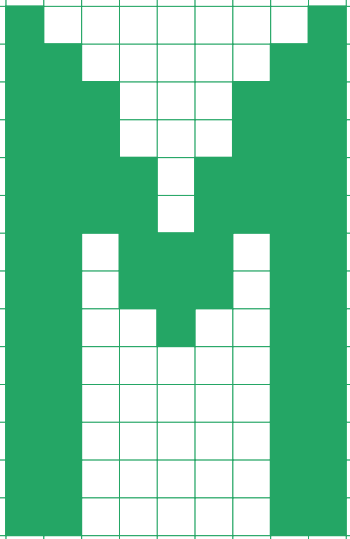
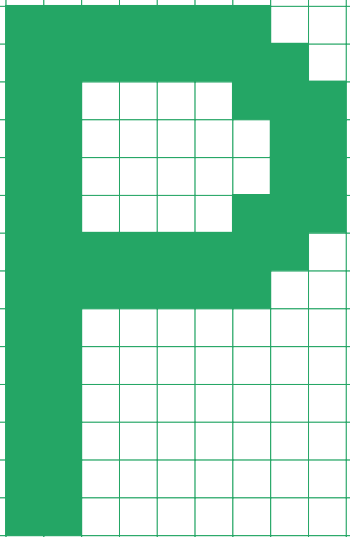
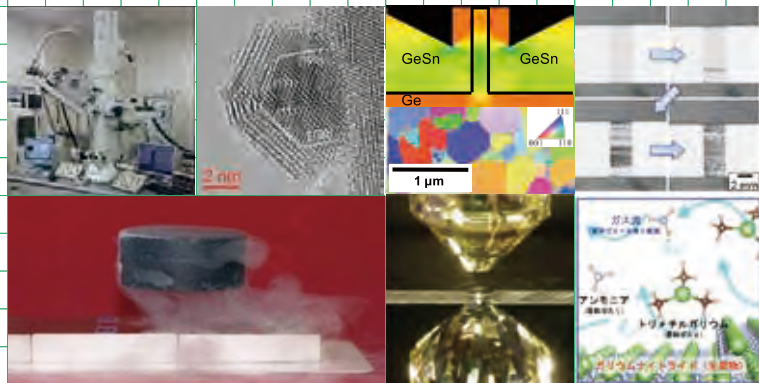


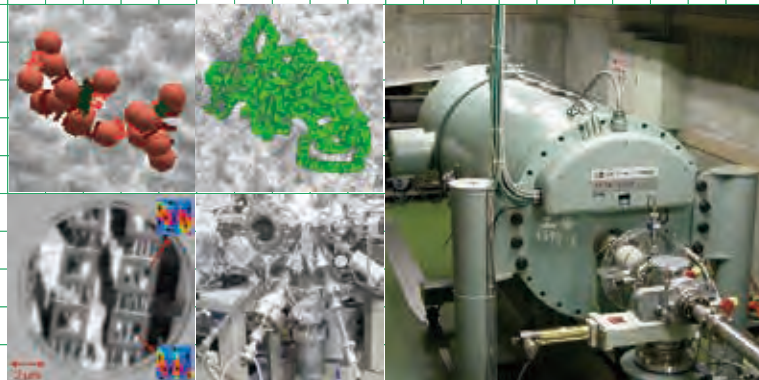
名古屋大学 大学院工学研究科
物質科学専攻



MATERIALS



PHYSICS



新しい視点で物質を科学する
<http://www.mp.pse.nagoya-u.ac.jp>

物質科学とは

新しい視点で物質を科学する

原子スケール・ナノスケールでの物質創製や加工が可能となった現代では、電子・原子・分子レベルでの、物質の構造や特性評価ならびにデバイス特性の制御が不可欠となっています。ミクロからマクロまでの物質の持つ無限に広がる可能性を追求する物質科学は、豊かな持続社会を構築する21世紀の科学技術に革新をもたらす極めて重要な学問となっています。物質中の電子分布や原子配列の制御、および電子やスピンの量子効果や電子相関に基づく機能制御の基礎原理、ならびに高空間・高エネルギー分解能を持ったナノスケールの計測・解析を行う基礎技術の習得により、新しい視点で物質を科学する人材を育成します。

