

## 論 文 要 旨

論文題目 電力系統安定化のための制御システムに関する研究

需要家が電気の供給事業者を選べる電力自由化の進展に伴い、経営リスクの観点から一般電気事業者の設備投資額は年々減少しており、将来的には、運用限界に近い状況での系統運用がなされるようになることが予測されている。電力系統の運用限界を向上できれば既存設備を有効活用できるため、これを比較的 low コストで実現できる系統安定化の一つの方法としての発電機制御が非常に期待されている。一方、世界に目を転じれば、中国に代表されるように電気消費量の増大が予想されており、発電機の増設が今後も進んでいくと考えられている。数百 km を超える超長距離大電力送電には、交流送電と比較してコスト面で直流送電が有望である。既に実用化されている他励式変換器を用いた直流送電は電圧的に弱小系統に連系できないため、系統電圧の安定化にも寄与できる自励式変換器を用いた直流送電に関する制御・保護方式の確立が必要になっている。

本論文では、発電機制御ならびに直流送電を対象に電力系統安定化のための制御システムについて論じている。発電機制御に関しては、電力系統の顕著な安定化を実現するために、発電機の励磁装置である AVR と発電機の機械系装置のガバナを協調制御する発電機制御法について提案し、その有効性を解析で示している。一方、自励式直流送電に関しては、平衡・不平衡の交流事故ならびに直流事故時の基本的な変換器制御・保護方式について論じている。本論文は6章構成となっており、各章の概要は以下のとおりである。

第1章では、電力系統の安定度の概要と問題点を整理し、発電機制御ならびに直流送電技術による系統安定化方策の概要を記述している。


第2章では、スライディングモードの考えに基づくファジィ制御による電力系統の安定化について記述している。パラメータ変動等に対してロバスト性を有するスライディングモード制御に基づいて、ファジィ制御の適用により制御則が容易となり、AVR と GOV のファジィ協調制御による本制御法は、従来の AVR や GOV の単独制御に比べて過渡安定度の顕著な向上を実現できる。

第3章では、状態変数の不確定性を考慮した AVR・GOV 協調制御による電力系統の安定化について記述している。本制御法は状態変数の不確定性を考慮するだけでなく、スライディングモード制御の考えを応用して制御則を構成しているため、機器パラメータの変化や負荷変動等に対してもロバスト性の十分高い制御系を構築できる。

第4章では、自励式直流送電システムの制御・保護方式について記述している。平衡・不平衡の交流事故ならびに直流事故時の基本的な制御・保護方式を確立し、実験で検証している。これにより、系統事故時においても変換器は運転継続が可能となるため、電力系統の安定化に顕著に寄与できる。

第5章では、欠相事故時における自励式 HVDC システムの制御方式について記述している。平衡・不平衡事故と異なり欠相事故は、三相のうち一相が送電不能に陥る系統事故であり、このような系統事故でも変換器を運転継続可能にする制御方法を提案し、その妥当性を示している。

第6章では、本論文のまとめを行っている。コストの観点から送電線の亘長に応じて適切な電力系統の安定化方策は異なるため、交流ならびに直流技術の両面での系統安定化研究の成果は、汎用的に世界の電力系統の安定化方策への活用が期待される。

氏 名 宜 保 直 樹 


(様式第5-3号)

