO₂排出量を増加させるということにもつながる。この問題は「カーボンリーケージ」と呼ばれる。企業の国際競争力の低下、カーボンリーケージという問題を防ぐ第一の方法は、全ての地域が同様に温暖化対策を導入することである。しかし、途上国にも先進国と同様の温暖化対策を求めることは難しいため、全ての地域での一律の対策は困難である。そこで、国境調整措置という政策が提案されている。国境調

整措置とは温暖化対策をしていない（あるいは、温暖化対策が緩い）国からの輸入品に対し、その生産から排出された CO₂ の量に応じて税金をかける仕組みのことを指す。排出規制の導入と同時に国境調整措置を導入することで、排出規制が緩い地域からの輸入の増加を抑えることができ、カーボンリーケージもある程度防ぐことができると言われている。本研究では、そのような国境調整措置を導入することで、実際の程度、企業の国際競争力の低下やカーボンリーケージを防止できるかを分析する。

3. 研究の方法

研究のアプローチとしては、CGE モデルによるシミュレーション（CGE 分析）を利用した。CGE 分析とは一般均衡モデルとデータを組み合わせたシミュレーションの手法である。CGE 分析では、多数の財・サービス、生産要素を同時に考慮し、経済全体をカバーする一般均衡モデルを利用することで、政策が個々の産業に与える影響を分析すると同時に、GDP や所得などのマクロ経済への影響も分析できるという利点がある。CGE 分析は、温暖化対策において幅広く利用されているだけでなく、貿易政策、租税政策、災害対策など様々な分野でも利用されている。

CGE 分析で利用するモデルは、部門・財の分類、地域についての想定（一地域か複数地域のモデルか）、時間の扱いについての想定（静学モデルか動学モデルか）などの点において様々な選択肢があり、どのようなモデルを選ぶかは分析の目的により変更することが普通である。本研究でも分析の目的に応じて、異なった CGE モデルを構築し、利用している。

まず、研究 1 では、日本一国を対象とした動学的な CGE モデルを利用している。しかも、動学モデルといっても、CGE 分析でよく利用される逐次動学モデルではなく、経済主体が動学的な最適化行動をとる forward-looking 型のモデルを利用している。このモデルを用いたのは投資をより適切に扱うためである。

研究 2 の炭素税の地域別効果の分析では、日本を 10 地域に分割した静学的な CGE モデルを利用している。CGE 分析ではベンチマークとなるデータを利用するが、この複数地域のモデルのためには、日本を複数地域に分割した地域間産業連関表が必要になる。これには 2011 年の 47 都道府県間表を統合したデータを用いている。

研究 3 の国境調整措置の分析には、多数の国を含んだグローバルな動学的 CGE モデルを利用している。多地域の CGE モデルを使う場合には通常 GTAP (Global Trade Analysis Project) のデータが用いられるが、本研究でも GTAP データを利用している。

4. 研究成果

(1) 研究 1

表 1 が研究 1 の主な結果をまとめた表である。LMP が純粋な炭素税のケース、その他が環境税制改革のケースで、INC は炭素税 + 所得税減税、COR は炭素税 + 法人税減税、CNT は炭素税 + 消費税減税のケースを指し、それらの政策が GDP、所得、期間効用などの変数に与える影響（BAU 値からの変化率、%）を表現している。

まず、多くの指標について弱い二重の配当が生じている。さらに、いくつかの指標については強い二重の配当が生じており、むしろ排出規制を導入した方が望ましい結果となっている。ただし、期間効用、生涯効用などについては弱い二重の配当が生じないケースもあり、必ずしも環境税制改革が望ましいとは限らないという結果も出た。

以上の結果をまとめると、1) 多くの指標について、環境税制改革という形式をとった方が望ましい結果になる可能性が高い、2) ただし、指標によってはむしろ悪くなる場合もあるので、政策上、どの指標を重視するかで望ましい政策の形態が変わってくるということになる。この研究により、環境税制改革という形の温暖化対策の有効性を一定程度は示すことができた。この研究 1 の成果は Takeda and Arimura (2021) として公開されている。

表 1：炭素税の効果（BAU 値からの変化率、%）

		LMP	INC	COR	CNT
2030	GDP	-0.28	0.03	0.99	0.19
	所得	-0.40	-0.06	1.10	0.63
	期間効用	-0.30	-0.41	-0.49	-0.05
2050	GDP	-2.09	-1.51	-0.13	-1.78
	所得	-2.93	-2.28	-0.68	-2.12
	期間効用	-1.95	-1.93	-1.69	-1.77
	生涯効用	-0.47	-0.47	-0.68	-0.43
	GDPの割引現在価値の和	-0.49	-0.25	0.66	-0.19
	所得の割引現在価値の和	-0.70	-0.44	0.65	-0.07

(2) 研究 2

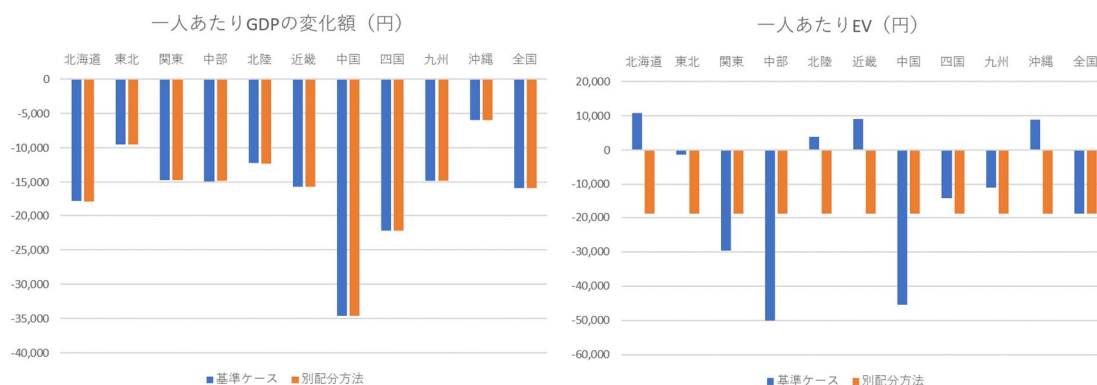
次に研究 2 の主要な結果を説明する。下の図 1 は炭素税導入による「一人当たり GDP の変化

