

## 2025 年度シラバス

科目分類/Subject Categories			
学部等/Faculty	/大学院工芸科学研究科（博士前期課程）/大学院工芸科学研究科（博士前期課程）： /Graduate School of Science and Technology (Master's Programs)/Graduate School of Science and Technology (Master's Programs)	今年度開講/Availability	/有/有 : /Available/Available
学域等/Field	/設計工学域/<その他> : /Academic Field of Engineering Design/<Other>	年次/Year	/1～2年次/1～2年次 : /1st through 2nd Year/1st through 2nd Year
課程等/Program	/機械設計学専攻/計数理学コース教育プログラム : /Master's Program of MechanoDesign/Mathmatic Course Educational Program	学期/Semester	/第2クォータ/第2クォータ : /Second quarter/Second quarter
分類/Category	/授業科目/ : /Courses/	曜日時限/Day & Period	/月2/水2 : /Mon.2/Wed.2

科目情報/Course Information				
時間割番号 /Timetable Number	62301203			
科目番号 /Course Number	62360202			
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	確率応用システム論 : Advanced Stochastic 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	M_MD5532			

授業の目的・概要 Objectives and Outline of the Course	
日	<p>自然現象や物理システム、機械システムなどでは多くの場合、未知外乱の影響を受けて不規則な挙動を示す。時系列データの測定においては、電気的雑音やセンサ自身の誤差、背景雑音の影響により、真のデータが雑音に乱されたり埋もれてしまい正確な測定ができなくなる。雑音や外乱の影響を受けるこれらのシステムは、雑音や外乱を時間的に変化する確率的な現象ととらえ、確率論と統計論に立脚した確率システムとして数学的に取り扱う。本講義は、不規則性を伴うシステムを、確率過程論を基礎とした確率システム理論に基づいて定式化し、伊藤型確率微分方程式でモデル化することで状態推定や最適制御が行えることを示す。このような見地から、確率密度関数、期待値演算などの確率論に基づく考え方が確率過程に対しても適用できることを理解し、その応用力を修得する。</p>
英	<p>In many cases, physical processes and mechanical systems show random behavior by receiving undesirable and random disturbances. In measurement data which are subject to random noise due to electric noises, measurement deviation and background noise, it is difficult to obtain true values of the measurement data from the noisy data. In this course, these systems subject to random disturbance are considered as stochastic phenomenon. Based on the stochastic system theory, the systems with random disturbance are described by stochastic differential equations. Then, state estimation and optimal control using the Ito stochastic differential equation will be shown.</p>

学習の到達目標 Learning Objectives	
日	確率過程の数学的取り扱いを理解する。 最適推定について理解する。 確率最適制御について理解する。
英	To understand the mathematical descriptions of stochastic processes. To understand optimal estimation theory. To understand stochastic optimal control.

