

2021

東京工業大学 物質理工学院

材料系 C 群（無機材料分野）

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



「飛耳長目、 最先端材料研究で活躍するために」

無機材料フォーカス長 舟窪 浩

東工大材料系無機材料分野には、世界の科学・技術において、持続性・安全性・信頼性の根幹要素として欠かすことのできない『材料』の創成、機能の進化、新分野の開拓を進めると同時に、将来を担う次世代の人材育成に重点をおいて研究・教育を行う教員が多数所属しています。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。

複雑多様化する現代社会では、持続可能な成長とともに、世の中を変えるといわれているAIと社会との連携の中で信頼性を担保するものづくり・材料開発は必須といわれています。高性能・多機能・高速・安定なデバイスとそれを構成する材料の開発が一層必要となっています。省エネルギー・新エネルギー創出・環境浄化も長寿命化する社会の安全安心を支える基盤として必須であり、ここにも新たな材料が求められています。

材料系無機分野では、構造科学、物性科学、反応科学、プロセス科学を基礎学問として学び、それらをベースに環境・エネルギー・エレクトロニクス・バイオテクノロジー・構造インフラなど実に多岐にわたる分野で応用力を発揮できる学生を育てるための環境が用意されています。材料に関する広く深い知識を修得し、高度で最先端の研究を実践することができる無機材料分野で、材料研究・教育の本流を感じ、飛耳長目を実践して大きく成長してもらいたいと思っています。

材料系無機分野の多くの研究室では、皆さんを世界トップレベルの研究人材として、または産業界のリーダー候補として社会に送り出す準備が整っています。日本、世界、地球のために、材料の未来を共に切り開きましょう。

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	15
東(正)・山本研究室	16
東(康)研究室	18
生駒研究室	19
大場・熊谷研究室	20
神谷・片瀬研究室	22
川路研究室	24
北野研究室	25
北本研究室	26
笹川研究室	27
Das研究室	28
柘植研究室	29
鶴見・保科研究室	30
中島・松下(祥)・磯部研究室	32
中村研究室	34
林研究室	35
原・鎌田研究室	36
平松研究室	38
舟窪研究室	39
細野研究室	40
真島研究室	41
松石研究室	42
松下(伸)研究室	43
宮内・山口研究室	44
安田研究室	45
吉本・松田研究室	46
矢野研究室	48
吉田研究室	49
坂田研究室	50
瀬川研究室	51
学生諸氏の受賞の記録	52
キャンパスマップ	56



東正樹 教授

新材料開発



北野政明 准教授



平松秀典 准教授



矢野哲司 教授

アモルファス



瀬川浩代 特任教授



岸哲生 助教



山本隆文 准教授



松石聡 准教授



宮崎雅義 助教



金正煥 助教

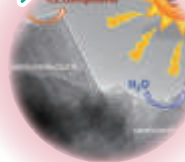


井手啓介 助教



吉本護 教授

エネルギー



宮内雅浩 教授



松下祥子 准教授



松田晃史 講師



山口晃 助教



片瀬貴義 准教授



松下伸広 教授

プロセス



舟窪浩 教授



久保田雄太 助教



重松圭 助教



生駒俊之 教授



北本仁孝 教授

人フ・バテ



柘植丈治 准教授



林智広 准教授



中川泰宏 助教

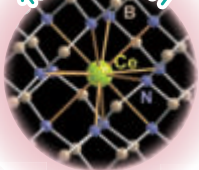


倉科佑太 助教



大場 史康 教授

材料設計



熊谷 悠 准教授



笹川 崇男 准教授



高橋 亮 助教



Hena Das 准教授



原 亨和 教授



中島 章 教授

環境



Debraj Chandra
特任准教授



鎌田 慶吾 准教授



喜多 祐介 助教



服部 真史 助教

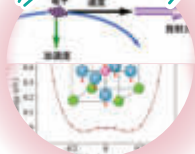


磯部 敏宏 准教授



川路 均 教授

基礎・解析



気谷 卓 助教



中村 一隆 准教授



坂田 修身 特任教授



酒井 雄樹 特定助教



保科 拓也 准教授



安田 公一 准教授

構造材料



グバレビッチ アンナ 助教



吉田 克己 准教授



神谷 利夫 教授



鶴見 敬章 教授

電子材料



安原 颯 助教



Phan Trong Tue 助教



真島 豊 教授

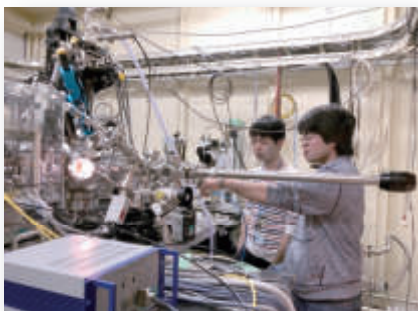


東 康男 准教授

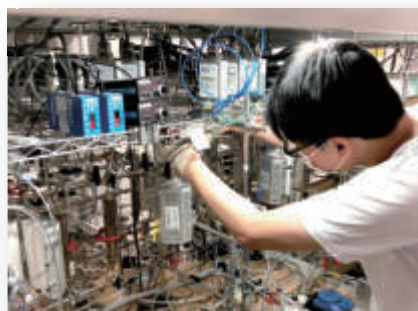
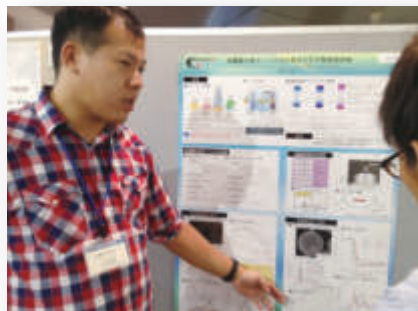
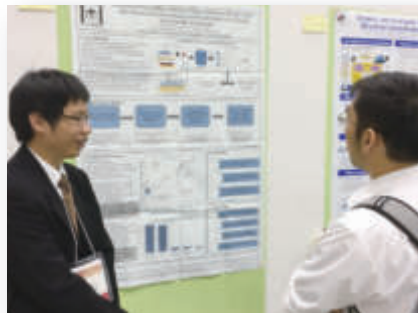
講義・ゼミ



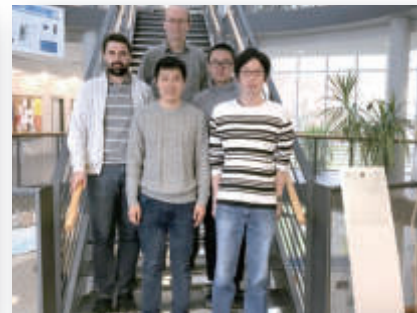
実験・研究



学会・国際会議発表



留学



ゼミ合宿



BBQ・OB会など



修了パーティー・送別会



修士・博士論文発表会



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 C 群」をご覧ください





合格・入学

修士（博士前期）コース

博士（博士後期）コース

博士学生支援

創造性に優れた社会の要請に応え得る人材の養成をめざし、学位取得後の多様な活躍の場を想定した教育を行っています。国際的な視野の拡大が特徴の一つです。

・即戦力型の研究者

組織的・国際的プロジェクトの遂行に必要な知識と経験を習得

・創造的起業家

研究シーズを事業化できる創造的起業家を育成

・文理融合型・異分野融合型人才

幅広い知識を活かして様々な社会活動でリーダーシップを発揮

博士学生・博士研究員支援

産業界で活躍できる研究者の養成と、多様なキャリアパス創出のための支援機構。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

・On-Campus Training

多彩な講師人による講義、演習

・キャリア相談

専任キャリアアドバイザーによるキャリア支援

・ドクターズ キャリア フォーラム

個人ブース形式で企業情報の収集ができるイベント

・価値創造インターンシップ

長期滞在型（3ヶ月以上）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、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、新日鐵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、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、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	あずま 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 ー低次元磁性体から非鉛圧電体までー		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	http://www.msl.titech.ac.jp/~ azumalab/	mazuma(at)msl.titech.ac.jp		
18	准教授	あずま やすお 東 康 男	材料系 材料コース	ナノメートルスケールの構造作製,単電子トランジスタなどのナノデバイスの電子物性評価		R3棟 411号室	045-924-5341	
ナノデバイス・有機エレクトロニクス・応用物性				すずかけ台		azuma.y.ac(at)m.titech.ac.jp		
19	准教授	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			材料系 ライフエンジニアリングコース	大岡山	http://www.bio.ceram.titech.ac.jp/	tikoma(at)ceram.titech.ac.jp		
32	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 816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(at)m.titech.ac.jp		
20	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(at)msl.titech.ac.jp		
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	http://www.msl.titech.ac.jp/~tkamiya	katase(at)mces.titech.ac.jp		
36	准教授	かまた けいご 鎌 田 慶 吾	材料系 材料コース	酸化物材料を基盤とした高機能固体触媒の設計と合成,環境調和型な実用的化学変換プロセスの創出		R3棟 404号室	045-924-5338	
触媒化学,無機合成化学,物理化学,有機化学			材料系 エネルギーコース	すずかけ台	http://www.msl.titech.ac.jp/~hara/	kamata.k.ac(at)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		
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	http://www.msl.titech.ac.jp/~tkamiya	kamiya.t.aa(at)m.titech.ac.jp		
24	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,相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	
機能性材料,相転移,機能性制御				すずかけ台	http://www.msl.titech.ac.jp/~kawaji/	kawaji(at)msl.titech.ac.jp		
25	准教授	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	
担持金属触媒,アンモニア合成,酸塩基,電子化物材料				すずかけ台	http://www.mces.titech.ac.jp/authors/kitano/	kitano.m.aa(at)m.titech.ac.jp		
26	教授	きたもと よしたか 北 本 仁 孝	材料系 材料コース	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(at)m.titech.ac.jp		
20	准教授	くま がい 熊 谷 悠	材料系 材料コース	新奇半導体材料探索のための計算手法開発とその応用		R3棟 609号室	045-924-5345	
計算材料学,半導体物性,マテリアルズインフォマティクス				すずかけ台	https://www.cms-mi.msl.titech.ac.jp	kumagai(at)msl.titech.ac.jp		
27	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(at)msl.titech.ac.jp		
36	特任 准教授	でぶらじ ちゃんドラ Debraj Chandra	材料系 材料コース	ナノ構造体の構築により、これまでの材料を凌駕する固体材料を創出する。特異的な金属ナノ粒子による超高性能固体触媒の創出、金属酸化物ナノ構造体による光触媒の創出。		R3棟 401号室	045-924-5164	
ナノ粒子,ナノポーラス材料,触媒				すずかけ台	http://www.msl.titech.ac.jp/~hara/	chandra.d.aa(at)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		
29	准教授	つげ たけはる 柘 植 丈 治	材料系 ライフエンジニアリングコース	無機化合物から有機ポリマーを作るバイオコンバージョン技術, 新規構造を有するバイオポリエステルの物性評価, 化学合成無機栄養細菌の生化学および遺伝子工学		J2棟 605号室	045-924-5420	
バイオベースポリマー, 生分解性ポリエステル, 化学合成無機栄養細菌, 二酸化炭素			材料系 材料コース	すずかけ台	http://www.iem.titech.ac.jp/tsuge/	tsuge.t.aa(at)m.titech.ac.jp		
30	教授	つるみ たかあき 鶴 見 敬 章	材料系 材料コース	誘電体・強誘電体の構造と物性, 人工超格子, 圧電デバイス動作解析		南7号館 509号室	03-5734-2517	
フォノン解析, 誘電体・強誘電体, キャパシタ, 圧電デバイス				大岡山	http://nanophononics.ceram.titech.ac.jp/	ttsurumi(at)ceram.titech.ac.jp		
32	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(at)ceram.titech.ac.jp		
34	准教授	なかむら かずたか 中 村 一 隆	材料系 材料コース	機能性物質の超高速ダイナミクス解析と制御, 量子古典境界と量子情報応用		R3 C 棟 102号室	045-924-5387	
超短パルスレーザ, 機能性物質, コヒーレント制御, 量子古典境界				すずかけ台	http://www.knlab.msl.titech.ac.jp/	nakamura.k.ai(at)m.titech.ac.jp		
35	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/	hayashi(at)echem.titech.ac.jp		
36	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	http://www.msl.titech.ac.jp/hara/	mhara(at)msl.titech.ac.jp		
38	准教授	ひらまつ ひでのり 平 松 秀 典	材料系 材料コース	超伝導体や半導体をはじめとする様々な機能性材料の探索, エピタキシャル薄膜成長(PLD, MBE, スパッタリング), 光・電子・磁気的物性評価(発光, キャリア輸送, 超伝導), デバイス化(LED, ジョセフソン接合)		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.msl.titech.ac.jp/~hiramatsu/	hiramatsu.h.aa(at)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		
39	教授	ふなくぼ ひろし 舟 窪 浩	材料系 材料コース	機能的薄膜作製、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				
30	准教授	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				
40	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,酸化エレクトロニクス,元素戦略,ディスプレイ材料(TFT、有機EL)				
41	教授	まじま ゆたか 真 島 豊	材料系 材料コース	サブ10nmスケール電子材料の機能開拓と次世代電子デバイスの創製、電子線リソグラフィ、無電解メッキ、走査型トンネル顕微鏡(STM)		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				
42	准教授	まついし さとる 松 石 聡	材料系 材料コース	超伝導物質、透明電子伝導性物質および蛍光体などの電子機能性物質の探索		S8棟 501号室	045-924-5190	
				超伝導体,複合アニオン化合物,水素化物,エレクトライド				
32	准教授	まつした さちこ 松 下 祥 子	材料系 材料コース	表面・界面科学から切り込むエネルギー変換		南7号館 704号室	03-5734-2525	
				コロイド,界面,熱電変換,プラズモニクス,ナノテクノロジー				
43	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的薄膜・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				

