

長岡工業高等専門学校		開講年度	令和03年度 (2021年度)		授業科目	線形システム制御	
科目基礎情報							
科目番号	0009			科目区分	専門 / 選択		
授業形態	講義			単位の種別と単位数	学修単位: 2		
開設学科	電子機械システム工学専攻			対象学年	専1		
開設期	前期			週時間数	2		
教科書/教材	川谷亮治、フリーソフトで学ぶ線形制御、森北出版、2008						
担当教員	池田 富士雄,佐藤 拓史						
到達目標							
(科目コード：A1260、英語名：Linear Control System)（本科目は第1学期に実施する。週に2回行うので十分注意すること。授業計画の週は回と読み替えること） この科目は長岡高専の教育目標の(D)と主体的に関わる。この科目の到達目標と、各到達目標と長岡高専の学習・教育到達目標との関連を、到達目標、評価の重み、学習・教育目標との関連の順で次に示す。 ①システムを状態方程式で記述できる。20% (B2), (D1)、 ②システムの固有値と時間応答の関係を説明できる。20% (B2), (C1), (D1)、 ③システムの構造と正準形式を説明できる。20% (B2), (D1)、 ④安定性の解析・判別ができる。20% (B2), (C2), (D1)、 ⑤状態フィードバック制御系が設計できる。20% (B2), (D1)。							
ルーブリック							
	理想的な到達レベルの目安		標準的な到達レベルの目安		最低限の到達レベルの目安		未到達レベルの目安
①状態方程式	2階以上の微分方程式を状態空間表現で表現できる。		2階までの微分方程式を状態空間表現で表現できる。		2階までの微分方程式を状態空間表現で表現する方法を説明できる。		先に達していない。
②固有値と時間応答の関係	状態空間表現から単位ステップ応答までの時間応答が計算できる。		状態空間表現から自由応答の時間応答が計算できる。		状態空間表現から応答の時間応答の計算方法を説明できる。		先に達していない。
③システムの構造と正準形式	正準形式への変換が自由に行える。		ある正準形式の変換ができる。		正準形式への変換方法を説明できる。		先に達していない。
④安定性の解析	システムの漸近安定性、入出力安定性を理解し、安定判別できる。		システムの漸近安定性の判別ができる。		システムの漸近安定性の説明ができる。		先に達していない。
⑤状態フィードバック制御系	状態フィードバックによる、速応性の改善を狙った制御系設計ができる。		状態フィードバック制御系を構成できる。		状態フィードバック制御系について説明できる。		先に達していない。
学科の到達目標項目との関係							
教育方法等							
概要	状態方程式を用いて時間領域で解析・設計が可能な現代制御理論の基礎を学ぶ。主に、システムの内部の状態や構造に立ち入った安定性の解析手法について学ぶ。本講義は企業で音響・振動・制御の部門で研究開発を行ってきた教員が担当する。 ○関連する科目：制御工学B（M4年次履修）、メカトロニクス（M前年度履修）、システム制御工学B（EE前年度履修）、線形制御（EC前年度履修）、ロボット工学（EC前年度履修）						
授業の進め方・方法	この科目は学修単位科目のため、講義資料はサポートページに掲載し、各人が事前に印刷して持参してきてもらう形式とする。事前に内容を確認してきてもらうことで、効率的に講義を進める。適宜、授業内容に沿った小テストを行い、理解の定着のため課題レポートを課す。また、事後学習として課題を提示しておくので、適宜活用して理解を深めること。 この科目は学修単位科目のため、事前・事後学習として「週ごとの到達目標」欄に示す課題などを実施する。						
注意点	講義で学ぶ抽象的な理論を、各自の様々な経験や身近な体験を通して説明できるように理解を深めることが重要である。						
授業の属性・履修上の区分							
☒ アクティブラーニング		☐ ICT 利用		☒ 遠隔授業対応		☒ 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		
前期	1stQ	1週	ガイダンス		【課題】古典制御の復習		
		2週	制御と微分方程式、1階線形微分方程式		制御と微分方程式との関係性を理解する。1階線形微分方程式の解の特徴を理解し、フィードバック制御方針が分かる。 【課題】1階線形微分方程式に関する演習		
		3週	2階線形微分方程式		2階線形微分方程式の解の特徴を理解し、フィードバック制御方針が分かる。 【課題】2階線形微分方程式に関する演習		
		4週	n階線形微分方程式、ラプラス変換		n階線形微分方程式に対するこれまでの結果の一般化を理解する。ラプラス変換を利用した線形微分方程式の解法を理解する。 【課題】n階線形微分方程式に関する演習		
		5週	ラプラス変換を利用した線形微分方程式の解法、フルヴィッツの安定判別法、線形化		ラプラス変換を利用した線形微分方程式の解法を理解する。フルヴィッツの安定判別法を使えるようになる。非線形特性を持つ制御対象の非線形微分方程式とその線形化について理解する。 【課題】ラプラス逆変換に関する演習		
		6週	線形化、線形微分方程式と状態空間モデル		線形化した微分方程式から状態空間モデルの導出を理解する。 【課題】線形微分方程式と状態空間モデルに関する演習		

