HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	再生可能エネルギー電源が大量導入された配電系統における新しい計測情報を用いた状態推定［論文内容及び審査の要旨］
Author(s)	赤坂, 莉空
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(情報科学)
Dissertation Number	甲第16017号
Issue Date	2024-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/92414
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Riku_Akasaka_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（情報科学）　　氏名　赤坂 莉空

学　位　論　文　題　名

再生可能エネルギー電源が大量導入された配電系統における新しい計測情報を用いた状態推定
（State Estimation Based on New Measurement Information in A Distribution System with Massive Renewable Energy Sources Integration）

政府が掲げる「2050 年カーボンニュートラル」に向けて, 配電系統への太陽光発電 (Photovoltaic Generation : PV) の導入が加速的に進んでいる。住宅用 PV などが配電系統に大量連系されると、電圧分布の複雑化し電圧管理が難しくなっており, 配電系統の電圧分布を精確に推定することの重要性が高まっている。適切な電圧管理を実現するためには、配電系統内の電圧分布を正確に把握することが重要であるが、面的に広がりをもった配電系統全体に計測器を設置することは経済的に現実ではなく、配電用変電所からの送り出し電流や、数点の計測情報に基づいて電圧分布を推定するにとどまっているのが現状である。また配電系統内では負荷と PV 出力とが混ざり合った潮流 (以下, 正味電力) しか計測しておらず, 実際の負荷・PV 出力を個別に把握するのは難しい。PV の普及に伴い系統運用 (負荷・PV 出力の予測, 停電時の復旧作業), 設備計画 (配電線の拡張計画,PV 導入可能容量の算出) の観点から, 正味電力の情報から負荷・PV 出力の情報を分離・推定することの重要性は高まっている。特に事故時の復旧作業時にはリアルタイムで負荷・PV 出力を推定する必要がある。

一方, 従来の電力量計の代わりとなるスマートメータの導入や計測機能付き区分開閉器 (以下、IT 開閉器) などの、系統情報を測定可能な計測器の電力系統への導入が進んでいる。スマートメータは国内の全需要家に設置される予定であり、各需要家における電力の使用量を時刻情報と共に記録し, またその情報は電力会社等が通信により収集することが可能である。スマートメータ情報の主たる利用目的は電気料金の精算であるが, 地理的・時間解像度的に粒度の細かいビッグデータとして, 系統の運用・制御・設備計画などにも活用できる可能性がある。IT 開閉器は区分開閉器にセンサ機能が付随した機器となっており, スマートメータと比較すると設置数は少ないが, 計測情報の種類が多いという特徴がある。

第 2 章では, 日本で導入されているスマートメータ情報, センサ付き区分開閉器情報, 配電用変電所の送り出し点情報を基に, 状態推定を用いて配電系統の低圧を含めた電圧分布の推定手法を提案し, 数値試算により, 推定精度を検証した。

3 章では電圧分布の推定結果に基づいて電圧制御することを想定した場合に, 適切な電圧制御をするために必要な電圧分布の推定精度について検討した。検討では, まず 2 章で開発した状態推定手法の推定誤差のヒストグラムを基に確率密度関数を作成した。次に確率密度関数の形状を変更し任意の推定誤差を持つ電圧分布推定値を作成した。最後に作成した推定値に基づいて電圧制御をすることで, 適切に電圧制御が可能となる電圧分布の推定精度を明らかとした。適切な電圧制御に必要な推定精度が高く見積もられると, 多くの計測機器を導入されることで不必要なコストが発生する。逆に, 適切な電圧制御に必要な推定精度を低く見積もると, 電圧逸脱が発生す可能性がある。3 章の成果により適切な電圧制御に必要なる電圧分布を明らかとすることで, 不必要なコスト, 電圧逸

脱の発生を防ぐことが可能となる。

4 章では, 状態推定と独立成分分析を基に負荷と PV 出力を分離推定する手法を開発した。従来, 事故時の PV 解列により負荷が不明といった問題に対しては, センサ付き区分開閉器などの計測情報を基に独立成分分析を用いることで, 負荷と PV 出力を推定していた。しかしながら, 計測情報には配電損失が含まれており, それらの値を負荷・PV 出力推定に使用することによって, 精度が悪化する可能性がある。そこで提案手法では独立成分分析の前処理に状態推定を用いることで配電損失の影響を取り除くことが可能となり, 推定精度が改善することを数値試算により確認した。

以上の内容は, 配電系統に PV が導入された際に発生する, 電圧逸脱問題, 復旧作業時の負荷が不明であるという問題解決に向けた検討であり, 論文の成果により配電系統への PV の導入量が増加に繋がると考える。