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		
46	講師	まつだ あきふみ 松田 晃史	材料系 エネルギーコース	ナノから原子レベルのガラス・結晶材料合成と、構造・形態・挙動の観察評価による次世代電子・エネルギー材料の創製、デバイス応用探索		J 2 棟 501号室	045-924-5434	
薄膜ナノプロセス, エネルギーハーベスト(環境発電), 機能性セラミックス・ガラス, 半導体・導電性材料			材料系 材料コース	すずかけ台	http://www.matsuda.iem.titech.ac.jp/	matsuda.a.aa(at)m.titech.ac.jp		
44	教授	みやうち まさひろ 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(at)ceram.titech.ac.jp		
45	准教授	やすだ こういち 安田 公一	材料系 材料コース	材料の破壊・変形, そして, それに関する組織形成を力学的, 確率論的な観点から研究しています		南7号館 612号室	03-5734-2526	
構造用セラミックス, 材料力学, 統計力学, 信頼性			材料系 エネルギーコース	大岡山	http://www.cmc.ceram.titech.ac.jp/	kyasuda(at)ceram.titech.ac.jp		
48	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(at)ceram.titech.ac.jp		
16	准教授	やまもと たかふみ 山本 隆文	材料系 材料コース	様々な合成手法を駆使した新規物質探索と構造制御による機能発現		J1棟 902号室	045-924-5360	
新規物質探索, 機能性セラミックス, トポケミカル合成, 結晶構造制御				すずかけ台	http://www.msl.titech.ac.jp/~azumalab/Azuma_Laboratory	yama(at)msl.titech.ac.jp		
49	准教授	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, 耐苛酷環境性材料, 高機能セラミック多孔体, 原子力・核融合炉用材料				大岡山	http://www.lane.iir.titech.ac.jp/~k-yoshida/	k-yoshida(at)lane.iir.titech.ac.jp		
46	教授	よしもと まもる 吉本 護	材料系 エネルギーコース	セラミックスやガラス・ポリマーの原子スケールのプロセス開拓から新規な電子・エネルギー材料を創製する		J3棟 1619号室	045-924-5388	
太陽電池, 熱電変換, ガラス・ポリマー, レーザー・プラズマ			材料系 材料コース	すずかけ台	http://www.yoshimoto.iem.titech.ac.jp/	yoshimoto.m.aa(at)m.titech.ac.jp		

(50音順)

[illegible]



研究室紹介

東・山本研究室

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

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



教授
東 正樹
博士（理学）



准教授
山本隆文
博士（工学）

◆研究目的および概要

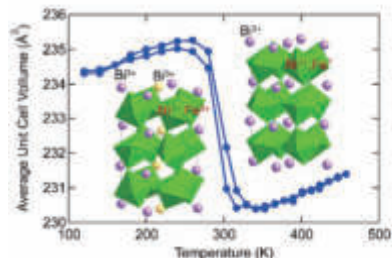
遷移金属酸化物は磁性、強誘電性、超伝導性などの様々な有用な機能を示します。我々はダイヤモンド合成に使われる高压合成法や、単結晶基板をテンプレートとした薄膜法、トポケミカル反応などの手段を駆使して、温めると縮む負の熱膨張材料、環境に有害な鉛を排した圧電体、強磁性と強誘電性が共存する材料などの、新しい機能性酸化物・複合アニオン化合物を開拓しています。また、温度や圧力の変化によって機能が発現する際の、わずかな結晶構造変化を放射光X線や中性子線を用いて検知し、機能の発現メカニズムを解明します。こうして得られた情報からさらに新しい材料を設計、合成するというサイクルで研究を展開しています。非常に基礎的な低次元磁性体から、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

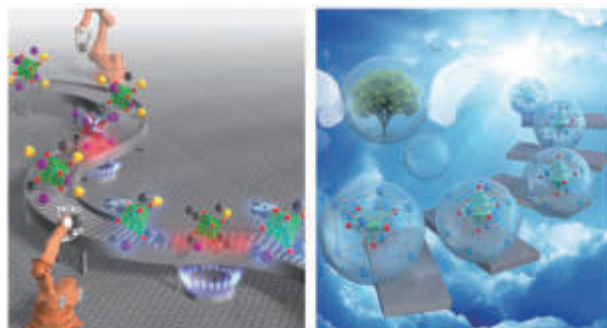
ナノテクノロジーを支えるー負の熱膨張物質

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6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く広い温度範囲で、大きな体積収縮を示す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）。



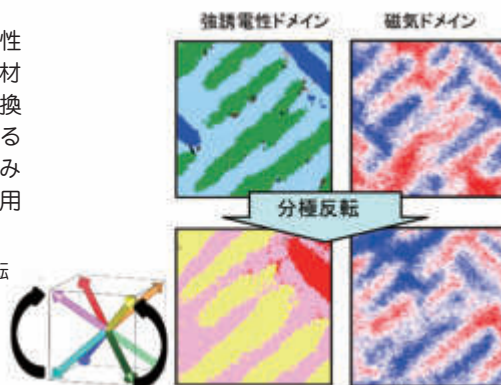
新材料探索のイメージイラスト。原子を置換して材料をデザインし、加熱による特性の変化を詳しく調べます（左）。負熱膨張材料は工場の温度制御に消費される膨大な電力を節約することができ、エネルギー問題の解決に貢献します（右）。

次世代メモリ材料ー強磁性強誘電体

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、次世代のメモリー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ーとしての応用を目指しています。

71°反転

$\text{BiFe}_{0.9}\text{Co}_{0.1}\text{O}_3$ 薄膜の圧電応答顕微鏡像（左）と磁気力応答顕微鏡像（右）。電気分極の反転に伴って、磁化の面直成分を反転することに成功しました。





助教
重松 圭
博士（理学）



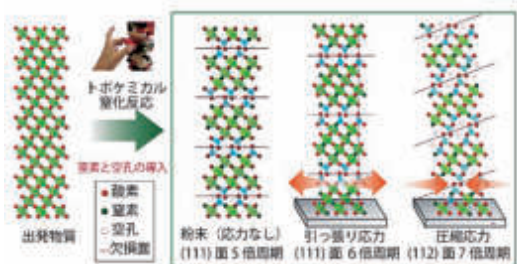
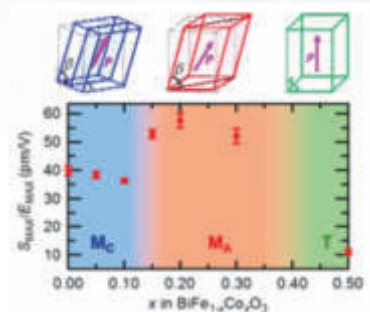
特定助教
酒井雄樹
博士（工学）



環境問題解決へ向けて—非鉛圧電体

電気と運動を変換する圧電材料は、インクジェットプリンター等のアクチュエーターや超音波診断装置等のセンサーとして広く使われ、私たちの生活を支えています。現在主流の材料である $\text{PbZrO}_3\text{-PbTiO}_3$ 固溶体 (PZT) は環境に有害な鉛を重量にして 64% も含んでいるため、代替材料の探索が急務です。PZT の結晶構造に倣い、種々の非鉛圧電材料の設計・開発を行っています。

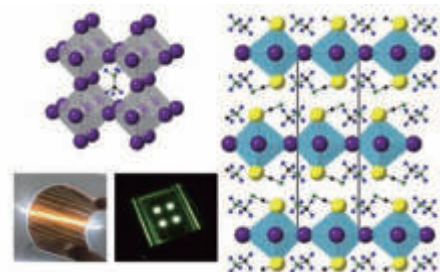
非鉛圧電体 $\text{BiFe}_{1-x}\text{Co}_x\text{O}_3$ は電気分極の方向が変化できる構造をもつため、圧電特性が増大します。



トポケミカル反応によって得られるストロンチウムバナジウム酸窒化物。酸化物をトポケミカル窒化することにより、窒素と周期的な欠損を導入することができます。さらに薄膜基板の応力を利用することで、欠損面の周期性や方位が自在に制御できることを発見しました。

酸化物を超える機能性材料—複合アニオン化合物

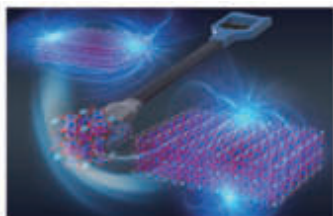
酸化物セラミックスはチタバリ (BaTiO_3) のような強誘電体やリチウムイオン電池に使われるリチウム酸コバルト (LiCoO_2)、銅酸化物のような高温超伝導体など多種多様な機能を有します。これまでの長い無機材料の研究の中で多くの酸化物が合成されてきましたが、アニオンに窒素 (N^{3-}) やフッ素 (F^-)、ヒドリド (H^-) などを複合化させた複合アニオン化合物はその合成や構造の制御が難しかったことから探索の余地を残してきました。我々のグループでは高压を使ったハードな反応やトポケミカル反応のようなソフトな反応を駆使して酸化物の機能を超える新規材料の開発を行っています。



有機物と無機物を組み合わせた有機-無機ハイブリッド化合物。太陽電池、LED の材料として注目を集めています。

エネルギー変換材料—有機-無機ハイブリッド化合物

エネルギー問題の解決は人類の永遠のテーマの一つです。近年有機物と無機物を組み合わせた有機-無機ハイブリッド化合物が安価で高効率な太陽電池材料として注目を集めています。我々のグループでは固体無機化学の観点から無機化学の枠にとらわれない新規有機-無機ハイブリッド化合物を探索し、太陽電池や光触媒、発光材料への応用を目指し機能開拓を行います。



