

審査の結果の要旨

氏名 高野 富裕

本論文は「分散型電源の積極活用のための負荷供給系統制御システムに関する研究」と題し、6章よりなる。

第1章は「序論」で、まず、太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギーをはじめとする各種分散型電源を取り巻く情勢について分析している。次に、本論文における負荷供給系統の定義について述べ、本研究の目的と構成について述べている。

第2章は「分散型電源を含む配電系統における電圧適正化技術」と題し、再生可能エネルギー電源普及による負荷供給系統の電圧上昇・変動問題に対する系統側と需要家側の対策技術について述べている。

系統側対策技術として、配電系統の電流・電圧計測データを中央サーバーに集約し、複数電圧調整器の制御量を最適潮流計算をベースに決定し、機械式電圧調整器を中央サーバーから直接制御するとともに、パワエレ式電圧調整器を中央サーバーからの制御目標を元に高速にローカルで間接制御する二つの制御を組合せた、2階層制御方式を開発した。これにより、特性の異なる2種類の電圧調整器の長所を最大限に活用し、配電系統への太陽光発電連系を拡大する配電電圧制御を実現している。需要家側対策技術としては、再生可能エネルギー電源連系とともに配電系統の電圧上昇問題の要因となっている、進相コンデンサ過剰接続を改善するための安価なコントローラを提案している。提案方式では、電流計測値のみから負荷力率や無効電力を推定する手法を考案し、実系統での実証を通して実用性を確認した。

第3章は「再生可能エネルギー電源の活用技術」と題し、再生可能エネルギー電源の積極的な有効活用方策について提案している。

まず、再生可能エネルギーを信頼性の高い安定電源として活用するための蓄電池制御と発電計画に関する技術について検討し、再生可能エネルギー電源の発電予測精度を考慮し、100%計画達成を指向せず、発電計画値を高め設定することによる収益増と、計画未達による損失とのトレードオフを考慮して定式化した問題を解く手法を提案している。そして風力発電の年間シミュレーションを用いて、最適な計画立案パラメータと蓄電池容量選定について評価し良好な結果を得た。次に、系統停電時に負荷供給系統の一部を独立させた、自立運転型マイクログリッドに発生する三相不平衡電流問題の対策について検討し、この独立系統全体の電流不平衡状態を集中監視し、各分散型電源のパワコンへその補償量を配分する ICT を活用した新たな不平衡補償の枠組みを提案している。今後更に普及が見込め

る太陽光発電のパワコンによる不平衡補償回路も開発し、実証試験を通して有効性を確認した。

第4章は「事例ベースエキスパートシステムによる系統操作支援技術」と題し、マイクログリッドに代表される負荷供給系統の運用多様化、ならびに運用コスト削減を目指したエキスパートシステムによる系統操作支援システムについて検討している。

本研究では、過去の操作事例に基づいた事例学習の手法と、それに基づく操作手順作成について検討し、操作目的というマクロ的な事象を達成するために必要なサブ事象(=操作)の選定と、事象間の前後関係の学習に特化した学習方式を考案した。これにより、操作手順は個々の操作目的単位で分解・意味づけられ、従来の事例ベース推論のような事例としての操作手順を一括流用する方式に比べて、高い流用性を実現できることが分かった。系統操作の例として、送電系統や変電所における系統切り替えや作業停止の操作手順作成を取り上げ、マイクログリッドへ適用した場合についても考察している。

第5章は「分散型電源を含む電力系統の監視制御システム構築技術」と題し、多様化する負荷供給系統向けの監視・制御・保護システムの設計・製作・検証技術について検討している。

まず、第4章で開発した様々な専門知識の複雑な組み合わせによって動作するエキスパートシステム向けの検証技術として、システムを実際に動作させつつその経過を監視・評価することのできる動的検証法を開発した。これにより、知識ベースを論理的にチェックする従来の静的検証法では困難であったシステム全体としての妥当性確認が可能となった。次に、電力会社向けの監視・制御・保護システム構築の汎用的手法である、計算機システム上のアプリケーションソフトを予め部品化・ライブラリ化し、設計・製作段階では必要な部品選択とそのパラメータ設定作業によって、システムをラピッド構築する技術を開発した。実機相当のパソコン検証環境構築により、システム構築に要する時間を概ね半分近くに短縮した。

第6章は「結論」で、各章の結論をまとめている。

以上を要するに、本論文は、今後更なる普及が見込まれる太陽光発電や風力発電などの分散型電源が大量に連系された負荷供給系統において問題となる電圧の上昇、三相不平衡、発電出力の不安定性を効率的に制御する技術、そして複雑化する系統操作を支援するエキスパートシステム、その検証システムを開発し、それらによって分散型電源の有効活用が図れることをシミュレーションや実証試験によって明らかにしたもので、電気工学、特に電力システム工学に貢献するところが少なくない。

よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。