

令和元年6月5日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H03006

研究課題名(和文) グローバル経済下におけるグリーン・イノベーションの研究

研究課題名(英文) Green Innovations in the Global Economy

研究代表者

竹内 憲司 (Kenji, Takeuchi)

神戸大学・経済学研究科・教授

研究者番号：40299962

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 5,700,000円

研究成果の概要(和文)：環境技術に関するイノベーションがもたらす経済的インパクトについて、計量経済学的方法を用いた実証的な研究をおこなった。風力発電と太陽光発電に関する技術について、特許取得数のデータと、輸出額との相関を検討した。重力モデルを用いてOECD27カ国間の貿易フローを分析した結果として、再生可能エネルギー技術の発展が同技術に関する製品輸出の拡大と関連していること、ただしこれら2つの間の関連性は太陽光発電分野に関しては風力発電分野よりも弱いことが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の結果は環境技術の発展が経済的な成果に結びついていることを示しており、環境保全と経済発展の両立可能性を考える上で非常に意義のある結果であると言える。一方で本研究の結果は再生可能エネルギーの種類によってそのような結びつきが弱い場合があることも示している。したがって、技術発展のための政策的な支援を行う上で、こうした視点を考慮に入れることが重要である。

研究成果の概要(英文)：This study investigated the impact of innovation of environmental technology on economic outcomes by using econometric methods. We explored relationship between patent applications and export values with regard to wind and solar energy technology. As a result of gravity model analysis based on OECD 27 countries data, we found that the higher level of innovation lead to the higher export values although the relationships is weaker for solar energy technology.

研究分野：環境経済学

キーワード：再生可能エネルギー 技術進歩

## 1. 研究開始当初の背景

持続可能な発展の実現にあたっては、財・サービスの環境負荷をより小さくする技術革新（グリーン・イノベーション）が必要不可欠である。こうしたグリーン・イノベーションは、近年特に再生可能エネルギーや次世代自動車の分野で活発に起きており、グローバル化する市場経済を通じて多様な影響を社会全体に与えている。これらの分野に関する技術開発は日本企業が特に強みを持つものであるが、そのことを厳密な経済分析の俎上に載せた例は多くない。

これまでの環境技術革新に関する経済学的分析は、さまざまな環境政策手段が技術革新に与える影響（Requate and Unold 2003）や、厳しい環境規制が技術革新へとつながるかどうかが（Greaker 2006）など、主に環境政策が技術革新に与える影響に焦点をおいた研究が展開されてきた。一方で、環境規制が技術革新を促し最終的に市場競争力の向上へとつながるプロセスを総合的に明らかにするためには（ポーター仮説）技術革新が具体的にどのような経路で市場競争力の向上へとつながるかを分析することが非常に重要である。また、企業活動はグローバル化が急速に進展しており、一つの国内における環境政策を超えて、他国における環境政策を踏まえた形で展開される。これらの要素は現代における環境技術革新の特徴を考える上で非常に重要であるにも関わらず、これまでの研究では必ずしも十分に考慮されてこなかった。

## 2. 研究の目的

本研究は上記のような状況を踏まえて、環境技術革新がこれを組み込んだ製品の国際的取引に与える影響について検討をおこなう。具体的には、特許取得に関する世界規模のデータベースである PATSTAT と、OECD による詳細な貿易統計である ICTS を組み合わせて、再生可能エネルギー（太陽光パネルと風力発電機）次世代自動車（ハイブリッドカーと電気自動車）に関するデータを解析し、環境技術に関する特許取得が輸出入にどのような影響を与えるのかについて計量経済学的手法を用いて分析する。これにより、環境技術革新がグローバル化する経済においてどのようなインパクトを社会全体に与えるのかについて、定量的な解明をおこなうことが本研究の目的である。

