

令和 4 年 6 月 20 日現在

機関番号：32689

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2021

課題番号：19K13696

研究課題名（和文）市場メカニズムを活用した環境政策の経済評価：構造推定アプローチによる実証分析

研究課題名（英文）Economic Analysis of Market-based Environmental Policies: A Structural Estimation Approach

研究代表者

遠山 祐太 (Toyama, Yuta)

早稲田大学・政治経済学術院・准教授（テニュアトラック）

研究者番号：40834015

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、産業組織論における構造推定アプローチを用いて、市場メカニズムを用いた環境政策の経済評価を行った。具体的には、排出権取引制度における動的な企業行動、及び排出権市場における取引費用を考慮した経済評価のフレームワークを構築し、米国の二酸化硫黄取引制度(Acid Rain Program)の政策評価を行った。分析結果から、排出権取引の代替政策として期間を通じて税率が一定である環境税のシミュレーションを行ったところ、「取引費用が存在しない排出権取引制度」という理想的な状況とほぼ同レベルの総生産費用が達成できることがわかった。関連して、製造業のエネルギー増進型生産性に関する実証分析を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究における学術的意義は、排出権取引下における企業行動の動的な側面に着目を当てて実証分析を行った点である。先行研究では静的モデルにおける分析が中心である一方、本研究の枠組みにおいては、排出権の貯蔵や汚染削減技術への投資などの動的な意思決定について分析を行うことができる。論文においては二酸化硫黄の排出権取引制度に着目した実証分析を行ったものの、枠組み自体は応用範囲が広い。特に、今後重要となるであろう二酸化炭素の排出権取引制度の政策評価にも本研究結果を用いることができ、社会的意義も大きいと考えられる。

研究成果の概要（英文）：This study takes the structural estimation approach in industrial organization to conduct an economic evaluation of market-based environmental policies. Specifically, I develop an economic evaluation framework that takes into account dynamic behavior in emissions trading schemes and transaction costs in emissions markets, and conducted a policy evaluation of the sulfur dioxide trading program in the US. The results show that an environmental tax with a constant tax rate throughout the period as an alternative policy to emissions trading can be simulated to achieve almost the same level of total production costs as the ideal situation of an "emissions trading system with no transaction costs. Relatedly, we conduct an empirical analysis of energy-enhanced productivity in the manufacturing sector.

研究分野：産業組織論

キーワード：排出権取引 構造推定

1. 研究開始当初の背景

気候変動や大気汚染に代表される環境問題は過去及び現在にわたる喫緊の政策課題である。環境政策には、市場メカニズムを活用した規制アプローチがあり、その代表例が排出権取引制度である。当該制度においては、まず規制当局が達成すべき排出量の総量を決め、それに等しい量を「排出権」として発行し、規制対象企業に割当てる。企業は自身の排出量に等しいだけの排出権を規制当局に支払うことが義務付けられているものの、余った排出権を他の企業と取引することが可能である。その結果、排出権の市場均衡によって、排出の総量がどのように規制対象企業によって達成されるかが決まる。当該制度は幅広く利用されており、例として、EUにおける二酸化炭素排出権取引(EU-ETS)、米国における二酸化硫黄規制などが挙げられる。また、現在日本においても、パリ協定の合意内容である二酸化炭素削減目標を達成すべく、カーボンプライシング制度の導入が検討されている。

このような政策的重要性を踏まえて、経済学においては、排出権取引制度の理論的分析、及び過去の制度に関する実証分析が行われてきた。文献においては、過去に用いられた排出権取引制度の多くにおいて、実際に排出量を減らしたことに成功したこと(Fowlie, Holland, and Mansur, 2012)や、政府が企業レベルで排出目標量を定める直接規制と比較して、排出権取引はより費用効率的に総量を達成した(Carlson et al 2000)などが判明している。

