

令和 5 年 4 月 4 日現在

機関番号：32689

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2021～2022

課題番号：21K20134

研究課題名（和文）Does Tokyo and Saitama Emission Trading Scheme Induce Technological Innovation: Evidence from Japanese firms

研究課題名（英文）Does Tokyo and Saitama Emission Trading Scheme Induce Technological Innovation: Evidence from Japanese firms

研究代表者

呂冠宇 (Lu, Guanyu)

早稲田大学・総合研究機構・研究助手

研究者番号：10901035

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は差分の差分法を利用して、日本の排出量取引制度（ETS）が企業のイノベーション促進と外注活動に与える影響を調査した。分析の結果、ETSは導入前にすでに研究開発を行っていた対象企業は第一計画期間にイノベーションを促進して、企業の外注を増加させなかったことが明らかになった。この結果は、ETSがイノベーションを促進したうえ、カーボンリーケージをを誘発しないことを示した。ただし、イノベーションに積極的に行われていない企業は、期間中に外注を増加させたことが分かった。企業がイノベーションによって目標を達成するには排出削減目標が厳しい場合に、ETSがカーボンリーケージを引き起こす可能性を示唆した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、排出量取引制度に着目する最初の企業を対象とする実証論文として、環境政策が企業の活動にどのような影響を明確に明らかにしている。さらに、分析結果に基づき、長期的な削減を実現する柱となる技術革新をどのように促進するかを述べた。なお、財政状況が比較的厳しい中小企業がどのように技術革新を実現するかについて、政策提言を行っていた。そして、本研究は、企業が生産プロセスを外注してカーボンリーケージを引き起こしているかどうかを調査した。先行研究では、外注によるカーボンリーケージの分析がなかった。最後に、本研究は、イノベーションしたことのあるETS対象企業を分析する最初の研究である。

研究成果の概要（英文）：By conducting the difference-in-difference method, this paper investigates the effect of Japan's regional emissions trading scheme on firms' R&D and outsourcing. The analysis reveals that Japan's regional ETS promoted R&D during the first compliance period by targeted firms that had already conducted R&D before the ETS was introduced, while the ETS did not increase outsourcings by targeted firms overall. The result implies, by taken into consideration other studies showing that the Japan's regional ETS did not induce carbon leakage within firms, that the ETS has promoted innovation without inducing carbon leakage. However, we find that targeted firms that did not actively engage in R&D increased outsourcing during the compliance period. The result suggests a possibility that the ETS may induce carbon leakage when the emission reduction target becomes too severe for targeted firms to achieve it through innovation.

研究分野：環境経済学

キーワード：Emissions trading scheme Japan Innovation Carbon leakage Outsourcing activity DiD method

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

## 1. 研究開始当初の背景

パリ協定を受け、気候変動問題への対策が世界的に求められており、日本では2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにするカーボンニュートラル目標を宣言した。野心的な目標を掲げる一方、温室効果ガスの大幅な排出削減のための具体的な政策案が導入・提案されていない。市場ベースの環境手段である排出量取引制度（ETS）は、気候変動の影響を緩和するための効果的なツールとして浮上している。欧州連合が2005年にEU ETSを導入して以来、ETSは世界中に多くの国々に導入されていた。日本では東京都と埼玉県は排出量取引制度（ETS）を導入し、大規模事業所における排出削減を進めてきた。同制度実施の温室効果ガス削減効果は確認できたものの、ETSの実施はどのチャンネルを通じて、企業パフォーマンスと国際競争力を高める「イノベーションの促進」にインセンティブを与えるかを明確にする必要がある。

理論的には、ETSの対象となる企業（以下、対象企業）は、ETSに対応するためにいくつかの戦略がある。第一に、企業は、燃料の切り替えや生産プロセスにおけるエネルギー効率の改善など、独自の努力によって排出量を削減できる。これには、エネルギー管理を改善するための研究開発への投資が必要である。第二に、規制が対象企業のコストを増加させる、規制されていない国の企業と比較して、競争力を失う可能性がある。これにより、対象となる企業は、技術革新を推進ではなく、生産プロセスを外注することによってCO<sub>2</sub>排出量を削減することを余儀なくされる可能性がある。

