

2025

東京科学大学 物質理工学院

材料系（無機材料分野）

Department of Materials Science and Engineering
School of Materials and Chemical Technology
Institute of Science Tokyo

すべての根幹となる物質・材料科学

2025 年度無機材料分野 主任 生駒俊之

材料系無機材料分野では、私たちの暮らしには欠かせない物質・材料を対象とし、安全・安心で持続可能な社会につながる研究開発をおこなっています。これらの研究開発を通じて、将来を担う次世代の人材を育成します。物質・材料の本質を見極め、世界中の人々の暮らしを支える優れたものづくりを担う研究者・技術者になろうと志しているみなさんを歓迎します。以下、材料系無機材料分野の特徴です。

学問分野、カリキュラム

無機材料の学問分野は物理、化学、数学、生物、地学の内容を包括しており、学生はどの内容を重点的に学ぶかを選択することができます。学部教育では、各科目が構造、物性、反応、プロセスといった科目群に体系づけられ、無理なく物質・材料の基礎を学べます。単なる暗記ではなく、体系的に学ぶことで、目的とする機能に向けた物質・材料を設計できる基礎を身につけられます。大学院では各学生の研究分野や将来像に合わせ、より専門的な内容を勉強できる環境が整っています。

研究開発分野

環境、エネルギー、情報・通信、エレクトロニクス、バイオテクノロジー、構造・インフラ、マテリアルズインフォマティクス、AI 利用など多種多様です。例えば、半導体、誘電体、超伝導体、磁性体、光学材料、構造材料、薄膜、センサ、電池材料、触媒、太陽光発電、人工光合成、医療機器、薬物送達システム、計算科学や機械学習を利用した物質・材料設計、放射光を用いた物質の解析など、ここには書ききれないほどの多くの分野があります(詳しくは研究室紹介ページをご覧ください)。世界の第一線で活躍している教員から、充実した設備環境のもと、研究指導を受けられます。

将来の進路

化学・生活用品、自動車・運輸、精密機械、重機・プラント、電気・電子、情報・通信、エネルギー、素材、住宅・建設、医療・化粧品、国家公務員など多種多様です。大学や研究所などのアカデミア職に就くかたもいます(具体的な進路については、本資料の就職先欄をご覧ください)。

材料系無機材料分野の研究室では、皆さんを世界トップレベルの研究人材として、また、産業界のリーダー候補として送り出す準備が整っています。日本、世界、地球のために、物質・材料の未来を共に切り拓きましょう。

あいさつ

目次	01
無機材料フォーカス	02
キャンパスライフ	04
大学院修士課程入試スケジュール	06
希望を実現する進学・就職プラン	07
無機材料フォーカス教員リスト	09
研究室紹介	
東研究室	16
大場研究室	17
生駒・安楽研究室	18
川路研究室	20
鎌田研究室	21
神谷・片瀬研究室	22
北野研究室	24
北本研究室	25
笹川研究室	26
林研究室	27
保科研究室	28
平松研究室	29
中島・磯部研究室	30
舟窪研究室	32
細野研究室	33
原・石川研究室	34
松下祥子研究室	36
松下伸広研究室	37
真島・伊澤研究室	38
宮内・山口研究室	40
松田研究室	42
谷中研究室	43
横田研究室	44
吉田研究室	45
矢野・岸研究室	46
陳君怡研究室	48
学生の受賞記録	49
キャンパスマップ	53

細野 秀雄 特命教授

新材料開発



東 正樹 教授



北野 政明 教授



半沢 幸太 助教



平松 秀典 教授



矢野 哲司 教授

アモルファス



并手 啓介 助教



岸 哲生 准教授



富田 夏奈 助教

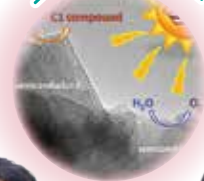


宮内 雅浩 教授

エネルギー



松田 晃史 准教授



松下 祥子 准教授



片瀬 貴義 准教授



山口 晃 准教授



舟窪 浩 教授



松下 伸広 教授

プロセス



重松 圭 助教



陳君怡 准教授



岡本 一輝 助教



久保田 雄太 助教



生駒 俊之 教授



北本 仁孝 教授

ソフト・バネ



林 智広 准教授



安楽 泰孝 准教授



谷中 冴子 准教授



水野 隼斗 助教

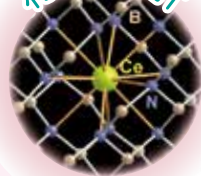


高橋 亮 助教



大場 史康 教授

材料設計



笹川 崇男 准教授



望月 泰英 助教



原 亨和 教授



中島 章 教授

環境



鎌田 慶吾 教授



石川 理史 准教授



磯部 敏宏 准教授



相原 健司 助教



服部 真史 助教

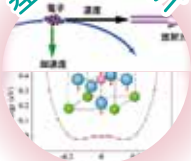


和知 慶樹 特任助教



横田 紘子 教授

基礎・解析



川路 均 教授



保科 拓也 教授



酒井 雄樹 特定助教



桑野 太郎 助教



気谷 卓 助教



吉田 克己 教授

構造材料



神谷 利夫 教授

電子材料



真島 豊 教授



伊澤 誠一郎 准教授

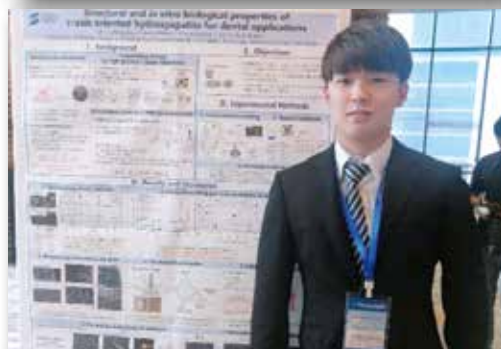
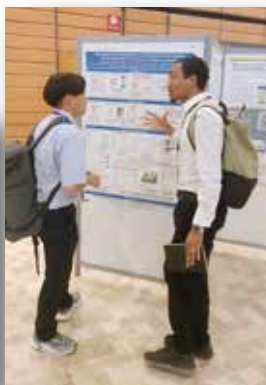


安原 颯 助教



可児 龍之介 助教

学会・国際会議発表



実験・研究



研究会の様子



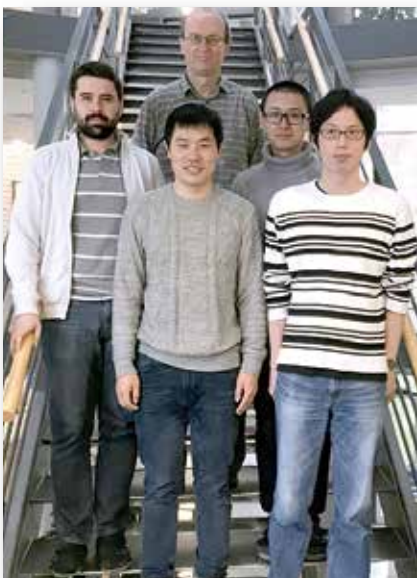
修士・博士論文発表会



修了パーティー・送別会



留学



課程	募集要項	願書提出	学力審査		合格発表	備考
修士課程 (4月入学)	4月初旬	6月中旬	口述試験 7月中旬		9月初旬	「口述試験」または「筆答試験」のいずれの受験になるかは、成績証明書と志望理由書にもとづいて決定後、連絡致します。
			筆答試験 8月中旬	口頭試験 8月下旬		

本パンフレットに記載されている無機材料分野の研究室をご希望の方は、募集要項の「物質理工学院 材料系」をご覧ください



希望を実現する進学・就職プラン

合格・入学



大学院修士課程



大学院博士後期課程

博士後期課程学生への教育と支援

教育の特徴

創造性に優れた社会の要請に応え得る人材の育成を目指し、学位所得後の多様な活躍の場を想定した教育を行っています。

- ・即戦力型の研究者

豊かな人間性や国際的な感性、自然と共生する心を併せ持つ実践的研究者を育成

- ・アントレプレナーシップ

研究シーズを事業化できる、主体的に考えて行動する創造的起業精神を育成

- ・文理融合・異分野融合型人材

複数の専門分野を融合した高度な研究開発ができる課題探求型の研究者を育成

研究奨励費等の支援

経済支援により、学生が安定した研究環境を構築できる支援が多数あります。

- ・日本学生支援機構奨学金、日本学生支援機構第一種奨学金変換免除制度

- ・つばめ博士学生奨学金（本学独自奨学金）

- ・日本学術振興機構特別研究員への応募支援

- ・多種にわたる育成プログラム

- ・ティーチングアシスタント、リサーチアシスタント、留学生チューターなど

キャリア支援

多様なキャリアパス創出のための支援機構があります。博士取得後に大学等の研究者だけでなく、企業での研究者になることも手厚くフォローアップします。

- ・キャリア相談

学内のあらゆる部署と連携をしながら、専任アドバイザーによるキャリア支援

- ・Dr's K-meet（蔵前就職情報交換の集い）

OB/OGのネットワークや経験を活かした就職支援

- ・ジョブ型研究インターンシップ

長期滞在型（2ヶ月以上かつ有給）の企業における研究活動の体験

就職先

研究者として

オスロ大、オレゴン州立大、カイロ大、カリフォルニア工科大学、テキサス A&M 大、ドイツポツダム大、南ミシシッピ大、メリーランド大、レンセラ工科大、オックスフォード大、ダルムシュタット工科大、ベル研、宇都宮大、大阪大、金沢大、近畿大、熊本大、神戸大、信州大、東工大、東京理科大、東北大、鳥取大、豊田工業大、北海道大、名工大、宇宙航空研、科技団、原子力機構、産業技術総合研究所、情報通信研、物質・材料研究機構、理化学研、自衛隊、大阪府産技研 他

技術者として

旭化成、旭硝子、Acroquest Technology、アクセンチュア、伊藤忠ケミカルフロンティア、石川島播磨 (IHI)、いすゞ自動車、イノベーショントラスト、イリソ電子工業、AGC セラミックス、NHK、NOK、NTT ファシリティーズ総合研究所、ENEOS、王子製紙、オムロン、オリンパス、花王、カシオ計算機、鹿島建設、川崎重工業、キヤノン、京セラ、金属技研、クアーズテック、クラリアントジャパン、クラレ、クリスチャン・ディオール、神戸製鋼所、コナミホールディングス、コニカミノルタ、小松製作所、サムライファクトリー、三洋電機、JFE テクノリサーチ、ジェイテクト、資生堂、シャープ、昭栄化学工業、昭和電工、昭和電線ホールディングス、信越化学工業、新日鐵住金、新日鉄住金エンジニアリング、JX エネルギー、GS ユアサ、JR 東日本、JFE スチール、シチズン時計、スズキ、スタンレー電気、住友化学、住友ゴム工業、住友重機械工業、スリーエムジャパン、住友ベークライト、セイコーエプソン、積水化学工業、ソニー、ソニー LSI デザイン、ソフトバンク、ダイキン工業、大日本印刷、太陽石油、大洋マシナリー、太陽誘電、大和総研、WDB エウレカ、ダンガロイ、チノー、千代田化工建設、帝人、DeNA、デュポン、テルモ、デロイト・トーマツコンサルティング合同会社、デンソー、デンカ、電気興業、電通、東京急行電鉄、東京エレクトロン、TDK、東京都教員、TOTO、東芝、東燃ゼネラル石油、東洋エンジニアリング、東洋紡、トヨタ自動車、豊田自動織機、トヨタ紡織、東レ、トクヤマ、凸版印刷、ニコン、ニチハ、日揮、日揮触媒化成、日揮プラントイノベーション、日産自動車、ニトリ、日本アイ・ピー・エム、日本板硝子、日本イー・エス・エム、日本カンタム・デザイン、日本航空、日本証券テクノロジー、日本精工、日本ゼオン、日本総合研究所、日本電気 (NEC)、日本電気硝子、日本電信電話 (NTT)、日本電波工業、日本取引所グループ、日本ユニシス、野村アセットマネジメント、野村證券、ノリタケカンパニーリミテド、博報堂、日立製作所、日立金属、日立建機、日野自動車、BASF ジャパン、パナソニック、ファナック、フジクラ、富士重工業、富士通、富士通ゼネラル、富士ゼロックス、富士フイルム、ブリヂストン、古河機械金属、古河電気工業、バイン・アンド・カンパニー、ボッシュ、HOYA、本田技研工業、マグネスケール、みずほフィナンシャルグループ、三井化学、三井金属鉱業、三井スペース・ソフトウェア、三井造船、三菱化学、三菱自動車工業、三菱重工業、三菱商事、三菱総合研究所、三菱電機、三菱東京 UFJ 銀行、三菱マテリアル、三菱レイヨン、武蔵エンジニアリング、村田製作所、メガチップス、安川電機、ヤマハ、ヤンマー、UACJ、横浜銀行、横浜ゴム、リコー、リソナ信託銀行、リンテック、ローム、ラピスセミコンダクタ、YKK、YKK AP、ワールドインテック

教員リスト

(50 音順)

頁	役職	氏 名	主の系・コース	研究内容		居室	電話番号	QR コード
キーワード (4 つまで)			副の系・コース	キャンパス	研究室ホームページアドレス	e-mail		
16	教授	あづま まさき 東 正樹	材料系 材料コース	新しい機能性酸化物の開拓と機能発現機構の解明 -低次元磁性体から非鉛圧電体まで-		J1 棟 904 号室	045-924-5315	
機能性酸化物, 新物質探索, 精密構造解析, 固体化学				すずかけ台	https://www.ssc.msl.iir.isct.ac.jp	mazuma@msl.titech.ac.jp		
18	准教授	あんらく やすたか 安楽 泰孝	材料系 材料コース	難治性疾患を「知る・診る・治す」ナノマテリアルの開発		南 7 号館 816 号室	03-5734-3960	
バイオマテリアル, 薬剤送達システム, ナノメディシン, 無機・有機ハイブリッド材料				大岡山	http://www.bio.ceram.titech.ac.jp/	研究室 HP よりご確認ください		
18	教授	いこま としゆき 生駒 俊之	材料系 材料コース	生体機能を修復するバイオセラミックスを中心に, 医療に役立つ材料開発を行っています。		南 7 号館 816 号室	03-5734-3960	
バイオセラミックス, 細胞機能, 表面・界面, セラノステック				大岡山	http://www.bio.ceram.titech.ac.jp/	tikoma@ceram.titech.ac.jp		
38	准教授	いざわ せいいちろう 伊澤 誠一郎	材料系 材料コース	有機半導体材料を利用した新たな光機能の開拓、有機太陽電池や有機 EL などの有機光エレクトロニクスデバイスの開発		R3 棟 411 号室	045-924-5341	
有機光エレクトロニクスデバイス, 有機太陽電池, 有機 EL, 光機能性材料				すずかけ台	https://majima-tokyotech.material.jp/	izawa.s.ac@m.titech.ac.jp		
34	准教授	いしかわ さとし 石川 理史	材料系 材料コース	これまで不可能だった化学資源の生産、エネルギー変換を可能にする革新無機触媒の創出		材料系HPよりご確認ください		
				すずかけ台	https://www.hara-ishikawa.msl.iir.isct.ac.jp	材料系 HP よりご確認ください		
30	准教授	いそべ としひろ 磯部 敏宏	材料系 材料コース	セラミックプロセッシングを駆使した新材料の創成		南 7 号館 704 号室	03-5734-2525	
多孔質体、分離膜、負熱膨張性物質				大岡山	http://www.rmat.ceram.titech.ac.jp	isobe.t.ad@m.titech.ac.jp		
17	教授	おおば ふみやす 大場 史康	材料系 材料コース	計算科学とマテリアルズインフォマティクスに立脚した新材料の開拓		R3 棟 501 号室	045-924-5511	
第一原理計算, マテリアルズインフォマティクス, 電子材料, エネルギー材料				すずかけ台	https://www.cms-mi.msl.titech.ac.jp	oba@msl.titech.ac.jp		

教員リスト

(50 音順)

頁	役職	氏 名	主の系・コース	研究内容		居室	電話番号	QR コード
キーワード (4 つまで)			副の系・コース	キャンパス	研究室ホームページアドレス	e-mail		
22	准教授	かたせ たかよし 片瀬 貴義	材料系 材料コース	半導体・超伝導・熱電変換・イオン伝導体を対象に、エネルギー社会に役立つ薄膜材料デバイスを創ります		R3 棟 314 号室	045-924-5314	
酸化物エレクトロニクス, エネルギー材料, 電気化学, 薄膜成長・デバイス作製				すずかけ台	https://www.mces.titech.ac.jp/kklab/	katase.t.aa@m.titech.ac.jp		
21	教授	かまた けいご 鎌田 慶吾	材料系 材料コース	合成化学を基盤とした新しい触媒材料や化学反応の開発		R3 棟 303 室	045-924-5338	
触媒化学, 無機合成化学, 物理化学, 有機化学				すずかけ台	https://www.kamata.msl.iir.isct.ac.jp/	kamata@msl.iir.isct.ac.jp		
22	教授	かみや としお 神谷 利夫	材料系 材料コース	新しい無機電子機能材料・デバイスの開発, 計算機シミュレーションを用いた材料設計, デバイス設計, 物性解析		R3 棟 310 号室	045-924-5357	
新無機半導体開発, 電子デバイス, 太陽電池, シミュレーション				すずかけ台	https://www.mces.titech.ac.jp/kklab/	kamiya.t.aa@m.titech.ac.jp		
20	教授	かわじ ひとし 川路 均	材料系 材料コース	誘電体・磁性体・超伝導体・イオン伝導体における相転移現象の解明と物性と構造の相関についての研究, ナノ細孔に閉じ込められた物質の相転移挙動についての研究, そう転移による機能性制御の可能性を探る研究		J1 棟 701 号室	045-924-5313	
機能材料, 相転移, 機能性制御				すずかけ台	https://msl.titech.ac.jp/~kawaji/	kawaji@msl.titech.ac.jp		
46	准教授	きし てつお 岸 哲生	材料系 材料コース	マイクロエンジニアリングを駆使したガラス・セラミックス材料およびデバイスの作製・実装・機能実証		南7号館 713号室	03-5734-2523	
光学材料, ガラス材料, 光デバイス, レーザープロセス, 接着科学				大岡山	http://www.garaken.com/	tkishi@ceram.titech.ac.jp		
24	教授	きたの まさあき 北野 政明	材料系 材料コース	豊富な元素を駆使した環境調和型触媒の創成		S8 棟 401 号室	045-924-5191	
アンモニア合成, CO ₂ 変換, 混合アニオン材料, 固体触媒				すずかけ台	https://www.mces.titech.ac.jp/authors/kitano/	kitano.m.aa@m.titech.ac.jp		
25	教授	きたもと よしたか 北本 仁孝	材料系 ライフエンジニアリングコース	有機無機複合体の交流磁場に対する応答を利用したセンシングとがん温熱治療, 3次元ナノ粒子集積によるナノポーラス構造体の創製とナノメディシンへの応用, 磁気センシング・デバイスと生体・環境情報計測システム		J2 棟 510 号室	045-924-5424	
ナノ粒子・ナノ構造体, ナノ医療デバイス, 磁気デバイス				すずかけ台	http://www.kitamoto.iem.titech.ac.jp/	kitamoto.y.aa@m.titech.ac.jp		

教員リスト

(50 音順)

頁	役職	氏 名	主の系・コース	研究内容		居室	電話番号	QR コード
キーワード (4 つまで)			副の系・コース	キャンパス	研究室ホームページアドレス	e-mail		
26	准教授	ささがわ たかお 笹川 崇男	材料系 材料コース	高温超伝導体を超えるような新物質・新機能の発見と、そのメカニズムの理解・作り（精密組成制御試料・単結晶）、測り（マクロ物性・先端量子測定）、考え・予測・設計（第一原理計算）の全てを実践。		J1 棟 503 号室	045-924-5366	
超伝導, トポロジカル電子状態, ナノテク新素材, 電子デバイス材料			材料系 エネルギーコース	すずかけ台	http://www.msl.titech.ac.jp/~sasagawa/	sasagawa@msl.titech.ac.jp		
48	准教授	ちえん ちゆんいー 陳 君怡	材料系 材料コース	電気化学およびナノテクノロジーに基づくエネルギー機能変換材料の創製		J1 棟 606 号室	045-924-5338	
材料電気化学, ナノヘテロ構造, エネルギー機能変換材料				すずかけ台	http://www.chen.msl.iir.isct.ac.jp	chen.c.ac@m.titech.ac.jp		
30	教授	なかじま あきら 中島 章	材料系 材料コース	表面エンジニアリングによる各種環境機能材料の開拓		南 7 号館 709 号室	03-5734-2524	
表面 / 界面, 濡れ制御, 触媒, セラミックス製造プロセス				大岡山	http://www.rmat.ceram.titech.ac.jp/	anakajim@ceram.titech.ac.jp		
27	准教授	はやし ともひろ 林 智広	材料系 ライフエンジニアリングコース	人工物と細胞・生体組織の界面における分子プロセスの解析, 生体適合性メカニズムの解明, そのための界面解析技術の開発, 高生体親和性・適合性を持つ材料の設計		G1 棟 1010 号室	045-924-5400	
バイオ界面, プローブ顕微鏡, 近接場光学, 計算・情報科学との融合			材料系 材料コース	すずかけ台	http://lab.spm.jp/	tomo@mac.titech.ac.jp		
34	教授	はら みちかず 原 亨和	材料系 材料コース	これまで不可能だった化学資源生産、エネルギー変換を可能にする革新無機触媒の創出		R3 棟 407 号室	045-924-5311	
触媒, エネルギー変換, バイオマス変換, アンモニア			材料系 エネルギーコース	すずかけ台	https://www.hara-ishikawa.msl.iir.isct.ac.jp	mhara@msl.titech.ac.jp		
29	教授	ひらまつ ひでのり 平松 秀典	材料系 材料コース	超伝導体や半導体などの新物質探索, 薄膜成長 (PLD, MBE, スパッタリング), 光・電子・磁気的物性 (発光, キャリア輸送, 超伝導), デバイス化 (pn 接合, LED)		R3D 棟 102 号室	045-924-5855	
半導体光電子物性, 超伝導, エピタキシャル薄膜, デバイス作製				すずかけ台	https://www.hiramatsu.msl.iir.isct.ac.jp/	hiramatsu.h.aa@m.titech.ac.jp		
32	教授	ふなくぼ ひろし 舟窪 浩	材料系 材料コース	機能性薄膜作製・環境適応型強誘電体・圧電体の探索、エネルギー薄膜デバイス（振動発電、燃料電池、熱電発電）		J2 棟 1508 号室	045-924-5446	
グリーンエネルギー材料, 元素戦略, 強誘電体・圧電体, 電子材料				すずかけ台	http://f-lab.iem.titech.ac.jp/	funakubo.h.aa@m.titech.ac.jp		

教員リスト

(50 音順)

