



2023

国立大学法人九州大学 大学院総合理工学府

総合理工学専攻 I類



電子・化学機能系

機能材料物性学【島ノ江・渡邊(賢)】

高機能ガスセンサ、次世代全固体電池、高性能酸素分離、精密ナノ粒子創成

熱・電子機能物性理工学【大瀧・末國】

熱電変換材料・発電デバイス、酸化物・硫化物半導体、電気・熱伝導アクティブ制御、低次元ナノ物質、自己組織化無機有機複合体

機能無機材料工学【永長・北條】

固体触媒設計、環境浄化用触媒、エネルギー・物質変換材料、電子顕微鏡、放射光

構造セラミックス材料学

*修士の学生募集はありません

無機ナノ構造解析学【稲田】

セラミックスナノ粒子合成、VOC除去触媒、吸着・光分解、総合的な構造評価

新素材開発工学【山田・上原】

機能性材料とデバイス、応力発光体、発光体、窒化物圧電薄膜、計算機シミュレーション

構造材料物性学【中島・光原】

構造用金属材料、先端耐熱合金、機械的性質、高温変形、材料組織解析、電子顕微鏡

結晶物性工学【板倉】

走査透過電子顕微鏡、走査電子顕微鏡、組織制御、希土類磁石、形状記憶合金、環境半導体

量子材料物性学【波多】

電子線トモグラフィ、ナノ領域自動結晶方位マッピング、金属ナノ組織、超伝導材料組織

極限材料工学【橋爪】

水素同位体、原子炉材料、核融合炉材料、水素エネルギー材料

材料構造制御学【飯久保】

第一原理計算、計算状態図、新物質探索、熱力学データ、材料組織制御、量子ビーム(X線、中性子線)、結晶構造解析

プロセス設計工学【寒川】

次世代半導体、パワーデバイス、第一原理計算、統計熱力学

高エネルギー極限物性学【渡邊(英)】

高エネルギーイオン、中性子、新材料開発

プラズマ材料学【徳永】

プラズマ・壁相互作用、照射損傷、高熱負荷、高融点金属材料

機能物性評価学【大橋・原・坂口(勲)】

セラミックス、結晶、薄膜、欠陥、界面、電子・光物性、ナノ構造制御、電子顕微鏡

表面物質学【中川】

表面構造解析、表面界面電子物性、走査トンネル顕微鏡、低速電子回折

計算材料科学【辻】

計算科学、量子化学、理論化学、表面科学、情報科学

先端機能材料【藤野】

機能性シリカガラス、3Dプリンタ、光硬化造形技術、MEMS技術

先進ナノマテリアル科学【吾郷】

ナノテクノロジー、二次元物質、CVD、物性・デバイス研究

表面・界面・材料デバイス系

KOINEプロジェクト部門【原田(裕)】

*修士の学生募集はありません

化学反応工学【林(潤)・工藤】

炭素資源、バイオマス、化学工学、反応工学、触媒工学

ナノ材料・デバイス科学【斉藤(光)】

プラズモニクス、トポロジカルフォトンクス、光-物質相互作用、電子エネルギー損失分光、カソードルミネセンス

ナノマテリアル国際ラボ【柳田・村山・Ho・Yip】

*修士の学生募集はありません

分子物性科学系

量子化学【青木】

量子化学計算、ナノマテリアル、機能性高分子設計、有機反応解析、DNAタンパク質等生体高分子 *修士の学生募集はありません

分子計測学【原田(明)・藪下】

分析化学、物理化学、レーザー分光、シンクロトン分光、多光子、分子認識

分子科学【古屋】

クーロン結晶、コンプレックスプラズマ、分子動力学計算、強相関係、自己組織化

生体分子機能化学【村田】

核酸、RNA、生体分子機能、合成小分子、ケミカルバイオロジー

有機合成化学系

分子・反応設計化学【友岡】

有機合成化学、不斉合成、生物活性、機能性キラル分子、キラル医薬品

生命有機化学【新藤・狩野】

有機合成化学、生体作用分子、医薬品、がん、サイトカイン

機能有機化学【國信・森】

触媒、有機合成化学、有機機能性材料、医薬品、C-H結合変換、理論・計算化学、分子シミュレーション、統計力学、計算科学

分子材料・プロセス工学系

材料電気化学【栄部・アルブレヒト】

有機EL、電界触媒、多価イオン電池、単相全固体電池、コンバージョン反応

機能分子工学【菊池・奥村】

液晶デバイス材料、高速電気光学デバイス、高極性液晶材料、誘電アクチュエータ、金属有機構造体

高分子材料物性学【横山】

高分子フォトンクス、高分子-光デバイス融合技術、光通信・伝送技術、

高分子化学【Spring】

Organic Synthesis, Purification and Characterization, Living Polymerizations and applications

素子材料科学【尹・宮脇】

高機能性・高性能炭素材料、化石資源の高度利用、グリーンサステナブルケミストリー、炭素繊維、活性炭

機能有機材料化学【藤田】

有機EL、有機トランジスタ、有機太陽電池、高分子半導体、有機薄膜

バルク機能系

表面・界面・材料デバイス系



I 類：物質科学

教員または研究室名がホームページにリンクされています

I-1

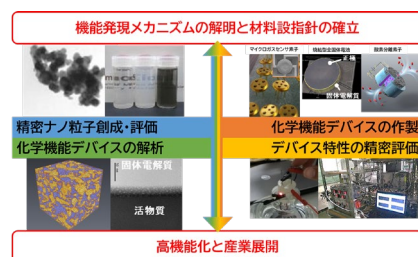
電子・化学機能系

機能材料物性学

教授 島ノ江憲剛 准教授 渡邊 賢
助教 末松昂一

金属酸化物を中心した無機材料の精密合成や構造制御を原子・ナノレベルで行うことにより、バルク、表面、界面の機能を最大限に引き出すとともに新たな機能も付加した、最先端のガスセンサ、次世代の全固体電池、超高性能酸素分離膜など、これまでにない新しい化学機能デバイスを創製する。これらの研究開発では、材料・デバイスの構造・物性の高度な解析により機能発現メカニズムを理解するとともに、先進デバイスの実現に資する設計指針を構築し、産業展開する。

- 精密ナノ粒子創成技術の開発と酸化物半導体、固体電解質を用いた高機能ガスセンサへの応用研究
- セラミックス焼結技術を応用した次世代全固体電池作製プロセスの開発と材料設計の構築
- 新規酸化物イオン導電体、混合導電体を用いた高性能酸素分離膜に関する研究