何を学ぶのか

物理を基盤とした物質のサイエンスとエンジニアリング

①前期課程

本専攻に進学すると、学部で学んだ物理学を基盤として、応用物理学・材料科学・応用化学等の幅広い理工学分野のエッセンスを融合させた物質科学の新しい学問体系を学べます。物質やデバイスが関わる幅広い工学と社会の発展に寄与できる多角的な視野・柔軟な価値観が身に付きます。

②後期課程

物質科学に関わる個々の学問分野の基礎原理を一層深化させるとともに、これらの枠組みを乗り越え融合した新しい物質科学を創出できる高い見識と創造性豊かで高度の総合性・俯瞰性も学びます。物質科学における新しい原理解明や技術革新の実現を通して、科学技術分野で世界的なリーダーシップがとれる技術者・研究者を養成します。

以下はカリキュラムの一部です。

	主専攻科目 基礎科目	主専攻科目 専門科目	他専攻・他研究科等科目	総合工学科目
前期課程	物理工学のすすめ	セミナー1A,1B,1C,1D 特別講義A, B 特別実験および演習A, B 高圧力物質科学特論 スピン物性工学特論 材料ナノ構造設計学特論 半導体物性工学特論 電子物性学特論 フロンティア計算物理特論 高エネルギー電子分光特論 量子ビーム物性工学特論 レオロジー物理学特論 物質科学特別講義A, B, C, D 国際協働プロジェクトセミナー I 修士論文	当該専攻以外の工学研究科で開講される授業科目、本学他研究科で開講される授業科目、大学院共通科目、単位互換協定による他の大学院の授業科目または工学研究科入学時において当該学生が未履修の学問分野に関する本学学部の授業科目のうち、指導教員および専攻長が認めたもの。これらを履修し、修了に必要な単位とすることができる。	高度総合工学創造実験 研究インターンシップ1 最先端理工学特論・実験 コミュニケーション学 先端自動車工学特論 科学技術英語特論 ベンチャービジネス特論 学外実習 宇宙研究開発概論 実世界データ解析学特論 実世界データ循環システム特論 国際プロジェクト研究 国際協働教育特別講義 国際協働教育外国語演習 リサーチスキルズB1～B4 リサーチスキルズC1～C6 工学のセキュリティと倫理
後期課程		セミナー2A, 2B, 2C, 2D, 2E 国際協働プロジェクトセミナー II 博士論文		実験指導体験実習 研究インターンシップ2 実世界データ循環システム特論II 産学官プロジェクトワーク 研究室ローテーション

研究室紹介

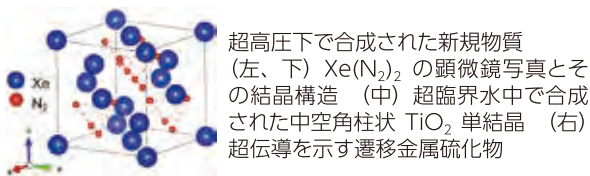
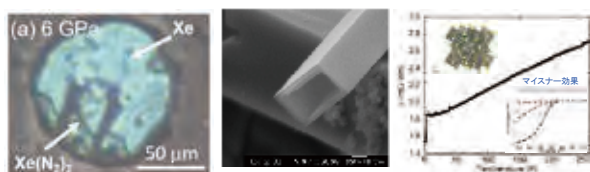
物質科学専攻は、物理学・材料科学・量子工学・計算科学を基盤としているため、研究内容も多彩です。次ページ以降の研究室紹介からあなたに合った研究室を選択することができます。

高圧力物質科学研究グループ

長谷川 正 教授、丹羽 健 准教授、ホジャムベルディエフ ミラボス 特任准教授、佐々木 拓也 助教

Key Words 超高压合成、超硬材料、半導体材料、磁性材料、誘電材料、超伝導材料、熱電材料、希ガス化合物

我々が普段生活している世界は1気圧で、地球上で一番深い1万メートルの海の底でも1000気圧です。1万気圧を超える高圧の世界は想像できないかもしれません。私たちの研究室では、そのような極限環境を積極的に利用し、新しい物質・材料の創製とその物理的性質の解明および新しい材料機能の創成に取り組んでいます。例えば、マルチアンビルプレスやダイヤモンドアンビルセルといった特殊な装置を使って、数十万気圧の超高压環境を実現し、柱状サブナノチューブの光触媒半導体酸化物結晶や非常に硬い白金族窒化物、化合物を形成しないと考えられてきたキセノン窒化物の創製などに成功してきました。また、超高压力場は、超伝導体や誘電体、磁性体、触媒材料、イオン伝導体など、我々の生活に欠かすことのできない機能性物質の創製にも有効です。我々は超高压力場を積極的に活用し、新しい物質科学の展開に取り組んでいます。



