

2026 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	/機械物理学専攻 : /Master's Program of Mechanophysics	学期/Semester	/春学期 : /Spring term
分類/Category	/授業科目 : /Courses	曜日時限/Day & Period	/月 2 : /Mon.2

科目情報/Course Information				
時間割番号 /Timetable Number	62301201			
科目番号 /Course Number	62360101			
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	反応性熱流体力学 : Reactive Thermo-Fluid Dynamics			
担当教員名 / Instructor(s)	/西田 耕介 : /NISHIDA Kosuke			
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				

授業の目的・概要 /Objectives and Outline of the Course	
日	ボイラ、燃焼装置、燃料電池、エンジン等の反応器内の熱流動現象は、化学反応と流体、熱の挙動が同時に進行する複雑な現象であり、流体の流れ、物質の混合や拡散、熱移動などを化学反応とともに総合的に取り扱う必要がある。本講義では、化学反応を伴う熱流動現象の基本的な考え方や物理的・化学的意味を説明するとともに、その数値解析法や計測手法について解説する。なお、本講義は全て英語で行われる。
英	In energy devices such as industrial boilers, combustion chambers, fuel cells and engines, the heat and mass transfer and chemical reactions occur simultaneously. To analyze these interacted and complicated phenomena, it is necessary to comprehensively consider convection flow, species mixture, mass diffusion, heat conduction, chemical reaction, etc. In this course, the basic concept and physical and chemical meanings of thermo-fluid phenomena with chemical reaction will be lectured. Furthermore, numerical methods and measurement techniques for analyzing these phenomena will be presented. This course will be conducted in English.

学習の到達目標 /Learning Objectives	
日	連続の式と運動方程式の導出法を習得する エネルギー保存式と化学種成分保存式の導出法を習得する 各種座標系での質量・運動量・エネルギー・化学種成分保存式の導出法を習得する 熱力学諸量と輸送係数の計算法を習得する 化学反応速度と化学平衡、化学反応モデルを理解する 離散化手法、時間進行法、計算アルゴリズムを理解する
英	To learn how to derive equation of continuity and equation of motion To learn how to derive energy conservation equation and species conservation equation

To learn how to derive mass, momentum, energy and species conservation equations in various coordinate systems
To learn how to calculate thermodynamic properties and transport coefficients
To understand chemical reaction rate, chemical equilibrium, and chemical reaction models
To understand discretization, time marching method, and computational algorithm

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	講義の概要	「反応性熱流体力学」とは何か？ 解析事例の紹介（燃焼，燃料電池など）
	英	Introduction	What is reactive thermo-fluid dynamics? To learn several analysis cases such as combustion phenomena and fuel cell.
2	日	現象を表す支配方程式（１） ～連続の式～	連続の式（質量保存式）の導出
	英	Governing equation (1) - equation of continuity -	To learn how to derive equation of continuity (mass conservation equation).
3	日	現象を表す支配方程式（２） ～運動方程式～	運動方程式（運動量保存式）の導出，Newton の粘性の法則と運動量流束の概念，実質微分について
	英	Governing equation (2) - equation of motion -	To learn how to derive equation of motion, and understand Newton's law of viscosity, concept of momentum flux and substantial derivative.
4	日	現象を表す支配方程式（３） ～エネルギー保存式～	エネルギー保存式の導出，Fourier の熱伝導の法則
	英	Governing equation (3) - energy conservation equation -	To learn how to derive energy conservation equation, and understand Fourier's law of heat conduction.
5	日	現象を表す支配方程式（４） ～化学種成分保存式～	化学種成分保存式（多成分の質量保存式）の導出，Fick の拡散の法則
	英	Governing equation (4) - species conservation equation -	Governing equation (4) - species conservation equation -
6	日	各種座標系での支配方程式	デカルト座標系，円筒座標系，球座標系での質量・運動量・エネルギー・化学種成分保存式の導出，Chain rule による座標変換
	英	Governing equations in each coordinate system	To learn how to derive mass, momentum, energy and species conservation equations in Cartesian, cylindrical and spherical coordinate systems, and understand the coordinate transformation technique based on chain rule.
7	日	熱力学諸量と輸送係数	濃度（質量分率とモル分率），分圧，比熱，エンタルピー，温度，密度，粘性係数，熱伝導率，拡散係数の計算
	英	Thermodynamic properties and transport coefficients	To learn how to calculate concentration (mass and molar fractions), partial pressure, specific heat, enthalpy, temperature, mass density, viscosity and thermal conductivity.
8	日	化学反応モデル	化学反応速度と化学平衡，総括反応モデル，詳細反応（素反応）モデル
	英	Models of chemical reaction	To learn chemical reaction rate and chemical equilibrium, and understand overall and detailed reaction models.
9	日	数値解析法（１）～離散化手法～	有限差分法と有限体積法，Taylor 展開による定式化，コントロール・ボリュームによる定式化
	英	Numerical analysis method (1) - discretization -	To learn finite differential method and finite volume method, and understand the formulation techniques using Taylor expansion and control volume.
10	日	数値解析法（２）～時間進行法と計算アルゴリズム～	陽解法と Adams-Bashforth 法，SIMPLE 法と SIMPLER 法
	英	Numerical analysis method (2) - time marching method and computational algorithm -	To learn explicit method and Adams-Bashforth method, and understand SIMPLE and SIMPLER methods.

