

審査の結果の要旨

氏 名 小宮山 涼一

本論文は「エネルギー市場自由化の下でのオンサイト電源導入可能性評価」と題し、コージェネレーションシステム (CGS) などのオンサイト型分散電源について、種々の数理モデルを開発・適用して、市場競争力やCO₂排出削減効果などの観点から評価研究を行ったものである。

第1章は序論であり、近年のオンサイト電源の進展状況を整理し、省エネルギー効果やCO₂排出削減効果および自由化されつつある電力市場における競争の活性化などオンサイト電源に期待されている役割を述べ、本研究の背景と目的が記されている。

第2章では、複数のCGS間で電気と熱を融通するオンサイト電源ネットワークの最適運用の評価をまとめている。CGSは電気と熱を併給することで省エネルギー効果をもつと期待されているが、単独のCGSでは電気と熱の需給バランスが悪くてエネルギーの有効利用が図れない場合がある。そこで、地域的に分散する需要家が設置する中小型CGSを、託送による電力の相互融通と熱供給管による熱の相互融通を通して一括運用するシステムを提案し、混合整数計画法とゲーム理論を適用したモデルを開発して解析を行った。また、地理情報データベースを用いて実際の東京都心地域を対象とした評価を行ってその有効性を評価した。その結果、CGSをネットワーク化し、協力してより経済的な運用を行うことで、省エネルギーやCO₂排出削減を実現できることを定量的に明らかにした。また、ゲーム理論の適用により、参加者が自発的にネットワークを構成・維持するために必要な利益配分方式を明らかにした。

第3章では、9地域に分割した日本全国を対象として、長期電源計画からみた民生部門へのオンサイト電源導入の可能性を評価した。ここでは、長期最適電源構成モデルとCGS最適導入モデルを組み合わせて解析することにより、民生部門へのオンサイト電源導入による一次エネルギー消費削減効果とCO₂排出削減効果を評価した。その結果、オンサイト電源導入はシステム全体における一次エネルギー削減に資することがわかったが、CO₂排出に関しては、結果は将来シナリオの設定、特にオンサイト電源が代替する系統電源の種類に依存して大きく変化することが示された。

第4章では、電力市場自由化に関するマルチエージェントシミュレーションを行った。欧米における代表的な電力取引モデルに従い、電力取引が完全な自由市場で行われるようになった場合を仮定してシミュレーションを行った。このような自由化された市場では固定的な最適戦略は有効ではなく、各プレイヤーは状況に応じて戦略を使い分ける必要がある。そこで発電事業者と小売事業者をプレイヤーとしたマルチエージェントシミュレーションにより、スポット市場や相対取引市場の下、ISOによる混雑管理も考慮に入れ、各プレイヤーの行動から発生する電力価格の変動やプレイヤーの利益に関して分析を行った。その結果、相対取引を導入することで電力価格のボラティリティを小さくし、安定な電力取引が可能になるなどの基本特性を定量的に確認すると共に、限界費用の異なるプレイヤーの合理的な行動様式を明らかにした。また、オンサイト電源に関して、高効率オンサイト電源が導入される場合には、送電混雑が緩和すると共に電力価格の分散も小さくなり、電力取引の円滑化に資することを確認した。

第5章は結言であり、本研究で得られた知見を総括し、今後の課題を整理している。

以上これを要するに、本論文は、経済性、環境性、省エネルギー性の各面の評価を通して、地

域エネルギーシステムから電力システムまで、オンサイト電源の幅広い導入可能性を研究し、今後のオンサイト電源導入によるエネルギーシステム構築の指針を示したもので、これらの成果は電気工学、特にエネルギーシステム工学上貢献するところが少なくない。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。