

氏 名	ミチロウ イシカワ オカ Michiro Ishikawa Oka
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	工 博 第 2772 号
学位授与の日付	平 成 19 年 3 月 23 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	工 学 研 究 科 都 市 社 会 工 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	OPTIMAL CAPACITY RESERVATION IN HYDROPOWER ASSETS WITH POWER PURCHASE AGREEMENTS (買電契約による水力電力の最適予約戦略に関する研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 小 林 潔 司 教 授 谷 口 栄 一 教 授 大 津 宏 康

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、買電価格の市場におけるリスク（市場リスク）と電力生産に影響を及ぼすダムへの流入水量に関するリスク（水量リスク）という二つのリスクに直面した水力発電施設の発電契約に関する意思決定戦略を求めている。マルチリスクの下での発電施設の最適操作戦略と、買電に関する長期的契約のありかたについて、確率動的計画手法とリアルオプション手法を用いて分析したものであり、全6章からなっている。

第1章は序論であり、本研究が対象とする電力売買市場の構造について説明するとともに、価格リスクと水量リスクの両方を考慮したリスクマネジメント手法の開発が必要不可欠であることを指摘している。水力発電施設の買電手段として、通常のスポット市場と比較する形で相互契約に基づく需要家との直接契約による方法の特徴をとりまとめ、供給側、需要側にとって買電に関する長期的契約を結ぶことの意義について説明している。また、次章以降における分析の枠組を提案している。

第2章では、規制緩和下における電力市場の動向と金融工学及びオペレーションズリサーチの知見を用いた不確実性下における意思決定手法について既存研究のレビューをとりまとめている。また、買電取引を行う電力市場における電力価格付けの方法に関する既往研究をとりまとめて各種方法論の特徴を説明するとともに、規制下におけるスポット市場を管理するISO（=Independent System Operator）の果たす役割について説明している。さらに、電力市場における現在の規制緩和の状況から、規制緩和政策が成功する条件として、1）多数の潜在的な供給者、2）十分な生産能力を持つ発電施設、3）自然独占を防ぐための適切な規制、4）電力供給金融部門に関する適切なモニタリング機能、5）市場参加者に対する適切なリスクヘッジ手段、が必要であることを指摘している。

第3章においては、電力市場における価格リスクに対するリスクマネジメント手法について考察している。電力市場における価格付けに通常採用されているモデルについて概観し、リスク取引の手段としての相互契約について説明している。また、市場における不確実性を評価するオプションの価格付けに関する理論やリアルオプションアプローチ理論に関する既往研究をとりまとめ、それらの特徴について説明している。さらには、電力の蓄積不可能性と電力市場の不完備性に起因して、金融工学における伝統的なアプローチである非裁定条件に基づく分析手法が適用できないことについて言及し、新しい方法論の提案に向けて必要な課題をとりまとめている。

第4章では、多段階確率動的計画法を用いて価格リスクと水量リスクとを同時に考慮した水力発電施設の資産評価モデルを構築している。従来、電力市場分析において採用されてきた均衡価格モデルに対して、本モデルにおいては電力価格と発電施設における水量とをともに平均回帰仮定として表現し、水力発電施設の意思決定問題を確率動的計画問題として定式化している。さらに、定式化した動的計画問題を解いて、水力発電施設の最適生産戦略を導出し、その最適戦略の挙動について数値計算を通じて分析している。その結果、流量の変化と価格に応じて時間軸とともに最適な発電量を求めるという、水力発電施設の生産戦略を導出することに成功している。

第5章では、電力の大口購入者が電力購入に関する権利を保有するような長期間電力売買契約の有効性を評価するために、価格リスクと水量リスクを考慮した最適生産スケジュール決定モデルを構築している。買電に関する長期契約を締結した環境下では、水力発電施設は価格リスクと水量リスクを同時に考慮し、直接売買契約を結ぶかスポット市場で電力を販売するかを選択し、生産計画を決定する。その結果、長期契約締結にあたって、水力発電による電力生産者が、水量リスクを負担するために最大生産容量をコミットする長期契約を締結すべきであることを示している。さらに、数値計算を通じて、電力価格や水量に関する不確実性と期待収益との関係や、長期的な買電契約における最適容量を導出し、本章で提案したモデルの挙動を確認している。

第6章は結論であり、本論文で得られた成果について要約している。

論文審査の結果の要旨

電力市場は、電力のストックが不可能であると同時に価格変動がきわめて大きいという特性を持っており、通常の金融工学手法を用いて水力発電施設のリスクマネジメント戦略を適切に分析できないという問題がある。本論文は、価格リスクと水量リスクという二つのリスクに直面した水力発電施設の発電契約に関する意思決定戦略を確率動的計画手法とリアルオプション手法を用いて分析したものであり、その得られた主要な成果は以下の通りである。

1. 規制緩和下における電力市場の動向と金融工学及びオペレーションズリサーチの知見を用いた不確実性下における意思決定手法について既存研究のレビューをとりまとめるとともに、価格リスクと水量リスクを同時に考慮した電力売買に関する長期的な契約を締結することの有用性を指摘している。
2. 電力市場における価格リスクに対するリスクマネジメント手法について考察するとともに、電力の蓄積不可能性と電力市場の不完備性に起因して通常の金融工学手法を適用することが困難であることを指摘し、新しい方法論の提案に向けて必要な課題をとりまとめている。
3. 多段階確率動的計画法を用いて価格リスクと水量リスクとを同時に考慮した水力発電施設の資産評価モデルを構築するとともに、水力発電施設の最適生産戦略を導出し、その最適戦略の挙動について数値計算を通じて分析している。
4. 電力の大口購入者が電力購入に関する権利を保有するような長期間電力売買契約の有効性を評価するために、価格リスクと水量リスクを考慮した最適生産スケジュール決定モデルを構築している。その結果、長期契約締結にあたって、水力発電による電力生産者が、水量リスクを負担するために最大生産容量をコミットする長期契約を締結すべきであることを示している。

以上、要するに、本論文は電力の蓄積不可能性と電力価格変動リスクの巨大性を同時に考慮した水力発電施設の長期契約に基づくリスクマネジメント手法を提案するとともに、電力売買契約における長期契約の有効性を評価したものであり、理論上、實際上、寄与するところが少なくない。以上の点より、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。