

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 5 月 15 日現在

機関番号：34304

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K03479

研究課題名(和文) 応用一般均衡モデルによる温暖化対策、及び原発削減の分析

研究課題名(英文) Computable general equilibrium analysis of climate change policy and nuclear phaseout policy

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) 1,600,000円

研究成果の概要(和文)：現在、日本は2050年までに温室効果ガスを80%削減するという目標を設定し、温暖化対策に取り組んでいる。このような温暖化対策を実施していくにあたり、その経済的な影響についての情報が非常に重要になる。本研究は今後日本において導入が検討されている温暖化対策(CO2の排出規制)、及び原子力発電削減の経済的影響を定量的に分析するという研究である。

分析には応用一般均衡モデル(CGEModel)によるシミュレーションを用いている。分析によって、温暖化対策(CO2の削減)が経済に与える影響を、多様なシナリオ、多様な観点から明らかにすることができた。

研究成果の概要(英文)：Japan has decided to reduce greenhouse gases by 80% until 2050. To achieve the target, the government plans to introduce various GHG abatement policies. To discuss such policies, the information about their economic impacts is very important. This study aims to quantitatively analyze the economic impacts of the future GHG reduction policies and nuclear reduction policies in Japan.

For the analysis, we use the simulation approach by a computable general equilibrium model. As a result of our analysis, we have shown the economic impacts of GHG reduction policies in Japan.

研究分野：環境経済学

キーワード：環境経済学 地球温暖化 応用一般均衡分析

## 1. 研究開始当初の背景

### 【研究の背景】

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26%削減するという独自の目標を掲げるとともに、長期的には2050年までにGHGの80%の削減を目指している。

このように、温暖化対策の必要性が認識され、温暖化対策の導入が進むと同時に、温暖化対策の導入の経済的効果、環境的効果をシミュレーション分析によって定量的に予測・評価するという研究が海外では盛んに行なわれている。特に、その際に応用一般均衡モデル(computable general equilibrium model、以下CGEモデル)というアプローチが利用されることが多い。例えば、MITの研究者たちはEPPAモデルというグローバルCGEモデルを用いて、世界各国の多様な温暖化対策をシミュレーションによって分析している。OECDもENV-LinkagesモデルというCGEモデルを用いた分析を数多くおこなっている。その他にも各国の研究者が独自のCGEモデルを構築し、シミュレーション分析をおこなっている。しかし、日本においては、温暖化対策導入の議論は活発であっても、温暖化対策の経済的影響を定量的に分析するという研究が非常に少ない状況にある。

## 2. 研究の目的

本研究はCGEモデルを利用し、今後導入が検討されている温暖化対策(GHGの排出規制)及び原子力発電削減の経済的影響を定量的に分析するという研究である。温暖化対策の導入は化石燃料の利用を抑制することに繋がることから、経済活動の抑制に繋がる。化石燃料は生産、発電、輸送などの目的のために経済において広範囲に利用されていることから、温暖化対策は経済全体に大きなインパクトを与えうる政策である。CO<sub>2</sub>の削減量によってその影響は変わってくることから、適切なCO<sub>2</sub>削減量を決定するには、その経済的な影響についての定量的な情報が不可欠になる。

経済的な影響としては、まずGDPや国民所得などのマクロ的な影響がある。これに加え、個々の産業や家計などの個々の経済主体に対する影響も重要である。本研究では、GDPや国民所得などの経済全体として影響とともに、個々の経済主体への影響も分析することを目的としている。

また、温暖化対策といってもその手段は多様である。例えば、企業や家計による自主的な削減という方法もあれば、政府による規制もある。また、政府による規制にはコマンド&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。さらに、排出権取引一つをとってもみても、制度のあり方は多様であり、様々なタイプがありうる。本研究では様々な政策手段の効果を比較し、どのような政策手段が望ましいのかを明らかにすることも目的としている。

さらに、日本では温暖化対策と非常に密接に関係する政策として原子力発電に関する政策がある。原発はCO<sub>2</sub>を排出しない発電方法であることから、温暖化対策の一つとして火力発電から原発へのシフトが考えられるが、東日本大震災における原発の事故の影響から日本では今後の原発の利用については賛否両論がある状況にある。そこで本研究では原発の利用についての様々なシナリオを想定した上で温暖化対策の効果を分析している。

## 3. 研究の方法

本研究の目的は日本の温暖化対策の効果を定量的に分析するということである。そのための手法としては、CGEモデルによるシミュレーション(CG E分析)を用いている。CGE分析は一般均衡モデルを現実のデータ(主に産業連関表)と組み合わせたシミュレーション手法である。CGE分析を用いることで、温暖化対策が経済の個々の経済主体(各産業、家計など)に与える影響に加え、経済全体(GDPや国民所得など)に与える影響も分析することができる。