電子機能材料研究グループ

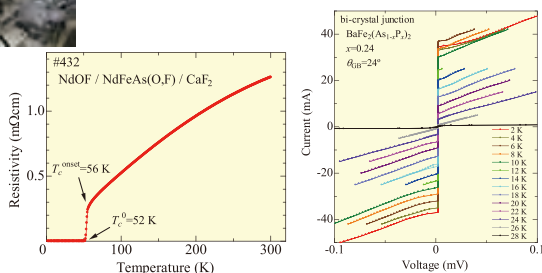
生田博志 教授、飯田和昌 准教授、畑野敬史 助教、浦田隆広 助教

Key Words 電子物性、高温超伝導、新奇機能性材料、高品位薄膜成長、電界効果制御

現代社会は有用な機能を持つ様々な先端材料に支えられています。これらの材料の機能を最大限に引き出すには、物質中の電子の量子状態、エネルギー分散、運動量分布などを調べ、物性の支配因子やその物理を理解することが不可欠です。我々のグループでは、低温から高温までの電子物性測定、構造解析や電界効果による電子相制御など、様々な実験的手法を通して、高温超伝導体やトポロジカル物質などの新規機能性材料の特異で有用な物性が発現する機構の解明を目指しています。さらに、これら先端材料の特徴的な物性を活かす応用を目指した研究も積極的に行っており、強磁場を利用した新しい成膜装置による窒化物薄膜の成長や、鉄系超伝導体を用いた超伝導接合の作製などの研究にも取り組んでいます。



(左下) 鉄系超伝導体薄膜の抵抗率の温度依存性
(右下) 鉄系超伝導体粒界接合の電流 - 電圧特性



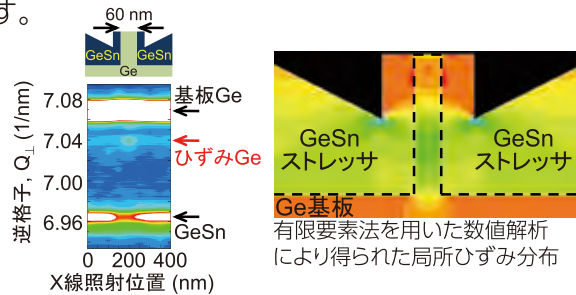
ナノ電子デバイス工学研究グループ

中塚理 教授、財満鎮明 教授*、黒澤昌志 講師、坂下満男 助教

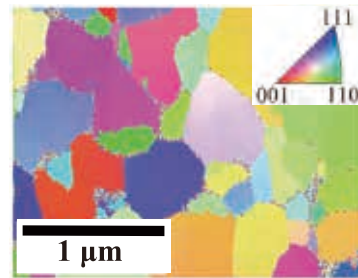
Key Words

半導体、結晶成長、薄膜、表面・界面、シリコン、エレクトロニクス、トランジスタ

近年、スマートフォンなどの携帯情報端末、自動車や医療機器に至るまで半導体集積回路 (LSI) が搭載されています。さらに、半導体材料は太陽電池、発光ダイオード、熱電素子などにも幅広く応用され、私たちの暮らす社会を便利で豊かなものにしていきます。これまでのLSIの高性能化は、その基本構成要素である金属-絶縁物-半導体型 (MOS) トランジスタの微細化と高集積化により達成されてきました。MOSトランジスタの設計サイズは、現在、ナノメートルのスケールに到達しており、LSI技術は実用化が最も進んでいるナノテクノロジーの一つです。半導体デバイスのさらなる省電力化、高速化、小型化、機能向上には、ナノスケール領域の表面・界面現象や電子物性の理解と新しい薄膜材料の創成、さらに原子尺度の制御を実現する究極の製造技術が必要不可欠です。我々は、様々なナノ薄膜材料やデバイス試料を自らの手で作製し、解析することをモットーとして、最先端の半導体エレクトロニクスの発展に向けた新材料・結晶成長・製造技術の構築に関わる研究開発を日々進めています。



