

要旨

本研究では日本の電力部門を対象として大規模なデータを用いた計量的数理モデル分析を行い、電力需要構造を分析した上で、今後エネルギー政策を立案するために有用となる電力部門の経済性の評価手法について検討した。

まず第 1 章で研究の背景と問題設定を述べた上で、第 2 章では東京電力管内の電力需要の実績データを用い、負荷持続曲線 (LDC) に基づく構造特性分析を行った。ここでは各月・曜日の LDC の形状を平均値 (μ) と標準偏差 (σ) によって把握できることを示し、年間を通じたこれらの変化について分析した。また一日の最高気温と日最大需要との相関を図示し、その年間を通じた変化のヒステリシスについて評価した。

第 3 章では負荷曲線 (LC) を用いた構造分析を試みた。ここではまず離散 Fourier 変換や主成分分析といった方法により LC の特徴をよく把握し得ることを示し、その上で、主成分分析の手法を人工ニューラルネットワークと接合することにより、短期電力需要予測をより正確に行うことができることを示した。

第 4 章ではまず従来の電力部門の経済性評価指標である Levelized Cost of Electricity (LCOE) に焦点を当て、日本での既存の評価例を参照した上で、それを更に精緻化することを試みた。具体的には、原子力発電及び太陽光・陸上風力発電の初期費用の過去の時系列データを定量的に分析し、将来の LCOE を予測するために有用な情報を提示した。

また、今後変動性再生可能エネルギー (VRE) が大量に導入される場合には LCOE のみによる評価は十分でなく、「LCOE を超える」新たな手法の考案が試みられていることから、まず「価値」と「費用」について明確に定義した上で、既往文献で試みられている指標と比較しつつ、平均/限界 System LCOE という概念を提案し、簡易モデル分析を通じてこれらの概念を例示した。

第 5 章では前章までの結果を用いて、将来の日本の電力部門の経済性を実証的に分析した。ここでは、まず統合型エネルギー経済モデルの結果や複数の数理分析モデルの結果の比較を通じ、日本の長期温室効果ガス削減目標を達成するためには電力部門をほぼ完全にゼロ・エミッション化することが求められることを示した。その上で、その際の電力部門の経済性、特に、前章で述べた統合費用及びその分解についてモデル分析を実施した上で、多数年 (1990 年～2017 年) のデータを用いてよりロバストな評価を試み、更に、累計残余需要 (CRL) による電力部門の経済性の評価手法を提示した。

本研究から得られる政策への示唆は以下の通りである。

(1) 長期の気候変動対策に向けた政策立案

本研究の結果からは、「無風期間」（太陽光・風力の発電量が小さい日が継続する期間）における電力の供給途絶が VRE 大量導入時のリスクとなることが示唆される。リスク管理上最大限考慮すべき無風期間がどの程度となるのかをより正確に評価することが求められるとともに、現実的にはこれへの対処を蓄電池のみに頼るのではなく、火力発電等のバックアップを備えることも検討すべきであろう。また本研究における分析は、VRE の大量導入時には VRE 自体の価値が低下し、逆に安定電源の必要性・価値が非常に高まることを示唆している。この意味からも、今後、脱炭素化を進める中でもバランスの取れたエネルギー・ミックスを目指すことが必要である。一方で、VRE 大量導入時には市場価格の低下により VRE 自身のみならず安定電源の経済性も悪化することが想定され、そのような状況下での電力部門への投資のあり方を検討し、適切な市場設計等を行うことが課題となる。

(2) 経済性評価手法の精緻化

LCOE は現在でもなお政策上有用な情報を与え得るものであり、今後もその評価の精緻化が求められる。原子力発電については、直近のプラントの実績値を用いる現行の政府の方法は概ね妥当である一方で、福島事故後の追加的建設費用の評価が今後の重要な課題となる。VRE（太陽光及び風力）のコストは今後の大幅な低減が見込まれるが、なお内外価格差の要因を把握し、更なる低減に努めることが必要である。

また今後重要となるのは「LCOE を超えた」経済性の評価である。実際の政策立案上は、VRE 導入に伴う経済性の変化を、まずは統合費用として正確に評価することが重要である。その上で、平均/限界 System LCOE といった指標によって各電源の経済性を評価することも有用であり得る。また、電源の「コスト」と「価値」を比較することも今後重要な視点を与えると考えられ、実際に VRE 導入比率が進むについて VRE 自体の価値が低下するという「共食い効果」は近い将来に見通される現実的な課題であると言える。

(3) 大規模データの利用及び計算手法の向上

以上のような分析は、大規模なデータをもちいた数値解析によって初めて可能となる。今後大規模データを用いる数理解析手法の有用性は高まるものと考えられ、その際、政府や企業から提供されるデータの利用可能性が分析の精度を左右する。欧米では大規模データの開示が格段に進展しつつあり、今後日本においても同様に進むことが期待される。

一方で計算機性能の向上に伴い、数理解析手法も急速に進展しつつある。今後はより高度な手法を用いた分析が求められ、この分野における研究の進展が望まれる。