

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 26 日現在

機関番号：12703

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2016

課題番号：15K13014

研究課題名(和文) 入札データを用いた地域電力市場のミクロ・マクロ分析

研究課題名(英文) Micro- and Macro-analysis of Regional Power Markets with Auction Data

研究代表者

岡本 亮介 (Okamoto, Ryosuke)

政策研究大学院大学・政策研究科・准教授

研究者番号：60323945

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：自由化に直面する日本の電力市場について、地域ごとの特長を生かしたマイクロデータやモデルを用いて分析した。そこでは、9地域の電力市場モデルを用いて原発が停止した影響や、停止した原発を代替する火力発電所を導入した際の効果をシミュレーション分析した。その結果、原発の停止によって生じた卸市場価格の上昇は、火力発電所の増設によって一定程度抑えられること、しかし、オフピーク(春・秋、夜間)の電力料金上昇は避けられないことなどが明らかにされた。また、太陽光発電設備を持つ需要家を対象としたフィールド実験によって、価格を変化させることで実現できるピークカット効果は、一般世帯のそれより小さいことがわかった。

研究成果の概要(英文)：We analyzed the Japanese power markets, facing deregulation, with microdata and simulation models. The 9-region power market model revealed that no-nuke policy would push up the wholesale market prices and that the price hike would be only partly alleviated by installation of thermal power stations that make up the lost nukes, especially during off-peak times/seasons. Field experiments with "prosumers" holding PV system showed that dynamic pricing would lower peak demand only to a smaller extent, compared with usual consumers without PV system.

研究分野：地域経済学

キーワード：電力自由化 原発停止 フィールド実験 太陽光発電

1. 研究開始当初の背景

電力市場分析は、少数のプレーヤーによる戦略的行動を可能な限り簡単な枠組みを用いて高い精度で描写できるかが重要である。原発の停止や再エネ導入、ディマンド・レスポンス等の IT テクノロジーの進歩と自由化による参入によって市場の競争環境は日々変化している。今後は、「9 電力(北海道、東北、東京、中部、関西、北陸、中国、四国、九州の各電力会社)+いくつかのフリンジ・プレーヤー」の行動が市場を決定するであろう。

ただし、9 電力の中でも東電は非常に特殊で、福島原発事故の賠償責任を負い、私企業といえどもその生殺与奪は政府が握る(Hosoe & Tanaka (2012, Energy Policy))。さらに、アンバンドリングによって、発電会社と送配電会社に分かれ、これらを取りまとめて監視する広域機関が新たに誕生する。

市場のプレーヤーは、数が増えるだけでなく、その性質も多様化する。したがって、これまでの電力自由化の評価軸である「電力会社 vs. Power Producer and Supplier (PPS)(あるいは新電力)」という単純な「新旧対決」よりも、垂直・水平分割された電力会社間の競争や、競争的な市場形成を目指す電力システム改革を体現する広域機関の行動を考慮する必要がある。たとえば、再エネの導入ルールの策定やその運用という問題一つとっても、これらのプレーヤーの間での綱引きによって大きく影響を受ける。

こうした新しい市場環境に対応した政策分析のために必要なツールを、入札データを用いたマイクロ統計分析や、マクロ・モデル等の手法を用いて開発し、実際の政策の影響分析のシミュレーションを行う。

本研究では、この市場・競争環境の変化の影響を、卸売市場に関してはスポット市場取引データを用いて、小売市場に関しては官公庁の入札データを用いて明らかにする。そこでは、プレーヤーの行動を規定する「構造」を明示的に描写することで、精緻で頑健性が高く、また、仮想的なシミュレーションが可能なモデル分析を行う。既存研究では、この種の構造推定は少ない(Suzuki (2012))。

小売市場に関しては、政府公共調達における入札のマイクロ・データを用いて、自由化の効果を高木・細江(2009, 『日本経済研究』), Hosoe & Takagi (2012, JJIE)が行っている。ただしそこでは、電力会社 vs. PPS という構図でのみ競争の効果が計測されており、また、誘導形のモデルを用いているために、仮想的な競争促進策の効果をシミュレーションできない。