しかしながら、先行研究において十分議論されていない点として、排出権取引制度の枠組み内でのデザイン及び各種ルールの評価が挙げられる。排出権の初期割当をどのように行うべきか、また排出権市場をどのようにデザインするか、など多くの論点が存在する。その評価のためまず必要なことは、環境政策下における規制対象企業の意思決定の理解である。この問いは経済学的に重要な課題である。同時に、政策オプションの帰結を実証的・定量的に評価することは、政策実務者に対しても重要な示唆をもたらす。

2. 研究の目的

本研究での当初の目的は、排出権取引制度下における企業行動の実証的理解を通じて、各種政策オプションの検討を行うこと(課題1)であった。その後、研究の発展とともに、第二の目的として、環境規制がエネルギー効率性に与える影響を理解するというもの(課題2)が生まれた。

課題1においては、排出権取引制度における各種政策オプションの効果や妥当性について、実証的に評価可能なフレームワークを構築し、実際の排出権取引制度事例を用いて分析を行う。例えば、排出権取引制度ではなく環境税を導入した場合にどうなるか、また排出権取引制度においてしばしば採用されているバンキングと呼ばれる排出権の貯蔵ルールを変更した場合にどうなるか、といった政策オプションについて分析を行う。

課題2においては、環境規制がエネルギー効率性に与える影響に関する実証分析を行う。課題1におけるフレームワークは、汚染削減技術が確立している排出物に対する排出権取引制度において非常に有効であるものの、昨今の気候変動との関連で着目されている二酸化炭素に関しては、現時点において排出物の直接的な除去技術は確立していない。結果、二酸化炭素の排出削減は、生産量の変化及び企業の技術効率性の向上に依拠している。したがって、環境規制が企業の技術効率性、特にエネルギー効率性にもたらす影響について評価することは政策的な重要性を持つ。また、経済学においては、特定のインプット価格上昇に直面すると、そのインプットの利用効率性を高める形で技術進歩を進めるという「Induced innovation」という理論がある。この話を環境政策に適用すると、カーボンプライシングを行うことで企業は高いエネルギー価格に直面し、その結果としてエネルギー効率性を高めるという可能性が考えられる。

3. 研究の方法

課題1・課題2双方において、「構造推定アプローチ」と呼ばれる、経済理論に基づいたモデルについて実データを用いてそのパラメタを推定し、各種シミュレーション分析を通じて反実仮想における政策の効果の評価するという方法を用いた。

課題1においては、排出権取引制度下における企業の意思決定に関する動的な構造モデルを構築し、その推定手法について考案を行った。構築したフレームワークについて、米国の二酸

化硫黄規制である Acid Rain Program に適用し、当該制度の経済的評価を行った。

課題 2 においては、ヒックス中立型の生産性に加えて、各種生産要素増進型の生産性を加えた生産関数を定式化し、マイクロデータを用いてその生産関数を推定するという方法を用いた。本手法について、製造業における工場レベルのマイクロデータを用いて推定を行い、エネルギー増進型生産性の変化・成長について分析を行う。

4. 研究成果

課題 1 については、論文“Dynamic Incentives and Permit Market Equilibrium”としてとりまとめを行った。本論文では排出権取引制度における動学的な企業行動、及び排出権市場における取引費用を考慮した経済評価のフレームワークを構築し、米国の二酸化硫黄取引制度(Acid Rain Program)の政策評価を行った。まず、当該制度下における企業の設備投資行動・排出権取引の取引及び貯蔵(バンキング)に関する動学的な意思決定及び排出権の市場均衡を描写するモデルを構築した。その上で、実際の排出権取引規制下における企業行動のマイクロデータから、モデルのパラメタ、特に排出権取引における取引費用を推定するアプローチを考案した。推定したモデルに基づき、反実仮想シミュレーションを行い、実際の排出権取引制度の厚生評価、及び代替的な政策の評価を行った。

