

2025 年度シラバス

科目分類/Subject Categories			
学部等/Faculty	/工 芸 学 部 : /School of Science and Technology	今年度開講/Availability	/無 : /Not available
学域等/Field	/生 命 物 質 科 学 域 : /Academic Field of Materials and Life Science	年次/Year	/3 年次 : /3rd Year
課程等/Program	/物 質 工 学 課 程 ・ 課 程 専 門 科 目 : /Specialized Subjects for Undergraduate Program of Chemistry and Materials Technology	学期/Semester	/後学期 : /Second term
分類/Category	/ : /	曜日時限/Day & Period	/ : /

科目情報/Course Information				
時間割番号 /Timetable Number				
科目番号 /Course Number	11560033			
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	固体電子論 : Solid State Electronics			
担当教員名 / Instructor(s)	/湯村 尚史 : YUMURA Takashi			
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	新しい時代の材料科学では、多種多様な物質を扱わなければならない。材料として使われる物質は原子核と電子からなっており、その化学的、物理的性質の大部分は固体の中の電子や原子の挙動で決まる。半導体デバイス、磁性体、蛍光材料など、いずれにおいても固体の中の電子や原子の挙動を理解することなしには、それらの物性を正しく理解することは不可能である。簡単な量子論的観点から、固体中の電子や原子の挙動を理解することを目的とする
英	In modern material science, various viewpoints have be required to be treated. Chemical and physics properties of materials, composed by electrons and atomic nuclei, are determined by the movement form of atoms and electrons surrounding atomic nuclei in solids. Thus, we cannot understand correctly physical properties of semiconducting devices as well as magnetic and fluorescence materials, without understanding behaviors of their electrons and atoms in solids. This course will aim at obtaining basic idea on behaviors of electrons surrounding nuclei set up periodically in solids from a simple viewpoint of quantum mechanics.

学習の到達目標 Learning Objectives	
日	固体中の電子および原子の概念:古典力学と量子力学を理解する 波数ベクトルによる電子の表現を理解する : k 空間 周期場における電子の表現: ブロッホ関数を理解する 固体のフォノンと熱的性質の関係を理解する 周期場における電子のエネルギーの表現を理解する: E-k 曲線の構築 ブリルアンゾーンの概念の理解とそのバンド構造への応用 バンド理論による固体中の電子の挙動の理解

英	Concepts of electrons in solids: classical and quantum mechanics Description of electrons by using wavevectors : k space Description of electrons in periodic boundary condition: Bloch function Understanding relationship between phonons and thermal properties of solids Energies of electrons in periodic boundary condition (E): E-k relationship Understanding concepts of Brillouin Zone and its application to band structures Understanding behaviors of electrons in solids by utilizing band theory
---	---

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	結晶構造の周期性	単位胞と格子ベクトル、7つの結晶系と14のブラベー格子
	英	Crystal structure and its periodicity	Unit cell and lattice vectors, Seven crystal systems and fourteen Bravais lattices
2	日	ブロッホの定理	フーリエ変換 ブロッホ関数、周期場における電子の挙動
	英	Bloch theorem	Fourier transformation, Bloch function, Behaviors of electrons in periodic boundary condition
3	日	逆格子 (1)	逆格子、ブリュアンゾーン、k 空間
	英	Reciprocal lattice (1)	Reciprocal lattice, k space, Brillouin zone
4	日	逆格子 (2)	逆格子を用いたラウエ条件の理解 回折現象
	英	Reciprocal lattice(2)	Understanding Laue condition by using reciprocal lattice, diffraction
5	日	格子力学 (1)	1次元格子の格子振動
	英	Lattice dynamics (1)	Lattice dynamics (1)
6	日	格子力学 (2)	3次元格子の格子振動 ブリュアンゾーンの折りたたみ
	英	Lattice dynamics (2)	Folding of Brillouin zone, lattice vibration for three-dimensional lattice
7	日	音響フォノンと格子比熱	ブフォノンと格子比熱
	英	Phonons and lattice specific heat	Acoustic and optical phonons, lattice specific heat
8	日	自由電子論 (1)	自由電子モデル、周期的境界条件
	英	Free electron theory (1)	Free electron model, periodic boundary condition
9	日	自由電子論 (2)	状態密度、フェルミエネルギー
	英	Free electron theory (2)	density of state, Fermi energy
10	日	有限温度における自由電子 (1)	フェルミ・ディラック関数、ゾンマーフェルト展開
	英	Free electrons at finite-temperature (1)	Fermi-Dirac function, Sommerfeld expansion
11	日	有限温度における自由電子 (2)	有限温度における自由電子の全エネルギー、電子比熱
	英	Free electrons at finite-temperature (2)	The total energy of free electrons at finite-temperature, electron specific heat
12	日	ほとんど自由な電子の近似 (1)	周期ポテンシャルを考慮したシュレーディンガー方程式
	英	Nearly free electron approximation (1)	Schrodinger equations involving periodic potentials
13	日	ほとんど自由な電子の近似 (2)	空格子近似、ほとんど自由な電子の近似、バンドギャップ
	英	Nearly free electron approximation (2)	Empty lattice approximation, Nearly free electron approximation, band gaps
14	日	強束縛近似 (1)	原子軌道、バンド構造
	英	tight-binding approximation (1)	atomic orbitals, band structures
15	日	強束縛近似 (2)	有効質量、金属、半導体、絶縁体
	英	tight-binding approximation	effective mass, metals, semiconductor, insulator

	(2)	
--	-----	--

履修条件 Prerequisite(s)	
日	無機化学、および物理化学、特に量子化学の基礎知識は身に付けておくほうが望ましい
英	Gaining basic knowledge on inorganic chemistry, and physical chemistry especially quantum chemistry is desirable.

授業時間外学習（予習・復習等） Required study time, Preparation and review	
日	授業内容はやや高度であり、講義を聴いているだけでは理解できない。理解する方向での予習や復習が望まれる。また、卒研に無機材料系の研究室を希望する学生はぜひ挑戦してほしい。
英	This course contains an issue slightly difficult to understand by only listening to lectures. Do preparation for the lessons and review the lessons. Further time will be needed to take an end-of term examination together with making reports to answer a question given in each lesson. One who will to go labs discussing inorganic chemistry materials will be recommended to take this course.

教科書／参考書 Textbooks/Reference Books	
日	（教科書）「初歩から学ぶ固体物理学」（矢口 裕之 著、講談社） （参考書）「固体物理の基礎（上 I）」（アシュクロフト マーミン著、松原武生他 訳、吉岡書店）
英	Textbook: Solid State Physics, Hiroyuki Yaguchi, (Koudansha, Tokyo) Reference book: Solid State Physics, Neil W. Ashcroft and N. David Mermin (Saunders College)

成績評価の方法及び基準 Grading Policy	
日	学期末にかす試験（定期試験）および 授業時に課すレポートの結果に応じて評価する。試験の結果を 50%，レポートの結果を 50%として評価し，その合計点が 60 点以上を合格とする。
英	End-of term examination (50 %) and reports given in each lesson (50 %)

留意事項等 Point to consider	
日	
英	