

令和元年6月21日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H03614

研究課題名(和文) フィールド実験を用いた電力小売全面自由化後の消費者行動変容の行動経済学的研究

研究課題名(英文) Behavioral economic study of consumer behavior change after full liberalization of electricity retail market by using field experiment

研究代表者

依田 高典 (Ida, Takanori)

京都大学・経済学研究科・教授

研究者番号：60278794

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 10,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究「フィールド実験を用いた電力小売全面自由化後の消費者行動変容の行動経済学的研究」は、電力小売全面自由化後の消費者行動変容を仮説化した上で、フィールド(社会)実験を用いて検証します。それにより、変動型電気料金の体系や需要家による電力会社選択等が、デマンドピークの抑制や再生可能エネルギーの利用拡大に及ぼす経済的インパクトを、行動経済学的視点を踏まえながら研究します。

研究成果の学術的意義や社会的意義

研究を取り巻く現実の経済的背景について説明します。太陽光や風力など再生可能エネルギーの導入・普及は日本のエネルギーセキュリティやCO2の排出削減を目指す上で重要なエネルギー源です。また、2011年に発生した東日本大震災とその後の電力供給不足から、価格や見える化などを通じて、需要家に負担をかけないデマンドピークのカットやシフトの誘導(いわゆるデマンドレスポンス)が必要とされています。加えて、日本の電力システム改革では、2016年度から家庭を含む全需要家の小売全面自由化が導入され、需要家が自由に電力会社を選択できるようになります。

研究成果の概要(英文)：This research studies the hypothesis that consumer behavior change after total liberalization of power retail market by using the field experiment. Based on this, we will study the economic impact that variable electricity rate systems and the choice of electric power companies by consumers. This research will study the demand peak cut and the expanding of renewable energy based on behavioral economic perspective.

研究分野：応用経済学

キーワード：フィールド実験 行動経済学 無作為比較対照実験

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

先ず、研究を取り巻く現実の経済的背景について説明します。太陽光や風力など再生可能エネルギーの導入・普及は日本のエネルギーセキュリティや CO₂ の排出削減を目指す上で重要なエネルギー源です。また、2011年に発生した東日本大震災とその後の電力供給不足から、価格や見える化などを通じて、需要家に負担をかけないデマンドピークのカットやシフトの誘導（いわゆるデマンドレスポンス）が必要とされています。加えて、日本の電力システム改革では、2016年度から家庭を含む全需要家の小売全面自由化が導入され、需要家が自由に電力会社を選択できるようになります。

その際、キーとなるテクノロジーがスマートグリッドです。スマートグリッドはセンサー機能を搭載した家電製品などを電力ネットワークに接続して、電力需給を安定的・自動的に調整し、省エネとコスト削減を向上させ、その結果、次のような経済効果の達成が期待されています。

- 需要家の電力消費をリアルタイムに制御し、電気料金を時間帯別に変動させる変動型電気料金(以下、ダイナミック・プライシング)への加入を通じて、ピーク時の電力需要をオフピーク時にシフトさせる(ピークシフト効果)。
- 電力消費の見える化やダイナミック・プライシングへの加入を通じて、消費者の省エネへの意識を高め、ピーク時の電力需要をカットさせる(ピークカット効果)。

まだ、スマートグリッドは新興技術ですが、実際に経済効果を測定した事例が国内外で蓄積されつつあります。それらの経験によれば、一日の最大ピークの20%をカットすることが知られています。しかしながら、好きな人だけがスマートグリッドを活用したダイナミック・プライシングに加入するオプトイン方式では、最大20%程度の加入率しか見込めません。それは、人間の経済心理の保守性、いわゆるスイッチング・コストが発生するからです。

2. 研究の目的

本研究では、社会的実装化を見据えて、オプトイン方式のダイナミック・プライシングの加入率を高める方策を実際の消費者の事業者選択行動の中で比較考量します。この時、「グロスのピークカット効果」は、「ダイナミック・プライシングへの加入率」×「ダイナミック・プライシングに加入した需要家のネットのピークカット効果」として定義されます。こうした経済効果の測定は2016年以降に始まる一般家庭も含めた小売り全面自由化において、消費者の自由な選択を促しながら、電力システム改革の効率性を高めるためのフィールド実験の場を提供します。

続いて、本研究の基礎となるランダムイズド・エクスペリメント(Randomized Experiment, RE)手法の学問的背景について説明します。米国エネルギー省では、連邦予算に基づくスマートグリッド社会実験のガイドラインを策定し、経済効果を正しく測定するために、産官学のテクニカル・アドバイザー・ボードを立ち上げ、RE社会実験を推奨しています。RE社会実験は既に開発経済学や労働経済学の分野ではセルフセレクトション・バイアスを排除して真のトリートメント効果を得るための必須なツールとして定着していますが、今後、大規模な産業政策へも適用が求められていくと予想されます。

