HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	マイクログリッドの運用・設計手法の開発と経済性の評価［論文内容及び審査の要旨］
Author(s)	下町, 健太朗
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第12199号
Issue Date	2016-03-24
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/61851
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Kentaro_Shimomachi_abstract.pdf, 論文内容の要旨



Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学　位　論　文　内　容　の　要　旨

博士の専攻分野の名称　　博士（工学）　　氏名　下町健太朗

学　位　論　文　題　名

マイクログリッドの運用・設計手法の開発と経済性の評価
（Study on Operating and Sizing Method and Economic Evaluation of Microgrid）

地球温暖化や化石燃料枯渇等の問題を解決するための一手段として, 近年, 太陽光発電 (PV: Photovoltaic) などの再生可能エネルギー (RE: Renewable Energy) を利用した発電システムの導入が進められている. しかしながら,PV の出力は天候や日射量に大きく左右される電源であるため, 他の供給手段や蓄電池などと組み合わせて運用することが必要である. マイクログリッド (MG: Microgrid) は, 供給対象エリア (建物単位や地域) 内の電力需要および RE・蓄電池の運転状態を監視・制御し, また予測される将来の状況に対して,MG 内部の機器を計画的に運用・制御することで, エネルギー利用の高効率化や RE の統合制御を可能とする技術であり,PV との親和性が高い.MG に期待される効果を得るためには,MG の頭脳に相当するエネルギーマネジメントシステム (EMS: Energy Management System) を開発する必要がある.

ところで,PV および蓄電池は原理的には直流で動作し, 給電距離がそれほど長くない MG 等においては, 従来の交流方式ではなく直流方式で給電することで, 交直変換の段数を減らすことができ, 高効率な MG を構築できる可能性がある. そこで本論文では MG, 特に直流を用いた DCMG に対して, その最適運用のための EMS を開発すると共に,MG を構成する各種機器の容量設計手法を明らかにすることにより MG の経済性評価を行うことを目的としている.

第 2 章では DCMG の EMS において必要となる機能のうち, 特に前日計画機能について検討を行い, 具体的な計画アルゴリズムを開発した. 提案する前日計画アルゴリズムは,MG から排出される CO_2 を最小化するために, MG の各設備の 30 分毎の出力計画を決定するものであり, 翌日の PV 出力予測を用いている. ただし,PV 出力予測には必然的に誤差が生じるため本論文では, 特に翌日の PV 出力予測に関して単一の出力カーブを用いるのではなく, いくつかの出力カーブをシナリオとして考慮する手法を開発した. このことにより, 得られた計画は, 予測誤差がない場合には単一の予測カーブに基づいた計画よりも劣るものの, 予測誤差がある場合には MG に期待されるパフォーマンスを低減させることなく MG を運用可能なロバストな計画を行うことができる. 本論文では, 環境省のプロジェクト (地球温暖化対策技術開発・実証研究事業「自立・分散型エネルギー社会の実現に向けた直流方式による地域間相互エネルギー融通システムの開発」) の一環として構築された帯広市直流 MG 実証設備で得られたデータを基に,EMS 機能の検証を行った. 特に予測誤差の大きな日においては, 単一の PV 出力予測を利用した場合と比較して, シナリオを用いた本研究の手法の方が CO_2 排出量を 26.1% 削減できることを確認した. また, 年間を模擬した試算では, 全データの平均で CO_2 排出量削減効果が 2.31% 向上することを確認した. さらに, 本論文で得られた前日計画を, 当日の 1 秒値シミュレーションに適用した結果, 本論文で得られた手法と同様の傾向を示したため, 提案手法はより短い時間粒度の運用においても有効であることが示唆された.

第 3 章では, 帯広市プロジェクトにおいて, 各設備の容量が最適でないことが原因と思われるパフォーマンスの低下がいくつか散見されたことを受けて,MG における設備の最適容量設計を行っ

た. この設計では, 住宅需要家向け直流 MG における PV, 蓄電池および EV の最適容量をそのコストが最小となるように設計した. この際, 実際の設計においてはメーカーから発表されている機器の組合せによって最適な容量を実現する必要があることから, 本論文では PV および蓄電池をある決まった容量を持ったユニットとして扱い, 従来のように実数で導入容量を決定するのではなく, 整数で容量を決定した. 住宅を対象とした試算では,PV および蓄電池に関しては導入がなされるものの,EV に関しては導入を行わない方が経済的であることが確認できた.

第 4 章では, ここまで得られた運用手法ならびに容量設計手法を用いて, 従来のように交流で給電を行う交流 MG と直流 MG との経済性比較を行った. 定性的には, 需要内の交流負荷が多ければ交流有利, 直流負荷が多ければ直流有利となることが考えられるが, 定量的に評価を行っている論文はほとんど見当たらない. そこで, 本論文では住宅需要家内の負荷をベース負荷, 照明負荷, 空調負荷およびそれ以外の負荷 4 つの利用形態に分けて扱い, これらに対して交流負荷, 直流負荷を設定することで MG の給電方式を定量的に決定した. 住宅 1 軒を対象とした試算では, わずかでも直流負荷が需要にあれば直流 MG が有利となることが示された. 一方で, 住宅 5 軒をまとめた試算おいては, ベース負荷, 照明負荷およびそれ以外負荷が直流となるまでは交流有利という結果が得られた. したがって, 新たに MG を設計するに際しては, その需要内における交流負荷および直流負荷の比率を把握して給電方式を適切に設定することで,MG の経済性を向上させられることが示唆された.