

---

# システム数理特論

## (System Mathematics)

---

種別・単位：講義・2単位（週1講時）

開講期：第1学期

担当者：山下 裕（システム情報科学専攻・システム創成情報学講座・内線6451）  
石動 善久（システム情報科学専攻・システム創成情報学講座・内線6452）

---

### 主題と目標

---

動的システムの解析・制御問題を数学的に扱う方法を学ぶ。特に、非線形システムの制御問題に関し、最近のリアプノフ関数を受動性・入力-状態安定性に関する研究、複数のサブシステムが結合したシステムの制御問題(カスケード接続システム・相互接続システム・バックステッピング等)、非線形適応制御への応用などの最近の話題を中心に理解を深める。また、ニューラルネットワークを用いた制御とその非線形適応制御との関連についても学習する。

---

### 授業計画（項目、授業実施回数、内容）

---

項目	回	内容
非線形システムの基礎	1	非線形システムのシステム表現，多様体上のベクトル場，局所的な可制御性
リアプノフ関数	1	非線形システムの安定性の定義，リアプノフ関数による安定条件，不変定理
リアプノフ関数を用いた制御	3	散逸不等式，受動性，入力-状態安定性 (ISS)，制御リアプノフ関数，Sontag型制御則
カスケード接続と相互接続	3	ピーキング現象，カスケード接続の大域的安定性，相互接続とISS，ISS小ゲイン定理
非線形適応制御	4	適応制御の考え方，Strict-feedback form，バックステッピング，Over-parametrizationの問題とその解消方法，出力フィードバックによる適応制御，未知パラメータを含む場合のオブザーバの考え方
ニューラルネットワークを用いた制御	3	右逆システム，左逆システム，基本的なニューラルネットワーク制御系構成法と学習，適応ニューラルネットワーク制御

---

### 評価・教材・受講条件等

---

《評価》 講義資料の内容に関するレポートを適宜課し，授業中の質疑応答の様子や出席状況ともあわせて，総合的に評価する。

《教材》 講義資料を配布し適宜参考書を示す。

《受講条件等》 学部において制御理論の基礎を履修していることを前提としている。学部にて非線形システム論を受講していることが望ましい。