		7週	正則変換、状態空間モデルの安定性	正則変換による状態空間モデルの変形と状態空間モデルの安定性について理解する。 【課題】正則変換、状態空間モデルの安定性に関する演習
		8週	状態方程式の解、状態空間モデルと伝達関数、伝達行列に関する公式	状態方程式の解と状態遷移行列について理解する。状態空間モデルと伝達関数の関係性を理解する。伝達行列に関する公式を理解する。 【課題】状態空間モデルと伝達関数、伝達行列に関する演習
	2ndQ	9週	可制御性と状態フィードバック制御	可制御性と可制御行列について理解し、状態フィードバック制御(極配置法)について理解する。 【課題】可制御性と状態フィードバック制御に関する演習1
		10週	最適レギュレータ1	最適レギュレータ問題とその解について理解する。 【課題】可制御性と状態フィードバック制御に関する演習2
		11週	最適レギュレータ2	最適レギュレータによる状態フィードバックゲインの設計ができる。 【課題】可制御性と状態フィードバック制御に関する演習3
		12週	可観測性と全状態オブザーバ	同一次元オブザーバと可観測性について理解する。 【課題】可観測性と全状態オブザーバに関する演習
		13週	最小次元オブザーバ、カルマンフィルタ	最小次元オブザーバ、カルマンフィルタ(同一次元最適オブザーバ)について理解する。 【課題】オブザーバに関する演習
		14週	サーボ問題	内部モデル原理とサーボ問題を理解する。 【課題】サーボ問題に関する演習
		15週	レポート課題	【課題】レポート課題
		16週	レポート解説と発展授業	【課題】レポート課題内容の補充

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	数学	行列の定義を理解し、行列の和・差・スカラーとの積、行列の積を求めることができる。	5	前6,前7,前10,前11,前12,前13
				逆行列の定義を理解し、2次の正方行列の逆行列を求めることができる。	5	前6,前7,前10,前11
				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。	5	前6,前7
				線形変換の定義を理解し、線形変換を表す行列を求めることができる。	5	前8,前9
				合成変換や逆変換を表す行列を求めることができる。	5	前8,前9
				微分方程式の意味を理解し、簡単な変数分離形の微分方程式を解くことができる。	5	前2,前3,前4,前6,前7
				1変数関数のテイラー展開を理解し、基本的な関数のマクローリン展開を求めることができる。	3	前5
	自然科学	物理	力学	速度と加速度の概念を説明できる。	5	前2,前3,前10,前11
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。	5	前1
				フィードバック制御の概念と構成要素を説明できる。	5	前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。	5	前1
				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。	5	前1
				伝達関数を説明できる。	5	前1
				ブロック線図を用いて制御系を表現できる。	5	前1,前6,前7,前8,前9,前10,前11,前12,前13
				制御系の過渡特性について説明できる。	5	前1,前10,前11
				制御系の定常特性について説明できる。	5	前1,前14
				制御系の周波数特性について説明できる。	5	前1
				安定判別法を用いて制御系の安定・不安定を判別できる。	5	前1,前8,前9
		電気・電子系分野	制御	伝達関数を用いたシステムの入出力表現ができる。	5	前1
				ブロック線図を用いてシステムを表現することができる。	5	前1
				システムの過渡特性について、ステップ応答を用いて説明できる。	5	前1,前10,前11,前12,前13
				システムの定常特性について、定常偏差を用いて説明できる。	5	前1,前14
				システムの周波数特性について、ボード線図を用いて説明できる。	5	前1
				フィードバックシステムの安定判別法について説明できる。	5	前1
評価割合						
	課題	演習	その他	合計		

総合評価割合	65	30	5	100
基礎的能力	0	0	5	5
専門的能力	65	30	0	95
分野横断的能力	0	0	0	0