頁	役職	氏 名	主の系・コース	研究内容		居室	電話番号	QR コード
キーワード (4 つまで)			副の系・コース	キャンパス	研究室ホームページアドレス	e-mail		
28	教授	ほしな たくや 保科 拓也	材料系 材料コース		テラヘルツ計測, 第一原理計算, 機械学習により, 固体中のイオンの振動や移動を解析, 誘電性, 強誘電性, 熱物性, イオン導電性などの起源を理解し, 新材料を創出する.	南 7 号館 508 号室	03-5734-2520	
誘電体・強誘電体、フォノン解析, テラヘルツ計測, 計算・情報科学				大岡山	http://nanophononics.ceram.titech.ac.jp/	thoshina@ceram.titech.ac.jp		
33	特命教授	ほその ひでお 細野 秀雄	材料系 材料コース		鉄系などの高温超伝導物質の探索, IGZO などの透明酸化物半導体, ありふれた元素を使って新機能を実現する元素戦略, アンモニア合成触媒, 有機 EL, 金属間化合物の電子物性, 高圧合成, 磁気共鳴	S8 棟 502 号室	045-924-5009	
新物質・材料開発, 酸化物エレクトロニクス, 元素戦略, ディスプレイ材料 (TFT、有機 EL)				すずかけ台	http://www.msl.titech.ac.jp/~hosono/	hosono@msl.titech.ac.jp		
38	教授	まじま ゆたか 真島 豊	材料系 材料コース		極限ナノ材料造形と電子機能デバイス, 超高速トランジスタ, ナノギャップガスセンサ, DNA シーケンサ, 強誘電メモリ, ナノ構造誘起規則化強磁性体	R3 棟 410 号室	045-924-5309	
ナノ電子材料・物性, 無電解メッキ, 単電子トランジスタ, 分子デバイス				すずかけ台	https://majima-tokyotech.material.jp/	majima@msl.titech.ac.jp		
36	准教授	まつした さちこ 松下 祥子	材料系 材料コース		熱励起電荷の化学から生み出される熱エネルギー変換	J2 棟 1409 号室	045-924-5163	
熱エネルギー変換 (半導体増感型熱利用発電), 電気化学, スタートアップ			材料系 エネルギーコース	すずかけ台	http://sachiko.mat.m.titech.ac.jp/	matsushita.s.ab@m.titech.ac.jp		
37	教授	まつした のぶひろ 松下 伸広	材料系 材料コース		新規溶液プロセスの開拓と機能性薄膜・微粒子・ナノ構造のバイオ・環境 / エネルギー・エレクトロニクス応用	南 7 号館 611 号室	03-5734-2875	
フェライト, 透明導電膜, バイオセンサ, 固体酸化物燃料電池				大岡山	http://intelligent-processes.tokyo.tech/	matsushita.n.ab@m.titech.ac.jp		
42	准教授	まつだ あきふみ 松田 晃史	材料系 材料コース		薄膜・ナノ材料のグリーンプロセス開拓およびトポタキシャル相制御と機能探索, ナノ・原子レベルパターン形成とフレキシブル応用探索	J2 棟 1607 号室	045-924-5434	
薄膜ナノプロセス, 機能性セラミックス, 半導体・導電性材料, エネルギーハーベスト (環境発電)				すずかけ台	https://matsuda.mat.m.titech.ac.jp/	matsuda.a.aa@m.titech.ac.jp		
40	教授	みやうち まほろ 宮内 雅浩	材料系 エネルギーコース		半導体ナノ粒子・薄膜と光電気化学をベースにした光エネルギー変換	南 7 号館 819 号	03-5734-2527	
光触媒, 人工光合成, 太陽電池, 無機ナノ粒子合成			材料系 材料コース	大岡山	http://www.eim.ceram.titech.ac.jp/	mmiyauchi@ceram.titech.ac.jp		

教員リスト

(50 音順)

頁	役職	氏 名	主の系・コース	研究内容		居室	電話番号	QR コード
キーワード (4 つまで)			副の系・コース	キャンパス	研究室ホームページアドレス	e-mail		
43	准教授	やなか さえこ 谷中 冴子	材料系 ライフエンジニア リングコース	生体分子科学に基づく機能解明・機能創発 材料系 HP よりご確認ください.		J1 棟 707 号室		
生体分子工学, 生体分子の 機能解明と機能創発, 抗体 医薬				すずかけ台	https://researchmap.jp/ yanaka	材料系 HP よりご確認ください		
46	教授	や の てつじ 矢野 哲司	材料系 材料コース	ガラス・アモルファス材料の基礎科学と分光学的 アプローチによる構造解析、光学・化学・機械的 機能デバイスへの応用技術の開発		南 7 号館 712 号室	03-5734-2522	
ガラス・アモルファス, イオン交換, 省エネルギー溶融プロセス, 革新的機能性ガラス素子, レーザー加工				大岡山	http://www.garaken.com	tetsuji@ceram.titech.ac.jp		
40	准教授	やまぐち あきら 山口 晃	材料系 エネルギー・ 情報コース	普遍元素を用いた電極触媒開発		南 7 号館 818 号室	03-5734-3368	
電極触媒、普遍元素、エネルギー変換、高温電気化学、機械学習			材料系 材料コース	大岡山	http://www.eim.ceram.titech. ac.jp/index.html/	ayamaguchi@ceram.titech.ac.jp		
44	教授	よこた ひろこ 横田 紘子	材料系 材料コース	マルチプローブ計測によるトポロジカル面欠陥の 機能性計測と制御		J3 棟 1612 号室	045-924-5493	
ドメイン境界, 機能性材料, 非線形光学, 構造解析				すずかけ台	https://majima-tokyotech. material.jp/	yokota.h.ae@m.titech.ac.jp		
45	教授	よしだ かつみ 吉田 克己	材料系 原子核工学コース	ナノ、ミクロあるいはマクロレベルでの微構造制御に基づく信頼性向上、特性・機能付与に注目した、原子力・核融合分野や宇宙航空分野等の苛酷環境下での適用を目指した先進セラミック材料の開発		北 2 号館 221 室	03-5734-2960	
セラミックス基複合材料, 耐苛酷環境材料, 高機能セラミック多孔体, 原子力・核融合炉用材料				大岡山	https://yoshida.zc.iir.titech. ac.jp/	k-yoshida@zc.iir.titech.ac.jp		



研究室紹介

東研究室

新しい機能性酸化物の開拓と機能発現機構の解明
—低次元磁性体から非鉛圧電体まで—

<https://www.ssc.msl.iir.isct.ac.jp>



教授
東 正樹
博士（理学）



助教
重松 圭
博士（理学）



特定助教
西久保匠
博士（理学）

◆研究目的および概要

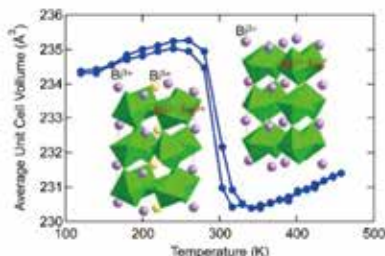
遷移金属酸化物は磁性、強誘電性、超伝導性などの様々な有用な機能を示します。我々はダイヤモンド合成に使われる高圧合成法や、単結晶基板をテンプレートとした薄膜法などの手段を駆使して、温めると縮む負の熱膨張材料、環境に有害な鉛を排した圧電体、強磁性と強誘電性が共存する材料、などの、新しい機能性酸化物を開拓しています。また、温度や圧力の変化によって機能が発現する際の、わずかな結晶構造変化を放射光X線や中性子線を用いて検知し、機能の発現メカニズムを解明します。こうして得られた情報に加えて第一原理計算を用い、さらに新しい材料を設計、合成するというサイクルで研究を展開しています。非常に基礎的な低次元磁性体から、応用をにらんだ非鉛圧電体、負熱膨張材料開発に至るまで、幅広い視点で材料の探索を行っています。

◆代表的な研究テーマ

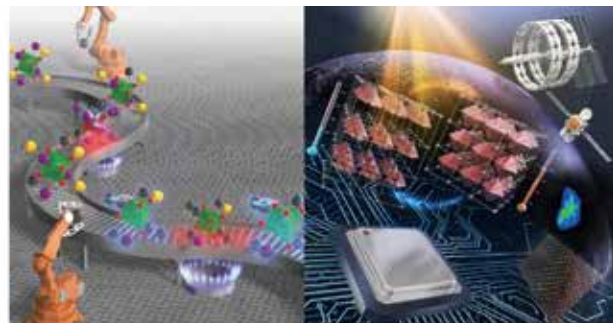
ナノテクノロジーを支える一負の熱膨張物質

半導体製造装置や光通信などの精密な位置決めが要求される場面では、材料の熱膨張が問題になります。昇温に伴って縮む、「負の熱膨張」を示す材料は、部材の熱膨張を補償するために使われます。我々のグループでは、 $\text{BiNi}_{0.85}\text{Fe}_{0.15}\text{O}_3$ が既存材料の5倍もの巨大な負の熱膨張を示す材料であることを発見、多数の新聞に報道され、工業化されるに至りました。この物質は、母物質である BiNiO_3 （これも我々が見つけた新物質です）の、圧力下の電子状態と結晶構造の変化を調べる研究から生まれました。基礎研究が特許性を持つ材料開発につながる好例です。

現在は $\text{BiNi}_{0.85}\text{Fe}_{0.15}\text{O}_3$ の製法を改良するための産学共同研究を行うと同時に、新たなメカニズムに基づいて、広い温度範囲で大きな体積収縮を示す、さらなる新材料の探索も行っています。



加熱によって Bi と Ni の間で電荷移動が起こる $\text{BiNi}_{0.85}\text{Fe}_{0.15}\text{O}_3$ 。 Ni^{2+} から Ni^{3+} への酸化に伴い Ni-O 結合が収縮、巨大な負熱膨張を示します（左）。 $\text{BiNi}_{0.85}\text{Fe}_{0.15}\text{O}_3$ を樹脂材料に分散させると、熱膨張がゼロの複合材料（コンポジット）が実現します。（右）



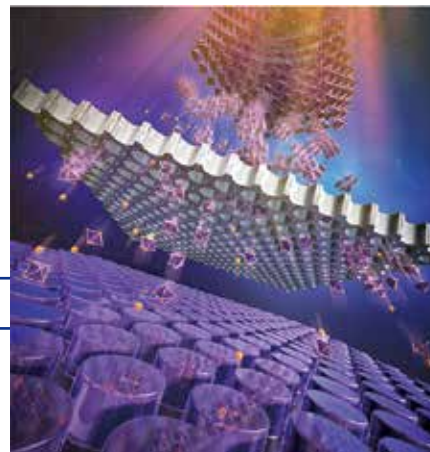
新材料探索のイメージイラスト。原子を置換して材料をデザインし、加熱による特性の変化を詳しく調べます（左）。負熱膨張材料は工場の温度制御に消費される膨大な電力を節約することができ、エネルギー問題の解決に貢献します（右）。

次世代メモリ材料—強誘電強磁性体

磁石（磁性）とコンデンサー（強誘電性）の性質を併せ持つ物質は、強磁性強誘電体、又はマルチフェロイクスと呼ばれ、次世代のメモリやセンサー材料として注目されています。我々のグループでは、 BiFeO_3 の Fe を Co で置換することによりスピンの並びが変化し、室温で弱強磁性と強誘電性が共存するマルチフェロイック物質となることを発見しました。電流を用いず、電場のみによって磁化を反転できる事も確認、超低消費電力磁気メモリとしての応用を目指して、微細加工とデバイス化に取り組んでいます。

◆当研究室について

当研究室の学生の所属前の研究テーマは、有機合成、錯体、表面科学など様々です。上記の研究内容に馴染みが無くても、用語がわからなくても、心配いりません。好奇心のある、元気なあなたを待っています。関連学会は、日本物理学会、応用物理学会、日本化学会、日本セラミックス協会、粉体粉末冶金、日本高圧力学会、日本結晶学会など。その他海外の学会、ワークショップ等多数参加。これらの発表において、多くの学生が優秀発表賞等に輝いています。



強磁性強誘電体 $\text{BiFe}_{1-x}\text{Co}_x\text{O}_3$ のナノドット化。

大場研究室

計算科学とマテリアルズインフォマティクスにより
新材料の開拓を加速

<https://www.cms-mi.msl.titech.ac.jp>



教授
大場史康
博士（工学）



助教
高橋 亮
博士（工学）

はじめに

昨今の計算科学の進展とスーパーコンピュータの演算能力の向上は目覚ましく、量子力学に基づく第一原理計算により既知の材料を深く理解するだけでなく、全く新しい材料の存在やその機能を高い信頼性で予測することも可能になってきました。計算科学が材料の研究・開発において真に役立つ時代が到来し、大学や研究所だけでなく、企業においてもコンピュータシミュレーションが頻繁に利用されています。今後、その役割は一層重要になるはずです。

当研究室の狙いは、このような「計算材料科学」に立脚して材料を探究すること、そして、これまでにない高機能材料を発見することです。さらに、計算材料科学とデータ科学を密接に連携させた「マテリアルズインフォマティクス」により、新材料の開拓を加速することを目指しています。

メンバー

2025年1月現在の構成員は、教授1名、助教1名、博士研究員3名、事務支援員1名、学生15名（博士課程2名、修士課程8名、学士課程5名）です。教員・研究員の層が厚く、学生の研究を強力にサポートする体制が整っています。

研究テーマ

電子デバイスや太陽電池などに使われる半導体材料やエネルギー材料を対象に、広範に研究を展開しています。様々な結晶構造や構成元素をもつ材料に対して、機能の起源となる原子・電子レベルの構造まで掘り下げて系統的に理解できることが第一原理計算の利点です。卓越した機能だけでなく、安価で高い環境調和性を有することなど、新材料開発における要望はますます厳しくなっています。このやりがいのある課題に計算・データ科学手法を駆使して取り組んでいます。

近年盛んになっているマテリアルズインフォマティクスによるアプローチの一環として、膨大な計算データを蓄積し、有望な物質をそこから効率的かつ自動的に選び出すハイスループットスクリーニング技術の開発を進めています。図1に示すように、多様な候補物質を対象に特性や安定性の計算を行い、有望な物質を選定します。その予測結果を、連携している実験グループに提案することで、新しい物質や材料の開拓を加速することが目標です。このシナリオを実現するため、計算手法の開発や計算の自動化に取り組んでいます。

図2に示すように、計算により予測された新物質を実証するなど、具体的な材料開発に関する成果も出ています。このような高信頼性計算データを機械学習し、物質の特性や安定性の予測モデルを構築することで、新物質・新材料探索の更なる効率化を目指しています。また、多様な観点から膨大なデータを解析することで物質・材料を俯瞰的に理解し、新たな視点での学理の構築につなげようとしています。

このような研究に興味をお持ちでしたら、ぜひ見学にお越しください。

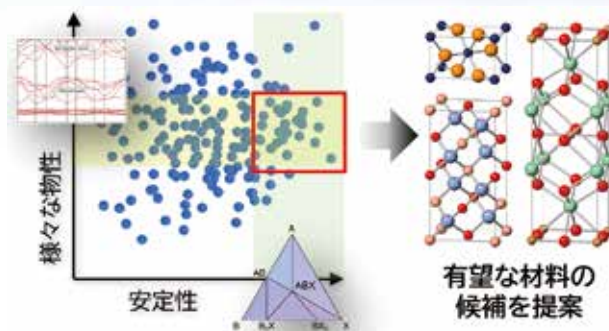


図1. コンピュータ中でのハイスループットスクリーニングによる新物質探索の概念図。膨大な数の候補物質から、特性や安定性の観点で理論的に有望と考えられる物質を的確に選び出し、連携している実験グループに実験対象として提案します。

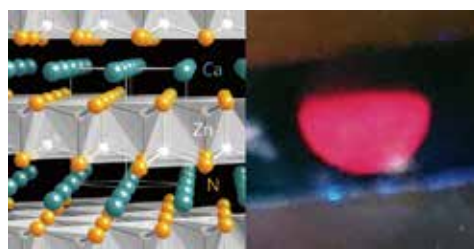


図2. コンピュータシミュレーションによる新物質探索の具体例。希少元素を含まず赤色発光を示す新しい窒化物半導体 CaZnNb の存在を予測し（左）、共同研究者（細野・平松研究室）が実験により実証しました（右）。この成果は2016年に *Nature Communications* 誌に掲載され、計算科学に立脚した効率的な新物質探索の好例として、様々なメディアで紹介されました。その後も複数の新物質の開拓に成功しています。

研究成果発表・受賞

当研究室の学生は、国内外の学術会議において積極的に研究成果を発表しています。学生の研究発表が評価され、数々の受賞に至っています。また、米国物理学会や米国化学会等の国際的な学術雑誌において、学生が著者として論文を出版することで、研究成果を世界的に発信しています。



生駒・安楽研究室

生体機能を修復するバイオセラミックス

<http://www.bio.ceram.titech.ac.jp/index.html>



教授
生駒俊之
博士（工学）



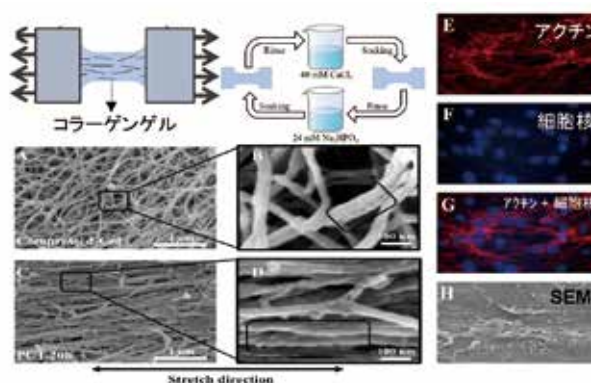
准教授
安楽泰孝
博士（工学）

ナノテクノロジーより深化するバイオセラミックス

原子・分子が集合するナノの世界から、私たちの身体は構成され、恒常性が維持されています。生命の最小単位である細胞に観察されるナノ現象は、ナノメートルの大きさを材料を構築する材料科学からも制御されます。研究室では、無機材料を用いた医療機器（人工骨など）と医薬品とを組み合わせた“コンビネーション製品”や材料工学を基礎として再生医療を実現する“足場材料”、治療（Therapeutics）と診断（Diagnostics）とを同時に可能とする“セラノスティクス（Theranostics）”などの研究開発を行っています。セラミックスの特徴を活かし、生体内で必要とされる機能を示す無機・有機複合材料の開発を軸に、次世代の医療技術を作り出すことを目指しています。

再生医療にむけた無機／有機複合多孔体

材料・細胞・成長因子を三本の柱とする再生医療を実現するには、生体と類似した組成や構造をもつ細胞の足場材料が必要とされています。例えば、タンパク質であるコラーゲンの存在下で水酸アパタイトを成長させるとコラーゲン繊維に沿ってナノ結晶が整列し、生体骨と類似した材料が合成されます。このような材料を多孔体に加工し、成長因子と組み合わせることで、細胞の機能を制御した次世代の再生医療が期待されます。



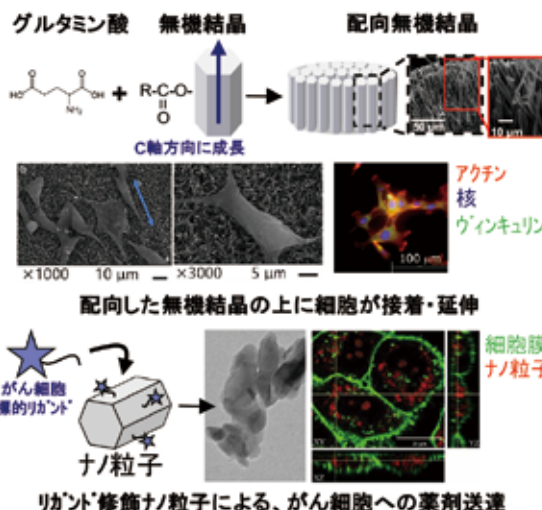
シミュレーションを用いた材料設計

計算科学・シミュレーションを用いて、目的とする機能をもつ材料設計や実験データの解析にも取り組んでいます。特にバイオテクノロジーとの融合により、材料側からだけではなく、生体側からの現象を理解し、新規材料の創成にフィードバックする必要があります。例えば、近赤外光が生体組織を透過する特性を利用した新しいがんの治療法が期待されています。金ナノ粒子の形態を最適化することで、近赤外光を効率よく熱に変換させるがん温熱療法の実現を目指しています。さらに、光や熱に応答して抗がん剤を放出させる治療法などにも挑戦しています。

無機結晶の成長を制御する高分子

無機結晶を医療に応用するには、その大きさや形態、水中における分散性を精密に制御する必要があります。生物は有機物を利用して、無機結晶の成長を上手に制御しています。このような機構を模倣するための高分子や新たな合成手法を設計・開発しております。

例えば、リン酸系高分子は、無機結晶の表面に静電的相互作用で吸着します。高分子の立体的・化学的な構造を最適化することで、特定の結晶面に選択的に吸着させ、結晶成長の方向や分散性が制御できると期待されています。蛍光特性や外部刺激応答性をもつ無機ナノ結晶と新規に標的指向性（組織や細胞と特異的に反応する性質）をもつリガンド部位を担持した高分子を用いて、+αの機能を無機材料に付与することもできます。



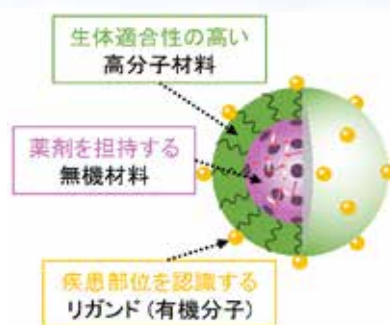


助教
水野隼斗
博士（工学）

薬剤送達システムのための無機-有機ハイブリッド材料の開発

「無機材料」と「有機材料」の特徴を巧に組み合わせた「無機-有機ハイブリッド材料」を構築し、がんやアルツハイマー病といった治療困難な疾患を「診る・治す」ことができるナノメディシンの開発に取り組んでいます。生体内で異物認識されない機能、薬剤を担持する機能、疾患部位を認識する機能など異なる機能を空間的に制御して構造内に配置したナノ粒子を構築し、従来患部に送達することが困難であった薬剤を疾患部位まで送達する薬剤送達システムへの展開を試みています。

このような材料開発を通して、薬剤送達システム分野に新しい方法論を持ち込むことを目指しています。



医療に貢献する材料を目指して

医療の技術革新は、材料からも起きます。“使われてこそ材料”をモットーに、研究開発に取り組みます。生体と材料との界面を知り、制御することができれば、その道は必ずや開けるはずです。当研究室では、“自由闊達”に“見聞を広げる”様々な取り組みを行っています。例えば、専門家の集まる会議での発表や海外留学生の受け入れなどです。これらの研究活動を通じて、国際感覚の醸成や研究開発の方法論を卒業時まで学びます。

国内・国際学会での発表



他研究室合同 夏合宿・忘年会



工大祭



スポーツ大会



学生の就職先

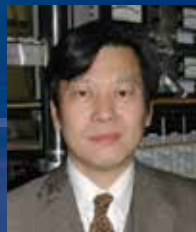
生体材料の開発は、学際的な研究分野です。材料科学・生化学・生物学・医学・歯学についても学べる機会がたくさんあります。そのため、学生の就職先は以下のように、幅広い分野で活躍しています。

味の素、NTT、富士フイルム、テルモ、デンカ、東レ、AGC、三菱化学、日本ガイシ、日本光電、日本特殊糖業、川崎重工、ダイキン、住友金属鉱山、JR 東日本、京セラ、など

川路研究室

物質における機能性発現機構を解明し、制御する

URL: <http://www.msl.titech.ac.jp/~kawaji/>



教授
川路 均
博士（理学）



助教
気谷 卓
博士（理学）

多くの物質の機能性には相転移現象が大きな影響を与えています。例えば電気抵抗がゼロになる超伝導現象はある特定の臨界温度以下でしか発現しません。このような相転移現象の機構を明らかにすることは機能性物質の探索・設計において重要です。当研究室では、誘電体、磁性体、マルチフェロイックス、超伝導体、金属ガラス、イオン伝導体、ナノ細孔物質、イオン液体などにおける相転移現象の機構解明とそれに基づいた相転移制御の可能性について研究しています。特に世界最高精度の断熱型熱量計による精密熱容量（比熱）測定を用いて物質の標準エンタルピー、エントロピー、ギブズエネルギーなどの熱力学諸関数の絶対値を決定するとともに、各種物性測定や分光学的手法を駆使して結晶中の原子、分子運動の詳細を調べるなど、総合的な研究を進めています。



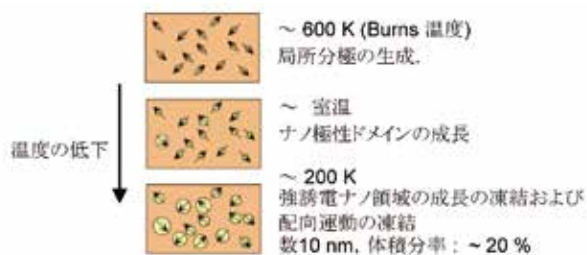
断熱型熱量計



極低温熱容量測定用希釈冷凍機
プローブ

誘電体結晶の相転移（強誘電体、リラクサー、インコメニシュレート相転移、巨大粒子サイズ効果）

ある種の誘電体結晶では、逐次相転移現象、相転移が凍結したリラクサー、ある種の自由度（分子の配向など）の周期が結晶の並進対称性とずれた周期をもつインコメニシュレート相の発現相転移における巨大粒子サイズ効果などの興味深い現象が現れます。その機構解明に向けた研究を行っています。



リラクサーにおけるナノ極性領域の成長と相転移の凍結

磁気相転移、超伝導相転移に関する研究（フラストレーション、マルチフェロイックス、超伝導）

2次元の三角格子や正四面体が頂点共有でつながったパイロクロア格子などで、反強磁性的な相互作用が競合し、複雑かつ特異な性質が現れます。これらの性質について、特に希釈冷凍機を用いた極低温での研究を行っています。