ゲルマニウム微細構造における局所ひずみのマイクロ回折分析と構造シミュレーション



電子の回折現象を用いて可視化された半導体多結晶薄膜の結晶構造分布

* 未来社会創造機構

ナノスピン物性工学研究グループ

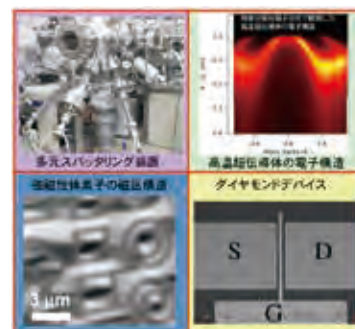
浅野秀文 教授、植田研二 准教授、羽尻哲也 助教

Key Words

磁気物性、スピントロニクス、機能性薄膜、電子・スピン構造、電子デバイス、ヘテロ構造

省エネ・高度情報化を実現するスピントロニクスの革新的発展のためには、新機能材料の開発、エピタキシャル薄膜・ヘテロ構造の作製・評価技術の開拓が不可欠です。我々は、磁性体や半導体などの各種ナノヘテロ構造の作製と界面物性の解明、および巨大量子効果を利用したデバイス開発の研究を進めています。

- 新機能材料 (スピンギャップレス半導体, トポロジカル絶縁体) の探索と薄膜成長
- ナノヘテロ構造のエピタキシャル成長・微細加工技術に関する研究
- トンネル・電界効果 (強磁性, 強誘電, 超伝導) の機構解明とデバイス化
- ダイヤモンド半導体を用いたスピン・パワーデバイスの開拓
- 角度・スピン分解光電子分光を用いた表面・界面の電子構造の解析



本研究グループの研究対象と材料

量子ビーム物性工学研究グループ

曾田一雄 教授、加藤政彦 助教

Key Words

量子機能材料、量子ビーム、薄膜分析、電子構造分析、化学状態分析、量子ビーム・固体相互作用

加速器から発生する量子ビーム(シンクロトロン光やイオンビーム)を利用し、新しい材料分析法、および、熱電材料や光触媒など量子効果を基にした機能材料(遷移金属や希土類元素を含む合金や化合物の薄膜など)の開発を目指した基礎研究を行っています。また、量子ビーム利用に欠かせない量子ビームと固体との相互作用も調べています。研究室は、学内共同利用のイオンビーム表面解析装置を運営管理し、機能薄膜材料の組成や結晶性の評価および材料中の水素分布評価のための分析法を提供しています。さらに、学外加速器施設で最先端の分析装置を使って材料の電子構造や化学状態を評価するとともに、新しい分析装置の共同開発にも携わっています。