## 3. 研究の方法

本研究は、特許取得に関する世界規模のデータベースである PATSTAT と、OECD による詳細な貿易統計である ICTS を組み合わせて、再生可能エネルギー（太陽光パネルと風力発電機）次世代自動車（ハイブリッドカーと電気自動車）に関するデータを解析し、環境技術に関する特許取得が輸出入にどのような影響を与えるのかについて、分析する。本研究の方法論的特徴は、環境技術革新が貿易に与える影響について精緻な理論モデルを展開した上で、ダイナミックパネル分析など、最新の計量経済学的な知見に基づいた実証分析を展開する点にある。これまでの特許データを用いた環境技術革新に関する代表的な研究としては、再生可能エネルギー普及政策が特許取得に与える影響の分析（Johnstone 2010）特許取得が再生可能エネルギー投資に与える影響の評価（Popp 2011）などがあるが、これらの研究では、技術開発の成果としての特許取得が輸出額の増大に与える影響の分析は、おこなわれてこなかった。そのために、グローバル化という世界経済の構造的変化とこれに対応した企業行動の視点が抜け落ち、的確に捉えられてこなかった。本研究ではこうした点を踏まえて、適切な分析手法の開発をまずおこなった上で、研究を進める。すなわち本研究の独創性は、以下の3点にまとめることができる。

- 1) 膨大な特許データを用いて、再生可能エネルギーの技術革新を定量的に扱うこと。
- 2) 特許データを貿易データと組み合わせることで、国際的な波及効果を解明すること。
- 3) 技術革新と国際貿易の理論モデルを展開し、これに基づいた精緻な評価をおこなうこと。

## 4. 研究成果

大きく分けて2つの研究成果を挙げる事ができた。

### 1) 環境技術の発展と輸出の関連性

環境技術に関するイノベーションがもたらす経済的インパクトについて、計量経済学的方法を用いた実証的な研究をおこなった。風力発電と太陽光発電に関する技術について、特許取得数のデータと、輸出額との相関を検討した。特許取得数は世界規模のデータベースである PATSTAT、輸出額は OECD による詳細な貿易統計である ICTS を用いて、OECD27 カ国および中国の 1996 年から 2010 年にかけてのデータを収集した。重力モデルを用いて OECD27 カ国間の貿易フローを分析した結果として、再生可能エネルギー技術の発展が同技術に関する製品輸出の拡大と関連していること、ただしこれら2つの間の関連性は太陽光発電分野に関しては風力発電分野よりも弱いことが明らかになった。さらに中国のデータを加えた分析を行い、得られた結果の頑健性を確認した。本研究の結果、特許取得数で見た環境技術の発展は、こうした特許を取得して

いる国からの環境関連製品の輸出拡大に影響を与えるものの、製品の種類によってはその影響は小さいことが明らかになった。このことは環境技術開発に対する支援政策を実施する際、その経済的リターンが貿易の拡大という形で実現する製品とそうでない製品があり、これを見極めた政策デザインが必要であることを示唆している。また本研究では、中国のデータを加えて分析を行ったことで、急速な経済発展を遂げる国からの再生可能エネルギー製品の輸出が、必ずしも技術的な発展を伴わない形で実現していることを確認できた。

## 2) 気候変動協定と国際特許出願の関連性

特許取得に関する世界規模のデータベースである PATSTAT を用いて、気候変動に関わる国際合意が再生可能エネルギーに関する国際特許出願に与える影響について、差分の差分法による検討をおこなった。処置期間をどのように取るかにもよるが、京都議定書において温室効果ガスの排出削減により強いコミットメントをおこなっている国が、そうでない国に比べて、太陽光発電および風力発電に関わる国際特許出願を増やしていることが明らかになった。さらにこうした影響が途上国への国際特許出願の増加につながっているかどうかを調べるため、中国、インド、ブラジル、メキシコの四カ国への国際特許出願についても検討をおこなった。結果として、京都議定書において数量的な目標を持っている国は 1997 年以降にこれらの国への国際特許出願を増やしていることが明らかになった。これらの結果は、国際協定においてより強い目標を示すことで、技術の国際普及にとってもプラスの効果が現れること、そうした影響は先進国から途上国への特許出願を通じた技術普及にもプラスの効果を与えていることを示唆している。さらに、特許取得数が多いドイツと日本を除外したサブサンプルによる分析、気候変動と直接関わりのない技術に関する特許申請数を用いた反証テストをおこない、結果の頑健性を確認した。また、中国における再生可能エネルギーの投資が貧困緩和に与える影響や、日本の再生可能エネルギーに関する政策課題について検討し、今後の展望について考察した。