化学機能デバイス研究の世界

I-4

電子・化学機能系

構造セラミックス材料学

教授 山田浩志 准教授 上原雅人

電子・化学機能系

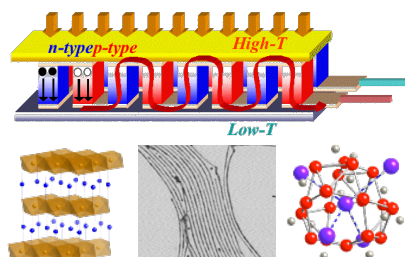
I-2

熱・電子機能物性理工学

教授 大瀧倫卓 准教授 末國晃一郎

無機固体の機能物性学と、化学的な物質創製学との協奏的な融合を目指して、「新しく面白く(できれば美しく)役に立つ」材料の開発を行っている。特に金属酸化物半導体や金属カルコゲナイド、低次元ナノ構造物質などの熱・電子・光・磁気物性について、熱エネルギーを電気エネルギーに変換する熱電変換材料や、熱の移動を可変制御できる材料、光や磁場に特異な応答をする材料、シングルnmオーダーの低次元規則性を自発的に持つ材料などの探索・合成・解析を進めている。なかでも、環境適合性や経済性が注目されている酸化物・硫化物熱電変換材料については、世界に先駆けて開発研究に着手し、現在もn型酸化物の熱電性能記録を更新し続けており、世界的にも先導的な研究拠点の一つである。

- 酸化物・硫化物熱電変換材料の開発
- セラミックスのヘテロ界面・組成制御
- 低次元ナノ物質の分子鑄型自己組織合成



熱電変換モジュール、機能性ナノ構造

I-5

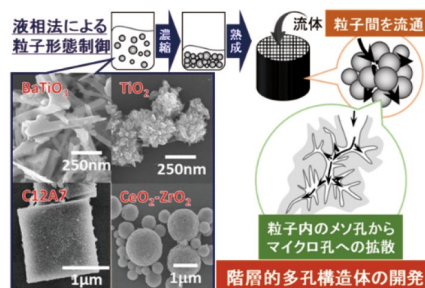
電子・化学機能系

無機ナノ構造解析学

准教授 稲田 幹

セラミックス材料の高機能化のために、出発となる粒子の作り込みは重要な要素の一つである。当研究室では、溶液化学に基づいた液相合成により結晶内の原子の配列から粒子形態に至るまでの高次構造を制御し、吸着・光分解特性、誘電特性、生体親和性などの機能向上を目指している。結晶および表面の構造、ナノからマクロまでの細孔構造、構成元素の配位状態などを総合的に解析し、構造と機能の関係を合成プロセスの観点から構築し、安心で安全な社会に資する高機能セラミックス材料開発に取り組んでいる。

- 気水中の有害有機物に対する吸着・光分解環境浄化材料の開発
- 液相中での粒子ブリッジによる階層的多孔構造体の開発
- アニオン包接結晶の形態制御と生体材料への応用



セラミックスの形態・高次構造制御

I-3

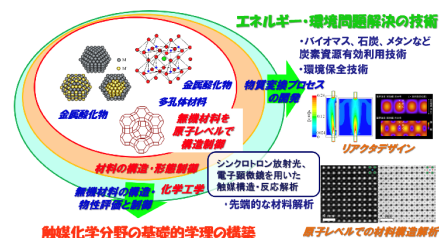
電子・化学機能系

機能無機材料工学

教授 永長久寛 准教授 北條 元

触媒はエネルギー・物質変換と環境保全のためのキーマテリアルである。当研究室では金属のナノ粒子や複合酸化物などの無機系固体触媒材料の設計・開発から電子顕微鏡、シンクロトロン放射光を利用した触媒の静的・動的キャラクタリゼーション手法の開発を目指している。固体表面上の化学反応をつかさどる原理を解明する基礎研究から産業界との連携による実用化研究まで、一貫した触媒化学の教育研究を行っている。

- 高い触媒特性を示す金属担持触媒、金属酸化物触媒の開発
- 無機固体材料の構造・機能解析および触媒特性との相関性の解明
- 電子顕微鏡、シンクロトロン放射光を利用した新規な触媒構造・反応解析法の開発



触媒化学を基盤としたエネルギー・環境プロセスの研究

I-6

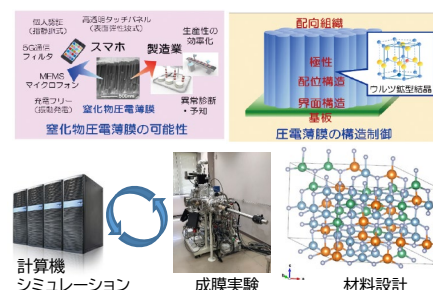
電子・化学機能系

新素材開発工学

教授 山田浩志 准教授 上原雅人

本研究室では、機能性セラミックス材料の新規開発や機能改善に向けた研究に取り組んでいる。具体的には携帯電話用高周波フィルタや次世代MEMSセンサ用の材料として注目されている窒化物圧電体を研究対象としている。この材料の性能は、結晶構造や微細組織構造、添加した元素周辺の局所構造等のナノからメゾスケール構造によって決定される。そこで放射光や計算機シミュレーション、多元同時反応性スパッタリング等の最先端技術を駆使することによりその物性解明と新規材料開発に取り組んでいる。最終的には研究成果の社会実装を目的に産業界への技術移転を目指している。

- 窒化物圧電体の機能向上と機構解明
- 窒化物材料の新規物性の開拓
- 計算機シミュレーションや放射光を利用した材料設計技術の開発



機能性材料の設計・開発とデバイス創製



I 類：物質科学

教員または研究室名がホームページにリンクされています

バルク機能系

I-7

構造材料物性学

教授 中島英治 准教授 光原昌寿

金属やセラミックスなどの結晶性材料の力学特性と微細構造について主に研究を行っている。原子配列、格子欠陥(転位など)の密度や分布、結晶粒界の性質、結晶配向や析出物分散状態といった様々なサイズの内部組織に着目しつつ、材料の力学的性質などを決める諸因子を解明し、未来の材料開発に貢献することを目的としている。引張試験・圧縮試験・硬さ試験・クリープ試験などの力学試験、電子顕微鏡による組織観察を得意としている。

- 構造用金属材料の変形と破壊
- 耐熱合金のクリープ変形と強化機構解明
- 新規耐熱合金の開発



構造用金属材料の変形と破壊

バルク機能系

I-10

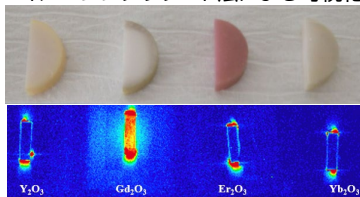
極限材料工学

准教授 橋爪健一

原子力・核融合・水素・放射線・太陽光等のエネルギー利用を念頭に、極限環境中(高温・高腐食・高放射線環境下など)の物質・材料の研究を行っている。特に、物質・材料中の水素同位体(軽水素、重水素、三重水素(トリチウム))の振舞い(溶解、拡散、透過など)を明らかにすることを主要テーマとしている。水素は最も基本的な元素の一つであるが、その構造の単純さ、宇宙空間にも、地球上にも多量に存在する量豊かなさ、また、エネルギー関連の物質・材料中で様々な振舞いをするところから、興味の尽きない元素である。本研究室では、このような水素の物質・材料中挙動とエネルギー材料開発のための基礎学理をもとに教育を行っている。

