

氏名	サンチャイ Dechai Dechanupaprittha (タイ)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	工博甲第271号
学位授与の日付	平成20年9月30日
学位授与の条件	学位規則第4条第1項該当
学位論文題目	Metaheuristic-based Robust Controller Design of Controllable Distributed Generator for Stabilization of Interconnected Power Systems (連系電力系統の安定化のための制御可能な分散電源の メタヒューリスティック手法に基づくロバストな制御系設計)
論文審査委員	主査 教授 三谷 康 範 〃 匹田 政 幸 〃 近藤 浩 〃 小森 望 充

## 学位論文内容の要旨

近年、電気事業においては、種々の発電事業者の市場への参入が開放され、競争環境が整備されている。こうした中で、欧州をはじめ世界各国で大規模な停電が発生し、競争環境下での安定で信頼性の高い電力系統運用が求められている。一方、電気事業の自由化に伴い、電力会社以外の電源が電力系統に数多く接続されるようになったが、それらのほとんどは電力会社の指令下にはなく、定められた一定量の電力を送っているのみである。これらの電源の総量は年々増加しており、電力会社の電源の中で一定電力を維持する運用を行っている原子力発電所や石炭火力発電所が増加する中で、周波数制御可能容量が不足する傾向にある。加えて、環境意識の高まりから風力発電など変動の大きい自然エネルギー発電の導入量が急速に増加されており、問題が拡大している。そこで、本論文では制御に利用されていない多くの分散電源の余剰能力に着目し、それらを用いた大規模連系系統の安定化制御を行う方法について各種の検討を行っている。この場合、多くの中小容量の発電機を利用して多目的でかつロバストな制御系を構築する複雑な最適化問題となり、その一方で、分散電源の制御系はそれらの運用管理上なるべく単純であることが望まれる。このことから本論文では、複雑な大規模システムの最適化を行う際に用いられるメタヒューリスティック手法を対象問題に合わせて改良し、その適用を試みた結果をまとめている。

第1章では、電力系統の現状と将来、安定度問題、制御に要求される仕様を詳しく示し、本論文の目的を明らかにしている。

第2章では、電力系統において制御に利用可能な分散電源の動向と制御能力についてまとめている。自家用発電事業者のガスタービン発電、産業用の無停電電源としてのバッテリー、電力品質改善のための超電導エネルギー貯蔵などが利用可能であることを示し、それらを用いた電力系統制御のロバストな安定化制御デザインの考え方を明らかにした。

第3章では、メタヒューリスティック手法を用いた制御パラメータの最適設計において適用可能となるよう開発した探索手法を示している。進化的プログラミング (EP) とタブーサーチ (TS) を組み合わせた効率のよい探索手法を独自に開発し、その手順を詳細に示した。

第4章では、単純な2地域連系系統を対象として提案する制御系設計手法の適用結果を示している。自家用発電事業者等が所有しているガスタービンなどの多数の発電機を用いて、連系系統に発生する系統間の長周期電力動揺モードの安定化を行う場合を想定し制御系を設計した。大規模な風力発電が電力系統に接続され、その出力変動により、連系線の電力が変動し、連系線の空き容量の不足が発生する状況下で、分散電源の出力制御によって、系統間長周期動揺の安定化と同時に、風力発電変動による連系線の電力変動を抑制するための効果的な制御系の構築を行った。

第5章では、より複雑な電力系統への応用として多機連系系統の安定化制御系の構築を行った結果

を示している。多機連系系統では送電する電力量が増加するにつれて、いろいろな動揺モードが不安定になり、電力系統の運用状態が変化すると電力系統の不安定要因も変化するので、制御系には電力系統の不確定要因を取り込んでつねに安定性を確保できるロバスト性が要求される。この問題に対しては、多数の電力動揺モードを同時に安定化する速応性のある制御性能が要求されることから、電力品質改善用に設置された超電導エネルギー貯蔵 (SMES) を用いて制御する場合を想定し、かつ、不確定要素の存在をモデル上で表現し、広い運用状態の範囲でつねに安定性を確保できる制御系の構築を行っている。制御出力に上下限が存在する場合でもいろいろな電力系統運用状態に対して非常に効果的な結果が得られることを示した。

第6章では、西日本 60Hz 系統を想定した多地域の大規模連系系統において、複数の分散電源による分散型制御を構築した結果を示している。ここでは、制御機近くの信号のみを用い、種々の運用状態においてつねに満足のいくロバストな系統安定化効果が得られるように制御系設計仕様を定め、提案した制御系設計指針に従って制御系を構築した。その結果、期待通りの制御効果が得られることを確認した。

第7章では、最後に、本研究の成果を結論として要約している。

## 学位論文審査の結果の要旨

以上示したとおり、本論文は近い将来の電力系統における極めて有効な運用制御方式として期待され、学術的かつ産業応用面から極めて高い価値を有し、博士学位論文として十分であると判定された。また、審査会及び公聴会において、メタヒューリスティック手法を用いる意義や優位性、評価関数の意味、不確定要素の物理的意味、偏差信号の基準値などについて多くの質問がなされたが、いずれも適切な回答がなされ、質問者の理解が得られた。

以上により、論文調査及び最終試験の結果に基づき、審査委員会において慎重に審査した結果、本論文が、博士 (工学) の学位に十分値するものであると判断した。