

# 琉球大学学術リポジトリ

再生可能エネルギー大量導入に向けた系統安定性および社会便益に基づく最適系統運用に関する研究

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学 公開日: 2021-11-17 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 古梶, 雅裕 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/50048">http://hdl.handle.net/20.500.12000/50048</a>

## 博士論文の要約

論文題目：再生可能エネルギー大量導入に向けた系統安定性および社会便益に基づく最適系統運用に関する研究

氏名：古梶 雅裕

本論文では、再生可能エネルギーの大量導入を想定した電力系統において、系統安定性や社会便益を定量的に評価した最適な系統運用手法を提案する。その有効性を MATLAB シミュレーションにより示した。

第1章では、近年の社会状況に鑑み、再生可能エネルギーが大量に導入されつつある状況を説明し、従来よりも火力発電機の起動停止計画問題がより複雑になっていることを説明している。

第2章では、系統安定性を評価するための重要な評価基準の一つである電圧安定性について、先行研究の概要を述べている。先行研究での評価指標の問題点を述べ、新たに提案する電圧安定性評価指標との比較検討を行なっている。提案された指標は、電圧安定性予測の高速かつ正確な応答を持つシステムにおける有効電力と無効電力の変化に基づいている。その結果、提案した指標は、従来の指標と同様に、高い精度で電圧安定性マージンを特定できることがわかった。一方で、提案手法は  $\Delta P$  と  $\Delta Q$  を PU 単位で導出しており、従来の指標に比べて VSI 解析のためのシステムパラメータの必要性を低減している。また、提案した指標は、様々な電力系統のトポロジーに高い精度で適用できるなどの特徴があり、電圧安定性マージンや送電可能容量の評価に適したツールと言える。

第3章では、新たな電圧安定性評価指標を用いて、シャントキャパシタの開閉制御し、電圧安定性の改善ができることを検証している。第3章で提案された指標では、有効電力と無効電力の変動が系統の電圧崩壊マージンに与える影響の両方を考慮して SC を制御している。これにより、定量的な無効電力の投入を行うことが可能となった。シミュレーション結果は、各シナリオにおける有効電力と無効電力の分析に関連付けられている。このアルゴリズムを適用し、SC を最適に配置することで、効果的に電圧安定性を向上させることができることを確認した。

第4章では、再生可能エネルギーの大量導入を想定した電力系統において、電圧安定性を考慮した多目的（送電損失最小化、社会便益最大化）最適化問題を解く手法について述べている。本章では、電圧安定性を考慮して、社会的利益の最大化と送電損失の最小化を検討した。そして、この多目的最適化問題を多目的 GA により解決した。また、太陽光発電の導入に伴うダックカーブの問題を、蓄電池を用いて解決した。電力システムは、より良いパレー

ト最適解を考慮して、大規模なエネルギー貯蔵電池を導入した。さらに、送電損失の最小化と社会的利益の最大化を実現する最適な投資を決定できる。提案された手法は、最適な発電機の出力とエネルギー貯蔵システム（ESS）の最適な充放電を使用することで、電力システムの運用が改善されることを示している。

第 5 章では、ニューラルネットワークを用いた変動電源の出力予測誤差より変動性を検討し、再生可能エネルギーの出力抑制や系統用蓄電池の蓄放電、負荷需要応答（デマンドレスポンス）などの多数の制御変数を用いて、運用コストを最小化、電圧安定性を最大化する最適な発電機起動停止計画について、提案手法の有効性を示している。シミュレーションの結果、ニューラルネットワークモデルを用いた予測により、太陽光発電装置の発電量を合理的な精度で推定できることがわかった。これにより、太陽光発電の出力の不確実性を定量的に評価し、UC の問題設定に組み込むことができる。さらに、PV 出力の不確実性の定量的な評価を採用して確率的な運転計画を導入することで、PV 出力シナリオごとに安定した運転を実現し、電圧安定性を維持することができた。

第 6 章では、各章の研究成果をまとめ、今後の展望を述べた