- 原子炉材料、核融合炉材料、水素エネルギー材料の研究開発
- 金属、セラミックス材料中の水素同位体の挙動研究
- 放射線エネルギー利用研究

希土類酸化物セラミックス中の水素溶解イメージングプレート法による可視化



材料中の水素挙動の研究例

材料組織工学系

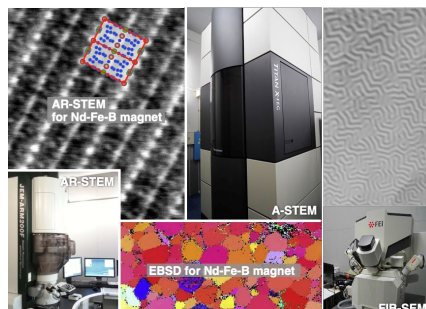
I-8

結晶物性工学

准教授 板倉 賢
助教 赤嶺大志

低炭素化社会の実現に向けた先端機能材料の研究開発においては、材料のミクロ組織を原子レベルで自在に制御し、さまざまなニーズに応じた材料特性を最大限に引き出すことが重要となっている。当研究室では、最先端の電子顕微鏡法によるナノ構造解析技術や計算機シミュレーションなどを駆使して、高性能磁石や半導体薄膜をはじめとする先端機能材料のミクロ組織と材料特性との関係を解明し、さらなる高性能化に向けたミクロ組織の制御法を探索する研究を行っている。

- マルチスケール電顕観察による高性能ネオジム磁石の微細構造解析
- 収差補正STEMを用いた新規PLD積層膜磁石の微細構造解析
- 最新走査電子顕微鏡法による磁性体・誘電体ドメイン構造解析



種々の電子顕微鏡と撮影した像。

バルク機能系

I-11

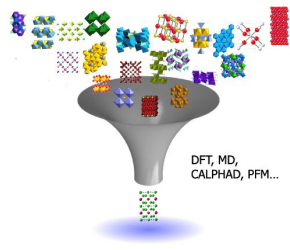
材料構造制御学

教授 飯久保智

用途に応じてさまざまな性質が求められる材料の研究開発においては、計算科学を利用して開発スピードを加速することが強く求められている。この目的には、物質固有の性質を決定するミクロな電子状態と、実用材料の性質を決めるマクロな熱力学の両面で考えることが大事であり、マルチスケールにわたる計算科学手法を必要とする。

本研究室では、物質内部の電子状態を明らかにする「第一原理計算」を用いて、物質の地図「状態図」を構築し、新物質探索や材料組織の制御法を研究している。太陽電池、熱電材料、二次電池などのエネルギー変換材料を対象に材料設計のノウハウを蓄積し、次世代の構造・機能性材料の開発に貢献する。

- 計算科学を利用した新物質探索法の開発
- 熱力学に基づいた材料組織制御法の開発
- 量子ビームによる構造解析



計算科学によるスクリーニング

バルク機能系

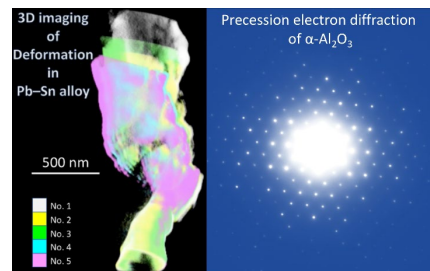
I-9

量子材料物性学

教授 波多 聰

電子線トモグラフィー、歳差運動照射電子回折、自動・高速画像収録など、先端電子顕微鏡設備の観察・分析機能を活用し、材料物性に関わる諸問題の解明に取り組んでいる。最近特に、学内外の研究者・技術者と共同で、様々な画像処理や機械学習の技術を電子顕微鏡データの収録・解析に取り入れるほか、新機能を有する試料ホルダーの開発を行うなど、ソフトとハードの両面から電子顕微鏡法の発展に力を入れている。

- その場変形電子線トモグラフィーの手法開発および転位(結晶欠陥)の三次元ダイナミクス観察への応用
- 電子線ナノビーム回折・分光データの多点収録による鉄鋼材料、超伝導材料、ガラス材料等の微細構造解析
- 結晶化合物の短範囲規則状態(ナノ領域構造ゆらぎ)における三元局所構造解析

左図: その場変形電子線トモグラフィー
右図: 歳差運動照射電子回折

バルク機能系

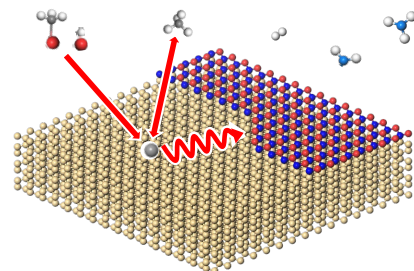
I-12

プロセス設計工学

教授 寒川義裕
助教 草場 彰

近未来の新たな生活様式、産業活動スタイル(Society 5.0)への移行が推し進められている折から、我々人類は新型感染症の発生・拡大を経験し、その取組みの社会的意義が益々高まっている。材料開発においてもAIを活用した「マテリアル革新力強化」の在り方が問われている。本研究が計算科学とデータ科学に立脚した製造条件探索『プロセス・インフォマティクス』と言う学問領域を開拓ループではし、これからの時代に即した新たな材料開発・産業活動スタイルを提案している。現在、2014年ノーベル物理学賞の受賞対象材料となった窒化物半導体の更なる高品質化、次世代パワーデバイス等への応用を推し進めている。

- マルチフィジクス結晶成長シミュレーション
- GaNパワーデバイス開発
- AlGaIn深紫外レーザー開発



GaN成長における不純物混入機構



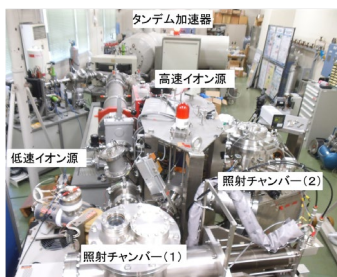
高エネルギー極限物性学

准教授 渡邊英雄
助教 大澤一人

既存の軽水炉や核融合炉等は、高エネルギーの中性子や各種イオンが降り注ぐ環境にある。ここで使用する構造材料や各種の機能性材料に与えられる影響を高精度の材料分析手法により、原子レベルで捉えることによって、その背後にひそむ物理メカニズムを研究する。更にその成果を指針としてこのような環境に耐える新材料の開発を目指す。

