

応用物理学専攻

1. 応用物理学専攻は次の基幹講座及び協力講座で構成されている。
- ① 基幹講座 [() は専門分野数]
 応用界面物理学 (1), 応用物性物理学 (5), 応用材料物理学 (4)
- ② 協力講座
 金属材料研究所 [1 研究施設]
 附属強磁場超伝導材料研究センター
 多元物質科学研究所 [2 研究部門, 1 研究施設]
 無機材料, 計測, マテリアル・計測ハイブリッド研究センター
 材料科学高等研究所

2. 面接試問の際、指導教員についても希望を聞く予定である。

講座又は研究所等 (専門分野又は研究部門等)	教 員 名	研 究 テ ー マ
応用界面物理学講座 (スピントロニクス分野)	教 授 大兼 幹彦	電子のもつスピンの特性を最大限に生かしたエレクトロニクスである、スピントロニクス (スピントロニクス) という学問分野が最近注目されています。私達の研究室ではスピンの織りなす新しい現象の発見とそれを用いた最先端デバイスの研究開発を行っています。具体的には、脳や心臓などから生じる微弱な磁場を検出可能な、超高感度生体用磁気センサ等に関する研究です。
応用物性物理学講座 (数理物理学分野)	准教授 吉留 崇	統計力学や情報科学をベースにしたプログラミングやデータ解析を行い、タンパク質分子の動作メカニズムの理論構築、ならびに構築した理論の創薬への応用を目指します。 (研究例) <ul style="list-style-type: none"> ・統計力学と深層学習の融合：タンパク質水和分布の高速予測法の開発 ・分子動力学シミュレーションを用いたタンパク質の物性研究 ・マニフォールド学習を用いたコヒーレントX線回折イメージング実験データ解析法の開発,
応用物性物理学講座 (基礎物性物理学分野)	准教授 清水 幸弘	もつれが強い量子状態の理解のために量子コンピュータの利用が期待されています。私たちの研究室は、量子コンピュータを効率よく用いるための計算アルゴリズム (量子アルゴリズム) に関する研究を実施しています。量子力学、物性物理学、量子情報理論を基盤とし、多自由度系を取り扱う新しい計算手法の開拓を目指しています。例えば、時間依存変分アルゴリズムやテンソルネットワークの量子回路へのマッピングアルゴリズムを用いて、強相関状態の時間発展を計算する量子アルゴリズムを開発しています。
応用物性物理学講座 (量子計算物質科学分野)	准教授 土浦 宏紀	理論物理学および量子計算の手法をもとに、トポロジカルな量子状態をもつ超伝導体や磁性材料の性質およびそれらを活用した新奇機能を理論的に探求することを目的として、2023年10月に新設された研究室です。現在進行中の研究テーマとして、空間的対称性の破れを伴うトポロジカル超伝導の理論的研究、トポロジカル超伝導における異常な伝導特性を活用した量子計算素子の理論的提案、磁性をもつトポロジカル物質における異常な伝導特性の解析、量子計算におけるVQEアルゴリズムの強相関超伝導への応用、磁性をもつトポロジカル物質の理論的探索と新奇デバイス原理の提案などがあります。
応用物性物理学講座 (光物性学分野)	教 授 藤原 巧* 准教授 寺門 信明	フォトニクス (光) や熱に関わる新材料の探索と光・熱物性、光による新規プロセス技術の研究開発を行っています。分光学的手法による物質の秩序/無秩序構造の形成メカニズムの解明や局所応力による強化ガラスの非接触・非破壊評価などを研究しています。光や熱の自在な制御を可能とする光非線形性、スピン熱伝導性、電子強相関による潜熱相転移、さらには発光・残光特性などに着目し、機能性光ファイバや薄膜熱制御回路、全固体型蓄熱材料、生体温計測用の発光材料の開発研究も推進しています。

講座又は研究所等 (専門分野又は研究部門等)	教 員 名	研 究 テ ー マ
応用物性物理学講座 (量子情報物理学分野)	教 授 松枝 宏明	エンタングルメントをはじめとした量子情報論的知見が、物理学の様々な分野で必要不可欠な武器となっています。本研究室では、量子情報の観点から量子物性・数理物理・時空物理など多彩な問題を統合的に扱い、次世代物理学の数理的基盤構築を目指します。特に興味を持っている問題は以下の通りです：量子多体系の非平衡ダイナミクス（動的相制御や量子ビット多体系の緩和過程）、量子測定や量子計算などの量子技術の基礎物理、トポロジカル物性、複合励起演算子法やテンソルネットワーク・特異値分解による量子多体系の解析技術、量子古典変換に基づく情報と時空の研究
応用材料物理学講座 (機能結晶学分野)	教 授 宮崎 讓 准教授 林 慶	カーボンニュートラルの実現に向けて、未利用排熱から発電できる熱電変換材料と熱電発電デバイスの研究開発を行っています。また、赤外波長域の太陽光を吸収する太陽光発電材料、ポストリチウムイオン電池正極材料の基礎研究、および高温超伝導体の探索を行っています。合成した各種材料の結晶構造を X 線回折や中性子回折を用いて詳細に解明し、その電子構造を計算して材料設計を行うとともに、物理特性を評価して、高性能化を目指しています。
応用材料物理学講座 (低温・超伝導物理学分野)	教 授 山下 太郎 准教授 加藤 雅恒	超伝導量子計算機の要素素子である超伝導量子ビットや、超伝導/強磁性ハイブリッド素子の π 接合、超伝導単一光子検出器、量子増幅器など、超伝導量子デバイスの研究開発を進めています。また、室温超伝導の発見およびメカニズムの解明を目指して、ソフト化学法を用いて超伝導物質の探索的研究および基礎物性研究を行っています。
応用材料物理学講座 (生物理工学分野)	教 授 鳥谷部祥一 准教授 中村 修一	生命現象のような「自律的で柔らかいシステム」の物理学や工学を探求しています。特に、バクテリア運動や生体分子モーターなどの機械的運動、および、遺伝情報の複製機構などの情報処理について調べることで、熱ゆらぎが支配的な微小スケールで働く自律システムの物理学を研究しています。さらに、得られた基礎知識を元に、生体分子を利用した人工ナノマシンなど、新規工学技術の開発にも挑んでいます。本研究室では、基礎から応用まで含む生命現象の総合的な理解と制御を目指しています。
応用材料物理学講座 (光機能材料物理学分野)	教 授 小野 円佳	令和5年4月開講の新しい研究室です。量子暗号通信などに利用される光量子状態をつくる、または伝搬するための材料の研究をしています。ガラスはランダムな構造を持ち、粒界などの散乱部分が生じにくいため光の操作に適しています。しかし、現在利用されている光ファイバは構造の揺らぎが顕著で散乱損失が大きく、量子情報を十分遠くまで伝えられません。揺らぎの抑制により、究極に透明な光伝達材料を創ることができそうです。このように、ランダムな構造を持つ材料中の揺らぎを制御したり、逆に積極的に構造を誘起することで、新しい光機能性を持つ材料の創成を行っています。

