

## 2026 年度シラバス

科目分類/Subject Categories			
学部等/Faculty	/工芸科学部/工芸科学部 : /School of Science and Technology/School of Science and Technology	今年度開講/Availability	/有/有 : /Available/Available
学域等/Field	/設計工学域/デザイン科学域 : /Academic Field of Engineering Design/Academic Field of Design	年次/Year	/ 2 年次 / 2 年次 : /2nd Year/2nd Year
課程等/Program	/専門基礎科目/専門基礎科目 : /Specialized Foundational Subjects/Specialized Foundational Subjects	学期/Semester	/ 前学期 / 前学期 : /First term/First term
分類/Category	/物理学/ : /Physics/	曜日時限/Day & Period	/水 3 : /Wed.3

科目情報/Course Information				
時間割番号 /Timetable Number	11013201			
科目番号 /Course Number	11060180			
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	統計熱力学 ※再履修者用 (2023 年度以前入学者用) : Statistical Thermophysics			
担当教員名 / Instructor(s)	/(一色 俊之) : ISSHIKI Toshiyuki			
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	熱力学は日常生活の様々な場面に登場します。例えばエアコンなどの工業製品の動作原理を理解するのに必要だし、また地球温暖化の問題を議論するのに熱力学が登場します。この講義では日常生活でおなじみの温度や熱のような単語の正確な概念の理解から始めて、熱機関の動作やエネルギー、エントロピーの原理を学び、熱力学の関係式にまとめます。後半の統計力学では無数の粒子の運動が熱力学の立場からどのように取り扱われるかを示します。 この講義は対面形式で行います。
英	Thermodynamics appeared in many aspects of everyday life. For example thermodynamics need to understand the principle of operation of the air conditioning and other industrial products and appeared to also discuss the issue of global warming. In this lecture, we will start with understanding the precise concept of words like "temperature" and "heat" which are familiar in everyday life. Then we will learn the behavior of thermal engine, principle of heat, energy and entropy, and those are summarized in thermodynamic equations. In statistical mechanics lectured at the latter half, we will consider how to handle the motion of many molecules from the standpoint of thermodynamics. Lectures will be provided by face-to-face style.

学習の到達目標 Learning Objectives	
日	熱力学第 1 法則 (エネルギー保存則) の物理的な意味が理解できる。

	<p>準静的変化、断熱変化、保存力、状態量、エントロピーなどの特徴的概念が理解できる。</p> <p>熱力学第2法則の物理的な意味を理解し、種々の表現で言い換えることができる。</p> <p>種々の巨視的変数（熱力学変数）を扱う熱力学と、微視的模型に基づいてそれらの変数を導くための統計力学の関係が理解できる。</p>
英	<p>To understand the physical meaning of the first law of thermodynamics (energy conservation).</p> <p>To understand characteristic concepts such as quasi-static change, adiabatic change, conservation force, quantity function, and entropy.</p> <p>To understand the physical meaning of the second law of thermodynamics and describe the law in many different expressions.</p> <p>To understand the relation between macroscopic variables (thermodynamic functions) and statistical mechanics to derive the variables based on microscopic models.</p>

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	<p>上記に加え、統計力学を用いて系の記述ができる。</p> <p>上記に加え、熱力学と統計力学の関係を理解している。</p> <p>熱力学第1法則、第2法則を理解し、熱力学的物理量の関係を説明できる。</p> <p>熱力学第1法則、第2法則を覚えているが、熱や温度、エントロピーなど熱力学的物理量について適切な説明ができない。</p>
英	<p>In addition above, able to describe physical system by statistic dynamics manner</p> <p>In addition above, understanding relation between thermodynamics and statistic dynamics.</p> <p>Well-understanding the first and second laws of thermodynamics. Able to explain relation among thermodynamic quantities.</p> <p>Only rote memorization of the first and second laws of thermodynamics. Unable to explain thermodynamic quantities, such as heat, temperature, energy, entropy etc.</p>