核融合炉プラズマ対向材料(W)中における水素と照射により導入された格子欠陥との相互作用に関するシミュレーション計算。革新軽水炉の構造材料開発に関わる基礎研究を行う。

- 金属材料の高エネルギーによる中性子照射損傷過程の理解
- 軽水炉及び革新軽水炉(革新炉)材料の開発及び安全研究・開発
- プラズマ対向材料(W)中の水素や格子欠陥との相互作用に関する研究



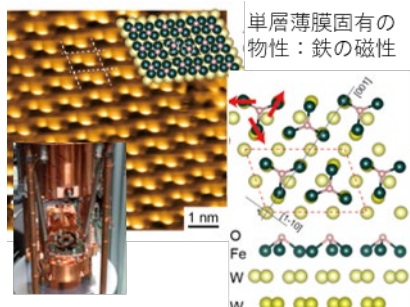
トリプルビーム照射施設(応力研)

表面物質学

准教授 中川剛志

デバイスの微細化が進み、固体表面の制御がますます重要となっているが、物質の表面は内部と異なった構造・物性を示すことが多い。本研究室では、固体表面の構造を原子レベルで解き明かし、表面に局在する電子状態や磁性などの物性評価へと展開することを目標としている。このため、低速電子回折(LEED)、走査トンネル顕微鏡(STM)、電界イオン顕微鏡(FIM)などの原子レベルの表面解析に適した装置を用いて研究を行っている。

- 半導体、金属表面上の単原子層作製と構造・物性
- タングステンなどの針先端の原子レベル先鋭化と表面微小領域の構造解析法の開発
- 磁性超薄膜での高保磁力や磁気転移の研究



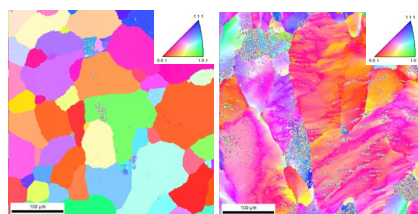
単層薄膜の構造や磁性を制御

プラズマ材料学

准教授 徳永和俊

将来の基幹的なエネルギー源として開発が進められている磁場閉じ込め型核融合炉の炉材に関する研究を行う。特に、核融合プラズマと対向材料の相互作用による表面損傷と不純物放出挙動、水素同位体吸蔵・リサイクリングの基礎過程、及びプラズマからの高熱負荷による対向材料の損傷について解明する。これらと共に、プラズマ対向材料の候補材料であるタングステン(W)の基礎的な力学特性評価やこれに及ぼす粒子照射効果についても研究を行う。さらに、これらの基礎データを基に核融合炉第一壁材料、及び核融合炉において熱・粒子制御を行うダイバータの表面材料や高熱流束機器の開発への応用に関する研究も行う。

- 水素同位体・ヘリウムプラズマ照射によるタングステンの表面損傷
- 非定常高熱負荷によるタングステン、及びタングステン合金の損傷と材料開発
- タングステンの力学的特性評価と熱・粒子(水素同位体・ヘリウム・中性子)負荷効果



応力負荷前 応力負荷後

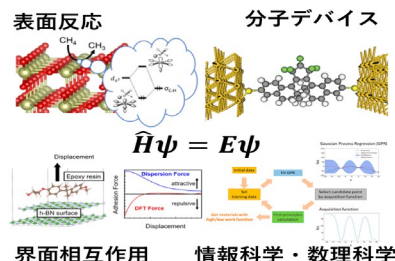
再結晶Wのミクロ組織変化(IPF map)

計算材料科学

准教授 辻 雄太

ナノテクノロジーや表面科学などの最先端科学分野において、量子力学に基づく理論計算科学への期待はますます高まっている。近年の計算機性能の向上により、大規模な現実系のシミュレーションも可能となっている。本研究室では、実験ではなく、理論計算科学の立場から、分子、固体、表面・界面の物性や反応性に関する理論的研究を行っている。特に「不均一触媒反応」、「分子エレクトロニクス」および「有機無機接合界面」などの最先端の研究課題に力を入れて取り組んでいる。最近では、さらに情報科学・数理学の知見や方法論も活用して研究を促進している。我々の興味は精度を追求した計算科学ではなく、量子論・軌道論に立脚した新しい物質観の創出や化学概念の構築である。

- 触媒反応機構の理解と予測
- 単一分子デバイスの設計と解析
- 界面相互作用の電子状態解析



計算科学を用いた材料研究の例

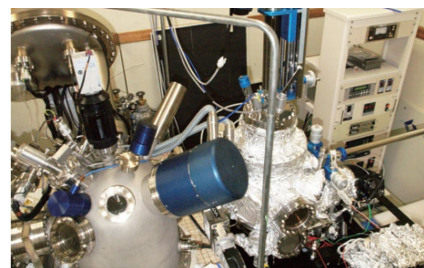
機能物性評価学

教授 大橋直樹 教授 原 徹
准教授 坂口 勲

結晶の化学組成や原子配列、それらに由来する電子状態を設計・制御し、さらに、セラミックスや薄膜材料中での不純物や欠陥の振る舞い、表面や界面状態の理解と機能化を図ることによって、先端的な光・電子機能(電子輸送、物質輸送やエネルギー変換等)を有する材料の実現を目指している。そのため、固体物理学、固体化学や、分光学などを基礎とし、結晶合成や薄膜堆積などの結晶成長や、ナノ構造制御による物質探索や材料創製と、高分解能電子顕微鏡やナノ領域の化学組成分析装置などを駆使した材料評価とを推進している。

本講座の学生は、つくば市所在の国立研究開発法人 物質・材料研究機構にて研究を行う。

- センサ、発光素子等の電子素子の高機能化を目指したオプトエレクトロニクス材料の開発
- 電子顕微鏡やイオンビーム技術、電子分光などを活用した材料評価と電子構造解析



複合薄膜合成・評価装置

先端機能材料

教授 藤野 茂

本研究室では、次世代のフォトニクス、エレクトロニクス、バイオ分野を支える先端機能性ガラスに関する研究を行っている。具体的には光通信や半導体分野にて用いられるシリカガラスを主眼とし、ナノガラス構造形成と新しい機能性発現のための材料プロセスに関する学問を構築すること目的とする。その成果を基に、従来の製造・加工法では実現できなかった微細かつ複雑な形状を本研究室が開発した新規な3D光造形技術(3Dプリンター)を駆使した高機能性ガラス(光学レンズ、微細光学部品、光センサー、光メモリ、バイオチップ、フラクタル構造等)の実用化研究に取り組む。一例として下図に微細かつ複雑形状を有するガラスの例を示す。