下地基板から四重ペロブスカイト薄膜にかかる格子歪みをマジックハンドに見立て、磁性が変化する様子を示しています。

新たな機能性薄膜を求めて—四重ペロブスカイト磁性体

既存の物質でも合成方法が変われば有用な機能を示すことがあります。我々は、レーザーを使って原子をバラバラにしてから基板上で原子を積み上げる手法によって新しい機能性薄膜を創り出します。例えば、原子が特殊な規則配列をする四重ペロブスカイト構造はこれまで高压合成法でしか得られませんでした。下地の基板と原子の積み上げ方をコントロールすることによってはじめて薄膜化に成功し、結晶格子の歪みに由来するユニークな磁性を発見しました。

◆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。また、企業との共同研究も盛んで、数名の方が研究室に出入りします。就職活動やその後の社会人生活の貴重な体験談を沢山聞けるはずです。

関連学会は、日本物理学会、応用物理学会、日本化学会、セラミックス協会、粉体粉末冶金、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。また、修士論文の優秀発表賞も 2014・2015・2016・2017 年度に受賞しています。

東(康) 研究室



准教授
東 康男
博士（工学）

ものを小さくしたら何がおこるのか？：微細加工による探求

微細加工された構造体が生ずる興味深い物性についての研究を行っています。

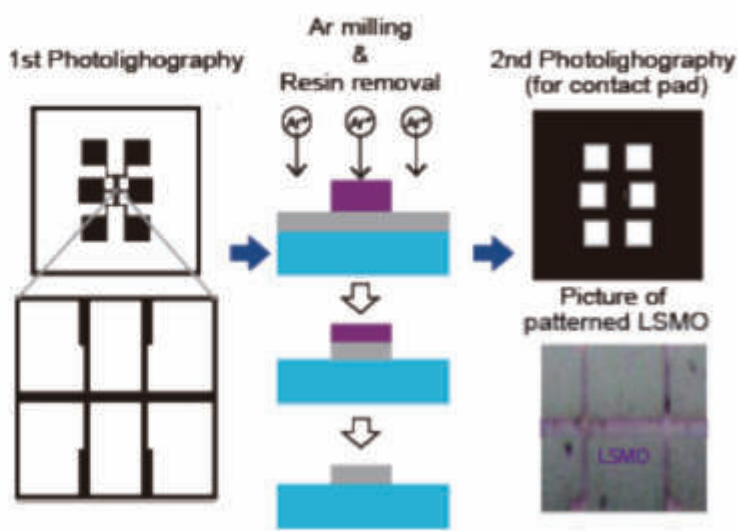
半導体の微細加工の手法を用いることで、マイクロメートルからナノメートルスケールの構造体の作製が可能となっております。これらで培われてきた微細加工の技術を強磁性体や金属合金にも適用し、その際に発現する微細構造体であるゆえの物性に関する研究を行っています。

薄膜材料の微細加工技術の確立

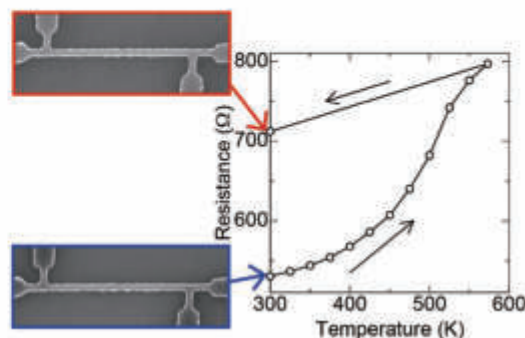
- ・リフトオフが適用できない薄膜に対しての、 Ar^+ ミリングプロセスの導入
- ・フォトリソグラフィによる重ね露光プロセスの導入



2 連金属成膜装置



4 端子抵抗計測用システム
(学生さんたちあげ)



銅-ニッケル二層細線の熱履歴メモリ
(リフトオフプロセス使用)

東（康）研究室は2018年から始まった新しい研究室です。まだ設備なども整ってはいませんが、学生さんと試行錯誤をしながら研究を進めています。

生駒研究室

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/>



教授
生駒俊之
博士（工学）



助教
中川泰宏
博士（工学）

ナノテクノロジーにより深化するバイオセラミックス

原子・分子が集まるナノの世界から、私たちの身体は構築され、維持されています。生命の最小単位の細胞にも観察されるナノ現象は、材料をナノメートルの大きさで制御すると、材料工学的に制御できます。研究室では、セラミックスを用いた医療機器（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、治療（therapy）と診断（diagnostic）とを同時に可能とする“セラノステック”に役立つ生体材料を開発しています。これら二つの研究を柱に、次世代の医療技術をつくりだすことを目指しています。

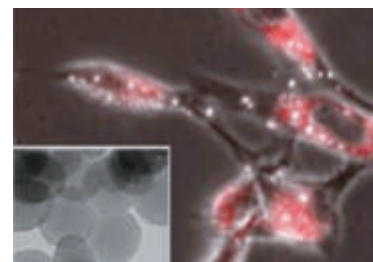


医療機器からコンビネーション製品へ

医療機器だけでは、生体機能を修復するまでに至らないことが少なからずあります。また、我々の身体は、異物を認識したり、外敵から身を守るために炎症を起こしたりします。このような反応を制御するためには、薬物と医療機器との特性を効率よく組み合わせる必要があります。例えば、抗菌作用のある化合物を人工骨と組み合わせると、炎症を起こしてもそれを鎮めることができます。また、細胞・材料・成長因子を三本の柱とする再生医療に必要な足場材料へとこれらの技術は応用できます。次世代の医療機器として、これらの機能を複合化させた生体材料や医療機器を開発しています。

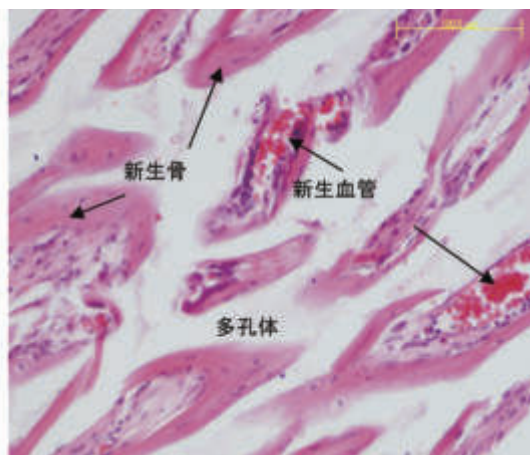
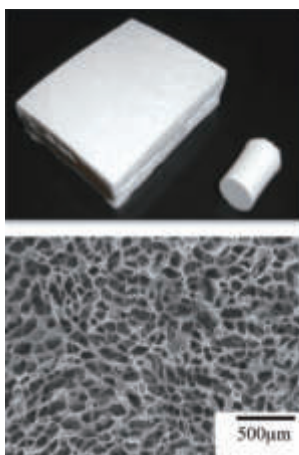
ナノメディシンからセラノステックへ

病気になると身体にとって悪い細胞を増えることがあります。悪い細胞があらわれると、それを自動的に認識（診断）し、死滅させる治療法の研究が進んでいます。例えば、悪性腫瘍の診断や治療に役立つ“セラノステックナノ粒子”を開発しています。また、このような技術を応用すると、障害のある細胞を識別し、遺伝子的に治療するナノ粒子の創出につながる事が期待されます。生物学の進歩とともに細胞の膜構造が解明され、これらの新しい知見を活かした粒子の表面設計も行います。



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、制御できれば、その道は必ずや開けるはずで。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。



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沢山あります。そのため、学生の就職先としては以下のように、幅広い分野で活躍しています。

富士フィルム、テルモ、デンカ、東レ、三菱化学、日本ガイシ、日本光電、日本特殊陶業、川崎重工、ダイキン、住友金属鉱山、JR 東日本、日亜工業、など

大場・熊谷研究室

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）



准教授
熊谷 悠
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てる時代が到来し、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

当研究室は2015年に設立されました。2021年1月現在の構成員は、教授1名、准教授1名、助教1名、研究員2名、事務支援員1名、学生12名（博士課程5名、修士課程5名、学士課程2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。



研究室メンバーの集合写真（2019年4月撮影）

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材料科学からアプローチしています。

具体的な研究テーマは以下の通りです。

1. マテリアルズインフォマティクスのための基盤技術の構築

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。

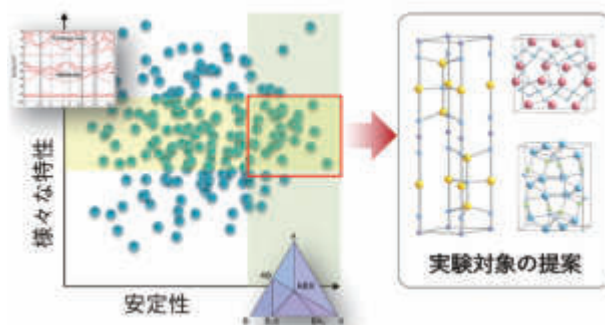


図1. コンピュータ中でのハイスループットスクリーニングによる新物質探索の概念図。膨大な数の候補物質から、特性や安定性の観点で理論的に有望と考えられる物質を的確に選び出し、連携している実験グループに実験対象として提案します。

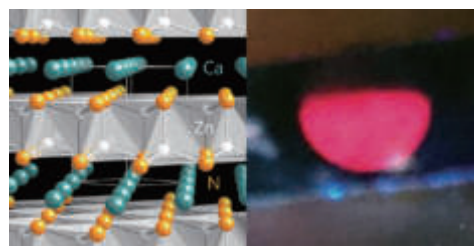


図2. コンピュータシミュレーションによる新物質探索の具体例。希少元素を含まず赤色発光を示す新しい窒化物半導体 CaZnN_2 の存在を予測し（左）、共同研究者（細野・平松研究室）が実験により実証しました（右）。この成果は2016年に *Nature Communications* 誌に掲載され、計算科学に立脚した効率的な新物質探索の好例として、様々なメディアで紹介されました。

2. 材料機能の起源となる格子欠陥の理論的探究

材料の機能の多くは完全な結晶ではなく、点欠陥、転位、界面等の格子欠陥に由来します。「欠陥」と聞くとネガティブな印象があるかもしれませんが、実は格子欠陥をうまく活かすことで新しい機能を付与している実用材料がたくさんあるのです。当研究室では材料機能の起源となる格子欠陥について、理論的に解明を進めています。



助教
高橋 亮
博士（工学）

例えば図3に示す新しい青色蛍光材料では、窒化ホウ素に添加したセリウム原子（点欠陥）が発光の中心になっています。窒化ホウ素を構成するホウ素と窒素のサイズに対して、セリウムは非常に大きく、一見添加することは困難です。そこで第一原理計算により検討すると、セリウムの周りのホウ素が複数抜けた特殊な欠陥構造になることで、サイズのミスマッチをうまく補償できることが予測されました。この理論予測の結果は走査型透過電子顕微鏡観察により確認されています。

この例の他にも、多様な材料の格子欠陥について、その特徴を原子・電子レベルで明らかにしています。材料の機能の起源である格子欠陥を正確に理解することで、新機能の創出につなげます。