イオン液体の低融点の起源に関する研究

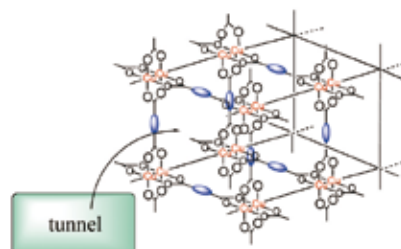
一般に無機塩の融点は高温ですが、室温で液体になるイオン性物質があります。これらは高イオン導電性、不揮発性、化学的安定性などの興味深い特性を持つことから注目を集めており、現在多くの研究が行われています。しかし、低融点の機構については解明されていない点が多く残されています。研究室ではイオン液体の熱力学的性質を調べ、特に融解現象を中心に解析を行っています。

イオン伝導体に関する研究

燃料電池を始め各種電池材料やガスセンサーなどへの応用が期待されるイオン伝導体について、構造と熱物性およびイオン伝導機構との相関を調べています。とくにイオン伝導性を支配する欠陥構造について、極低温領域での精密熱容量測定により知見を得ています。またイオンの欠陥構造や微視的運動と巨視的物性量の関係を明らかにし、イオン伝導機構を解明するために分子動力学シミュレーションを行っています。

ナノ細孔を持つ金属錯体における相転移現象の研究

ナノメートルの細孔を有する金属錯体は結晶中に大量の分子を吸蔵することができます。さらに、吸蔵された分子に起因した相転移現象も現れます。本研究室では分子吸蔵機構や相転移機構を熱力学的立場から調べています。また、分子吸蔵機構についての計算機シミュレーションによる研究も行っています。



absorb N_2 , O_2 , NO , CH_4 , C_3H_6 , C_6H_6 , CH_3CH_3 , etc.
ジカルボン酸銅錯体の細孔構造

新熱測定技法の開発とその応用

熱容量の周波数依存性や超微量試料での熱容量測定技法、精密熱膨張測定をはじめ、いろいろな新しい熱測定技法の開発研究を行っています。

鎌田研究室

合成化学で新しい固体触媒科学を切り拓く



<https://www.kamata.msl.iir.isct.ac.jp/>



教授
鎌田 慶吾
博士（工学）



助教
相原 健司
博士（工学）



特任助教
和知 慶樹
博士（工学）

研究目的

私達の生活は多くの有用な化学製品により支えられており、これら化学製品をつくるプロセスの実に9割で固体触媒が使われています。しかしながら、現在の化学プロセスは石油などの化石資源に大きく依存しています。私達の研究室では、天然ガスやバイオマスなどの多様な天然炭素資源から様々な化学品（モノマー・燃料など）を低エネルギーでつくり、二酸化炭素（CO₂）排出を大幅に削減できるような「新しい固体触媒技術の開発」を目指しています。

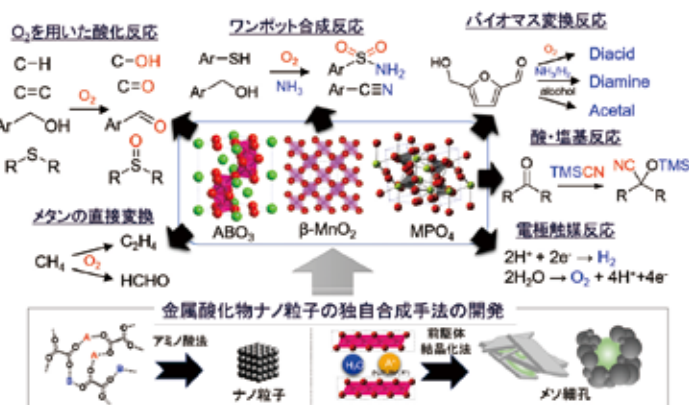
鎌田研究室では、独自の無機合成手法を用いて様々なナノ触媒材料を創製し、「新しい触媒材料や化学反応の開発を通して持続可能なカーボンニュートラル社会の構築に貢献すること」を目標としています。

研究テーマ

1. 新しい金属酸化物のナノ構造制御手法の開発

ナノサイズに制御された構造は、バルク化合物にはない優れた物性・機能を示します。中でも、望みの組成や結晶構造をもつ金属酸化物を狙ってつくる新しいナノ構造制御手法の開発に取り組んでいます。アミノ酸の一つであるアスパラギン酸を金属分散剤として用いることで、多様な元素組成をもつ結晶性複合酸化物ナノ粒子を合成することに成功しました。この手法を用いることで優れた酸化触媒作用を示す多様な六方晶ペロブスカイト等の合成を達成しました。

また、層状マンガン前駆体の低温結晶化というシンプルな手法により、ポーラスβ-MnO₂やOMS-1ナノ粒子の合成を達成しました。また、細孔・粒子形態の制御が可能であり、構造に由来する酸化触媒作用を示します。



2. 分子状酸素を酸化剤とした酸化触媒の創製

選択酸化反応は、工業有機化学プロセスの約3割をしめる基幹反応の一つです。中でも、環境にやさしい酸化剤を用いた難易度の高い選択酸化反応を可能とする触媒の開発に取り組んでいます。特異な活性点構造をもつ結晶性金属酸化物に着目し、O₂のみを酸化剤とした選択酸化反応の開発を行っています。理論計算グループ（大場グループ）との共同研究により、金属酸化物中の酸素原子の空孔形成エネルギーと反応性との関係を明らかにし、酸素欠陥形成エネルギーの低いペロブスカイトやβ-MnO₂の有効性を明らかにしました。これら触媒を用いることで、アルカンの不活性C-H結合・バイオマス由来のプラスチックモノマー合成・ワンボット有機合成などの高難度選択酸化反応を達成しました。

3. 元素複合化による触媒の高機能化

固体中の異なる元素の複合効果により、単純酸化物や均一系触媒のみでは達成し得ない触媒性能の発現が期待されます。隣接する異なる性質の活性点（酸化・還元・酸・塩基）上で複数の分子が協奏的に活性化されるような複合触媒の開発にも取り組んでいます。ナノロッド状に形態制御したリン酸セリウムは固体表面上に均質かつ隣接したルイス酸・塩基点をもち、この触媒がバイオマス由来の5-ヒドロキシメチルフurfural（HMF）とアルコールの反応からアセタール体のみを与えるという従来の酸塩基触媒とは異なる選択性を示すことを初めて見いだしました。さらに、金属に酸化還元能を付与することで高難度なメタンの選択的変換反応も達成しました。

研究室の紹介

鎌田研究室は、2023年4月からスタートした新しい研究室です。本研究室に所属する学生さんの出身校は様々で、専門分野も触媒化学以外の方がほとんどです。化学や実験が好きな方は、ぜひ鎌田研究室の新しいメンバーとして加わって、一緒に社会を変革できるような触媒材料や化学反応をつくりましょう！

神谷・片瀬研究室

常識を覆す新しい機能材料を創り、新デバイスを実現する

<https://www.mces.titech.ac.jp/kklab/>



教授
神谷利夫
博士（工学）



准教授
片瀬貴義
博士（工学）

「太陽電池、エネルギー変換素子、ディスプレイなどの性能は ★新材料★ で決まります」

◆ **研究目的**：酸化物を中心に新しい機能材料を創り、その特長を生かしたデバイスを開発しています。現在のコンピュータやディスプレイ、太陽電池などには Si や GaN などの共有結合性半導体が使われていますが、現在の Si では、有機 EL テレビや低コスト高効率の太陽電池を作るのが難しいなど、限界があります。当研究室では、今まで使われてきた電子材料とは**全く違った材料系を自ら見出し、今までは作れなかった光・電子・エネルギーデバイスに挑戦しています**。材料設計を大きな武器として使い、太陽電池・トランジスタ・熱電変換素子・発光素子・レーザーなどのありとあらゆる環境デバイスの劇的な性能向上を目指しています。

◆ 研究テーマ

・使える新しい機能材料とデバイスの開発

アモルファス酸化物半導体 (AOS)

2004 年以前は、Si、GaN や ZnO のような結晶でないと「良い半導体」はできないと信じられていました。それに対して私たちは、In-Ga-Zn を成分とする酸化物 **IGZO** が、アモルファスであるにもかかわらず、高性能のトランジスタを作れることを実証し、図 1 のような**透明でフレキシブルな高性能トランジスタ**を発明しました。この技術は、iPad, Surface Pro4 や 88 型 8K 有機 EL TV などに使われています。さらに最近では、図 2 のように、**世界で初めて無機の発光薄膜の室温形成に成功し、有機 EL を超える新しい発光デバイス・ディスプレイの実現も視野に入ってきました**。[関連論文] K. Nomura et al., Nature (2004), Science (2003)。

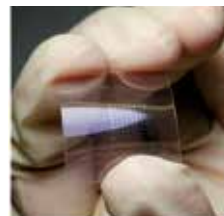


図1 IGZO を用いた透明フレキシブルトランジスタ

・今まではできないと信じられてきた材料を実現

4 eV 以上の非常に大きなバンドギャップを持つアモルファス半導体

上でも述べたように、アモルファス半導体の特性は良くないと信じられてきました。私たちはこの迷信によって覆したわけですが、次には「**バンドギャップの大きいアモルファス半導体は作れない**」という迷信がありました。私たちは、アモルファス酸化物における**ドーピング機構と欠陥をきちんと理解することにより、バンドギャップ 4.12 eV のアモルファス酸化物半導体の開発に成功しました**。[関連論文] J. Kim et al., NPG Asia Mater. (2017)。



図2 室温で作れる無機蛍光体薄膜とLED素子

・コンピュータを利用して科学者の常識を覆す新しい材料の設計

絶縁体と信じられていた元素から半導体を創る

新材料は、行き当たりばったり材料合成をしても見つけることはできません。量子計算やデバイスシミュレーションなどのコンピュータ支援と、材料研究者としてのひらめきを組み合わせ、教科書に書いてあることを超える新しい材料を設計、開発しています。

例えば、酸化 Ge や酸化 Si は 6 eV 以上の大きなバンドギャップを持ち、非常に良い絶縁体として知られています。しかし、図 3 のような量子計算によって電子構造を正しく理解すると、立方晶構造の SrGeO₃ はバンドギャップが 2.7 eV へ、BaSiO₃ も 4.1 eV へと極端に小さくなり、**良い透明半導体になることが予測されました**。前者は実験的にも実現しました。このように、**計算機シミュレーションを援用することにより、物質に関する新しいセンスを身につけ、画期的な新材料を開発することが可能になります**。[関連論文] H. Mizoguchi et al., Nature Commun. (2011)。

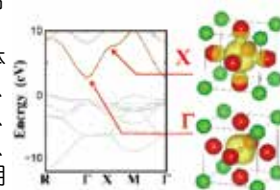


図3 量子計算で描いた SrGeO₃ の波動関数。

・超精密薄膜化技術と電界変調法を駆使して新しい機能・デバイスの開発

原子層で人工的な界面を形成したり、外部電場などで物質中の電位や電子濃度を制御することによって、天然材料では実現できない、新しい機能が発現します。**原子一層毎に積層できる精密薄膜化技術**（図 4）と**巨大電界変調法**を駆使して、新しい機能薄膜と光・電気・磁気機能を制御・利用するデバイスの開発を進めています。例えば、人工粒界を形成することで鉄系超伝導体 Josephson 接合素子を初めて実現しました。陽イオンを網目状に整列させる固相エピタキシー法を独自に開発し、室温強磁性酸化物半導体薄膜を実現し、全酸化物強磁性接合素子への応用が期待されています。[関連論文] T. Katase et al., Nature Commun. (2011), PNAS (2014), Adv. Electron. Mater. (2015)。

・微少な熱を集めて使えるエネルギーを創り出す新材料：あらゆるものが「つながる」社会へ

私たちの周りには「熱」という無限のエネルギーが至る所に存在しますが、現在は使うことができていません。化学的に安定で無害な酸化物で**微少な熱を電気に変えてエネルギーを高効率に回収できる新材料**を創れば、身の周りのあらゆる「もの」を、充電しなくても永遠に自律的に動作する電子情報端末へと変貌させる IoT 社会が実現できます。このような高効率・超省電力デバイスを実現するため、強力な電子格子相互作用などの酸化物の特長を利用する新しい発想と上記の超精密薄膜化・人工超格子技術を駆使し、室温での熱電変換性能を 10 倍以上に高めて実用になる材料の開発に挑戦しています。

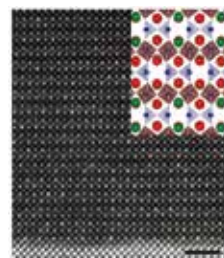


図4 超精密な薄膜合成法により作製した室温強磁性半導体薄膜

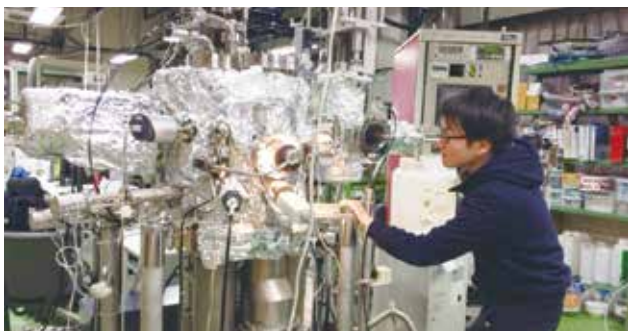


助教
井手啓介
博士（工学）



◆ 指導方針

- ・細野・平松・松石研究室と協力して研究をしています。
- ・当研究室だけでなく、総勢 20 名以上の学生がお互いに助け合いながら勉強・研究に取り組んでいます。
- ・当研究室の学生は、物理・電気・化学など、大きく異なる学科の卒業生ばかりです。そのため、入学後に、ゼミ・輪講などを通じて研究を進めるのに必要な知識を学んでいきます。**新しい分野に挑戦する**のに最適な環境です。
- ・**電子材料・環境・エネルギー・情報分野**に関連した研究開発に必要な技術と知識（パルスレーザー堆積・スパッタリング・分子線エピタキシー法などの薄膜成長プロセス、薄膜トランジスタなどのデバイス作製・リソグラフィ加工、ホール効果や光吸収などの光・電子物性計測）を学ぶことができます。
- ・私たちが独自に培ってきた材料設計の考え方を学び、実際の研究開発にどのように応用するかを習得していきます。
- ・教科書を読むだけではなく、データベース・計算ソフトなど、**コンピュータ支援**を積極的に使い、電子構造、物性物理、デバイス動作機構などを学んでいきます。
- ・**ゼミは 20 名程度**で行います。学生が自分で考えとともに、専門的な考え方を学ぶことができます。
- ・修士学生は、卒業までに最低一回、国内学会で発表をしています。博士学生は、毎年一回以上、国際学会で発表をしています。
- ・学部・修士学生でも、成果が出れば国際学会で発表したり、国際英文誌に英語で筆頭著者として論文を書いています。



超高真空装置を使ってあらゆる材料の薄膜を作製します



作製した薄膜やデバイスは自ら測定して評価します

◆ 学生が筆頭著者の英語論文数 4 報（2018 年）、5 報（2017 年）

◆ 学生による国際学会口頭発表（抜粋）

- ・2019 年度 D3 渡邊君 STAC11（筑波）
 - ・2017 年度 D1 小林君 ICAE2017（韓国）
 - ・2017 年度 M2 渡邊君 SID Display Week（アメリカ サンフランシスコ）
 - ・2016 年度 M2 渡邊君 iMiD2016（韓国）
 - ・2016 年度 D3 Kim 君 SID Display Week（アメリカ サンフランシスコ）
 - ・2015 年度 M1 岸田君 ITC2016（台湾）
 - ・2015 年度 M2 Tang 君 IMID2015（韓国）
 - ・2014 年度 M1 石川君 ITC2014（オランダ）
 - ・2014 年度 M2 羽生君 ITC2014（オランダ）
- ポスター発表も含めるとさらに多くの学生が国際学会で発表を行っています。



4 年生・修士 1 年生でも努力次第で結果を出して、国内外の学会に参加して研究発表をしています

◆ 学生の受賞（抜粋）

- ・2019 年度 B4 木村君、M2 樋口君 TOEO11 Silver Poster Award
- ・2019 年度 D1 He さん STAC11 Silver Poster Award
- ・2018 年度 M1 樋口君 薄膜材料デバイス研究会 スチューデントアワード
- ・2017 年度 M2 二角君 TOEO10 Silver Poster Award
- ・2017 年度 D1 渡邊君 東海若手セラミスト懇話会 ベスト質問賞
- ・2017 年度 M2 渡邊君 物質科学創造専攻 土肥賞
- ・2016 年度 D2 Kim 君 2016 年春季応用物理学会 講演奨励賞
- ・2016 年度 D2 Kim 君 井上研究奨励賞
- ・2016 年度 M2 Tang 君 物質科学創造専攻 土肥賞
- ・2016 年度 D3 Xiao 君 物質科学創造専攻 土肥賞



研究の成果が認められ、国内外にかかわらず、毎年多くの学生が受賞しています（左が木村君、右が樋口君）



教授
北野政明
博士（工学）

<https://www.mces.titech.ac.jp/authors/kitano/>

◆研究目的

地殻に存在する割合が少ない Pt, Rh, Pd などの貴金属は、レアメタルとして分類されています。これらの金属は、優れた性能を示す触媒となり、自動車の排気ガス浄化などで実用的に使用されています。しかし、希少な鉱物資源を持たない我が国では、希少元素の使用量をできるだけ低減させた新技術の開発が必須の課題となっています。我々は、地球上に豊富に存在する元素を駆使して新物質を生みだし、既存触媒にはない機能を発現し水素社会・カーボンニュートラル社会実現に貢献する研究を行っています。

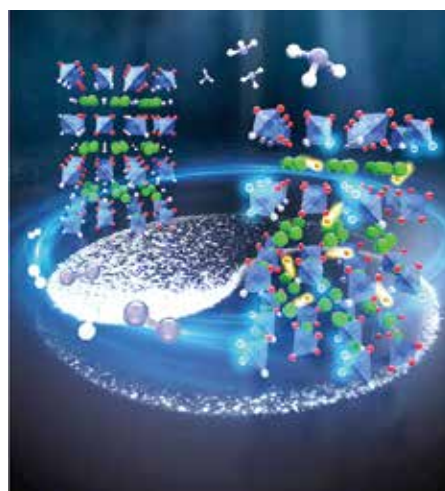
◆研究テーマ

・グリーンアンモニア合成のための新触媒合成

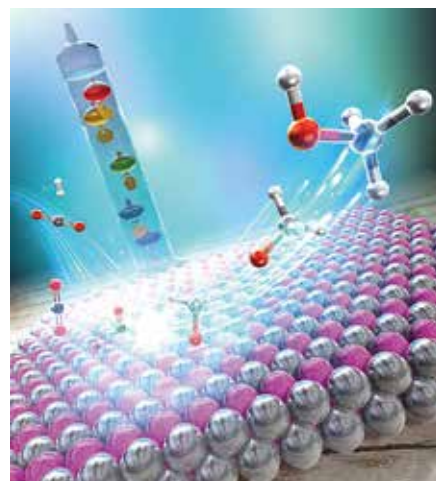
低炭素社会実現にむけ、水素エネルギーの有効利用のための技術開発が行われており、再生可能エネルギーから得られた水素をアンモニアに変換するグリーンアンモニア合成が注目されています。我々は、電子 (e^-)、ヒドリドイオン (H^-)、窒化物イオン (N^3-) などを骨格内に有する新規無機化合物材料を開発しています。例えば、ありふれたケイ素酸化物にこれらヘテロアニオン種を導入した $Ba_3SiO_{5-x}N_xH_z$ は、報告例のない新物質であり格子の N^3- や H^- などのサイトが活性点として機能することで、アンモニア合成活性を示します。この物質は、遷移金属を一切有していないにもかかわらず、Ru 触媒を凌駕する高い活性を示すことがわかりました。これは、アンモニア合成反応には遷移元素が必須とされてきた常識を覆す成果であり、地球上に豊富に存在するケイ素化合物で実現した点も面白い点です。これらの成果は、貴金属フリーかつ高性能なアンモニア合成触媒の開発に大きく貢献します。このように、我々の触媒は、アンモニア合成の省エネ化を実現する可能性を秘めた材料として国内外から注目されています。

・CO₂ を有用化合物に変換する省エネ触媒

カーボンニュートラルを達成するために、化学工場などから排出される CO₂ の回収技術および有用化合物への変換技術が求められています。我々は、六方晶 (hcp) 構造を有する PdMo 金属間化合物を触媒とすることで、室温で CO₂ を水素化しメタノールを合成できることを見いだしました。PdMo 金属間化合物構造を格子中の微量の窒素が安定化させていることが材料としてユニークな点であり、室温で機能する固体触媒の例はほとんど無いことから CO₂ 活性化のための新触媒として期待されています。



J. Am. Chem. Soc. (2019) *Nature* (2020)
J. Am. Chem. Soc. (2021) *Angew. Chem. Int. Ed.* (2022)
Nat. Commun. (2023) *Nat. Chem.* (2025)



ACS Catal. (2022) *J. Am. Chem. Soc.* (2023)

◆当研究室について

当研究室は、基礎物理・材料化学・計算科学・触媒化学の協働により、新しい材料化学を構築することを目的とした元素戦略 MDX 研究センター内に所属しています。同センター内にいる様々な分野のグループと異分野間のディスカッションが自由にできる環境となっています。また、国内外の様々な研究室とのコラボレーションを進めており、国内・国外留学も推進しています。上記の研究テーマに関わらず、新しいことにどんどんチャレンジしていくことを大切にしていますので、意欲のある方をお待ちしています。

北本研究室

医歯理工融合のためのバイオナノ材料・デバイス
－磁気・光を活用してひとの健康と環境をまもる－

<http://www.kitamoto.iem.titech.ac.jp/>



教授
北本仁孝
博士（工学）

研究目的と概要

ナノ粒子・微粒子は目に見えるものではありませんが、みなさんのからだや生活にとって重要な役割を担うようになってきています。たとえば、磁石は身の回りでよく見かけるものですが、目に見えないほど小さな磁石の粒子がハードディスクなどの情報機器で、小さなリポソーム、ハイドロゲルが薬剤のキャリアカプセルやバイオセンシングに用いられるなど人間の生活や生命を支える存在として使われたり、研究されたりしています。私たちは、磁性体、金、高分子やその複合体でできたナノメートルサイズの粒子や構造体の磁気的・光学的な現象を理解しながら、健康や生活・環境にライフイノベーションもたらすナノ材料・デバイス技術を生み出そうとしています。

研究室からのメッセージ

世の中で実用化されているものは、物理、化学、生物学、材料科学、電気工学、機械工学など様々な要素からできあがっています。このような融合の中で、みなさんのバックグラウンドを広げ深めることで社会に生かすことができるように考えていきましょう。

新たな医療技術や環境問題の解決といった研究課題に立ち向かうためには分野を越えた学際的な知識と技術が必要であり、様々な専門家と協力した研究は大きな経験となるはずです。

私たちの研究室は多様な環境で育った人（Diversity）が自分の考えをもって（Identity）集まったグループです。社会に出て行くにあたっては、勉強ができること、手先が器用なことなど仕事に直接関係のありそうなことも大事ですが、他の人との連携や交渉するインタラクティブなコミュニケーション能力など普通に人が生きていくのに必要な人間力も重要です。多様な考えを相互に受け入れながら互いに切磋琢磨して、教育・研究をしています。

研究テーマ

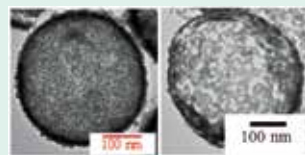
1. 有機無機複合体の磁場・光に対する応答を利用したナノバイオデバイス

ポリマーハイドロゲル、リポソーム、ポリマー微粒子などと磁性ナノ粒子との有機無機複合体を作製し、磁場に応答する性質を利用したヘルスケアやナノメディシンのためのデバイス、例えば診断用センシングデバイスなどに応用します。さらに光に応答するナノ粒子を複合化したセンシング・イメージングデバイスも研究を進めます。