## 5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 16 件)

- 林岳・佐藤真行, 2016. 生態系勘定の開発における諸外国の動向と日本の課題. 環境経済・政策研究. 第 9 巻第 2 号, 44-47.
- 山口臨太郎・佐藤真行・籠橋一輝・大久保和宣・馬奈木俊介, 2016. 新しい富の指標計測: 持続可能性計測研究の過去と未来. 環境経済・政策研究. 第 9 巻第 1 号, 14-27.
- Kato, S., and Takeuchi, K., 2017. A CGE Analysis of a Rate-based Policy for Climate Change Mitigation. *Journal of the Japanese and International Economies*, 43, 88-95. <https://doi.org/10.1016/j.jjie.2017.01.002>
- Ma, T., and Takeuchi, K., 2017. Technology Choice for Reducing NOx Emissions: An Empirical Study of Chinese Power Plants. *Energy Policy*, 102, 362-376. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.12.043>
- Takayoshi Shinkuma, Akira Hibiki, Eiji Sawada, 2017. Collective Responsibility and Judgment-Proof Problem. *Kansai University Working Paper*. F-30.
- 西谷公孝・國部克彦, 2016. ステイクホルダー理論の視点から見た統合報告書発行の規定要因. *国民経済雑誌*. 第 214 巻第 5 号, 1-15.
- Nishitani, K., Unerman, J. and Kokubu, K., 2017. Dynamics of factors to influence integrated reporting practice: evidence from Japan and UK. *RIEB Discussion Paper Series*, DP201712. 1-20.
- Hidemichi Fujii, Masayuki Sato and Shunsuke Managi, 2017. Decomposition analysis of forest ecosystem services values", *Sustainability*, vol. 9(5), 687.
- Masayuki Sato, Kenta Tanaka and Shunsuke Managi, 2017. Inclusive wealth, total factor productivity, and sustainability: An empirical analysis. *Environmental Economics and Policy Studies*, 20(4), 741-757. <https://doi.org/10.1007/s10018-018-0213-1>
- Masayuki Sato, Sovannroeun Samreth, and Kengo Sasaki, 2017. The Impact of Institutional Factors on the Performance of Genuine Savings. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 25, 56-68. <https://doi.org/10.1080/13504509.2017.1289990>
- Nishitani, K., Jannah, N., Kaneko, S. and Hardinsyah, 2017. Does corporate environmental performance enhance financial performance? An empirical study of Indonesian firms. *Sustainable Development*, 23, 10-21. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2017.06.003>
- Tembata, K., and Takeuchi, K., 2018. "Floods and Exports: An Empirical Study on Natural Disaster Shocks in Southeast Asia," *Economics of Disasters and Climate Change*, 3(1), 39-60.
- Miyamoto, M., and Takeuchi, K., 2019. Climate agreement and technology diffusion: Impact

- of the Kyoto Protocol on international patent applications for renewable energy technologies. *Energy Policy* 129, 1331-1338. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.02.053>
- Du, Y., and Takeuchi, K., 2019. Can Climate Mitigation Help the Poor? Measuring Impacts of the CDM in Rural China. *Journal of Environmental Economics and Management*, 95, 178-197. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2019.03.007>
- Adusah-Poku, F., and Takeuchi, K., 2019. Household Energy Expenditure in Ghana: A Double-Hurdle Model Approach. *World Development*, 117, 266-277. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.01.018>
- Ito, N., Takeuchi, K., and Managi, S., 2019. Do Battery-Switching Systems Accelerate the Adoption of Electric Vehicles? A Stated Preference Study. *Economic Analysis and Policy*, 61, 85-92. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2017.02.004>

〔学会発表〕(計 15 件)