- 3D光造形技術を用いた新規機能性ガラス開発
- モノマー/シリカ光硬化反応機構の解明
- ナノコンポジット材料の透明焼結機構の解明



微細・複雑形状ガラスを開発(例 折鶴)



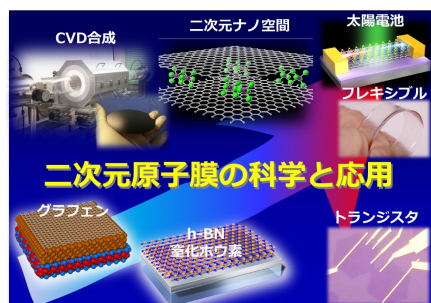
先進ナノマテリアル科学

教授 吾郷浩樹

最近、原子の厚みしかない二次元の原子シート(原子膜)が、大きな注目を集めている。当研究室では、炭素からなる原子膜で、優れた電気特性を示す「グラフェン」、二次元絶縁膜である「六方晶窒化ホウ素(h-BN)」などを扱っている。CVD法による高品質合成や物性発現、ヘテロ積層に関する研究を行っている。

さらに、積層した原子膜の間のできる二次元空間を利用して、一般には存在しない結晶構造を見出す、全く新しい二次元物質を作り出すという試みを進めている。トランジスタや太陽電池、光センサーなどの応用研究も展開している。

- グラフェンの成長と反応機構、応用展開
- 新規原子膜(遷移金属カルコゲナイドや六方晶窒化ホウ素等)の合成や物性・応用
- 原子膜で囲まれた二次元ナノ空間に基づく新しい科学の推進



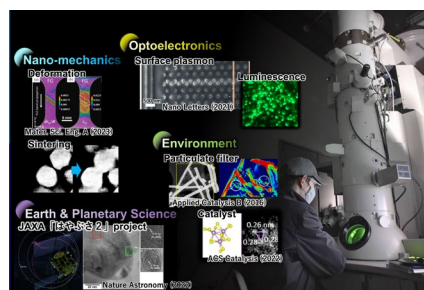
二次元原子膜の合成から物性・応用まで

ナノ材料・デバイス科学

准教授 斉藤 光
助教 井原史郎

熱・光・外力に起因する物質・材料のナノ・原子スケールの物理応答や化学反応を動的観察できる新たな電子顕微鏡法を開発し、これまで想像することしかできなかった物理・化学現象を可視化しつつある。同時に、思わぬ発見の機会も生まれてきている。新原理に基づく計測をハード面から開発する、得られる膨大な4次元データを深層・機械学習などのデータサイエンスを駆使して解析する、また初めて顕になる現象に物質・材料科学的な解釈を与え法則を発見するなどの挑戦的課題に意欲をもつ学生を、物理・化学・電子情報系・材料系・機械系など幅広い分野から募集している。

- 構造材料の変形・破壊の素過程の解明
- 半導体中のキャリア・励起ダイナミクスのナノイメージング
- ナノ材料の表界面で熱的に誘起される固相反応の3次元その場観察



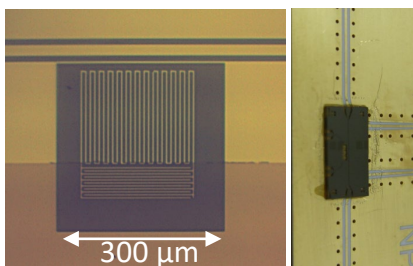
開発中の励起イベント選択型時間分解透過電子顕微鏡

KOINEプロジェクト部門

教授 原田裕一

KOINEとは略語(Kyudai Global Open Innovation Network Engine)であるが、ギリシャ語由来の英単語でもあり、「共通認識」の意味を持つ。すなわち、産学官民の多様な学識・経験を持つメンバーで自由闊達な議論の中から、地域課題や産業課題を解決する新たなアイデアを創出することが、KOINEのオープンイノベーションとしての核心である。アイデアの概念検証(PoC)研究においては、ナノレベルでの物質状態を量子情報の物理的概念で理解し、ナノテクノロジーの手法を活用した素子設計や理論研究により、学際的な国際産学官共同研究を進めている。

- 量子コンピューター要素素子である超伝導導線ビットを含む超伝導量子回路
- ナノレベルでの冷却・解凍技術の探究と、そのバイオ・食品応用
- ミリ波フォトン量子情報処理



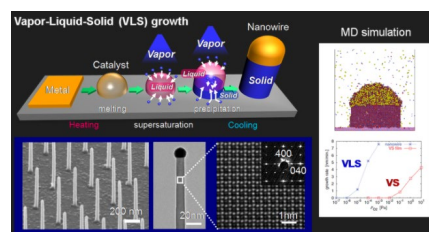
超伝導量子共振器(左)と回路実装(右)

ナノマテリアル国際ラボ

教授 柳田 剛 教授 村山 光宏
教 教 Ho Johnny Chung Yin
准教授 Yip Sen Po

ナノスケールで設計された“ナノマテリアル”はバルク材料では得ることができない極めて魅力的な構造・物性を有、産業応用におけるグリーンイノベーション・ライフイノベーションを促進する。ナノマテリアル国際ラボでは、ナノ材料創成と解析に特化した3つのグループが共同で、原子・分子レベルから構造設計することで、既存の微細加工技術では決して真似ることのできない高次酸化物ナノ構造体を低環境負荷プロセスにより創り出し、新デバイス群の提案・実証へ繋げる、研究を行っている。

- 無機酸化物を中心とした一次元・二次元・三次元ナノ材料の創成
- ナノ材料の階層的集積化、デバイス化およびセンサ等への応用
- 先端電子顕微鏡法を中心としたナノ材料解析と三次元&リアルタイム次世代ナノ構造・機能解析システムの開発



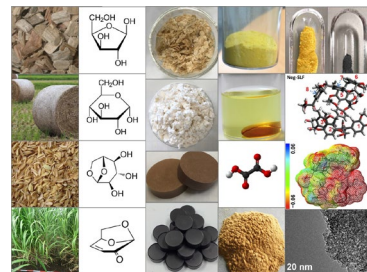
単結晶酸化物ナノワイヤ形成メカニズムの解明

化学反応工学

教授 林潤一郎 准教授 工藤真二
助教 浅野周作

現代社会に欠かせないエネルギーや様々な化学品は化石資源を利用して作られている。いずれ化石資源が使えなくなることを想定し、かつ環境問題も考慮し、唯一の豊富な代替資源であるバイオマスを原料とする、あるいは他の代替可能な手段による多様な技術の開発をしておくことは人類にとって重要である。本研究室では、カーボンニュートラル・ネガティブ社会の実現に貢献するバイオマスなど炭素系資源および金属系資源の転換を含む化学プロセスの開発を目指して、化学工学、反応工学、触媒工学を基礎とする研究を行っている。