授業計画項目 Course Plan			
No.		項目 Topics	内容 Content
1	日	はじめに 温度とは、熱とは何か	講義の概要説明、温度と熱、熱力学の扱う系、熱力学変数、状態量、内部エネルギー、状態方程式、
	英	Introduction. What is "temperature", what is "heat"	Introduction of lecture, Temperature and heat, Preparation for thermodynamics, Thermodynamic system, Thermo dynamical valuables, Quantity of state, Internal energy, Equation of state.
2	日	熱力学の基礎と第1法則	熱力学第1法則、線膨張・体膨張、モル比熱、マイヤーの関係式、準静的過程、断熱過程、等温過程、等圧過程、等積過程、循環過程
	英	Fundamentals of thermodynamics and the first law of thermodynamics	The first law of thermodynamics, Linear & cubical expansions, Molar specific heat, Meyer's relation, Quasi-static process, Adiabatic process, Isothermal process, Isobaric process, Isochoric process, Cyclic process.
3	日	熱力学第2法則とエントロピー (1)	熱エンジンとヒートポンプ、クラジウスの原理、トムソンの原理、熱力学第2法則、熱機関の効率、カルノーサイクル
	英	The second law of thermodynamics and entropy (1)	Heat engine and heat pump, Clausius's principle, Thomson's principle, The second law of thermodynamics, Efficiency of heat engine, Carnot cycle.
4	日	熱力学第2法則とエントロピー (2)	クラジウスの不等式、不可逆過程とエントロピー、エントロピー増大の法則、断熱自由膨張、カルノーサイクルの効率とT-S線図、熱機関の最高効率、理想気体の準静的断熱膨張におけるエントロピー変化、絶対零度の不達性
	英	The second law of thermodynamics and entropy (2)	Clausius's inequality, Irreversible process and entropy, Law of increasing entropy, Adiabatic free expansions, Efficiency of Carnot cycle and T-S diagram, Maximum efficiency of heat engine, Increase of entropy in quasi-static adiabatic expansion of ideal
5	日	熱力学関数と熱力学の応用 (1)	内部エネルギーとエンタルピー、ヘルムホルツの自由エネルギー、ギブスの自由エネルギー、熱力学ダイヤグラム、マックスウェルの熱力学関係式、変化の方向と熱平衡条件
	英	Thermodynamics functions and application of thermodynamics (1)	Thermodynamics functions and application of thermodynamics (1)

6	日	熱力学関数と熱力学の応用 (2)	ファンデルワールス気体の状態方程式, 熱平衡状態と相転移, 潜熱, 相転移の臨界点, 飽和蒸気圧, マックスウェルの面積則
	英	Thermodynamics functions and application of thermodynamics (2)	State equation of Van del Waals gas, Thermal equilibrium state and phase transition, latent heat, Critical point of phase transition, Saturated vapor pressure, Maxwell equal area rule.
7	日	熱力学関数と熱力学の応用 (3)	気体中の音速, 気体混合の化学ポテンシャル, ジュール-トムソン過程, クラウジウス-クラペイロンの式, ゴムの熱力学, ネルンスト-プランクの定理 (熱力学第3法則)
	英	Thermodynamics functions and application of thermodynamics (3)	Velocity of sound, Chemical potential change at gas mixing, Joule-Thomson process, Clausius-Clapeyron's equation, thermodynamics of rubber, Nernst-Planck theorem (The third law of thermodynamics)
8	日	中間試験	熱力学に関する中間試験
	英	Midterm exam	Midterm exam about thermodynamics
9	日	統計力学の基礎 (1)	熱力学と統計力学, 解析力学の要点, ラグランジュの運動方程式, ハミルトンの運動方程式, 位相空間( $\mu$ 空間, $\Gamma$ 空間)
	英	Basics of statistical mechanics (1)	Thermodynamics and statistical mechanics, Key point of analytical mechanics. Lagrange equation. Hamilton equation. Phase space( $\mu, \Gamma$ ).
10	日	統計力学の基礎 (2)	エネルギー超曲面, エルゴード仮説, 等重率の原理, ボルツマンの式, 小正準 (ミクロカノニカル) 分布, デュロン-ブティの法則, アインシュタインの比熱模型,
	英	Basics of statistical mechanics (2)	Energy hypersurface. Ergodic hypothesis, Principle of equal a priori weights, Boltzmann equation, Micro canonical distribution, Dulong-Petit law, Einstein model of specific heat,
11	日	統計力学の基礎 (3)	状態数と粒子分布, ラグランジュの未定乗数法, 分配関数, マックスウェル-ボルツマン分布則
	英	Basics of statistical mechanics (3)	Number of states, Distribution of particle in phase space, Lagrange multiplier method, Distribution function, Law of Maxwell-Boltzmann distribution,
12	日	統計力学の基礎 (4)	統計的ゆらぎ, マックスウェルの速度分布, 孤立2準位系のショットキー型比熱, ゴムのエントロピー弾性, 双曲線関数
	英	Basics of statistical mechanics (4)	Statistic deviation, Maxwell distribution of velocity, Shockley-type Specific heat in isolated binary state system, Entropy elasticity of rubber, Hyperbolic function.
13	日	正準分布と大正準分布 (1)	正準 (カノニカル) 分布の導出と応用, 分配関数と熱力学変数, エネルギーゆらぎ, 2原子分子のモル比熱, 電気双極子と感受率, 磁気双極子と帯磁率, 熱擾乱とキュリーの法則
	英	Canonical distribution and grand canonical distribution (1)	Derivation of canonical distribution, Relation between distribution function and thermodynamic parameters, Energy deviation in canonical system, Specific heat of 2-atoms molecule, Electric dipole and electric sensitivity, Magnetic dipole and susceptibility
14	日	正準分布と大正準集合 (2)	大正準 (グランドカノニカル) 分布の導出と応用, グランドポテンシャル, 量子統計, ボース粒子とフェルミ粒子, ボース分布, ボース-アインシュタイン凝縮, フェルミ分布, フェルミエネルギー, 物性物理学への連結
	英	Canonical distribution and grand canonical distribution (2)	Derivation of grand canonical distribution, Grand potential, Quantum statistic, Bose particles and Fermi particle. Bose statistics, Bose-Einstein condensation, Fermi statistics. Fermi energy, Connection to condensed matter physics.
15	日	統計熱力学 講義のまとめ	熱力学と統計力学, 物理学の体系, 演習課題解説
	英	Summary	Thermodynamics and statistical mechanics, System of Physics, Explanation of assignments.