平成17年2月1日

琉球大学大学院  
理工学研究科長 殿

論文審査委員

主査 氏名 千住 智信  印

副査 氏名 上里 勝實 

副査 氏名 仲村 郁夫 

### 学位（博士）論文審査及び学力確認終了報告書

学位（博士）の申請に対し、学位論文の審査及び学力確認を終了したので、下記のとおり報告します。

記

申請者	氏名 宜保 直樹		
現住所			
成績評価	学位論文 <input checked="" type="radio"/> 合格 <input type="radio"/> 不合格	学力確認 <input checked="" type="radio"/> 合格 <input type="radio"/> 不合格	
論文題目	電力系統安定化のための制御システムに関する研究		
審査要旨（2000字以内）			
<p>電力自由化の進展に伴い、経営リスクの観点から一般電気事業者の設備投資額は年々減少しており、将来的には、運用限界に近い状況での系統運用がなされるようになると予測されている。電力系統の運用限界を向上できれば既存設備を有効活用できるため、これを比較的低コストで実現できる系統安定化の一つ方法としての発電機制御が非常に期待されている。一方、数百 km を超える超長距離大電力送電には、交流送電と比較してコスト面で直流送電が有望である。既に実用化されている他励式変換器を用いた直流送電は電圧的に弱小系統に連系できないため、系統電圧の安定化にも寄与できる自励式変換器を用いた直流送電に関する制御・保護方式の確立が必要になっている。コストの観点から送電線の亘長に応じて適切な電力系統の安定化方策は異なるため、交流ならびに直流技術の両面での系統安定化研究の成果は、汎用的に世界の電力系統の安定化方策への活用が期待されている。</p>			

(次頁へ続く)

本研究では、発電機制御ならびに直流送電を対象に電力系統安定化のための制御システムについて提案している。発電機制御に関しては、電力系統の顕著な安定化を実現するために、発電機の励磁装置である AVR(Automatic Voltage Regulator)と発電機の機械系装置の GOV(Governor)を協調制御する発電機制御法について提案し、その有効性を数値シミュレーションで示している。一方、自励式直流送電に関しては、平衡・不平衡の交流事故ならびに直流事故時の基本的な変換器制御・保護方式を提案している。

本研究の成果を要約すると以下のとおりである。

1. スライディングモードの考えに基づくファジィ制御による電力系統の安定化制御法を提案している。パラメータ変動等に対してロバスト性を有するスライディングモード制御に基づいて、ファジィ制御の適用により制御則が容易となり、AVR と GOV のファジィ協調制御による本制御法は、従来の AVR や GOV の単独制御に比べて過渡安定度の顕著な向上を実現できる。本制御法の有効性を数値シミュレーションで示している。
2. 状態変数の不確定性を考慮した AVR・GOV 協調制御による電力系統の安定化制御法を提案している。本制御法は状態変数の不確定性を考慮するだけでなく、スライディングモード制御の考えを応用して制御則を構成しているため、機器パラメータの変化や負荷変動等に対してもロバスト性の十分高い制御系を構築できる。また、使用する制御変数は検出が容易な状態量を採用しているため、実システムへの適用が容易である。本制御法の有効性を数値シミュレーションで示している。
3. 自励式直流送電システムの制御・保護方式について記述している。平衡・不平衡の交流事故ならびに直流事故時の基本的な制御・保護方式を確立し、実験で検証している。これにより、系統事故時においても変換器は運転継続が可能となる。本研究の成果により、自励式直流送電システムは、電力系統の安定化に寄与できる。
4. 欠相事故時における自励式 HVDC(High Voltage Direct Current)システムの制御法を提案している。平衡・不平衡事故と異なり欠相事故は、三相のうち一相が送電不能に陥る系統事故である。欠相事故でも変換器を運転継続可能にする制御方法を提案し、その有効性を数値シミュレーションで示している。本研究の成果により、自励式直流送電システムは、欠相事故においても電力系統の安定化に寄与できる。

以上のように、本研究は電力系統安定化の発展に大いに寄与し、工学的に価値のある新しい成果を得ているため、提出された学位論文は博士の学位論文に値するものとして学位論文の審査を合格とする。また、(1) 筆記試験(外国語)の結果、申請者は本学大学院博士後期課程修了者と同等以上の学識を有していること、(2) 論文発表会における発表ならびに質疑応答の結果、申請者は専門分野および関連分野の十分な知識ならびに本学大学院博士後期課程修了者と同等以上の研究能力を有していることが確認できたので、学力確認も合格とする。