

新設研究室紹介

電気システム論講座 自動制御工学分野（萩原研究室） 「制御理論・動的システム理論とその応用」

ワットの蒸気機関における、ガバナによる回転速度制御の成功以来、制御技術は至るところで大きな役割を果たしてきた。とくにフィードバック制御技術は、システムの有する動特性に関する制約下において、そのシステムの振る舞いに関して所望の性能を達成するという役割を担っている。制御理論は、その理論的基盤をなすものであり、システムの動特性やそれがおかれる環境、ならびに制御目的、さらには許容される制御装置のクラスなどに関する数学的記述が与えられたときに、合理的な制御装置の設計法を可能な限り一般的に提示することを目指すものである。そのような理論を発展させる上で、制御装置を1つ定めたときにそれが「合理的」であるか否か判定（解析）できることが最低の前提になることはいうまでもない。システムの安定論に代表されるそのような解析理論は、より一般に動的システム理論という範疇で捉えられるものであり、制御理論と動的システム理論は表裏一体をなすものといえる。本研究室では、制御理論と動的システム理論の研究を通して、さまざまな分野でのシステム運用技術の発展に資することを目指している。具体的な研究の一端について以下に紹介する。

1. 現代的サンプル値制御系の理論

デジタル制御装置は、サンプリング時刻間では本質的に開ループ動作となる。この開ループ状態においても外乱は作用しているものの、高度な制御仕様とモデル化誤差に対するロバスト性が要求される昨今、従来のデジタル制御理論ではこの点の配慮が十分とはいえない。よりよい設計を行うためには、システムの振る舞いをサンプリング時刻のみに留まらず、すべての時刻において完全に考慮に入れることが必要となる。関数空間上での作用素としてデジタル制御系を表現することによりそれが可能であり、さまざまな制御目的等に対してその取り扱いについての研究を進めている。

2. 周期時変系の理論

何らかの定常回転を伴うようなシステムは世の中の至るところに存在し、それらを代表として、動特性に時間的な周期変動を伴うような工学的なシステムが少なくない。そのようなシステムは、ある側面において、サンプリングという周期的動作を伴うデジタル制御系と類似の性質を持ち、やはり関数空間上の作用素として取り扱うことで見通しのよい扱いが可能となる。ただし、周期系の遷移行列についての解析的表現が一般に存在しないため、取り扱いは本質的により厄介である。現在、調和解析などの手法を利用して、動的システム理論的側面を中心とした研究を行っている。

3. 数値最適化に基づく制御系解析と設計

制御仕様に関する要求の高度化に伴い、多数の要求を同時に満たすための制御系の多目的設計や、モデル化誤差を伴う制御系のロバスト安定化などの重要性が増している。これらの問題を扱うには、近年の計算機能力の飛躍的發展を視野に入れた数値的最適化の手法が有用である。しかし実用的規模の問題を実用的時間内で解くためには、これらの問題を最適化問題として定式化する過程において、理論的検討が不可欠である。すなわち、とくに凸最適化問題と呼ばれるクラスの最適化問題に帰着させることが重要であり、そのための理論的考察を通して実用的な制御系の解析・設計手法を研究している。

この他、2自由度制御系の設計法、多周期デジタル制御系の理論、非線形制御系の安定解析などの理論研究や、空気圧サーボ系の制御、制御工学的手法の電力系統解析と制御への応用といった工学応用についても従来通り引き続き行っていきたいと考えている。