卸市場分析については、金融工学的な予測が中心(山口(2005),下境(2008))であり、市場構造の考慮が十分ではない。そのため、現実的な規制・競争政策に関して詳細に論じることにはできない。そのほか、Ikeda(2013)では、卸取引市場の効率性をスプレッドの大きさで計測したが、用いられたデータの大部分は震災以前のものである。

また風力や太陽光などの再生可能エネルギーの大量導入が、卸市場のスポット価格へ与える影響を考察するモデルの検討は、世界的にもまだ始まったばかりである。

これらを克服することによって、卸市場と小売市場の関係も考慮に入れて、上流から下流、また、大口から小口まで、高頻度データとマイクロデータを用いて、最新の時系列、および、マイクロ計量経済学的手法を適用しつつ、市場全体をトータルで捉えることが本研究の最大の先進性である。

2. 研究の目的

本研究では、アンバンドリングによって競争的な市場に作り替えられようとしている電力市場の詳細なデータ分析と新しい規制制度の理論分析を通じて、電力市場改革の効果を実証的に明らかにする。

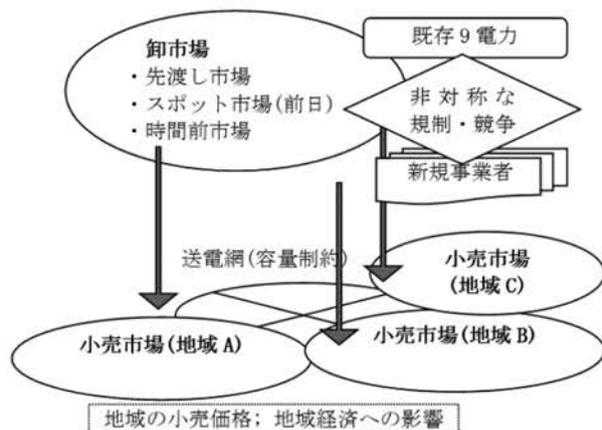
長年の地域独占が無くなり、卸市場と小売市場の両方で、地域電力会社間の競争が進み、また、新規事業者も参入が加速する。再エネのような高設備費で信頼性が不十分なものが FIT (feed-in tariff, 固定価格買い取り)制度のもとで増加し、火力のように可変費が高いものと混在してプレーヤー間の多様性・非対称性が増加する。

こうした状況下で、高頻度のスポット市場データと、入札データを用いて小売市場をマイクロ・データ分析し、震災・脱原発のようなショック、再生可能エネルギーの大量導入の影響や、競争促進政策等の市場介入の効果を分析する。この結果を地域別のマクロ・モデルに導入して、マイクロ・レベルの政策のマクロ・レベルでのインパクトも明らかにする。

3. 研究の方法

卸スポット市場と電力入札データの収集・整理を行ない、それを基にしてプロトタイプ・モデルを構築し、計量経済学的な検討を加える。そこで、各市場がもつ特徴(たとえば電気事業者のコスト関数のパラメータ、各種の価格弾力性、自由化・競争促進策の効果等)について明らかにする。各市場における独占力がどの程度変化するかを、非対称プレーヤーのゲーム的枠組みで検討する。

ミクロ的な政策としては、アンバンドリングによって変化する競争環境の変化(たとえば、企業数)や、新規事業者に対する優遇策(入札における優遇)、再エネFIT制度の変更の影響等をシミュレーションによって検討する。マクロ的影響については、落札価格から見た小売り電力価格や、それを通じた産業別の産出量や地域間交易の変化、再エネ導入量の変化等のマクロ的影響を計量的に把握する。



4. 研究成果

細江(2016)および Hosoe(2015)では、9地域電力空間均衡モデルを用いて、東日本大震災とその後の電力市場を想定し、脱原発の影響と、それを補うための火力発電所の導入の効果をシミュレーション分析した。原発の脱落については、全原発、沸騰水型のみ、高齢機(40年超)のみを考え、それぞれ、卸電力市場価格や、地域間の電力融通と送電線の混雑の状況について吟味した。