- バイオマスなど炭素資源ベースの分散型スマート・グリーン化学システムおよび反応・反応器・触媒開発
- CO₂ニュートラル/ネガティブを実現する炭素資源からの電力・化学コプロダクションおよびグリーン製鉄
- マイクロリアクター・ロボティックリアクターシステム



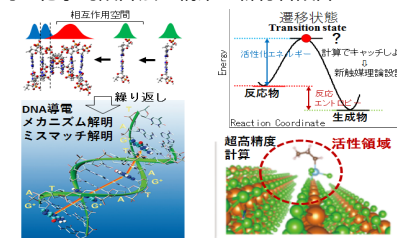
炭素系資源・グリーンプロダクト

量子化学

教授 青木百合子

分子軌道法に基づく量子化学的手法により原子・分子レベルで解明する計算方法を開発するとともに、新機能材料設計や触媒反応解析を行っている。特に、独自開発しているオーダー(N)高精度計算法によるマイクロ視点でのナノチューブやグラフェン、生体高分子の構造機能解明を行い、スパコンによる分子設計を目指している。そこでは独自の軌道間相互作用解析法により、物性や反応の原理解明にも取り組んでいる。一方、磁性、導電性、非線形光学特性、電池特性等の合成前設計に資する手法の構築とともに、ニューラルネットワークを用いた機械学習やダイナミクスも導入し、マルチスケール計算法も展開している。

- DNA・タンパク質等生体系の電子状態の効率的な高精度計算手法の開発と協同現象の解明
- ナノ粒子の構造・特性解明、固体表面触媒の反応解析のための計算手法の構築と応用
- 強磁性、導電性、非線形光学、電池材料等の量子化学的設計法の構築と新材料設計



高分子や固体表面をコンピューター上で理論的に合成



I 類：物質科学

教員または研究室名がホームページにリンクされています

I-25

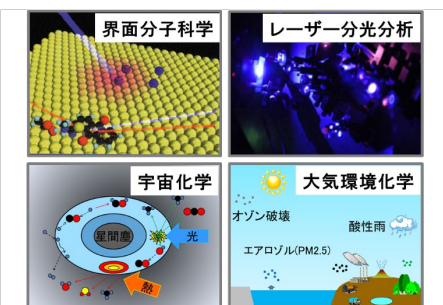
分子物性科学系

分子計測学

教授 原田 明 准教授 藪下彰啓
助教 石岡寿雄

最先端の研究データを取得するためには、新しい分析法の開発は必要不可欠である。本研究室は、分子の構造・反応・機能を研究するための新しい計測法を創案・開発し、物質科学に関連して社会的に問題となっている諸問題解決への応用を念頭に、基礎科学的に興味深い諸課題の解明にも携わることを目的としている。特に、レーザー光・シンクロトロン光を活用した分子の新しい分光学的計測法を開拓し、基礎的な分析化学・物理化学から、環境化学・生化学・宇宙化学まで広く応用展開している。

- レーザー光やシンクロトロン光の照射で生じる”熱・イオン・蛍光・高調波”等を利用した超高感度・高精度計測法の開発
- 分子鑄型電極を用いた分子分析法の開発
- 水、水面などの微小・極限環境内での分子挙動、生体内・環境中における諸科学現象の解明



▶ 分光計測を基盤とした新しい分析法で新しい科学を生み、育む

I-28

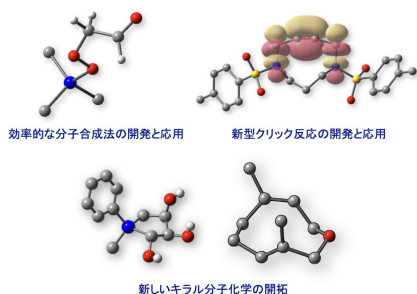
有機合成化学系

分子・反応設計化学

教授 友岡克彦
助教 河崎悠也

「分子を作る方法」を開発し、またそれを応用してこれまで世界に無かった「新しく魅力的な分子」を生み出すことは有機合成化学の最も基本的かつ重要な研究命題の一つである。これに対して我々は、多様な官能基を持つ分子を効率的に合成するための酸化反応や求核置換反応、分子と分子を連結させる新型クリック反応などを開発するとともにその応用研究を行っている。また、キラルケイ素分子や動的な不斉分子などの新しいキラル分子を設計・合成し、それらの特性を明らかにするとともに新しい機能性材料や生物活性分子として応用することを検討している。

- 効率的な分子合成法の開発と応用
- 新型クリック反応の開発と応用
- 新しいキラル分子化学の開拓



▶ 有機合成化学を駆使して世界初の反応を開発し、世界初の分子を生み出す

I-26

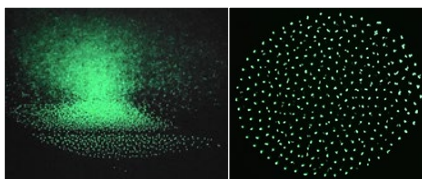
分子物性科学系

分子科学

教授 古屋謙治

プラズマ中に μm サイズの微粒子を注入すると負に帯電してプラズマ中に閉じ込められ、それらの集団はプラズマ中に浮遊したまま結晶化あるいは流動化を起こす。これら微粒子の集団としての振舞いや個々の微粒子の運動は容易に可視化でき、強相関系や自己組織化、非線形現象のモデル系として興味深い。当研究室では、このようなプラズマ中でのクーロン結晶/クーロン液体に関する物理を研究するとともに、材料科学への応用を目指している。

- クーロン結晶/クーロン液体観測装置の改良と観測実験
- 分子動力学計算によるクーロン結晶/クーロン液体のシミュレーション
- クーロン結晶を利用した材料開発



▶ (左)3層を形成した微粒子集団(垂直方向の断面)と(右)クーロン結晶(水平断面)

I-29

有機合成化学系

生命有機化学

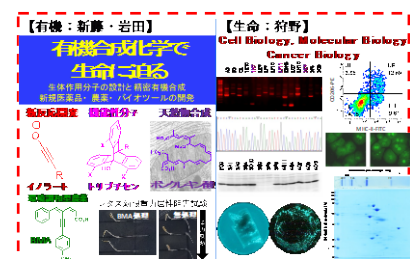
教授 新藤 充 准教授 狩野有宏
助教 岩田隆幸

【有機：新藤・岩田】有用な有機分子の開発に向けて、高エネルギー反応剤であるイノラートを核に新規合成反応の開拓を行っています。さらに生命現象の理解と自在制御を目指して、精密有機合成化学を駆使した生体作用分子の開発を行っています。また、イノラートによる新奇なイプチセンの合成と機能性分子の創出を行っています。

