

Title	各種の不確定要因を考慮した電力流通システムにおける制御の高度化に関する研究
Author(s)	小島, 康弘
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/48737
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	小島 康弘
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 22049 号
学位授与年月日	平成 20 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科電気電子情報工学専攻
学位論文名	各種の不確定要因を考慮した電力流通システムにおける制御の高度化に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 伊瀬 敏史 (副査) 教授 谷野 哲三 准教授 宮本 俊幸

論文内容の要旨

近年の電力自由化や分散型電源の導入拡大といった電力システムを取り巻く社会的状況は、電力流通制御に対する不確定要因を増大させ、従来の電力流通制御技術では対応が困難な現象が発生し始めている。本研究では、このような各種の不確定要因の拡大による電力流通システムの課題に対して、情報処理技術を適用し制御を高度化することで解決を図った。

第 1 章では、電力流通制御に関して、不確定要因の拡大による課題点について電力供給側と需要家側それぞれの立場からの課題点を抽出し、本研究の目的を明確にした。

第 2 章、第 3 章は、電力供給側の課題に関する研究について論じた。

第 2 章では、系統運用における不確定要因拡大の課題として、系統安定化システムにおけるモデリング手法と安定化制御アルゴリズムを確立した。従来の制御手法では対応できない N 波脱調現象に対して、事故後情報を用いたオンラインモデリング結果から将来現象を予測することにより安定化制御を行うアルゴリズムを提唱し、シミュレーションによりその有効性を検証した。

第 3 章では、需給運用における不確定要因拡大の課題として、従来の需給制御では対応できない制約条件に対応可能な需給制御方式を確立した。特に、アンシラリサービスの確保、作業時の潮流制約の確保など、従来の需給制御では対応が困難な制約条件に対して、組合せ最適化と連続値最適化からなる二重の最適化問題としてとらえる事で定式化し、実適用により有効性を示した。

第 4 章、第 5 章では、需要家側の課題について論じた。

第 4 章では、不安定な分散型電源に対して、マイクログリッドによる解決策を検討した。制御不能な自然エネルギーと制御可能な分散型電源と需要家からなる小規模系統で需給バランス制御を行うための需給制御の必要機能を検討、4 階層からなる制御システムを構築し、実証試験を通じてその有効性を示した。

第 5 章では、不安定な自然エネルギーに対して蓄電池を用いた安定化のための経済的制御方式の検討を行った。蓄電池導入は、出力安定化の効果がある一方、事業者の経済的負担を拡大する。不確定な自然エネルギー出力予測に基づき、蓄電池運用を確率論的に決定する方法を検討、シミュレーションにより経済性と安定性のトレードオフの関係を明らかにした。

第 6 章では、本研究から得られた成果を総括し、電力流通制御における今後の課題について論じた。

論文審査の結果の要旨

近年の電力自由化の進展による新規参入者の電源や、電力取引による電力系統の運用の変化、および自然エネルギー発電やコージェネレーションなどの分散型電源の導入が進むにつれて、電力流通に対する不確定要因が増大しており、電力流通制御はこれまでにない困難になりつつある。本論文は、これらの問題に対して制御の高度化により解決法を与えるものである。得られた結果は以下のとおりである。

(1)非線形ダイナミクスを有する電力系統のモデルパラメータを実データからオンラインで同定する方法を開発し、それを適用した系統安定化手法を開発している。本方式を適用することにより、従来の系統安定化システムの制御アルゴリズムでは対応が出来なかった N 波脱調現象に対応した安定化アルゴリズムを開発している。このようなオンラインモデリングの手法は、今後ますます不確定な要因が増える電力系統制御において有益な手法と言える。

(2)電力需給制御における経済負荷配分制御について、経済性、アンシラリーサービスおよび作業時の潮流制約を考慮可能な最適化手法について検討を行っている。従来は扱うことが困難な制約条件を取り入れるために、離散値最適化問題の中に連続値最適化問題の包含された二重の最適化問題として経済負荷配分問題を定式化することを提案している。この需給制御の考え方を実際に電力会社の需給制御システムに適用した結果、従来は困難であった朝の急激な負荷の立ち上がりや昼休みの変動を含め、24 時間を通した自動需給制御が可能であることを確認している。

(3)不安定・不確定な自然エネルギー発電を含む複数の分散型電源を需要家と組み合わせ、その内部で需給バランス制御を行うことにより系統に対する悪影響を抑える「マイクログリッド」について、需給制御機能の検討を行っている。経済性および環境性の最適化と電力品質の向上を両立させるために、それぞれの問題の時間解像度に応じて 4 階層の需給制御機能の構築を提案している。すなわち、1 週間程度の長期の需給運用計画、需要予測誤差や自然エネルギー変動を補正した最適化、連系点潮流を追従性を優先して一定制御するための連系点電力制御、ならびに自立運転時の周波数を一定に保つためのローカル制御から構成されている。開発した機能を実際のプラントにおいて実証試験を行い、自然エネルギーの変動抑制に効果的なこと、省エネルギー性、および CO₂ 抑制に効果があることを示すと同時に、商用系統から分離した自立運転を実施している。

(4)自然エネルギーの安定的利用のための蓄電設備の利用について、経済的な制御方式の検討を行っている。出力変動緩和型（一定時間内の変動幅を指定範囲に抑える方法）と出力一定型（事前通告値に対して一定となるよう運用する方法）の 2 種類の制御方式について検討を行い、出力変動緩和型では平滑化効果は蓄電池の種別には大きな影響は受けないこと、出力一定型については、蓄電池の種別により安定化の効果が異なることを明らかにし、蓄電池の種類ごとに経済的な導入限界量を算出する方法についても提案している。

以上のように、本論文は電力流通制御に対する不確定要因が引き起こす課題に対してその解決法をオンラインモデリングや最適化手法の適用により示したものであり、この分野の技術の発展に寄与するところが大きい。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。