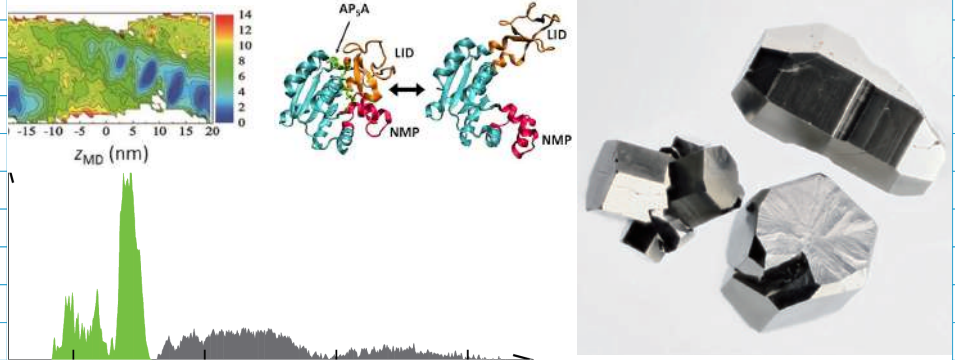
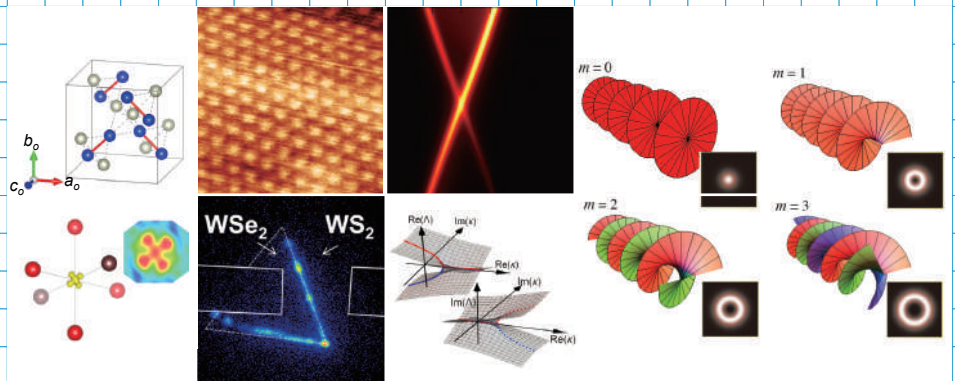


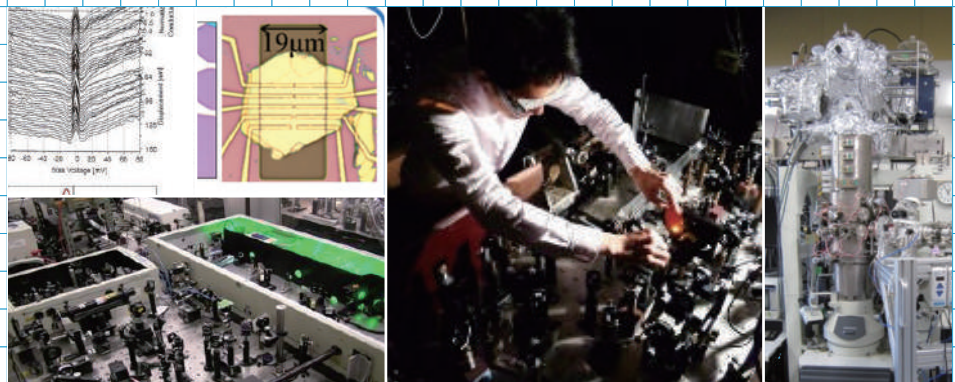
DEPARTMENT



APPLIED



PHYSICS



応用物理学とは

皆さんが教科書で学んだ物理の数式や法則が、新しい現象・材料・デバイスへと姿を変え、社会を支える技術へと発展していく、そのフロンティアに位置するのが応用物理学です。応用物理学専攻では、理論・実験・計算科学を横断しながら、基礎物理を出発点に“まだ誰も見たことのない技術”を創出し、未来社会を支えます。

