

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 元年 6 月 14 日現在

機関番号：32644

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K03662

研究課題名(和文) 技術の違いを考慮したエネルギー効率とその決定要因の実証分析

研究課題名(英文) Empirical analysis of energy efficiency and its determinants considering technology gap

研究代表者

本間 聡 (Honma, Satoshi)

東海大学・政治経済学部・教授

研究者番号：70368869

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、技術の違いを考慮に入れて、エネルギー効率とその決定要因について実証分析を行った。国際データと我が国の都道府県別データのそれぞれのサンプルに確率フロンティア分析を適用した。分析では、利用可能な技術の違いを考慮するためにサンプルの国・地域を一定の基準でいくつかのグループに分類した。メタフロンティア分析によって、エネルギー非効率性をオペレーショナルな非効率性と技術の違いによる非効率性に分解して示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

研究成果の学術的・社会的意義として、第1に、多くの先行研究とは異なって、各経済主体が利用可能な技術の違いを考慮することで、非効率性を国・地域・産業内部に帰せられる要因と外部環境による制約に帰せられる要因とに分解したことである。第2に産出の減少を伴わずに削減可能なエネルギー消費量を定量的に示したことである。第3に、どのような要因がエネルギー利用の非効率性を招いているのかを明らかにしたことである。

研究成果の概要(英文)：In this research, I conducted an empirical analysis of energy efficiency and its determinants, taking into account of the technology gap. Stochastic frontier analysis is applied to an international dataset and Japan's regional dataset, respectively. To consider the difference of available technology, I divided countries or regions in the samples into a few groups on the basis of a certain criteria in the analysis. The meta-frontier analysis allow us to decompose the energy inefficiency into the inside operational inefficiency and the technology gap.

研究分野：環境経済学

キーワード：確率フロンティア分析 エネルギー効率 メタフロンティア 包絡分析法

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

2011年3月の福島第一原子力発電所事故によって、我が国のエネルギー政策は根本的な見直しを迫られた。現在、原子力発電の利用や比率、再生可能エネルギーの固定価格買取制度、温室効果ガスの排出削減策など、我が国は複合的な政策課題に直面している。この状況に対して、エネルギー効率の改善が問題の解決に一定の貢献を果たすと考えられる。もちろん、エネルギー効率の改善だけで我が国が直面するエネルギー問題を解決できるわけではないが、種々の利害の対立を考慮すれば、非効率=無駄を解消するという政治的に合意が容易な領域でエネルギー問題の軽減を探ることはfeasibilityの高い政策提言につながることを期待できる。

エネルギー効率の評価に関する古典的なアプローチは、エネルギー集約度(=エネルギー/GDP)やその逆数であるエネルギー生産性である。これは、データの入手可能性や分析の容易さという点から幅広く用いられてきたが、シンプルであるがゆえに労働や資本といった他の生産要素を考慮していないという問題がある。そこで、より精緻に、他の生産要素や環境汚染を考慮に入れてエネルギー効率を評価するために、確率フロンティア分析(Stochastic Frontier Analysis)や包絡分析法(Data Envelopment Analysis)が用いられてきた。パラメトリックな手法であるSFAは、フロンティアからの乖離を非効率項と誤差項に分け、それぞれに確率分布を仮定して最尤法によって効率性を評価する。また、線形計画法に基づいてノンパラメトリックに効率性を評価するDEAは、複数の投入と産出を伴うシステムの効率性を扱うことができる。

ところで、各経済主体はすべての生産技術にアクセスできるのではなく、物的・人的・社会的資本などの与件の下で特定の生産技術を利用している。この場合、非効率は現時点で利用可能な技術の下で改善可能な非効率と、生産技術の制約のために発生した非効率から構成されるといえる。つまり、社会的・経済的環境の違いを考慮すれば、つねに最良の技術を利用できるわけではない。この点を考慮しなければ、効率値から算出される潜在的なエネルギーの削減可能量は絵に描いた餅となりかねない。従って、実効性のあるエネルギー削減策を提示するためには、技術の違いを考慮に入れて、エネルギー非効率を、(1)現状の技術で改善が可能な非効率、(2)政府が人的・社会的資本に投資して技術が変化することで改善が可能な非効率、に分解すると同時に、それぞれに関してその決定要因を明らかにすることが必要であると考えられる。

2. 研究の目的

本研究の第1の目的は、エネルギー効率を国・地域・産業の各レベルのデータを用いて評価することである。それによって、産出の減少を伴わずに削減可能なエネルギー消費量を定量的に示すことが可能である。その際、多くの先行研究とは異なって、各経済主体が利用可能な技術の違いを考慮することで効率性を利用可能な所与の技術の下での効率性と最良の技術の下での効率性に分解する。第2に、これら2つのエネルギー効率性の決定要因を分析することである。それによって、どのような要因がエネルギー利用の非効率を招いているのかを明らかにする。

3. 研究の方法

確率フロンティア分析を用いて、全要素エネルギー効率(total-factor energy efficiency、以下TFEE)を評価した。その際、サンプルの国あるいは地域をグループに分け、まず各グループ内の国あるいは地域に関してエネルギー効率を評価した。得られた値をグループTFEEとする。これは、同一グループ内で利用可能な技術に基づく生産フロンティアで評価された効率性である。

次に、このエネルギー非効率が解消された場合のエネルギー投入を前提に全サンプルで評価したエネルギー効率を評価した。ここで得られた値をTGR=technology gap ratio 技術格差比とよぶことにする。これは、直観的には、当該国・地域に関して測定された、各グループ内で利用可能な技術に基づく生産フロンティアと全グループで利用可能な技術に基づく生産フロンティア(メタ生産フロンティア)の距離を意味する。

