

# 電力システムにおける市場運営 —予測、スケジューリングとリスクマネジメント—

Market Operations in Electric Power Systems: Forecasting, Scheduling, and Risk management,  
by M.Shahidehpour, H.Yamin, and Z.Li, IEEE Press, 2002

浅野 浩志

政府は今後数年間にわたる電力規制改革の方向性を「今後の望ましい電気事業制度の骨格について」として公表した。これによると、わが国において2005年頃に電力卸取引の前日市場を整備することを目指している。これが、わが国での本格的な市場取引の第1歩になるか否か、そもそも、電力系統運用に市場原理をどの程度持ち込むことが国民経済的に望ましいのか、先行事例をつぶさに検証し、わが国への示唆を得ることは重要である。しかし、それだけで、電力という国の基幹を支える産業の改革を決めるのは危険すぎる。基礎となる電力経済の理論と先行例の実証分析に基づき、できる限り客観的な観察と議論に基づくべきである。以上が本書を紹介する理由である。

本書はイリノイ工科大学の工学系大学院とビジネススクールの電力市場に関する合同プログラムにおける大学院生向け教科書として作成された<sup>1</sup>。これから、電力市場を勉強しようという研究者、大学院生はもとより、政策設計、電気事業にかかわる企業の経営幹部にも一読を薦める。ただし、電気工学とマイクロ経済学の基礎を習得していない、あるいは、学術書の数学的記述に慣れていない読者には

ややハードルが高いのが難である。以下、簡単に本書の概要と特徴、読み方を紹介する。

電力供給に市場原理が適用されると、これまで負荷予測と呼ばれていた需要予測を価格予測とのセットで限られた情報に基づき行わなければならない。2章では、ニューラルネットに基づく短期負荷予測、3章では主に発電事業者が利用する価格予測ツールを解説している。これらのツールを活用することによって、発電事業者は入札ベースで決まる発電機の起動停止スケジュールを予測し、自社の発電資源からの利潤を最大化する運用戦略を立案できる。

電力特有の問題として、電力系統の信頼度維持のために送電セキュリティ制約を考慮しなければ、実現可能な運用方策は求めたことにならない。この信頼性を再編前と同じように維持しながら、安価な資源を最大限活用するために市場運営することは、本書のハイライトの一つである。恐らく、交通経済学やテレコムエコノミクスから参入してきたエコノミストにとって、電力系統にはセキュリティ制約があるがために、単なる輸送方程式と異なる最適潮流計算を理解しなければならないと、戸惑う点であろう。

スケジューリング問題の従問題<sup>2</sup>として、まず、平常時と事故時双方の送電セキュリティ、

<sup>1</sup> 残念ながら、わが国では同種のプログラムはないが、これから電力市場に関する専門的なコースが設けられることを希望する。因みに評者は大学院で電力市場に関する講義を行うとき、本書を参考している。

<sup>2</sup> 著者は Benders 分解原理により、制約付き問題を発電機の起動停止問題(主問題)と送電制約問題(従問題)にわけ、高速解を求めようとしている。

電圧維持問題を解く。その上で、発電機の負荷追従能力(ランプレート制約)もアンシラリーサービス市場との相互作用を考慮して、供給不足電力量を最小化するように発電機のスケジューリングを決める。この問題を効率的に解くツールが必要になったのも電気事業の構造を変えたためである。

電力市場の運営にはこの他に本書ではアンシラリーサービスにおけるオークション、混雑管理、送電料金の章も含まれる。著者は予備力などのアンシラリーサービスはできるだけ市場で調達することが良いとし、系統運用者にとって調達費用を最小化できる入札方法やその評価方法を提案している。

いくら効率的な制度設計を行っても、市場参加者の市場操作により、非競争的な価格付けを行う事業者や非効率な負荷配分を招く恐れがある。そのため市場監視の第6章を設けて、監視側と監視される市場参加者双方の立場から、市場取引をできる限り、競争的なものにするための装置を考察している。ナッシュ交渉ゲームを用いて、市場における参加者同士の提携が競争を妨げることや、参加者の観点からライバルに関する情報も利用し、不完全情報下のゲーム論的な状況で価格リスクを最小化するためにどのような契約がありうるか示唆を与える。

現在の進んだ市場構造では、有効電力が取引されるエネルギー市場、kWバランスをとるための容量市場、周波数維持や電圧維持など系統運用のためのアンシラリーサービス市場など複数の市場が複雑な相互作用を持ちながら、市場参加者の戦略的な入札行動にさらされている。これはいわゆる発電機からの出力価値が結合生産されており、kWh価値、瞬動予備力の価値などを同時に市場に提供できるため生じる問題である。本書でも発電機のスケジューリング問題として定式化している。

電力市場を競争的にするために、送電ネットワークの運用は中心的な役割を果たす。適切に設計された送電料金制度は、需要、供給の立地、効率的な負荷配分に価格シグナルを送る。第10章では、混雑管理、送電権、送電料金を包括的に解説している。

リスクマネジメントは多くの企業が関心を持つ部分であろう。エネルギー生産のための事業は、単純な金融商品と異なる多くの特徴をもつ。発電事業は、国のエネルギーセキュリティや環境保全と深く関わるため、規制が完全にはなくなならないし、事業が長期にわたるため、エネルギー政策、環境政策が不透明であることから高度なリスク管理が必要とされる。本書では、VaR手法を用いて、市場価格変動のリスクや発電設備の特性(ランプレート、起動コスト、最小運転・停止時間など)により変化する発電資産の収益性を評価している。

そもそも送電制約による混雑発生とその管理方法やアンシラリーサービスの調達方法がなぜ重要な研究課題なのか、基本的な疑問を持つ読者や電力系統の技術的特性に馴染みのない社会科学系の読者には以下の類書を先に読むことを薦める。

S.Stoft, *Power System Economics: Designing Markets for Electricity*, John Wiley & Sons, 2002.

また、上記のテキストは、限界費用や市場支配力という用語に馴染みのない電力系統工学に従事する実務家にも電力経済分野の入門となっている。

わが国で設立が準備されている中立機関では、まさに市場運営のための詳細ルールを決めなければならない。先行事例にみられるようなつぎはぎだらけのルールにならないように電力需給全体のパースペクティブを持ちながら、本書を読む人には参考になる洞察が多く得られるであろう。

{ 浅野 浩志 (あさの ひろし)  
電力中央研究所 経済社会研究所 }