研究内容について

量子科学、データサイエンス・AI、先端材料という三つの柱から、未来の社会基盤を創り出す研究を推進します。原子・電子・光子の精密制御に基づく量子科学は、日常の物理法則とは異なる量子の特性を活かし、量子物質の創成、量子情報の制御、量子シミュレーション、量子ビーム科学を通して、次世代の計算・通信・計測技術を切り拓きます。データサイエンス・AIに基づくマテリアルズ・インフォマティクスやタンパク質のバイオインフォマティクスは、高速計算アルゴリズムを駆使して膨大なデータの中から未知の法則を見出し、AIによる新材料開発や革新的な創薬技術の創出を加速します。さらに、原子レベルの材料デザインに基づく先端材料は、原子層物質、超伝導物質、強相関物質、磁性材料などにおける新物性の解明を通して、従来自然界には存在しなかった新しい機能を開拓し、次世代のエレクトロニクスの可能性を大きく広げます。未知を解き明かし、自らの発見で世界を動かす。次の時代を支える研究者・技術者として飛躍したい皆さんを、私たちは待っています。



研究室紹介

科学と技術の“架け橋”の応用物理学専攻ですから、研究内容も多種多様です。次ページ以降の研究室紹介からあなたに合った研究室を選ぶことができます。

最新情報は
こちら



物性基礎工学研究グループ

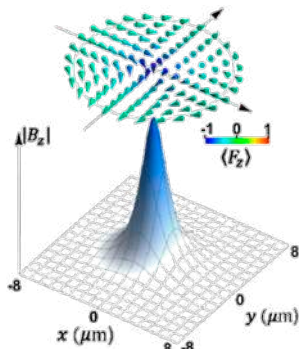
田仲由喜夫 教授、川口由紀 教授、矢田圭司 助教、古谷浩一郎 YLC 特任助教

Key Words

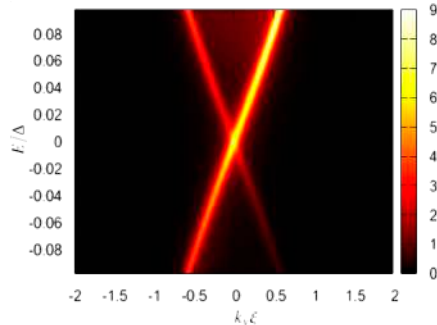
超伝導、磁性体、冷却原子気体、量子シミュレーション、トポロジカル量子現象、量子多体系現象

本研究グループでは、量子コンピュータなどの次世代量子技術を支える基礎物理の理論研究を行っています。量子技術の多くは、電子や原子が集団として振る舞うことで現れる特別な量子現象に基づいています。固体の中には 10^{20} 個以上もの電子が存在し、それらが集団として振る舞うことで、一つ一つの電子だけでは現れない新しい性質が生まれます。代表的な例が、電気抵抗がゼロになる超伝導や、物質が磁石として振る舞う磁性です。また、レーザーなどを用いて原子を極めて高精度に制御すると、複雑な量子現象を人工的に再現することができます。このように量子系を使って物質の振る舞いを調べる研究は「量子シミュレーション」と呼ばれ、量子技術の基礎を理解するうえで重要な役割を果たします。

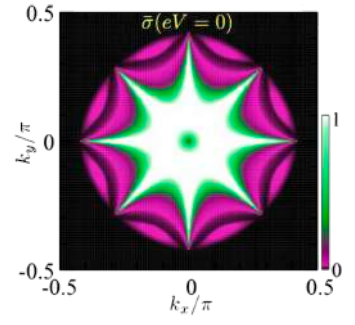
本研究グループでは、量子力学・統計力学・電磁気学などの理論とコンピュータシミュレーションを用いて、超伝導・磁性体・冷却原子気体を中心に、これらの量子現象の仕組みを研究しています。特に「トポロジー」という概念に着目し、トポロジカル量子計算デバイスなど将来の量子技術につながる新しい量子現象の理解を目指しています。