CGEモデルによる分析をおこなうには、1)モデルの構築、2)データの構築、3)プログラミング、4)政策シナリオ設定、5)シミュレーション、6)結果の分析などの手順が必要になる。このうち1)と2)が研究において最も重要な部分になる。本研究では、次のような特徴のあるモデルを構築している。まず、電力部門を細分化したモデルを構築している。CGE分析は経済全体を捉える一般均衡モデルを用いることから、個々の部門の扱いについては粗い扱い方をしていることが多い。このため電力部門についても一括した扱いをしていることが多い。しかし、温暖化対策を考える際には、発電が火力発電によっておこなわれるのか、それ以外の発電によっておこなわれるのかが非常に重要なポイントになる。また、火力発電であっても、それが石炭火力なのかガス火力発電なのかでCO<sub>2</sub>排出量は大きく変わってくる。そこで、本研究では発電部門をできる限り細分化した扱いをしている。

第二に、太陽光、風力等の再生可能エネルギーを考慮している。最初の点とも密接に関係するが、温暖化対策を考える際には再生可能エネルギーによる発電も重要になる。どれだけ再生可能エネルギーが利用可能かによって温暖化対策の経済的な影響は大きく変わってくる。そこで、本研究では太陽光、風力といった再生可能エネルギーによる発電も組み込んだモデルを利用している。

最後に、本研究では 2050 年までの長期を分析できるような動学モデルを利用している。温暖化対策については、政府は既に 2050 年までの削減目標を決定している。今後、長期的に取り組んでいく課題であることから、2050 年程度までを分析できるようなモデルであることが望ましい。そこで本研究では 2005 年から 2050 年までの動学モデルも作成している。

分析目的によって、電力部門の細分化の程度を変更したり、静学モデルを用いたりもしているが、基本的には以上のようなモデルを構築した上で、日本の温暖化対策、及び原発の削減策の効果を定量的に分析している。

#### 4. 研究成果

以下では、研究成果をまとめた論文、学会発表などについて説明する。

雑誌論文の Yamazaki and Takeda (2016) は日本の原発利用について様々なシナリオを想定し、その経済的、かつ環境的な影響を CGE モデルによって分析したものである。モデルには 12 地域、25 部門の動学的なモデルを利用し、2007 年から 2040 年の期間を分析している。モデルでは、電力部門を、石油火力、石炭火力、ガス火力、原子力、水力、太陽光、地熱、風力、バイオマスの 9 つの発電方法に細分化している。

原発利用についてはシナリオとしては、1) IEA の World Energy Outlook における New Policy Scenario における原発水準、2) 40 年での廃炉というシナリオ、3) 原発の再稼働なしというシナリオの 3 つのシナリオを想定している。さらに、シミュレーションでは既に日本で導入されている固定価格買取制度も考慮している。

シミュレーション分析では、原発を削減することは経済的にはマイナスの影響をもたらすことという結果が出た。特に、エネルギー集約産業については原発の削減は生産量に対して比較的大きいマイナスの影響をもたらすという結果となった。

雑誌論文の武田(2017)は日本における CO2 削減策を分析した研究である。効率的に、つまり経済全体の削減費用を最小化する形で CO2 を削減するには排出源(企業)の間で削減の限界費用を均等化させる必要がある。排出量取引においてそれを実現するには全ての部門を対象として排出枠の取引をおこなわせる必要があるが、現実の排出量取引では対象を一部の部門に限定していることが多い。武田(2017)の第一の目的は、排出量取引の対象を一部の部門に限定することによって排出規制の効率性が実際にどの程度損なわれるかを定量的に分析することである。海外では排出量取引が主要な排出規制の手法として利用されている国が多いが、日本では排出量取引のようなトップダウン型の規

制より企業の自主的な行動による削減が好まれる傾向がある。しかし、自主的な行動による削減は限界削減費用の均等化を達成するものではないため、やはり経済全体を対象とした排出量取引より効率性が劣ると考えられる。武田(2017)の第二の目的は排出量取引と自主的な削減の効率性を比較することである。

分析には CGE モデルによるシミュレーションを利用している。モデルとしては日本を対象とした 40 部門、48 財の静学的な CGE モデルを用いている。この分析では主に短期的な視野に立った分析を意図しているため、動学モデルではなく、静学モデルを用いている。また、温暖化対策は調整の働きにくい短期的には失業をもたらす可能性も高いため、Wage curve モデルを用いて失業を組み込んだモデルになっている。

以上のモデルを用いて、全ての部門を排出量取引の対象とするケース、一部の部門のみ排出量取引の対象とするケース、自主的な行動による削減を想定するケースなどを分析した。分析により以下のような結果が導かれた。まず、排出量取引の部門を限定することで、場合によっては排出規制の効率性がかなり悪化することがわかった。特に、電力部門のみに限定するケースでは全部門を対象とするケースより GDP や消費の減少率が 2 倍程度に拡大した。

