

沼津工業高等専門学校		開講年度	令和03年度 (2021年度)	授業科目	制御工学Ⅱ	
科目基礎情報						
科目番号	2021-070		科目区分	専門 / 必修		
授業形態	授業		単位の種別と単位数	履修単位: 1		
開設学科	機械工学科		対象学年	4		
開設期	後期		週時間数	2		
教科書/教材	JSMEテキストシリーズ 制御工学 日本機械学会(著)					
担当教員	三谷 祐一朗					
到達目標						
1. 伝達関数における安定判別ができる。 2. 伝達関数における周波数応答が導出でき、ボード線図が描ける。 3. 与えられた設計仕様を満たすPID制御系の設計方法が理解できる。 4. 授業中に発言したり、課題レポートに独自の工夫を述べたりすることができる。						
ループリック						
	理想的な到達レベルの目安	標準的な到達レベルの目安	未到達レベルの目安			
1. 伝達関数における安定判別ができる。	<input type="checkbox"/> ナイキストの安定判別法による安定判別ができる。 <input type="checkbox"/> ゲイン余裕・位相余裕をベクトル軌跡を使って説明できる。	<input type="checkbox"/> 常微分方程式における伝達関数が導出できる。 <input type="checkbox"/> 伝達関数の安定性と極との関係が説明できる。 <input type="checkbox"/> フルビッツの安定判別法による伝達関数の安定判別ができる。	<input type="checkbox"/> 常微分方程式における伝達関数が導出できない。 <input type="checkbox"/> 伝達関数の安定性と極との関係が説明できない。 <input type="checkbox"/> フルビッツの安定判別法による伝達関数の安定判別ができない。			
2. 伝達関数における周波数応答が導出でき、ボード線図が描ける。	<input type="checkbox"/> フィードバック制御系における一巡伝達関数のボード線図を描くことができ、安定性との関連を説明できる。	<input type="checkbox"/> 複素数の実部・虚部、絶対値、角度が計算できる。 <input type="checkbox"/> 伝達関数におけるゲイン・位相を求めることができる。 <input type="checkbox"/> ゲイン・位相の式からボード線図が描ける。	<input type="checkbox"/> 複素数の実部・虚部、絶対値、角度が計算できない。 <input type="checkbox"/> 伝達関数におけるゲイン・位相を求めることができない。 <input type="checkbox"/> ゲイン・位相の式からボード線図が描けない。			
3. 与えられた設計仕様を満たすPID制御系の設計方法が理解できる。	<input type="checkbox"/> 一次・二次遅れ要素に対する設計仕様を満たすPID制御系が設計できる。	<input type="checkbox"/> 一次・二次遅れ要素のインディシャル応答とそれぞれのパラメータとの関係が説明できる。 <input type="checkbox"/> 一次・二次遅れ要素におけるPID制御系の設計方法が理解できる。	<input type="checkbox"/> 一次・二次遅れ要素のインディシャル応答とそれぞれのパラメータとの関係が説明できない。 <input type="checkbox"/> 一次・二次遅れ要素におけるPID制御系の設計方法が理解できない。			
4. 授業中に発言したり、課題レポートに独自の工夫を述べたりすることができる。	<input type="checkbox"/> 1 / 4 期に 3 回以上、授業中に発言できる。 <input type="checkbox"/> 8 割以上の課題レポートに対して、創意工夫することができる。	<input type="checkbox"/> 授業中に発言したり、指名されたら答えたりすることができる。 <input type="checkbox"/> 課題レポートに対して、創意工夫することができる。	<input type="checkbox"/> 授業中に発言したり、指名されたら答えたりすることができない。 <input type="checkbox"/> 課題レポートに対して、創意工夫することができない。			
学科の到達目標項目との関係						
教育方法等						
概要	産業機器はもちろん、輸送機器や家電など、今やコンピュータ制御無くしては、生活が成り立たなくなった。すなわち、機械工学の専門家であっても、制御の知識を要求される時代となった。本科目は、そのような要求を満たす技術者となるための、制御工学に関する基礎的な事を学習し、社会に貢献できる人材となることを目的とする。					
授業の進め方・方法	古典制御の内容を中心に、講義形式で授業を進める。授業方法は、教員と学生との双方向を心掛け、学生参加型を意識した授業を実施する。隔週または3週に1回の頻度でレポート課題を課す。					
注意点	評価については、評価割合に従って行います。ただし、適宜再試や追加課題を課し、加点することがあります。					
授業の属性・履修上の区分						
<input type="checkbox"/> アクティブラーニング		<input checked="" type="checkbox"/> ICT 利用		<input checked="" type="checkbox"/> 遠隔授業対応		
<input type="checkbox"/> 実務経験のある教員による授業						
授業計画						
	週	授業内容	週ごとの到達目標			
後期	3rdQ	1週	一次遅れ要素に対するP制御の閉ループ伝達関数、一巡伝達関数と閉ループ伝達関数の関係、一次遅れ要素に対するI制御の閉ループ伝達関数および $r(t)=1(t)$ に対する最終値の導出、二次遅れ要素の概要	ブロック線図が説明でき、閉ループ伝達関数及び一巡伝達関数を導出できる。		
		2週	2次遅れ要素の伝達関数一般形、ばね-質点系(1自由度振動系)の運動方程式とその解の振る舞い(単調減少・減衰振動)、臨界減衰係数	二次遅れ要素の一例としてバネ-質点系(1自由度振動系)の時間応答の特徴を説明できる。		
		3週	ばね-質点系と2次遅れ要素の伝達関数一般形との関係、固有角振動数と非減衰固有角振動数との関係、制御系の安定性の概要、安定・不安定システムの時間応答のシミュレーション	二次遅れ要素の伝達関数における、ゲイン定数、非減衰固有角振動数、減衰比について説明できる。		
		4週	2次遅れ要素におけるインディシャル応答・単位インパルス応答の減衰比の影響(補足)、伝達関数の安定性(特性方程式の解(極)と安定性との関係:分子多項式がある場合、分母が2次式の場合)	制御システムにおける安定性の概念について説明できる。		
		5週	部分分数分解、伝達関数の安定性(1次、2次)、フルビッツの安定判別法の概要・行列式の計算	解の公式を応用し、伝達関数における安定性について説明できる。		
		6週	1次・2次の伝達関数の安定判別、フルビッツの安定判別法、安定判別の応用(一次遅れ要素におけるP制御の安定範囲の導出)	行列式や不等式を応用し、フルビッツの安定判別法を用いて、伝達関数の安定判別ができる。		
		7週	定常偏差(一次遅れ要素におけるP制御の定常偏差)、制御系の設計(一次遅れ要素におけるI制御器の安定範囲、一次遅れ要素におけるPID制御器の設計仕様:閉ループの時定数 $T_m$ ・定常偏差ゼロ)	一次遅れ要素に対して、PID制御系が設計できる。		
		8週	安定性に関する総復習	伝達関数の概念を用いた制御システムの安定性に関する問題を解くことができる。		