人工ゲージ場によりつくられる 磁化構造(上)と有効磁場(下)



トポロジカル超伝導体の端での状態密度



新奇超伝導体における表面電子状態

量子物性工学研究グループ

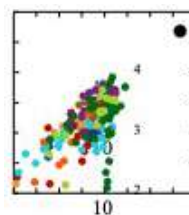
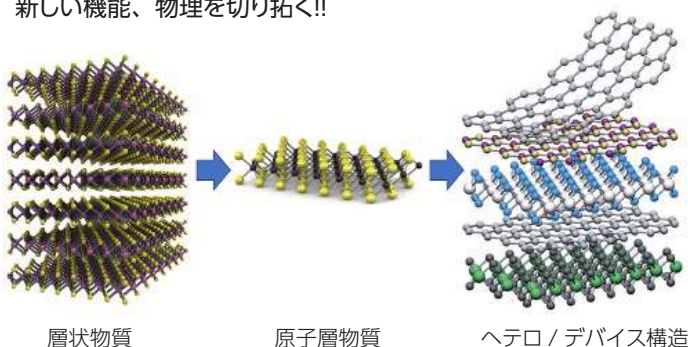
竹延大志 教授、中埜彰俊 講師

Key Words

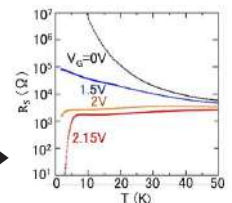
層状結晶、原子層科学、電界効果トランジスタ、放射光科学

遷移金属ダイカルコゲナイドに代表される層状物質は、磁性や超伝導などの様々な量子物性発現の舞台となっています。当研究室では層状物質が持つユニークな特徴を見つけ、活かすことで基礎から応用まで幅広い分野に挑戦しています。最近では『原子層物質』と呼ばれる、層状物質を数層まで薄くした材料も対象とし、電流励起レーザー素子・全く新しい駆動原理で動作する発光素子や超伝導素子・柔軟性を持つ熱電変換素子など、既存のエレクトロニクスでは実現できない、新材料が拓く新しい物理現象の探索と次世代エレクトロニクスの開発を目指しています。このような新しい機能実現には材料物性の理解が不可欠であり、単結晶育成・電気伝導測定・光学測定・熱起電力測定・磁化測定・放射光測定など様々な方法を用いて研究を進めています。

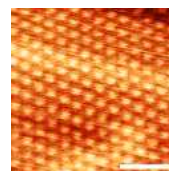
層状物質を合成し、薄くし、集積することで新しい機能、物理を切り拓く!!



