

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	電力系統における周波数変動と周波数調整コストの双方を低減する広域負荷周波数制御に関する研究
Title(English)	Improved Cross Regional Load Frequency Control for Reduction of Frequency Variation and Frequency Control Cost in Power Systems
著者(和文)	徳光啓太
Author(English)	Keita Tokumitsu
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12188号, 授与年月日:2022年9月22日, 学位の種別:課程博士, 審査員:河邊 賢一,千葉 明,藤田 英明,萩原 誠,竹内 希,辻 隆男
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12188号, Conferred date:2022/9/22, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	徳光 啓太		
		氏名	職名		氏名	職名
論文審査 審査員	主査	河辺 賢一	助教	審査員	竹内 希	准教授
	審査員	千葉 明	教授		辻 隆男	横浜国大 准教授
		藤田 英明	教授			
		萩原 誠	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「電力系統における周波数変動と周波数調整コストの双方を低減する広域負荷周波数制御に関する研究」と題し、6章からなっている。

第1章では本研究の背景や目的、ならびに研究全体の概要について論じた。わが国では、電力系統における周波数制御をより効率的かつ経済的に行うため、電力の供給区域（エリア）を越えた広域的な負荷周波数制御（広域 LFC）の導入が検討されており、広域 LFC が周波数変動や周波数調整コストに及ぼす影響の定量的な評価が求められている。このため、本研究では電力系統の周波数変動と周波数調整コストの双方を低減する広域 LFC 手法を提案するとともに、日本の電力系統を模擬したモデルを開発し、提案手法を日本の電力系統に適用した際の有効性の検証を、同モデルを活用したシミュレーションにより行うことを述べた。

第2章では、主たる調整力である火力発電プラントについて、平常時（想定外の設備故障が発生しておらず、周波数が基準値 ± 0.2 Hz 程度に収まっている状態）の周波数解析において高い解析精度と計算負荷の低減を両立したモデルを開発した。また、平常時の周波数変動および出力指令値の変更に対して、開発モデルと実機の火力発電プラントの出力応動を比較し、開発モデルの解析精度を検証した。その結果、両者の出力応動は良好に合致しており、開発モデルが平常時における火力発電プラントの出力を精度良く模擬できることを示した。なお、開発モデルは、電気学会の「電力需給・周波数シミュレーションの標準解析モデル」に採用され、国内の大学やメーカー、電力会社等において幅広く活用されている。

第3章では、広域 LFC が日本の電力系統に及ぼす影響を定量的に評価するため、平常時における各エリアの LFC 機能や主要な発電プラント等を模擬した日本の電力系統モデルを開発した。また、開発モデルを用いて日本の電力系統の応動再現シミュレーションを行い、周波数や連系線潮流等について、シミュレーション結果と実測データを比較することで、開発モデルの精度を検証した。その結果、開発モデルは平常時における日本の電力系統の周波数や連系線潮流等を精度よく再現することができることを示した。開発モデルにより、広域 LFC が日本の電力系統に導入された際の各種影響評価を行うことが可能となった。

第4章では、広域 LFC の検討の端緒として、まずは対象を単一エリアとした場合における需給偏差と需給調整コストの双方を低減する LFC の制御手法を提案した。また、提案手法の有効性を検証

するため、電気学会の標準モデルを活用し、標準モデルの LFC と提案手法の LFC によるシミュレーションをそれぞれ行い、両者の結果を比較した。その結果、提案手法による LFC は、標準モデルの LFC と比べ、需給偏差と需給調整コストの双方を低減できることを示した。また、実系統に提案手法を適用した場合の有効性検証として、第 3 章で開発した関西エリアのモデルを用いて、現状の関西エリアにおける LFC の場合と、提案手法の LFC を適用した場合のシミュレーションを行い、両者の結果を比較した。その結果、提案手法による LFC は現状の関西エリアにおける LFC の場合と比べて、需給偏差と需給調整コストの双方が低減されることを明らかにした。

第 5 章では、まず米国とドイツそれぞれで既に実用化されている広域 LFC について、各手法の得失を整理するとともに、両者の特長を活かした広域 LFC 手法（切り替え手法）を提案した。さらに、第 4 章で提案した LFC 手法をベースとした広域 LFC 手法（並列配分手法）を併せて提案した。また、提案手法の有効性を検証するため、本研究で開発した日本の電力系統モデルを活用して、①エリア毎の LFC（広域 LFC なし）、②米国の手法による広域 LFC、③ドイツの手法による広域 LFC、④切り替え手法（提案手法 1）による広域 LFC、⑤並列配分手法（提案手法 2）による広域 LFC、のシミュレーションを行い、各ケースの結果を比較した。その結果、周波数変動と周波数調整コストの双方の低減という観点において、二つの提案手法はいずれもエリア毎の LFC の場合や既存の広域 LFC 手法と比べて有用であることを示した。本章で提案した広域 LFC 手法のうち、並列配分手法（提案手法 2）は日本の広域 LFC 機能に実装され、2026 年度に運用を開始する予定である。

第 6 章では、本研究を総括し、広域 LFC の今後の展開について論じた。

以上を要するに、本論文は電力系統における周波数制御システムにおいて発電機の広域的な出力調整方法を論じたもので、学術上、産業上貢献するところが大きい。よって我々は、本論文が博士(工学)の学位論文として十分価値あるものと認める。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。