

審査の結果の要旨

氏名 下田 英介

本論文は、「都市型マイクログリッドにおけるエネルギー貯蔵装置の運用計画および運転制御に関する研究」と題し、都市部に構築されたマイクログリッドにおける連系・自立の2運転形態およびスムーズな運転形態の移行を実現するため、需要地端に今後設置の増加が予測される蓄熱システムを含めたエネルギー貯蔵装置に着目し、その運用計画および運転制御に関する方法を提案し、実証試験に基づいて、その可能性や課題を検討している。

第1章「序論」では、マイクログリッドに関する研究現状を紹介し、問題点を整理し、それを踏まえて本研究の方針を説明している。

第2章「都市型マイクログリッド」では、本論文の研究対象としたマイクログリッドについて整理をしている。マイクログリッドは大きく都市部に設置されるものと遠隔地に設置されるものに分類され、研究対象とした都市型マイクログリッドの特徴について SGAM を用いて整理をしている。

第3章「都市型マイクログリッドにおける電力負荷予測」では、都市型マイクログリッドが構築されると想定される建物の負荷特性を明らかにし、取得した特性に基づいた電力負荷予測手法を採用し、精緻な負荷電力予測が可能であることを実際の建物を用いて試験、評価した結果を示している。空調機器の COP が向上していることから、建物の熱負荷予測を行い、その結果から電力負荷予測をすることにより、熱負荷予測の誤差による電力負荷予測の誤差に対する影響を低減し、全体として精度を向上出来る可能性を示すことが出来た。気温などのパラメータより直接電力負荷予測をする手法と比較して、熱系の負荷予測精度のマージンを大きく取ることが可能となり、実用上有益な手法であると考えられる。

第4章「蓄電池を用いた電源運用計画」では、蓄電池の充電状態と出力に対する直流特性を明らかにし、直流特性に基づいた運転計画の立案手法を提案した。また、実機による運転結果と運転計画に推定したエネルギー貯蔵装置の充電状態を比較することで本手法の有効性を検証した。蓄電池の充電状態は一般に直流電流の流入出量の積分値から決定されるため、交流電力出力ではなく直流電流出力を把握しなければ、運用時において計画時に見積もった充電状態を大きく逸脱してしまう恐れがあるが、提案手法を用いることにより蓄電池の必要な特性を把握し、充電状態を考慮した運用計画を立てることが可能となる。

第5章「都市型マイクログリッドにおける自立運転制御手法」では、統合カスケード制御を拡張し、周波数、電圧制御を行う電源として交流同期発電機、インバータ電源を問わず適用可能となる分散型電源の制御手法を提案した。制御手法の有効性を検証するため、交流同期発電機が周波数、電圧制御を行う場合について、実証設備で72時間の実機による連続自立運転で確認を行った結果を報告している。またインバータ電源である蓄電装置が周波数、電圧制御を行う場合についても、安定した自立運転が実現できることを、シミュレーションを用いて検証した結果についても報告している。

第6章「自立運転移行時の電力品質安定化制御」では、マイクログリッドを連系運転から自立運転へ電力品質を確保しながら移行させるために、連系／自立移行／自立の3状態を同時に満足するような制御系を構築することで制御モードの遷移そのものを省略する方法を提案した。具体的には周波数維持を行う発電設備のローカル制御器に急峻な出力変動を検知する項を設け、適切なパラメータ設定手法を提案している。実機およびシミュレーションによる自立運転移行時の電力品質安定化の度合いを評価した。提案手法は、連系／自立の物理的切り替えと制御切り替えの同期を余り考慮しなくても電力品質の維持を実現し、かつ容易な実装が可能であることから、非常に有用な手法であると考えられる。

第7章「結論」では、本論文の成果をまとめ、今後の課題を示している。

以上、これを要するに、本論文は、都市型マイクログリッドにおいて、建物の熱系の負荷予測と蓄電池の充放電特性を考慮した電源運用計画、及び、安定な自立移行を含む運転制御手法などの提案を行い、多くの実証試験並びにシミュレーションに基づいてその有用性を検証したものであり、電気工学とくに電力系統工学への貢献が少なくない。

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。