

学位論文及び審査結果の要旨

氏名 小出 明

学位の種類 博士(工学)

学位記番号 工府博甲第489号

学位授与年月日 平成28年3月24日

学位授与の根拠 学位規則(昭和28年4月1日文部省令第9号)第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第1項

学府・専攻名 工学府 物理情報工学 専攻

学位論文題目 再生可能エネルギーを含む電力系統の確率論的運用手法
(Probabilistic operation methods in power systems with renewable energy sources)

論文審査委員 主査 横浜国立大学 准教授 辻 隆男
横浜国立大学 教授 河村 篤男
横浜国立大学 教授 大山 力
横浜国立大学 教授 藤本 康孝
横浜国立大学 准教授 下野 誠通

論文及び審査結果の要旨

太陽光発電や風力発電の導入が世界的に進展すると共に、その出力変動に起因して電力系統における運用・制御・計画問題はますます不確実なものになりつつある。このような背景の下、本学位論文は電力系統の確率論的運用制御手法を論じたものであり、基幹電力系統と配電系統に着目した2つの手法が、第1部と第2部でそれぞれ提案されている。

まず第1部では、大量の太陽光発電を含む配電系統において、今後逆潮流の発生に伴う電圧管理が一層重要な課題になるとの想定の下、PCSの無効電力制御とタップ切替変圧器との協調を図るための状態推定手法が提案されている。具体的には、比較的高速なPCSの無効電力制御手法が電圧変動の発生に対して高速に動作して電圧適正化を達成した場合、タップ切替変圧器が動作しないまま太陽光発電の出力抑制が継続する可能性があるため、この問題の解消に向けて、センサ付区分開閉器の計測情報を活用してPCSの無効電力制御量の確率密度関数を推定することで、積極的にタップ切替変圧器を制御する手法となっている。なお、この協調技術の実現のために、各ノードの負荷を確率密度関数に従って仮定し、

PCS の制御応答を考慮した潮流計算を疑似逆行列により定式化し、これを多数回試行するモンテカルロ法が適用されている。第 4 章において状態推定手法が示された後に、第 5 章では推定結果に基づいた具体的なタップ切替変圧器の制御方法が述べられており、5 ノードから成る配電系統モデルでの数値解析により、その有効性が示されている。

次に第 2 部では、大量の風力発電が導入された基幹電力系統を対象に、送電線潮流の熱容量制約の違反確率を指定値以下に抑制しながら運用制御の経済性を最大化することを目的とした、確率論的運用手法が取り扱われている。風力発電出力変動の地点間の相関性を考慮した乱数を生成することで、モンテカルロ法の適用により送電線潮流の確率密度関数を導出できる。本論文では、電力自由化の進展に伴い主要な電力取引が市場ベースへと移行することを想定して、この違反確率が許容値以下となるように約定を定める市場運用手法が提案されている。特に市場取引の優良さが社会余剰の観点から評価できると考えて、確率的な送電線潮流制約の下で社会余剰の最大化を目指す枠組みが述べられている。提案手法の有効性は、第 3 章および第 4 章に分けて、電気学会標準 EAST30 機系統モデルおよび IEEE39 母線系統モデルにより示されている。

以上より、本学位論文は博士（工学）の学位論文として十分な価値を有すると認められるため、合格とする。