まず、推定された取引費用が一切存在しない排出権取引制度を考えると、実際のケースよりも、総生産費用が 1995 年から 2003 年の合計で 739million USD(約 0.8%)減少することがわかった。続いて、排出権取引の代替政策として期間を通じて税率が一定である環境税のシミュレーションを行ったところ、「取引費用が存在しない排出権取引制度」とほぼ同レベルの総生産費用が達成できることがわかった。環境税のもとでは企業が直面する排出権の限界価値が均等化されるため、理論的にはこれらの結果の差は排出権のバンキングに伴う異時点間の最適化に起因している。したがって、本結果からは、排出権のバンキングによる費用削減は限定的かに見える。しかしながら、推定された取引費用を固定した状況において排出権の貯蔵(バンキング)がない状況をシミュレーションし、総生産費用の変化を計算したところ、約 300 million USD の減少に繋がること判明した。これらの結果から、取引費用が存在するような市場においてこそ、排出権のバンキングの重要性が際立つことがわかった。また論文においては、企業の総生産費用のみならず、排出に伴う環境・健康被害についても厚生指標として分析を行っている。

本論文は、国内外の各種学会及び大学のワークショップにおいて積極的に発表を行った。国内では日本経済学会春季大会 2020、海外では Econometric society World Congress 2020, North American Winter Meeting of Econometric Society などで発表を行った。また、国際査読誌 American Economic Journal: Microeconomics より改定要求を受けており、現在再投稿に向けて論文の修正を進めている。

課題 2 については、論文“Energy-augmenting Productivity and Energy Prices: Evidence from Production Microdata”(with Arlan Brucal and Tatsuya Abe)としてとりまとめを進めている。本論文では、エネルギー増進型生産性(energy augmenting productivity)に関する実証研究を進めている。本研究では、ヒックス中立型生産性(全要素生産性)に加えて、各生産要素増進型の生産性(factor-augmenting productivity)を含んだ生産関数の推定を行った。推定フレームワークについて構築を行い、モンテカルロシミュレーションを通じて、推定手法がうまく機能することを確認した。その上で、製造業における工場レベルのマイクロデータを活用し、生産関数の推定を現在進めている。

なお本研究の初期段階について、2021 年のヨーロッパ産業組織論学会(EARIE 2021)において発表を行っている。

【参考文献】

- Carlson, Curtis, Dallas Burtraw, Maureen Cropper, and Karen L Palmer, “Sulfur dioxide control by electric utilities: What are the gains from trade?,” *Journal of political Economy*, 2000, 108 (6), 1292-1326.
- Fowlie, Meredith, Stephen P Holland, and Erin T Mansur, “What do emissions markets deliver and to whom? Evidence from Southern California's NOx trading program,” *The American economic review*, 2012, 102 (2), 965-993.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件／うち国際共著 1件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Kei Kawai, Yuta Toyama, Yasutora Watanabe	4. 巻 -
2. 論文標題 Voter Turnout and Preference Aggregation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 American Economic Journal: Microeconomics (近刊)	6. 最初と最後の頁 -
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 有
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 該当する

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件／うち国際学会 5件）

1. 発表者名 Yuta Toyama
2. 発表標題 Dynamic Inventives and Permit Market Equilibrium in Cap-and-Trade Regulation
3. 学会等名 Econometric Society - North American Winter Meetings (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuta Toyama
2. 発表標題 Dynamic Inventives and Permit Market Equilibrium in Cap-and-Trade Regulation
3. 学会等名 Empirical Industrial Organization Workshop, Chinese University of Hong Kong (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuta Toyama
2. 発表標題 Dynamic Inventives and Permit Market Equilibrium in Cap-and-Trade Regulation
3. 学会等名 Shanghai University of Finance and Economics IO Workshop (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuta Toyama
2. 発表標題 Dynamic Inventives and Permit Market Equilibrium in Cap-and-Trade Regulation
3. 学会等名 the Econometric Society/Bocconi University 2020 World Congress (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 遠山祐太
2. 発表標題 Dynamic Inventives and Permit Market Equilibrium in Cap-and-Trade Regulation
3. 学会等名 日本経済学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuta Toyama
2. 発表標題 Energy-augmenting Productivity and Energy Prices: Evidence from Production Microdata
3. 学会等名 EARIE 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021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
---------	---------