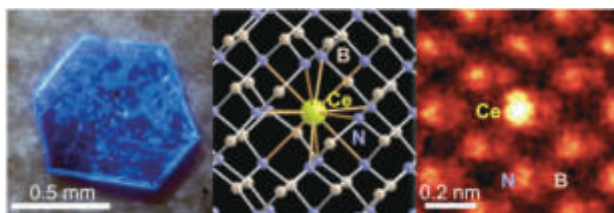


図3. セリウム添加窒化ホウ素単結晶における青色発光中心の解明。(左) 結晶のカソードルミネッセンス像、(中) 第一原理計算により予測された特異な複合点欠陥の構造、(右) 走査型透過電子顕微鏡観察による実証。この成果は2013年に米国物理学会の Physical Review Letters 誌に掲載されました。

論文発表・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。下記のように、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。

1. 国際学術雑誌における論文発表（2016年～2020年）

- ・ N. Tsunoda（当時 M1）他、
米国物理学会 Physical Review Applied 誌、2018 年
- ・ Y. Mochizuki（当時 D1）他、
米国物理学会 Physical Review Materials 誌、2018 年
- ・ N. Tsunoda（当時 M1）他、
米国物理学会 Physical Review B 誌、2019 年
- ・ T. Gake（当時 M2）他、
米国物理学会 Physical Review Materials 誌、2019 年
- ・ N. Tsunoda（当時 M2）他、
米国物理学会 Physical Review Materials 誌、2019 年
- ・ Y. Kuroiwa（当時 M2）他、
米国物理学協会 Applied Physics Letters 誌、2019 年
- ・ T. Gake（当時 M2）他、
米国物理学会 Physical Review B 誌、2020 年

- ・ Y. Mochizuki（当時 D3）他、
米国物理学会 Physical Review Materials 誌、2020 年
（研究室のメンバーが5年間で計50編の論文を出版）

2. 受賞（2016年～2020年）

- ・ 西谷宣彦（当時 M1）、日本金属学会優秀ポスター賞、2016 年
- ・ 原田航（当時 M2）、ナノ構造情報増本賞銀賞、2017 年
- ・ 望月泰英（当時 M2）、セラミックス基礎科学討論会国際セッション Good Presentation Award、2018 年
- ・ 黒岩祐一郎（当時 M2）、STAC-11 Gold Poster Award、2019 年
- ・ 我毛智哉（当時 M1）、日本金属学会優秀ポスター賞、2019 年
- ・ 望月泰英（当時 D1）、日本 MRS 年次大会奨励賞、2019 年
- ・ 我毛智哉（当時 M2）、優秀修士論文発表賞、2020 年
- ・ 角田直樹（当時 M2）、優秀修士論文発表賞、2020 年
（研究室のメンバーが5年間で計18件受賞）



おわりに

古くから築かれてきた計算材料科学が近年一層の進歩を遂げ、材料の研究・開発において不可欠なアプローチとして認識されてきました。さらには、材料科学、計算科学、データ科学の融合によるマテリアルズインフォマティクスが世界的なブームになっており、今後、コンピュータシミュレーションの役割は益々重要になるはずですが、当研究室では、この計算材料科学・マテリアルズインフォマティクス分野を先導することを目指して研究に励んでいます。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。

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

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



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)。

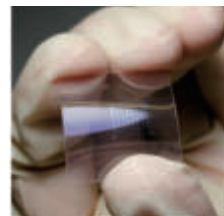


図1 IGZO を用いた透明フレキシブルトランジスタ

・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)。

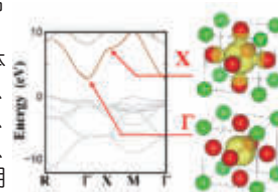


図3 量子計算で描いた SrGeO₃ の波動関数。

・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。

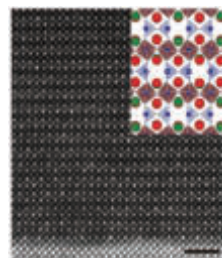


図4 超精密な薄膜合成法により作製した室温強磁性半導体薄膜

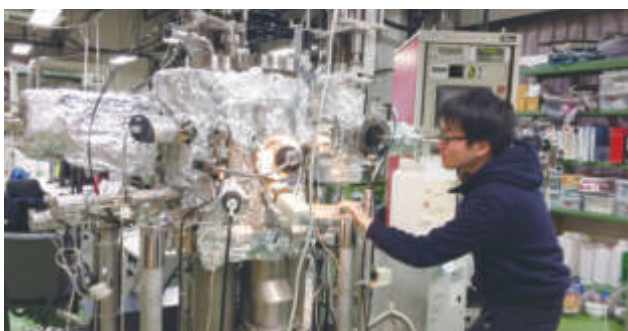


助教
井手啓介
博士（工学）

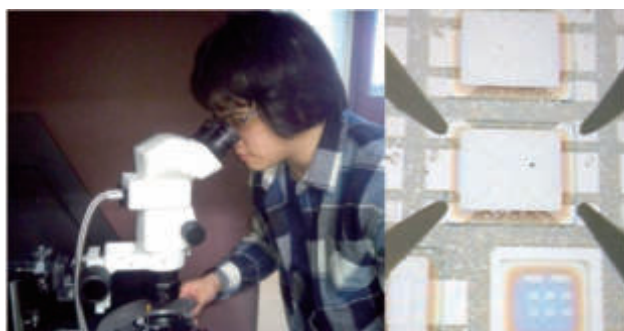


◆ 指導方針

- ・ 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

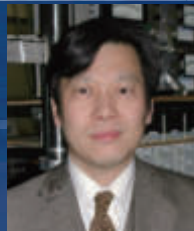


研究の成果が認められ、国内外にかかわらず、毎年多くの学生が受賞しています (左が木村君、右が樋口君)

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。



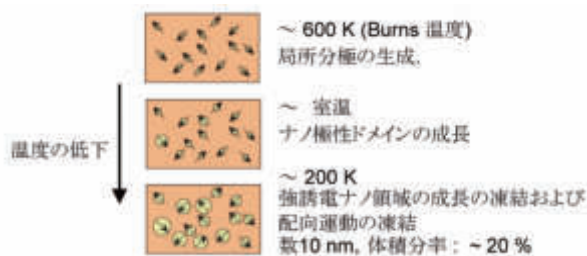
断熱型熱量計



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

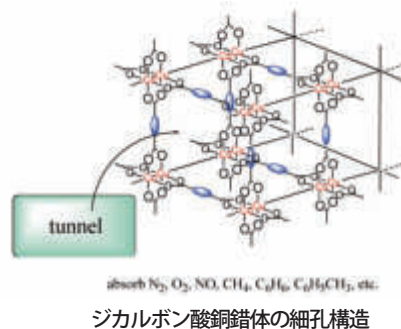
一般に無機塩の融点は高温ですが、室温で液体になるイオン性物質があります。これらは高イオン導電性、不揮発性、化学的安定性などの興味深い特性を持つことから注目を集めており、現在多くの研究が行われています。しかし、低融点の機構については解明されていない点が多く残されています。研究室ではイオン液体の熱力学的性質を調べ、特に融解現象を中心に解析を行っています。

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。



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。



准教授
北野政明
博士（工学）

◆研究目的（豊富な元素を駆使した環境調和型触媒反応プロセスを構築）

地殻に存在する割合が少ない Pt, Au, 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減少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機能物質を生みだし、環境調和型触媒プロセスを構築するための研究を行っています。

◆研究テーマ

・アニオンサイトを活性点として利用した貴金属フリーアンモニア合成触媒

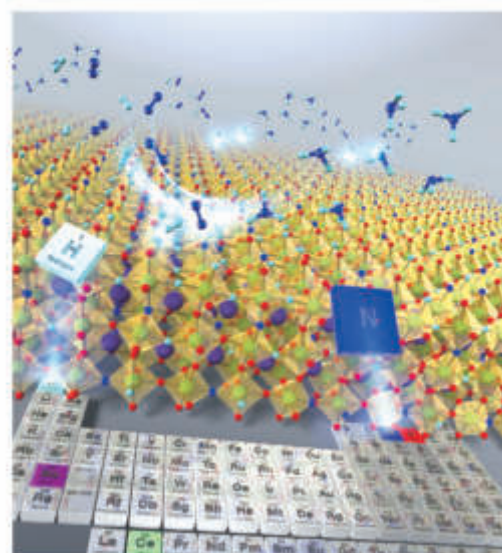
ペロブスカイト型酸化物の酸素サイトを窒素や水素等のヘテロアニオンで置き換えた酸窒素水素化物材料は、安定な酸素サイトの置換が困難であるため、高温もしくは強力な還元剤を利用した多段階のプロセスが必要でした。

我々は CeO_2 と $\text{Ba}(\text{NH}_2)_2$ を直接反応させることにより、ペロブスカイト型酸窒素水素化物 ($\text{BaCeO}_{3-x}\text{N}_y\text{H}_z$) の一段合成に成功しました。これまでこの物質は合成例がなく、新物質であることも明らかとなりました。この $\text{BaCeO}_{3-x}\text{N}_y\text{H}_z$ は、格子の N^{3-} や H^- などのヘテロアニオンサイトが活性点として機能することで、ルテニウムなどの金属ナノ粒子を固定しなくても安定したアンモニア合成活性を示すことがわかりました (J. Am. Chem. Soc. 2019, 141, 20344.)。

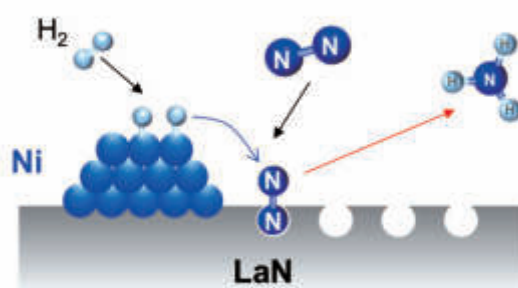
従来のアンモニア合成触媒は、遷移金属表面でのみ N_2 や H_2 分子を活性化するため最適な窒素結合エネルギーを有する Ru が最も高い活性を有し、ほとんどの研究者は温和な条件下で作動するアンモニア合成触媒として Ru を用いて研究を行っています。一方、窒素との結合力の弱い Ni はアンモニア合成活性を全く示さないため注目されていませんでした。最近、我々は N_2 分子の活性化を LaN 等の窒化物の窒素空孔サイトで、 H_2 分子を Ni 表面で別々に行うことにより、従来の Ru 触媒に匹敵するアンモニア合成活性を実現しました (Nature 2020, 583, 391-395.)。この成果は、窒素空孔という新たな反応場を利用することで、単独では活性を示さない金属種でもアンモニア合成の優れた触媒となるという、新たなコンセプトを提示するもので、温和な条件下で作動する、貴金属フリーなアンモニア合成触媒の開発の方向性を示す研究として注目されています。

◆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研究センター内に所属しています。同センター内にある様々な分野のグループと合同でのゼミを行ったり、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、センター内にある装置は共通で使用できるため、あらゆる材料の分析、解析が可能です。研究テーマに関しても、上記の内容以外にも、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。



J. Am. Chem. Soc. 2019, 141, 20344.



Nature 2020, 583, 391-395.

