

科目	システム制御理論I (Systems Control Theory I)		
担当教員	小林 洋二 教授		
対象学年等	機械システム工学専攻・1年・後期・選択・2単位		
学習・教育目標	A4-AM3(100%)	JABEE基準1(1)	(d)1.(d)2-a,(d)2-d,(g)
授業の概要と方針	本講義では、現代制御理論による制御系の設計問題について学習する。代表的な設計方法である極配置法、観測器（オブザーバ）、最適レギュレータについて、理論、構成法、ならびにパラメータの計算方法を理解する。講義は、テキストをパートに分けて分担・説明するゼミナール形式で行い、さらに設計の手順を深く理解するために、制御系設計用ソフトウェアを用いたコンピュータ演習を行う。		
	到達目標	達成度	到達目標毎の評価方法と基準
1	【A4-AM3】現代制御理論による制御手法の設計手順、ならびに各手法のメリット・デメリット、適用する際の制約条件が理解できる。		現代制御理論による制御手法の設計手順、ならびに各手法のメリット・デメリット、適用する際の制約条件が理解できていることを、ゼミナール形式の授業におけるプレゼンテーション（説明、質疑）と定期試験で評価する。
2	【A4-AM3】各手法を実システムへ適用するにあたって、古典制御理論における出力フィードバックとの違いを理解することができる。		各手法を実システムへ適用するにあたって、古典制御理論における出力フィードバックとの違いを理解できていることを定期試験で評価する。
3	【A4-AM3】コンピュータ演習を通して、それぞれの制御手法によるフィードバック制御系の設計ができる能力を身につける。		それぞれの制御手法によるフィードバック制御系の設計ができることをコンピュータ演習のレポートによって評価する。
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
総合評価	成績は、試験85% レポート10% プレゼンテーション5% として評価する。ここでいうプレゼンテーションとは、ゼミナール形式で行う授業における学生の説明と質疑応答のことをいい、レポートとは、コンピュータ演習における解答レポートのことをいう。総合評価を100点満点で評価し、60点以上を合格とする。		
テキスト	「システム制御の講義と演習」：中溝 高好，小林 伸明 著(日新出版)		
参考書	「システム制御理論入門」：小郷 寛，美多 勉 著(実教出版) 「現代制御論」：吉川 恒夫，井村 順一 著(昭晃堂) 「多変数システム制御」：池田 雅夫，藤崎 泰正 著（コロナ社）		
関連科目	線形システム理論，自動制御，応用数学I，II		
履修上の注意事項	履修にあたっては、本科の線形システム理論の知識が必要となるため、この授業を履修しているか、または同等の科目内容について自習していることが前提条件である。		

## 授業計画 1 (システム制御理論)

回	テーマ	内容(目標, 準備など)
1	状態フィードバックによる極配置	システムが可制御で、その状態がすべて検出できる場合、状態の静的なフィードバック(状態フィードバック)によって閉ループシステムの極を任意に指定できることを理解する。ここでは、簡単のために可制御標準形を使って、その計算手順を確認する。
2	極配置と閉ループ系の特性	状態フィードバックによって極配置された閉ループシステムについて、ゼロ点のふるまい、伝達関数、閉ループシステムの可制御性について学ぶ。あわせて一般的な形で表されたシステムに対する極配置のフィードバックゲインの計算方法を理解する。
3	出力の動的補償器による極配置	出力のフィードバックを用いて、閉ループシステムの極を、任意の値に配置するための動的補償器について理解する。動的補償器の導入、閉ループシステムの極と補償器のパラメータの関係とその計算手順を理解する。
4	コンピュータ演習(1)	第1週～第3週の内容(極配置法)のコンピュータ演習を通して、具体的な設計手順を理解する。
5	観測器(オブザーバ)	システムの状態が検出できない場合に、その推定値を計算する代表的な手法の1つである観測器(オブザーバ)について、その考え方と構造について理解する。
6	観測器の極とゲイン	観測器がシステムの状態を推定する速さ(真値と推定値の誤差の収束速度)の指定方法について理解する。また、理論の上では、この速さをいくらでも大きくできるが、そのことが信号処理の立場からは、必ずしも望ましいことではないという実際的な問題を理解する。
7	低次元観測器の構成	出力信号の数だけ状態の推定値の数を減らして設計する低次元観測器について理解する。
8	観測器を用いたフィードバック制御系の設計	観測器による状態の推定値をフィードバックしたときの閉ループシステムの特性について理解する。まず、観測器と閉ループシステムの特性について述べた分離定理を理解し、つぎに観測器の特性が、閉ループシステムの伝達関数に現れないことを理解する。
9	コンピュータ演習(2)	第5週～第8週の内容(観測器)のコンピュータ演習を通して、具体的な設計手順を理解する。
10	最適レギュレータ	2次形式評価関数を最小にするように設計される最適レギュレータについて、その構造、導出過程、評価関数の最小値の求め方を理解する。
11	最適レギュレータの特性	最適レギュレータを満たす円条件の導出とその意味を理解する。つぎにハミルトン行列、閉ループシステムの固有値、リッカチ方程式、リッカチ方程式の解の関係について理解する。
12	観測器を用いた場合の最適レギュレータ	観測器によって得られる状態の推定値を、最適レギュレータのフィードバックに用いたときの閉ループシステムの特性について理解する。どのようにフィードバックゲインを選んでも、状態フィードバックの場合に比べて、必ず評価関数の劣化が生じることを理解する。
13	積分形サーボ系	目標値へ追従するためのサーボ系について、レギュレータとの違い、偏差定数、制御系の型、サーボ系を構成するための条件を理解する。
14	積分形最適サーボ系	最適レギュレータの理論を用いて、ステップ関数を目標値とする最適サーボ系の設計を行う手順を理解する。
15	コンピュータ演習(3)	第10週～第14週の内容(最適レギュレータ)のコンピュータ演習を通して、具体的な設計手順を理解する。
備考	本科目の修得には、30時間の授業の受講と60時間の自己学習が必要である。 後期定期試験を実施する。	