額（円）」と「一人あたり EV（等価変分、円）」の値をグラフにしたものである。「基準ケース」は炭素税の税収を人口比で各地域に配分したケース、「別配分方法」は炭素税収を一人あたり EV が等しくなるように配分したケースである。

まず、基準ケースについてであるが、一人あたり GDP の変化額が地域によって大きな異なることがわかる。つまり、炭素税導入による GDP への影響は地域によって大きく異なることになる。一人あたり EV についてはさらに大きな差があり、地域によってはプラスになっている。各地域の厚生への影響は GDP 以上に地域間での差が大きいということになる。以上の結果は、単純な炭素税という政策では、その負担に地域間で大きなばらつきが生じる可能性が高いということを示唆している。

そこで、家計に帯する負担の平準化が可能かを示したのが「別配分方法」のケースである。このケースでは炭素税収を各地域の一人あたり EV が等しくなるように配分している。一人あたり GDP への効果はほぼ基準ケースと変わらないが、一人あたり EV は均等化する。これは、炭素税収の配分方法を上手く設計することで、少なくとも家計の負担は地域間で同じにできるということを示している。温暖化対策の負担が地域間で大きく異なることは公平性の観点からもあまり望ましいとは考えられないため、今後はそのような地域別の影響に配慮しつつ、温暖化対策を設計していくべきであろう。この研究 2 の成果は武田（2022）として公刊されている。

図 1：炭素税の「一人あたり GDP」への効果と「一人あたり EV」の額



(3) 研究 3

研究 3 では排出規制とともに国境調整があるケースとないケースでの 2050 年における影響を分析した。その結果、国境調整があるかないかで、日本への影響にはほとんど差がないということがわかった。国境調整措置によって企業の国際競争力への影響、カーボンリーケージが大きく変わりうるのではないかと予測をしていたが、シミュレーション結果ではむしろほとんど変わらないということになった。これは多くの国が削減に取り組むことになる長期には、国境調整措置の有無はあまり重要な意味を持たないということを示唆している。この研究 3 は Takeda (2021)として公刊されている。

- Takeda, S., Arimura, T.H. (2021) “A computable general equilibrium analysis of environmental tax reform in Japan with a forward-looking dynamic model”. Sustainability Science, 16, 503-521. <https://doi.org/10.1007/s11625-021-00903-4>
- 武田史郎 (2022)「応用一般均衡モデルによるカーボンプライシングの地域別経済効果の分析」, 有村俊秀・杉野誠・鷲津明由 (編)『カーボンプライシングのフロンティア：カーボンニュートラル社会のための制度と技術』, 日本評論社, pp. 25-42.
- Takeda, S. (2021). “The Competitiveness Issue of the Japanese Economy Under Carbon Pricing: A Computable General Equilibrium Analysis of 2050”, in: Arimura, T.H., Matsumoto, S. (Eds.), Carbon Pricing in Japan. Springer Singapore, Singapore, pp. 181-196. https://doi.org/10.1007/978-981-15-6964-7_10

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Takeda Shiro	4. 巻 1
2. 論文標題 The Competitiveness Issue of the Japanese Economy Under Carbon Pricing: A Computable General Equilibrium Analysis of 2050	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Arimura T.H., Matsumoto S. (eds) Carbon Pricing in Japan. Economics, Law, and Institutions in Asia Pacific.	6. 最初と最後の頁 181 ~ 196
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-15-6964-7_10	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 有村 俊秀、武田 史郎、尾沼 広基	4. 巻 11
2. 論文標題 炭素価格の二重の配当	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 環境経済・政策研究	6. 最初と最後の頁 73 ~ 78
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14927/reeps.11.2_73	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 武田史郎	4. 巻 1
2. 論文標題 応用一般均衡モデルによるカーボンプライシングの地域別経済効果 の分析	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 有村俊秀・杉野誠・鷲津明由 (編) 『カーボンプライシングのフロンティア: カーボンニュートラル社会のための制度と技術』	6. 最初と最後の頁 25-42
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Takeda Shiro, Arimura Toshi H.	4. 巻 16
2. 論文標題 A computable general equilibrium analysis of environmental tax reform in Japan with a forward-looking dynamic model	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sustainability Science	6. 最初と最後の頁 503 ~ 521
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11625-021-00903-4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Takeda, S., Arimura, T.H. & Sugino, M	4. 巻 74
2. 論文標題 Labor Market Distortions and Welfare-Decreasing International Emissions Trading.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Environmental and Resource Economics	6. 最初と最後の頁 271-293
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10640-018-00317-4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計3件(うち招待講演 0件/うち国際学会 1件)

1. 発表者名 武田史郎
2. 発表標題 応用一般均衡モデルによる日本の環境税制改革の分析
3. 学会等名 環境科学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 武田史郎
2. 発表標題 応用一般均衡モデルによる日本の環境税制改革の分析
3. 学会等名 環境経済政策学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shiro Takeda
2. 発表標題 A Computable General Equilibrium Analysis of Environmental Tax Reform in Japan
3. 学会等名 East Asian Association of Environmental and Resource Economics (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------