- Miyamoto, M., and Takeuchi, K. Explaining the Trade Flow of Renewable Energy Products: The Role of Technological Development. The 2nd International Conference on Applied Econometrics. 2016年06月29日. Honolulu, Hawaii.
- Takayoshi Shinkuma, Akira Hibiki, Eiji Sawada. Collective Responsibility and Judgment-Proof Problem. 環境経済・政策学会. 2016年09月10日. 青山学院大学.
- Mizobuchi, K. and Takeuchi, K. The Rebound Effect in Residential Electricity Use: Evidence from a Propensity Score Matching Estimator. European Association of Environmental and Resource Economists. 2016年06月22日. Zurich, Switzerland.
- Nishitani, K., Unerman, J. and Kokubu, K. Determinants of initiating integrated reporting in Japanese and UK listed companies: The view of voluntary disclosure theory or legitimacy theory? The Eighth Asia Pacific Interdisciplinary Research in Accounting Conference 2016. 2016年07月13日. RMIT University, Australia.
- 佐藤真行, 青島一平, 金谷遼. 都市における生態系サービスとディスプレイサービス. 環境経済・政策学会. 2016年09月10日. 青山学院大学.
- Sovannroeun Samreth, Masayuki Sato and Rintaro Yamaguchi. Interdependent sustainability of resource traders: theory and evidence from panel data. East Asian Association of Environmental and Resource Economics. 2016年08月09日. 九州産業大学.
- Masayuki Sato and Takashi Hayashi. 2017. Ecosystem Service Valuation and Accounting Framework in Japan. East Asian Association of Environmental and Resource Economics.
- Nishitani, K., 2017. Integrated reporting practices in Japanese companies. 2nd Seminar on Material Flow Cost Accounting, Malaya University.
- Takayoshi Shinkuma, Akira Hibiki, Eiji Sawada. 2017. Collective Responsibility and Judgment-proof Problem. 関西大学経済学会.
- Ling Chu, Kenji Takeuchi. 2017. The development of wind power-related technology in China: the role of the Clean Development Mechanism. 環境経済・政策学会 2017年大会.
- 宮本舞・竹内憲司. 2017. 再生可能エネルギー関連製品の貿易フローに関する実証研究: 技術発展の役割に着目して. 環境経済・政策学会 2017年大会.
- 天畠華織・竹内憲司. 2018. Floods and Exports: An Empirical Study on Natural Disaster Shocks in Southeast Asia. 環境経済・政策学会 2018年大会.
- 杜依濠・竹内憲司. 2018. Does Small Difference Make a Difference? Impact of Feed-in Tariff on Renewable Power Generation in China. 環境経済・政策学会 2018年大会.
- 天畠華織・竹内憲司. 2018. Floods and Exports: An Empirical Study on Natural Disaster Shocks in Southeast Asia. The Sixth World Congress of Environmental and Resource Economists.
- 杜依濠・竹内憲司. 2018. Can climate mitigation help the poor? Measuring impacts of the CDM in rural China. The Sixth World Congress of Environmental and Resource Economists.

〔図書〕(計 1 件)

- Mizobuchi, K. and Tanizaki, H. 2018. The Power-Saving Behavior of Households - How Should We Encourage Power Saving? NOVA Science Publishers.

〔産業財産権〕

出願状況 (計 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年：  
国内外の別：

取得状況（計 件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究分担者

研究分担者氏名：佐藤真行  
ローマ字氏名：Masayuki Sato  
所属研究機関名：神戸大学  
部局名：人間発達環境学研究科  
職名：准教授  
研究者番号（8桁）：10437254

研究分担者氏名：西谷公孝  
ローマ字氏名：Kimitaka Nishitani  
所属研究機関名：神戸大学  
部局名：経済経営研究所  
職名：教授  
研究者番号（8桁）：30549746

研究分担者氏名：新熊隆嘉  
ローマ字氏名：Takayoshi Shinkuma  
所属研究機関名：関西大学  
部局名：経済学部  
職名：教授  
研究者番号（8桁）：80312099

研究分担者氏名：溝渕健一  
ローマ字氏名：Kenichi Mizobuchi  
所属研究機関名：松山大学  
部局名：経済学部

職名：准教授

研究者番号（8桁）：90510066

(2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

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、研究者個人に帰属されます。