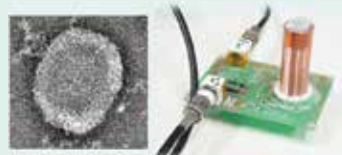
2. 3次元ナノ粒子集積によるナノポーラス構造体の創製、及びナノメディシンと触媒への応用

ナノ粒子を3次元で集積させて作製した、ナノサイズの細孔をもつ極薄のシェルでできたカプセル創製技術を開発し、がん治療などにおいて薬を患部に効率よく送り届けて副作用などを抑制する薬剤送達システムや、バイオセンサなどの電気化学デバイスとして応用するための研究をしています。



3. 磁気センシングデバイスと生体・環境情報計測システム

タンパク質や核酸などの生体分子を検出する生体・環境応答型磁気ラベルと磁気センサを組合せたバイオセンシングを高感度で実現できるデバイスを構築し、健康や疾患などの生体情報や周囲の環境情報の計測システムとして応用することを目指しています。そのための磁気計測技術、計測したデータをデータ科学を駆使して生体情報に変換する技術も研究しています。



笹川研究室

固体物質のもつ超電子機能の追究
ー トポロジカル絶縁体から新奇超伝導体まで ー

<http://www.msl.titech.ac.jp/~sasagawa/>



准教授
笹川崇男
博士（工学）

高温超伝導体を超えるような新物質・新機能の発見と、そのメカニズムの理解を目指しています。研究を通じて、次世代のリーダーとなる資質を持つ人材が、当研究室より数多く輩出されることにも期待しています。

研究室の特色

作り（精密組成制御試料・単結晶）、測り（マクロ物性・先端量子測定）、考え・予測・設計する（第一原理計算）という物質科学研究の醍醐味を全て味わえます。国内外に張り巡らせた共同研究ネットワークとこれらの武器を組合せて、機能物質研究におけるホームランを狙います。



研究テーマ

◎ 超機能をもつ新物質・新物性の探索・設計

「理屈っぽく」「手段を選ばない」「一発当てたい」を合言葉に、第一原理量子シミュレーション、不活性雰囲気合成、超高圧合成など、あらゆる手法を駆使。

◎ 機能物質の単結晶開発

精密物性測定の出発点、薄膜デバイスの素材、電子相制御・電子機能設計の舞台として。

◎ 先端量子計測による超機能のメカニズム解明

物性をミクロに支配しているエレクトロンやフォノン、マグノンの運動状態を精密測定する「量子力学の直接観察」の実践により、超機能の本質に迫る。

研究対象

◎ エネルギー・環境

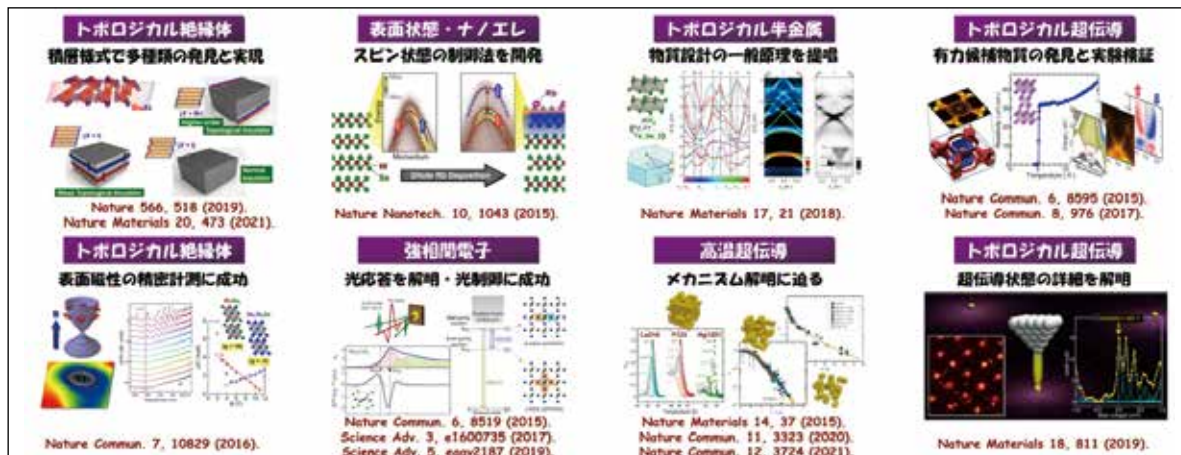
ゼロ抵抗（高温超伝導体・新奇超伝導体）
廃熱発電・省資源冷却（熱電変換材料）

◎ 情報・デバイス

スピン偏極（磁性体、ハーフメタル、ラシュバ物質）
高速・高効率・低消費電力情報処理
（トポロジカル絶縁体、トポロジカル超伝導体）
高密度情報記録（マルチフェロイック物質）

◎ ナノテク

炭素系新素材（ダイヤモンド分子、グラフェン分子）
低次元物質（黒リン、層状遷移金属化合物）



林研究室

人工物と人体の間で何が起きているか？ バイオ分野の難問に挑む



准教授
林 智広
Ph.D.

<http://lab.spm.jp/>

なぜバイオ界面が重要なのか～生体適合性・親和性とは？

私たちの身のまわりを見渡してみますと、コンタクトレンズ、化粧品、衣服などの日用品から、人工血管・臓器、人工関節、さらには再生医療における細胞の足場材料などの最先端医療機器に至るまで、数多くの細胞・生体組織と接して動作するデバイスが存在します。今後の社会ではこれらの材料・デバイスの重要性はさらに増し、より高い安全性（生体適合性）が求められます。しかし、この生体適合性の物理的・化学的起源については未知の部分が多く、バイオ界面で起こるプロセスの分子・原子レベルでの根本的な理解が求められています。

林研究室では

◆**バイオ界面の構築**：真空蒸着、化学的処理、分子成膜、表面化学反応、細胞の配置によるバイオ界面の構築

◆**表面・界面科学、計測制御、計算科学、情報科学を駆使した界面分析技術の開発**：バイオ界面の解析に特化したプローブ顕微鏡技術の開発、第一原理計算、分子動力学法を用いた界面分子計算・シミュレーション、ニューラルネットワーク解析を用いた材料設計

◆**生体分子、細胞・組織の材料に対する応答の解析**：タンパク質吸着・細胞接着実験、細胞の足場となるタンパク質のプロテオミクス解析の一連の研究を自分達で行うことで、人工物と生体組織の間で起こる分子プロセスの詳細な解析を行っています。これによって、生体適合性発現のメカニズムの正確な理解、目的に応じた生体適合性材料の開発に挑んでいます。



バイオ界面を探索する自作の原子間力顕微鏡とレーザー顕微鏡複合装置

2015年、研究室第1期生が博士号を取得しました！

毎年夏に研究室旅行に行きます。

メンバーの集合写真

主な実験設備：

独自に開発した原子間力顕微鏡、表面・探針増強ラマン・蛍光分光装置、真空蒸着装置、化学実験室、細胞培養設備など

研究室メンバーは？

林研究室は物理・化学・生物・電子工学・情報・機械など、様々な分野出身のメンバーで構成されています。また、フィリピン、タイ、インドネシア、モンゴル、エジプトなどからの留学生の割合が高い（約 50%）ことも研究室の特徴です。違う分野・文化背景の異なるメンバーでチームを組み、研究を進めます。自分の得意分野を生かしつつ、他分野の学問・技術を学び、融合分野の学問を創成しよう！という冒険心のある学生を歓迎します。

日々の研究生活

常に他の大学、企業（化学メーカー、測定機器メーカーなど 10 社程度）、研究機関と連携しつつ、研究をすすめています。林研究室のメンバーは大学内のみで研究を行うことは少なく、在学中に他大学・他研究室、国立研究所、企業など様々な環境で研究を行います。また博士課程学生（7 名）の全員が奨学金、企業、財団等の助成で経済的に自立し、研究に集中できる環境が確立されている点も研究室の特徴の一つです。

研究室連絡先：(林 智広) hayashi.t.al@m.titech.ac.jp <http://lab.spm.jp/> TEL: 045-924-5400



フォノン物性を制御し、新規材料・デバイスを創生

<http://nanophononics.ceram.titech.ac.jp>

教授
保科 拓也
博士（工学）

助教
安原 颯
博士（工学）

保科研究室の研究理念

私たちの研究室では、ナノメートルサイズで物質の構造を変化させ、格子振動（フォノン）に関わる材料の物性（フォノン物性）を向上させるための学理構築と応用研究を行っています。フォノン物性を制御することによって新たな機能性材料・デバイスを開発し、超スマート社会や持続可能なエネルギー社会の実現に貢献します。



フォノン物性の起源を知る

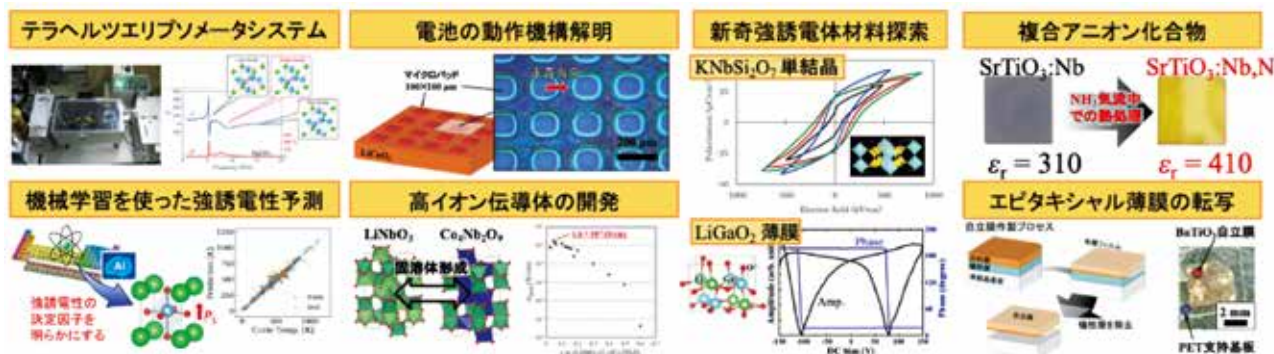
私たちの身の回りにある電子機器・機械の中には電子セラミックス素子が数多く使用されており、それは材料の特性である導電性、誘電性、強誘電性、圧電性、熱物性などを利用してしています。これらの性質の多くは格子振動（フォノン）が大きく関与しています。私たちの研究室では、独自開発した手法によってテラヘルツ帯（ $10^{11} \sim 10^{14}$ Hz 程度）の周波数で誘電特性を測定し、フォノンあるいはイオンの移動を解析しています。また、第一原理計算や分子動力学計算などのシミュレーション技術との融合により、フォノン物性の起源を定量的に理解し、新たな材料開発に応用します。最近では機械学習を強誘電性やキュリー点の予測、イオン伝導経路の探索などに応用する“マテリアルインフォマティクス”に関係する研究も行っています。

誘電体の物性を制御する

従来とは異なる材料探索手法を用いると、誘電物性を劇的に変化させることも可能です。私たちの研究室では、誘電体・強誘電体における新たな物質系の提案と粒界・界面・欠陥エンジニアリング等の物性制御技術に関する方法論の確立を目指しています。ペロブスカイト型酸化物の特性向上を目指す研究の他、複合アニオン化合物誘電体、シリケート化合物強誘電体、分子性強誘電体、ウルツァイト型強誘電体等、それぞれ特徴的な物性を示す新規材料の開発を行っています。特殊な合成条件や薄膜の状態で安定化する準安定相も研究対象です。計算機シミュレーションを援用しながら新たな化合物（バルクセラミックス、薄膜、単結晶）を合成し、その物性の出現機構を明らかにしていきます。

エネルギー材料・蓄電デバイスを開発する

持続可能な社会実現にはエネルギー問題の解決が必要であり、その中で無機材料分野が果たすべき責任は新奇エネルギー材料の発見と高性能な蓄電デバイスの実現です。電子デバイスにおいては、キャパシタと電池が蓄電の役割を担いますが、大容量化・高速駆動化・安全性の向上が要求されています。私たちはこれまでに新規反強誘電体の発見、リチウムイオン二次電池の動作原理・性能向上機構の解明、高イオン伝導率材料の開発などに成功し、最近では更なる安全性を謳う全固体電池の実現に挑戦しています。



私たちの研究室に入ったら...

私たちの研究室は誘電体・強誘電体の研究では日本を代表する研究室です。研究室運営のモットーは“自由と自覚”です。研究の到達目標は教員から提案しますが、これに至る経緯は学生自身が考え、自由な発想で研究を進めてもらいます。放任とは異なり、困ったことがあれば教員は全力でバックアップし、学生同士でもお互い助け合っています。そうすることで、高い研究レベルが保たれ、学生による自発的な学会発表や論文投稿に繋がり、さらにその後の就職に繋がっていきます。

平松研究室

実用化に資する可能性のある全く新しい物質の探索研究

<https://www.hiramatsu.msl.iir.isct.ac.jp/>

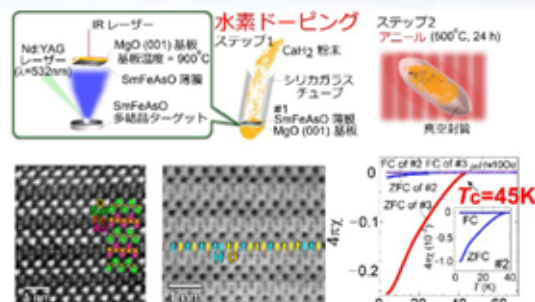


教授
平松秀典
博士（工学）



助教
半沢幸太
博士（工学）

- ・新物質の機能設計と探索
- ・バルク体や薄膜の合成からデバイス化まで
- ・独自開発の製膜装置や分析装置



水素ドーピング鉄系超伝導体エピタキシャル薄膜の高温超伝導

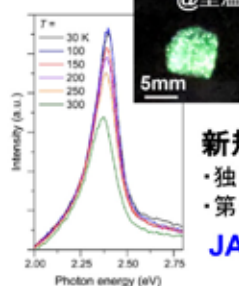
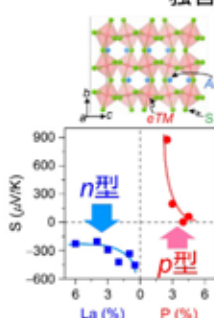
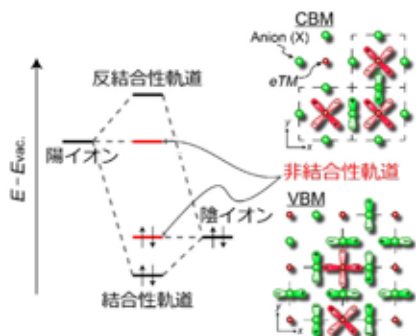
・独自の製膜法と熱処理手法で高濃度水素ドーピングに成功

Phys Rev Mater (2019)

APEX (2020)

Phys Rev Mater (2022)

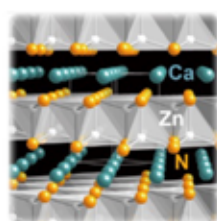
Nature Mater (2024)



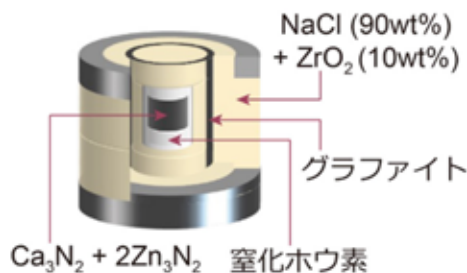
新規発光半導体の材料設計

・独自の指針にもとづいた光電子機能設計
・第一原理計算と実験による検証

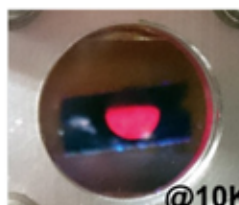
JACS (2019) Solar RRL (2020)



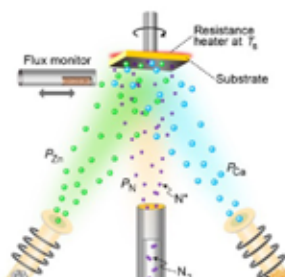
CaZn₂N₂



Ca₃N₂ + 2Zn₃N₂ 窒化ホウ素



@10K

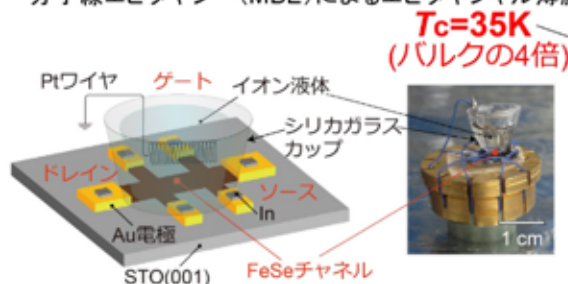


Inorg Chem (2019)

ACS Appl Electron Mater (2019)

光電子デバイス用新規窒化物半導体Nat Commun (2016)

- ・マテリアルズ・インフォマティクス(大場研)と協働した新物質探索
- ・高圧合成法による試料合成で新物質の存在を実験的に実証
- ・分子線エビタキシー(MBE)によるエビタキシャル薄膜化



$T_c = 35K$
(バルクの4倍)

鉄系超伝導体の電界誘起高温超伝導

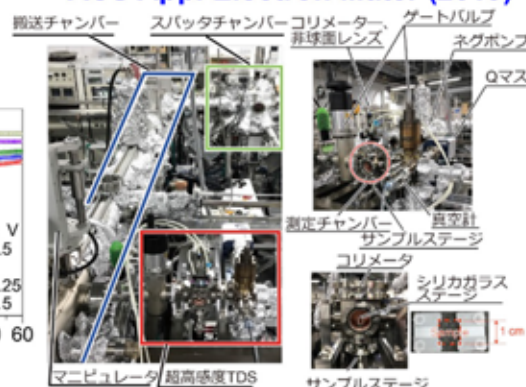
- ・電界効果トランジスタ構造を用いた高濃度キャリアドーピング
- ・FeSe超伝導体の臨界温度(T_c)をバルク体の4倍まで上昇

PNAS (2016) Phys Rev B (2019)

超高感度水素検出装置の開発(特許出願済)

- ・水素世界最高感度の昇温脱離分析装置(TDS)
- ・物質中の超微量水素の役割解明

Rev Sci Instrum (2017) 企業と実用化(2022)



中島・磯部研究室

表面 / 界面科学に基づく地球環境材料の創製

<http://www.rmat.ceram.titech.ac.jp>



教授
中島 章
Ph.D.



准教授
磯部敏宏
博士（工学）

中島・磯部研究室が目指すもの

科学の究極の目的は自然の理を明らかにすることですが、工学、中でも環境に関する工学は、その目的の中心に常に『人間』があり、科学を用いて、自然環境を維持しつつ人々の豊かな未来を創造することが使命です。物質は人間のために使われて初めて「材料」となります。私たちは物質の科学を通じて、経済活動の持続的な成長を可能にし、安心・安全な社会の礎となる材料の研究を続けています。

中島・磯部研究室の研究内容とアプローチ

環境材料の研究は「環境を浄化する材料や環境に調和した材料の研究・開発」だけではありません。私たちは「様々な環境問題に材料の視点から取り組む研究」は、すべて環境材料研究である、と考えています。現在当研究室では、水や空気中に存在する有害物を除去・分解する材料、抗菌・抗ウイルス材料、省エネルギーを目指した撥水親水材料、廃熱エネルギーを回収する熱電変換システムおよびその関連材料、構造に基づく新規色材、大気から CO₂ 等のガスを分離する材料、負の熱膨張係数を持つ革新的酸化物等に関する研究を実施しています。環境材料の研究は裾野が広く、様々な物質が対象になりますが、私たちはセラミックス材料科学に軸足を置き、物質の表面・界面に着目して研究を行っています。固体の表面はさまざまな化学反応の「場」であり、光・熱・電子などとの直接的な接点です。固体の表面・界面の構造や組成を制御すると、固体に本来はない性質を付与したり、固体の性質をこれまで以上に引き出すことが可能になります。私たちはナノレベルでの表面・界面のエンジニアリングを通じて、材料科学の視点から地球環境問題に日夜挑戦を続けています。

中島・磯部研究室の教育・研究方針

研究室の教育・研究方針には、①基礎学力を身に付けること、②オリジナリティの高い研究に取り組むこと、③研究者・技術者として社会性と国際性を持つことの3つを掲げています。基礎学力は研究での教員と学生との間のディスカッションを通じて、日々高めるよう努力しています。国際性を身に付けるために必要不可欠な語学力は、ゼミ発表を英語で行う等の工夫で養っています。学生たちは夏季休暇などを利用して積極的に海外へ留学しており、見聞を広めています。

すべての研究テーマは表面 / 界面化学と地球環境という2つのキーワードが共通しています。類似テーマをやっている学生が必ずしも多くないため、学生が一人一人独立して研究を進める必要があり、自主性と責任感が身につきます。4人の教員のバックグラウンドがそれぞれ異なることから、ゼミを通じて自分が取り組んでいる研究テーマとは異なる内容も勉強でき、知識の裾野が広がります。一つ一つの研究は学生たちの努力の賜物であると考え、可能な限り論文など、目に見える形で発表するよう心がけています。

教員からのメッセージ

中島：人はその環境の雰囲気の中で成長します。皆さんの先輩はこの研究室の雰囲気の中で成長し、研究成果という宝をたくさん見つけました。あなたも我々と一緒に宝探しをしましょう。

磯部：基礎科学から社会実装まで一貫通貫で研究しています。チーム中島磯部研として、みんなで考えて、誠実に取り組めば、必ずいい成果が生まれます。みなさんと一緒に研究できることを楽しみにしています。

望月：数多くの研究がなされた現代においても、突き詰めていくと、案外不明なことが多いものです。好奇心を駆動力に、全力で皆さんと楽しく研究できる日々を待っています。共に切り拓いて行きましょう。



NHK「すいエンさー」のロケにて



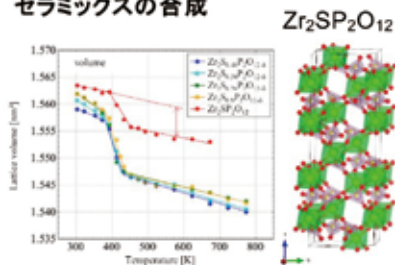
実験室での研究・議論の様子



助教
望月 泰英
博士 (工学)

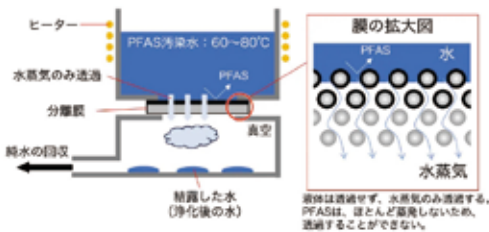


◎ 負の熱膨張率を有するセラミックスの合成



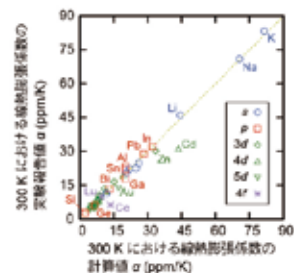
複数の素材を組み合わせるエネルギーデバイス、熱膨張による位置ずれや、各素材の熱膨張係数の違いが界面剥離や破壊を引き起こすことがあります。これらの熱膨張破壊を軽減するための無機フィラーを合成しています。また、これらのフィラー材をポリマーに配合することで、ポリマーの熱膨張率を金属並みに低下させることに成功しています。

◎ PFASを環境基準以下まで除去できる膜蒸留システムの開発



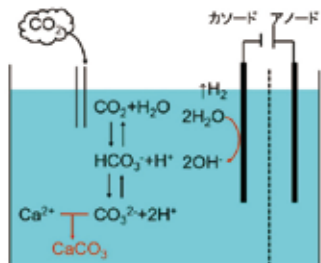
昨今の発癌性物質PFASによる水質汚染対策は、喫緊の課題です。本システムは、ありふれた糖類で構成され、蒸留法と膜分離法を融合した多孔質カーボン膜を使用した点が特徴です。PFOS濃度約500 ng/Lの汚染水を浄化した結果、測定限界(約3 ng/L)以下までの浄化に成功しました。これは、水質管理目標値(50 ng/L)を下回る値です。SDGsの掲げる「安全な水とトイレを世界中に」の実現に大きく寄与することが期待されます。

◎ 熱膨張係数の理論予測



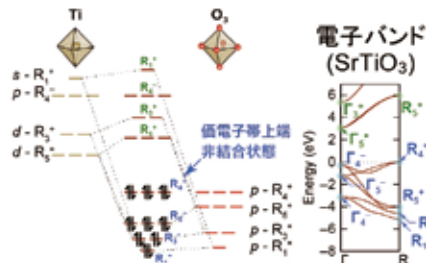
近年の計算機性能の向上により、高精度な理論予測が可能になりました。熱物性の学術は発展途上にあり、第一原理計算、分子動力学、調和近似に基づくフォノン計算により、物質・材料における熱膨張係数を予測し、その支配因子を探る研究を行っています。

◎ 海水を利用したCO2固定化技術の開発



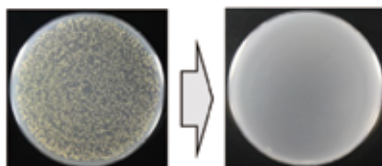
海水から溶存CO2を除去する「直接海洋回収(DOC)」は、新たな地球温暖化対策として期待されています。海水に通電することで、CaCO3としてCO2を固定化する技術の開発を研究しています。

◎ 結晶軌道ダイアグラムと固体内の化学結合解析



固体も対称性を考慮すると、分子と同様に、軌道ダイアグラムが描けます。この知見を元に、無機固体の化学結合を解析し、結晶構造との相関、物性の起源を解明する研究を行っています。

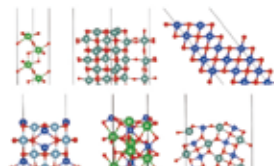
◎ 高性能環境浄化材料・(光)触媒、抗菌/抗ウイルス材料の開発



(複合)酸化物による菌/ウイルス不活化

新規光触媒、抗菌・抗ウイルス材料、特徴的な空間空隙を持つ新規環境浄化材料、常温常圧近傍で貴金属やレアメタルを使用せずに活性を発現する環境浄化触媒等の開発を行っています。

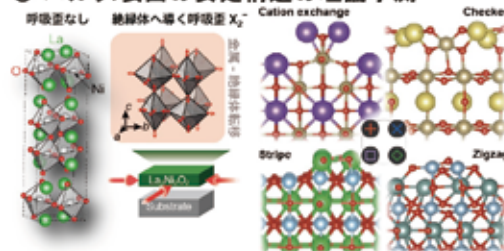
◎ 抗菌/抗ウイルス材料の実験/計算による機構解明



抗菌/抗ウイルス材料の表面モデル

触媒活性や抗菌/抗ウイルス活性は、酸化物表面での化学反応に起因します。実験結果と照らし合わせて、表面の第一原理計算を行い、機構解明を行っています。

◎ バルク/表面の安定構造の理論予測



計算材料科学の進展により、実験による解明が挑戦的な内容もある程度予測が可能になりました。固体物理学・群論・結晶学等の知識を基に、虚数振動数を有するフォノンから、安定構造探索を行い、構造変化に由来する物性変化と機構解明も行っています。

◎ 2023年度以降に受賞した学生の写真 受賞おめでとうございます!



