

「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」

H24 年度 実績報告
----------------

平成 24 年度採択研究代表者

薄 良彦

京都大学大学院工学研究科・講師

マルチエネルギーシステムの動的解析技術

## §1. 研究実施体制

(1)「薄」グループ

① 研究代表者: 薄 良彦 (京都大学大学院工学研究科, 講師)

② 研究項目

- ・ マルチエネルギーシステムの動的特性に関する解析技術の開発と数理モデリングに関する研究

## §2. 研究実施内容

本研究のねらいは、多様なエネルギーを一括需給するシステム(マルチエネルギーシステム)の動的特性に関する解析技術ならびに数理モデルの開発である。平成 24 年度に実施した研究概要について以下にまとめる。

1. 安定性のモニタリング・診断技術の開発では、非線形 Koopman モードによる電力システムの解析技術の実用展開及び一般化を進めた。まず、北欧地域の大規模電力システムを模擬した Nordic 32-bus Power System Model に対して非線形 Koopman モード解析を適用し、対象システムの安定性に重要な長周期動揺モード(inter-area mode oscillation)の同定に成功した。本成果は、対象システムの長周期動揺モードが従来の線形化に基づく手法では同定困難な非線形モードであることを示唆し、実システムの安定性確保に向けたマネジメントに新たな知見を与えるものである。さらに、非線形 Koopman モードに基づく解析技術の一般化を進めた成果として、実測される電力潮流変動のデータに基づき電力システムの安定性をモニタリング及び診断する手法を開発し、2011年米国アリゾナ・南カリフォルニア及び 2006 年

欧州で発生した波及的故障のデータへの適用により提案診断手法の有効性を示した。本提案手法の適用では診断対象のシステムの数理モデルを必要としないため、本手法は電力システムのみならず本研究のねらいにあるマルチエネルギーシステムの安定性解析に適用可能である。

2. 安全性の診断・設計技術の開発では、研究代表者らの電力システムの安全性検証に対する結果 (Susuki, Koo, *et al.*, *Proc. IEEE*, vol.100, no.1, pp.225-239, January 2012) をマルチエネルギーシステムに適用するための検討を開始した。具体的には、4.の数理モデリングの検討内容もふまえて、マルチエネルギーシステムとその制御に対して要求される安全性の項目を具体化した。
3. 信頼性の概念分析では、マルチエネルギーシステムに対する信頼性のコンセプトを具体的に検討した。これにより、力学系理論及びシミュレーション技術の融合による信頼性のモニタリング・診断技術の開発に着手できた。
4. 数理モデリングでは、電気及び熱エネルギーの同時需給システムの数理モデルの構築を進めた。地域熱供給システム

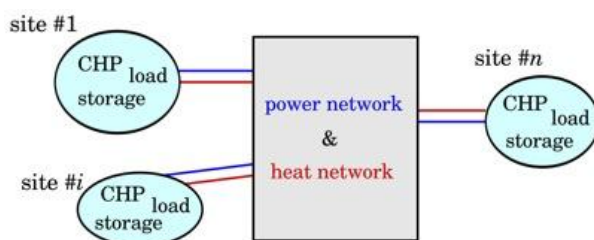


図 1: 地域電熱供給システム (星野他, 電熱供給ネットワークの力学モデルに関する一検討, 2013 年計測自動制御学会制御部門大会予稿集より転載)

システムや統合化 BEMS, スマートシティ等を念頭に地域レベルの電熱供給システム(図 1)のダイナミクスを記述する数理モデルを導出し, その力学的挙動を検討した。その成果として, 熱マネジメントの電力システムの動的特性への影響を評価可能な数理モデルをエネルギーフローに基づき導出し, 熱マネジメントの影響により電力システムに不安定化現象が生起することを明らかにした。本現象は熱マネジメントを陽に考慮することで初めて予見されたものであり, 熱及び電力システムの両方を考慮した安定性解析が必要となる重要な例とみなされる。また, 本成果は, 地域レベルの電熱マネジメントにおいて複数のコージェネレーションユニット及び蓄熱槽の協調制御が安定性確保に重要であることを示唆し, マルチエネルギーに対する分散協調型マネジメントシステムの開発につながるものである。

以上の成果をふまえて, 次年度以降も引き続き全体計画に沿って研究を実施できる見込みである。