

論文審査の結果の要旨

氏名 馬 天虎

本論文は「電力市場におけるマイクログリッドの経済性分析」と題し、6章からなる。

第1章は「序論」であり、研究の背景と目的を述べている。近年再生可能エネルギー電源、特に我が国においては太陽光発電(PV)の導入が急速に進んでおり、需給調整の困難化が指摘されている。また電力自由化などに伴う電力市場の整備も進められている。このような背景から需給調整に分散型エネルギー資源(DER)を活用する検討が活発に行われており、本研究ではDERとしてマイクログリッドに注目し、電力市場によって決まる価格に応じたマイクログリッド運用手法について検討し、その経済性の分析と系統に与える影響について検証することが目的である。

第2章は「電力系統における需給バランス制御」であり、電力系統における需給バランス制御と近年の研究例をまとめている。変動周期に応じた需給バランス制御手法とPVの大量導入に伴う問題点について言及し、電力市場の種類とその役割について整理をしている。また本研究で着目しているマイクログリッドについて先行研究の整理を行い、本研究にて検討している市場とマイクログリッド最適運用を合わせた研究例が殆ど存在しないことを報告している。

第3章は「系統及びマイクログリッドモデル」であり、本研究で用いた系統モデルとマイクログリッドのモデルについて説明をしている。本研究では系統の市場モデルとして一日前市場と一時間前市場が存在することを仮定し、マイクログリッドは市場の結果を基に運用計画を立てる価格反応型デマンドレスポンス(DR)を仮定している。また需給に関するモデルでは電気学会東日本10機系統モデルを基に、東日本大震災後の状況変化を鑑みて、パラメータを修正したモデルを用い、燃料消費量については線形化している。発電機マイクログリッドモデルは現在注目が集まっているCEMS(Community Energy Management System)に近い中規模マイクログリッドを用いている。PVおよび負荷については実データを基に予測値を作成し、不確実性を考慮できるモデルを用いている。

第4章は「電力市場モデルと系統側・マイクログリッド側の最適スケジューリング」であり、電力市場存在下における系統、及び、マイクログリッドの挙動をシミュレーションにより検討をしている。需給運用が困難になる中間季節期と、比較のため、重負荷期である夏期におけるシミュレーションを行った。中間季節期では揚水発電の運用が近年、実際に発生しているような昼間揚水運転を行うことが経済的であることを示され、限界発電機となる発電方式の変化についても示すことができた。この結果を基にマイクログリッドの最適運用をすることにより、系統に対する売電・買電の様子が示されており、不確実性の存在により、一日前市場と一時間前市場での売買の方向が逆転するなど、

系統に対する柔軟性を与える様子を示すことができ、マイクログリッドの市場参加による系統運用への貢献の可能性と経済性向上の可能性を示すことができた。

第5章は「マイクログリッドの自立運転とマイクログリッド導入量による感度分析」であり、マイクログリッドを市場参加させない場合における経済性を分析している。第4章の結果と比較することにより、マイクログリッドを系統連系させ、かつ、市場価格に応じた運用をすることによる利点を明らかにしている。また DR に参加するマイクログリッドの容量を変化させることによる効果を検証している。

第6章は「結論」であり、本研究で得られた成果をまとめている。

以上これを要するに、本論文は、一日前・一時間前市場が存在する電力系統において、マイクログリッドが価格反応型デマンドレスポンスに参加することによる運転計画への影響について、負荷と太陽光発電の不確実性を加味した需給評価モデルを提案し、シミュレーションによりマイクログリッド及び系統全体の経済的価値を含めた検証を行い、その提案モデルの有効性を確認しており、先端エネルギー工学、特に電力系統工学に貢献するところが大きい。

なお、本論文の第3章から第6章は馬場旬平氏などとの共同研究であるが、論文提出者が主体となって解析を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（科学）の学位を授与できると認める。

以上 1780 字