

平成 24 年度採択研究代表者

井村 順一

東京工業大学大学院情報理工学研究科・教授

太陽光発電の予測不確実性を許容する超大規模電力最適配分制御

§1. 研究実施体制

(1) 「制御理論」グループ

① 研究代表者: 井村 順一 (東京工業大学大学院情報理工学研究科、教授)

② 研究項目

- ・階層的な電力最適配分問題設定
- ・予測不確実さと最適性の関係の数値的検討
- ・予測に基づく階層型分散最適制御の実現に向けた基礎理論の検討
- ・大型施設の電力需要計測のための設備整備

(2) 「PV 発電・需要家側」グループ

① 主たる共同研究者: 植田 譲 (東京工業大学大学院理工学研究科、助教)

② 研究項目

- ・需給シミュレーション用 PV 発電データの作成
- ・需給シミュレーション用住宅負荷データの作成
- ・需要家側シミュレーションにおける蓄電池充放電手法の検討

(3) 「PV 発電・系統側」グループ

① 主たる共同研究者: 大関 崇 ((独)産業技術総合研究所太陽光発電工学研究センター、
研究員)

② 研究項目

- ・PV 発電予測に関する不確実性の評価に関する基盤整備
- ・予測不確実さを有する電力シミュレーション手法の検討

§2. 研究実施内容

(文中に番号がある場合は(3-1)に対応する)

研究のねらい

本研究では、超大規模電力システムに対して、階層型のモデル予測制御の枠組みの中で、系統側から需要家側までの各層ごとの電力予測精度と最適性の関係に着目し、予測値と配分値の時空間分解能に基づく電力最適配分制御系の基礎理論を構築することを目的とする。これにより、太陽光発電を最大限利用し、調整用電源の燃料費およびCO₂排出量を削減することで電力システムの経済性、環境性を高めるとともに、需要家間での電力最適配分によるコスト負担の公平性と過度な需要抑制を回避することによる快適性を実現することを目指す。なお、提案する理論は、需要を制御するインセンティブ等を加えることや、コミュニティレベルから系統レベルまでの異なる規模を有する電力システムに適用が可能であり、各階層レベルでの最適化手法自体の種類(分散あるいは集中)も問わないため、来たるべき次世代電力ネットワークシステムの最適運用に対して普遍的な枠組みを与えるものである。

研究成果

本年度は、主に、本研究に関する具体的な階層型電力配分制御問題の設定、および、その問題に対する系統側・需要家側の基礎的なレベルでの数値シミュレーションによる検討と理論的検討、PV発電予測の基礎的検討を行った。より具体的にはつぎのとおりである。

1. 階層型電力配分問題の設定とその最適化のための数値的検討および基礎理論の構築

本研究の基礎となる、太陽光発電・需要予測に基づく階層型の電力配分問題を具体的に定式化した。それをもとに、予測不確かさに対する評価関数への影響を数値的に調べ、電力集約化の系統大への影響をH₂ノルムを使って理論的に検討した。さらに、予測情報を達成される制御性能を理論的に解明するために、予測情報を合理的に処理する制御法とその推定問題への応用について理論的に検討した¹⁾。また大型施設の電力需要計測の準備を進めた。

2. PV発電および需要予測と需要家側シミュレーションによる電力配分評価

需要家側シミュレーションの実施に必要なPV発電電力量の時系列データの作成について、気象庁による地上気象観測データを用いて、全国66地点の過去のPV発電量を任意の太陽電池アレイ構成において推定可能とし、かつ、その推定精度向上に向けて、住宅用PVの実際の発電量データの収集を進めた。

3. PV発電予測を用いたEEDC(環境的経済負荷配分制御)のシミュレーションによる評価

本研究グループが開発してきた太陽光発電予測手法を適用した場合の、電力系統の環境的経済負荷配分制御(Environmental Economic Dispatching Control, EEDC)について検討した。関東エリアの電力需要および太陽光日射の実データを用いてシミュレーションを行い、運用コストや供給支障電力・余剰電力を評価した。また、予測誤差モデルについて理論的な検討を行った。

4. PV 発電予測における短時間予測評価

予測不確実性を評価するモデルデータとして、短時間予測モデルの開発に着手し、今年度は、MSM-GPV データを入力に SVM を利用したモデルについて日射予測について誤差の評価を行った。

§3. 成果発表等

(3-1) 原著論文発表

● 論文詳細情報

1. Koutaro Hashikura, Akira Kojima, and Yoshito Ohta, “On construction of an H-infinity preview output feedback law”, SICE Journal of Control, Measurement, and System Integration, Vol.6, No.3, pp.1-10 (May 2013, in press)