2023年度JCS-JAPAN優秀論文賞(抗菌・抗ウイルス材料)
学士特定課題研究最優秀発表賞(抗菌・抗ウイルス材料)
STAC-14 1st Prize Poster Award (負熱膨張材料)
令和4年度手島精一記念研究賞 発明賞(負熱膨張材料)
2023年度 東工大挑戦的研究賞(計算材料科学)
日本セラミックス協会 第36回秋季シンポジウム
優秀講演賞/最優秀ポスター発表賞(計算材料科学)

舟窪研究室

新しい環境適応型高機能・高効率なグリーン薄膜材料の創成
ー IoT 時代に必要な、センサ、微小発電機、メモリ用の新材料の探索 !! ー

<http://f-lab.iem.titech.ac.jp/>



教授
舟窪 浩
博士 (工学)



助教
岡本一輝
博士 (工学)

(1) 研究目標とそのアプローチ

IoT の時代には 1 兆個のセンサーが使われると予想されています。

そのためには、高性能のセンサー (圧電体) と、電池を使わず、環境に存在する振動や熱を使って発電する自立電源 (エナジーハーベスタ)、さらにそのデータを超低消費電力で保存するメモリ (不揮発性メモリ) 用材料が必要です。

我々は“単に高機能だけでなく、環境にやさしいことが不可欠”との信念から、新しい環境適応型の“グリーン材料”の創成を目指しています。



(2) 研究テーマ [薄膜新材料：センサ、エナジーハーベスタ、メモリ、電子材料]

①環境適応型高性能センサー ー 圧電体、強誘電体の研究ー

●我々のグループは、特性発現に不可欠と考えられてきた環境汚染元素を含まない“グリーン圧電体”を世界に先駆けて発見しました。(図 1) 現在、手振れ防止装置や超音波健康診断装置等、幅広い用途で用いられる圧電体は、有害な元素を多く含んでいるため、その代替材料の開発が迫られています。十分な特性を有する代替材料の開発に成功すれば、体内のセンサ等といった医療エレクトロニクス用途や橋や建物等のヘルモニタとして使用することが可能であり、様々な分野へ貢献できる可能性を秘めています。

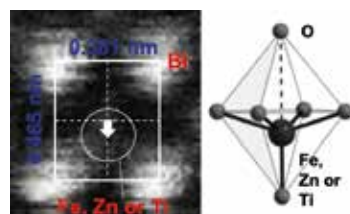


図 1. Bi 系強誘電体とそのモデル図 (2012 年新聞発表)

②環境エネルギー発電 (エナジーハーベスタ) 用材料研究

②-1) 振動から発電する振動発電材料の研究

●環境のどこにもある“振動”を発電に使い、トンネル内で発電とセンシングを同時に行う“バッテリーレススマートセンサー”の研究に取り組んでいます。

②-2) 温度差から発電する熱電材料の研究

●身の回りの廃熱を利用して発電するための“熱電材料”の開発を行なっています。Mg や Si など毒性が無く地球上に豊富に存在する“コピキタス元素”で、高効率発電の実現を目指しています。

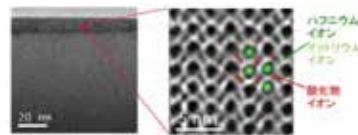


図 2. 作製に成功した単結晶 HfO_2 基強誘電体の高分解能像とそのイオンの配列 (2016 年新聞発表、Nature 社雑誌に掲載)

③“夢のメモリー”ー 極薄膜強誘電体の研究

●強誘電体メモリーは USB メモリーのように電源を切ってもデータが保存でき、USB メモリーより高速で動作できることから“夢のメモリー”として IC カードなどで実用化されています。しかし多くの情報を入力して管理することを可能にする大容量のメモリーは現在までできていません。これを実現させるためには、非常に薄い強誘電体膜が必要不可欠なのですが、薄くすると特性が著しく低下するサイズ効果の影響により、この問題は過去 50 年以上にわたって解決されていません。我々のグループは、薄膜化するほど強誘電性が向上する“逆サイズ効果”をもつ物質を利用し、15 nm まで薄くても特性が劣化しない強誘電体単結晶膜の作製に世界で初めて成功しました。(図 2) “夢のメモリー”の実現を目指し、新材料探索研究に取り組んでいきます。(図 3)

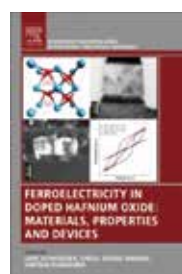


図 3. 2019 年に編集に加わった HfO_2 基強誘電体の世界最初の本)

(3) 研究室について

詳細はホームページをご覧ください。

本研究室では、“創る、測る、考える”という一連の研究のプロセスを一貫して行う十分な設備が整っています。SPring-8 (図 3) 等外部の研究機関や海外研究者と連携し、研究を行う経験を積むことが出来ます。また、他大学との勉強会 (図 4) や学会発表 (図 5) も行っており、また旅行などのアクティビティ (図 6) も積極的に行っています。見学はいつでも可能です。是非一度お越しください。



図 3. SPing-8 の内観



図 4. 他大学との勉強会



図 5. 学会発表



図 6. 旅行：箱根温泉

細野研究室

世界の潮流となる新材料を創り出す

<http://www.msl.titech.ac.jp/~hosono/>



特命教授
細野秀雄
博士（工学）

1. 研究室の目指すもの

膨大な数の「物質」の中で、人間の社会に直接役立つものが「材料」です。私たちの研究室は、独自に打ち立てた材料設計指針をもとに新しい材料を開発しています。

・物質固有の結晶構造を利用して材料としての新機能を探る

・層状構造を持つ混合アニオン化合物の研究から、新しい高温超伝導「鉄系超伝導体」を2008年に実現しました。1986年の銅酸化物超伝導体に匹敵する大きな発見と見なされ、世界中で熱い研究が行われています。

・小さな「かご」構造からできているセメントの構成成分の1つ、 $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ (C12A7) 結晶を使って、高輝度電子放出源、有機ELテレビ用高性能電極、アンモニア合成触媒、透明金属、超伝導などの機能を開拓しました。

・材料研究の新しい潮流「ユビキタス元素戦略」

今までは希少金属を使ってしか実現できていなかった機能を、豊富で無害な元素を使って実現しようとする「ユビキタス元素戦略」を私たちは提唱しています。これは政策の大きな柱の一つとなり、2008年から新しい国家プロジェクトが開始され、2012年には「元素戦略研究センター」が設置され、2015年3月には地上5F、地下1Fの専用の建物が完成しました。全国の大学に先駆けて実現したもので、我が国の政策「元素戦略」の研究拠点となります。

・シリコンを凌ぐ半導体デバイスが実現できる新材料を創り出す

私たちは「透明酸化物半導体」という新しい研究領域を開拓してきたパイオニアです。酸化物は、古くから陶磁器やガラスとして人類の発展を支えてきた材料です。それにもかかわらず、酸化物中で電子が主役を演ずる機能は殆ど見だされていませんでした。これはその物質の本質によるものではありません。私たちは物質に内在する特徴的なナノ構造に着目し、その電子状態や欠陥構造を制御することで、新しい光・電子・磁気および化学機能をもつ材料を創り出すことを目指しています。その成果の一つが、当研究室が2004年にNature誌に発表したアモルファス酸化物半導体IGZOの薄膜トランジスタ（TFT）です。高解像・低消費電力スマートフォンの実現につながりました。今年からは有機EL-TV用の新材料を本格的に狙います。



2015年3月に完成した元素戦略研究センター棟（S8棟、通称：元素キューブ）

2. 研究室の構成

スタッフ：細野 [新電子機能材料（半導体、超伝導、触媒、光）、材料設計]
金 [新機能材料探索およびデバイスへの応用（トランジスタ、EL）]
宮崎（金属間化合物、担持触媒、界面分子変換）

学生：博士課程 8名

大型プロジェクト：文部科学省 元素戦略プロジェクト＜研究拠点形成型＞
電子材料領域（期間：2012.8～2022.3）

3. 方針

領域にとらわれずに世界で活躍できる一流の研究者を育てるため、実施研究を中心とした方針を採っています。最先端の設備を自由に使える環境の中で、個々の学生が高い独立性を持って研究をしています。優れた成果が得られれば、学生自身が国際学会へ参加したり、一流国際学術誌に論文を書いたりしています。

また、学生の研究成果が評価され、以下のような表彰を受けています。（過去11年間）。

- ・国内学会：論文賞3名、講演賞（応用物理学会、化学会等）11名
- ・国際学会：講演賞 [米国材料学会等] 3名、ポスター賞 2名
- ・井上研究奨励賞（自然科学全分野で50件/年の博士論文に授与）3件
- ・先端技術大賞材料分野 3件

4. 研究テーマ

(1)透明酸化物半導体を用いた薄膜トランジスタ

1997年に、世界で初めてP型透明酸化物半導体の設計法と具体例をNature誌に報告し、透明酸化物エレクトロニクスという新分野を私たちは開拓しました。2004年にはアモルファス酸化物半導体（IGZO）の特長を活かして、高性能TFTを実現しました。2012年から新型iPadやスマートフォンへの搭載が始まり、自分たちの創った新材料で世界を席巻する例になりつつあります（図1）。

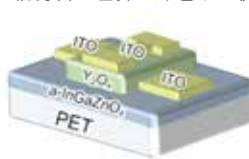


図1. アモルファス酸化物半導体IGZOを用いた薄膜トランジスタ（TFT）は、これからのディスプレイを駆動する本命と目されている（左：TFTの構造、中央：プラスチック基板上に作製したTFTの写真）。右の写真は、これを使うことで実現した4K大型有機ELテレビ。

(2)新規発光材料の探索およびEL素子の開発

フレキシブルディスプレイ用の発光素子はプラスチック基板上に作製されるため、低温作製や柔軟性が高く要求されます。我々はアモルファス酸化物半導体のZnSiOを新たな電荷輸送層として応用し、世界最高レベルのEL開発に成功しました（図2）。一方、ペロブスカイト発光体には毒性元素の鉛が含まれていることが問題となっています。我々は新たな非鉛系発光体の $\text{Cs}_3\text{Cu}_2\text{I}_9$ を開発し、90%以上の非常に高い発光効率を報告しました。

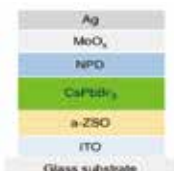


図2. アモルファスZn-Si-O（ZSO）の新たな電荷輸送層を用いるペロブスカイトELの素子構造および発光写真。右図はプラスチック基板上に作製されたペロブスカイトEL。

(3)ヒドリド化合物担持金属触媒を用いた物質変換

エレクトライドやヒドリド化合物に金属を担持した触媒は従来の触媒よりも温和な条件で高い性能を示すことが報告されています。これまで担持手法および適法反応が限られていたヒドリド化合物触媒に対して、ヒドリド化合物の性質を利用した担持手法を開発し、高活性と高選択性を両立した触媒を開発しています（図3）。

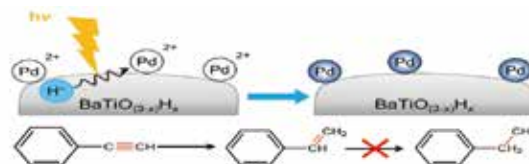


図3. 光析法を用いたヒドリド化合物上への金属担持手法の開発とヒドリド化合物触媒を用いた選択的な物質変換。

(4)ユビキタス（ありふれた）元素戦略：新コンセプト物質エレクトライド

電子が陰イオンとして振舞う物質を「エレクトライド」と称します。

$12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ (C12A7) は、酸化カルシウムと酸化アルミニウムというありふれた酸化物から構成されている、何の変哲もない物質と考えられてきました。ところが、原子レベルで結晶構造を見直してみると、陰イオン（通常は O^{2-} イオン）を包接できるナノかご構造を持っています。この物質は絶縁体ではなく、透明で金属のようによく電気が流れ、低温になると超伝導を示します。また、この物質にルテニウム（Ru）を担持すると、優れたアンモニア合成触媒になることを見だし、最近大きな感心を集めています。

原・石川研究室

今日の不可能を明日の可能に繋げる触媒をつくる

<https://www.hara-ishikawa.msl.iir.isct.ac.jp>



教授
原 亨和
博士（理学）



准教授
石川理史
博士（工学）

It always seems impossible until it's done.

「何事も、成し遂げるまではいつも不可能に見える」

Nelson Rolihlahla Mandela

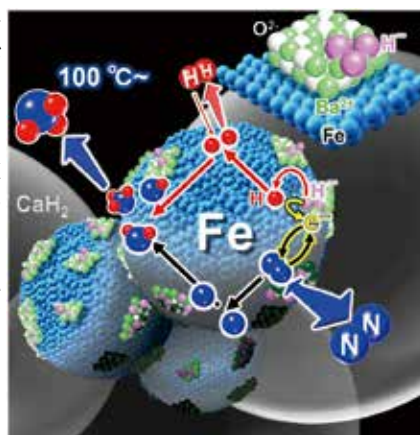
ネルソン マンデラ

私たちが未来に踏みだすには、不可能に思えるブレークスルーを越えることも必要です。私たちのミッションは新たな学理に基づく新材料をベースに触媒を創出し、これまで不可能と考えられてきた革新的なエネルギー・資源生産を実現することにあります。エネルギー・食糧の枯渇・高騰に怯えること無い、多くの人が笑える未来を実現することが私たちの祈りです。

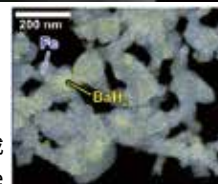
アンモニア合成

アンモニアは現代の食糧生産の根本であり、人類の 70% 以上がアンモニアを肥料とする食糧生産で生き永らえています。アンモニアの高騰が全ての食品の高騰に繋がることは、昨今の食品価格から皆さんも実感できるのではないのでしょうか。このアンモニアは化石資源を燃焼して得た水素を原料にしており、水素を製造するために年間 3% 以上の CO₂ を排出しています。この CO₂ 排出を削減するために、風力発電や太陽光発電といった自然エネルギーで得た水素からアンモニアを製造し、肥料やエネルギーキャリアとして使う「グリーンアンモニア」の研究が進められていますが、大きな障壁に遮られています。それは水素と窒素の反応によってアンモニアを合成する触媒プロセス「ハーバー・ボッシュ法」が 400 °C の高温、10 MPa を上回る圧力を必要とし、大きなエネルギーを消費してしまうことです。このエネルギー消費によって自然エネルギーの多くが失われてしまいます。このようなことから、低温・低圧でアンモニア合成できる触媒が開発されていますが、このような触媒は希少で高価な貴金属 Ru、あるいはある地域の子供の強制就労によって産出されているとの批判が高い Co を使用しています。どこにでもあり、安価で豊富な鉄から低温・低圧でアンモニアを合成できる触媒があれば、すべての問題を解決できますが、これはハーバー・ボッシュ法が始まってから 100 年以上経過した現代でも不可能なことだと考えられていました。

このような背景の下、私たちは無機材料の新たな学理を確立することにより、鉄を低温低圧でアンモニア合成できる触媒にすることに成功しました。この触媒は大気圧、100 °C でもアンモニアを合成できます。この触媒をベースに、50 °C 以下でもアンモニア合成する触媒の開発にも成功しています。どこにでもあり、豊富で安価な鉄をアンモニア合成触媒とする研究は始まったばかりです。



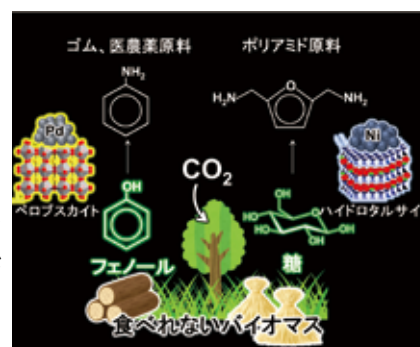
低温アンモニア合成
触媒 BaH₂/Fe



バイオマス変換

私たちは化石資源から不可欠な化成品を製造してきました。しかし、化石資源は有限であり、使用すると CO₂ を排出します。この問題を解決するため、普段私たちが活用していない植物資源から必須化製品を製造する手法「バイオマス変換」が考えられてきました。しかし、従来の科学技術では効率的に植物資源を化成品に変換することができないため、バイオマス変換は机上の空論となっていました。例えば、アニリン（市場規模 110 億ドル）、ポリアミド原料は原理的に未利用植物・農産廃棄物から触媒反応で得られる必須化製品ですが、選択的な触媒がない、あるいはそもそも触媒自体がないため、実用化が断念されてました。

そこで私たちの出番です。ペロブスカイトを始めとした様々な無機酸化物と金属ナノ粒子を複合させる新技術とそこから生まれる新しい学理によって 80 ~ 90% の選択性でバイオマスからアニリン、ポリアミド原料を合成する触媒の創出に成功しました。これはバイオマス利用の新たな切り口となっています。





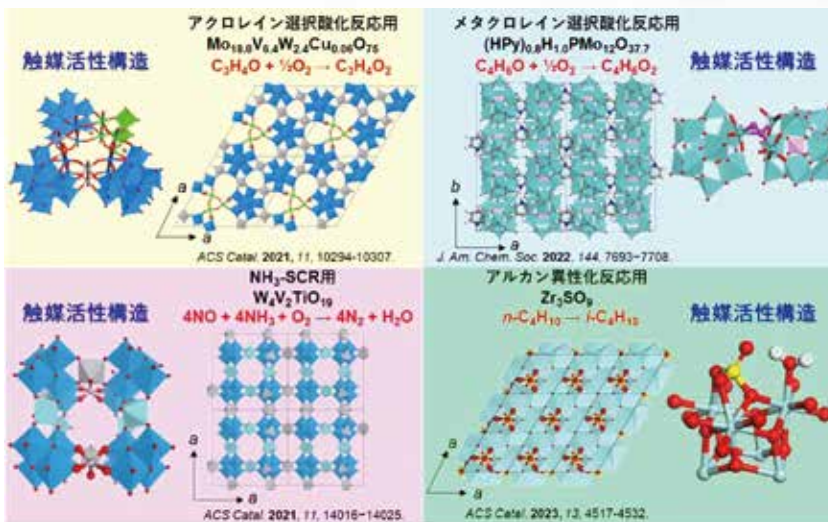
助教
服部真史
博士（工学）



触媒活性サイトの解明

性能向上のため、触媒には様々な構造が複合されます。その結果、触媒の組成・構造が不均質になります。しかし、このような不均質な構造では、触媒作用が「どこで、どのように発現しているか」という触媒活性サイトの情報を得ることができず、活性点の密度を高めた飛躍的高性能の触媒を創出することができません。

触媒活性サイトがクリアに理解されていない最大の要因が組成・構造の不均質性にあることに着目し、私たちは組成・構造が均質かつ高い触媒性能を示す複合酸化物触媒の開発に取り組んできました。触媒現象が構造的に準安定なサイトで生じることを考慮し、組成・構造が均質な準安定相の複合酸化物、すなわち結晶性準安定複合酸化物を構築することにより、今まで活性サイトが不明であったアクロレイン選択酸化反応、メタクロレイン選択酸化反応、SCR（NOx 除去反応）、アルカン異性化反応の活性サイトを初めて明らかにすることができました。この手法を適用することによって、様々な活性サイトを解明し、これまで不可能と考えられていた飛躍的に高密度の活性サイトををもつ革新触媒創出へ扉が開きます。



夏草や兵どもが夢の跡



ラフティングの役



蔵王縦走作戦（有志山岳部）

思いっきり研究し、思いっきり遊ぶ

これが私たちの本懐。研究室で研究に没頭するばかりが大学院生活ではありません。機動力を生かして全国各地に出発し、エンターテインメントにどっぷり漬かるのも大きな研究成果を得るためには不可欠です。これまでに体験したことのない世界を約束します。

教授より一言

COVID-19 以来、研究室旅行がおざなりになっていることに憂慮しています。これは研究力の低下に繋がるのではないのでしょうか。以前のように、お伊勢めぐり、蔵王侵攻、白川郷ー日本海縦走ー本州縦断といったダイナミックな企画を渴望しています。

卒業生の進路

アカデミックポジション、化学・材料系企業はもちろんのこと、エネルギー関連企業、重工関連企業に進む卒業生が多いです。東京工業大学、北海道大学、東北大学、AGC、京セラ、Jパワー、東京ガス、東京電力、ENEOS ホールディング、三菱ケミカル、住友化学、三井化学、旭ケミカルズ、BASF、三菱重工、東芝、パナソニック等々

松下祥子研究室

エネルギー問題解決に資する新たな熱エネルギー変換：
半導体増感型熱利用発電の学理構築と社会実装で未来に貢献する

<http://sachiko.mat.mac.titech.ac.jp/>



准教授
松下祥子
博士（工学）

当研究室のミッションは、安全・安心で、石油エネルギーに頼らず、放射性廃棄物なども出ない、安定して発電する再生可能エネルギーシステムを、半導体と電気化学の学術から築き上げることです。

◆熱エネルギーの重要性

温暖化含むエネルギー問題は世界の喫緊の課題です。私たちは、エネルギー問題を解決する再生可能エネルギー源として、熱に着目しています。

資源のない我が国が輸入してきた石油・石炭などの1次エネルギーは約6割がほぼ熱に変わっています。その経済的損失は、年間約6兆円といわれ、1次エネルギーの約3分の2を占めます。

