

令和 4 年 6 月 13 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2021

課題番号：20K13481

研究課題名（和文）再生可能エネルギー電力の導入が日本卸電力市場の活性化に与える影響

研究課題名（英文）Renewable Energy Generation Effects on the Japan's Electricity Market

研究代表者

馬 騰 (Ma, Teng)

京都大学・経済学研究科・特定講師

研究者番号：60869957

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,500,000円

研究成果の概要（和文）：この研究は、不完全競争市場である日本卸電力市場に焦点を当て、再生可能エネルギー電力の市場参入がスポット市場の価格水準と価格の変動性に与える影響について、これまで十分に議論されていなかった日本の電力スポット市場に着目し、再エネのメリットオーダー効果について定量的な分析手法による検証を行った。

また、東北地方の再エネ電力生産が、地域間の電力調達を通じて、東京地方の卸電力市場にもたらす間接的な影響について分析を行い、スポット市場の価格水準と価格変動が地域内と地域外の再エネ電力生産による変化を捉えることに着目した。さらに、再エネ電力生産がスポット市場に与える影響の電力需要による変化について検討を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

この研究は、地域ごとの電力の需給バランスの変化により、再エネがスポット市場に与える影響が異なるのかについて検証を行った。スポット市場価格を安定させるため、再エネの出力安定性の向上以外にも、再エネ出力制御の対策と地域間電力調達の活用が必要とされることを指摘した。

また、地域内の送電設備の増設、地域間連系線の増強、マーケットプレミアム制度の導入、balancing市場と時間前市場の利用拡大により、再エネの市場安定化効果のさらなる拡大を期待できることを指摘した。

研究成果により、再エネ電力の導入による卸電力市場の価格変動特徴を考察し、日本における再エネの普及に貢献、日本の電力自由化改革に資することである。

研究成果の概要（英文）：We examined the impact of renewable energy power supply on the reductions in electricity spot prices and realized price volatility in an imperfectly competitive market. Our results suggest that renewable power production decreases the market spot prices with regional differences, and the impact of price reduction depends not only on the renewable power generation, but also on the stability of renewable power supply in different local electricity markets. On the other hand, Our results indicate that the electricity spot market is affected not only by local renewable power generation, but also by renewable power generation in neighboring areas. The relatively higher price reduction effect of transmitted power is due to its higher price elasticity under a tight supply-demand balance. Specifically, our results confirm the cross-regional price stabilization impact of renewable power generation

研究分野：エネルギー経済学

キーワード：電力市場 再生可能エネルギー スポット価格 価格変動 地域間調達 日本

## 1. 研究開始当初の背景

日本の電力自由化は1995年の電気事業法改正に始まり、発電部門の競争が開始された。IPPと呼ばれる独立系発電事業者の発電市場への参入が認められ、卸供給を行うことが可能となった。2000年には、大規模需要家に対して電力を小売業販売することが可能となった。きっかけとして、新電力(PPS)と呼ばれる特定規模電気事業者が小売市場に参入したことがあげられる。2005年に、小売自由化の対象が50kW以上の高圧の全ての需要家にまで拡大した(エネルギー白書, 2010)。同2005年4月、日本卸電力取引所(JEPX)の開業によって、電力調達手段が多様化した(JEPX, 2017)。

卸電力取引の開業により、小売事業者は、経済合理的な電源調達が可能となった。特に電力小売の全面自由化(2016年4月)以後、スポット市場の取引シェアは大きく向上している。JEPXにおける販売電力量全体に占める比率は長期2%未満にとどまったが、全面自由化以来大きく増加している。この比率は2018年10月に29.0%を達し、フランス(25%)を超える水準にまで拡大している(経済産業省, 2018)。

一方、2011年の東日本大震災以来、日本にある60基の原子力発電所の内5基しか稼働していないため、日本の電力需給は逼迫した状況になっている(経済産業省資源エネルギー庁, 2017)。その状況を改善するため、日本政府は2014年に「第4次エネルギー基本計画」を公表し、「3E+S」、需要側・供給側の両方の選択肢を重視することなど理念を示した<sup>5)</sup>。その方針に基づいて、広域的運営推進機関が設立され、電力小売の自由化など全面的に実施された。特に、電力小売の全面自由化以後、様々な事業者の電気の小売市場への参入により、電力市場の競争が活性化され、再エネを中心に電気を供給する事業者から電気を買うことも可能となった。卸電力市場の活性化を促進するため、需要面(電力小売業者間の競争、消費者の満足度など)から論述だけでなく、供給面から考察も重要だと認識されている。特に、2019年に主要電源になされた再エネにも注目する必要があると考えられる。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は2つある。まずは、再エネの電力導入量の変化が日本の卸電力価格および価格変動に与える影響を明らかにすることである。また、その影響はどのように地域特徴により変化するかを把握することである。