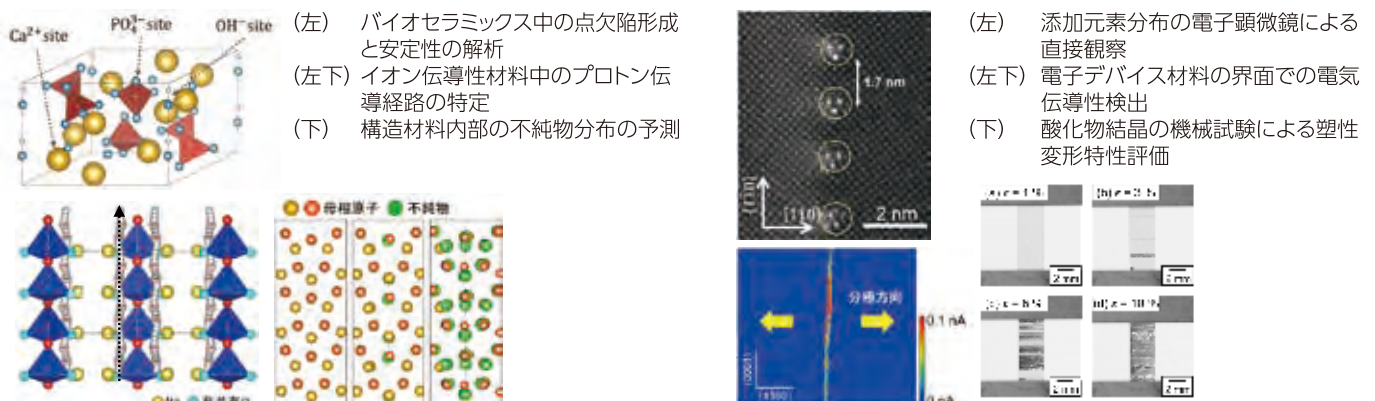
材料設計工学研究グループ

松永克志 教授、中村篤智 准教授、横井達矢 助教、野田祐輔 特任助教

Key Words

電子状態計算、透過型電子顕微鏡、構造材料、機能性材料

現代社会を支える材料の物性は原子・電子レベルの物理現象と密接に関係しているため、これらの制御は材料開発における重要な課題となっています。我々は実験手法と理論計算手法を用いて、物性発現の機構を微視的な観点から理解し、新規材料の設計指針を提案することを目指しています。機能性材料から構造材料までの幅広い物質・材料を研究対象にしています。バイオセラミックスの研究では、点欠陥の形成過程や安定性の解析から生体親和性の起源の解明を目指し、またイオン伝導性材料の研究では伝導機構の解析から高イオン伝導性材料の探索を試みています。さらに透過型電子顕微鏡と理論計算との連携により物質内部の原子配置の特定を行い、機械的特性や電子的特性、磁気的特性への影響を解明することを目指します。



レオロジー物理工学研究グループ

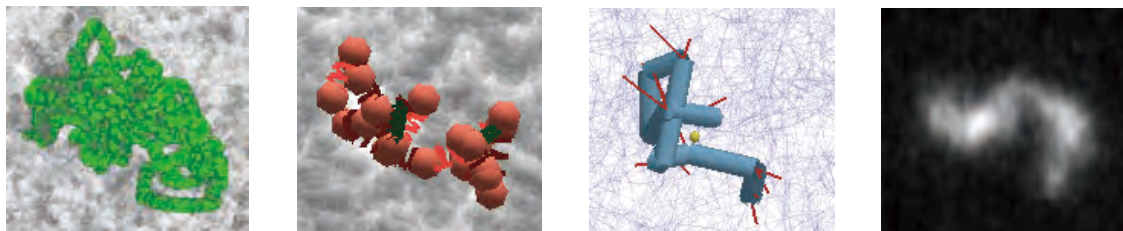
増渕雄一 教授、畝山多加志 准教授、山本哲也 助教

Key Words

レオロジー、ソフトマター、自己組織化、粗視化、多階層、スローダイナミクス

レオロジーとは、液体とも固体ともつかない、ソフトマターと呼ばれる物質のダイナミクスを考える科学です。プラスチック、食品、化粧品など、身の回りのありふれた物質が対象です。その物性（柔らかさ）は、構成する分子そのものの構造や運動だけでなく、多数の分子が形づくる階層的構造とそのダイナミクスが決めています。したがってソフトマターを工学的に利用するためには、多数の分子の振る舞いを物理的に解析し制御する必要があります。我々はソフトマターの物性理論、シミュレーション、ダイナミクスの実験的測定、により、身の回りの何気ない物質や現象に潜む物理を探求し、その工学的な応用を目指しています。

- 研究例：高分子ダイナミクスの基礎物理 - レオロジー測定 / 高速シミュレーション開発など
高分子複合材料の物理 - 固化 / 溶融挙動の実験的評価、LFT-D 成形プロセスの解析など
身の回りの現象に潜む物理 - カプチーノの泡はなぜ安定か? バナナの皮はなぜ滑るか? など
バイオ系が示す新しい物理 - クロマチンの相分離、光照射によるチラコイド膜の構造転移など