11	日	反応性熱流体の解析（１）	燃焼流の数値解析
	英	Analysis of reactive thermo-fluid (1)	To learn numerical analysis of combustion phenomena.
12	日	反応性熱流体の解析（２）	燃料電池内部の熱流体解析
	英	Analysis of reactive thermo-fluid (2)	To learn thermal fluid analysis in fuel cell.
13	日	反応性熱流体の計測手法（１） ～レーザ応用計測～	粒子画像流速測定法(PIV), レーザ誘起蛍光法(LIF), 波長可変半導体レーザ吸収分光法(TDLAS)
	英	Measurement technique of reactive thermo-fluid (1) - laser diagnostics -	To learn laser-based measurement techniques such as particle image velocimetry (PIV), laser-induced fluorescence (LIF) and tunable diode laser absorption spectroscopy (TDLAS).
14	日	反応性熱流体の計測手法（２） ～可視化～	中性子ラジオグラフィ, 核磁気共鳴画像法 (MRI), X線 CT
	英	Measurement technique of reactive thermo-fluid (2) - visualization -	To learn visualization techniques using neutron radiography, magnetic resonance imaging (MRI) and X-ray CT.
15	日	総括と期末試験	授業全体を通してのまとめ
	英	Summaries and term exam	To summarize the course content.

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	熱力学, 流体力学の基礎知識を有していることが望ましい。
英	Students are desired to have the fundamental knowledge of thermodynamics and fluid dynamics.

教科書／参考書 /Textbooks/Reference Books	
日	参考書： R. B. Bird, W. E. Stewart, E. N. Lightfoot, "Transport Phenomena (revised 2nd ed.)", John Wiley & Sons, Inc. (2007). スハス V. バタンカー著, 水谷幸夫, 香月正司訳, 「コンピュータによる熱移動と流れの数値解析」, 森北出版 (1985). 植田利久, 「反応系の流体力学」, コロナ社 (2002). 日本機械学会編, 「燃焼の数値計算」, 丸善 (2001).
英	Reference book: (1) R. B. Bird, W. E. Stewart, E. N. Lightfoot, "Transport Phenomena (revised 2nd ed.)", John Wiley & Sons, Inc., (2007). (2) S. V. Patankar, "Numerical Heat Transfer and Fluid Flow", CRC Press, (1980). (3) T. Ueda, "Fluid Dynamics in Reactive Systems", Corona Publishing, (2002). (4) The Japan Society of Mechanical Engineers, "Numerical Simulation of Combustion", Maruzen, (2001).

成績評価の方法及び基準 /Grading Policy	
日	授業に対する予習の状況と学期末試験の成績で評価する。これらに対する配点割合は、50%、50%である。合計点が60点以上を合格とする。
英	The performance evaluation will be based on the scores of preparations and term exam. The percentage of evaluation will be 50% for preparations and 50% for exam. Students are required to have a total score of 60 points or higher to pass the course.

留意事項等 /Point to consider	
日	S : R : I = 5 : 3 : 2
英	S : R : I = 5 : 3 : 2