

氏 名	ワルター ライニッシュ WALTER REINISCH
学位(専攻分野)	博 士 (エネルギー科学)
学 位 記 番 号	エ ネ 博 第 138 号
学位授与の日付	平 成 18 年 9 月 25 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	エ ネ ル ギ ー 科 学 研 究 科 エ ネ ル ギ ー 社 会 ・ 環 境 科 学 専 攻
学位論文題目	Analysis of the Market Price on the deregulated Electricity Market (規制緩和された電力市場における市場価格の分析)

論文調査委員	(主 査) 教 授 手 塚 哲 央	教 授 石 原 慶 一	助教授 前 田 章
--------	----------------------	-------------	-----------

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、規制緩和された電力市場における電力会社の行動が電力市場価格に及ぼす影響とその分析結果に基づいた電力市場の制度設計手法について論じた結果をまとめたものであり、7章からなっている。

第1章は序論で、近年の電力取引市場の問題点として、規制緩和、原油価格の高騰、再生可能エネルギーの導入などの多様な要因によって電力価格が上昇していることを説明した後、本論文の目的について述べている。まず、規制緩和された電力市場において市場支配力に起因する電力価格の上昇が問題視されていることを指摘すると共に、世界的な原油価格の高騰の影響、エネルギーの供給安定性そして地球温暖化問題の視点に基づく再生可能エネルギーの導入も電力価格上昇をもたらすことを説明している。後者は、再生可能エネルギーの高発電費用やその導入による発電出力の不安定化への対応が電力価格上昇の一因となりうるためである。そこで、本論文では、規制緩和下における電力市場を対象として発電会社の行動モデルを新規に構築し、そのモデルに基づいて市場支配力が市場価格に及ぼす影響を定量的に推定する手法、および再生可能エネルギーの導入が電力市場に及ぼす影響を定量的に分析する手法を開発し、その手法を用いて望ましい電力市場構築のための制度設計への提言を行うことを目的としている。

第2章では、本論文で対象とする規制緩和された電力市場の概要とその構成について説明するとともに、電力市場の参加者である消費者、配電会社、発電会社、送電会社の行動、および卸売市場、小売市場、アンシラリーサービス市場の機能について要点を説明した後、本論文で使用されている各参加者行動のモデル化手法についてその基本的な考え方を述べている。

第3章では、完全競争を仮定しない一般の電力市場における電力会社の最適入札戦略を、入札電力量を減少させることにより利益最大化を図るという新しい行動規範に基づいて定式化することにより、様々な規模の電力会社を有する電力市場における市場支配力の定量的検討が可能となることを示している。さらに不確実性下における電力会社行動モデルの構築に必要なパラメータ値を電力取引に関する公開統計データに基づいて推定する手法を提案し、カリフォルニア電力市場における電力取引に関する公開データを用いて具体的にその推定値を求めている。

第4章では、独占市場、寡占市場を対象とした場合に従来のゲーム理論によって得られている結果が、第3章で提案した電力会社の行動モデルにより同様に導出されることを示し、提案した行動モデルが従来の理論分析の結果を含む、より汎用的な分析手法を与えることを示している。また、送電網への投資、市場の取引手法の変更、電力会社の総数、デマンドサイド・マネージメント導入、プライスキャップ規制導入などの各種電力市場政策の効果を日本の9電力会社の有する発電プラントの費用データに基づき定量的に論じている。さらに、市場支配力が消滅するための必要十分条件を導出するとともに、通常の電力市場ではその条件が実現困難であることを示し、電力会社の規模に対する市場支配力と発電単価とのトレードオフ関係を定量的に論じている。これらの結果は、電力市場の制度設計の際に有用な指針を与えるものである。

第5章では、提案した電力会社の行動モデルに基づき、市場支配力による価格上昇分を、実際の市場における取引価格から分離推定する手法を新たに提案している。具体的には、電力の需要曲線と供給曲線とを電力取引量と実際の市場取引にお

ける電力価格の変動から推定することにより、特別な前提条件を設けることなく電力市場価格より発電限界費用を分離することに成功している。これは、電力市場における市場支配力の影響を市場取引データより定量的かつ容易に推定することを可能とするものであり、望ましい電力市場創成に向けた制度設計のための効果的な手法の一つとなりうる。

第6章では、再生可能エネルギー導入による価格上昇効果について検討している。本論文では特にヨーロッパ各国で導入が積極的に進められている風力発電を対象として、その出力変動に対処するための予備電源の容量と運転可能なベース電源の容量をモンテカルロシミュレーションにより推定している。そしてそのシミュレーション結果より、再生可能エネルギー導入初期には電力価格が低下すること、導入量の増大と共に電力量構成の変化を通して電力価格が振動的に変動すること、アンシラリーサービスの平均価格が低下することなどを定量的に示している。従来から再生可能エネルギーの導入による中期的な影響については専門家の間でも意見の分かれているところであるが、本論文の結論はその議論に対して有用な知見を与えるものである。

最後に第7章は結論であり、本論文で得られた成果を要約するとともに、今後に残された問題点について整理している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、規制緩和された電力市場における電力会社の市場戦略と電力市場価格の挙動との関係について研究した成果をまとめたものである。近年、電力市場の規制緩和が進められるに伴い、市場支配力、原油価格の高騰、再生可能エネルギーの導入などの多様な要因による電力市場価格上昇の問題が指摘されている。そこで、本論文では、まず、①規制緩和下での電力市場を対象として発電会社の市場行動モデルを新規に構築し、②そのモデルに基づいて電力会社の市場行動が電力市場価格に及ぼす影響を定量的に分析する手法を新たに開発した。また、再生可能エネルギーの導入が電力価格に及ぼす影響については、③再生可能エネルギー源の出力不安定性と電力価格およびアンシラリーサービス価格との関係を定量的に検討した。本論文で具体的に得られた成果は以下の通りである。

①については、完全競争を仮定しない一般の電力市場において、企業の最適入札戦略を、入札電力量を減少させることにより利益最大化を図るという新しい考え方に基づいて定式化することにより、種々の市場における電力会社の市場支配力の定量的検討が可能となることを示した。さらに、不確実性下における電力会社の行動のモデル化に必要なパラメータ値の推定手法を提案し、カリフォルニア電力市場の取引価格に関する統計データに基づいてその推定値を求めた。

②については、電力の需要曲線と供給曲線とを実際の市場取引における電力取引量と電力価格の変動から推定することにより、①のモデルに基づき電力取引価格から市場支配力の影響を分離推定する手法を新たに提案した。これらにより、電力会社の市場行動が過去から将来の電力市場価格に及ぼす影響を定量的に分析することが可能となる。

③については、ヨーロッパでの導入が積極的に進められている風力発電の導入に伴う電力価格変化について、その出力変動に対処するための予備電源の容量と運転可能なベース電源の容量を対象としたモンテカルロシミュレーションを行うことにより、風力発電の導入初期には電力価格が低下すること、導入量の増大による電力量構成の変化と共に電力価格が振動的に変動すること、アンシラリーサービスの平均価格が低下することなどを定量的に示した。

以上の研究は、規制緩和された電力市場における新たな企業行動モデルを提案することにより、実際の電力市場における市場支配力および再生可能エネルギー導入が電力市場価格へ及ぼす影響を、実データに基づいた計算機シミュレーションにより定量的に評価できることを示したものであり、今後のエネルギー政策策定に資する多くの有用な知見を提供するものである。

よって、本論文は博士（エネルギー科学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成18年8月21日実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。