

薄 良彦

大阪府立大学大学院工学研究科
准教授

データ駆動型クーブマン作用素による非線形力学系の解析と設計

§ 1. 研究成果の概要

2019 年度は、データ駆動型クーブマン作用素に関する理論、近似計算方法、ならびに実応用について取り組んだ。理論構築では、制御工学と密接に関連するラプラス領域(周波数領域)において非線形力学系を解析するための道具立てとして、クーブマン作用素のレゾルベント作用素に着目し、典型的な 3 種類のダイナミクスを示す力学系に対してレゾルベント作用素のスペクトル展開公式を導出した。この導出の過程において、クーブマン作用素を定義する関数空間の設定について、サーベイを交えて明確にした。次に近似計算方法では、クーブマン作用素のスペクトル(固有値)を時系列データから直接推定するための方法(クーブマンモード分解)とガウス過程回帰との融合を提案し、その観測ノイズを有する時系列データに対する有効性を電力システムへの適用により示した(右図)。最後に実応用では、上記の電力システムに加えて、空調制御の対象である屋内温度場のモデリングにクーブマンモード分解を適用した。具体的には、抵抗、コンデンサ、及びリアクタンスから構成される、熱振動ダイナミクスの等価回路モデルのパラメータ同定に適用し、その有効性を示した。また、屋内温度場の三次元計測も行い、クーブマンモード分解による解析も行った。

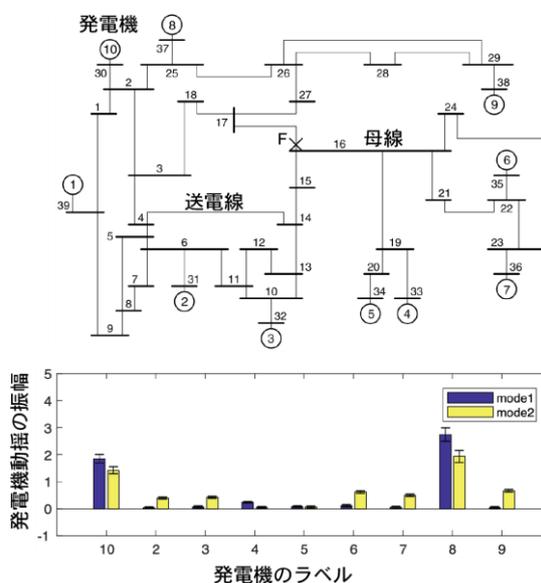


図: ガウス過程回帰に基づくクーブマンモード分解の電力システムへの適用。複数の発電機の動揺振幅(モードの情報)を推定した結果であり、推定の 95%信頼区間を併せて示している。