こうしたREを用いた電力消費デマンドレスポンスの経済効果の計測論文の嚆矢には、例えば、Wolak (2011), Ida and Wang (2014), Ito et al. (2015)があります。日本でもRE手法に従った社会実験経済効果を測定しなければ、国際的な信用が獲得できず、ひいては日本産業界の国際競争力にも悪い影響を及ぼすのではないかと懸念されるところです。また、REを活用したバイアスのないトリートメント効果の推定に基づいた経済政策の企画立案は、今後の日本の経済政策の質の向上にとって必須です。

[1] Wolak, Frank A. (2011) "Do Residential Customers Respond to Hourly Prices? Evidence from a Dynamic Pricing Experiment." *American Economic Review*, 101(3): 83–88.

[2] Ida, T. and W. Wang (2014) "A Field Experiment on Dynamic Electricity Pricing in Los Alamos," Project Center, Graduate School of Economics, Kyoto University, Working Paper E14-010.

[3] Ito, K., T. Ida, M. Tanaka (2015) "The Persistence of Moral Suasion and Economic Incentives: Field Experimental Evidence from Energy Demand," NBER Working Paper Series 20910.

3. 研究の方法

本研究のカバーする範囲は、我々が東急電鉄グループと共同で、横浜市田園都市地域で推進し

ているフィールド実験プロジェクトの個票データを用いて、①時間帯別料金・ピーク料金・オフピーク料金などダイナミック・プライシングへの加入、②ダイナミック・プライシングに加入した場合の電力代金の得失額の見える化など情報提供（シャドービル政策）を主要なトリートメントとした経済効果であり、どれだけの①総電力消費量削減、②電力消費デマンドピークカット、③電力消費デマンドピークシフトがあったかを定量的に測定します。こうした経済効果をもとに、電力不足が懸念される日本経済においてどのような料金体系を作れば良いのか、有用な需要弾力性情報が得られます。

そして、2016年に始まる小売り全面自由化など、電力産業のシステム改革において、スマートグリッドを活用したデマンドレスポンスの経済効果は事業者・政府の双方にとって貴重な参考資料として活用されます。

本研究では、3ヶ年計画で、所期の研究目標を果たすように研究を進めます。第1年度は、主にRE社会実験のセットアップに注力します。第2年度以降は、RE社会実験に基づいて、得られたデータに基づいて、オプトイン方式のダイナミック・プライシング加入促進策の経済効果の測定を行い、推定結果の政策論的検討を行います。

4. 研究成果

本研究は、電力小売全面自由化後の消費者行動変容を仮説化した上で、フィールド(社会)実験を用いて検証します。それにより、変動型電気料金の体系や需要家による電力会社選択等が、デマンドピークの抑制や再生可能エネルギーの利用拡大に及ぼす経済的インパクトを、行動経済学的視点を踏まえながら研究します。国際共同研究を通じ、米国で先行するフィールド実験の科学的手法に基づき、日本の電力システム改革のあるべき姿についても、学術的に吟味検討します。

第1年度にあたる2016(H28)年度では、RE社会実験のセットアップを行いました。RE社会実験の候補地としては、スマートグリッドの社会実験の対象となっている神奈川県横浜市田園都市地域の新築・既築の1,000世帯と決定しました。スマートメーターから得られる30分値の電気使用量(kWh)に関するHEMSデータを収集しました。これらを利用して、気温・電気料金データと合わせて、オプトイン方式のダイナミック・プライシングへの加入促進政策の分析を第2年度以降に行います。あわせて、節電行動・節電意識に関するアンケート調査も実施しました。

第2年度にあたる2017(H29)年度では、データの計量経済学的分析を行いました。重要な経済効果で統計的に有意な推定結果が得られれば、個人属性・住宅要因・環境要因を交叉させて、政策効果を柔軟にシミュレーションできます。家族構成が単身と5人家族の場合の比較・夏の最高気温が30度と35度の場合の比較などを織り込んで、シミュレーション結果がどう変わるかを見れば分かります。当然、経済効果はシナリオによって異なってきます。さらに、社会全体で達成したい数値目標が別途存在する場合には、多様なシナリオ別に、誰がどれだけ削減すれば、社会的目標を達成できるのかを割り当て、目標達成のためのインセンティブ・メカニズムを考えます。家庭のデマンド・レスポンス・データを地域の発電限界費用データとも連結させて、社会的な費用便益分析を行うことも可能です。以上の観点に留意しながら、データの計量経済学的分析に当たり、所定の分析結果を得ました。