## 履修条件 Prerequisite(s)

日	特になし。本科目の理解を深めるため「基礎解析Ⅱ」, 「数学演習Ⅱ」の履修を推奨する。
英	In order to deepen the understanding of this course, it is recommended to take "Basic Calculus II" & "Exercises in Mathematics II".

授業時間外学習 (予習・復習等) Required study time, Preparation and review	
日	復習はとても効果的です。講義後 2~3 時間程度かけて、教科書や講義中に配布したプリントの隅々まで細かく読みなおしてください。演習問題はどのような参考書を見てもよいから自分で解いてみて下さい。どこまで自分が理解できているのかが分かることが大切です。
英	Review work after lecture for 2 to 3 hours reading details of the textbook and the handouts given in the lecture is very effective. The key point is to solve exercise problems by your own effort, no matter what kind of reference book you may see, because you can clearly see the depth of your understanding.

教科書/参考書 Textbooks/Reference Books	
日	(教科書)「熱・統計力学 講義ノート」 森成隆夫著 (サイエンス社)  (参考書)「キーポイント 熱・統計力学」 相沢洋二著 (岩波) (参考書)「ゼロからの熱力学と統計力学」 和達ほか (岩波)
英	(text book) "Metsu toukei rikigaku kouginoto (in Japanese)" Takao Morinari, (Saiensu-sya)  (reference) "Keypoint netsu toukei rikigaku (in Japanese)" Yoji Aizawa, (Iwanami) "Zero kara no neturikigaku to toukei rikigaku (in Japanese)" Wadachi et al, (Iwanami)

成績評価の方法及び基準 Grading Policy	
日	中間試験および学期末試験を実施し、目標達成度の評価基準に基づき評価する。(70%) 演習課題を科し 2 回程度のレポート提出で理解度を評価する。(30%) 合格点は合計 60 点以上。
英	The midterm and term-end exam: 70% Submission of the paper (exercise related electromagnetism) (2 times): 30%  The qualifying score: 60 point or higher.

留意事項等 Point to consider	
日	レポート作成において、盗用・剽窃行為(他人の文章・語句・図・説などを盗んで使うこと)は厳禁です。
英	Plagiarism is strictly prohibited in preparation of the report.