

## 2025 年度シラバス

科目分類/Subject Categories			
学部等/Faculty	/工 芸 学 部 : /School of Science and Technology	今年度開講/Availability	/有 : /Available
学域等/Field	/設 計 工 学 域 : /Academic Field of Engineering Design	年次/Year	/3 年次 : /3rd Year
課程等/Program	/機械工学課程・課程専門科目 : /Specialized Subjects for Undergraduate Program of Mechanical Engineering	学期/Semester	/後学期 : /Second term
分類/Category	/ : /	曜日時限/Day & Period	/月 3 : /Mon.3

科目情報/Course Information				
時間割番号 /Timetable Number	12321301			
科目番号 /Course Number	12360038			
単位数/Credits	2			
授業形態 /Course Type	講義 : Lecture			
クラス/Class				
授業科目名 /Course Title	最適制御システム : Optimal Control Systems			
担当教員名 / Instructor(s)	/澤田 祐一 : SAWADA Yuichi			
その他/Other	インターンシップ実施科目 Internship	国際科学技術コース提供科目 IGP	PBL 実施科目 Project Based Learning	DX 活用科目 ICT Usage in Learning
	実務経験のある教員による科目 Practical Teacher			
科目ナンバリング /Numbering Code	B_ME3530			

授業の目的・概要 Objectives and Outline of the Course	
日	「システム制御理論」に引続き、現代制御理論の観点から、多変数最適制御システムの設計に必要な可制御・可観測の条件の導出、オブザーバ・レギュレータの設計および最適制御理論－ベルマンのダイナミック・プログラミング法（D.P法）とポントリヤギンの最大値原理(M.P法)－を中心とした基礎理論とそれらの応用例について講述する。
英	This lecture studies the principles of optimal control. The course addresses the derivation of the conditions for controllability and observability, and the synthesis of observers and regulators. Then, it considers the Bellman's dynamic programming theory, the pontryagin's maximum principle and their applications.

学習の到達目標 Learning Objectives	
日	線形システムの可制御性と可観測性の定義と意味、およびそれらが互いに双対関係にあることを理解すること。 レギュレータの意味の理解と構成ができること。 オブザーバの意味の理解と最小次元オブザーバの構成手順が理解できること。 レギュレータとオブザーバが分離して構成できることを理解すること。 最適制御問題の定式化ができ、LQ 問題の解法が理解できること。
英	To understand concepts of the controllability and observability of linear dynamical systems, and its duality. To understand the regulator and its synthesis. To understand a concept of the observer and minimum-order observer, and the procedure of its synthesis. To understand the concept of separation theorem with respect to the regulator and observer. To formulate the optimal control problems and to understand the solution for the LQ problems.

学習目標の達成度の評価基準 / Fulfillment of Course Goals (JABEE 関連科目のみ)	
日	最適制御システムの構築が十分にでき、具体的応用問題にも対処できるとみなせる。 達成目標が一応すべてにわたって理解できている。 かろうじて達成目標の事項が理解できているが、それらの物理的意味の把握がやや不十分である。 達成目標に挙げる事項が理解できていない。
英	Able to comprehend all items listed in the Achievement Level. Students can synthesize optimal control systems and it can be applicable to the high-level control problems. Able to understand all items listed in the Achievement Level. Able basically to understand the items listed in the Achievement Level. However, understanding of their physical meanings is insufficient. Unable to comprehend the items listed in the Achievement Level.