熱電

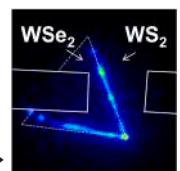


超伝導



ヘテロ構造

発光デバイス



光物理工学研究グループ

岸田英夫 教授、小山剛史 准教授、中村優斗 助教

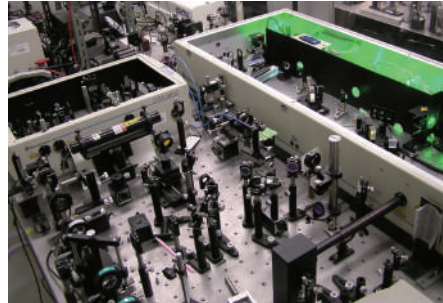
Key Words

レーザー、非線形現象、強相関電子系、低次元電子系、ナノカーボン、共役系高分子、分子性導体

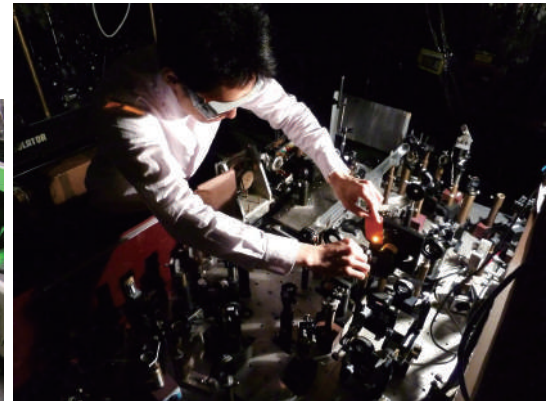
光とは電場と磁場の波です。光を物質に当てると物質中の電子が光電場によって揺り動かされます。レーザー光のような強い光を使うと、当てた光とは異なる波長の光が発生したり、物質中の電子の状態が変化したりします。超短パルスレーザーを用いると、10兆分の1秒もの精度で、電子の様子がどのように変化したのかを調べることができます。光や電子の状態制御を目指し、様々な低次元電子系と光の関係について研究を行っています。

研究テーマの一例：

- ・強相関電子系物質、有機電荷移動錯体のレーザー分光、光物性
- ・導電性高分子の非線形・線形光学応答、伝導現象
- ・ナノカーボン・原子層物質の超高速光学応答
- ・有機絶縁体・誘電体の強電場効果と光学的観察
- ・熱電変換物質の分光実験
- ・バイオマテリアルの光物性



フェムト秒レーザー分光システム



分光実験

数理工学研究グループ

張紹良 教授、曾我部知広 教授、竹田航太 助教

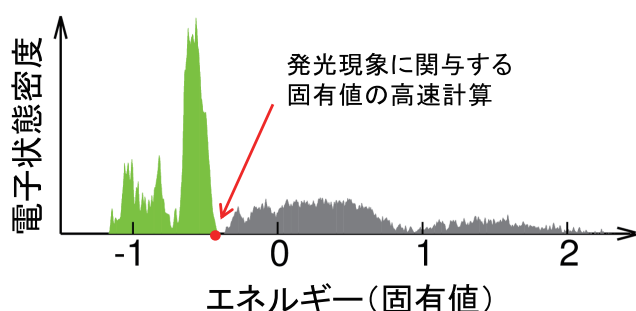
Key Words

科学技術計算、超高速・高精度・ロバストな数値計算アルゴリズム

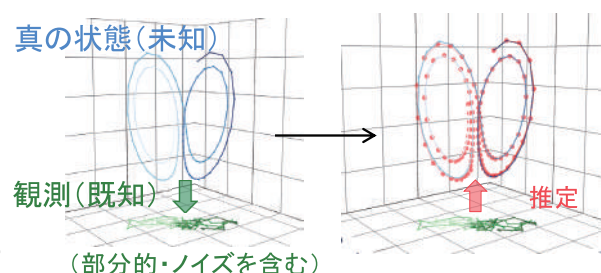
極めて大きな自由度をもつ自然系や人工物系の振る舞いを理解し、予測するため、既知の基礎法則や支配原理から出発した計算機による大規模計算が不可欠です。近年、科学技術計算の進歩はめざましく、その内容は高速計算機の出現によるものだけではなく計算アルゴリズムの驚異的な進歩によるものであり、計算機が速くなればなるほど数値計算アルゴリズムの速さがますます重要になるといえます。

そこで、本グループでは数値解析学・応用数学の基礎理論に基づいて「*citius* (より速く)、*accuratior* (より高精度)、*robustior* (よりロバストに)、*elegantior* (よりエレガントに)」をキャッチコピーとして高性能計算アルゴリズムの開発に関する研究を行ない、それらを用いて物理・工学的諸問題に対する(量子コンピュータを含む)計算機上での数値的な解明に寄与します。

