

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）： /Graduate School of Science and Technology (Master's Programs)	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	/1～2年次：/1st through 2nd Year
課程等/Program	/機械設計学専攻：/Master's Program of Mechanodesign	学期/Semester	/秋学期：/Fall term
分類/Category	/授業科目：/Courses	曜日時限/Day & Period	/月3：/Mon.3

科目情報/Course Information				
時間割番号 /Timetable Number	62311301			
科目番号 /Course Number	62360204			
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	知的構造システム学：Smart Structural Systems and Structural Intelligence			
担当教員名 / Instructor(s)	/増田 新：MASUDA Arata			
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_MD5512			

授業の目的・概要 Objectives and Outline of the Course	
日	さまざまな機能材料や構造および周囲環境とのインタラクションにおける非線形性、受動的性質とエネルギー変換機構を巧みに利用した「賢い構造システム」について講述する。前半は、知的な振る舞いをもたらす源泉としての非線形力学システムについて補足したあと、電気機械結合材料、相変態型知的材料などについて講述し、知的構造システムの研究を行うための道具立てを教授する。後半はそれらの応用について最新の研究状況を交えながら概説する。
英	A course of applied materials and structures focusing on the ideas and principles of smart structures, or "structures with inherent intelligence". Emphasis is placed on technological foundation of smart structures: structural dynamics, physical and functional overview of smart materials, and nonlinear dynamics. Topics in the major application fields are presented in last half of the course.

学習の到達目標 Learning Objectives	
日	電気機械結合について理解する。 電気機械結合を用いたアクチュエーションとセンシングについて理解する。 エネルギーハーベスティング、構造ヘルスマニタリング、振動制御について理解する。
英	To understand electro-mechanical coupling. To understand actuation and sensing using electro-mechanical coupling. To understand energy harvesting, structural health monitoring, and vibration 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	イントロダクション	知的構造・材料とは、構造知。
	英	Introduction	Smart materials and structures, structural intelligence.
2	日	非線形力学補遺	自励振動系の位相縮約理論、強制引き込み系の位相ダイナミクス。相互引き込み系の位相ダイナミクス、多数の振動子の同期。
	英	Suppliment to Nonlinear Dynamics	Phase reduction. Phase dynamics of forced and mutual entrainment systems.
3	日	電場を介した電気機械結合 (1)	誘電体、分極、電歪、圧電、圧電方程式。
	英	Electro-mechanical coupling via electric field (1)	Ferroelectrics, polarization, electrostrictives, piezoelectrics, piezoelectric equations.
4	日	電場を介した電気機械結合 (2)	圧電素子、構造物に組み込んだ圧電素子 (1 自由度系)。
	英	Electro-mechanical coupling via electric field (2)	Piezoelectric elements embeddied in a SDOF system.
5	日	電場を介した電気機械結合 (3)	構造物に組み込んだ圧電素子 (はり)。
	英	Electro-mechanical coupling via electric field (3)	Electro-mechanical coupling via electric field (3)
6	日	電場を介した電気機械結合 (4)	その他の電場結合型素子、エレクトレット、摩擦帯電素子。
	英	Electro-mechanical coupling via electric field (4)	Other electromechanical coupling devices via electric field. Electret, triboelectric devices.
7	日	磁場を介した電気機械結合	磁化、強磁性体、磁歪、マルチフェロイクス。
	英	Electro-mechanical coupling via magnetic field	Magnetic polarizaiton, ferromagnetics, magnetostrictives, multi-ferroics.
8	日	熱を介した電気機械結合	形状記憶合金、形状記憶ポリマー。
	英	Electro-mechanical coupling via heat	Shape memory alloys, shape memory polymers, "Fishing-line" actuator.
9	日	形態変化可能な構造	モーフィング、オリガミ構造、テンセグリティ。
	英	Morphable structures	Morphing, origami structures, and tensegrity.
10	日	エネルギーハーベスティング (1)	エネルギーハーベスティングのいろいろ。振動エネルギーハーベスティング、電磁誘導型、圧電型、磁歪型、エレクトレット型、摩擦帯電型。
	英	Energy harvesting (1)	Energy harvesting, vibration energy harvesting, electromagnetic harvesters, piezoelectric harvesters, magnetostrictive harvesters, electret harvesters, triboelectric harvesters.
11	日	エネルギーハーベスティング (2)	パワー特性の解析、非線形広帯域化 (ハードニング、ソフトニング、双安定)。
	英	Energy harvesting (2)	Analysis of harvesting power. Nonlinear wideband energy harvesting (hardening, softening, and bistability).
12	日	構造ヘルスモニタリング (1)	構造ヘルスモニタリング概論、埋め込み型センサ (圧電素子、光ファイバ、プリントドセンサ)、圧電インピーダンス法。
	英	Strucutal health monitoring (1)	Structural health monitoring, embeddable sensors (piezoelectric patches, optical fibers, printed sensors), piezoelectric impedance method.
13	日	構造ヘルスモニタリング (2)	インテグリティの自覚システムを目指して。物理リザーバーコンピューティング、センサボット。
	英	Strucutal health monitoring (2)	Self-awareness of structural integrity. Physical reservoir computing, sensor-bots.
14	日	振動制御	振動制御概論、振動制御スマート構造、圧電シャント、メタ構造。
	英	Vibration control	Vibration control principles. Smart structures for vibration control, piezoelectric

			shunts, metastructures.
15	日	まとめ	全体のまとめと補足。
	英	Summary and review	Course review, suppliment, and summary.

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			非線形動力学（機械物理学専攻、春学期）の履修が望ましい。未履修者にはテキストを提供する。
英			Recommended to have taken Spring semester course "Nonlinear Dynamics". Lecture notes will be provided for students who have not yet completed that course.

教科書／参考書 Textbooks/Reference Books			
日			講義資料は Moodle にて配布する。
英			Lecture note and other course materials can be downloaded from Moodle.

成績評価の方法及び基準 Grading Policy			
日			授業時に課す宿題への解答内容によって評価し、その合計点が 60 点以上を合格とする。
英			Grades will be based on assignments. Students with a total score of 60 points or over will pass the course.

留意事項等 Point to consider			
日			S : R : I = 2 : 2 : 6
英			