- イノラートを用いた新規合成反応の開発と生体作用分子の合成への応用
- 複合イプチセンの合成と分子機能

【生命：狩野】がん細胞の代謝や免疫応答に注目した研究を行っています。これらに関連した新しい知見をもとに、がん治療につながる成果を目指します。

- がん細胞増殖悪性化における免疫抑制タンパク質とミトコンドリアの研究

▶ 左：有機合成化学と生命化学
▶ 右：生命科学的手法による機能解析

I-27

分子物性科学系

生体分子機能化学

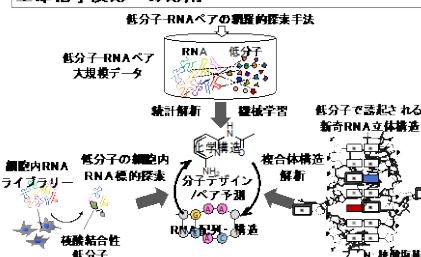
准教授 村田亜沙子

生体分子であるリボ核酸(RNA)は、その多様な動きや疾患との関連性から次世代の創薬標的として注目されている。本研究室では、RNAを標的とした低分子創薬を目指し、RNAの構造・機能を自在に操る低分子化合物を探索・開発するとともに、情報科学・機械学習を活用した分子デザイン、RNA標的ケモインフォマティクスに取り組んでいる。

また、RNAやDNAなど核酸が関わる生命化学反応および細胞機能を低分子化合物により調節する応用研究も行っている。

- RNAに結合する低分子の探索/開発・生命化学反応への応用
- 低分子の結合標的RNAモチーフの探索手法の開発
- RNA-低分子の複合体解析による相互作用様式の解明

核酸(RNA)標的創薬を目指した低分子開発・生命化学反応への応用



▶ RNAに結合できる低分子の分子デザイン指針の獲得

I-30

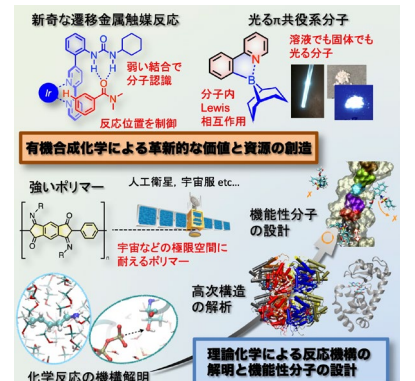
有機合成化学系

機能有機化学

教授 國信洋一郎 准教授 森 俊文
助教 関根康平

高い活性と選択性を発現できる触媒を創製し、炭素-水素結合変換反応など、高効率かつ実用的な新規有機合成反応を開発している。また、 π 共役系分子やポリマーなどの高性能な有機機能性材料の創製している。さらに、分子シミュレーションや計算科学手法を活用した溶液内反応の分子機構解明と機能性分子・触媒の理論設計を目指している。

- 高い活性や機能性をもつ触媒の創製
- 新規かつ実用的な有機合成反応の開発：炭素-水素結合変換反応の開発、など
- 新規 π 共役系分子やポリマーの創製
- 理論化学に基づく凝縮系反応解析と分子設計
- 機械学習を用いたシミュレーション解析



▶ 有機合成と理論計算による反応開発、反応機構解明および機能性分子の設計・創製



I 類：物質科学

教員または研究室名がホームページにリンクされています

I-31

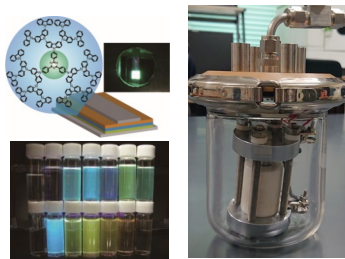
分子材料・プロセス工学系

材料電気化学

教授 柴部比夏里 准教授 アルブレヒト建
助 教 猪石 篤

電気化学・有機化学・無機化学・光化学などを基盤とした新規半導体・エネルギー材料の開発と「電界」を触媒とする新規反応の開拓を行っている。発光材料は dendritic と呼ばれる樹状高分子を用いた有機EL用材料や刺激応答性材料を開発している。二次電池材料については電気自動車などに用いる低コスト低環境負荷の高エネルギー密度蓄電池に向けて、有機系電極材料や全固体電池向けの材料と電解質の研究を行っている。新規触媒反応としては有機分子に電気二重層やナノギャップ電極を用いた強電界を印加した状態で行う反応の開拓を行っている。

- 刺激応答性等を有する発光材料の開発と発光素子材料への展開
- 有機分子への電界印加を触媒とする有機合成における新しい方法論の開発
- 全固体リチウムイオン電池・アニオンシャトル電池の開発



有機EL材料、発光材料、全固体電池

I-34

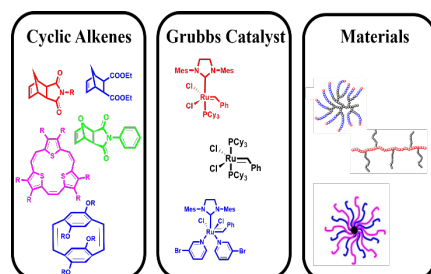
分子材料・プロセス工学系

高分子化学

准教授 Spring Andrew

高次制御されたリビング重合により、様々な先端技術への利用に適したバルクポリマーの機能を精密に制御することが可能になる。中でも開環メタセシス重合 (ROMP) は用途が広く、また興味深い重合技術の一つであり、大きな環ひずみを有する環状アルケンがモノマーとして使用される。当研究室では主にグラブス触媒を用いた開環メタセシス重合による分子量のそろった様々なポリマー (ホモ重合体、ランダム重合体、ブロック共重合体) 及びその他の複雑な高分子化合物の合成と、その応用に関する研究をおこなっている。

- 電気光学 (EO) ポリマーの開発
- 新規共役系ポリマーの合成と有機エレクトロニクス材料への展開
- 水処理技術への利用を指向した機能性ポリマーの研究



開環メタセシス重合で用いられるモノマー、グラブス触媒、及び重合体

I-32

分子材料・プロセス工学系

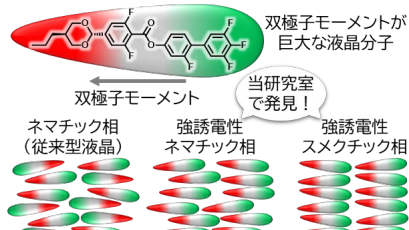
機能分子工学

教授 菊池裕嗣 准教授 奥村泰志

新規な分子設計に基づいた液晶、キラル化合物、高分子などを組み合わせて自己組織的に形成される複合系を設計し、偏光顕微鏡、共焦点顕微鏡、電子顕微鏡や超解像顕微鏡などを駆使した構造観察およびDSC、誘電緩和、電気光学応答、第二次高調波発生など各種物性測定による知見に基づいて構造や秩序を高度に制御すると共にデバイス化することで、低環境負荷で高性能な新材料の創製と様々な分野への応用を目指している。