電子構造計算のための高速アルゴリズム



微分方程式系の状態推定



構造物性工学研究グループ

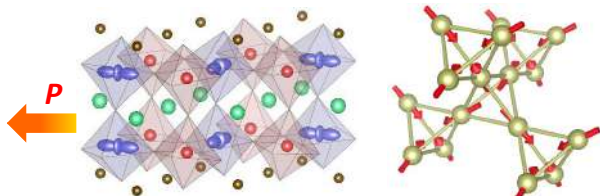
佐賀山 基 教授

Key Words

放射光、量子ビーム、磁性、多極子、構造物性、交差相関物性

我々は、物質がもつ複数の自由度が相互に絡み合って生み出す新奇な物性や、磁場・電場・光といった外場に対する応答の起源を、放射光を中心とした量子ビームを用いて原子・電子レベルから徹底的に解き明かす研究を行っています。物質の性質は、電荷、スピン、電子軌道、電気分極といった多様な自由度の競合や協調によって決まります。これらがどのように秩序化し、どのように揺らぎ、どの瞬間に相転移が起こるのかを実験的に直接観測できることが、この分野の大きな魅力であり、得られた知見は新しい電子材料や磁性材料の創出へとつながります。それぞれの自由度に応じて最適な手法を選択し、たとえば結晶構造や電子分布の解析には放射光X線回折を、スピン配列やそのダイナミクスの観測には中性子やミュオンなどの量子ビームを活用します。このように、多彩な量子ビーム技術を駆使し、物質の本質に迫る研究を推進しています。

また、私たちはシンクロトロン光研究センターにも所属しており、県内にある放射光施設「あいちSR」のビームラインの一つを運営し、自らの研究に活用できる体制を整えていきます。名古屋を拠点に、日本国内はもとより世界最先端の放射光・量子ビーム施設へと研究を展開し、未解明の物性現象に挑戦しています。



量子ビーム実験によって明らかになったマンガン酸化物とイリジウム酸化物の多極子秩序状態



あいち SR の名古屋大学ビームラインに設置されている単結晶構造解析用回折計

磁性材料工学研究グループ

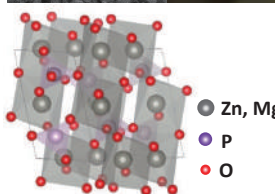
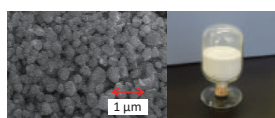
竹中康司 教授、平井大悟郎 教授、草ノ瀬優香 助教

Key Words

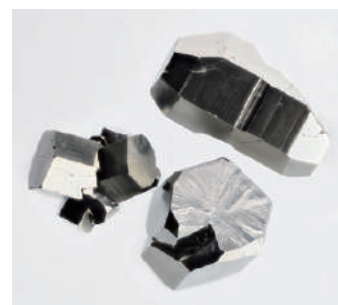
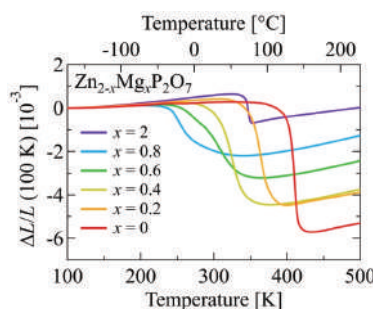
機能性材料、電子相制御、磁性、フラストレーション、アクチュエータ材料、熱膨張制御材料

現代社会を支える科学技術は、物質・材料のもつ様々な特性の上に成り立っています。新しい材料の開発は、社会の持続的な発展や様々な問題の解決に不可欠です。我々はイノベーションを起こすような革新的材料の開発を目指します。

鉄やマンガン、銅といった遷移金属の d 電子を代表例に、強い電子間斥力相互作用を及ぼし合った電子は、例えば結晶格子やスピン軌道相互作用など他の自由度と結びついて、多彩な秩序構造「電子相」を形成します。「強磁性」をはじめとする磁気秩序相や「超伝導」がその典型例です。電子相の融解や変態を活用することで、これまでにない画期的な機能を引き出すことができます。特に、磁性と結晶格子の相関を活用した熱膨張制御材料やアクチュエータ材料、ハイエントロピー化合物の示す新しい機能、特殊な電子構造に着目した巨大磁気抵抗効果、強いスピン軌道相互作用を利用した電流-スピン変換などに着目し、新しい電子材料の開発を行います。