本研究の意義は、再エネ電力の導入による卸電力市場の価格変動特徴を考察し、日本における再エネの普及に貢献、日本の電力自由化改革に資することである。

## 3. 研究の方法

まず、一般電力事業者から入手した再エネの時間ごと発電量と日本卸電力取引所(JEPX)が公表したスポット価格に関する情報を用い、動的パネルモデルによる分析を行った。

また、東北地方の再エネ電力生産が、地域間の電力調達を通じて、東京地方の卸電力市場にも

たらず間接的な影響について分析を行った。また、スポット市場の価格水準と価格変動が地域内（東京地方）と地域外（東北地方）の再エネ電力生産による変化を捉えることに着目した。さらに、再エネ電力生産がスポット市場に与える影響の電力需要による変化について検討を行った。

#### 4. 研究成果

① Ma T., Xu, T., Du, Y., “Renewable Energy Generation Effects on the Electricity Market: An Empirical Study on Japan’s Electricity Spot Market,” Discussion Paper No.17, Research Project on Renewable Energy Economics, Kyoto University.

② Ma T., Du, Y., Xu, T., Chen, W., “Cross-regional Impacts of Renewable Power Generation on the Electricity Market: Empirical Study on Japan’s Electricity Spot Market,” Discussion Paper No.41, Research Project on Renewable Energy Economics, Kyoto University.

研究①の結果について、再エネの市場統合がスポット価格の低下を導く効果（メリットオーダー効果）があることを明らかにした。一方、東京地方のような電力需要に対して送電容量が不足な地域において、再エネの市場取引への参入が、市場価格の変動性を増加させることがあると結論した。また、異なった送配電地域の再エネ電源の出力安定性によりスポット価格への低下効果も異なることがわかった。さらに、再エネ電源のスポット価格への減価効果の年次推移について検討を行い、電力市場改革の進行に伴う再エネの導入拡大により、減価効果が増大されることを検証した。その一方、再エネ電源の市場参入がスポット市場の価格変動性にもたらす影響は地域異質性がある。一般電力事業者の供給エリアによって、再エネ電源の出力安定性が異なり、安定的な再エネ電源の市場参入がスポット価格の変動を低下させる効果を与える。また、再エネの出力制御と地域間の電力調達も、スポット価格の変動に影響をもたらすことが証明された。

本研究の貢献は、まず、これまで十分に議論されていなかった日本の電力スポット市場に着目し、再エネのメリットオーダー効果について定量的な分析手法による検証することである。先行研究の多くは、再エネの利用拡大に注目したが、本研究では、再エネ供給の安定性についても議論を行った。また、地域ごとの電力の需給バランスの変化により、再エネがスポット市場に与える影響が異なるのかについて検証を行った。電力不足が発生した地域において、再エネのメリットオーダー効果が低下する結果がわかった。また、再エネが価格水準だけでなく、価格変動に与える影響についても検討を行い、結果として、スポット市場価格を安定させるため、再エネの出力安定性の向上以外にも、再エネ出力制御の対策と地域間電力調達の活用が必要とされる。

研究②の分析結果として、まず、東北地方と東京地方の再エネ電力生産とともに卸電力市場のスポット価格に減価効果をもたらすが、地域間の電力調達を通じた間接的な影響がより大きいことが検証された。調整力として地域外から電力調達を行うのは電力不足の時間帯であるため、調達された再エネ発電量の価格弾力性がより高いことが原因だと考えられる。また、東京地方の再エネ電源出力が東京エリアのスポット市場の価格変動を増加させるが、東北地方からの再エ

ネ電力調達が市場価格を安定させる効果がある。その原因は、東京地方での再エネ出力が安定的ではない、そして調整力電源不足である。さらに、東北地方の再エネ電力生産が卸電力市場に与える影響が電力需要により変化され、非ピークタイムでの減価効果・安定化効果がピークタイムに比べて大きいことがわかった。これは、現行の固定価格買取制度が需要に合わせた電力行動を促すインセンティブを与えていないため、生産者がピークタイムでの高い限界費用を回避するからである。

本研究の結果に踏まえ、地域内の送電設備の増設、地域間連系線の増強、マーケットプレミアム制度の導入、balancing市場と時間前市場の利用拡大により、再エネの市場安定化効果のさらなる拡大を期待できる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 馬 騰
2. 発表標題 Renewable Energy Generation Effects on the Electricity Market: An Empirical Study on Japan's Electricity Spot Market
3. 学会等名 The European Association of Environmental and Resource Economists, 26th Annual Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 馬 騰
2. 発表標題 Renewable Energy Generation Effects on the Electricity Market: An Empirical Study on Japan's Electricity Spot Market
3. 学会等名 International Energy Workshop, 39th Annual Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 馬 騰
2. 発表標題 The Cross-regional Impacts of Renewable Power on the Electricity Market: An Empirical Study on Japan's Electricity Spot Market
3. 学会等名 環境経済・政策学会（SEEPS）2021年大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------