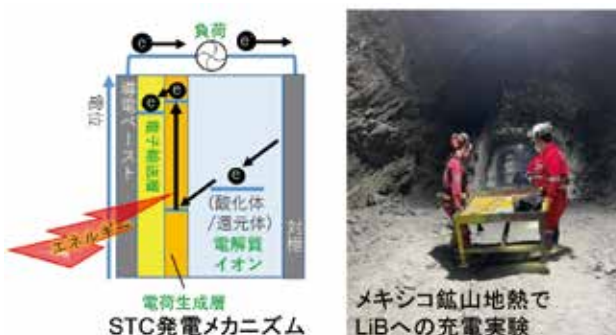
また生活環境でのエネルギー量を比較すると、熱は比較的大きなエネルギー密度を持ちます。機械の熱エネルギーは野外の光のエネルギーに相当し、人間の熱は室内の光よりも携帯電話の電波よりも大きなエネルギーなのです。

エネルギー種別	生活環境でのエネルギー密度
光(野外)	100 mW/cm ²
(室内)	100 μW/cm ²
熱(機械)	100 mW/cm ²
(人間)	20 mW/cm ²
電波(携帯電話)	~0.3 mW/cm ²

◆ソリューション：半導体増感型熱利用発電

このような熱を電力に代える新しい技術として、我々は半導体増感型熱利用発電 (Semiconductor-sensitized thermal cell, STC) を提案し、学理の構築と開発を行っています。

STC は、半導体内の熱励起電荷による電解質イオンの酸化還元反応で発電する、新しいエネルギー変換システムです。熱で直接発電するため、壁の中・屋根の下などでも発電できます。設置温度での平衡状態になると放電が終了しますがスイッチを切ると熱充電し、また放電することができます。室温以上の温度で放電が確認されています。これらのことから、STC は「石油価格に影響を与える」と欧米中ロアジア中東アフリカにて報道され、2024年には、メキシコの鉱山の地熱を使って小型リチウムイオン電池の充電を行うこともできました。



◆学生研究テーマ例

- ・STC用半導体電極、対極、電解質の新規材料探索
- ・イオン拡散シミュレーションを利用した新たなSTC構造の提案
- ・長期放電挙動を予測するための電気化学的解析手法の確立



◆研究室生活

世界のエネルギー問題の解決に貢献できる人材を育てることを目的としています。材料物性からバッテリーマネジメントシステムまで、スタートアップから大企業まで様々な分野の共同研究先と接し、自身の研究の重要性と期待を実感しながら研究を進めます。エネルギー・情報コースへの博士課程進学希望者は、卓越大学院からの学費サポートも受けられます。

研究室コアタイムは平日原則 10:15-16:00。先輩・研究員・技術補佐員・秘書へ、実験・大学生活で不安なことを聞きやすいです。

◆松下祥子テーマ これまでの卒業後の進路

ウィスコンシン大学（アメリカ）、ENEOS、CANON、Sansan、JX 日鉱日石金属、昭和電工、スタンレー電気、住友商事、SONY、太陽誘電、東京エレクトロン、TOTO、凸版印刷、日鉄住金エレクトロデバイス、野村総研、パナソニック、日立製作所、富士通、ペイン・アンド・カンパニー、丸紅、三菱UFJリサーチコンサル、UACJ（五十音順・(株)表記略）

連絡先：matsushita.s.ab@m.titech.ac.jp

技術詳細は elleThermo チャンネルをご覧ください

松下伸広研究室

「材料プロセスのフロントランナーズ」
－低環境負荷／低エネルギー消費プロセスの開拓－

<http://intelligent-processes-tokyo.tech/>



教授
松下伸広
博士（工学）



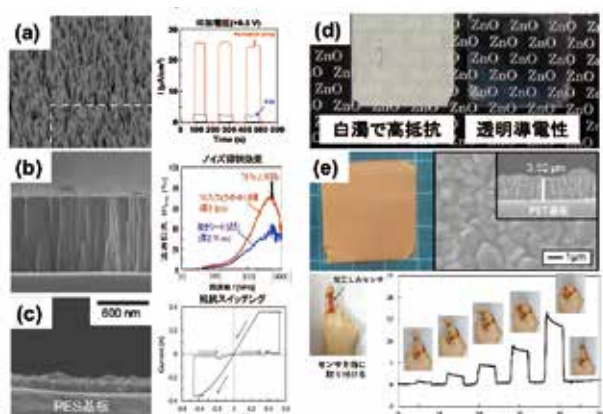
助教
久保田雄太
博士（工学）

バイオや環境・エネルギーの機能性材料について、世界に先駆けた研究をしよう！

機能性薄膜

ースピンスプレー、水熱合成、ガスアシスト液中成膜－

機能性薄膜作製用のプロセスを①特定前駆体溶液の調製、②化学反応や③光触媒反応の活用、④反応速度制御による核生成点の制御という観点から精力的に開拓しています。これらプロセスにより、図1(a)窒素ドーパナノロッドアレイ光電極、(b)モバイルツール内ノイズを抑制する磁性材料膜、(c)抵抗変化型メモリ用 CeO_2 膜、(d)透明導電 ZnO 膜、(e) 低耐熱性樹脂基板へのモーションセンサ用半導体 Cu_2O 膜（ACS Omega の Supplementary Cover に採択）等の作製に成功しています。



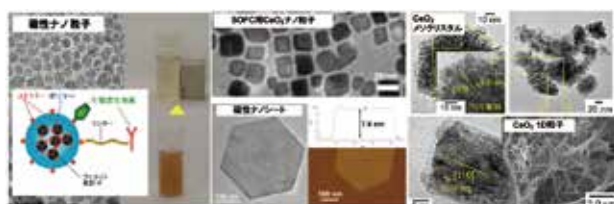
(図1) (a) ナノロッドアレイ型光電極、(b) 電磁ノイズ抑制フェライト膜、(c) 抵抗変化型メモリ用 CeO_2 膜、(d) 透明導電 ZnO 膜、(e) モーションセンサ用半導体 Cu_2O 膜

ナノ粒子・ナノシート・ナノロッド

機能性ナノ粒子は高い触媒活性や超常磁性化などのユニークな特性を示します。これはナノサイズ化によって、バルクと全く異なる量子化学的性質などが顕著に現れるからです。

我々は結晶性が高く、分散性のよいナノ粒子やナノシートを形成可能なウェットプロセスを開発しています。

現在は磁性ナノ粒子、磁性ナノシート、コアシェルナノ粒子、ナノロッドおよびそれらの自己組織化について研究を進めており、ドラッグデリバリーシステム (DDS)、磁気ハイパーサーミア、固体酸化物燃料電池 (SOFC) 材料への応用も進めています。

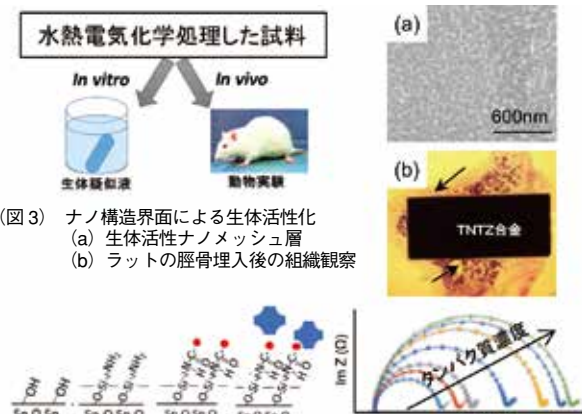


(図2) 磁性ナノ粒子による DDS ビーズ・バイオセンサ、SOFC 用ナノ粒子、異相界面を反応場とした磁性ナノシート、自己組織化集合体メソクリスタルの異方成長を用いた 1D ナノ粒子形成

表面ナノ構造制御とインプラント／バイオセンサ応用

Ti 合金は高靱性、高比強度、高耐食性に優れ、次世代のインプラント材料として期待されています。しかし、生体活性が十分ではなく、体内で骨成分に類似したアパタイトが表面に誘導し難いという問題点がありました。そこで、ウェットプロセスで表面ナノ構造を制御し、生体硬組織（骨等）と軟組織（歯肉等）の両方に適した表面状態の創製を目指します。

また、安価で透明な FTO 電極の表面構造制御による高感度バイオセンサーも研究しています。



(図3) ナノ構造界面による生体活性化
(a) 生体活性ナノメッシュ層
(b) ラットの経骨埋入後の組織観察

(図4) 表面構造制御による FTO 電極のバイオセンサー応用

<研究室生活のあれこれ>



真島・伊澤研究室

極限ナノ材料造形と電子機能デバイスの創成

<https://www.msl.titech.ac.jp/~majima/>



教授
真島 豊
博士（工学）



准教授
伊澤誠一郎
博士（工学）

研究室のモットー：オリジナルなアイディアと実行力で、世の中の役に立つ

自前の電子線リソグラフィ(EBL)装置
最新鋭の走査形電子線顕微鏡(FE-SEM)



研究テーマ

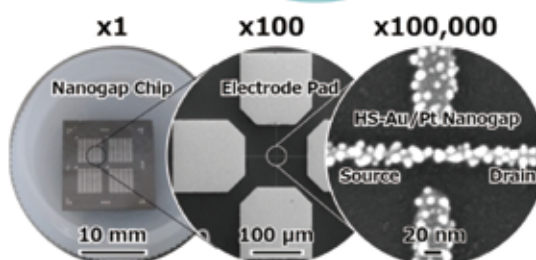
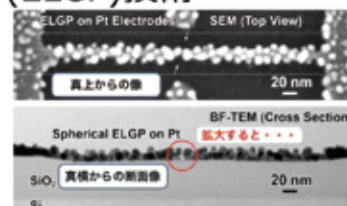
- ・ 共鳴トンネルトランジスタ
- ・ ナノポアDNAシーケンサ
- ・ ナノスケールガスセンサ
- ・ 強誘電体メモリ

コア技術



オリジナルな
アイディア

独自の無電解金めっき
(ELGP)技術



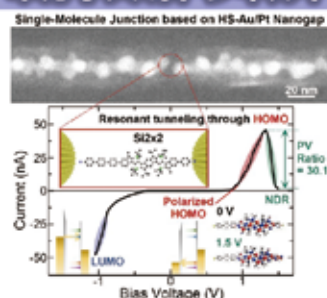
研究テーマ

- ・ 有機EL
- ・ 有機太陽電池
- ・ 光機能材料
- ・ スピンデバイス

世界で誰も真似できない極限ナノ構造・デバイスを作る！

真島・伊澤研では、学生自らがデバイスを設計し、自前の電子線リソグラフィ装置を用いて、さまざまな極限ナノ構造を作製し、電子機能デバイスを創成する研究を展開しています

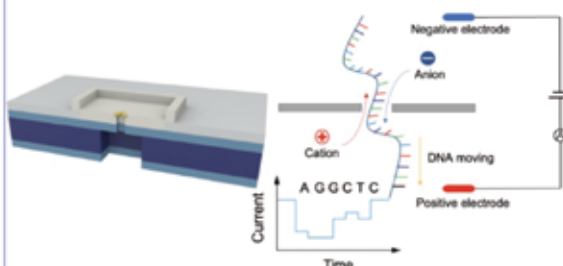
単分子共鳴トンネルトランジスタ



近年、5Gなど通信技術の高速化に伴い、THz帯域で動作可能な高速トランジスタが求められています。我々は“共鳴トンネル効果”を利用することで、超高速なトランジスタの創成を目指しています。

本研究室のコア技術を用いて、ギャップ長が数nm～数Åという超微細で、熱的に安定なナノギャップ電極を作製します。これは量子効果である共鳴トンネル効果を利用できるサイズです。単分子や量子ドットは、エネルギー準位が量子化しています。ナノギャップ電極に単分子や量子ドットを導入すると、ゲート電圧で共鳴トンネル効果のON・OFFする超高速共鳴トンネルトランジスタとして機能します。

ナノポアDNAシーケンサ



DNAシーケンサとは、DNAの塩基配列を解析する装置です。数nmの小孔(ナノポア)を利用するナノポアDNAシーケンサは、DNAを切断することなくロングリードが可能となるため、遺伝子の構造多型を解析することができ、疾病の診断、遺伝的な疾病の解明や治療に役立ちます。

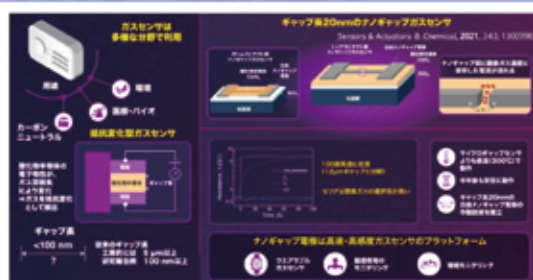
我々は、これまで誰も実現できていない耐久性の高い金ナノポアを、無電解金めっき(ELGP)、電子線リソグラフィ(EBL)、MEMS技術を用いて作製し、ELGPナノポアDNAシーケンサで測定した波形から、遺伝子配列を解析するベースコールの実現を目指した研究を展開しています。



助教
可児龍之介
博士(工学)



ナノスケールガスセンサ

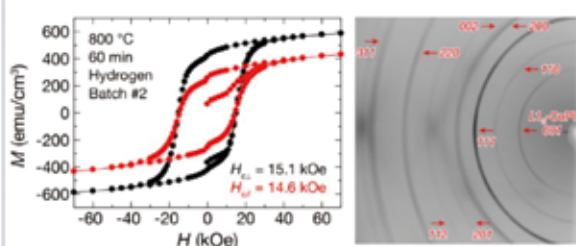


ガスセンサはこれまでマイクロメートルスケールで製造されてきました。

我々は、ナノメートルスケールのギャップ長を有する白金ナノギャップ電極をガスセンサに応用すると、応答速度などが桁違いに高速となる、ナノギャップガスセンサを構築できることを発見しました。

我々はこのナノギャップガスセンサ技術を、ウェアラブルガスセンサや、超低消費電力ガスセンサなどへの応用展開する研究開発を企業と共に進めています。

ナノ構造誘起規則化強磁性ナノワイヤの作製とスピンドバイス



$L1_0$ 規則化CoPtは大きな結晶磁気異方性エネルギーと高い保磁力を持った強磁性体であり、次世代スピントロニクスデバイスに利用できる材料です。

我々はCoPt交互積層ナノワイヤをシリコン基板上にEBLで構築し、アニールするだけで、ナノ構造における極めて大きな応力により $L1_0$ 規則化させる、ナノ構造誘起規則化法を開発しました。現在、 $L1_0$ 強磁性単結晶ナノワイヤを用いた、スピンドバイスの研究開発を展開しています。

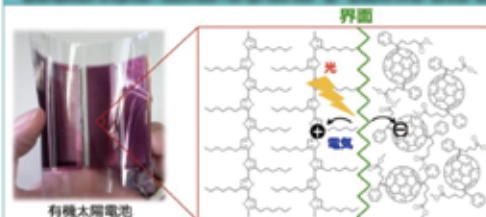
乾電池 1本で光る有機EL



有機ELはスマートフォンやテレビなどに使われて既に実用化されています。しかし、発光させるために必要な電圧が大きいことが、ディスプレイの省エネルギー化に向けた課題です。特にエネルギーが高い青色発光が最も難しいです。

そこで我々は界面を使った新しい発光原理を実現しました。その結果、写真のように乾電池1本つなぐだけで青色有機ELを発光させることができました。乾電池1本での青色発光は2014年にノーベル賞を受賞した青色LEDでも不可能なので、これは世界最小電圧で光る青色発光素子です。この成果はBBCニュースでも取り上げられるなど世界中で注目され、現在実用化に向け研究に取り組んでいます。

有機太陽電池の高効率化に向けた界面構造制御



有機太陽電池は、薄くて曲がり、軽量で安価に作製できるなど様々な利点があり、環境にやさしい次世代の再生可能エネルギー源として注目されています。

我々はその発電プロセスで特に重要となる二種類の有機半導体分子の界面で起こる光から電荷の変換メカニズムを解明することで、有機太陽電池の高効率化を目指しています。

学生の主な進路・メッセージ

就職先は、半導体装置、自動車、電子部品、コンサル会社などで、皆さん希望する企業に就職しています。国内外の大学 (UC Berkeley, UCL, ケンブリッジ大など)との共同研究を行っています。現在、博士課程学生がUCBに1年間、研究留学しています。我々と一緒に、最先端の研究分野を切り開いて行きましょう！

宮内・山口研究室

光エネルギー変換材料
—光触媒、電極触媒、温室効果ガス変換、水素利用—

<http://www.eim.ceram.titech.ac.jp/index.html/>



教授
宮内雅浩
博士（学術）



准教授
山口 晃
博士（工学）

●研究室概要

資源の乏しい我が国にとって再生可能エネルギーの普及は最重要課題ですが、我々の研究室では材料科学の視点から課題解決を目指しています。宮内雅浩教授はナノ粒子合成をベースに光エネルギー変換材料を開発し、山口晃准教授は電気化学を主軸として物質変換を行う触媒材料の開発をおこなっています。いずれもナノ～マイクロスケールの物質を設計し、新しい材料や反応機構の創成に挑戦しています。

●研究内容 1 光エネルギー変換材料、新物質の研究開発（宮内教授）

半導体ナノ粒子の合成や薄膜化技術を基に、光触媒、新物質の研究開発をおこなっています。

研究テーマの具体例

- ▶ 太陽光により水と二酸化炭素から水素や炭化水素燃料を生み出す人工光合成（図1）
- ▶ 温室効果ガスを有用な化学物質に転換できる触媒（図2）
- ▶ 有害物質や病原菌を分解する環境浄化光触媒
- ▶ 安全・軽量な水素キャリア材料（ホウ化水素シート、層状水素化シリカンなど）（図3）
- ▶ 新物質、新結晶構造の探索やそれらの機能開発（図4）

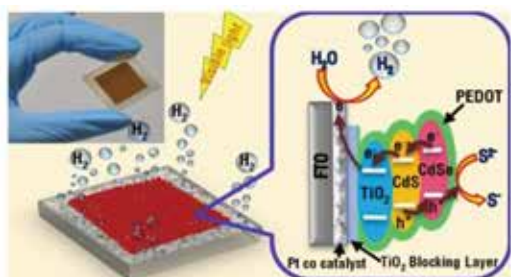


図1 人工光合成の薄膜デバイス

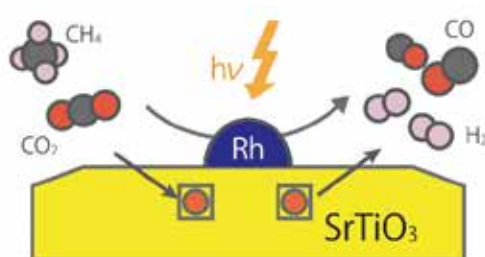


図2 光触媒による温室効果ガスの資源化

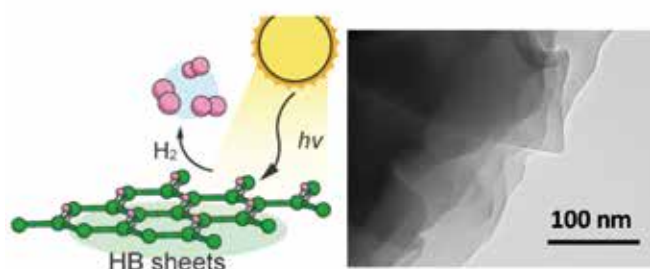


図3 新しい水素キャリア材料「ホウ化水素シート」

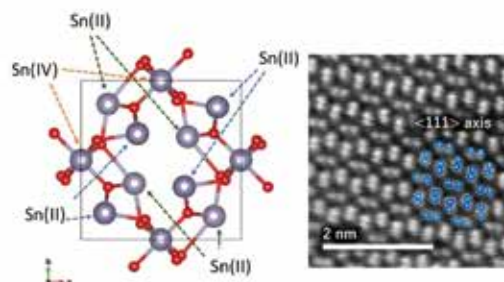


図4 新規結晶多形をもつ酸化スズの合成

●研究室の方針、卒業生の進路

当研究室では学生の自主性を尊重し、自らをマネジメントできる学生を育成しています。また、留学生を積極的に受け入れていて、研究室に居ながら国際性が身につきます。さらに、評価・解析技術の幅を広げるため他大学や研究機関との共同研究を推進し、複数の専門家からの指導が受けられます。学生が著名な国際論文誌の著者や、特許発明者にもなることも珍しくありません。

卒業後の就職先も素材、化学、機械、電機、エネルギー、インフラ、自動車、官公庁など多岐にわたります。



学生が出演したテレビ撮影の風景



宮内・山口研ホームページ

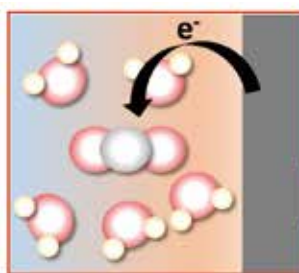


●研究内容2 普遍元素を用いた電極触媒開発 (山口准教授)

電気化学の力で化学反応を駆動させる電極触媒の開発も行っています。高価な貴金属に頼らず、岩石等を構成する自然界に豊富な元素を用いての触媒開発を目指しています。エネルギー変換という観点から、「水を燃料」として利用する際に重要となる酸素を発生させる反応、二酸化炭素を付加価値の高い資源へと変換する反応を対象としています。材料開発においては、初期生命の発生時に金属硫化鉱物上において有機物の合成反応が進行したという仮説から、金属硫化物に着目して研究を行っています。

研究内容2-1 水熱電気化学による触媒合成ならびに物質変換

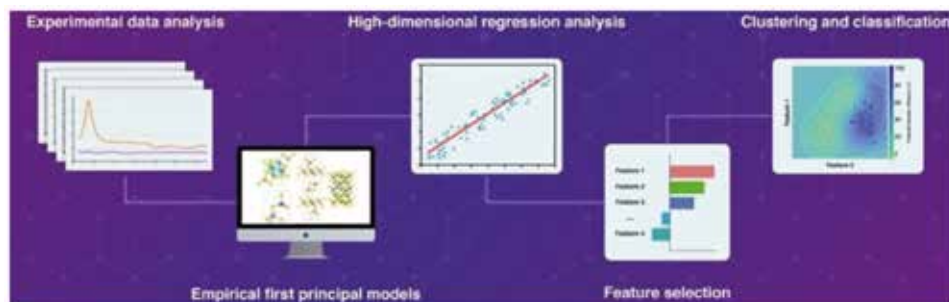
100℃以上の水熱環境下で電気化学反応が可能なリアクターを作成し、これまでにない条件で触媒の探索を行っています。これまで、酸化マンガン系酸素発生触媒や硫化モリブデン系二酸化炭素還元触媒の合成を水熱電析法により行ってきました。また、触媒合成だけでなく、水熱環境下で実際に二酸化炭素還元などの物質変換反応を駆動させることで、電気化学反応における熱の効果を検証していくとともに、既存の条件では進行しない反応が進行することを期待しています。



水熱電気化学フローリアクター

研究内容2-2 機械学習による活性因子パラメータの抽出

どのような物理化学特性が活性発現に寄与しているのかを明らかにするため、機械学習的なアプローチにもチャレンジしています。様々な触媒を合成し、その活性データと物性データを基に機械学習を行い、どのような物性が活性と深くかかわっているかを突き止めます。これにより、触媒開発において着目すべき点が明確になり、よりスマートな触媒開発が出来るものと期待しています。これまで、金属硫化物上における二酸化炭素還元反応や窒素 (N₂) の還元反応に対して活性パラメータの抽出を行ってきました。

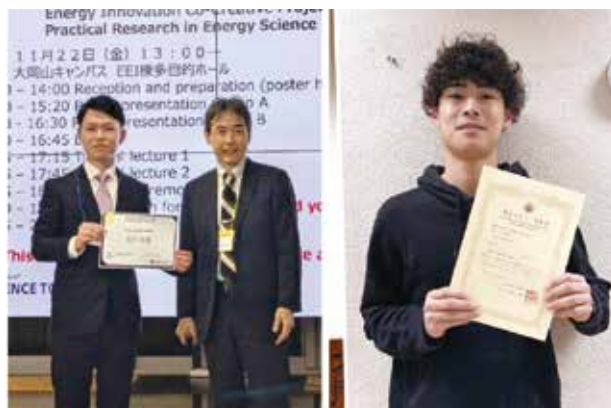


●学生の受賞、報道など

- ▶ エネルギーイノベーション協創プロジェクト優秀ポスター賞
- ▶ CSJ 化学フェスタ 2024 優秀ポスター賞

●近年の研究成果の例 (学生が著者となる論文)

- ▶ Adv. Sci., 11, 2405981, 2024.
- ▶ Small, 20, 2404986, 2024.
- ▶ Chem. Commun., 60, 10406, 2024.
- ▶ ACS Appl. Mater. Interfaces, 16, 35225, 2024.
- ▶ ACS Appl. Energy Mater., 7, 2593, 2024.
- ▶ Materials Science & Engineering R, 161, 100832, 2024.



