

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	大規模蓄電池システムの高効率運用に関する研究
Title(English)	Study on high efficient operation for the large scale battery system
著者(和文)	水谷麻美
Author(English)	Mami Mizutani
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11502号, 授与年月日:2020年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:奥野 喜裕,岡村 哲至,末包 哲也,肖 鋒,長崎 孝夫
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11502号, Conferred date:2020/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	水谷 麻美	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	奥野 喜裕	教授	長崎 孝夫	准教授
	審査員	岡村 哲至	教授		
		末包 哲也	教授		
肖 鋒		教授			

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「大規模蓄電池システムの高効率運用に関する研究」と題し、電力系統向け大規模蓄電池システムにおいて、充電状態の推定手法ならびに充放電効率に関する評価モデルを検討した上で、その高効率運用手法を提案、実証したもので、全6章から構成されている。

第1章「序論」では、まず蓄電池システムの概要について述べ、電力系統向け大規模蓄電池システムでは、長期使用を前提とする社会インフラとして低コストの観点から、蓄電池の性能を最大限利用するために高精度な状態推定が必要であり、また省エネルギーの観点から、高効率運用が必要であることを述べている。さらに、長寿命、安全性の観点から、蓄電池の劣化状態を経時的に把握する必要があることを述べ、本研究の目的と有用性を明らかにしている。

第2章「蓄電池システムにおける充電状態推定」では、高効率運用手法(第4章)に必要な充電状態(SOC, State Of Charge)推定手法の高精度化について検討している。SOC推定は、電流積算方式を使用することが一般的であるが、電流センサーの誤差が経時的に蓄積することでSOC推定値に大きな誤差が発生すること、一方で電流が流れていないときの蓄電池の開回路電圧(OCV, Open Circuit Voltage)とSOC値には相関があり、OCVを測定することで高精度にSOC推定が可能となるものの、充放電中には適用できないことを指摘している。本章では、充放電中の蓄電池電圧(CCV, Closed Circuit Voltage)を用いたSOC推定手法について提案し、本提案手法において、電圧情報を使用することで誤差の拡大を防ぐことが可能であり、CCV-SOC推定方式の適用により37日間連続運用後のSOC推定誤差が0.8%であることを実証機にて確認し、本手法が有用であることを示している。

第3章「大規模蓄電池システムの充放電効率の評価モデル」では、これまで各電池メーカーが独自に提示していた充放電効率の考え方を整理し、充放電効率計算の汎用性のある定式化と、異なる蓄電池システムの充放電効率を比較可能とする充放電効率モデルを提案している。このモデルにおいて、充放電効率を実測値に近い値で評価できることを確認し、提案するモデルの妥当性を検証している。

第4章「大規模蓄電池システムの高効率有効電力指令配分手法」では、充放電効率を向上させるための高効率運用手法として、大規模蓄電池システムを対象とした有効電力配分手法について述べている。本提案手法では、第2章のSOC推定手法と蓄電池システムにおける蓄電池温度および交流直流電力変換器の機器効率を考慮し、複数の電力変換器を有する大規模蓄電池システムに対して、損失の大きい低出力領域を使用しないように優先度を設定し有効電力を指令配分する。西仙台変電所にて運用されている変動抑制用大規模蓄電池システムにおいて、従来法である均等配分方式と本提案方式を比較し、本提案方式が均等配分方式に比べ充放電効率が4.6%ポイント向上することを確認し、提案の電力指令配分方式が有用であることを示している。

第5章「大規模蓄電池システムの経年劣化運用に関する研究」では、システムを停止することなく、通常運用稼働中に電池容量推定が可能な手法を提案している。一般的に電池容量は経年劣化により低下するが、その従来評価手法では、システムの運用を停止する必要があり稼働率の低下が課題となること、また特定パターンの繰り返し充放電が必要となることを指摘している。本章での提案手法は、計測された充放電電流の積算値とSOC推定値の関係から電池容量を算出する手法であり、電池種に固有のモデルが不要であることから汎用性が高いことに特長があるとしている。定電流充放電データおよび変動抑制用蓄電池システムの充放電データを用いて、電池容量が±5%以内の誤差で推定可能であることを実証し、本手法が有用であることを示している。また、電池容量推定結果を第2章のSOC推定に反映することで、経年劣化がある場合においても、第4章で述べた高効率運用が可能であることを示している。

第6章「結論」では、本研究により得られた知見をまとめるとともに、今後の課題について述べている。

以上要するに、本論文は、蓄電池システムにおける充電状態の推定手法を検討し、充放電効率に関する評価モデルを提案した上で、その高効率運用手法を提案、実証し、さらに経年劣化を伴う長期運用での応用について言及したもので、大規模蓄電池システム運用に関して価値ある指針を与えていることから、工学上ならびに工業上貢献するところが大きい。よって本論文は、博士(工学)の学位論文として十分な価値があるものと認められる。