講座又は研究所等 (専門分野又は研究部門等)	教 員 名	研 究 テ ー マ
金 属 材 料 研 究 所 (強磁場超伝導材料研究センター)	教 授 淡路 智 准教授 木村尚次郎 准教授 土屋 雄司	本センターは世界的に5カ所しかない有数の定常強磁場施設として知られています。強磁場発生のために必要な、超伝導材料の開発や強磁場マグネットの開発を行うとともに、30Tを発生するハイブリッドマグネットを筆頭に20T超伝導マグネットや25T無冷媒超伝導マグネットなどによる強磁場を用いた物性研究や、磁場中での新材料作製プロセスなどの研究を行っています。
多元物質科学研究所 (ナノスケール磁気機能 研究分野)	教 授 岡本 聡	磁性材料はモーターやパワエレ受動素子などとして、近年の自動車および航空機の電動化やカーボンニュートラルなどの社会課題に大きく貢献できる分野です。当研究室ではこれらの中心課題である高性能永久磁石材料や超低損失軟磁性材料の実現を目指して、ナノスケールにおける基礎物性の観点から物理現象を解き明かし、実用化につなげる研究を進めています。
多元物質科学研究所 (放射光ナノ構造 可視化研究分野)	教 授 高田 昌樹* 准教授 江島 丈雄 准教授 山本 達	波長 10 nm 程度の軟X線を利用した半導体超微細露光技術やバイオ研究の新たな発展が期待されている。この軟X線を自在に繰るため、世界に先駆けて、薄膜の干渉作用を利用した高機能・多機能の軟X線光学素子を開発し、軟X線光学技術を確立することを目指している。その一環として、軟X線顕微鏡を開発し、微小領域の電子状態評価や生物試料の高分解能顕微観察への応用を研究している。また、顕微鏡の高分解能化を進めるため、新しい対物鏡システムの開発を行っている。
多元物質科学研究所 (量子電子科学研究分野)	教 授 高橋 正彦 准教授 渡邊 昇	物質の中では色々な電子が様々な運動しており、それらが物質の性質を決めている。本研究室は、物質内電子の運動等を可視化する種々の新規高速電子散乱分光法の開発により、物質の反応性や機能性の起源の解明に直接的に迫ることを目的として、以下の研究を主として進めている。 ①複合的時間分解電子散乱分光の開発による化学反応の駆動原理の可視化 ②電子運動量分光による分子軌道の運動量空間イメージング ③多次元同時計測法の開発による電子・分子衝突立体ダイナミクス
多元物質科学研究所 (量子光エレクトロニクス 研究分野)	教 授 秩父 重英 准教授 嶋 紘平	殺菌や未知のウイルス不活化による水・空気の浄化が可能な深紫外(DUV)発光デバイスや、Beyond 5G・脱CO2高周波パワー素子に用いられる禁制帯幅の大きい先端窒化物・酸化物半導体の研究を行う。また、光(電磁波)と励起子(電子とその逆の電荷を持つ正孔の結合量子)の機能を融合するポラリトンレーザの研究を行う。このため、分子層ごとに結晶成長を制御するエピタキシャル成長を行って量子構造を形成し、100フェムト秒幅の光パルス・電子パルスを用いた発光の局所的な動的観測も行う。
材料科学高等研究所 (スピントロニクス 材料研究分野)	教 授 水上 成美	電子や光子には「スピン」という量子力学的な性質があり、それをフル活用した次世代の電子・光デバイスや、それらデバイスの原理となる物理、またデバイスの骨格となる先端材料の研究を行っています。例えば、磁性体と半導体を組み合わせた磁気抵抗素子の研究を進めており、不揮発性スピントロニクスメモリの高性能化を目指しています。また、半導体であるダイヤモンドを用いた「量子センシング」の研究を進めており、量子・スピントロニクスセンサーの高性能化・高機能化を目指しています。

備考：より詳細なことを知りたい場合は、工学研究科電子情報システム・応物系教務担当〔TEL(022)795-7186〕に問合せ下さい。

◎表中の記号の意味

〔教員名〕

* 2025年3月にて定年退職予定

** 2026年3月にて定年退職予定