その上で、脱落した原発と同じだけガスタービン火力発電所を導入した場合を考えた。これらの影響は、年間、または、1日の間の各時間帯で異なったものとなる。とくに、需要が大きい季節・時間帯では原発脱落の影響は大きい、一方で、火力発電所の導入効果もまた大きい(すなわち、原発脱落の影響を大きく緩和できる)。逆に、需要が小さい季節・時間帯では、火力発電所を導入しても、市場価格を十分に下げる効果が期待できないことがわかった。原発の脱落、火力発電所の導入のいずれも、それらによって地域間送電量が減少する傾向があることが示された。

田中ほか(2016)では、今後日本国内でもいっそうの増加と普及が見込まれるPVプロシューマーを対象に、大規模な無作為比較対象法(RCT; Randomized Controlled Trial)のフィールド実験を実施し、ダイナミックプライシングによるピークカット効果を検証した。

この実験の結果、太陽光(Photovoltaic, PV)プロシューマーに対するダイナミックプライシングのピークカット効果は、一般世帯に対する効果の4分の1程度(約4%)にとどまることがわかった。これは、PVプロシューマーがソーラーパネルで発電しており、そもそも電力会社から購入する電力の絶対量が少ないため、価格変化の影響が限定的となるからかもしれないと考えられる。また、PVプロシューマーの多くはピーク時間帯に余剰電力を電力会社に売って実質的にリベートを受け取るが、リベートは課金よりも効果が小さいことに起因すると考えられる。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計2件)

1. 依田高典, 村上佳世, 田中誠 (2015), 「スマートコミュニティの社会実験から見た経済効果の評価」、『環境情報科学』, 査読有, 第44巻, 2015, 31-35.
2. Hosoe, N., “Nuclear Power Plant Shutdown and Alternative Power Plant Installation Scenarios: A Nine-Region Spatial Equilibrium Analysis of the Electric Power Market in Japan”, *Energy Policy*, 査読有, Vol. 86, 2015, 416-432. DOI:10.1016/j.enpol.2015.07.021

[図書] (計1件)

1. 馬奈木俊介, 北村俊彦, 細江宣裕, 田中誠, 依田高典, 村上佳世, 松川勇, 乾友彦, 枝村一磨, 一宮央樹, 田中健太, 岩田和之, 日引聡, 鶴見哲也『原発事故後のエネルギー供給からみる日本経済: 東日本大震災はいかなる影響をもたらしたのか』, ミネルヴァ書房, 2016, 268ページ(61-92, 93-108).

[学会発表] (計3件)

1. Y. Chen, M. Tanaka, and A. Siddiqu, “Tradable Performance-based Co2 Emissions Standards: Walking on Thin Ice?”, *INFORMS Annual Meeting*, Nashville, Tennessee, USA, 11月13日, 2016.
2. Zhang, D., Y. Chen, and M. Tanaka, “On the Inefficiencies of the Us Federal Clean Power Plan”, *INFORMS Annual Meeting*, Nashville, Tennessee, USA, 11月13日, 2016.
3. Y. Chen, M. Tanaka, and A. Siddiqu, “Tradable Performance-based Co2 Emissions Standards: Walking on Thin Ice?”, *39th Annual IAEE International Conference*, Bergen, Norway, 6月20日, 2016.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岡本 亮介 (OKAMOTO, Ryosuke)
政策研究大学院大学・政策研究科・准教授
研究者番号：60323945

(2) 研究分担者

田中 誠 (TANAKA, Makoto)
政策研究大学院大学・政策研究科・教授
研究者番号：10377137

細江 宣裕 (HOSOE, Nobuhiro)
政策研究大学院大学・政策研究科・准教授
研究者番号：60313483

(4) 研究協力者

城所 幸弘 (KIDOKORO, Yukihiro)
政策研究大学院大学・政策研究科・教授
研究者番号：90283811

池田 真介 (IKEDA, Shinsuke)
政策研究大学院大学・政策研究科・助教授
研究者番号：90598567

AFZAL, Siddiqui
Senior Lecturer, Department of
Statistical Science University,
College London; Computer and Systems
Sciences, Stockholm University.

CHEN, Yishu
Associate Professor, Department of
Technology Management, University of
California, Santa Cruz.