環境にやさしい巨大負熱膨張材料 $Zn_{2-x}Mg_xP_2O_7$



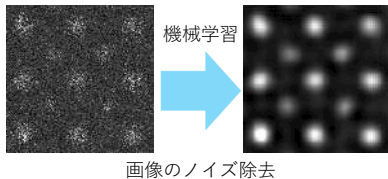
巨大な磁気抵抗効果を示す ReO_2

Key Words

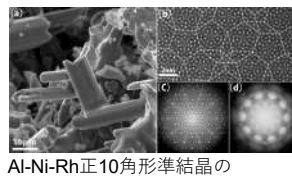
電子顕微鏡、ナノ構造物物性解析、準結晶、角運動量制御、位相イメージング、検出器開発、データ解析

本研究グループでは、電子線をもちいてナノメートル領域の構造と物性を解明する研究を行っています。電子は光に比べて波長が短いため ($\lambda \sim 10^{-12} \text{m}$)、光学顕微鏡では観察することができない原子や分子まで観測することができます。これまで電子線をもちいた様々な解析手法を半導体、磁性体、強相関電子系、準結晶、金属微粒子等多様な物質に適用し、ナノレベルの構造と物性を明らかにしてきました。

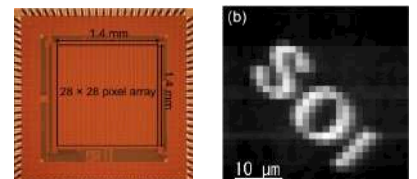
また電磁気学・光学・量子力学等にもとづき、電子の波としての性質をいかに発揮させたさまざまな電子線イメージング手法の開発も行ってきました。最近では、角運動量をもつ電子をもちいたまったく新しい物理現象の研究や機械学習をもちいた情報抽出にもチャレンジしています。