最後に、メタフロンティアTFEEをグループTFEEとTGRの積によって算出する。これは、エネルギー非効率が、国・地域・産業内部に帰せられる非効率と外部環境による制約に帰せられる非効率とに分解可能であることを示す。

以上のエネルギー評価のアプローチを、国別・産業別の国際データのサンプルと我が国の都道府県別データのサンプルのそれぞれに適用した。その際、産出を付加価値、投入を労働、資本、エネルギーとした。また、非効率に影響を与えると思われる要因を説明変数として加えた。

4. 研究成果

(1) 地域別の分析では、47都道府県別を東京都および政令指定都市をもつ道府県(都市部)とそれ以外の県(地方部)の2グループに分けた。各グループにおいてグループTFEE平均値は

TGR 平均値よりも低かった。このことは、エネルギー非効率性は技術の違いではなくオペレーショナルな非効率性に由来している部分が多いことを示している。都市部のグループ TFEE 平均値と TGR 平均値は地方部の各平均値よりも低かった。とは言え、都市部と地方部で技術格差が存在するとは考えにくい。非効率要因に関する変数の実証分析結果から、エネルギー集約産業比率が有意にグループ TFEE を引き下げる影響をもつことが示された。このことからエネルギー集約産業が盛んな都市部の地域が TFEE と TGR の平均値を引き下げていると思われる。また、サービス産業比率がグループ TFEE に与える影響は、都市部では負、地方部では正と正反対であった。一人当たり所得水準は、地方部でのみ有意でグループ TFEE を高める。TGR に関して、非効率性の時間変化に関するパラメータの推定結果から、エネルギー効率は低下傾向にあることが有意に示された。我が国において、省エネルギー規制が強化されてきたことが要因の一つとして考えられる。

(2) 国際データを用いた分析では、技術の違いを考慮した確率フロンティア分析を 40 か国 34 部門に適用してエネルギー効率とその決定要因を分析した。この分析では、産業別に付加価値、労働、資本ストック、エネルギー消費量が統一的に整備された World Input-Output Database (WIOD) のデータを使用した。技術の違いを考慮するためにサンプルの 40 か国を Old EU (イギリス、フランスなど)、New EU (ブルガリア、ポーランドなど)、EU 以外の先進国 (アメリカ、日本など)、New EU 以外の新興国 (インド、中国など) の 4 グループに分類した。コブダグラス型生産関数に基づく距離関数を用いて推定した。エネルギー効率に影響を与える変数として、1 人当たり所得、貿易開放度、人的資本指数、民主主義度指数をとった。分析の結果、グループ TFEE は 1 人当たり所得に関して環境クズネツ曲線仮説に従う結果が得られた。このことは、所得の上昇とともにエネルギー効率はいったん低下するが、その後上昇に転じることを意味する。また、民主主義の浸透は技術格差の減少に寄与することがわかった。また、WIOD データを使用した研究の発展として、環境と貿易の関係について実証分析を行った。そこでは、貿易収支の不均衡に影響を受けずに国際貿易が各国の二酸化炭素排出に与える影響を評価する Pollution Terms of Trade (PTT) とよばれる指数を分析した。分析では、PTT の収束が生じていることが示された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 5 件)

Honma, Satoshi and Yushi Yoshida. 2019. Convergence in pollution terms of trade. *Journal of International Trade and Economic Development*. 28, 1-25. (査読有)

Honma, Satoshi and Jin-Li Hu. 2018. A meta-stochastic frontier analysis for energy efficiency of regions in Japan. *Journal of Economic Structures*. 7, 1-16. (査読有)

Hu, Jin-Li Hu, Satoshi Honma and Hsiao-Ping Hsieh. 2018. Input Efficiency of Japanese Securities Firms: An Application of Stochastic Frontier Analysis. *Journal of Management Research*. 18, 71-89. (査読有)

本間聡, 2018, 我が国の環境効率の推移 OECD35 か国のパネルデータによる実証分析, 中央大学経済研究所研究所年報, 50, 341-356. (査読無)

本間聡, 2017, 再生可能エネルギーとマクロ経済の効率性に関する実証分析, 経済学論纂, 第 57 巻第 5・6 合併号, 45-61. (査読無)

〔学会発表〕(計 5 件)

Honma, Satoshi and Jin-Li Hu. 2018. How liberalization affect a feed-in tariff in Japan 's electricity market? The Sixth Congress of the East Asian Association of Environmental and Resource Economics. 2016.

Honma, Satoshi and Jin-Li Hu. 2018. Cost Efficiency of Recycling and Waste Disposal in Japan Asia-Pacific Productivity Conference.

Honma, Satoshi and Jin-Li Hu. 2018. Cost Efficiency of Recycling and Waste

Disposal in Japan. 日本環境経済・政策学会 2018 年大会.

Honma, Satoshi and Jin-Li Hu. 2017. International Comparison of Industry-level Total-factor Energy Efficiency: A Meta Stochastic Frontier Approach East Asian Association of Environmental and Resource Economics.

Honma, Satoshi and Jin-Li Hu. 2016. How liberalization affect a feed-in tariff in Japan 's electricity market? The Sixth Congress of the East Asian Association of Environmental and Resource Economics.

〔図書〕(計 1 件)

本間聡, 2018, 国内製造業におけるエネルギーの利用と効率性に関する地域間の違い, 飯島大邦編 『格差と経済政策』第 8 章, 中央大学出版部

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 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 0 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：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号 (8 桁)：

(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。