

琉球大学学術リポジトリ

再生可能エネルギー大量導入時の需要家側資源を用いた分散型電源の安定運用方式および需給協調制御方式の開発

メタデータ	言語: ja 出版者: 琉球大学 公開日: 2022-06-24 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 大嶺, 英太郎 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/0002019335

博士論文の要約

論文題目：再生可能エネルギー大量導入時の需要家側資源を用いた分散型電源の
安定運用方式および需給協調制御方式の開発

氏 名：大嶺 英太郎

本研究では、再生可能エネルギー大量導入時の系統周波数・電圧変動、および余剰電力を抑制するため、電力系統側の発電機による周波数・電圧制御と需要家側資源を活用した需要家機器制御との協調制御システムを検討し、提案システムの有効性をシミュレーションと一部実験により検証している。

第 2 章では、需要家側で活用可能な調整力資源として自家発電設備に着目し、同発電設備の同時同量制御の制御性能を向上させることで、需給バランスの維持に貢献する手法を開発している。制御機の設計において $H\infty$ 制御理論を適用することで、発電設備の制御応答特性を改善し、同時同量制御のインバランス量を十秒程度と短い時間間隔で規定の範囲内まで低減している。さらに、発電機の長期的な安定運用を可能とするため、負荷変動時や短絡事故発生時の発電機軸の軸ねじれ振動を抑制する AVR 制御方式も提案し、シミュレーションにより有用性を検証している。

第 3 章では、系統側および需要家側に蓄電池を設置し、既存の系統側発電設備の周波数・電圧制御との協調により、より少ない蓄電池容量で再生可能エネルギーの出力変動による系統周波数、電圧変動を抑制する協調制御システムの設計手法を検討している。提案する協調制御システムでは、既存の発電設備のガバナ制御システムの設計では、系統周波数変動のうち低周波成分を抑制するように設計し、新規導入する蓄電池の充放電制御システムの設計では、その高速な充放電電力の制御が可能である特性を考慮し、系統周波数変動のうち高周波数成分を抑制するように設計することで、周波数領域で制御の分担を行うこととした。さらに、異なる地点に複数の蓄電設備が導入される場合を想定し、各蓄電設備の定格容量に応じて充放電電力の制御量を分担させるため、通信システムを必要としない Droop 制御システムを導入し、シミュレーションにより提案制御システムの有効性を検証している。

第 4 章では、再生可能エネルギー大量導入による系統全体の余剰電力を抑制するため、配電用変電所に蓄電池を設置し、配電用変圧器のバンク逆潮流を抑制すると同時に配電用変電所の潮流平準化制御を達成している。配電潮流平準化制御手法を検討した。提案手法の有効性についてはシミュレーションと一部実験により検証している。宮古島に設置した実証試験設備を用いた実験結果より、配電用変圧器 2 次側に蓄電池を設置し、翌日の PV 出力予測パターンおよび需要予測パターンから配電潮流予測パターンを作成し、配電負荷率

が最大（配変ピーク潮流が最小）となるように蓄電池の充放電計画を作成し当日の制御を実施している。この結果、配変のバンク逆潮流を低減し、さらに配変ピーク負荷を蓄電池無しの場合と比較して23%低減できる結果が得られている。

第5章では、余剰電力をより低コストで抑制するため、住宅のヒートポンプ（HP）式給湯機を活用し、再生可能エネルギー発電予測の不確実性と需要家の便益（電気代低減や湯切れ防止）を考慮しながら、余剰電力を抑制する需要家機器運転計画手法を検討している。提案方式は、住宅需要家に設置されている太陽光発電による逆潮流電力を、HP式給湯機の昼間運転により自家消費し、系統大の余剰電力を低減する方式である。また、各需要家のHP式給湯機の昼間運転可能な電力量は個々の需要家の給湯需要量により異なるため、個々の需要家の電力・給湯需要の違いを考慮して、地域全体で余剰電力を抑制し、再エネ出力を有効活用するための再エネ出力抑制方式を提案している。住宅地域配電系統を対象としたシミュレーション結果から、提案手法を適用することにより、HP式給湯機の昼間運転無しの場合と比較して、余剰電力抑制のための再エネ出力抑制量を半分程度に低減できることを確認している。提案方式は需要家側の既存の設備を活用して再エネによる余剰電力を抑制することから、余剰電力対策のための蓄電池設置等のコストの低減に寄与できる。

最後に、第6章の結言では、上記で提案した手法の有用性についてとりまとめ、各手法の実用化に向けた課題（機器コスト低減や市場の整備等）を整理している。