第二に、全部門を対象とした排出量取引と企業の自主的な削減を比較するとやはり後者の方が効率性は劣ることになった。今後、どのような手段を用いて CO2 を削減していくかは重要な課題であるが、本研究の分析は部門間での限界費用の乖離につながるような仕組みを選択することで、排出規制の効率性が大きく損なわれる可能性があることを示唆している。

学会発表の は日本における CO2 削減と原発の削減を CGE モデルによって分析した研究である。CO2 削減と原発の削減について多様なシナリオを想定し、各シナリオを実行したときにどのような経済的影響が生じるかを分析している。

分析には、41 部門・48 財の 2005 年から 2050 年までの逐次動学モデルを用いている。政策シナリオとしては、CO2 の削減と原発の削減について複数のシナリオを想定した。CO2 については「削減なし」から「60%」の削減、原発については「50%削減」から「90%削減」を想定し、さらに両者を組み合わせるようなシナリオも分析した。

分析により以下のような結果が導かれた。まず、原発の削減は GDP のようなマクロ変数にマイナスの影響をもたらすが、その影響はそれほど大きくはないという結果となった。一方、CO2 の削減については削減率が高いケース(60%の削減)ではマクロ変数に対しかなりマイナスの大きいマイナスの影響が生

じるという結果となった。原発の削減も CO2 の削減もともにエネルギー集約産業の生産は大きく減少させるという結果が出た。

さらに、CO2 の削減を単独でおこなうときよりも、原発の削減と組み合わせた場合には、経済へのマイナスの影響がかなり大きくなるという結果となった。

以上、3 つの論文、学会発表の内容を説明したが、どれにおいても今後の日本において検討されている温暖化対策の導入について政策決定の際に参考になる定量的な情報を提供するような分析をおこなうことができた。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計2件)

武田史郎 (2017) 「排出量取引と自主的行動による CO2 削減の効果 - 応用一般均衡モデルによる分析 - 」, 『環境科学会誌』, 査読有, 30(2), pp.141-149, DOI: [10.11353/sesj.30.141](https://doi.org/10.11353/sesj.30.141)

Yamazaki, Masato and Takeda, Shiro (2016). “A Computable General Equilibrium Assessment of Japan’s Nuclear Energy Policy and Implications for Renewable Energy.” Environmental Economics and Policy Studies. 査読有, Vol 19, Issue 3, pp 537-554, DOI: [10.1007/s10018-016-0164-3](https://doi.org/10.1007/s10018-016-0164-3)

[学会発表](計6件)

Takeda, Shiro, “A Computable General Equilibrium Analysis of Environmental Tax Reform in Japan,” Workshop of Carbon Pricing Mechanism in China and Japan, Monday, March 12, 2018 at Tsinghua University.

Takeda, Shiro, “A Computable General Equilibrium Analysis of CO2 Regulation and Nuclear Phase-Out Policy in Japan”, presented at 15th IAEE European Conference 2017, 'HEADING TOWARDS SUSTAINABLE ENERGY SYSTEMS: EVOLUTION OR REVOLUTION?' 3rd to 6th, September 2017, Hofburg Congress Center, Vienna, Austria.

Takeda, Shiro, “A CGE Analysis of CO2 Regulation and Nuclear Phase-Out Policy in Japan”, Workshop

for “Trade and/or environment”, August 29th, 2017, at the Faculty of Economics at Chulalongkorn University.

武田史郎 「排出量取引と自主的行動による CO2 削減の効果：応用一般均衡モデルによる分析」, 『環境・エネルギー経済学・ワークショップ』, けいはんなプラザホテル, 2017年2月3日(金), 主催・早稲田大学・環境経済・経営研究所

Takeda, Shiro, “A CGE Analysis of CO2 regulation and Renewable Energy Policy in Japan”, The Sixth Congress of the East Asian Association of Environmental and Resource Economics (EAAERE), August 7-10, 2016, Kyushu Sangyo University, Fukuoka, Japan.

Takeda, Shiro, “A CGE Analysis of CO2 regulation and Renewable Energy Policy in Japan”, Workshop on Sustainable Energy Policy in the US and Japan: The Role of Renewable Energy and Energy Efficiency, Resources for the Future, March 11, 2016.

[その他]

Takeda, Shiro and Arimura, Toshi. H. (2018) “International Cooperation on Climate Policy from the Japanese Perspective,” Robert N. Stavins and Robert C. Stowe (eds) International Cooperation in East Asia to Address Climate Change, pp.23-26, Harvard Project on Climate Agreements, February 2018. <https://www.belfercenter.org/sites/default/files/files/publication/harvard-project-east-asia.pdf>

## 6. 研究組織

### (1) 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