The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Design and Evaluation of Power Trading Loss Management by Using Battery for Interconnected Microgrids
Author(s)	鈴木, 敏明
Citation	大阪大学, 2022, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/88147
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

様式3

論 文 内 容 の 要 旨

氏 名 (鈴木 敏明)	
論文題名	Design and Evaluation of Power Trading Loss Management by Using Battery for Interconnected Microgrids （広域接続マイクログリッドにおけるバッテリーを使用した電力融通ロス管理の設計と評価）

論文内容の要旨

近年、温室効果ガス削減等のため、再生可能エネルギーにより発電された電力利用の増加が世界的に推進されている。しかし、太陽光等による発電では、天候により発電量が変動し、供給電力量が不安定である。そのため、蓄電池等を用いた電力供給の安定化が推進されている。例えば、ローカルなエリアを対象として、発電、充放電、電力消費を統合的に制御するマイクログリッドが注目されている。マイクログリッドでは、電力の地産地消が図られるが、単体のマイクログリッドでは、天候等により発電した電力が不足する場合が想定される。そのため、複数のマイクログリッドを接続して電力の融通を図る広域接続型マイクログリッドが、さらに注目されている。

しかし、広域接続型マイクログリッドにおいては、送電する距離が増加すると、送電による電力ロスが増加する。また、効率が劣化した蓄電池を利用する場合、充放電による電力ロスが増加するといった課題がある。そこで、本論文では、広域接続型マイクログリッドを対象とし、送電および充放電による電力ロスを削減する管理方式の提案を目的とした。

第1章においては、広域接続型マイクログリッドにおける電力融通管理やレジリエンス等に関する研究動向を概観し、マイクログリッド間において電力融通する場合の課題を整理した。

第2章では、広域接続型マイクログリッドに配備された充放電機能の効率に差がない場合を対象とした。マイクログリッド間において電力融通する場合に発生する電力ロスについて数理計画問題として定式化し、送電により発生する電力ロスを削減する管理方式を提案した。定式化した数理計画問題において、現実システムへの適用を想定したパラメータを与えてシミュレーション評価し、送電ロスを削減可能な充放電機能の配備位置や充放電制御、及び送電制御設定を算出可能な結果を得た。

第3章では、配備した充放電機能の効率に差がある場合を対象とした。マイクログリッド間において電力融通する場合に発生する送電及び充放電による電力ロス量を数理計画問題として定式化し、電力ロスを削減する管理方式を提案した。シミュレーションにて評価を行い、効率の良い充放電機能の優先利用と送電距離を削減する提案方式の有効性を確認した。

第4章では、マイクログリッド間において電力融通する場合における充放電機能の効率劣化を考慮した、送電及び充放電による電力ロスを削減する管理方式を提案した。シミュレーションにより1000日における評価を行い、送電と充放電による電力ロス発生傾向を評価する場合、充放電機能の効率劣化を考慮した長期評価の重要性を検証した。

第5章では、電力需要側において消費する電力に対して、再生可能エネルギーにより発電された電力の利用比率を指定可能とし、且つ送電及び充放電による電力ロスを削減する管理方式を提案した。シミュレーションにて評価を行い、再生可能エネルギーによる電力の利用率順守と電力ロス削減の両立が可能な結果を得た。

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（　鈴木　敏明　）			
論文審査担当者		（職）	氏　名
	主 査	教授	村田　正幸
	副 査	教授	渡辺　尚
	副 査	教授	長谷川　亨
	副 査	教授	山口　弘純
	副 査	教授	松岡　茂登

論文審査の結果の要旨

近年、温室効果ガス削減等のため、再生可能エネルギーにより発電された電力利用の増加が世界的に推進されている。しかし、太陽光や風力等による発電では、天候により発電量が変動するため、発電供給される電力量が不安定である。そのため、蓄電池等を用いた電力供給の安定化が推進され、ローカルなエリアを対象として、発電、充放電、及び電力消費を統合的に制御するマイクログリッドが注目されている。しかし、単体のマイクログリッドでは、天候不順や発電装置故障等により発電した電力が不足する場合が想定される。そのため、複数のマイクログリッドを接続して電力の融通を図る広域接続型マイクログリッドが、さらに注目されている。

マイクログリッド関連として、分散型の運用管理、セキュアな制御、レジリエントな運用、及びシステムコストを削減する構築運用等が研究されている。しかし、広域接続型マイクログリッドにおいては、送電する距離が増加すると、送電による電力ロスが増加する。また、効率が劣化した蓄電池を利用する場合、充放電による電力ロスが増加するといった課題がある。そのため、広域接続型マイクログリッドを対象とし、再生可能エネルギーにより発電された電力利用を促進、且つ送電及び充放電による電力ロスを削減する管理手法が求められている。

本論文の研究成果としては、以下の三点があげられる。第一の研究成果は、広域接続型マイクログリッドに配備される充放電機能の効率を考慮した、送電及び充放電による電力ロス削減である。充放電機能により発電と消費の時差を吸収する電力融通をマイクログリッド間において行い、送電及び充放電による電力ロス量について数理計画問題として定式化し、発生する電力ロス量を削減する管理方式を提案している。シミュレーション評価を行い、電力ロス量を削減する充放電機能の配備や充電量及び送電量の設定を算出可能なことを示した。

第二の研究成果は、長期運用に伴う充放電機能の効率劣化を考慮した、送電及び充放電による電力ロスを削減する管理方式の提案である。充放電機能の容量と配備数をパラメータとして複数の組合せに対して1000日のシミュレーション評価を行い、組合せ間において電力ロス量の積算値が評価期間中に逆転する結果を確認し、充放電した量に応じて充放電機能の効率劣化が発生する場合、長期評価が必要なことを示した。

第三の研究成果は、電力需要側において消費する電力に対して、再生可能エネルギーにより発電された電力の利用比率を指定可能とし、且つ送電及び充放電による電力ロスを削減する管理方式の提案である。再生可能エネルギーによる電力とそれ以外の電力を区別し、それぞれの制御空間において需給量を制御し、且つ全体として利用可能な充放電容量や再生可能エネルギーによる電力の利用比率順守等の制約条件をもつ電力ロス量について数理計画問題として定式化を行い、シミュレーションにより評価を実施している。その結果、目標とする再生可能エネルギーによる電力の利用率順守と送電及び充放電による電力ロス削減の両立が可能なことを示した。

以上のように本論文は、再生可能エネルギーにより発電された電力の利用を促進する広域接続型マイクログリッドを設計運用する上で重要な、送電及び充放電による電力ロスを削減する充放電機能の配備や充電量及び送電量の制御を可能とする技術に関して、有用な研究成果を上げている。よって、博士（情報科学）の学位論文として価値のあるものと認める。