J. Am. Chem. Soc. 2020, 142, 14374.

北本研究室

ライフエンジニアリングのためのナノ材料・デバイス
ー電気・磁気・光・音を活用してひとの健康と環境をまもるー

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



教授
北本仁孝
博士（工学）



助教
倉科佑太
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氣的・光学的・音響学的な現象を理解しながら、私たちの健康や生活・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。

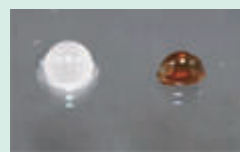
新たな医療技術や環境問題の解決といった研究課題に立ち向かうためには分野を越えた学際的な知識と技術が必要であり、様々な専門家と協力した研究は大きな経験となるはずです。

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。

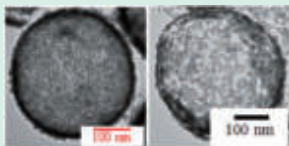
研究テーマ

1. 有機無機複合体の交流磁場に対する応答を利用した磁気バイオデバイス

ハイドロゲルなどのポリマーと磁性ナノ粒子の有機無機複合体を作製し、交流磁場に応答する磁性体の性質を利用したヘルスケアやナノメディシンのための診断用センシングデバイスなどに応用します。



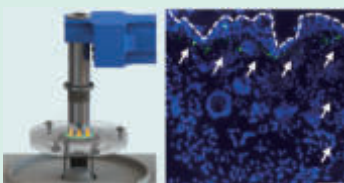
2. 3次元ナノ粒子集積によるナノポーラス構造体の創製、及びナノメディシンと触媒への応用



ナノサイズの細孔をもつ極薄のシェルでできたカプセルを作製する技術を開拓し、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、燃料電池触媒粒子やバイオセンサなどの電気化学デバイスとしても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

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私たちの周り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。



4. 超音波によるナノキャリアの細胞・生体組織への投与

金ナノ粒子やハイドロゲルナノ粒子を基盤とした薬剤ナノキャリアを生体や細胞に超音波を用いて投与できるドラッグデリバリーシステムを構築することで、生体高分子医薬品などの効果的な投与方法を模索すると共に、生体とナノマテリアルとの相互関係を解明することを目指した研究をしています。



笹川研究室

固体物質のもつ超電子機能の追究
－新奇超伝導体からトポロジカル絶縁体まで－

<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

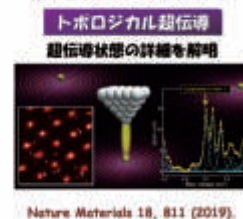
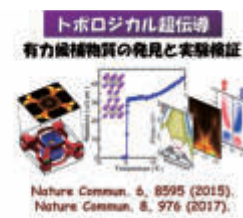
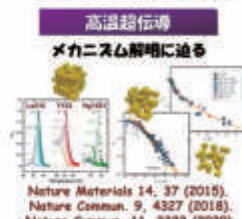
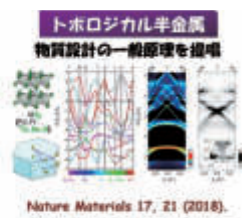
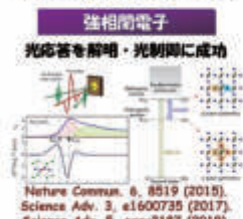
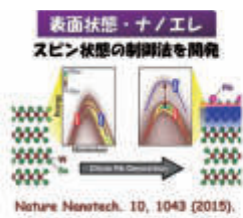
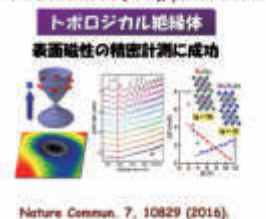
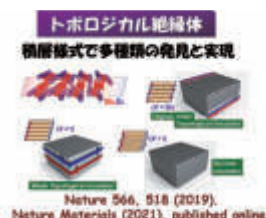
ゼロ抵抗（**高温超伝導体・新奇超伝導体**）
廃熱発電・省資源冷却（**熱電変換材料**）

◎ 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

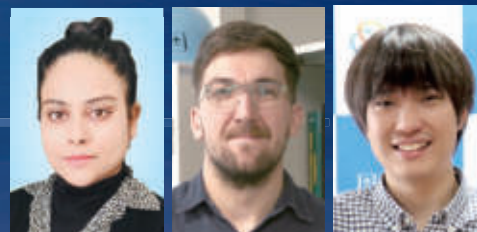
炭素系新素材（**ダイヤモンド分子、グラフェン分子**）
低次元物質（**黒リン、層状遷移金属化合物**）



DAS Group

Theoretical and Computational Materials Physics:
Investigation and Prediction of quantum phenomena in materials

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



准教授
Hena
Das PhD

Dr. Sergey A. Nikolaev
Dr. Gaku Okuma

◆ Focus of research

DAS group employs various first-principles theoretical methods to understand and predict the quantum phenomena in materials at the atomic and electronic level. The group aims to elucidate structure-property relationships in various structurally and chemically complex systems, including single crystals, thin films, artificial heterostructures and nanostructures, in order to design new materials with desired properties. In this regard, the materials of interest primarily belong to the transition metal complex oxides and chalcogenides family.

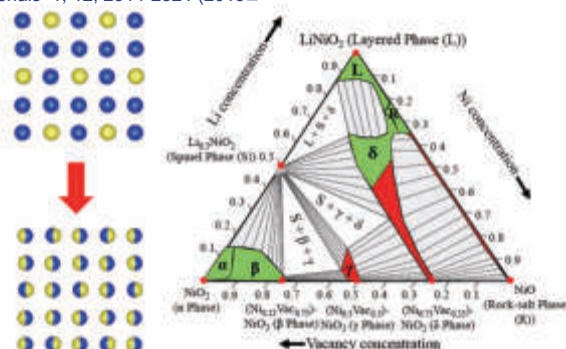
◆ Research Subjects

Quantum theory of magnetic and spin-dependent phenomena:

Magnetic and spin-dependent quantum phenomena are worth investigation from both fundamental and application point of view. To this end, the primary goal is to unravel the material-property duality based on materials specific quantum mechanical calculations and model Hamiltonians.

Magnetoelectric phenomena, Magnetic phase stability and transitions, thermal Hall effect, spin Hall effect, topological phases

Nature Communications 5, 2998 (2014); Nature Materials 13, 163-167 (2014); Nature 537, 523-527 (2016); ACS Applied Electronic Materials 1, 12, 2514-2521 (2019)



We study thermodynamic and kinetic phase stability of ordered/disordered phases and their control over the properties of materials

Chem. Mater. 29, 7840-7851 (2017);
Chem. Mater. 31, 4748-4758 (2019)

◆ About the group

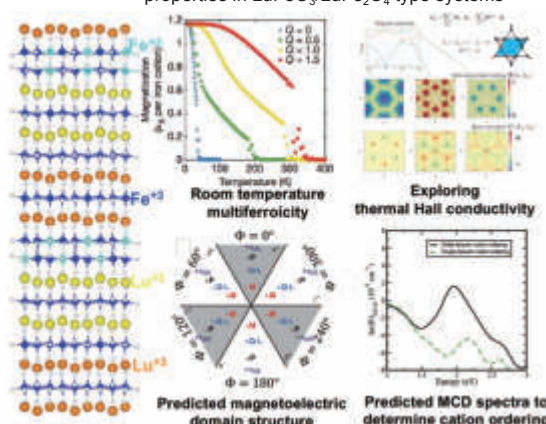
DAS group, being a relatively new team, encourages heterodoxy in ideas and interdisciplinarity in approach among its members. Hence, researchers with innovative ideas from diverse scientific backgrounds are encouraged to apply. The group members have access to in-house computer cluster and the Tokyo Tech supercomputer TSUBAME. The group is involved in domestic and international collaborations with distinguished experimental and theoretical groups.

◆ Related Societies

American Physical Society (APS) , Materials Research Society (MRS) , Japan Society of Applied Physics (JSAP) , Physical Society of Japan (JPS) , American Chemical Society (ACS)



A non-polar lattice distortion driven various properties in $\text{LuFeO}_3/\text{LuFe}_2\text{O}_4$ type systems



Role of atomic order/disorder on the properties of materials:

In a material, the arrangement of constituent atoms in their respective sublattices significantly influences the properties of the material. The group, therefore, is interested in exploring the stability of the atomic ordered/disordered phases coupled with other microscopic degrees of freedom and their respective influences on the properties of materials. Such an approach would lead to the discovery of new stable/metastable phases with novel functionalities.

Ionic transport, negative thermal expansion, magnetic properties

柘植研究室

バイオテクノロジーを活用した環境調和型高分子材料の創成

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



准教授
柘植 丈治
博士（農学）

近年、地球温暖化、酸性雨、海洋汚染、生態系の破壊など、深刻な環境問題が提起され、地球環境と調和する人間社会の形成が全世界的な課題となっています。柘植グループでは、持続可能な社会を実現するための科学技術の一つとして、再生可能な植物資源（糖、植物油）や二酸化炭素から生分解性高分子（バイオポリエステル）を微生物生産し、それらを高性能材料にするための基礎研究を進めています。とくに、バイオテクノロジーを駆使して、バイオポリエステルの生合成、関連酵素遺伝子の取得と解析、高生産微生物の分子育種、そして、生体高分子の構造解析と機能開発、生分解性高分子の材料設計という研究に関して、高分子科学と生物科学の両面から研究を進めています。



研究テーマ

1. バイオベースプラスチック微生物合成法の開発

環境に調和する生分解性のバイオポリエステルを、再生可能な炭素源から効率よく大量に微生物生産するシステムの開発が大きな目標です。多くの微生物は、エネルギー貯蔵物質として (R)-3-ヒドロキシアルカン酸の光学活性ポリエステルを生合成し、体内に顆粒状に蓄えています。これらバイオポリエステルは、自然環境中の微生物によって完全に分解され、最終的に無機化される生分解性プラスチックです。これまでに、高性能バイオポリエステルを生産する微生物からポリエステル生合成遺伝子を取得し、その機能の解析をするとともに、安価な植物油から共重合ポリエステルを大量に生産する遺伝子組換え微生物の分子育種を行ってきました。遺伝子工学、代謝工学、タンパク質工学、進化分子工学の各基礎技術を応用し、ポリエステル生産のための代謝経路を最適化することで、糖、植物油などの再生可能資源からバイオポリエステルを効率的に生産する研究を進めています。

2. 化学合成独立栄養細菌による二酸化炭素の資源化

化学合成独立栄養細菌は、二酸化炭素を炭素源として、無機化合物をエネルギー源として生育する微生物で、優れた二酸化炭素固定能を有しています。この微生物を利用することで、二酸化炭素から直接的にバイオポリエステルやモノマーなどの有機物を作り出す研究を行っています。とくに、太陽光や風力のような再生可能エネルギーを化学エネルギーに変換して無機化合物に蓄え、さらに酵素反応を利用して生体エネルギーとして取り出すことで、微生物を用いたもの作りに応用する方法を研究しています。

3. 生分解性高分子の材料設計と高性能化

理想的な生分解性高分子材料は、使用している間は優れた性能を発揮し、廃棄後は微生物によって完全に分解されて自然界の炭素循環サイクルに組み込まれる材料です。優れた性能をもつ生分解性高分子材料を分子設計するためには、材料の物性と生分解性を同時に制御できる方法論を構築する必要があります。高分子の分子・固体構造を制御することにより、合目的な性能や機能をもつ生分解性高分子材料を創成することを目的とした基礎研究を進めています。

以上のように、本グループでは高分子科学と生物科学の融合を目指し、理化学研究所・阿部英喜グループ（バイオプラスチック研究チーム）と連携して研究を進めています。また、国内および海外の大学とも共同研究を行っています。バイオプラスチックや生分解性プラスチックに興味のある方、やる気のある方の参加を待っています。異分野からの参加も大歓迎です。

研究室構成： 教員 1、博士研究員 2、博士学生 5、修士学生 7

関連学会： 高分子学会、日本生物工学会、日本農芸化学会、米国微生物学会ほか

鶴見・保科研究室

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
鶴見敬章
博士（工学）



准教授
保科拓也
博士（工学）

原子・イオンは結晶中で規則的に振動し（格子振動）、その格子振動は材料の特性、特に電磁気や光に関係する性質に深くかかわっています。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研究と、その基礎となる学問体系を創っています。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多く使用されており（図1）、それは材料個々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ることが知られています。私たちの研究室では、独自開発した方法でテラヘルツ領域（ $10^{11} \sim 10^{14}$ Hz 程度）の誘電特性を測定し、フォノンあるいはイオンの移動を解析しています（図2）。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。