新規化学物質の合成と新規実験・観察装置の開発が両輪となっており、化学・物理・機械・電気系の幅広い分野から学生を募集している。

- ナノ構造化ソフトマターの構造観察、秩序形成メカニズムの解明と新規構造様式の創出
- 物質融合による新規液晶相の創製と電気光学・電気化学デバイスへの応用
- 比誘電率が約1万の強誘電性液晶材料の機構解明と、誘電エラストマー・アクチュエータ、焦電体、圧電体、液晶ヒートポンプなどへの応用



液晶化合物DIOとその類縁体で発現する強誘電性液晶相の配向秩序

I-35

分子材料・プロセス工学系

素子材料科学

教授 尹 聖昊 准教授 宮脇 仁
助 教 中林康治

炭素材料の階層的ナノ構造と機能発現機構を多様な分析機器を駆使して把握し、その理解に基づいた石炭や石油、バイオマスなど多様な原料からの材料設計・複合化により高機能化および新規機能創出を目指している。同時に、これを可能とする構造評価手法および材料創製・改質手法の新規開発を行っている。さらに、創製した炭素繊維や活性炭、人造黒鉛などの高機能性・高性能炭素材料の電気自動車・風力発電用構造材、吸着材や触媒担体、二次電池・黒鉛電極材など、エネルギー・環境分野への応用を目指すグリーンサステナブルケミストリー研究を行っている。

- 高機能性・高性能炭素材料の創製
- 化石資源およびバイオマスの高度利用
- グリーンサステナブルケミストリー
- 蓄エネルギー・省エネルギー・環境保全への応用



エネルギー・環境のための高機能性・高性能炭素材料

I-33

分子材料・プロセス工学系

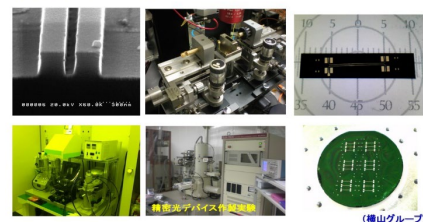
高分子材料物性学

教授 横山士吉
助 教 高田晃彦

Beyond5Gの実現に向けて、デバイス、システム情報処理の高度化と幅広い活用が求められている。既存の原理に依存しない革新的なデバイス開発に向けて、本研究室では超高速光伝送を目指した光学ポリマーの材料研究と光デバイス研究を進め、超高速で低消費電力の光制御技術を実現する。例としては、無機・半導体光導波路とポリマーを融合したハイブリッド型フォトニックデバイスや非線形光学効果を用いた光スイッチングデバイスがある。また、これらのデバイスを用いた新しい光シグナルプロセッシングの研究を行う。

- ポリマー光変調デバイスの高性能化
- 光機能性ポリマーの合成とデバイス応用
- 非線形光学素子による光スイッチングデバイス
- 光信号プロセッシングによる高効率な信号伝送

物質と光の融合“フォトニクスポリマー”



物質と光の融合“フォトニクスポリマー”

I-36

分子材料・プロセス工学系

機能有機材料化学

准教授 藤田克彦

有機EL・有機トランジスタなどの高機能有機デバイス開発を実施している。有機半導体材料、デバイス作製プロセス、デバイス動作機構の3方向から多角的に高性能化指針の解明を行っており、特に有機半導体の利点である塗布による素子作成、プリントエレクトロニクスに注力している。独自技術による塗布でのn型ドーピング法を確立し、キャリアアドーピングの基礎物性の解明とともに、新規pn接合デバイスの開発を進めている。

- キャリアアドープn接合デバイスの開発
- 高効率塗布型有機ELの材料開発
- 有機太陽電池の高効率化



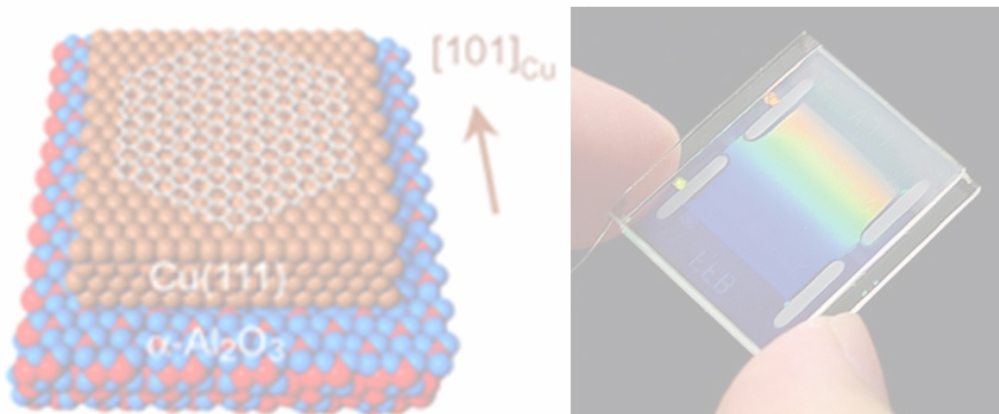
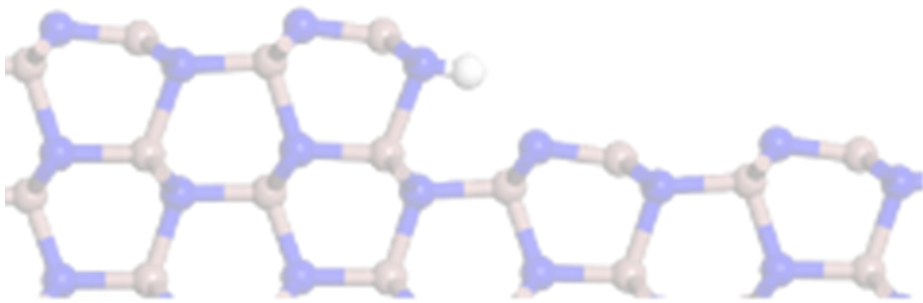
フレキシブル有機EL素子



総合理工学専攻、教員へのコンタクト、入試の情報は下記からご覧ください。

(クリックすると各WEBページに飛びます)

- 九州大学大学院総合理工学府ホームページ
- 総合理工学専攻募集要項



お問い合わせは直接教員にコンタクトするか、以下のアドレスまでお願いいたします。

I 類 (物質科学) : material@eee.kyushu-u.ac.jp