

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和元年6月18日現在

機関番号：12703

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2017～2018

課題番号：17K18559

研究課題名(和文)非対称プレーヤーによる寡占電力市場のミクロ・データ分析

研究課題名(英文)microdata analysis of oligopolistic power markets with asymmetric players

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) 5,000,000円

研究成果の概要(和文)：自由化された電力産業における独立した送電設備計画は、二段階計画問題として捉えることができる。この問題を「均衡制約をもつ数理計画問題」として定式化し、解析的に解くことを試みた。2つの地域(北部に再エネ、南部に火力が立地)と地域間を結ぶ基幹送電線がある簡単なケースを検討した結果、環境政策が不完備だが市場は完全競争である場合において、送電設備計画機関が選択する送電線容量はファーストベストに比べて小さくなる。ファーストベストの送電線容量から乖離が生じるのは、火力発電の外部不経済効果が内部化されないことが原因として挙げられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

電力市場の入札データ分析のために、新たに最新の入札データ(約5,000件)を収集し、これに基づいて詳細なデータ分析ができる基礎を築いた。たとえば、構造推定分析を行うことによって、電力小売市場への参入促進策として、企業数の増加と新規参入者への優遇措置(応札価格を割り引いて評価し、既存事業者より高い金額であった落札者とする)を考えた。これらの優遇を行った効果をシミュレーションで分析し、市場セグメント(たとえば、大口vs.小口)によって、効果が異なること、また、過剰な優遇措置は新規参入を促進する効果を持たず、また、市場の効率性も悪化させうることを示すことができ、規制政策を検証することができる。

研究成果の概要(英文)：We described a two-stage mathematical problem where transmission network development problems are independently solved by utilities. This constrained-mathematical problem was solved analytically in our study. In this model, two regions, where renewable energies in the northern region; and thermal plants are in the southern region, are connected with a transmission link. We found lack of environmental regulations would lead to insufficient investment in a perfectly competitive market, compared with the first-best case. This is due to a distortion originating from negative externalities from thermal plants.

研究分野：都市経済学

キーワード：電力自由化 規制制度分析

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

電力市場分析では、少数のプレーヤーによる戦略的行動の描写が成否の鍵を握る。原発の停止、再エネ導入、デマンド・レスポンス(Demand Response, DR)やネガワット(節電)等の IT 技術の応用、新規事業者の参入によって市場の競争環境は大きく変化してきた。近い将来としては、9 電力等の「大手既存事業者」、「新電力大手」、それと多数の「フリンジ・プレーヤー」の行動が市場を決定するであろう。9 電力の中でも東電は非常に特殊で、福島原発事故を契機に政府が深く関与している(Hosoe & Tanaka (2012, Energy Policy で公刊))。一方で、その小売市場は新電力による草刈り場になっている。9 電力が担っていた送配電部門は、アンバンドリングによって分離されて、地域横断的な広域機関によって調整・監視される。

市場のプレーヤーは、規模も生産性も異なる。これまでの「電力会社 vs.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。実際、再エネの受入れ余力の問題から事業開始が遅れ、多くの太陽光発電事業者が破綻し始めている。

こうした新しい市場環境を分析するために、高頻度・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分析ツールを開発し、実際の政策シミュレーションを行う必要がある。

2. 研究の目的

本研究では、東日本大震災を契機として大きく自由化が進展する電力市場に関して、公共入札のマイクロ・データや高頻度の卸市場取引データ分析を用いて、新しい技術や制度がこの寡占的な市場に与える影響を明らかにし、電力市場改革の効果を実証的に明らかにする。

2016 年 4 月に小売り自由化が開始されて以来、新電力へと契約を切り替えたのは対象需要家の約 2%にすぎない。これには様々な要因がありうるが、市場インフラである卸電力市場の取引が活性化していないことも一因と言われる。卸電力市場をめぐるのは、世界にもほぼ例のない新しい取り組みとして、太陽光等の再生可能エネルギー専用市場の新設計画がある。さらには、ネガワット取引を、日本卸電力取引所(Japan Electric Power Exchange, JEPX)に取り込むことも議論されている。

長年の地域独占(いわゆる 9 電力体制)が垂直的なアンバンドリングによって解体され、上流の卸市場と下流の小売市場の両方で、既存事業者間の空間的な競争が進むだけでなく、既存事業者と新規事業者の間の競争が発生している。既存事業者は最新鋭のガスタービンや石炭火力を導入し、新規参入者は、中・小規模設備や再エネのような高設備費で信頼性が低いものを固定価格買取(Feed-in Tariff, FIT)制度の支援を受けて導入する。この結果、プレーヤー間の多様性・非対称性が増加する。実際、小売市場では多様な料金メニュー間の競争が発生している。

こうした状況において、高頻度のスポット取引データを用いて卸市場を、また、入札データを用いて小売市場を分析し、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、新規参入者を優遇する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

