

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	/機械物理学専攻/計数理学コース教育プログラム：/Master's Program of Mechanophysics/Mathmatic Course Educational Program	学期/Semester	/第1クォータ/第1クォータ：/First quarter/First quarter
分類/Category	/授業科目/：/Courses/	曜日時限/Day & Period	/火3/金3：/Tue.3/Fri.3

科目情報/Course Information				
時間割番号 /Timetable Number	62302301			
科目番号 /Course Number	62360104			
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	計算流体力学：Computational Fluid Dynamics			
担当教員名 / Instructor(s)	/山川 勝史：YAMAKAWA Masashi			
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	○	機械工学に関連する企業での業務経験を活かした授業を行う。	
	科目ナンバリング /Numbering Code	M_MP5240		

授業の目的・概要 Objectives and Outline of the Course	
日	流体の流れを記述する偏微分方程式をコンピュータを用いて解く計算流体力学（CFD: Computational Fluid Dynamics）の基礎理論を講述する。また担当教員は化学・繊維関連の企業でシミュレーション技術を用いて生産装置に関する研究開発等に從事した経験があり、その際の経験を活かして計算流体力学に関する講義を行う。
英	Computational Fluid Dynamics (CFD) concerns computer simulation of fluid flows. In this class, the basic theory of CFD is lectured. The lecturer has experience in research and development of production apparatus using simulations at a chemistry enterprise. Using the experience, the lecture of CFD is given.

学習の到達目標 Learning Objectives	
日	流体の流れを記述する偏微分方程式をコンピュータを用いて解く計算流体力学の基礎概念を理解する
英	The goal is to understand the basic concepts of computational fluid dynamics using computers to solve partial differential equations describing fluid flows.

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	計算流体力学の基礎概念	CFD の基礎概念および歴史的発展。
	英	The basic concept of computational fluid dynamics	The basic concept of computational fluid dynamics and its historic development.
2	日	流体力学方程式とその無次元化及び保存ベクトル表示	オイラー、ナビエ・ストークス方程式の保存形表示。方程式の普遍化のための無次元化。保存式の物理的意味。流束ベクトルとヤコビ行列の固有値。
	英	A hydrodynamics equation and its normalization and conservation law form	Conservation law form of the Euler and the Navier-Stokes' equation. Normalization for generalization of the equations. Physical meanings of conservation equations. Flux vectors and eigenvalue of the Jacobian matrices.
3	日	微分方程式の離散近似	モデル方程式を用いた離散化の概念。初期値問題。
	英	Discretization for differential equations	The concept of the discretization using model equations. Initial value problem.
4	日	有限差分法	偏微分項の差分近似。前進差分、後退差分、中心差分。
	英	Finite difference method	Finite difference approximation for partial differentiation terms. Forward, centered and backward difference.
5	日	陰的差分法	上流(風上)差分と物理的擾乱の伝播。依存域・影響域の概念。陽的スキームと陰的スキーム。トーマスアルゴリズム。
	英	Implicit Method	Implicit Method
6	日	適合性、安定性及び収束性の概念	離散方程式と微分方程式の関係。適合性・安定性・収束性の概念。
	英	The concept of consistency, stability and convergence.	The relation between discretized equation and differential equation. The concept of consistency, stability and convergence.
7	日	適合性・安定性・収束性と精度	精度の定義。ラックスの同値定理。
	英	Consistency, stability, convergence and accuracy	Definition of the accuracy. Lax equivalence theorem.
8	日	フォンノイマン安定解析 1	フォンノイマン線形安定解析法。
	英	Von Neumann stability analysis(1)	Von Neumann linear stability analysis method
9	日	フォンノイマン安定解析 2	フォンノイマン線形安定解析の応用。クーラン数と CFL 条件。
	英	Von Neumann stability analysis(2)	The application of Von Neumann linear stability analysis. Courant number and Courant-Friedrichs-Lewy Condition.
10	日	放物型方程式に対する数値解法	一次元熱伝導方程式とクラנק・ニコルソン法。二次元熱伝導方程式と ADI 法入門。
	英	Numerical method for parabolic equation	One dimensional heat equation and Crank-Nicolson method. Two dimensional heat equation and introduction to Alternating Direction Implicit(ADI) method.
11	日	ADI 法及び陰的近似因子分解法	ADI 法の基礎とオペレータ分割法。陰的近似因子分解法と Beam-Warming 法。
	英	ADI method and IAF method	A basis of ADI method and the operator splitting method. Implicit Approximate Factorization(IAF) method and Beam-Warming scheme.
12	日	双曲型方程式に対する数値解法	波動方程式の厳密解とその物理的性質。上流差分法と CFL 条件及びその物理的意味。擬似微分方程式。
	英	Numerical method for hyperbolic equation	Exact solution for wave equation and its physical properties. Upstream differencing method, CFL condition and its physical meaning.
13	日	圧縮性流体力学方程式に対する数値解法	保存スキームと衝撃波捕獲。Lax 法、Lax-Wendroff 法、MacCormack 法。時間分割法。
	英	Numerical method for compressible fluid dynamics equation	Conservative schemes and shock capturing. The Lax scheme. The Lax-Wendroff method. MacCormack method. Time-splitting method
14	日	有限体積法	支配方程式の積分形表示。一次精度ゴドノフ法。

	英	Finite volume method	Integral form for governing equation. First-order accurate Godunov's scheme
15	日	総括と演習	全体を通じての重要事項の総括と演習。
	英	Summary and exercise	Summary of this lecture and exercise

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	数学、特に線形代数および微分方程式の基礎知識が必要。また、流体力学の基礎知識を前提に講義する。本講義に対しては、68時間の復習やレポート演習問題の解答に充てる等の自己学習時間が必要である。	
	英	This lecture requires a basic knowledge of mathematics, in particular, linear algebra and differential equations. Furthermore, it is lectured based on a basic knowledge of fluid dynamics. In this course, self-learning time of 68 hours is necessary.	

教科書／参考書 Textbooks/Reference Books			
	日	なし／参考書については、適宜、講義の中で紹介する。必要に応じてプリント配布	
	英	A specified textbook is not used in the course. Handouts are distributed as needed.	

成績評価の方法及び基準 Grading Policy			
	日	講義中の演習もしくは小テストにより評価し、それらの合計100点満点中60点以上を合格とする。	
	英	Performance is evaluated for a total of 100 points (exercises or quizzes), and the credit is given at more than 60 points.	

留意事項等 Point to consider			
	日	学習・教育目標の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 course corresponds to the learning and educational goals, B(3)(a), and is a subject of achievement evaluation.	