松田研究室

機能性薄膜・ナノ材料のグリーンプロセス開拓と新機能探索

<https://matsuda.mat.mac.titech.ac.jp>



准教授
松田晃史
博士（工学）

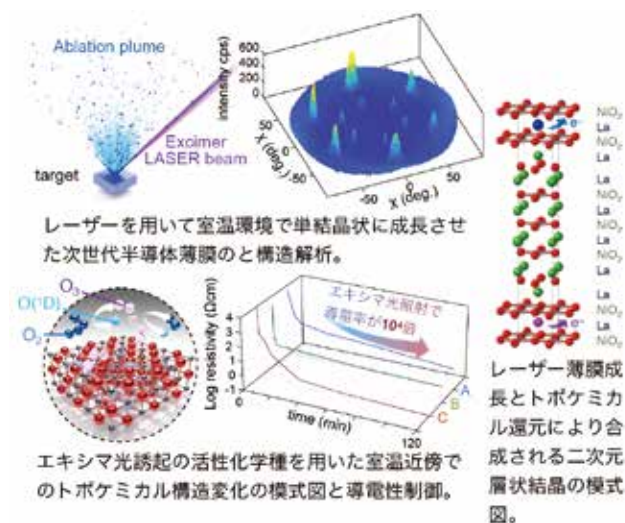
研究室の目標

ナノ・原子スケールの材料や物性を「創り、観察・解析して、メカニズムを考える」ことに注目し、まだ見たことがない電子・エネルギー機能性材料とプロセスを生み出し、新しい現象や物性を発見・理解する研究に取り組んでいます。

電子・エネルギーに係わる多彩な機能を示すナノ材料創製を通じ、社会基盤の発展に貢献することをめざしています。

電子機能性ナノ材料創製とプロセス開拓

- さまざまな機能性セラミックスの薄膜・ナノ材料について、レーザーでプラズマ化した前駆体を用い、結晶核形成や成長方位などを制御して、低温～室温で単結晶状に結晶合成させるグリーンプロセスを創成しています。
- また、エキシマ光起やトポケミカル反応を用いたドライな酸化還元による結晶の骨組みを維持した相変態、構造と化学状態ひいては物性のコントロールも研究しています。
- さらに、上記で見出したプロセスを活用して、電子・エネルギー応用に向けた、層状・二次元など特異的な構造や組成をもつ新たな機能性結晶の創製にも挑戦しています。



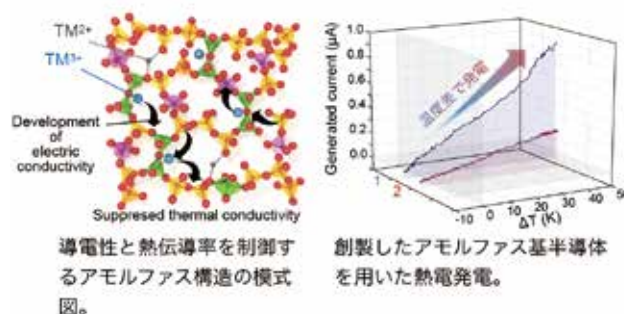
研究・学修指導

- 材料科学や工学に限らず、広いバックグラウンドに根ざす研究者や学生が集い切磋琢磨する環境をつくり、多くのグループと協力して研究を推進しています。
- 材料科学を基礎に世界の多彩な分野と場面で活躍する意欲的で、知識だけに限られない論理思考力・実践力・理系コミュニケーション能力を備えた人材を育成します。
- 博士号や、海外での活躍を目指す学生も歓迎します。



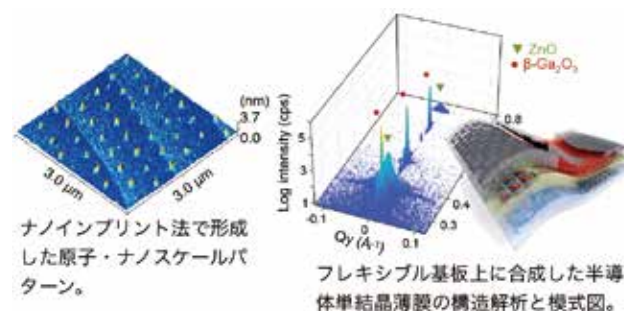
新機能エネルギー変換材料の創製と応用探索

- 次世代のエネルギー利用に貢献する、光や熱を電力に直接変換する固体エネルギーハーベスターに応用可能な半導体薄膜やナノ材料の創製研究を行っています。
- 層状結晶にやアモルファス材料を駆使したフォノン輸送制御、機能性セラミックスの構造・化学状態・電子物性の多様なコントロールにより、熱電変換など未来エネルギー材料の創製と応用を研究しています。



原子レベル周期パターン応用と新機能探索

- 自己組織化現象により構築した周期的ナノ構造を用いたパターンニング（ナノインプリント）により、アモルファス材料表面の原子レベル形状制御を研究しています。
- 世界に先駆けて創製した、ポリマー分子よりも小さい原子1～2個分のステップ状パターンをもつフレキシブル材料を基板として、機能性ナノ結晶の成長を制御する研究に挑戦しています。



学会活動・課外活動

- 研究に関する理解を深め、研究成果を材料科学・工学に関連した国内学会・国際会議でプレゼンして学術論文にまとめる、さらに発表を通して受賞する経験は、修了後も大きな力と自信になります。
- 設計図がない材料研究では、互いに協力し楽しみながら進めることも一つのコツです。松田研究室でもハイキングや釣り、BBQなど近郊に出かけ、交流を深めています。



谷中研究室

生体分子科学に基づく機能解明・機能創発

準備中



准教授
谷中 冴子
博士（生命科学）

当研究室の研究分野について

私たちの体は核酸・タンパク質・糖鎖・脂質など、様々な生体高分子によって構成されています。これらの生体分子がそれぞれに固有の機能を発揮し、協同的に働くことで、私たち生命体は恒常性を維持しています。生体分子の中に隠された機能の作動原理を解読することで、生命や病気の理解が進みます。それだけでなく、生体分子やその機能改变体を活用することで、医療や工業に役立てることが可能です。当研究室では、**実験的手法と理論的手法を組み合わせ、生体分子の機能解明と機能創発に取り組んでいます。**

研究テーマ例：

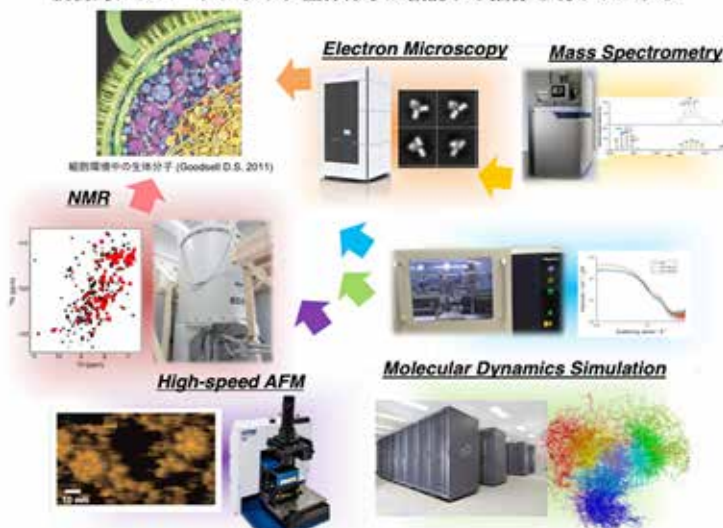
1. 分子中に秘められた新規相互作用部位の探索と変化を通じた次世代抗体創成の基盤構築

免疫系において、感染防御に主要な役割を担っている抗体は、異物を認識する領域と免疫系の活性化を担う領域の2つの機能領域がそれぞれ働くことで免疫系を活性化すると考えられてきています。しかしながら、当研究室により、近年続々と新しい機能部位が見つかりつつあり、異物認識から免疫系の発動に至る新たな分子メカニズムが明らかとなってきています。こうした新しく発見された機能発動の分子機構を生かした創薬研究を進めています。

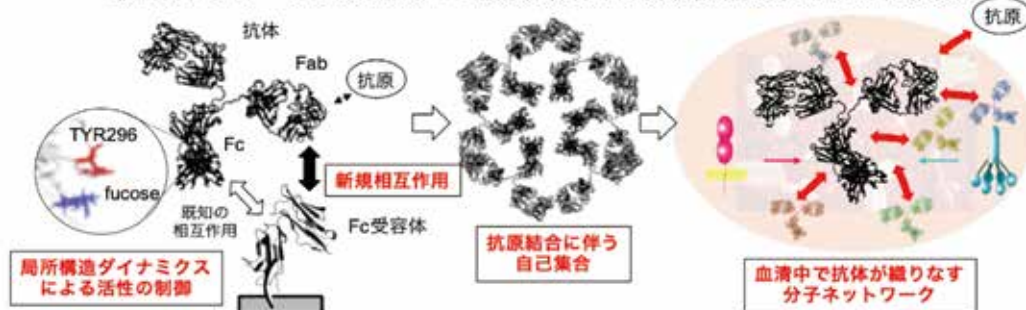
2. 実験科学と情報科学の融合によるバイオ医薬品設計の技術開発

抗体は代表的なバイオ医薬品です。バイオ医薬品としての抗体の設計においても、情報科学は欠かせないツールの一つとなってきました。抗体の特性に関する良質な実験科学的データが膨大にあれば、情報科学的アプローチによって、抗体の設計に関する法則性を見出し、有用な抗体医薬を計算機の中だけで設計できるようになることでしょう。当研究室では、そうした情報科学的アプローチに資する実験科学データの取得および、**新たなアプローチによるバイオ医薬品設計法の開発**を行っております。

統合的アプローチにより、生体分子が機能する描像を明らかにする



統合的アプローチで明かされつつある抗体分子の免疫機能発現のあらたな描像



研究室の紹介

2024年度より新たに立ち上がった研究室です。生体分子に着目し、機能解明と機能創発に取り組んでいます。一緒に研究室を作っていくメンバー大募集しています。全国の様々な研究者とのコラボレーションを行っています。様々な研究者との交流や相互作用の中で研究活動を行うことに興味がある方におすすめの研究室です。学会発表や論文投稿を推奨しており、そのためのサポートをしています。主な参加学会は日本蛋白質科学会、日本生物物理学会、NMR 討論会、日本薬学会などになります。経済的支援については様々な制度があり、申請をサポートしますので、適宜ご相談ください。

横田研究室

境界において発現する新奇物性の理解と制御

<https://www.yokota-lab.com/>



教授
横田 紘子
博士（理学）



助教
桑野 太郎
博士（工学）

研究目的と概要

身の回りのあらゆる物が電気で駆動し、インターネットを通じて繋がる IoT 社会において、省電力システムや膨大し続ける情報を保存できるメモリデバイスの開発が求められています。より高性能な材料の探索や加工技術の開発が進められています。従来方法の限界は近づきつつあり、新技術の開発が求められています。

本研究室では、単一の物質だけでなく物質同士の“境界”にも着目し、それらで発現する新奇物性を利用・展開することで、この課題を解決することを目指します。

研究テーマ

本研究室では、“モノを作る”と“モノを見る”の2つのテーマを柱に研究を行っています。

(1)モノを作る

異なる性質をもつ2つの物質を接合させると、それぞれの特性を有するだけでなく界面での相互作用により新しい機能が発現します。「元素の組合せ×物質の組合せ」によって得られる機能は計り知れません。本研究室では、結晶構造や元素の個性を活かすだけでなく、単位胞スケールで分子層を精密制御することで、欲しい機能を持った材料を自在に設計・創製することに挑戦します。

(2)モノを見る

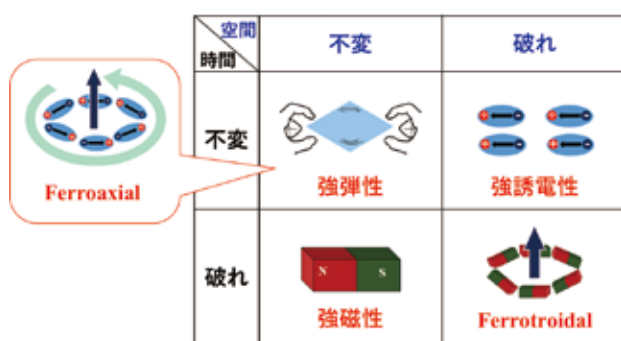
物質内部は均一ではなく一般的には欠陥が存在します。本研究室ではこの内、トポロジカル面欠陥と呼ばれる境界に着目しています。境界においては物質がもつ巨視的な性質や構造とは全く異なる物理が展開されることが明らかになってきています。本研究では超短パルスレーザーを用いることにより、境界の特異な物性や構造を非破壊3次元計測します。また、境界において発現する物性を外場により制御することを目指します。これにより既存物質の性能を飛躍的に向上させることが期待されます。



研究対象

強誘電体や強弾性体、反強誘電体を中心に、第4のフェロイック物質として近年注目されている強軸性物質を取り扱っています。強軸性物質はこの10年ほどで注目されている新しい概念です。空間反転対称性も時間反転対称性も保たれていますが、結晶構造の回転歪の向きによって異なるドメインが定義できるような物質です。

この物質はまだまだ解明されていない点が多く、理論研究が先行している状態です。このような新しい物質群にも取り組んでいます。



研究室について

本研究室は、2023年4月1日に新設された新しい研究室です。装置の組み立てや立ち上げなど、新しい研究室ならではの経験ができます。組み立てから行うことで、動作原理などを始めとして装置への理解が深まり、より深い研究が行えるようになります。

また、海外（イギリス、フランス、中国、イスラエルなど）との共同研究も多数行っており、国内だけでなく海外の放射光や中性子施設を利用した研究も行っています。

研究室に向いている学生

研究は華やかなイメージがあるかもしれませんが実際には同じような作業の繰り返しも多く、成果が芳しくない時間のほうが長いです。しかし研究に失敗はありません。すべてが成功への道程です。実験結果と向き合い続けた先にある未知の世界に向かって根気強く続けられる学生を歓迎します。

物質合成だけでなく、装置の改良や自作の機会も多いため、モノづくりが好きな学生も大歓迎です。

吉田研究室

マテリアルは安心を支える大黒柱
～苛酷環境に耐える高性能セラミック材料を創製する～

<https://yoshida.zc.iir.titech.ac.jp/>



教授
吉田克己
博士（工学）

研究の特徴

セラミックスは、耐熱性、耐食性、耐摩耗性等の優れた特性をしており、高温、高温腐食・高温酸化雰囲気、プラズマ環境、放射線・粒子線照射、摩擦・摩耗等の苛酷環境下での適用が期待できる魅力的な材料である。セラミックスを部材として適用するためには、部材としての信頼性の向上に加えてそれぞれの用途に応じた特性・機能付与を図る必要がある。吉田研究室では、ナノ・ミクロ・マクロレベルでのマルチスケール構造制御および高次構造制御に基づく信頼性の向上や特性・機能付与に注目し、宇宙航空分野、原子力・核融合分野、エネルギー・環境分野等の苛酷環境下での適用を目指した先進セラミック材料の開発を行っている。また、カーボンニュートラル、低環境負荷、省エネルギーや省資源等の課題に目を向けたエンジニアリングセラミックスの開発及びプロセス開発に取り組んでいる。

研究の概要

1. 高信頼性先進セラミックス基複合材料に関する研究

セラミックスを部材としての適用を考えた場合、脆性という材料としての信頼性の低さに問題がある。そのため、セラミック繊維を複合化し、信頼性の向上を目指した繊維強化セラミックス基複合材料が注目されている。例えば、セラミック繊維を強化材とした先進セラミックス基複合材料は、宇宙航空産業、原子力・核融合炉、高温ガスタービン等の苛酷環境下での適用が期待されている。本研究では、繊維強化セラミックス基複合材料の新規作製プロセスの開発及びその特性評価や様々な機能・特性の付与を目指した特異な構造を有する先進セラミックス基複合材料の研究を行っている（図1）。

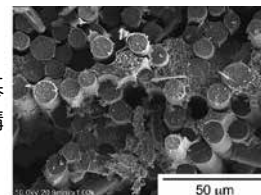


図1 SiC繊維強化SiC基複合材料の微構造SEM写真

2. 高機能セラミック多孔体に関する研究

環境負荷低減や省資源・エネルギー化を図る上で、セラミック多孔体の活用が有効であると考えられる。本研究では、高機能セラミック多孔体の創製に関する研究として、独自に提案した「その場結晶成長・粒子配向」等を利用した機能付与や、用途に応じたナノ～マクロレベルでの気孔径制御を軸とした基礎研究を行っている（図2）。

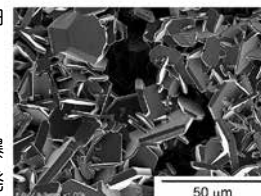


図2 その場結晶成長SiC多孔体の微構造SEM写真

3. 耐苛酷環境セラミックスに関する研究

1000℃を越える高温、高熱勾配、高温腐食・高温酸化雰囲気、プラズマ環境、放射線・粒子線照射、摩擦・摩耗等の苛酷環境下での適用が可能な先進セラミックスの開発を行っている。苛酷環境下に曝された材料の特性・微構造変化を明らかにし、得られた結果をもとに、苛酷環境セラミックスの開発を行っている。

4. カーボンニュートラル社会への貢献を目指した先進セラミックス開発に関する研究

上記研究を軸として、航空機ジェットエンジン用高信頼性耐熱材料、ゼロカーボンエネルギー源となる次世代原子炉・核融合炉用材料、サーマルマネジメント材料、低摩擦・耐摩耗材料や半導体製造装置用耐プラズマ材料など、カーボンニュートラル、低環境負荷、省エネルギーや省資源等に貢献する先進セラミックスの開発を行っている。また、セラミックスの高速合成・高速焼結などのグリーンプロセスの開発も行っている。

吉田研究室では、安全・安心な社会の実現に貢献する耐苛酷環境セラミックス、エンジニアリングセラミックスの開発を目指し、作製プロセスから特性評価まで一連の研究を行っています！

キーワード

耐苛酷環境材料、原子力・核融合炉用材料、セラミックス基複合材料、セラミック多孔体、セラミックプロセス、エンジニアリングセラミックス、構造用セラミックス

◆吉田研究室志望の学生に望むこと

- 自主性：規制は少なく自由である。やりたいことができる。受け身の姿勢から自ら行う姿勢に変わる時。
- 協調性：研究室は1つの社会、家族のようなもの。そこから学ぶこと、生まれることが多い。



矢野・岸研究室

先進機能性ガラス材料の創生とプロセス開発

<http://www.garaken.com/>



教授
矢野 哲司
博士（工学）



准教授
岸 哲生
博士（工学）

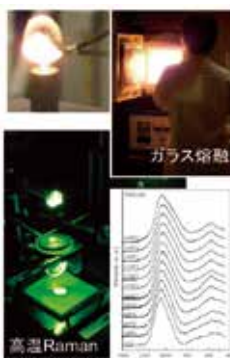
ガラス材料の科学を通して、デジタル・持続可能社会・地球環境に貢献する

ガラス・非晶質材料の製造・合成に関する基礎科学・新規技術の構築を通して、その特徴を理解し最大限に活かすことを研究の柱としています。新しいガラスやガラスセラミックス材料の創生や応用を開拓し、エネルギー変換、高耐久性、生体活性などの高い機能を生み出す物質の開発やデバイス化、発現・設計原理の探究を進め、現在そして未来のデジタル社会・持続可能社会・地球環境の負荷低減に貢献することを目指しています。

基礎研究として、酸化物ガラスや高温ガラス融体の構造や物性を対象として、高温ラマン散乱や高温X線CT、高温XAFSや高温SAXSなどを駆使した解析を進めています。また、放射性廃棄物固化に向けた新規ガラス組成探索を行い、重要な社会的ハザード処置に資する科学・工学を研究しています。応用研究として、ガラスアクチュエータ、超薄膜ガラスラミネートシール、レーザーによるガラスの改質・成形・加工といった独自のマテリアルエンジニアリングを開発し、ナノからマイクロメートルサイズの形状・形態・構造制御による全く新しい機能性素子をデザイン・作製しています。

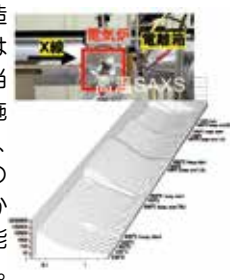
高温ガラス融体の構造・化学反応の解明

高温で熔融・急冷して作られるガラスは、身の回りのあらゆるところに使われていますが、まだまだ未解明のフロンティアが存在し、様々な用途が考えられます。当研究室では、世界唯一または世界に数台しかない装置群を駆使して、ガラスの物理・化学を探究しています。その知見を活かして、最も強いガラスの創成やエネルギー変換ガラス、省エネルギー（カーボンニュートラル）ガラス熔融技術や放射性廃棄物用ガラス固化技術の開発、といった世界に役立つ材料や技術の研究を進めています。



高温放射光実験（SAXS、XAFS、XRS）

ガラスは結晶に比べて、複雑な構造を取っています。その理解のためには熔融状態での構造解析が必要です。当研究室では、SPRING-8などの放射光施設に独自設計した電気炉を持ち込み、様々なX線分光法により、高温融体の原子・ナノレベルの構造変化を明らかにしています。これらの知見を、機能性ガラス材料の開発に活用しています。



気中熔融法による新規非晶質材料の開発

CO₂排出を抑制する技術の発展と全く新しい概念からなる『新ガラスの創成』を目指し、水素燃焼気中熔融法の開発と応用を進めています。日本独自の省エネルギー熔融法であるインフライトメルティング法により、3000Kを超える高温で熔融・急冷することで全く新しいガラス材料を生み出しました。適切な組成・プロセス設計により、高効率蛍光ガラス、超硬ガラス、磁気光学ガラス、など高い機能の発現と、ガラス熔融の省エネルギープロセスへの波及が期待されます。



放射性廃棄物固化ガラス・熔融

原子力発電所から排出される高レベル放射性廃棄物はそのまま自然界に遺棄することはできません。これを閉じ込められる唯一のマトリックスがガラスです。数千年を優に超える長期安定性を保証するために、超高度なガラス科学・工学が必要とされています。当研究室では、コンビナトリアル法によるガラス組成探索、安定した熔融プロセスの開発などを通して、人類が避けて通れない社会的課題の解決に貢献しています。



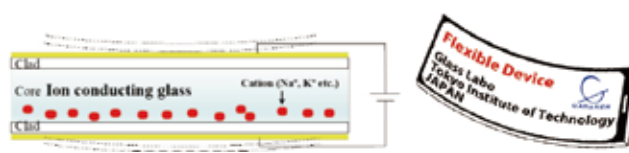
情報端末、通信デバイスに用いる高機能性ガラス

スマートフォンに使われているガラスには、既存のガラスに比べて飛躍的に高い破壊強度と信頼性を持つガラスが必要です。また高周波数帯利用に伴う超低誘電率ガラスも求められています。こうした高度な用途に求められる高機能性ガラスについて、新規なガラスの開発と構造制御、機能を生み出すプロセスの開発を行なっています。破壊応力1GPaを超えるイオン交換ガラスはその一例です。



電気で動くガラス～ガラスアクチュエータ～

電気を力に変換するアクチュエータをガラスで作製することで、新しいヒューマンインターフェースの開発を目指しています。通常のガラスは電気で動くことはありませんが、独自のガラス組成開発と超薄膜化技術を組み合わせることで、ガラス中のイオンの動きを制御し、体積変化により動くガラスを世界で初めて提案しています。

