

2025 年度シラバス

科目分類/Subject Categories			
学部等/Faculty	/工芸科学部 : /School of Science and Technology	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	/2年次 : /2nd Year
課程等/Program	/専門基礎科目 : /Specialized Foundational Subjects	学期/Semester	/後学期 : /Second term
分類/Category	/物理学 : /Physics	曜日時限/Day & Period	/火 2 : /Tue.2

科目情報/Course Information				
時間割番号 /Timetable Number	11012201			
科目番号 /Course Number	11060073			
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	量子力学 : Quantum Mechanics			
担当教員名 / Instructor(s)	/三瓶 明希夫 : SANPEI Akio			
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	B_PS3320			

授業の目的・概要 Objectives and Outline of the Course	
日	物理、化学、生物などの科学諸分野の枠を越えて、いろいろな物質の性質の本質を理解するには量子力学の知識が必ず必要であり、これは 20 世紀人類の偉大な知的遺産と言える。この講義では量子力学誕生の話から始めて、波動関数、演算子、期待値、不確定性関係などの基本的な概念を学ぶ。また簡単な例で実際にシュレディンガー方程式を解いて、問題解法の基礎を習得する。予備知識のない人でもなじめるように、できるだけ分かりやすく講義を進めます。
英	Knowledge of quantum mechanics is essential to understand the true nature of various substances irrespective of the field of science such as physics, chemistry and biology. Quantum mechanics can be regarded as a great heritage of human knowledge of the 20th century. Starting with the topic of birth of quantum mechanics, we will learn basic concepts of wave function, operator, expectation value, uncertainty relation, and so on in this lecture. Moreover, we can learn the basics of solving Schroedinger equations in elementary examples. This lecture will be presented as plainly as possible so that even students without preliminary knowledge can easily follow.

学習の到達目標 Learning Objectives	
日	古典力学と対比しつつ、量子力学の基礎的で独特の考え方に親しむ。 簡単な問題でシュレディンガー方程式を解いてみて、問題解法に必要な数学的基礎を学ぶ。
英	To be familiar with fundamental and specific concepts of quantum mechanics by comparing with classical mechanics. To learn mathematical formalisms of quantum mechanics by solving Schrödinger equations for simple problems.

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	量子力学の基礎と独特な考え方について、論理的に説明できる。 量子力学の基礎と独特な考え方について、理解ができる。

	量子力学の基礎について、ある程度の理解ができる。 量子力学の基礎について、理解が不十分。
英	Able to explain about fundamental and specific concepts of quantum mechanics. Able to understand about fundamental and specific concepts of quantum mechanics. Able to understand about some fundamental concepts of quantum mechanics. Unable to understand about some fundamental concepts of quantum mechanics.

授業計画項目 Course Plan		
No.	項目 Topics	内容 Content
1	日 第1章 量子論のはじまり(1) (量子論の誕生)	(1) なぜ古典論ではダメなのか? (2)量子とは? (3)黒体放射とプランクの式
	英 Chap.1 Towards quantum mechanics (1) (How it started)	(1)Why is the classical mechanics invalid? (2)What are the quanta? (3)Black body radiation and Planck's formula
2	日 第1章 量子論のはじまり (2) (ボーア理論)	(4)光は粒か波か? (光の二重性) (5)電子の二重性 (6)原子構造のなぞ (7)ボーアの原子模型
	英 Chap.1 Towards quantum mechanics (2) (Bohr's theory)	(4)Is light particle or wave? (Doubled nature of radiation) (5) Doubled nature of electron (6)Mystery of atomic structure (7)Bohr's atomic model
3	日 第2章 二重性とドブロイ波、 不確定性	(1)二重性とドブロイの仮説 (2)ドブロイ波長 (3)粒を波で表すには? (4)波の群速度と位相速度 (5)ボーア・ゾンマーフェルトの量子条件 (6)不確定性原理とは? (ハイゼンベルグの思考実験)
	英 Chap.2 Doubled nature, De Broglie's wave and uncertainty principle	(1) Doubled nature and De Broglie's hypothesis (2) De Broglie's wave length (3)How to describe a particle by waves (4)Group velocity and phase velocity of wave (5) Bohr-Sommerfeld quantum condition (6)What is uncertainty principle? (Heisenberg's th
4	日 第3章 シュレディンガー方程式と波動関数 (1)	(1)シュレディンガー方程式の導出 (2)波動関数の意味 (確率論解釈) (3)固有値と固有関数 (4)物理量と期待値 (5)期待値の計算
	英 Chap.3 Schrödinger equation and wave function (1)	(1) Derivation of Schrödinger equation (2)Meaning of wave function (Probability interpretation) (3)Eigen value and expectation value (4)Physical quantity and expectation value (5)Calculation of expectation value
5	日 第3章 シュレディンガー方程式と波動関数 (2)	(6)波束とは? (7)簡単なシュレディンガー方程式を解く (1次元自由粒子) (8)シュレディンガー方程式の線形性 (9)エルミート共役演算子とは? (10)エルミート演算子とは? (11)演算子の交換関係
	英 Chap.3 Schrödinger equation and wave function (2)	Chap.3 Schrödinger equation and wave function (2)
6	日 第4章 量子井戸中の粒子	ポテンシャル障壁中に閉じ込められた粒子のエネルギーと波動関数、存在確率を求めよう (量子井戸問題)。 (1)井戸型ポテンシャル問題 (無限高さの壁) (2)井戸型ポテンシャル問題 (有限高さの壁) (3)対称性と縮退 (4)一方向につながった井戸中の粒子
	英 Chap.4 Particles in quantum well	Calculation of energy, wave function and existence probability of particles confined in potential wells (Potential well problem) when the well walls have (1) infinite height and (2)finite height. (3) Potential wells connected to one direction is also co
7	日 第5章 粒子の透過と反射 (1)	階段状ポテンシャル障壁に粒子が入射したときの反射率と透過率を求めよう。古典力学とはかなり違う透過率や反射率が導かれる。 (1)粒子エネルギーが小さいときと (2)大きいときに分けて考えよう。
	英 Chap.5 Transmission and reflection of particle (1)	Calculation of transmission and reflection probability of particle incident to step-wise potential barriers for the cases of (1) small incident energy and (2) large incident energy.
8	日 第5章 波の透過と反射 (2)	有限幅のポテンシャル障壁に粒子が入射したときの反射率と透過率を求めよう。障壁幅が薄いと量子論的効果 (トンネル効果) が現れる。 (3)粒子エネルギーが小さいときと (4)大きいときに分けて考えよう。 次に (4)クローニッヒ・ベニイモデルを使って周期的なポテンシャル障壁を扱ってみよう。これから結晶中電子がエネルギーバンドをもつ理由が分かる。