授業計画項目 Course Plan			
No.		項目 Topics	内容 Content
1	日	現代制御理論への導入とシステムの可制御性と可観測性 (1)	古典制御理論から現代制御理論への導入。 線形時変/時不変システムの可制御性と可観測性の概念とそれらの数学的定義。
	英	Introduction to Modern Control Theory, and Controllability and Observability of Systems (1)	Introduction from the classical control theory to the modern control theory. Concept of controllability and observability of systems and their mathematical definitions.
2	日	システムの可制御性と可観測性 (2)	線形時不変システムの可制御性および可観測性とその数学的条件
	英	Controllability and Observability of Systems (2)	Controllability and observability of linear time invariant systems, and their mathematical definitions.
3	日	システムの可制御性と可観測性 (3)	線形時変システムの可制御性と可観測性、可制御性と可観測性の関係と双対性。
	英	Controllability and Observability of Systems (3)	Controllability and observability of linear time-varying systems Duality and relation between a system and its adjoint system.
4	日	レギュレータとオブザーバの設計 (1)	レギュレータの概念と設計法、具体例。
	英	Synthesis of Regulator and Observer (1)	Concept and synthesis of regulators.
5	日	レギュレータとオブザーバの設計 (2)	同一次元オブザーバの概念と設計法、具体例。
	英	Synthesis of Regulator and Observer (2)	Synthesis of Regulator and Observer (2)
6	日	レギュレータとオブザーバの設計 (3)	低次元オブザーバの設計法、具体例。
	英	Synthesis of Regulator and Observer (3)	Concept and synthesis of reduced-order observers.
7	日	レギュレータとオブザーバの設計 (4)	オブザーバを併用したレギュレータの設計法、具体例。
	英	Synthesis of Regulator and Observer (4)	Synthesis of a regulator using a minimal-order observer.
8	日	中間試験	第7回までの内容について試験を行う。
	英	Midterm Examination	Examination coverage: Lectures 1-7
9	日	最適レギュレータ (1)	最適レギュレータとは？ 発見的アプローチによる設計法
	英	Optimal Control --Dynamic Programming Approach (1)	What are optimal regulators?
10	日	最適レギュレータ (2)	動的計画法 (ダイナミックプログラミング) による最適レギュレータの設計法
	英	Optimal Control --Dynamic Programming Approach (2)	Synthesis of optimal control based on dynamic programming.

11	日	最適レギュレータ (3)	マトリクス・リッカチ方程式の解法
	英	Optimal Control --Dynamic Programming Approach (3)	Solution of Matrix Riccati equation
12	日	最適レギュレータ (4)	代数リッカチ方程式の解法
	英	Optimal Control --Dynamic Programming Approach (4)	Solution of Algebraic Riccati equation
13	日	最適制御－最大値原理 (1)	ハミルトン関数, 随伴方程式, M.P.法による LQ 最適制御問題の解, 非 LQ 問題の解法
	英	Optimal Control --Maximum Principle Approach (1)	Solutions of linear-quadratic (LQ) problem and non-LQ problem by using the maximum principle.
14	日	最適制御－最大値原理 (2)	月面軟着陸のための最適推力制御問題
	英	Optimal Control --Maximum Principle Approach (2)	Examples. Optimal control problem for soft landing on the surface of the moon.
15	日	最適制御の応用	最適サーボ問題
	英	Apprication of Optimal Control	Synthesis of the optimal servo system.

履修条件 Prerequisite(s)	
日	基礎解析Ⅰ・Ⅱ, 線形代数学Ⅰ・Ⅱ, 解析学Ⅰ・Ⅱ, 応用解析, 数理解析, 応用数理, システム制御理論の履修が強く望まれる.
英	This lecture assumes a good working knowledge of Basic Calculus I, II, Linear Algebra I, II, Calculus I, II, Applied Analysis, Analysis in Mathematical Sciences, and Mathematical Analysis and its Applications.

授業時間外学習 (予習・復習等) Required study time, Preparation and review	
日	本講義に対しては, 67.5 時間の予復習に充てる自己学習時間が必要である.
英	This lecture requires the self-learning of preparation and reviewing for 67.5 hours.

教科書／参考書 Textbooks/Reference Books	
日	基本的にノート講義／参考書「OHM 大学テキスト 現代制御」(太田 有三 (編著), オーム社), その他参考図書は講義内で紹介する.
英	No textbooks are used. Reference book: Y. Ohta, Modern Control, Ohmsha Ltd. (in Japanese)

成績評価の方法及び基準 Grading Policy	
日	講義中に適宜課す中間テストを 50%, 学期末試験を 50%として, 成績の合計が 60 点以上を合格とする.
英	Performance evaluation of this subject will be conducted by the term-end exam (50%) and the midterm examination (50%). Students, whose total points of evaluations of the exam and reports is 60 points or higher, will pass.

留意事項等 Point to consider	
日	"学習・教育目標 B (3)(a)に対応する科目であり, 達成度評価の対象である.
英	This lecture is corresponding to the Learning and Educational Goal B(3)(a). The performance of this subject is evaluated for achievement level.