【関連する研究テーマ】

- ・ テラヘルツエリブソメータを用いた誘電体材料のフォノン解析
- ・ ペロブスカイト系酸化物の分極応答の解明
- ・ リチウムイオン伝導体のイオンダイナミクス



図1

また、フォノン物性を理解するために情報科学も積極的に活用しています。これまでの材料科学は、無限の組み合わせから様々な実験の繰返しを通じて、新しい材料や物性の起源を見出すものでしたが、これには膨大な時間と経験を要します。いわゆる“マテリアルインフォマティクス”と呼ばれる分野では、データアナリティクスのアルゴリズムを使って、材料探索を効率化したり、物性を予測します。私たちの研究室では、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機械学習の手法を応用し、これまで感覚的に理解していた物性の起源を、客観的なデータとして示すことに成功しています（図3）。

【関連する研究テーマ】

- ・ 機械学習による強誘電性やキュリー点の予測
- ・ ベイズ最適化によるイオン伝導経路の探索

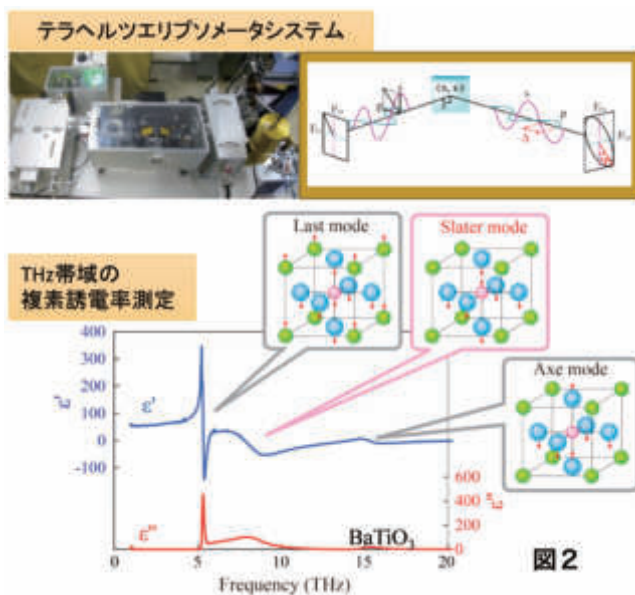


図2

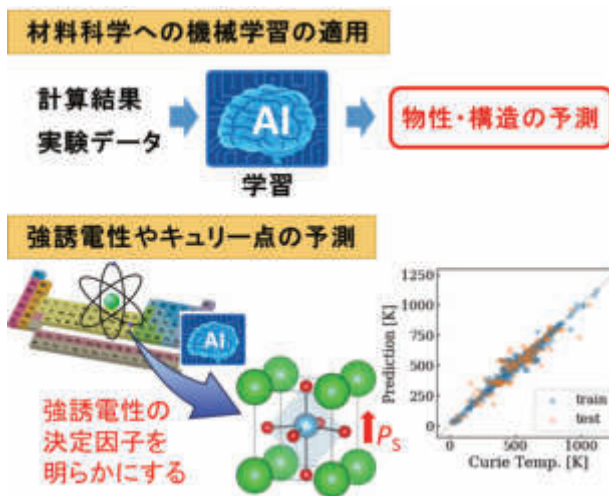


図3



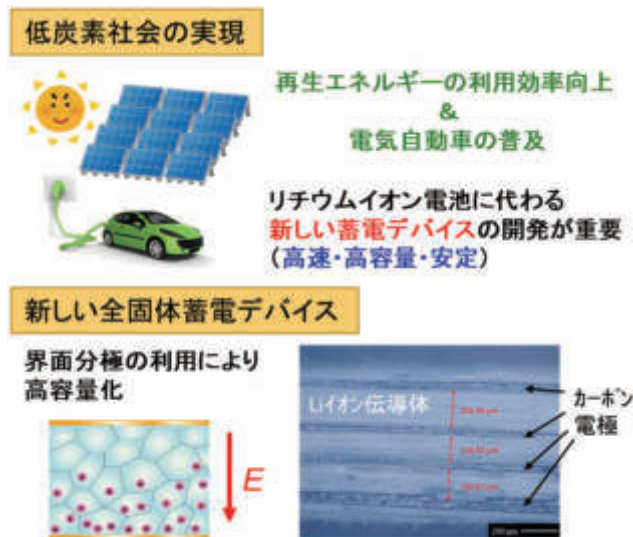
助教
安原 颯
博士（工学）

エネルギー材料・蓄電デバイスの開発

電気自動車（EV）の走行距離を延ばすため、また太陽光発電を効率良く利用するためには、電気を貯める『蓄電池』をいかに大容量にするかがカギになります。私たちはこれまで培ったフォノンの知識を活かして、リチウムイオン電池をはるかに凌ぐ容量をもち、短時間で充電できる次世代固体キャパシタの開発を目指しています（図4）。このキャパシタが実現できれば10分間の充電で500キロメートル走るEVも夢ではありません。

【関連する学生研究テーマ】

- ・リチウムイオン伝導体を用いた全固体キャパシタの開発



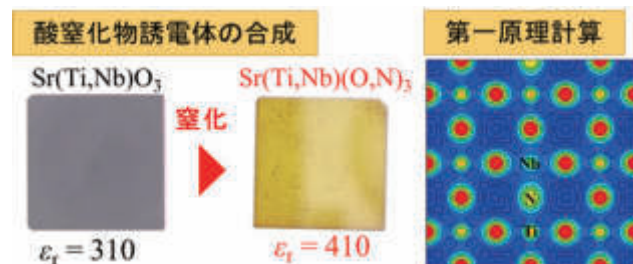
新規誘電体・圧電体とそれらのデバイス応用

従来とは異なる材料探索手法により、よく知られている材料でもその物性を劇的に変化させることができます。これまで、強誘電体材料の研究分野の中心はペロブスカイト型酸化物で陽イオン種を変化させることで物性が制御されてきました。私たちは計算科学・理論・実験を通して陰イオン（酸化物イオン）の変化によっても誘電特性が向上する可能性を見出しました（図5）。この現象をフォノンの観点から明らかにし、応用すれば電子機器のさらなる特性向上が期待できます。

また、非ペロブスカイト型化合物についても材料探索を行っています。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の対象です。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。

【関連する学生研究テーマ】

- ・ペロブスカイト型酸窒化物・酸硫化物の合成と評価
- ・パワーデバイス用高温・高耐圧コンデンサ材料の開発
- ・強誘電体シリケート化合物単結晶の合成と評価
- ・酸化物における準安定相の安定化



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。研究目標は教員が提案しますが、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ます。ただし、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。

【学生が筆頭著者である論文の掲載誌（最近5年間）】

Sci. Rep. 1 報、Crystals 1 報、Jpn. J. Appl. Phys. 4 報、J. Ceram. Soc. Jpn. 6 報

【学生の学会発表による受賞（最近5年間）】

IFAAP2018 Poster Award 2 件、応用物理学会学術講演会講演奨励賞 1 件、日本セラミックス協会秋季シンポジウム優秀ポスター賞 2 件、同優秀講演賞 1 件、電子材料研究討論会（旧：エレクトロセラミックス研究討論会）優秀賞 2 件、同奨励賞 4 件

【過去10年の主な就職先（人数）企業・省庁・大学名】

(8) 村田製作所、(3) AGC、フジクラ、(2) NTT、キヤノン、日揮、住友電工、パナソニック、(1) IBM、オリンパス、キーエンス、JR 東日本、数研出版、ダイキン、大日本印刷、千代田化工建設、TDK、東京計装、成田国際空港、Nikon、日本ガイシ、日本特殊陶業、野村総研、日立電線、フクダ電子、富士ゼロックス、三菱電機、三菱マテリアル、旭化成、ラムリサーチ、リクルート、リンクアンドモチベーション、ルネサス、サムスン電子、経済産業省、特許庁、慶應大

中島・松下(祥)・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
松下祥子
博士 (工学)

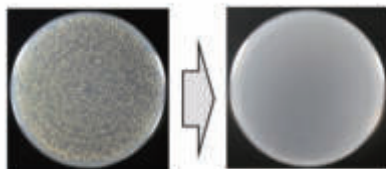
中島・松下・磯部研究室が目指すもの

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』の存在があり、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。

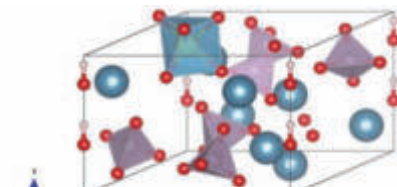
中島・松下・磯部研究室の研究内容とアプローチ

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機系有害物を光照射下や暗所下で分解する材料、ウイルスパンデミック対策用抗菌・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 CO_2 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。環境材料の研究は極めて裾野が広く、セラミックス、有機材料、金属といった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大きく引き出すことが可能になります。表面や界面の面白さは、その構造や組成の特徴が一定の条件を満足すると、それが極めて微細な（ナノレベルの）特徴であるにもかかわらず、目に見える形でのマクロな性質として具現化される点にあります。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。

◎高活性環境触媒・光触媒の開発



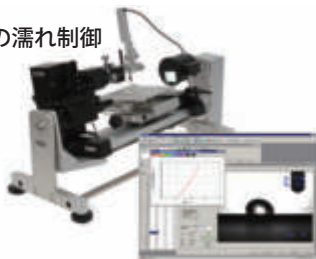
開発した抗菌/抗ウイルス材料の活性



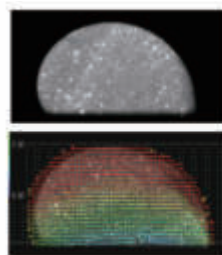
チタンドーバアバタイト

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。

◎固体表面の濡れ制御



実用化した液滴転落挙動解析システム

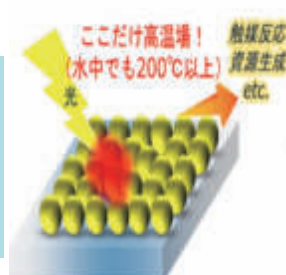


転落する水滴の内部流動の可視化

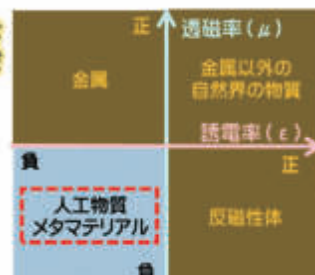
表面のぬれ制御は省エネルギーの観点から非常に重要な分野です。我々は独自に開発した液滴転落挙動解析システムにより、表面の濡れ性を動的な視点から解析し、新たな表面設計のアプローチを提案しています。

◎プラズモニクナノ光学

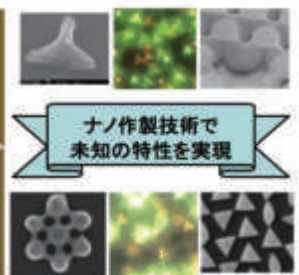
放射性物質など現在の光学では検出しにくい有害成分を検出することを目指し、屈折率が「マイナス」になるメタマテリアルや、自由電子の閉じ込め効果による新しい発色、光熱変換機能などを研究しています。