小売り入札データを用いて、理論モデルを下敷きにしたモデル(構造モデル)によって、市場参加者の行動を計量経済学的に推定する。とくに、既存・新規事業者のコスト関数パラメータ(分布)を推定して構造モデルを構築し、仮想的な政策実験を行う。例えば、自由化・競争促進策として、潜在的な新規参入者数が増えた場合の影響、新規参入者を優遇する入札制度の効果等を明らかにする。これらによって、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。

卸市場の取引データを用いて、時系列モデルによって卸市場を推定して特徴付けする。その上で、市場参加者数の増加が市場取引の効率性に与える影響、既存事業者による供給量の強制的な増加(いわゆる「玉出し」)が市場価格に与える影響も考えられる。再生可能エネルギー、とくに太陽光や風力は需給の不確実性が高い扱いづらい電源であり、適切な卸電力市場の制度設計と運用やネガワットの導入によって、こうした電源をうまく活用する方法を検討する必要がある。

ところで、上流の卸市場と下流の小売市場の2つは密接に連動している。それゆえ、必然的に、これらの間の垂直的なインタラクションを分析することになる。さらには、空間的にも各地域の市場は繋がっている。実際、九州電力が遠く東京地域で小売りの営業活動を行っている。9 地域電力市場モデル等を用いることで、ある地域で発生したショックが、他の地域にどのように波及していくかを描写できる。

電気事業者側ではなく、消費者側からもアプローチする。不足する電力を「ネガワット」で供給するいわゆるデマンド・レスポンス(DR)に関する研究が必要である。どのような消費者のプロファイル、料金メニューがネガワット供給を大きくするのか等について実験データを踏まえた理論分析の知見も反映させる。

4. 研究成果

主要な研究成果について以下で要約を述べる。米国の Clean Power Plan は、企業のパフォーマンスベースの環境規制とキャップ・アンド・トレード方式の環境規制を各州が選択的に導入することを許容する。これらの規制のインパクトについては、電力市場の構造や市場支配力の程度により影響が異なると考えられる。本研究では、リーダー・フォロワー型の寡占モデルを用いて、異なる環境規制の影響を分析した。カリフォルニア州のように、温室効果ガスの排出が比較的少ない発電プラントをリーダーの発電事業者が所有する場合、パフォーマンスベースの環境規制においてより市場支配力の歪みが生じやすく、キャップ・アンド・トレード方式の環境規制に比べて社会厚生が悪化する。逆に、PJM(アメリカ東部の送配電組織)のように、温室効果ガスの排出が比較的多い発電プラントをリーダーの発電事業者が所有する場合、キャップ・アンド・トレード方式の環境規制においてより市場支配力の歪みが生じやすく、パフォーマンスベースの環境規制に比べて社会厚生が小さくなる。

自由化された電力産業における独立した送電設備計画は、二段階計画問題として捉えることができる。この問題を「均衡制約をもつ数理計画問題」として定式化し、解析的に解くことを試みた。2つの地域(北部に再エネ、南部に火力が立地)と地域間を結ぶ基幹送電線がある簡単なケースを検討した結果、環境政策が不完備だが市場は完全競争である場合において、送電設備計画機関が選択する送電線容量はファーストベストに比べて小さくなる。ファーストベストの送電線容量から乖離が生じるのは、火力発電の外部不経済効果が内部化されないことによる歪みのためである。環境政策が不完備で、市場が寡占による不完全競争である場合にもファーストベストの送電線容量からの乖離が生じる。さらに、環境政策の例として炭素税を導入するケースも分析した。炭素税が完備されると、完全競争下では最適な送電線容量が実現し社会厚生も最大化されるが、不完全競争下ではそうなるとは限らない。不完全競争のもとで「市場支配力の影響」が「環境負荷の影響」よりも大きい場合には、炭素税の導入により、送電容量が増大するが、市場支配力が強まり結果として社会厚生が低下することがおこりうることを示した。

そのほか、マクロ・レベルのモデル化においては、天然ガス供給パイプラインと各地域の産業別経済活動との間の関係を、他地域応用一般均衡モデルを用いて描写した。また、再エネの活用事例や、近年注目されている近隣環境への負の外部性等の事例について、現地調査等を行って事例を収集・分析した。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 1 件)

1. Yihsu Chen, Makoto Tanaka, Afzal Siddiqui “A Leader-Follower Model for Tradable Performance-Based CO2 Emissions Standards,” 2018 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC), 2018, 941-946.

[学会発表] (計 1 件)

1. Siddiqui, A., M. Tanaka, and Y. Chen “Sustainable Transmission Planning in Imperfectly Competitive Electricity Industries: Balancing Economic Efficiency and Environmental Outcomes IFORS 2017, 21st Conference of the International Federation of Operational Research Societies,” 2017/7/18, Québec, Canada.

[図書] (計 0 件)

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：細江 宣裕

ローマ字氏名： HOSOE, Nobuhiro

所属研究機関名：政策研究大学院大学

部局名：政策研究科

職名：教授

研究者番号（8桁）：60313483

研究分担者氏名：田中 誠

ローマ字氏名： TANAKA, Makoto

所属研究機関名：政策研究大学院大学

部局名：政策研究科

職名：教授

研究者番号（8桁）：10377137

※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。