

4年	科目	制御工学	講義	前期	担当	青木悠祐
電子制御工学科		Control Engineering	必修	2学修単位 (講義60+自学自習30)		Yusuke Aoki

**授業の概要**  
 制御とは「制し、御する」こと、すなわち動くモノを意図するように動かすことである。本講義では、「制御」に関する体系的な学問である制御理論の基礎において最も重要な概念である「フィードバック」の本質的利点について学習する。特に、種々の対象システムから、制御に関する特性を数学的モデルという形で抽出し、このモデルに基づいてシステムの挙動を解析し、制御系の設計理論を組み立てることを主眼に置く。中でも、1入力1出力システムの伝達関数表現に基づいて古典制御の枠組で扱われてきたフィードバック制御系の解析と設計に関する内容を中心に進める。

本校学習・教育目標(本科のみ)		目標	説明
		1	技術者の社会的役割と責任を自覚する態度
		2	自然科学の成果を社会の要請に応じて応用する能力
	○	3	工学技術の専門的知識を創造的に活用する能力
		4	豊かな国際感覚とコミュニケーション能力
		5	実践的技術者として計画的に自己研鑽を継続する姿勢
プログラム学習・教育目標 (プログラム対象科目のみ)	C. 工学的な解析・分析力及びこれらを創造的に統合する能力		
実践指針 (専攻科のみ)			

**授業目標**

(1)制御系の標準的構成を理解し、フィードバック制御の利点について実例を挙げて説明できる  
 (2)ダイナミカルシステムの伝達関数表現を理解し、結合法則と等価変換を用いてブロック線図を単純化することができる  
 (3)ラプラス変換を応用して、時不変線形システムの時間応答を求めることができる  
 (4)システムの過渡応答特性を理解し、極の位置との関係について説明できる。また、システムの安定性の概念を理解し、ラウス・フルビッツの方法により系が安定であるための必要十分条件を導くことができる  
 (5)フィードバック制御系の感度特性・定常特性について説明できる  
 (6)システムの周波数応答を理解し、ベクトル軌跡・ボード線図を描くことができる  
 (7)フィードバック系の内部安定性の概念を理解し、ナイキスト線図を描いて系の安定性を判別することができる。また安定余裕の概念について説明できる  
 (8)制御系が持つ不確かさの概念を理解し、ノミナルモデルを表現することができる  
 (9)PID補償器および位相進み-遅れ補償器を用いて、設計仕様を満たすフィードバック制御系を設計できる

授業計画		
第1回	授業ガイダンス	授業概要・目標、制御の分類、フィードバック制御系の基本構成
第2回	ダイナミカルシステムの表現	静的・動的システム、線形システム、重ね合わせの原理、線形化、伝達関数
第3回	ラプラス変換	ラプラス変換の定義
第4回	ラプラス変換	演習
第5回	制御系の表現	ブロック線図、比例・積分・微分要素、むだ時間、1次遅れ、2次遅れ
第6回	制御系の表現	ブロック線図の結合法則、等価交換、単純化
第7回	時間応答	インパルス応答、1次系の過渡応答
第8回	時間応答	2次系の過渡応答
第9回	システムの安定性	過渡応答、極・零点
第10回	システムの安定性	安定性、ラウスの安定判別法
第11回	システムの安定性	フルビッツの安定判別法
第12回	フィードバック制御系の特性	感度、感度関数
第13回	フィードバック制御系の特性	開ループ伝達関数、定常偏差
第14回	制御系の特性	演習
第15回	中間試験	
第16回	フィードバック制御系の安定性	根軌跡
第17回	周波数応答	周波数応答と伝達関数
第18回	周波数応答	ベクトル軌跡
第19回	周波数応答	ボード線図
第20回	周波数応答	演習
第21回	フィードバック制御系の安定性	フィードバック系の内部安定性
第22回	フィードバック制御系の安定性	ナイキストの安定判別法

第23回	フィードバック制御系の安定性	ゲイン余裕, 位相余裕
第24回	フィードバック制御系の安定性	演習
第25回	制御系のロバスト性解析	不確かさとロバスト性
第26回	制御系のロバスト性解析	ロバスト安定性
第27回	フィードバック制御系の設計法	設計手順と性能評価, PID補償
第28回	フィードバック制御系の設計法	位相進み-遅れ補償
第29回	フィードバック制御系の設計法	演習
	期末試験	
第30回	総合演習	制御系設計
第31回	総合演習	制御系設計
評価方法と基準	<p>評価方法:  授業目標に示す項目(1)-(8)について, 以下の(a),(b)によって達成度を確認する  (a) 次に示す3つの観点から各項目に関する設問を出題し, 全ての項目において6割以上の正解をもって達成とみなす. 未達成の項目に関しては追加課題を課し, ノート提出によって達成とみなす.  ・定期試験において, 専門用語の意味を正確に理解しているか  ・問題の意味を正確に把握し, 適切な解法を選択することができるか  ・正解を導くための計算力が定着しているか</p> <p>(b) 課題ノート検査を通して, 問題の意味を理解し, 適切な方法で解決できるか, 問題を解くにあたって必要な理論的根拠および専門的知識が説明されているか, 解答までの数学的計算が正しいか, を点検する</p> <p>授業目標(9)については, 学期末に総合演習のレポートを課す. これをA,B,C,D,Eの5段階で評価し, C以上ならば達成とする. 未達成の場合は, 達成できるまで再提出を求める.</p> <p>評価基準:  中間試験35%, 期末試験35%, 総合演習レポート15%, ノート検査15%</p>	
教科書等	フィードバック制御入門, 杉江俊治・藤田政之著, コロナ社, 1999	
備考	1.試験や課題レポート等は, JABEE、大学評価・学位授与機構、文部科学省の教育実施検査に使用することがあります。 2.授業参観される教員は当該授業が行われる少なくとも1週間前に教科目担当教員へ連絡してください。	