実際には、イノベーションと生産外注に関する懸念はあいまいである。企業がETSに対応するかどうかの決定は、規制の不確実性と削減コストによって決まる。対象企業は、将来ETSの不確実性を懸念している場合、長期的に排出量を削減するために研究開発に投資することを選択する可能性がある。逆に、高い削減コストに直面している場合、企業は生産プロセスを他の企業に委託して、排出量を直ちに削減することを選択する可能性がある。これらの議論に基づいて、ますます多くの先行研究が、ETSがイノベーションと炭素漏出に及ぼす影響を調査していた（Martin et al., 2013; Löfgren et al., 2014; Hamamoto, 2021; Sadayuki & Arimura, 2021; Dechezleprêtre et al., 2022）。

ETSからイノベーション促進及びカーボンリーケージへの影響の結果の多様性は、企業が代替オプションを考慮せずに、各成果に対するETSの影響を個別に調査した既存の研究に部分的に起因している可能性がある。そのため、イノベーション促進とカーボンリーケージを両方同時に分析する必要がある。

## 2. 研究の目的

本研究は、埼玉県排出量取引制度に着目して、ETSによるイノベーションおよび外注活動に関する企業の意思決定を調査する。ほかのETSと比較して、埼玉ETSが適切な実験を提供する理由は2つある。まず、埼玉ETSでは、ほとんどの企業が製造業企業で、イノベーション促進への影響を分析するのに適している。理由として、製造業企業が生産過程でのCO<sub>2</sub>排出量を削減するためには、エネルギー効率の高い設備投資や研究開発投資による技術の向上が必要だからである。次に、埼玉ETSは地域的に限定された規制で、製造業企業は自らの生産を移転するという問題が発生しやすい。なお、地域ETSは、対象企業が海外外注と比較して国内外注活動でコストを削減できるため、全国ETSと比較してカーボンリーケージのリスクが高くなる。そのため、埼玉ETSに着目することにより、企業の外注活動によるカーボンリーケージを調査するには適切である。

## 3. 研究の方法

まず、本研究は経済産業省が実施した企業活動基本調査の2003年から2018年までの年間企業レベルのパネルデータを使用している。この調査は、従業員が50人以上、または資本金または出資額が3,000万円以上の日本のすべての企業を対象としている。この調査では、企業の情報（名前、住所）、さまざまな特性、財務情報（従業員数、売上、輸出、研究開発、外注、資産、負債）など、年間約30,000社の200項目以上の情報が記録されている。データは、企業レベルのイノベーションと外注活動を正確に調査する。本研究は、データの欠損値と外れ値を処理した後、2003年から2018年までの期間の1909対象企業と87142非対象企業の不均衡なパネルデータとなる。

次に、企業活動基本調査のデータを集計した後に、計量分析を行う。本研究は、先行研究に従い、差分の差分法を利用して、ETSからイノベーション促進及び外注活動への影響を分析する。差分の差分法は、政策介入の前後、および治療群と対照群の間の関心結果の違いを比較することによって、政策の影響を特定できる。本研究は、2011年以降に埼玉ETSの対象となった企業を処理群に分類し、調査期間中に埼玉ETSの対象外となった企業を対照群に分類した。さらに、本研究は、二つの計画期間—第一計画期間（2011年から2014年）、および第二計画期間（2015年から2019年）の影響をそれぞれ分析した。