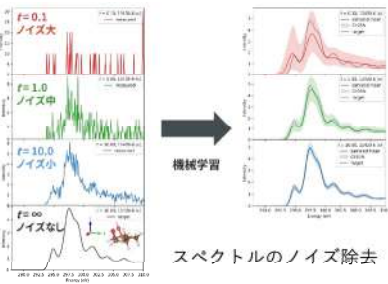
機械学習
画像のノイズ除去



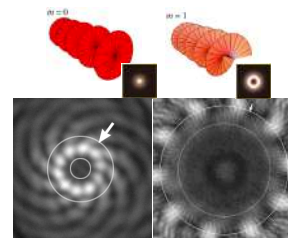
Al-Ni-Rh正10角形準結晶の電子顕微鏡像および電子回折図形



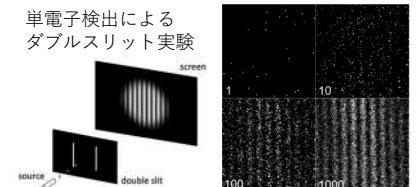
メモリ搭載電子線ピクセル検出器



機械学習
スペクトルのノイズ除去



電子渦の生成



単電子検出によるダブルスリット実験

複合系物性工学講座

生体分子物理工学研究グループ

Key Words

タンパク質、分子動力学、分子モーター、バイオインフォマティクス、タンパク質デザイン、創薬

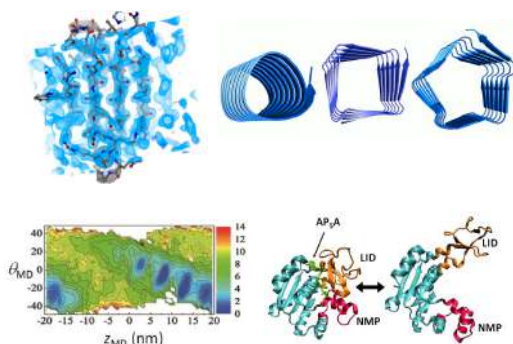
生命現象の主役であるタンパク質は、細胞の中で柔らかく変形し、多様な役割を担うソフトマテリアルです。本研究グループは、統計物理、分子動力学シミュレーション、バイオインフォマティクス、機械学習などを駆使して、このソフトマテリアルが生み出す生命現象を理論物理の立場から研究します。タンパク質が美しく精密な立体構造を形成するメカニズムを解明し、新しい立体構造を持つタンパク質をデザインします。また、タンパク質の柔らかな構造変化ダイナミクスから分子モーター・スイッチといった、生命に欠かせない機能が生まれるメカニズムを明らかにします。自然のつくった工学システムである生命に学び、物理学の新しい地平を拓いてゆきます。

物理学にもとづく理論・計算

統計物理、計算機シミュレーション、バイオインフォマティクス、機械学習

生命現象の理解とその応用

タンパク質の構造形成、構造変化、機能発現、タンパク質デザイン、創薬



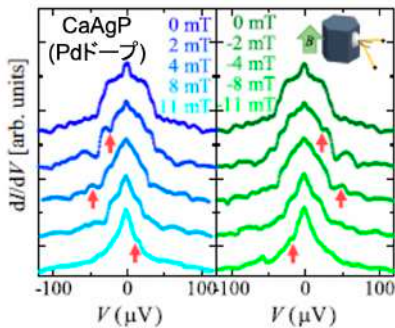
低温物性工学研究グループ

柏谷 聡 教授、伊東 裕 准教授、谷口晴香 講師

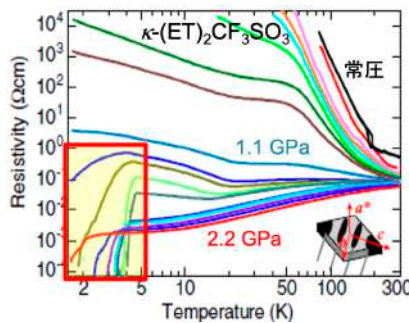
Key Words

超伝導体、トポロジカル物質、接合系、圧力効果、高感度センシング、量子ビット

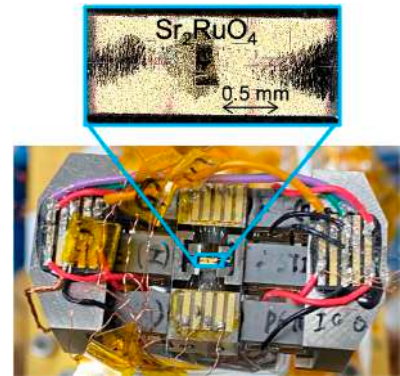
物質の表面や、異なる物質の接合界面は、バルクとは異なる未知の新奇物性の宝庫であり、外場制御によって物質機能を発現させる舞台でもあります。これらの物理現象のメカニズム解明においては、圧力によって結晶対称性や電子間相互作用を変えたときの物性変化を調べることが有効です。本研究室では、低温における表面・接合系へのミクロなプローブによる研究により、表面・界面に特有な電子物性を解明し、機能デバイスの開発を行います。研究対象は超伝導体、トポロジカル物質、原子層物質、有機結晶等であり、スペクトロスコピーと圧力技術の融合による物性解明、デバイス化による機能発現、さらには、量子効果デバイス、高感度センサー等への応用研究を進めます。これらを通して、新奇物質が社会の中で実際に役立つ、あるいは物理のフロンティアを開拓していくことを目標としています。



トンネル接合測定による超伝導電子状態の解明



静水圧による有機結晶の超伝導化



一軸圧セルに取り付けた、トポロジカル超伝導体の接合デバイス

≡ 応用物理学専攻修了生のキャリアマップ ≡

博士前期課程修了後の進路と主な就職先(過去3年分) (産業別 50音順)

■精密機器、電気機器製造業 (25.7%):