プラズモンによる高効率反応



誘電率、透磁率どちらも負になるメタマテリアルを実現するナノテクノロジー



ナノ作製技術で未知の特性を実現



准教授
磯部 敏宏
博士（工学）

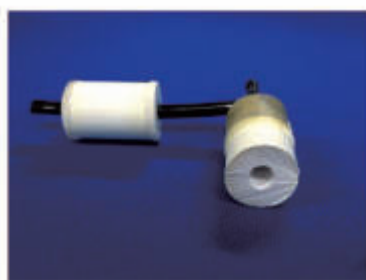


◎ 増感型熱利用発電への挑戦



資源のない我が国が、せっかく輸入してきた石油・石炭などの1次エネルギーの、その2/3が熱として捨てられています。当研究室が提唱した増感型熱利用発電(Mater. Horiz. 2017, 4, 649)は、この熱エネルギーから電気を取り出す技術として、世界中から注目を集めています。すでにアスファルトの熱でBluetooth通信機器が作動するなどの成果が出ており、社会実装に向けて、学術・産業両輪で走っています。

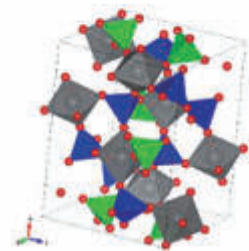
◎ ガス分離用セラミックフィルタ



CO₂/N₂分離用
セラミックスフィルタ

地球温暖化ガスの回収と再資源化のキーテクノロジーはガスの分離技術の確立とされています。そこで、処理速度を分離性能を両立するガス分離用セラミックフィルタを作製しています。これまでに、CO₂ガスのみが透過しづらいフィルタや、大気中から酸素のみを分離できるフィルタの作製に成功しています。

◎ 負の熱膨張率を有するセラミックスの合成



負の熱膨張を示すZr₂MoP₂O₁₂
セラミックスの結晶構造

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などの故障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。

中島・松下・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、あるいは学生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。3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。

松下：・「資源、エネルギー、安全・安心」の科学・技術に貢献し、「少しでも良い日本社会」を実現する科学・技術者を育てること

・一人一人の人生がハッピーになるよう、それぞれのワークもライフも充実させること

が私の志です。ともに研究に向き合ってくれる人、待っています。

磯部：一人で悩まず、みんなで考えて、誠実にこつこつ取り組めば、いい成果が生まれます。

数年後に社会から注目され、将来偉大な研究と評価されるようなテーマに挑戦しましょう。



2014年NHK「すいエンサー」のロケにて

中村研究室

レーザー光を用いた物質機能の解析と制御

<http://www.knlab.msl.titech.ac.jp/>



准教授
中村一隆
博士（工学）

研究の目的と概要

21世紀は光の世紀と呼ばれています。太陽電池・光磁気ディスク・光触媒など物質の光機能を応用したデバイスを日常生活で使うことも多く、光の利用は環境負荷の小さいデバイスとしても注目されています。こうした光でデバイスのさらなる高効率化・高速化を行うためには、光と物質の相互作用の基本的な物理をきちんと解明することが必要です。我々のグループでは、**超短パルスレーザーを用いて光と電子・格子との相互作用を直接実時間で観測**することで、その基本的な物理を研究しています。また、状態の計測だけでなく、**光を使って物質の量子状態を制御**することで新しい光機能を開発する研究も行っています。さらに、非常に短時間に存在する、固体物質中の電子状態や振動状態の量子性をさぐることで、量子力学の世界と古典の世界の境界を探ることも目的のひとつとして研究を進めています。

最近の研究テーマと成果

1) コヒーレントフォノンの計測と制御：

物質の格子振動の周期よりも十分短いパルス光を照射することで、コヒーレントフォノンと呼ばれる位相のそろったフォノン集団を励起することができます。コヒーレントフォノンは**フェムト秒 (10^{-15} 秒) 時間分解能を持った過渡反射率計測**によって測定することができ、フォノンの振動数・寿命・位相などを調べることができます。われわれは、**半金属・半導体・超伝導物質・トポロジカル絶縁体・ダイヤモンド**など様々な物質を対象としてフォノンダイナミクスの研究を行っています。

2) 超高速キャリアダイナミクス：

電子デバイス的高速化・小型化にともない、電子・キャリアの振る舞いを実時間で調べることが必要不可欠になってきました。われわれは、光励起キャリアの振る舞いをフェムト秒レーザーパルスを用いて研究しています。対象物質は**半導体・超伝導物質・トポロジカル絶縁体**です。GaAsを用いた実験では、光励起される光学フォノンと光学フォノンと電子集団運動であるプラズモンの結合モードをパルス列励起を用いて制御しました。また電子とフォノンの結合した量子状態のコヒーレント制御を行い、バルク結晶中においてもフェムト秒の時間スケールで量子コヒーレンスが保持されることを明らかにしました。

3) 量子コヒーレンスと量子古典境界：

電子や原子・分子のようなミクロな世界は量子力学で記述される世界であるのに対して、我々が日常に目にする世界は力学で記述される世界です。では、**量子力学の世界と古典力学の世界の境界**はそこにあるのでしょうか？我々のグループでは、超短パルスレーザーを用いた分光実験を用いて、こうした物理学の根本的問題に取り組んでいます。



研究室の情報とメッセージ

1) メッセージ：

物質の量子性を超高速分光測定を用いて解明することで、「**私達がいる世界をより深いレベルで理解する**」ことを目指しています。また、大きな研究テーマの中で自分の興味のある研究課題を定め、楽しんで研究をすすめています。実験のテクニックや知識を身につけるだけではなく、「難しい問題に直面したときに、どうやって対処するのか」・「いかに論理的な考えかたが出来るのか」・「問題の本質はどこにあるのか」・「どうやって自分の考えをうまく他人に伝えるか」といった社会に出て必要となる能力を、研究をとおして学んでもらいたい。

2) 関連学会：

日本応用物理学会、日本レーザー学会、日本物理学会、米国物理学会など

修士課程の学生の場合1回程度の国内学会発表、博士課程学生では海外の国際会議での発表を行っています。

3) 就職状況：

博士：MIT、東京理科大学、東京大学、分子科学研究所、三菱マテリアル、NTT、日立製作所など

修士：日立製作所、スタンレー、富士通ゼネラル、ホンダ、ゼロックス、コニカミノルタ、オムロン など

林研究室



准教授
林 智広
Ph.D.

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

<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。



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

原・鎌田研究室

不可能を可能にする触媒をつくる



教授
原 亨和
博士（理学）



准教授
鎌田慶吾
博士（工学）

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

化石資源に頼らないエネルギーと化学資源の生産，人々を飢えさせない肥料生産，省エネで環境に優しいプロセス。これらは我々人類が永く地球と共生するために解決しなければならない課題です。しかし，多くの「不可能」がこれらの実現に立ちをはかっています。

今日の不可能を可能にする触媒を生み出し，人類社会に貢献する。これが原・鎌田研究室のミッションです。これまで私たちは新たな科学技術を武器に前人未到の野を切り開き，革新触媒材料を創生してきました。現在3つの大型プロジェクトが進行中。今日の数多くの不可能を可能に変えて行く。これが私たちの挑戦です。

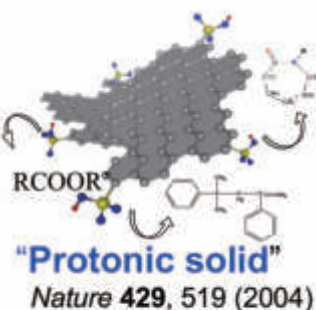
バイオマス変換プロジェクト

化石資源を使わない，CO₂を出さない。

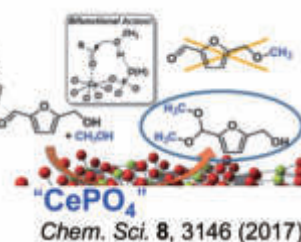
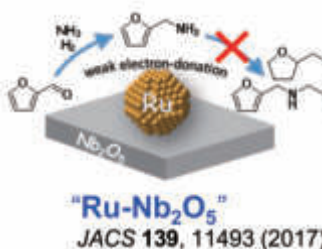
現代社会は石油，石炭，天然ガスといった化石資源によって支えられています。しかしながら，化石資源の枯渇が目前に迫っていることから，再生する植物—バイオマス—からエネルギーと化学資源を生産すること，そしてエネルギー消費を極限まで減らして化学資源を生産することは環境破壊なしに現代社会が存続するための必須条件です。しかし，これまでの科学技術でこの条件を満たすことはできません。

このような背景の中，私たちは新しいコンセプト，科学，技術を昇華させ，これらの問題を解決する革新触媒を生み出すことに成功しました。ナノグラフェンから生み出される「**Protonic Solid**」，「**Sugar Catalyst**」，水中でもルイス酸として働く無機酸化物触媒「**P-ETO**」。これらのソリッドアシッドはこれまで不可能だった化学資源生産や植物の化学資源化を実現する触媒として既に実用化されています。植物の化学資源化の一つとして，植物の大部分を占めるセルロースから高付加価値化合物の原料となるヒドロキシメチルフルフラール（HMF）の合成手法の開発に取り組んでいます。窒素官能基を導入するRu-Nb₂O₅，選択的アセタール化を可能とするCePO₄。これらの触媒により，HMFを機能性ポリマーや界面活性剤の原料へと選択的に変換することにも成功しています。

しかし，まだまだ不可能なことはあまりにも多い。私たちの挑戦に終わりはありません。



"Sugar catalyst"
Nature 438, 178 (2005)

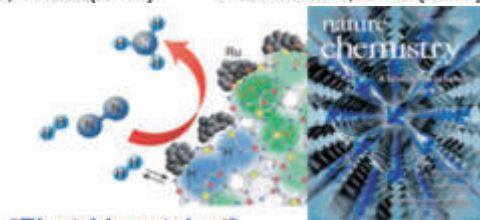


アンモニアプロジェクト

100年の沈黙を破る。

19世紀初頭，西欧文明は崩壊の危機に瀕していました—産業革命で急増した人口に十分な食糧を供給できない—。この危機を救ったのが，人口アンモニア合成「ハーバー・ボッシュ法」による化学肥料の生産です。現在では，世界人口80%の生命をハーバー・ボッシュ法が支えています。しかし，100年以上私達を支えてきたハーバー・ボッシュ法ですら近年激増している人口をまかなえないことがわかってきました。19世紀初頭の西欧文明崩壊の危機が，今度は世界文明規模で襲来します。

ハーバー・ボッシュ法で使われている触媒は鉄をベースとしており，安定，安価，高性能という触媒に必要な条件を全て満たした触媒です。そのため，この触媒を超える触媒はその生誕以来100年以上現れていません。





助教
喜多祐介
博士（工学）



特任助教
服部真史
博士（工学）



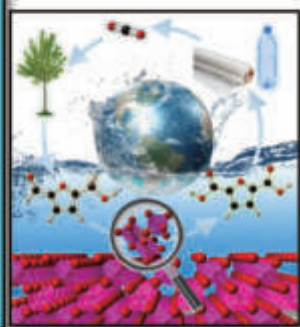
准教授（WRHI）
Debraj Chandra
博士（工学）



教授 1、准教授 2、助教 3、秘書 2、研究員 4、博士 3、修士 14、卒論（物質理工学院材料系）2、交換留学生 1

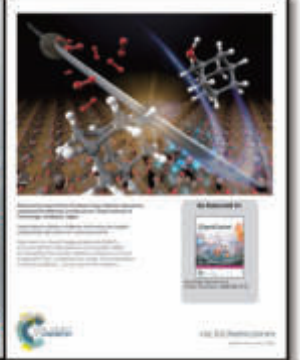
しかし、我々は細野・北野グループと協同で、アルミナセメント由来の「エレクトライド触媒」を皮切りに、カルシウムハイドライド触媒、カルシウムアミド触媒といった、ハーバー・ボッシュ触媒よりも低いエネルギー消費で機能し、かつ高い性能を発揮するアンモニア合成触媒の開発を次々に行なってきました。

