

九州工業大学学術機関リポジトリ



| | |
|------------|---|
| Title | Optimization of Battery Energy Storage System for Microgrids |
| Author(s) | Kerdphol, Thongchart |
| Issue Date | 2016-09-23 |
| URL | http://hdl.handle.net/10228/5897 |
| Rights | |

| | | | |
|---------|---|-----|-------|
| 氏名 | Thongchart KERDPHOL (タイ) | | |
| 学位の種類 | 博士(工学) | | |
| 学位記番号 | 工博甲第423号 | | |
| 学位授与の日付 | 平成28年9月23日 | | |
| 学位授与の条件 | 学位規則第4条第1項該当 | | |
| 学位論文題目 | Optimization of Battery Energy Storage System for Microgrids (マイクログリッドのためのバッテリーエネルギー 貯蔵システムの最適化) | | |
| 論文審査委員 | 主査 | 教授 | 三谷 康範 |
| | | 〃 | 匹田 政幸 |
| | | 〃 | 小森 望充 |
| | | 准教授 | 渡邊 政幸 |
| | | 〃 | 豊田 和弘 |

学位論文内容の要旨

太陽光発電や風力発電などの自然エネルギーを利用した発電を大量に取り入れたマイクログリッドの研究や実証が世界中で進められている。日本でも東日本大震災を契機に大規模停電時でも独立して自立できるシステムの重要性が議論され、また、離島においては豊富なエネルギー源である自然エネルギーを使って島内システムでの電力供給を行う仕組みが検討されている。こうしたマイクログリッドは既存の大規模システムと連系されている場合や離島のように単独システムとして存在している場合があるが、連系されている場合でもシステム事故など何らかの要因によって連系が切り離された場合は単独で自立が求められる。このとき問題となるのが、如何にして、需要と供給のバランスをとってシステムを自立させるかということである。そのための方法として大容量のエネルギー貯蔵を設置して需給の調整を行えば問題は解決するが、エネルギー貯蔵のコストが高いために、それによって電気料金の高騰を招いてしまう。そのために電力貯蔵を効果的な場所に設置し、かつ制御系の改善により容量を極力減らし、最小のエネルギー貯蔵によって問題のない運用を図ることが重要になってくる。また、システム運用上、グリッド全体の送電ロスを極力減らすことも望まれる。本研究では、電力システムの運用を安定に保つことを制約条件として、エネルギー貯蔵の容量及びシステムの送電損失を最小化するための最適化問題に取り組んでいる。

本研究において最適化に用いた手法は PSO (粒子群最適化) や ANN (人工神経回路網) といったヒューリスティック手法 (発見的手法) であるが、最終的に、マイクログ

リッドの状態の変化に柔軟に対応できるための高速計算によるオンライン制御を目指した最適化手法が提案されている。

第1章では、マイクログリッドの研究や実証の現状について述べ、それに対する本論文の目的を明らかにしている。

第2章では、数値計算に用いるマイクログリッドモデルの構成について説明を行っている。研究対象の例として用いる、タイにおいて実証研究を実施しているマイクログリッドの構成とそのモデルについても述べている。

第3章では、バッテリーエネルギー貯蔵の種類と特徴を述べ、数値計算に用いるモデル化について説明を行っている。

第4章では、提案する手法との比較を行うための基準として試行錯誤的に解析して最適値を求める方法とその手法を説明している。

第5章では、粒子群最適化 (PSO) 手法の適用によって対象システムモデルにおけるエネルギー貯蔵のサイズの最適化を図った結果について述べ、手法の有効性を明らかにしている。

第6章では、ガウシアン関数を用いたニューラルネットワーク手法の適用方法について詳細に述べ、対象システムに対するエネルギー貯蔵の容量の最小化と最適設置箇所を決定した結果について述べ、手法の有効性を明らかにしている。

第7章では、ニューラルネットワークの学習のために PSO 手法を用い、それに基づいて最適化を行うことにより計算の高速性と最適性を同時に高める手法の提案を行い、オンライン最適化を実現するための方法を示し、モデルシステムに対する有効性を明らかにしている。

第8章では、得られた結果を要約し結論を述べている。

学位論文審査の結果の要旨

以上示したとおり、本論文は自然エネルギー発電を含むマイクログリッドにおける需給調整のためのエネルギー貯蔵の最適化を図りシステムの安定性を保証できる制御手法を構築して、例題システムに基づく手法の有効性を示しており、自然エネルギー発電を大量に取り込んでかつ安定で経済的なマイクログリッドを実現するための最適化手法として学術的かつ産業応用面から極めて高い価値を有し、博士学位論文として十分であると判定された。

また、審査会及び公聴会において、提案手法の利点と想定される問題点、他の手法との比較におけるアドバンテージ、PSO、ANN を選定した理由、ANN の関数として RBFNN を選定した技術的な理由、エネルギー貯蔵の電力とエネルギー容量の関係、大規模システムへの応用時の問題点、実用のために必要な計算時間などについて多くの質問がなされたが、いずれも適切な回答がなされ、質問者の理解が得られた。

以上により，論文調査及び最終試験の結果に基づき，審査委員会において慎重に審査した結果，本論文が，博士（工学）の学位に十分値するものであると判断した。