アドバンテスト、ウエスタンデジタルテクノロジーズ、カシオ計算機、キオクシア、新光電気工業、ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング、東京エレクトロン、日本電子、パナソニック、日立ハイテック、富士フイルムビジネスイノベーション、ブラザー工業、マイクロメモリアージャパン、三菱電機、村田製作所、リコー

■輸送用機器製造業 (13.3%):

アイシン、SUBARU、デンソー、トヨタ自動車、本田技研工業、MHIエアロスペースシステムズ

■その他の製造業 (15.9%):

大同特殊鋼、JX金属、信越化学工業、住友電気工業、住友理工、トーカロ、トップファンフォトマスク、日本碍子、日本特殊陶業、日立製作所、ファーストリテイリング、富士フイルム、マキタ、三菱重工業

■情報・通信業 (15.0%):

アイシン・ソフトウェア、アルファシステムズ、MUS情報システム、NTTデータ、NTTドコモ、NTT東日本、KDDI、サービス&セキュリティ、Jストリーム、ソフトバンク、トヨタシステムズ、日鉄ソリューションズ中部、ブレインパッド、フューチャー、LINEヤフー

■電気・ガス業 (1.8%):

中部電力パワーグリッド、東京電力ホールディングス

■その他 (15.0%):

アクセンチュア、アビームコンサルティング、金融庁、JR西日本、ジンアース、名古屋鉄道、野村證券、野村総合研究所、PwCコンサルティング、みずほ銀行、みずほリサーチ&テクノロジーズ、三井住友カード、メイテック、ライズ・コンサルティング・グループ

■博士後期課程進学 (13.3%)

博士後期課程修了後の進路と主な就職先(過去3年分)

ウエスタンデジタル、大阪大学、資生堂、東京大学、東北大学、名古屋大学、日立製作所、富士フイルムソフトウェア、北海道大学

最新情報は
こちら

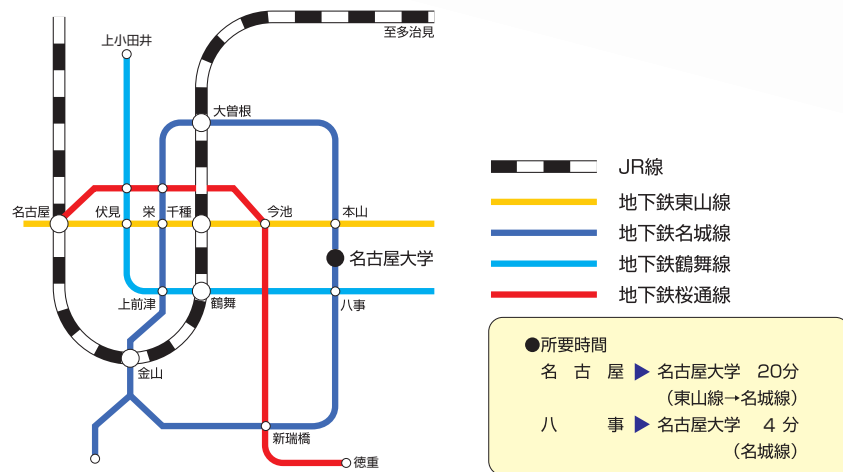


■ 応用物理学専攻

名古屋大学東山キャンパス



- ① 工学部3号館 (構造物性工学研究グループ以外の研究グループ、事務室)
- ② 工学部8号館 (構造物性工学研究グループ)



さらに詳しく知りたい方へ

応用物理学専攻のカリキュラム、研究内容、研究室等についてさらに詳しく知りたい方は下記にお問い合わせ下さい。

〒464-8603 名古屋市千種区不老町

名古屋大学大学院工学研究科 応用物理学専攻 事務室 (工学部3号館中棟246号室)

TEL: 052(789)4469 FAX: 052(789)3724 URL: <https://www.ap.pse.nagoya-u.ac.jp/>

e-mail: office@ap.pse.nagoya-u.ac.jp