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	
英	

授業計画項目 Course Plan			
No.		項目 Topics	内容 Content
1	日	確定システムと確率システム	不規則現象を伴わない確定システムと不規則現象を伴う確率システムの違いと数学的な取り扱いの違いについて概説する。
	英	Deterministic systems and stochastic systems	Mathematical difference between deterministic systems and the stochastic systems.
2	日	確率と確率変数	不規則現象を取り扱うための準備として、見本点、事象、確率変数、確率、確率密度関数および期待値演算などの確率論の基礎をふり返り整理する。
	英	Probability and random variables	Reviewing of the probability theory, that is sample points, events, random variables, probability, probability density functions and mathematical expectation as the introduction to the mathematical treatment of random phenomena.
3	日	確率過程	時間を固定した確率変数を拡張し、時間と共に変化する不規則現象を確率過程として数学的記述を行い、その性質について述べる。
	英	Stochastic processes	The characteristics of the stochastic process describing random phenomena by extending random variables are explained.
4	日	白色雑音とブラウン運動	正規分布に従う白色雑音とブラウン運動それぞれの数学的性質と関連性を示し、確率システムの中での使われ方を解説する。
	英	White noise and Brownian motion processes	The mathematical characteristics of white Gaussian noise and Brownian motion process, and their relations are explained. Students acquire usages of these white Gaussian noise and Brownian motion process in stochastic systems.
5	日	マルコフ過程	確率過程の中で最も重要な性質を持つマルコフ過程についてその数学的性質を説明する。
	英	Markov process	Markov process
6	日	確率微分方程式と確率積分(1)	確率過程を記述する確率微分方程式とは何かを解説し、その中で確率積分が果たす役割を説明する。
	英	Stochastic differential equations and stochastic integrals (1)	The characteristics and roles of stochastic differential equations describing stochastic processes are explained. The roles of stochastic integrals in stochastic differential equations are presented.
7	日	確率微分方程式と確率積分(2)	伊藤確率微分方程式について述べる。
	英	Stochastic differential equations and stochastic integrals (2)	Ito stochastic differential equations
8	日	伊藤の公式	確率微分演算について解説する。
	英	Ito formula	The derivative of functions from the view point of the stochastic process is explained.
9	日	拡散過程	拡散過程とはどのようなものか、数学的にどう記述されるかを示す。
	英	Diffusion processes	Mathematical description of the diffusion processes.
10	日	確率密度関数の時間発展	状態量が時間と共に不規則に空間的に広がる拡散過程の確率密度関数の振る舞いについて解説する。
	英	Time evolution of probability	The behavior of probability density function of the diffusion process whose state

		density functions	value randomly diverges in the space is presented.
11	日	状態推定理論 (1)	不規則雑音に埋もれた状態量を抽出するフィルタリング問題について解説する.
	英	Optimal state estimation (1)	An approach to design optimal filter, which are problems of finding find the true state based on the noisy measurement data, are explained.
12	日	状態推定理論 (2)	直交射影の考え方に基づく最適な推定値が条件付期待値で与えられることを示し, これに基づき, 線形確率システムに対する状態推定方式の一つであるカルマンフィルタについて説明する.
	英	Optimal state estimation (2)	We explain that the optimal estimate can be described by the conditional expectation based on the orthogonal projection. Students acquire the Kalman filter that is one of the state estimators for linear stochastic systems.
13	日	確率最適制御 (1)	確率微分方程式で記述されるシステムに対する最適制御方策について述べる.
	英	Stochastic optimal control (1)	The optimal control strategy for the dynamical system described by the stochastic differential equations is explained.
14	日	確率最適制御 (2)	確率微分方程式で記述されるシステムに対する最適制御方策の導出について述べる.
	英	Stochastic optimal control (2)	The derivations of the optimal control strategy for the dynamical system described by the stochastic differential equations are explained.
15	日	推定・制御	カルマンフィルタと確率最適制御を組み合わせ, システム雑音と観測雑音双方を受けるシステムの制御について解説する.
	英	State estimation and control	The synthesis of control systems is presented by introducing the Kalman filter and stochastic optimal control based on the noisy measurement data.

履修条件 Prerequisite(s)	
日	
英	

授業時間外学習 (予習・復習等) Required study time, Preparation and review	
日	統計数理, 線型代数, 微分方程式に関する知識を持っていることが望ましい.
英	This lecture assumes a good working knowledge of the Mathematical Statistics, linear algebra and differential equations.

教科書/参考書 Textbooks/Reference Books	
日	ノート講義
英	No textbooks are used.

成績評価の方法及び基準 Grading Policy	
日	適宜レポートを課し, 学期末に実施する筆記試験により成績を評価する. レポートと筆記試験の結果の合計が60%以上の成績を修めたものを合格とする.
英	Performance evaluation of this lecture will be conducted by the term-end exam and several reports. 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	S : R : I = 2 : 4 : 4
英	S : R : I = 2 : 4 : 4