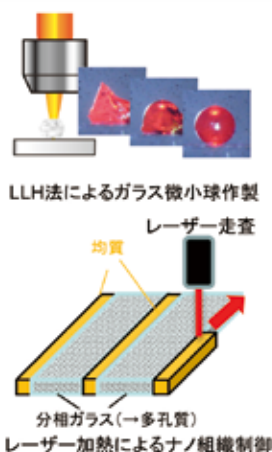




助教
富田夏奈
博士（学術）

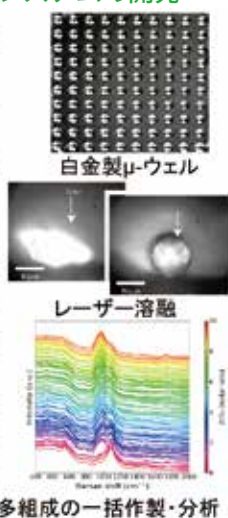
レーザーによるガラスの成形・改質

レーザーは、時間的・空間的に位相の揃った光で、通常は透明なガラスでも、光吸収イオンの添加や超短パルスレーザーの利用により、レーザーによる加工や改質が実現できます。当研究室では、国内・国外の機械系研究室と連携しながら、ガラスのレーザープロセッシングの研究を推進しています。透明で均質なガラス材料の物性・形状・形態・組織を制御することで、光共振・光導波構造、アコースティックブラックホール構造や多孔質/非多孔質複合構造を実現し、機能性デバイスへの応用を研究しています。



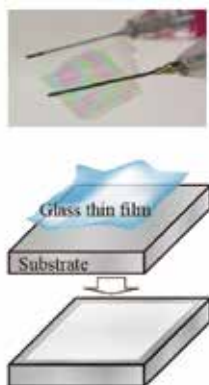
ハイスループットマイクロ溶融システムの開発

周期律表のほぼ全ての元素を構成成分とする無機材料には無限の組み合わせが考えられます。中でも、ガラス材料は構成成分や組成比の制限が少ないため、可能性は無限大です。当研究室では、新材料を見つけて出すために、ガラス材料研究の開発速度を飛躍的に加速させるマイクロ溶融システムを開発しています。ロボティクスやレーザー溶融により短時間で多種類の試料を一括して作製し評価することで、従来に比べて桁違いに高速にデータを収集します。このビッグデータと計算科学を組み合わせ、ガラス特有の構造や性質を発見し、これを活かした組成・機能開発を推進しています。



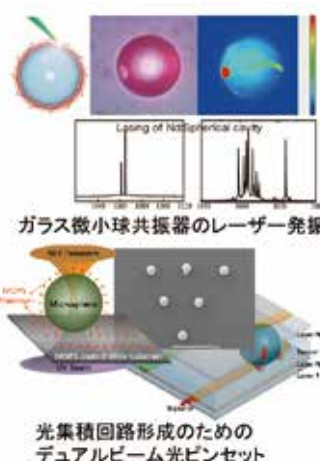
ガラス超薄膜ラミネートシールの開発と応用

硬いガラスも、髪の毛よりも薄くすると曲げられるようになります。当研究室では、極限まで薄くしたガラス超薄膜を作製し、異種材料に貼り付けるガラスラミネートシールを開発しています。バイオガラスによる異種材料への生体活性の付与、次世代発電・電池などエネルギーデバイス用積層構造、3次元光回路用プラットフォームの創生など、ガラス材料を基軸とした新たな複合素子をデザインし、利用展開を推進しています。



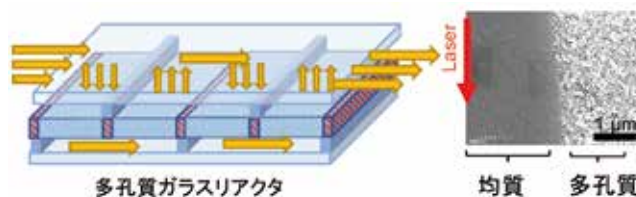
光通信・光信号処理に向けたガラス素子の開発

透明で様々な形に成形できるガラス材料は、現在も窓板、レンズ、光ファイバなど利用されているように、光波を取り扱うのに最適な材料です。当研究室では、様々なガラス材料を用いて、究極の光閉じ込め構造である球状光共振器や μm サイズの光学素子の作製技術を開発しています。また、微小なガラスや結晶の透明材料を実装するためのデュアルビーム光ピンセットを開発し、将来の光信号処理のためのガラス・セラミック素子の研究を進めています。



マイクロリアクタに向けた多孔質組織の空間制御

マイクロリアクタは微小サイズ化した化学プラントで、化学反応の高速化・高効率化・低環境負荷を実現できることから合成・分析・浄化など様々な応用が期待されています。ガラス材料は高い化学耐久性と透明性を有することから、光化学反応容器として優れた特性を発現することができます。しかしながら、加工の難しさが普及へのボトルネックとなっています。当研究室では、光吸収イオンを添加したガラスへのレーザー加工により、多孔質/均質ガラスの一体加工に成功しました。ガラスの混和・不混和領域を高度に制御することで、全く組織の異なる材料を一つの部材の中に同じ材質で作り込むことが可能です。これにより、高い反応比表面積を持つガラスマイクロリアクタが実現できると期待されます。



国際共同研究・留学

レンス大学1 (仏)、バリー大学 (伊)、ソルボンヌ大学 (仏)、PNL (米)、EPFL (瑞)、カソリック大学 (米)、カスフォカリ大学 (伊)、科学アカデミー (チェコ) など

修了後の進路

AGC、日本電気硝子、日本板硝子、旭化成、昭栄化学、HOYA、ノリタケ、日本碍子、日本特殊陶業、本田技研、トヨタ自動車、コマツ、全日空、パナソニック、ソニー、コニカミノルタ、ブラザー、住友電工、ニコン、キオクシア、フジクラ、日立電線、NTT 西日本、第一生命、住友商事、丸紅、三菱商事、博士課程進学（その後、会社、国の研究機関、大学、ポスドク）など

陳君怡研究室

電気化学およびナノテクノロジーに基づくエネルギー機能変換材料の創製

<http://www.chen.msl.iir.isct.ac.jp>



准教授
チェンチュンイー
陳君怡
博士（工学）

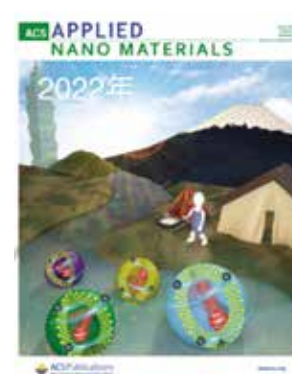
陽極酸化法による Ti-Nb-Ta-Zr-O ナノチューブの構造制御

ワンステップ陽極酸化法により、Ti-Nb-Ta-Zr-O のナノチューブを Ti-29Nb-13Ta-4.6Zr 合金板に修飾し、光電気化学水分解の新規な陽極としての可能性を見極める。Nb、Ta、Zr の自己ドーピング効果により、バンドギャップの狭小化、可視光吸収率及び導電性を向上させ、フォトリニアの電荷分離過程の効率と光電流の増大を引き出す。新規な光触媒のバックボーンとなるナノチューブ孔径や管壁厚は、水分解効率に影響を与えるため、陽極酸化の条件を変えることによって最適な形態を見出す。そして、電気化学インピーダンス解析から、新規な Ti-Nb-Ta-Zr-O ナノチューブ可視光応答型光触媒の電荷キャリア移動機構を解明する。Ti-Nb-Ta-Zr-O ナノチューブは、光エネルギーを用いて高効率な水分解を実現する光触媒に応用可能である。従ってグリーントランスフォーメーションやゼロカーボン技術に強く寄与する。

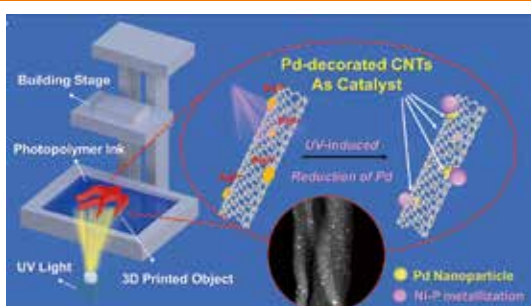


金ナノ粒子と硫化物ナノ殻からなるヨーク-シェル型ナノ構造体を作製

ナノサイズの核（卵黄の意味でヨーク）と殻（シェル）から成るヨーク-シェル型ナノ構造は、ヨークとシェルの間に空隙がある特徴から、これまでの複合粒子にはない特徴が見られる。本研究では光触媒への応用をめざして、金ナノ粒子をヨーク、金属硫化物をシェルとしたヨーク-シェル型ナノ構造体を作製し、その構造や特性を評価した。世界初の成果として、シェルの内部でヨークである金ナノ粒子が動く様子を観測することに成功した。また、金属硫化物と金ナノ粒子を組み合わせたヨーク-シェル型ナノ構造体が光触媒として機能することから、環境浄化、水素製造、二酸化炭素還元などへの応用が期待できる。本研究で見出されたヨーク-シェル型ナノ構造体の製造プロセスをもとに、研究グループでは今後も、新規ナノリアクター設計につながる基礎的な知見の蓄積を続けたい。



ナノコンポジットを応用した 3D プリンティング



1.0 wt% の Pd で装飾された CNTs を含むレジンから印刷された 3D 構造は、大幅に改善された機械的特性を示し、破壊強度が 40% 向上し、マイクロ硬度が 40% 増加した。この研究からは、Pd で装飾された CNTs を機械的特性向上剤および触媒として使用することの利点を示している。

楽しい研究室生活で活躍するエンジニアへ



学生諸氏の受賞の記録 (2024)

受賞者	受賞時 学年	受賞名	課題名
大見拓也	D3	日本セラミックス協会 第 37 回秋季シンポジウム " 特定セッション優秀発表賞 "	「欠陥秩序に基づく有機－無機ハイブリッドペロブスカイト化合物系列 $\text{FA}_{n+1}\text{Pb}_{n-1}\text{I}_{3n-1.5}(\text{SCN})_{0.5}$ の合成」
ZHONGZHENG SUN	D3	Silver Poster Presentation Award, The Fourteenth International Conference on the Science and Technology for Advanced Ceramics (STAC14)	Nano-Cross Point Ferroelectric Tunneling Junctions based on 7% Yttrium-Doped HfO_2 (YHO7)
Lee Koomok	D3	在日韓国科学技術者協会 学術優秀賞	Emergence of weak ferromagnetism in High Spin Co^{3+} substituted BiFeO_3
Hu Zhongxu	D2	日本セラミックス協会 秋季シンポジウム セッション優秀講演奨励賞	Synthesis and thermoelectric properties of perovskite chalcogenides $\text{Ba}(\text{Zr},\text{Hf})\text{S}_3$ with ultra-low thermal conductivity
福井秋宙	D1	日本セラミックス協会 第 37 回秋季シンポジウム 「誘電材料の最前線 ～社会課題解 決のためのイノベーション創出～」 最優秀	メカノケミカル反応を用いた有機無機ハ イブリッド型強誘電体の固溶体作製
木村公俊	D1	応用物理学会講演奨励賞	機械学習による多値逆問題解析：アモル ファス酸化物半導体トランジスタの欠陥 分布・電子輸送を例に
佐藤 駿	D1	8. 第 133 回触媒討論会 学生講演賞	ペロブスカイト型酸水素化物のメカノ ケミカル合成およびアンモニア合成触 媒としての利用
宮下和聡	D1	「イオン渋滞学」 第 2 回領域会議 最優秀ポスター賞	$\text{BaZrO}_{3-x}\text{NyHz}$ 担持 Ni 触媒によるアンモ ニア分解
松島航暉	M1	日本セラミックス協会 第 37 回秋季シンポジウム " 特定セッション優秀発表賞 "	「高圧合成法を用いた有機－無機ハイブ リッドペロブスカイトの新規構造探索」
高橋一樹	M2	粉体粉末冶金協会 2024 年度春季大 会「優秀講演発表賞」	BiCoO_3 を母物質とした新規非鉛負熱膨 張材料の実現
高橋一樹	M2	日本セラミックス協会 第 37 回秋季シンポジウム " 特定セッション優秀発表賞 "	「 BiCoO_3 を母物質とした新規非鉛負熱膨 張材料の実現」
三宅 潤	M2	粉体粉末冶金協会 2024 年度秋季大 会 優秀講演発表賞	「 BiFeO_3 の負熱膨張化」
高橋一樹	M2	粉体粉末冶金協会 2024 年度秋季大会 優秀講演発表賞	「新規負熱膨張材料 $\text{Bi}_{1-x}\text{Ln}_x\text{CoO}_3$ (Ln： ランタノイド元素) の体積変化量の最大 化」
桐林龍寿	M2	2023 年度 JCS-Japan 優秀論文賞	Decomposition of 2-naphthol in water and its antibacterial and antiviral activities by LaMnO_3 and LaCoO_3 in the dark
辺見桃音	M2	The 14th International Conference on the Science and Technology for Advanced Ceramics (STAC-14) First Prize Poster Award	Negative thermal expansion mechanism of MOR nad FAU-type zeolite

学生諸氏の受賞の記録 (2024)

受賞者	受賞時 学年	受賞名	課題名
落合将寛	M2	日本セラミックス協会 秋季シンポジウム セッション優秀講演奨励賞	歪みを制御した SrTiO ₃ 薄膜への水素ドーピングと熱電特性
仁井田海渡	M2	触媒学会若手会 第 44 回夏の研修会 最優秀ポスター発表賞	酸水素化物 BaCe ₂ O _{4-x} Hy を用いたアンモニア合成触媒
森 翔也	M2	第 14 回 CSJ 化学フェスタ 2024 優秀ポスター発表賞	リン酸を固定化した金属酸化物触媒の酸・塩基性質およびその応用
川村恭平	M2	第 14 回 CSJ 化学フェスタ 2024 優秀ポスター発表賞	Eu ²⁺ 固溶による触媒担体中の電子状態の変化とアンモニア合成活性の向上
長藤瑛哉	M1	日本金属学会第 42 回 優秀ポスター賞	「La ₂ SnO ₂ S ₃ における点欠陥及び自己束縛電子に関する第一原理計算」
辺見桃音	M1	第 62 回セラミックス基礎科学 討論会 Best Presentation Award	Synthesis of GIS Zeolite and its Thermal Expansion Property
札内 航	M1	第 22 回無機材料合同研究会 優秀賞	抗ウイルス材料に向けた希土類ドーブ Bi ₂ MoO ₆ , Bi ₂ Mo ₃ O ₁₂ の作製と評価
永井大暉	M1	日本セラミックス協会 第 37 回秋季シンポジウム 特定セッション（水資源・水環境 とセラミックス）最優秀発表賞	EDI 型 SAPO の合成と熱膨張性の評価
宮崎孝太郎	M1	2024 年度 色材研究発表会 優秀ポスター賞	3d 金属または希土類を含む各種複合酸化物の作製とその抗ウイルス活性
成田翔海	M1	石油学会第 66 回年会（第 72 回研 究発表会） 優秀ポスター賞	Bi 系トポロジカル物質を利用した酸素活性化および触媒作用
成田翔海	M1	学士特定課題研究発表賞	ペロブスカイト型酸化物により電子状態を制御した担持 Pd 触媒によるフェニルアセチレン水素化
古賀 幸	M1	触媒学会若手会 第 44 回夏の研修会 優秀ポスター発表賞	メカノケミカル法による固溶体合成と触媒への応用
宮崎孝太郎	B4	学士特定課題研究 優秀学生賞	M ₂ Mo ₃ O ₁₂ (M = La, Y, Al) の合成とその抗ウイルス活性
三浦英士	B4	第 22 回無機材料合同研究会 奨励賞	第一原理計算及び特殊擬ランダム構造に基づく岩塩型構造 A(II)B(II)O ₂ (A, B = Mg, Zn, Cu, Ni, Co) の固溶度の理論検討

学生諸氏の受賞の記録 (2024)

受賞者	受賞時 学年	受賞名	課題名
石川太陽	M1	エネルギーイノベーション協創プロジェクト 優秀ポスター発表賞	金属硫化物触媒上での電気化学的アンモニア合成に対する機械学習による活性因子の特定
杉村友高	M1	エネルギーイノベーション協創プロジェクト 優秀ポスター発表賞	メタンのドライリフォーミング反応における半導体光触媒の格子酸素の関与
杉村友高	M1	第 14 回 CSJ 化学フェスタ 2024 で優秀ポスター 発表賞	メタンのドライリフォーミング反応における光触媒の格子酸素の関与
渡辺拓真	M2	Bioceramics 34 Best Poster Award	Structural and in vitro biological properties of c-axis oriented hydroxyapatite for dental applications
Gerardo Martin Quindoza	D3	Bioceramics 34 Best Poster Award	Enhancing the Cancer Theranostics Potential of Bi(III) and Eu(III) co-substituted Apatite Nanocrystals through Lattice Expansion
佐野藍子	M2	第 22 回無機材料合同研究会 最優秀賞	薬物熱放出に向けたドラッグデリバリーシステム材料の構築
大塚克基	M1	第 40 回日本セラミックス協会 関東支部研究発表会 優秀賞	ガスアシスト液中成膜法による副生成物のない ZnS 膜作製手法の開拓
保志場圭佑	M1	第 40 回日本セラミックス協会 関東支部研究発表会 最優秀賞	アセトアニリドを用いた溶液酸性化手法による {010} 優先析出プレート状ベーマイトの合成
栗田航輔	B4	第 22 回無機材料合同研究会 特別賞	スピンスプレー法により作製する Mn 系酸化物薄膜の結晶相評価とナノ・マイクロ構造観察

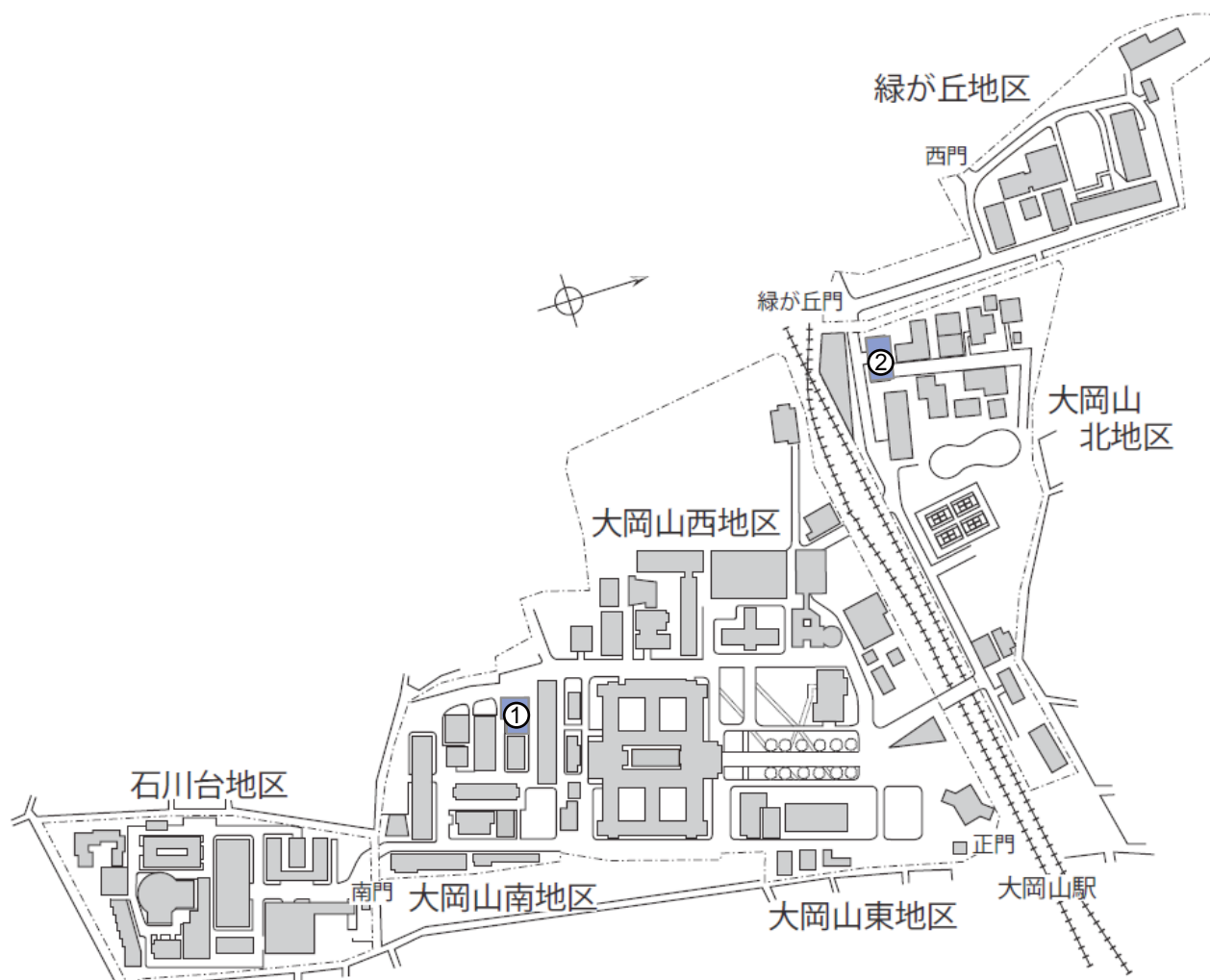
学生諸氏の受賞の記録 (2024)



学生諸氏の受賞の記録 (2024)



大岡山キャンパスマップ



①大岡山南 7 号館

- 8F 宮内、生駒、安楽、山口
- 7F 中島、矢野、磯部、岸
- 6F 松下(伸)
- 5F 保科

②大岡山北 2 号館

- 2F 吉田



〒152-8550 東京都目黒区大岡山 2-12-1

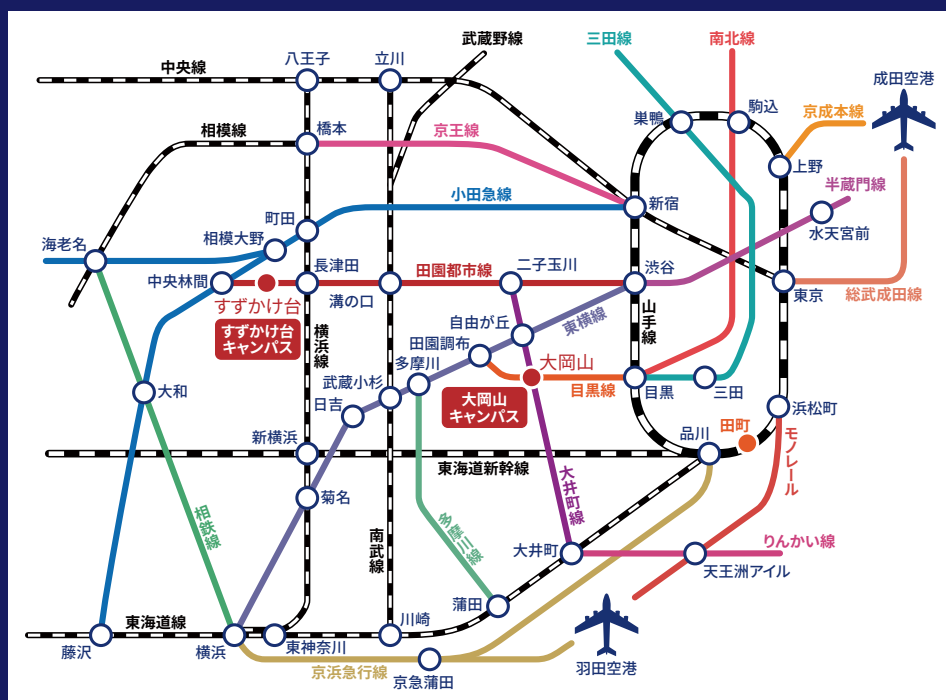
すすかけ台キャンパスマップ



- ①合同棟 J2 棟
北本、舟窪、松下（祥）、松田
- ②合同棟 J3 棟
横田
- ③G1 棟 林
- ④合同棟 J1 棟
川路、東、笹川、谷中、陳
- ⑤フロンティア材料研究所 R3 棟
神谷、原、真島、大場、鎌田、片瀬
伊澤、石川
- ⑥創造研究実験棟 COE 棟
平松
- ⑦元素戦略MDX研究センター-S8棟
細野、北野



〒226-8501 横浜市緑区長津田町 4259



大岡山キャンパス：東急大井町線・目黒線 大岡山駅 下車徒歩 1 分
 すずかけ台キャンパス：東急田園都市線 すずかけ台駅 下車徒歩 5 分



<http://educ.titech.ac.jp/mat/>

東京科学大学 物質理工学院
材料系(無機材料分野)

大岡山キャンパス
 〒152-8550 東京都目黒区大岡山2-12-1

すずかけ台キャンパス
 〒226-8501 横浜市緑区長津田町4259

発行日 2025年4月1日