#### 4. 研究成果

本研究の研究成果は二点でまとめられる。第一に、本研究は、埼玉 ETS が対象企業に ETS の初期段階でイノベーション促進を奨励することを示唆している。具体的には、削減目標を達成するために、ETS 実施後、対象企業は生産プロセスにおけるエネルギー効率のパフォーマンスを改善し、第一計画期間中に研究開発投資を増やすに多大な努力をした。特に、以前にイノベーションの経験がある企業は、R&D 活動の経験がない企業よりも、第一計画期間中のイノベーション活動の改善に貢献した。これは、研究開発活動を行っている企業が、埼玉 ETS の導入後に開発を加速し、イノベーションの地位を維持したことを意味する。しかしながら、第二計画期間の削減目標はより厳しくなったものの、対象企業は第一計画期間から第二計画期間までイノベーションを継続的に改善していない。これは、対象企業が研究開発投資を初期段階に集中させる傾向があることを示唆している。ほかの考えられる原因が、対象企業が第三計画期間の削減目標の準備をしている可能性があるということである。

次に、埼玉 ETS が生産プロセスを外部委託していないことがわかった。要するに、ETS は外注によるカーボンリーケージを引き起こさないことを明らかにした。しかしながら、研究開発の成長率が低い対象企業が、計画期間中の外注活動を増加させたことを示している。対象企業は、独自の努力による CO2 排出量の削減、イノベーションによるエネルギー効率の改善、生産プロセスの委託など、複数の戦略を採用することができる。本研究の結果に基づいて、研究開発を通じて積極的にエネルギー効率を改善したり、研究開発に十分な資金を割り当てたりできない企業は、生産プロセスを外注することで CO2 排出量を削減すると結論付けている。

#### 参考文献

- Dechezleprêtre, A., Gennaioli, C., Martin, R., Muûls, M., Stoerk, T., 2022. Searching for carbon leaks in multinational companies. *J. Environ. Econ. Manag.* 112, 102601. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2021.102601>
- Hamamoto, M., 2021. Impact of the Saitama Prefecture target-setting emissions trading program on the adoption of low-carbon technology. *Environ. Econ. Policy Stud.* 23(3), 501-515. <https://doi.org/10.1007/s10018-020-00270-x>
- Löfgren, Å., Wråke, M., Hagberg, T., Roth, S., 2014. Why the EU ETS needs reforming: an empirical analysis of the impact on company investments. *Clim. Policy*, 14(5), 537-558. DOI: 10.1080/14693062.2014.864800
- Martin, R., Muûls, M., Wagner, U., 2013. Carbon markets, carbon prices and innovation: Evidence from interviews with managers. In: *Annual Meetings of the American Economic Association*, San Diego.
- Sadayuki, T., Arimura, T. H., 2021. Do regional emission trading schemes lead to carbon leakage within firms? Evidence from Japan. *Energy Econ.* 104, 105664. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105664>

5. 主な発表論文等

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

1. 著者名 Guanyu Lu, Taisuke Sadayuki, and Toshi H Arimura	4. 巻 .E2217
2. 論文標題 Does Emissions Trading Scheme Induce Innovation and Carbon Leakage? Evidence from Japan	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 WINPEC Working Paper Series	6. 最初と最後の頁 32
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 オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件／うち国際学会 1件）

1. 発表者名 呂冠宇
2. 発表標題 Does Emissions Trading Scheme Induce Innovation and Carbon Leakage? Evidence from Japan
3. 学会等名 Congress of the Asian Association of Environmental and Resource Economics（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 呂冠宇
2. 発表標題 Does Emissions Trading Scheme Induce Innovation and Carbon Leakage? Evidence from Japan
3. 学会等名 環境科学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 呂冠宇
2. 発表標題 Does Emissions Trading Scheme Induce Innovation and Carbon Leakage? Evidence from Japan
3. 学会等名 環境経済・政策学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 呂冠宇
2. 発表標題 Does Emissions Trading Scheme Induce Innovation and Carbon Leakage? Evidence from Japan
3. 学会等名 環境経済・政策学会 ワークショップ
4. 発表年 2022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
---------	---------