第3年度に当たる2018(H30)年度では、分析結果の評価に基づく政策的議論を行いました。ダイナミック・プライシングの効果について、ダイナミック・プライシングへの加入率、ダイナミック・プライシングに加入した需要家のネットのピークカット効果、というピーク価格に対する加入率・価格弾力性が米国でも日本でもまだ明らかになっていません。このRE社会実験はこの点について明確な答えを出すことができます。また、電力消費にしては、節電による消費量の削減という点が注目されがちですが、情報提供による消費者の行動変容はより継続的なエネルギー消費変化をもたらす可能性があります。本研究はこの点についても明確な答えを出すことで、節電促進政策による消費量の削減、情報提供による行動変容を通じどのようなベストミックスが考えられるかについて重要な参考材料を提供しました。

以上の研究成果は、*Economics of Energy & Environmental Policy*, *American Economic Journal: Economic Policy* という2件の定評ある学術雑誌に掲載され、広く閲覧可能な1冊の和書としてもまとめられました。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2件)

[1] Ida, T., K. Murakami, and M. Tanaka (2016) “Electricity Demand Response in Japan: Experimental Evidence from a Residential Photovoltaic Generation System,” *Economics of Energy & Environmental Policy* vol. 5.1: 73-88.

[2] Ito, K., T. Ida, M. Tanaka (2018) “Moral Suasion and Economic Incentives: Field Experimental Evidence from Energy Demand,” *American Economic Journal: Economic Policy* vol. 10.1: 240-267.

〔学会発表〕（計 8 件）

[1] Ito, K., T. Ida, and M. Tanaka (2016) “Information Frictions, Inertia, and Selection on Elasticity: A Field Experiment on Electricity Tariff Choice,” presented at the 39th Annual National Bureau of Economic Research Summer Institute, Environmental & Energy Economics, Cambridge, Massachusetts, USA, July 26, 2016.

[2] Ito, K., T. Ida, and M. Tanaka (2016) “Information Frictions, Inertia, and Selection on Elasticity: A Field Experiment on Electricity Tariff Choice,” presented at Advances with Field Experiments 2016, Chicago, Illinois, USA, September 15, 2016.

[3] Ito, K., T. Ida, and M. Tanaka (2017) “Information Frictions, Inertia, and Selection on Elasticity: A Field Experiment on Electricity Tariff Choice,” presented at the Allied Social Science Associations / American Economic Association, Chicago, Illinois, USA, January 7, 2017.

[4] Ito, K., T. Ida, and M. Tanaka (2017) “Information Frictions, Inertia, and Selection on Elasticity: A Field Experiment on Electricity Tariff Choice,” presented at the Midwest Economics Associations, Cincinnati, Ohio, USA, March 30, 2017.

[5] Ida, T., N. Motegi, and Y. Ushifusa (2017) “Behavioral Study of Personalized Automated Demand Response in Workplaces,” presented at the JST-NSF-RCN Workshop on Distributed Energy Management Systems, Tokyo, Japan, June 12, 2017.

[6] Ida, T., N. Motegi, and Y. Ushifusa (2017) “Behavioral Study of Personalized Automated Demand Response in Workplaces,” presented at the 23rd Annual Conference of the European Association of Environmental and Resource Economists, Athens, Greece, June 28 – July 1, 2017.

[7] Ito, K., T. Ida, and M. Tanaka (2017) “Information Frictions, Inertia, and Selection on Elasticity: A Field Experiment on Electricity Tariff Choice,” presented at the Honoring Dan McFadden’s 80th birthday Conference, Los Angeles, California, USA, July 28, 2017.

[8] Ito, K., T. Ida, and M. Tanaka (2017) “Information Frictions, Inertia, and Selection on Elasticity: A Field Experiment on Electricity Tariff Choice,” presented at the NBER Japan Project Meeting, Tokyo, Japan, July 31, 2017.

〔図書〕（計 1 件）

[1] 依田高典、田中誠、伊藤公一郎 (2017) 『スマートグリッド・エコノミクス：フィールド実験・行動経済学・ビッグデータが拓くエビデンス政策』有斐閣 222pp 2017年5月.

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

出願年月日：

国内外の別：

○取得状況（計 0 件）

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

取得年月日：

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.econ.kyoto-u.ac.jp/smartgrid/>

6. 研究組織

(1)研究分担者

該当者なし

(2)連携研究者

牛房 義明

YOSHIAKI USHIFUSA

村上佳世

MURAKAMI KAYO

※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。