高分子の様々なモデルと長鎖 DNA 分子の観察像

ナノ顕微分光物質科学研究グループ

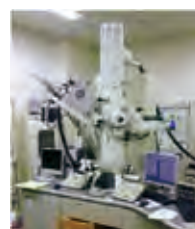
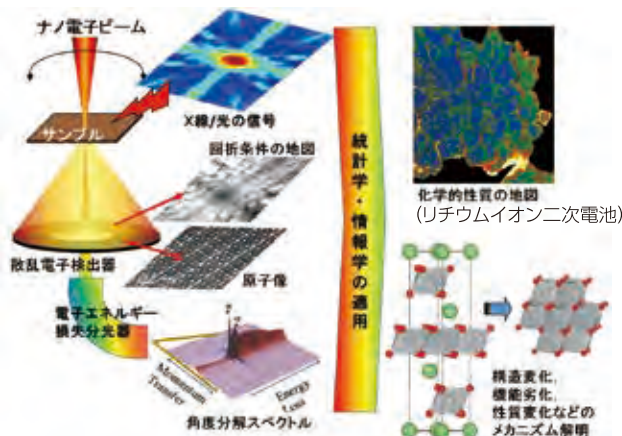
IMaSS 協力研究グループ

武藤俊介 教授、大塚真弘 助教

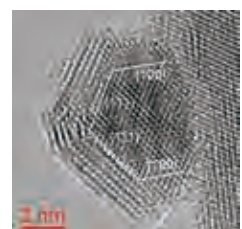
Key Words

ナノ電子・磁気物性、電子顕微鏡、複合電子顕微分光、ナノ構造解析、インフォマティクス応用

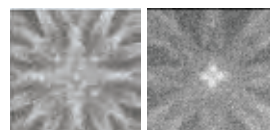
私達は、様々なナノテクノロジー材料の物性を原子レベルにまで小さく絞った電子を使った独自の手法で測定しています。その対象は基礎物性から工学のあらゆる分野（リチウム／燃料電池、自動車排気ガス触媒、磁石材料、蛍光材料、生態材料、低摩擦コーティング、誘電体素子、果ては宇宙塵やソフトマテリアルまで）にわたり、国内外を問わず多くの共同研究を通じ、「何故そうなるか」を正しく理解して新たな材料設計を行う指針を与え続けています。最先端電子顕微鏡群を利用して今まで誰も見たことの無い世界を見てみませんか? 工夫と情熱さえあれば、物質のどんな性質でも原子レベルの分解能で測定し、可視化することができます。また最近のビッグデータを取り扱うために編み出された機械学習、インフォマティクスの技法を学ぶこともできます。



研究室所有の複合電子分光走査透過電子顕微鏡



排気ガス浄化触媒金属粒子の原子レベル反応その場観察

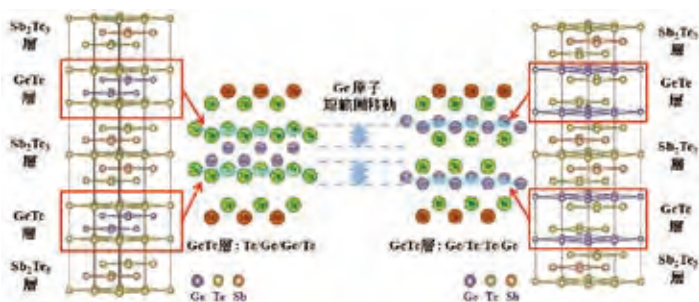


BaTiO₃ 単結晶から得られた X 線イオン化チャンネルング図形、(左) Ba-L 線 (右) O-K 線

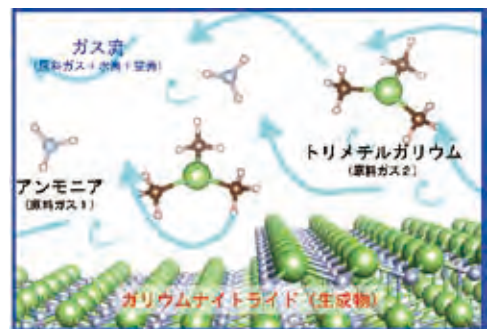
Key Words

新物質・新材料の機能設計、結晶成長マルチフィジックスシミュレーション、流れの計算科学

様々なデバイスの機能設計、結晶成長の科学、流れの科学などマイクロからマクロスケールにいたる広汎な物理現象を数理・物理的解析及び計算科学的方法によって研究しています。身のまわりのスマホや自動車の心臓部分の機能デザイン、結晶成長プロセス、流れの制御は、学問的にも応用的にも重要であるにもかかわらず、非線形ゆえにその設計及び解析は困難です。しかし、近年の計算機能力の著しい向上に伴い、スーパーコンピュータを駆使した数値シミュレーションなど、計算科学的方法による研究が現象解明の有力な手段となってきています。本研究室では計算科学的な手法を駆使して、物理現象の解明とその知見に基づく工学への応用の先端的な研究を実施しています。



