

令和元年6月19日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15H03352

研究課題名(和文) 省エネ行動における非価格要因の経済分析：構造アプローチと実験アプローチの融合

研究課題名(英文) Economic Analysis of Non-Price Factor in Energy Saving Behavior: Structural Estimation and Experimental Approach

研究代表者

有村 俊秀 (Arimura, Toshi)

早稲田大学・政治経済学術院・教授

研究者番号：70327865

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,600,000円

研究成果の概要(和文)：個人の省エネ行動促進における非価格要因の研究を、構造推定と社会実験の二つのアプローチを用いながら、いくつかのテーマに分けて実施した。個人の省エネ行動の分析を通じて、価格だけではなく、社会規範も重要な要素であることが示された。ただし、効果を厳密に測定するには、内生性を考慮できる構造推定アプローチが有効であることが示された。また、実験アプローチでは、民間ホテルでの社会実験を行った。節電分だけを環境NGOに寄付するような利他性に訴える方法が、宿泊者の省エネ行動につながることも示された。ただし、自分自身が節電分の便益を得る場合も、やはり大きな節電効果を持つことも示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、社会規範が人々の省エネ行動において重要な役割を果たすことが示された。また、社会規範の効果を明らかにするのに、構造推定アプローチの有効性が示された。一方、社会実験のアプローチでは、ホテルでの宿泊者を対象に社会実験を行った。その結果、節電分だけ環境保全団体へ寄付する利他性に訴えるアプローチも一定の効果をも、一定の効果を持つことが示された。民間ホテルでの節電で、このようなアプローチが有効な可能性を示された。

研究成果の概要(英文)：We examined non-price factors influencing individual energy saving behaviors. We investigated several themes through a structural estimation approach and a field experimental approach. Through the analysis of individual energy saving behaviors at home, we found that social norm plays an important role in their energy saving behaviors. We also found that a structural estimation approach is effective in estimating the size of impacts influenced by social norm. In the field experimental approach, we conducted experiments toward hotel guests. It is suggested that appealing to altruism by donating the amount of energy savings by hotel guests is effective. We also found that monetary incentive also works in energy savings.

研究分野：環境経済学

キーワード：省エネ行動 構造推定 社会実験 社会規範 ピア効果 スマートメーター

## 1. 研究開始当初の背景

温暖化対策のため、世界的にみて省エネルギーの必要性が指摘されている。日本においても震災以降、電力供給の制約から節電の必要性が言われている。経済学的に省エネ促進を考えた場合、まず、価格メカニズムの利用が考えられる。炭素税や電力のピークロードプライシング等がその代表例であるが、実証研究で確認されているように家計部門の需要の価格弾力性は低く(Okajima&Okajima,2013)、抑制効果を持つまでの価格水準の導入は難しい。日本で導入された「地球温暖化対策のための税」も289円/CO<sub>2</sub>トンというレベルであり、その効果は限定的と考えられている。

そのため非価格要因に注目が集まっている。例えば、スマートメーターによる電力消費量の「見える化」や夏季エアコンの28度設定等のキャンペーンが実施されてきた。国際的にみても非価格要因に注目が集まっており、Arimura et al. (2012)でも米国電力会社による家計電力需要抑制管理システムの費用対効果が高いことが確認されている。

非価格要因の中でも、特に、ピアエフェクトや社会的規範が注目されている。米国では、省エネのコツを家計に伝えることや、社会的規範に訴えることで節電が進むとされている。例えば、Opowerの実験では、コミュニティの平均的な消費量を示すことにより、各家計の社会的規範意識に訴えることが節電につながると示されている(Allcott,2011)。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は省エネ行動の非価格要因の影響・効果を特定し、価格メカニズムと比較することにある。その際、構造推定のアプローチと実験的アプローチを融合する枠組みを検討する。第1に、社会規範が省エネ行動に与える影響を分析する(テーマ1)。ここでは、構造推定アプローチによりピア効果検証することに加えて、企業の省エネ取り組みによる情報提供が社会規範を通じて、従業員の家計での省エネを促すかを検証する。また、どのような企業を対象に、どのような省エネトレーニングが有効かについても検証する。第2に、個人の主観的幸福度が省エネ行動に影響するかを検証する(テーマ2)。第3に、スマートメーターによる「見える化」を用いて、様々な介入の効果を社会実験のデータから検証する(テーマ3)。第4に、情報提供の対象者選択について実験的アプローチを用いて検証する(テーマ4)。最後に、省エネ行動におけるそれぞれの非価格要因の重要度を特定し、かつ、それらと価格メカニズムと比較し、非価格要因を用いた政策の効率性について検討する。

