

論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨の公表

学位規則第 8 条に基づき、論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨を公表する。

フリガナ 氏名 (姓、名)	アリマ マサヒト 有馬 理仁		授与番号 甲 1488 号
学位の種類	博士 (工学)	授与年月日	2021 年 3 月 31 日
学位授与の要件	本学学位規程第 18 条第 1 項該当者 [学位規則第 4 条第 1 項]		
博士論文の題名	リチウムイオン蓄電池の効率劣化診断の研究		
審査委員	(主査) 福井 正博 (立命館大学理工学部教授)	富山 宏之 (立命館大学理工学部教授)	
	鷹羽 浄嗣 (立命館大学理工学部教授)	島田 幸司 (立命館大学経済学部教授)	
論文内容の要旨	<p>気候変動対策に向けて再生可能エネルギー大量導入が求められている。その基盤技術として、定置型リチウムイオン蓄電池の有機的な活用技術 (バッテリーアグリゲーション) が期待されている。本研究ではリチウムイオン蓄電池の新たな効率劣化診断手法を構築し、バッテリーアグリゲーション運用の経済性効果を示すことを目的とする。</p> <p>本論文では、まず差電圧を用いた蓄電池劣化モデルと効率劣化診断手法を構築し、さらに蓄電池の運用経済性の定量的評価指標として SOEc(State of Economy)を提案した。これらによりバッテリーアグリゲーションの経済メリットが 2000 円/kWh 改善することを示し、効率劣化診断による運用経済性改善効果が得られることを解明した。</p> <p>ついで、充放電エネルギーを満充電容量、開回路電圧、内部抵抗の 3 要素に分解し、充放電電流に対する効率劣化診断の一般化を進めた。効率劣化診断に基づく効果的運用が太陽光発電余剰電力対策の充放電エネルギー効率を向上させ、収益を 8 %改善することを示した。これにより、手法及びモデルの実証性を大幅に向上させた。</p> <p>最後に、蓄電池劣化モデル生成法として画像処理技術 GFFD を改良した MGFFD による運用中の開回路電圧の適応学習法を構築した。10%のオフセット誤差、25%の外乱ノイズを与えても、最終的に 0.7%未満の誤差で正確な値へと適応することで有効性を示した。</p> <p>提案した各手法を統合し活用することで、リユースバッテリーを含む未知のリチウムイオン蓄電池の効率劣化診断が可能になる。バッテリーアグリゲーションの経済性を含めた有効な運用技術として実現している。</p>		

論文審査の結果の要旨	<p>本論文の特徴は、昨今注目を浴びているバッテリーアグリゲーションという経済性と蓄電池の劣化診断という複合的な問題を捉え、多種の蓄電池を有機結合させた蓄電システムを効率よく扱う実用手法を解明した点である。今後、この分野は大きく発展することが見込まれ、蓄電池劣化モデルの高精度化や知識化といった将来課題はあるが、本研究はバッテリーアグリゲーションに関する初期の提案として有効かつ当該分野研究をリードするものである。</p> <p>本論文は以下の点について評価できる。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 蓄電池の電気化学的特性をよく理解し、差電圧を用いた新規性の高い蓄電池劣化モデルとしての有効提案を行い、その実装評価を行った。さらに同モデルを活用し蓄電池の運用経済性の定量的評価指標を提案し、結果的に社会実装レベルの有機的に結合された蓄電地の運用経済性改善効果が得られることを解明した。</li> <li>2. 上記の蓄電池劣化の一般化のため、充放電エネルギーを満充電容量、開回路電圧、内部抵抗の3要素に分解し、充放電電流に対する汎用的な効率劣化診断技術を構築、有効性の実証を行った。</li> <li>3. 大量の蓄電池を扱うための蓄電池データの知能処理、データの効率的な持ち方に課題意識を発展させ、新たな蓄電池劣化モデル生成法として画像処理技術 GFFD を改良した MGFFD による開回路電圧の適応学習法を構築した。開回路電圧を単一の値でなく関数として高精度に適応させる手法は過去に例がなく革新的である。</li> </ol> <p>以上、多くの実験により、提案手法の有用性を客観的に示していることから、明解で革新性と実用性の高い手法を確立したと言える。</p> <p>現在および将来にわたるバッテリーアグリゲーションの課題を的確に捉え、有効な解決手段を提供したことは、学術的、産業的に高く評価できる。</p> <p>以上の論文審査と公聴会での口頭試問結果を踏まえ、審査委員会は本論文が本研究科の博士学位論文審査基準を満たしており、博士学位を授与するに相応しい水準に達しているという判断で一致した。</p>
試験または学力確認の結果の要旨	<p>本論文の公聴会は、2021年1月27日(水)11時00分～12時30分オンライン会議において行われた。公聴会では、学位申請者による論文要旨の説明の後、審査委員は学位申請者に対する口頭試問を行った。各審査委員および公聴会参加者より、経済効果指標における充放電エネルギーの計算方法、蓄電池劣化計算への内部抵抗の関与、開放電圧曲線の補正方法などの質問がなされたが、いずれの質問に対しても学位申請者の回答は適切なものであった。審査委員会は、論文内容および公聴会での質疑応答を通して、学位申請者が十分な学識を有し、博士学位に相応しい学力を有していると確認した。</p> <p>以上の諸点を総合し、審査委員会は、学位申請者に対し、本学学位規程第18条第1項に基づいて、「博士(工学 立命館大学)」の学位を授与することが適当であると判断する。</p>