4thQ	9週	後期中間試験の解答・解説，授業の感想・希望集計結果の説明，成績集計結果	理解が不足している事柄を把握し，自ら補うことができる。
	10週	周波数応答とは，フーリエ変換と周波数応答，変位センサ（レーザ変位計）を例にした周波数応答の概念，入力 $u(t)=\sin(\omega t)$ に対する伝達関数 $G(s)$ の出力 $y(t)= G(j\omega) \sin(\omega t+\angle G(j\omega))$ ，積分要素におけるボード線図の求め方	周波数応答の概念を説明できる。
	11週	周波数応答（ゲイン・位相線図，dB（デシベル）とは，積分要素・一次遅れ要素のボード線図）	複素数の演算，オイラーの公式および弧度法を基礎として，三角比や三角関数，加法定理を応用し，一次遅れ要素におけるボード線図を描くことができる。
	12週	一次・二次遅れ要素におけるPID制御器の設計の補足，ベクトル軌跡（積分器）	積分要素におけるベクトル軌跡を描くことができる。
	13週	積分要素における積分特性，一次遅れ要素におけるボード線図（ゲイン・位相：高域における積分特性・ローパスフィルタ）およびベクトル軌跡	円の方程式を応用し，一次遅れ要素におけるベクトル軌跡を描くことができる。
	14週	一次遅れ要素のボード線図とベクトル軌跡の関係，一巡伝達関数，ナイキストの安定判別法（ナイキスト線図の描き方および判別手順）	ナイキストの安定判別法を用いた安定判別ができる。
	15週	ナイキストの安定判別法における判別手順（復習），一巡伝達関数 $2/(2s-1)$ における安定判別（レポートの解答例），安定余裕（ゲイン余裕・位相余裕），ゲイン余裕を設計仕様とする2次遅れ要素における1制御器の設計	安定余裕を考慮したフィードバック制御系の設計ができる。
	16週		

### モデルコアカリキュラムの学習内容と到達目標

分類	分野	学習内容	学習内容の到達目標	到達レベル	授業週	
基礎的能力	数学	数学	解の公式等を利用して、2次方程式を解くことができる。	3	後1	
			加法定理および加法定理から導出される公式等を使うことができる。	3	後10	
			簡単な場合について、円の方程式を求めることができる。	3	後14	
			ベクトルの定義を理解し、ベクトルの基本的な計算(和・差・定数倍)ができ、大きさを求めることができる。	3	後15	
			行列式の定義および性質を理解し、基本的な行列式の値を求めることができる。	3	後5,後6	
			オイラーの公式を用いて、複素数変数の指数関数の簡単な計算ができる。	3	後6,後10,後11	
	自然科学	物理	力学	速度と加速度の概念を説明できる。	3	後2,後3
				運動方程式を用いた計算ができる。	3	後2,後3
				簡単な運動について微分方程式の形で運動方程式を立て、初期値問題として解くことができる。	3	後2,後3
				単振動における変位、速度、加速度、力の関係を説明できる。	3	後2,後3
専門的能力	分野別の専門工学	機械系分野	計測制御	自動制御の定義と種類を説明できる。	4	後1
				フィードバック制御の概念と構成要素を説明できる。	4	後1
				基本的な関数のラプラス変換と逆ラプラス変換を求めることができる。	4	後5
				ラプラス変換と逆ラプラス変換を用いて微分方程式を解くことができる。	4	後5
				伝達関数を説明できる。	4	後5,後6
				ブロック線図を用いて制御系を表現できる。	4	後5,後6
				制御系の過渡特性について説明できる。	4	後5,後6,後7
				制御系の定常特性について説明できる。	4	後5,後6,後7
				制御系の周波数特性について説明できる。	4	後5,後6,後10,後11,後13,後14,後15
				安定判別法を用いて制御系の安定・不安定を判別できる。	4	後5,後6

### 評価割合

	後期中間試験	学年末試験	課題レポート	その他（授業態度）	合計
総合評価割合	30	30	30	10	100
1. 伝達関数における安定判別ができる。	10	10	6	0	26
2. 伝達関数における周波数応答が導出でき、ボード線図が描ける。	10	10	6	0	26
3. 与えられた設計仕様を満たすPID制御器の設計方法が理解できる。	10	10	6	0	26
4. 授業中に発言したり、課題レポートに独自の工夫を述べたりすることができる。	0	0	12	10	22