## 3. 研究の方法

第1に、テーマ1では、エアコンの28度設定やLED導入等の家計の省エネルギー行動における非価格要因の影響の実証分析を行う。非価格要因として、社会規範に注目した。社会規範の分析では2つのアプローチをとった。第1に、他者の省エネ行動が個人の省エネ行動に影響を与えるかという分析を行った。ただ、他者の行動が自分に影響を与えれば、自分の行動も他者に影響を与えうる。その内生性を考慮するため、構造推定のアプローチを用いた分析を行った。データはインターネット調査で収集した。

もう1つのアプローチでは、職場の慣行が、社会規範の形成を通じて、家庭での節電行動に影響するかを分析した。ここでもインターネット調査によりデータを集めて、分析を行った。

テーマ2では、やはりインターネット調査でデータを収集した。そして、主観的幸福度と節電行動の情報を収集し、ミクロ計量分析を行った。

実験アプローチでは、ホテル実験と家計実験の2つの実験を行った。ホテル実験(テーマ3)では、関西地区のホテル協力を得て、宿泊者に対する社会実験を行った。このホテル実験では金銭的インセンティブと利他的な動機に訴える非価格アプローチと両方を実験した。利他的なアプローチでは、単純に利他性に訴える節電メッセージと、節電分を環境NGOに寄付するケースなど、複数のタイプのトリートメントを導入した。また、比較のために、金銭的なメリットを付与する実験も行った。

家計実験(テーマ4)では、情報提供の効果・対象者選定について検証するため、インターネットベースの家計での省エネ実験を行った。

2017年10月に第1回の家計調査を、2018年9月に追跡となる第2回の家計調査を実施した。最終的に140世帯に対して追跡調査することができた。調査では、家計の属性に加えて、省エネ行動の実施状況などを尋ねた。また、2回の調査では、家計に対して過去2年間の電気使用量についてのデータの提出も求めた。さらに、2017年10月から2018年9月まで1年間の間に一部の家計に対して家計内での省エネ行動に関するミニアンケートを計6回実施した。このミニアンケートでは家計内での家族と省エネ行動に対して話し合ってもらった結果を解答してもらった。追跡調査できた世帯のうち、一部に上記の2回の家計調査に加えて6回のミニアンケートの継続質問を行い、残りの67世帯には2回の家計調査のみを求めた。つまり、インターネット調査を通じて家計内ミーティングを促すという疑似的なフィールド実験を行う設計とした。

最終的に、提出してもらった電気料金データと2回の家計調査、6回のミニアンケートとを組み合わせ、ミーティングを促すことによる節電効果を把握した。

#### 4. 研究成果

個人の省エネ行動促進における非価格要因の研究を、下記のようにいくつかのテーマに分けて実施した。研究テーマ1(社会規範)では、大きく二種類の分析を行った。第1に、マイクロデータを用いた構造推定アプローチでは、家計の省エネ行動にピア効果を通じた社会規範の影響に関する分析を行った。分析対象としては、夏季のエアコンの28度設定、冬の20度設定を用いた。特に、社会的規範あるいはピア効果(友人が行うから自分も行う)が省エネ行動を促進するかを分析した。従来の実証研究ではピア効果分析においては、ピア効果の変数の内生性を考慮せずに分析を行ってきた。そのため、ピア効果が過大推定されている可能性があった。本研究では、友人が省エネ行動を実施すれば、自分も行動を行いやすくなるという状況をナッシュ均衡としてモデル化し、その理論モデルを取り入れた形での構造推定を実施した。分析の結果、内生性を無視した場合は、ピア効果の推定結果が過大になっていることが確認された。サーベイを用いた省エネのピア効果分析には、内生性を考慮した推定が必要であることが示唆されたのである。この結果は、環境経済学の国際的なトップジャーナルに公刊することができた(雑誌論文)。

第2に、企業が行う環境取り組み(環境経営)が、社会規範への影響を通じて、家庭における省エネ行動促進に与える影響を分析した。特にISO14001の取得によって実施される省エネトレーニングが、人々の省エネ行動の習慣化あるいは規範となることにより、家庭でも省エネ行動を実施するかどうかを検証した。インターネット調査によって得られた個票データを利用し、エアコンの夏季の28度設定、冬の20度設定、LEDへの切り替え、お風呂の追い炊きを止めること等の省エネ行動を分析した。順序付きロジットモデルを用いた分析を行った結果、ISO14001を獲得している企業で働く人は、そうでない人に比べて省エネ行動を実施する確率が高いことが分かった。さらに、これらの省エネ行動による家庭における電力料金の違いについても分析をした。その結果、ISO14001を獲得している企業で働く人は、そうでない人に比べて電気料金が低くなる可能性が示唆された。この結果は国際エネルギー経済学会で報告(学会発表)し、反響を得て、ドイツの大学との国際共同研究へとつながった。

