

制御工学 (Control Engineering)		5年・通年・2学修単位 (β)・必修 機械工学科・担当 酒井 史敏	
〔準学士課程(本科 1-5年) 学習教育目標 (2)〕	〔システム創成工学教育プログラム 学習・教育目標 D-1 (100%)〕	〔JABEE 基準〕 (d-2a), (d-2b)	
〔講義の目的〕 家電製品から航空機, 人工衛星に至るまで, 我々の身の回りにあるものは制御技術をなくして造れない. 本講義ではこの制御に関する体系的な学問である制御工学の基本的な概念, 特に線形フィードバック制御系の基礎を学習し, 簡単な制御系が設計できるようになることを目的とする.			
〔講義の概要〕 制御対象となる動的システムについて, ラプラス変換に基づいた伝達関数の導出とブロック線図の構成法, ベクトル軌跡やボード線図による周波数領域での特性解析法および, システムの安定判別法の基礎を説明する. さらにフィードバック制御系の定常特性や過渡特性の評価, 簡単な制御系の設計法についての説明も行う.			
〔履修上の留意点〕 講義項目ごとに演習問題を実施する. 授業中は積極的に質問や発言ができるように準備しておくこと. ノートをきちんととり, 配布プリントを整理しておくこと.			
〔到達目標〕 前期中間試験: 1) 制御工学の概念について理解する. 2) フィードバック制御とフィードフォワード制御について理解する. 3) ラプラス変換を利用し, 微分方程式を解くことができる. 4) システムを伝達関数として表現できる. 5) ブロック線図によるシステムの記述を理解する. 前期末試験: 1) インパルス応答の計算ができる. 2) ステップ応答の計算ができる. 3) 極・零点と過渡応答の関係を理解する. 4) ラウス・フルビッツの安定判別法によりシステムの安定性を判別できる. 後期中間試験: 1) フィードバック制御系の感度特性, 定常特性を理解する. 2) 根軌跡を描くことができる. 3) 周波数応答の意味を理解し, ベクトル軌跡やボード線図を描くことができる. 学年末試験: 1) フィードバック制御系の内部安定性について理解する. 2) ナイキストの安定判別法によりフィードバック制御系の安定性を判別できる. 3) 安定余裕の意味を理解し, 制御系設計に利用できる. 4) PID 補償器の各ゲインの役割について理解する.			
〔評価方法〕 定期試験成績 (80%) に演習およびレポート点 (20%) を含めて総合評価する.			
〔教科書〕 「フィードバック制御入門」, コロナ社, 杉江俊治, 藤田政之 著 〔補助教材・参考書〕 「制御工学」・共立出版・大須賀公一 著			
〔関連科目・学習指針〕 応用数学, 応用物理, メカトロニクス, 振動工学, 電子制御工学などとの関連が深い. 数学的な取り扱いが多いが, 実際のシステムを考えながら取り組んで欲しい.			

講義項目・内容

週数	講義項目	講義内容	自己評価*
第1週	制御工学の概念	制御工学とは何か、フィードバック制御とフィードフォワード制御の違い、フィードバック制御の効果、などについて説明する。	
第2週	動的システム	静的システムと動的システムの違いについて説明する。	
第3週	ラプラス変換	ラプラス変換の演習を通じて制御工学で必要となるラプラス変換について説明する。	
第4週	逆ラプラス変換	逆ラプラス変換の演習を通じて制御工学で必要となる逆ラプラス変換について説明する。	
第5週	伝達関数	伝達関数というシステムの表現方法について説明する。	
第6週	伝達関数	いろいろなシステムに対する伝達関数表現について説明する。	
第7週	ブロック線図	ブロック線図によるシステムの記述方法について説明する。	
第8週	中間試験		
第9週	インパルス応答とステップ応答	制御系の応答による評価について説明し、代表的な入力信号として単位インパルス関数、単位ステップ関数について説明する。	
第10週	1次遅れ系の応答	1次遅れ系のインパルス応答、ステップ応答について説明する。	
第11週	2次遅れ系の応答	2次遅れ系のインパルス応答、ステップ応答について説明する。	
第12週	極・零点と過渡応答	伝達関数の極・零点と過渡応答との関係について説明する。	
第13週	システムの安定性	システムが安定であるための必要十分条件について説明する。	
第14週	ラウスの安定判別法	ラウスの安定判別法を用いたシステムの安定判別について説明する。	
第15週	フルビッツの安定判別法	フルビッツの安定判別法を用いたシステムの安定判別について説明する。	
前期期末試験			
第16週	フィードバック制御系の感度特性	制御対象のもつ不確かさ、制御系に加わる外乱が出力応答に及ぼす影響について説明する。	
第17週	フィードバック制御系の定常特性	制御系の型と目標値に対する定常特性について説明する。	
第18週	根軌跡	根軌跡の描き方について説明する。また、システムの安定性および過渡応答とフィードバックゲインの大きさの関係について説明する。	
第19週	周波数応答と伝達関数	周波数伝達関数の概念について説明する。	
第20週	ベクトル軌跡	周波数伝達関数よりベクトル軌跡を描く方法について説明する。	
第21週	ベクトル軌跡	基本要素のベクトル軌跡の描き方について説明する。	
第22週	ボード線図	周波数伝達関数よりボード線図を描く方法について説明する。	
第23週	中間試験		
第24週	フィードバック制御系の内部安定性	フィードバック制御系における内部安定性の概念について説明する。	
第25週	ナイキストの安定判別法	ナイキストの安定判別法によりフィードバック制御系の安定性を判別する方法について説明する。	
第26週	安定余裕	ゲイン余裕、位相余裕について説明する。	
第27週	制御系の設計手順と性能評価	制御系設計を行う手順、制御性能の評価について説明する。	
第28週	PID補償による制御系設計	PID補償器の各要素の役割について説明する。	
第29週	PID補償による制御系設計	PID補償器の各パラメータを決定する方法として、限界感度法、ステップ応答法について説明する。	
第30週	まとめ		
学年末試験			

* 4 : 完全に理解した, 3 : ほぼ理解した, 2 : やや理解できた, 1 : ほとんど理解できなかった, 0 : まったく理解できなかった。
 (達成) (達成) (達成) (達成) (達成)