

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	/電子システム工学専攻 : /Master's Program of Electronics	学期/Semester	/第1クォータ : /First quarter
分類/Category	/授業科目 : /Courses	曜日時限/Day & Period	/木 3 : /Thu.3

科目情報/Course Information				
時間割番号 /Timetable Number	62104301			
科目番号 /Course Number	62160061			
単位数/Credits	1			
授業形態 /Course Type	講義 : Lecture			
クラス/Class				
授業科目名 /Course Title	量子物性特論 : Quantum Condensed Matter Physics, Advanced			
担当教員名 / Instructor(s)	/三浦 良雄 : /MIURA Yoshio			
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	本講義では、量子物性において近年注目されているさまざまな物理現象の理解を目的として、その起源を基礎的な立場から丁寧に解説する。まず、学部での電子物性の復習として、自由な電子の振る舞いと周期ポテンシャル中の電子状態、そしてエネルギーバンド理論について、概説する。そして、磁性スピントロニクス材料と量子トポロジカル材料の理解に向けて、重要となる物理概念と現象の解説を行う。
英	In this lecture, origins of various physical phenomena that have recently attracted much attention in quantum properties are explained from a fundamental point of view for understanding quantum condensed matter physics. First, as reviews of electronic properties, the behaviour of free electrons and electronic states in periodic potentials, as well as energy band theory, will be outlined. Then, the physical concepts and phenomena relevant to the understanding of magnetic spintronic and quantum topological materials are explained.

学習の到達目標 /Learning Objectives	
日	自由電子の振る舞いを理解する。 エネルギーバンド理論を理解する。 磁気物性の基礎についてその概要を理解する。 スピントロニクス量子物性についてその概要を理解する。 トポロジカル量子物性についてその概要を理解する
英	Understand the behavior of free electrons. Understand the theory of energy band. Understand the fundamental physics in magnetic materials.

Understand the fundamental physics in quantum spintronic materials.
Understand the fundamental physics in quantum topological materials.

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	量子物性序論	量子物性とその応用、2電子問題、クーロン相互作用と交換相互作用、共有結合、結晶構造とブラベー格子、逆格子ベクトル
	英	Introduction of quantum condensed matter physics	About quantum condensed matter physics and its applications, Two-electron problem, Coulomb interaction and exchange interaction, Covalent bond, Crystal structure and Bravais lattice, Reciprocal lattice vectors
2	日	自由な電子の振舞い	自由電子のシュレディンガー方程式、平面波の固有状態、フェルミ面、フェルミ・ディラック分布、状態密度
	英	Behavior of free electrons	Schrodinger equation of free electrons Eigenstate of plane wave, Fermi surface, Fermi-Dirac distributions, Density of states
3	日	結晶の周期ポテンシャルの性質	X線回折のブラッグ条件とラウエの定式化、結晶の周期ポテンシャルのフーリエ級数展開、ブロッホの定理
	英	Properties of periodic potential of crystals	Bragg condition and Laue formulation of X-ray diffraction, Fourier series expansion of periodic potential, Bloch theorem
4	日	エネルギーバンド理論	周期ポテンシャルを含む電子のシュレディンガー方程式、永年方程式、エネルギーギャップ、金属・半導体・絶縁体のバンド構造
	英	Energy band theory	Schrodinger equation of electrons in periodic potentials, Energy gap, Secular equation, Band structure of metals, Semiconductors and insulators
5	日	磁性物理の基礎	ハイゼンベルグモデル、磁石の性質、スピン軌道相互作用、結晶磁気異方性、ストナー理論、いろいろな交換相互作用、ジャロシンスキー守谷相互作用、スキルミオン
	英	Fundamental physics of magnetism	Fundamental physics of magnetism
6	日	スピントロニクス量子物性	半導体へのスピン注入、円偏光による電子遷移の選択則、ラシュバ効果・ドレッセルハウス効果、磁気抵抗効果、磁気メモリ
	英	Quantum physics of spintronics	Spin injection into semiconductor, Selection rules of electronic transition by circular polarization, Rashba and Dresselhaus effect, Magneto-resistive effect, magnetic memory
7	日	量子トポロジカル材料	ベリー位相、トポロジカル絶縁体、ワイル半金属、スピンホール効果、異常ネルンスト効果
	英	Quantum topological materials	Berry phase, Topological insulator, Weyl semimetal, Spin-Hall effect, Anomalous Hall effect
8	日	量子物性のまとめ	量子物性のまとめ
	英	Summary of quantum condensed matter physics	Summary of quantum condensed matter physics
9	日		
	英		
10	日		
	英		
11	日		
	英		
12	日		
	英		

13	日		
	英		
14	日		
	英		
15	日		
	英		

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	講義の後、レポート問題を課すので、期限内に提出すること。
英	A report will be assigned after lectures and must be submitted by the due date.

教科書／参考書 /Textbooks/Reference Books	
日	固体物理の基礎（上・I）－固体電子論概論－アシュクロフト／マーミン（吉岡書店） その他、必要があれば、授業の際に紹介する。
英	Solid State Physics -Ashcroft/Mermin- BROOKS/COLE Other texts will be introduced at the lecture, if necessary.

成績評価の方法及び基準 /Grading Policy	
日	レポート課題をもとに成績を評価する。
英	The score will be evaluated by submitted reports.

留意事項等 /Point to consider	
日	
英	