研究テーマ2(主観的幸福度・リバウンドやエネルギー政策への態度)では、エコポイント制度のリバウンドについて実証研究を行った。本研究では、幸福度や感情が人々の意思決定に影響を与える点に着目し、内生性の問題を考慮した上で、人々の省エネ行動の実施に関する意思決定において、主観的幸福度がどのような影響をもたらすのかを、アンケート調査から得たデータを用いて検証した。分析結果より、エアコンを除く省エネ行動(テレビ、照明、お風呂、シャワー)について、主観的幸福度が高い人ほど省エネ行動を実施する確率が高いことが明らかとなった。このことから、人々の主観的幸福度を高めるような政策を実施した場合、それは間接的に省エネ行動を促し、結果として家庭部門でのエネルギー消費量の削減とCO<sub>2</sub>排出量の削減に貢献する可能性があると考えられる。また、エコポイント制度が、エアコン利用においてリバウンド効果をもたらす可能性があることも示された。

研究テーマ3(スマートメーターの「見える化」効果の実験)では、ホテルでのフィールド実験(スマートメーター実験)を実施し、スマートメーターの「見える化」効果について統計分析を行った。スマートメーターでは、規範意識に訴えて省エネを誘導するために、昨年同月比の消費量を表示することとした。また、スマートメーター実験に情報提供を加える方法についても検討し、複数のメッセージ提示方法を実験で用いた。また、メッセージの他、金券によるインセンティブ、寄付によるインセンティブの試行実施もした。その結果、金銭的なインセンティブの他、寄付によるインセンティブも効果があることが示された。分析結果は、国際学会や、海外大学(ドイツや香港)で報告を行った。また、社会還元として一般向けシンポジウムでも報告を行った。

研究テーマ4(情報提供の効果や対象者の絞り方)では、フィールド実験を完了した。具体的には、インターネット調査を通じて家計内ミーティングを促すという疑似的なフィールド実験を行った。最終的に、提出してもらった電気料金データと家計調査、ミニアンケートとを組み合わせ、ミーティング促進による節電効果を把握した。

最後に、以上の研究を踏まえて、構造推定と社会実験の融合についても検討を行った。

#### 5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計15件)

Hiroki Onuma, Shigeru Matsumoto, & Toshi H. Arimura "How much household electricity consumption is actually saved by replacement with Light-Emitting Diodes (LEDs)?" Discussion Paper Series No.1803, Research Institute for Environmental Economics and Management, Waseda University, pp.1-38, 2018, 査読無

有村俊秀・武田史郎・尾沼広基「炭素価格の二重配当-環境と経済の同時解決に向けて-」環境経済・政策研究, Vol.11(2), pp. 73-78, 2018, 査読有

陳舒蕾・功刀祐之・有村俊秀「事業所データを用いたポーター仮説の検証-環境規制と日本企業の研究開発・経営業績-」環境情報科学, 31(3), pp. 136-147, 2018, 査読有

Masayuki Hirukawa and Mari Sakudo "Functional-Coefficient Cointegration Models in the Presence of Deterministic Trends," *Econometric Reviews*, Volume 37, Issue 5, pp.507-533, 2018, 査読有

Masayuki Hirukawa and Mari Sakudo "Another Bias Correction for Asymmetric Kernel Density Estimation with a Parametric Start," *Statistics and Probability Letters*, Volume 145, pp. 158-165, 2019, 査読有

Toshi.H.Arimura, Kazuyuki Iwata, Hajime Katayama and Mari Sakudo "Seemingly Unrelated Interventions: Environmental Management Systems in the Workplace and Energy Conservation Behaviors at Home" Discussion Paper Series No.1802, Faculty of Political Science and Economics, Waseda University, pp.1-41, 2018, 査読無

井口衡・有村俊秀「サプライチェーンを通じた環境規制・自主的環境取り組みの影響-企業における環境関連研究開発活動に関する実証研究」中央経済社、植田和弘・島本実編著『<環境経営イノベーション第10巻>グリーン・イノベーション』pp.159-177, 2017, 査読無

有村俊秀「カーボンプライシングの経済分析：事前評価と事後評価 Review of Economic Analyses on Carbon Pricing: Ex-Ante and Ex-Post Assessments」エネルギー・資源, Vol. 38(5), pp. 261-267, 2017, 査読有

Toshi. H. Arimura and Nori Tarui "EEPS special issue on Enhancing renewable energy and energy efficiency: Japanese and US policies with implications for Asia" *Environmental Economic and Policy Studies*, Vol.19 (3), pp.451-457, 2017, 査読無