新原理トポロジカルスイッチングメモリの設計



マルチフィジックスで解き明かす結晶成長過程

* 応用物理学専攻複合系物性工学講座フロンティア計算科学研究グループ

物質科学専攻の研究グループ・教員一覧

■物質デバイス機能創成学講座

研究グループ	教授	准教授	講師	助教
高圧力物質科学	長谷川 正	丹羽 健 ホジヤムバルティエフ ミラズ (*1)		佐々木 拓也
電子機能材料	生田 博志	飯田 和昌		畑野 敬史 浦田 隆広
ナノ電子デバイス工学	中塚 理 財満 鎮明 (*2)		黒澤 昌志	坂下 満男
ナノスピン物性工学	浅野 秀文	植田 研二		羽尻 哲也

*1 特任 *2 未来社会創造機構協力

■ナノ解析物質設計学講座

研究グループ	教授	准教授	講師	助教
量子ビーム物性工学	曾田 一雄			加藤 政彦
材料設計工学	松永 克志	中村 篤智		横井 達矢 野田 祐輔 (*1)
レオロジー物理工学	増淵 雄一	畝山 多加志 (*2)		山本 哲也
ナノ顕微分光物質科学	武藤 俊介 (*3)			大塚 真弘
フロンティア計算物質科学 (IMaSS 協力)	白石 賢二	芳松 克則		洗平 昌晃 岡本 直也 (*2,4)

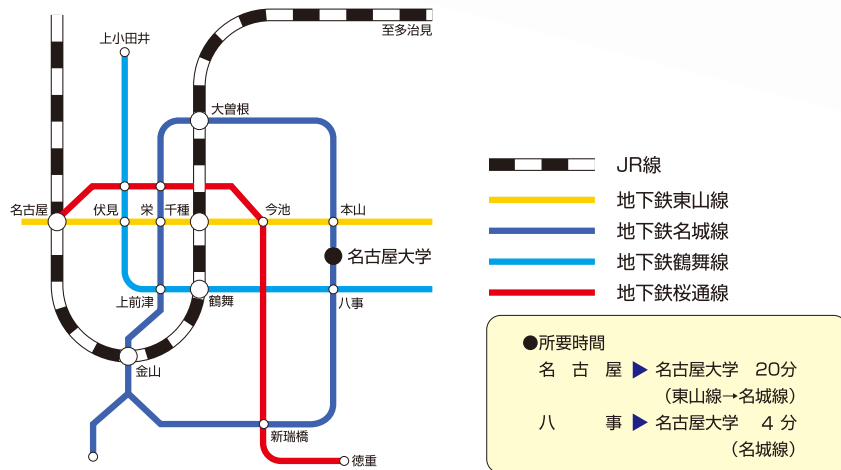
*1 特任 *2 計算科学連携教育研究センター *3 IMaSS 協力 *4 応用物理学専攻

物質科学専攻

名古屋大学東山キャンパス



- ① 工学部3号館(電子機能材料研究グループ、レオロジー物理学研究グループ、フロンティア計算物質科学研究グループ、および事務室)
- ② 工学部8号館南棟(ナノ電子デバイス工学研究グループ)
- ③ 工学部5号館(高圧力物質科学研究グループ、ナノスピン物性工学研究グループ、材料設計工学研究グループ、量子ビーム物性工学研究グループ)
- ④ 工学部6号館(ナノ顕微分光物質科学研究グループ)



さらに詳しく知りたい方へ

物質科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 物質科学専攻 事務室 (工学部3号館中棟246号室)
 TEL : 052(789)3562 FAX : 052(789)3724 URL : <http://www.mp.pse.nagoya-u.ac.jp/>
 e-mail : office@mp.pse.nagoya-u.ac.jp