

「分散協調型エネルギー管理システム構築のための理論及び基盤技術  
の創出と融合展開」

H25 年度  
実績報告

平成 24 年度採択研究代表者

藤崎泰正

大阪大学大学院情報科学研究科

教授

ネットワーク構造をもつ大規模システムのディペンダブル制御

## § 1. 研究実施体制

### (1) 藤崎グループ

- ① 研究代表者：藤崎 泰正（大阪大学大学院情報科学研究科、教授）
- ② 研究項目
  - ・ネットワーク系の外部変動に対するディペンダビリティの解析と設計
  - ・ネットワーク系の内部変動に対するディペンダビリティの解析と設計

### (2) 土屋グループ

- ① 主たる共同研究者：土屋 達弘（大阪大学大学院情報科学研究科、教授）
- ② 研究項目
  - ・SCADA ネットワークにおけるディペンダビリティの実現
  - ・電力ネットワークおよび SCADA ネットワークにおける故障のモデル化と解析

## § 2. 研究実施の概要

本研究課題では、再生可能エネルギーの大量導入に対応した安定性の高い電力システムの実現を目指し、ディペンダブル制御の基礎理論構築を行っている。電力システムは電力網と情報網から構成される多層的なネットワークであるため、局所的な変動や故障が各層間の相互干渉などにより拡大し、広範囲においてトラブルを引き起こす可能性がある。本研究では、このような変動や故障に対処可能な、ネットワーク系におけるディペンダビリティの解析と設計の基礎理論を構築することを目指している。そのために、数理科学におけるシステム制御理論を専門とする藤崎グループと情報科学におけるディペンダブル技術を研究してきた土屋グループが共同で、本研究課題に取り組んでいる。

計画第二年次である本年度は、全体計画書に沿って、

- ・ネットワーク系の外部変動に対するディペンダビリティの解析と設計(藤崎グループ)
- ・SCADA ネットワークにおけるディペンダビリティの実現(土屋グループ)

というテーマに引き続き取り組みつつ、

- ・ネットワーク系の内部変動に対するディペンダビリティの解析と設計(藤崎グループ)
- ・電力ネットワークおよび SCADA ネットワークにおける故障のモデル化と解析(土屋グループ)

への取り組みを開始した。

藤崎グループでは、ネットワーク系の外部変動に対するディペンダビリティについて、通信雑音に起因する外乱が情報網に加わる場合を対象に、基本的な合意プロトコルの耐雑音性の解析を与えた。また、気象条件に起因する外乱が電力網に加わる場合に対処可能なロバスト発電計画の定式化を行うとともに、この問題を現実的な時間で解くためのランダムイズドアルゴリズムを提案し、数値例による検証を開始した。内部変動に対しては、電力網・情報網の内部変動に頑健な分散ミニマックス最適化をおこなう新しいプロトコルを提案した。内部変動のもとでの制御パターンの自動生成を可能にする時変システムの反復学習制御にも取り組んだ。また、内部変動・外部変動をあわせて扱うことも重要である。そこで、それら変動を一般的に切換系としてとらえ、故障時の外乱に対するシステムの振る舞いの解析法について、萌芽的な成果を得た。さらに、電力網と情報網のネットワーク構造の関係に着目し、制御の容易さを特徴付ける研究を行った。

土屋グループでは、電力システムを構成する情報網である SCADA ネットワークにおいて、通信制約や外乱の下で正確で高信頼な監視制御を実現する方法の開発に、昨年度から継続して取り組んだ。具体的には、まず、現状の配電系統における SCADA ネットワークの監視制御能力の制約を明らかにし、その制約下で能力を最適化する手法の開発を行った。最適化は、優先して監視制御の対象とする機器を、その特性と配電系統における設置個所を考慮して選択することで実現する。次に、SCADA ネットワークと、その監視制御対象である電力ネットワークとの依存性を考慮したディペンダビリティ評価のために、局所的な故障が双方のネットワーク間にもたらす相互作用のモデル化を行った。このモデル化に基づき、これら二つのネットワークの相似性が高ければ、システム全体のディペンダビリティが向上することを示した。

### § 3. 成果発表等

#### (3-1) 原著論文発表

1 寺田博文、土屋達弘, “将来の電力配電監視制御システムに求められる通信容量の考察”, 電子情報通信学会論文誌, vol. J97-D, No. 6, pp. 1142-1146, 2014.

2 Hirofumi Terada, Tsukasa Onishi, and Tatsuhiko Tsuchiya

A Monitoring Point Selection Approach for Power Distribution Systems

Proceedings of IEEE 8th International System of Systems Engineering Conference (SoSE 2013)

pp.190-195, Maui, Hawaii, USA (2013.6.2-6) (DOI: 10.1109/SYSoSE.2013.6575265)

3 Tomoya Hashikawa and Yasumasa Fujisaki

Convergence Conditions of Iterative Learning Control Revisited: A Unified Viewpoint to Continuous-Time and Discrete-Time Cases

Proceedings of the 2013 IEEE International Symposium on Intelligent Control (ISIC) (Part of 2013 IEEE Multi-Conference on Systems and Control),

pp. 31-34, Hyderabad, India (2013.8.28-30) (DOI: 10.1109/ISIC.2013.6658612)

4 Yuki Matsui, Hideharu Kojima and Tatsuhiko Tsuchiya

Modeling the Interaction of Power Line and SCADA Networks

Proceedings of 15th IEEE International Symposium on High Assurance Systems Engineering (HASE 2014)

pp. 261-262, Miami, Florida, USA (2014.1. 9-11) (DOI: 10.1109/HASE.2014.49)

#### (3-2) 知財出願

①特許出願件数(国内 0 件)

②CREST 研究機関累積件数(国内 0 件)