	英	Chap.5 Transmission and reflection of particle (2)	Calculation of transmission and reflection probability of particle incident to potential barriers of finite width for the cases of (3) small incident energy and (4) large incident energy. A quantum effect called tunneling effect appears when the width is
9	日	第6章 調和振動子 (1)	(1)調和振動子とは？(古典論の復習)(2)調和振動子の量子力学的解法(級数展開法)(3)重要な直交関数系(エルミート多項式)
	英	Chap.6 Harmonic oscillator (1)	(1) What is harmonic oscillator ? (classical mechanics) (2)Quantum mechanical solution by series expansion (3)Important orthonormal functions (Hermite polynomials)
10	日	第7章 調和振動子 (2)	(4)調和振動子の量子力学的解法(ディラックの演算子法)(5)重要な直交関数系(エルミート多項式)
	英	Chap.6 Harmonic oscillator (2)	(4)Quantum mechanical solution by Dirac's operator method (3)Important orthonormal function (Hermite polynomials)
11	日	第7章 水素原子 (1)	(1)水素原子の電子シュレーンジャー方程式(極座標表示)(2)電子波動関数の方位依存性
	英	Chap.7 Hydrogen atom (1)	(1)Schrödinger equation of electron in hydrogen atom (polar coordinate)(2)Directional dependence of electron wave function
12	日	第7章 水素原子 (2)	(3)電子波動関数の動径依存性(4)波動関数の密度分布表示(5)水素のエネルギー準位
	英	Chap.7 Hydrogen atom (2)	(3)Radial dependence of electron wave function (4)Probability density plotting of wave function (5)Energy levels of hydrogen
13	日	第7章 水素原子 (3)	(6)水素電子波動関数2つの量子数(主量子数、方位量子数)の古典的解釈(8)重要な直交関数系(ルジャンドル多項式、ラゲール多項式、球面調和関数)
	英	Chap.7 Hydrogen atom (3)	(6)Classical interpretation two (principal and azimuthal) quantum numbers (8)(3)Important orthonormal functions (Legendre polynomials, Laguerre polynomials, spherical harmonics)
14	日	第8章 軌道角運動量とスピン角運動量	(1)軌道角運動量演算子と固有関数の行列表示(2)昇降演算子の行列表示(3)角運動量の才差運動と方向量子化(4)スピンの発見(5)スピン行列とスピン量子数(6)軌道角運動量とスピン角運動量の合成
	英	Chap.8 Orbital and Spin angular momentum	(1)Matrix representation of orbital angular momentum operator and Eigen function (2) Matrix representation of raising and lowering operator (3) Precession and spatial quantization of angular momentum (4)Discovery of Spin (5)Spin matrix and spin quantu
15	日	組み立て原理	原子の組み立て原理と周期表
	英	Chap.9 Aufbau principle	Aufbau principle of atom and periodic table

履修条件 Prerequisite(s)

日	予備知識は特に不要です。古典力学の経験があれば理解しやすい。各章の平易な演習問題を必ず自分で解くこと。それによって量子力学の数学的取り扱いに素早く習熟できます。
英	No preliminary knowledge is needed. Experience of classical mechanics will facilitate the understanding. Students should solve plain exercise problems of each chapter by themselves to get used to mathematical formalism of quantum mechanics quickly.

授業時間外学習(予習・復習等)

Required study time, Preparation and review

日	量子力学の数学的な手法に最も素早く習熟できますから、適当な演習問題を自分で解いてみて下さい。受講した後で2, 3時間かけて復習することは極めて効果的です。
英	Students are strongly recommended to solve exercise problems by themselves as the quickest way to learn mathematical formalism of quantum mechanics. Reviews taking 2-3 hours after lecture are very effective.

教科書/参考書 Textbooks/Reference Books

日	教科書「初歩から学ぶ量子力学」(佐藤博彦・著, 講談社), ISBN:978-4-06-535340-0 加えて, 適宜資料を配布することがある。
英	KODANSHA Ltd. "Quantum Mechanics" (by H. Sato), ISBN:978-4-06-535340-0

	Some resumes would be provided in the lecture.
--	------------------------------------------------

成績評価の方法及び基準 Grading Policy	
日	レポートあるいは小テストを課す。成績評価は学期末に行う試験（70%）とレポートあるいは小テスト（30%）の合計で行う。中間試験を行った場合は、それも考慮する。
英	Results of the class will be evaluated by the reports or short tests (30 percent) and scores of the term exam (70 percent). Score of intermediate examination will be considered, if it is carried out.

留意事項等 Point to consider	
日	
英	