矢島猶雅・有村俊秀「都道府県による温室効果ガス排出削減計画書制度の計量分析 - 製造業部門の定量評価 - 」環境科学会誌, Vol.30(2), pp.121-130, 2017, 査読有

Masayuki Hirukawa and Mari Sakudo "Functional -Coefficient Cointegration Models in the Presence of Deterministic Trends" *Econometric Reviews*, pp.1-27, 2016, 査読有

Toshi H. Arimura, Hajime Katayama, Mari Sakudo "Do Social Norms Matter to Energy-Saving Behavior? Endogenous Social and Correlated Effects," *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, Vol. 3 (3), pp. 525-553, 2016, 査読有

Toshi. H. Arimura, Nicole Darnall, Rama Ganguli and Hajime Katayama "The Effect of ISO 14001 on Environmental Performance: Resolving Equivocal Findings," *Journal of Environmental Management*, Vol.166(15), pp.556-566, 2016, 査読有

Masayo Wakabayashi and Toshi. H. Arimura "Voluntary agreements to encourage proactive firm action against climate change: an empirical study of industry associations' voluntary action plans in Japan," *Journal of Cleaner Production*, Vol.112 (4), pp. 2885-2895, 2016, 査読有

Kazuyuki Iwata, Hajime Katayama and Toshi.H.Arimura "Do households under- or over-estimate benefits from energy saving behaviors?: Evidence from the Japanese household survey," *Energy for Sustainable Development*, Vol.25, pp.27-33, 2015, 査読有

[学会発表](計11件)

有村俊秀, Monetary and Moral Incentives of Behavioral Interventions: Field Experimental Evidence from Hotel Guest Energy Efficiency Programs , WEAI 15th International Conference , 2019年

有村俊秀, Seemingly Unrelated Interventions: Environmental Management Systems in the Workplace and Energy Conservation Behaviors at Home, 43<sup>rd</sup> Annual Conference of the Federation of ASEAN Economic Associations, 2018年

作道真理, Another Bias Correction for Asymmetric Kernel Density Estimation with a Parametric Start, 日本経済学会秋季大会, 2018年

Toshi. H. Arimura, Seemingly Unrelated Interventions: Environmental Management Systems in the Workplace and Energy Conservation Behaviors at Home, The 7<sup>th</sup> Congress of EAAERE, 2017年

有村俊秀, カーボンプライシングの国内動向・研究動向：排出量取引を中心として, 環境経済政策学会2016年大会, 公開シンポジウム「カーボンプライシング：低炭素経済への道筋」, 2016年

Toshi. H. Arimura, An Empirical study of Tokyo Emission Trading Scheme: Ex Post Analysis of Emissions from Office and University Buildings, SEEPS Annual Meeting,

2016年

Toshi. H. Arimura, An Empirical study of Tokyo Emission Trading Scheme: Ex Post Analysis of Emissions from Office and University Buildings, East Asian Association of Environmental and Resource Economists Annual Meeting 2016, 2016年

Toshi. H. Arimura, Seemingly Unrelated Intervention: Environmental Management Systems at Workplaces and Energy Conservation Behaviors at Home, 39<sup>th</sup> International Association of Energy Economics International Conference, 2016年

Toshi. H. Arimura, Seemingly Unrelated Interventions: Environmental Management Systems in the Workplace and Energy Conservation Behaviors at Home, Global Cleaner Production & Sustainable Consumption Conference, 2015年

Toshi. H. Arimura, Seemingly Unrelated Intervention: Environmental Management Systems at Workplaces and Energy Conservation Behaviors at Home, East Asian Association of Environmental and Resource Economists Annual Meeting 2015, 2015年

〔図書〕(計2件)

Toshi. H. Arimura・Kazuyuki Iwata, Springer, An Evaluation of Japanese Environmental Regulations -Quantitative Approaches from Environmental Economics-, 2015, 191.

有村俊秀・片山東・松本茂編著, 日本評論社, 環境経済学のフロンティア, 2017, 327.

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔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: 片山 東

ローマ字氏名: Hajime Katayama

所属研究機関名: 早稲田大学

部局名: 商学大学院

職名: 教授

研究者番号(8桁): 00595746

### (2)研究分担者

研究分担者氏名: 作道 真理

ローマ字氏名: Mari Sakudo

所属研究機関名: 日本経済研究所

部局名: 調査局

職名: 研究員

研究者番号(8桁): 70748954

### (3)研究分担者

研究分担者氏名: 岩田 和之

ローマ字氏名: Kazuyuki Iwata

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): 90590042

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。