現在はこれらの触媒をベースに、さらに低いエネルギー消費で機能する触媒の開発を目指し奮闘中です。食料危機の不安が無くなるまで我々の挑戦は続きます。



"Efficient FDCA synthesis"

ChemSusChem (2017); J. Am. Chem. Soc. (2019)



"Oxidation with O₂ by perovskites"

ChemCatChem (2016); Chem. Commun. (2018)
ACS. Appl. Mater. Interfaces (2018)

選択酸化触媒プロジェクト

欲しいモノだけ作る、触媒を制するものは化学反応を制す。

酸化反応は、化学プロセスの3割を占める最も基本的かつ重要な反応の一つですが、反応制御の観点からは今なお多くの課題を抱えています。例えばプロピレン酸化でウレタン原料として重要なPOのみ合成したい場合、他の化合物（AA, CO, CO₂など）の生成をいかに抑えるかがキーになります。そこで触媒という材料が重要な役割を果たします。

反応性の高い酸化剤（重金属塩や有機・無機過酸化物など）を用いることで酸化反応を温和な条件で進行させることができますが、反応後に大量の副生成物が生成する環境負荷が大きいプロセスです。一方、分子状酸素（O₂）は副生成物を生じない最も理想的な酸化剤ですが、O₂を温和な条件下で活性化でき広範な基質に適用できる不均一触媒反応系の報告例はほとんどありません。我々は、O₂のみを用いることができる新しい酸化触媒と反応の開発という挑戦的課題に取り組んでいます。例えば、二酸化マンガン触媒によるO₂のみを酸化剤としバイオマス由来のHMFからの機能性高分子原料である2,5-フランジカルボン酸（FDCA）合成系の開発に成功しました。さらに、最適な二酸化マンガンの結晶構造（β-MnO₂）を理論計算および実験により明らかにし、新合成法による高機能化によりβ-MnO₂の有用性を実証しました。また、単純酸化物だけでなく複合酸化物触媒の設計・創出を行い、六方晶ペロブスカイトナノ粒子の新しい合成法の確立とO₂のみを用いた高難度酸化反応（アルカンの不活性C-H結合活性化やスルフィドへの酸素挿入など）への応用にも成功しています。今後は、「天然ガスからの化学品合成としても注目されるメタンからメタノールへの直接酸化」や「モノマーやグリコール中間体として需要が急増しているプロピレンオキシドの直接酸化合成」といった“夢の触媒反応”を実現する革新触媒の創成を目指しています。

学生の受賞

触媒学会 優秀ポスター発表賞、日本化学会 学生講演賞、CSJ 化学フェスタ優秀ポスター賞、JACI/GSC シンポジウム GSC ポスター賞、STAC10 First Prize Poster Award など
博士学生の外部資金獲得

日本学術振興会特別研究員、ロッテ財団など

就職先

東芝、JX 日鉱日石エネルギー、トヨタ自動車、三菱樹脂、信越化学、本田技研工業、凸版印刷、日立製作所、日立化成、BASF、日本触媒、旭硝子、日産自動車、横浜ゴム、リクシル、日本碍子など

研究代表者プロジェクト

JSPS 基盤 S, JSPS 基盤 B, A-STEP（育成型）

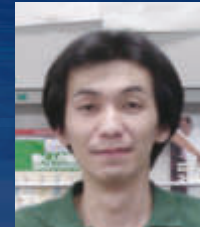
研究分担者プロジェクト

CREST, NEDO, JSPS 基盤 A

平松研究室

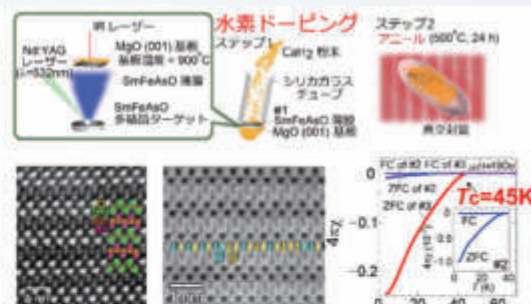
実用化に資する可能性のある全く新しい物質の探索研究

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



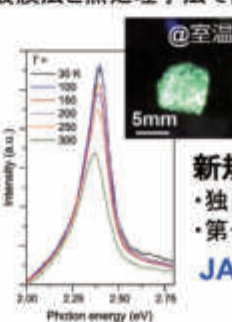
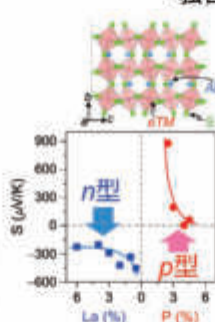
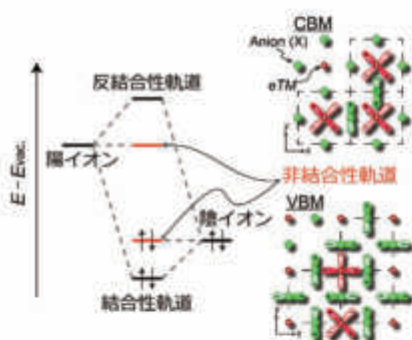
准教授
平松秀典
博士（工学）

- ・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

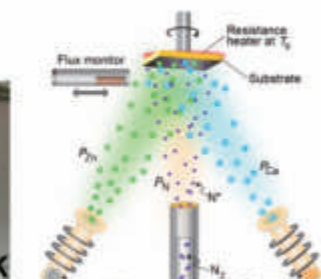
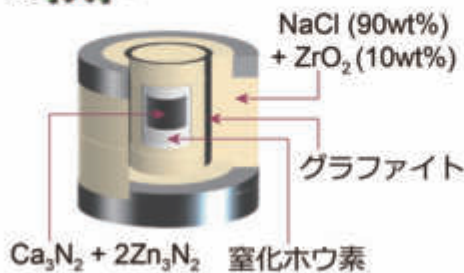
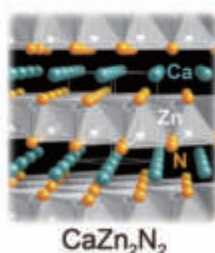
Phys Rev Mater (2019)
APEX (2020)



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)



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・熊谷研)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



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)



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 時代に欠かせないセンサ、ハーベスタ、メモリ用新材料の探索 !! ー

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



教授
舟窪 浩
博士（工学）



助教
白石 貴久
博士（工学）

(1) 研究目標とそのアプローチ

IoT 時代には、1 兆個のセンサーが身の回りに使用されると予測されています。これには、種々の事象を検知するための高感度センサー、バッテリーフリーを可能にする環境利用型エネルギーハーベスタ、膨大な取得データを高速処理するための超低電力駆動メモリの開発が不可欠となっています。

我々は、**高機能と環境親和性を併せ持つ“グリーン薄膜材料”**の創出を目指すことで、**上記の社会的要求にアプローチしています。**



(2) 研究テーマ研究テーマ [応力センサ、エネルギーハーベスタ、不揮発性メモリ]

①環境適応型の応力センサ用材料の研究

●物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**“グリーン圧電薄膜”**の創出に取り組んでおります。圧電体は、触覚センサや超音波センサなど幅広く実用されています。しかし、**従来材料は有毒元素を多く含んでいるため、代替材料の開発が迫られています。**そこで、高性能なグリーン圧電薄膜の創出に成功すれば、医療用ヘルスマニタや建造物用ライフタイムモニタとして身の回りに使用することが可能となり、医療、畜産、建築、自動車など様々な分野への貢献が期待できます。

②エネルギーハーベスタ用材料の研究

②-1) 振動から発電するための圧電薄膜

●環境振動から発電を行うための**グリーン圧電薄膜**の創出に取り組んでおり（図 1）、**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”**の実現を目指しています。

②-2) 温度差から発電するための熱電薄膜

●廃熱を利用して発電するための**“グリーン熱電薄膜”**の創出を行っています。特に、**Mg や Si など無毒で地球上に豊富に存在する“ユビキタス元素”**を用いて、高効率発電の実現を目指しています。

③夢のメモリデバイスー強誘電体極薄膜の研究ー

●強誘電体を用いた不揮発性メモリは、電源を切ってもデータが保持され、高速動作が可能であることから**“夢のメモリ”**として IC カードなどに実用されています。そこで、膨大な取得データを高速処理するために、不揮発性メモリの大容量化が急務となっています。これを実現するには、**非常に薄い強誘電体膜が必須**となりますが、薄くすると物性が著しく低下する現象（サイズ効果）によって、実用レベルの強誘電体極薄膜の創出には至っていませんでした。我々のグループは、薄くしても強誘電性が担保される材料群を用いて、高品質な単結晶膜の作製に世界で初めて成功し（図 2）、15nm の厚みでも優れた物性を達成しました。そこで、**“夢のメモリ”**の実現を目指して、さらなる新材料探索に取り組んでいます。（図 3）



図 1. 有機基材上に直接形成された圧電薄膜（フレキシブルデバイスへの応用）

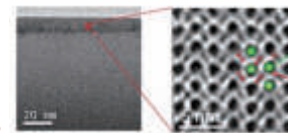


図 2. 作製に成功した単結晶 HfO₂ 基強誘電体の高分解能像とそのイオンの配列（2016 年新聞発表、Nature 社雑誌に掲載）

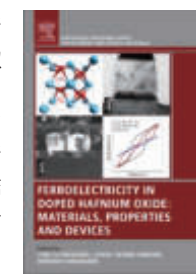


図 3. 2019 年に編集に加わった HfO₂ 基強誘電体の世界最初の本

(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”**という一連の研究プロセスを一貫して行うための設備が整っています。また、SPring-8（図 3）など外部の研究期間や海外研究者と連携することで、幅広い経験を積むことが出来ます。さらに、他大学との勉強会（図 4）や学会発表（図 5）に加え、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）



助教
金正煥
博士（工学）



助教
宮崎 雅義
博士（理学）

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、新しい高温超伝導体「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バイオニアです。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)。

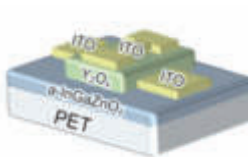


図1. アモルファス酸化物半導体 IGZO を用いた薄膜トランジスタ (TFT) は、これからのディスプレイを駆動する本命と目されている (左：TFTの構造、中央：プラスチック基板上に作製した TFT の写真)。右の写真は、これを使うことで実現した4K大型有機 EL テレビ。

(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 $\text{Cs}_3\text{Cu}_2\text{I}_6$ を開発し、90%以上の非常に高い発光効率を報告しました。

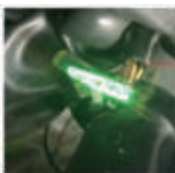
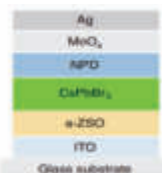


図2. アモルファス Zn-Si-O (ZSO) の新たな電荷輸送層を用いるペロブスカイト EL の素子構造および発光写真。右図はプラスチック基板上に作製されたペロブスカイト EL。

(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)。

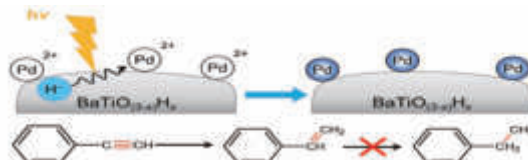


図3. 光析出法を用いたヒドリド化合物上への金属担持手法の開発とヒドリド化合物触媒を用いた選択的な物質変換。

(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、低温にす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。

真島研究室

研究室の目指すもの：極限ナノ材料造形と機能開拓
超高速トランジスタ・ガスセンサー・スピンドバイス・バイオデバイス

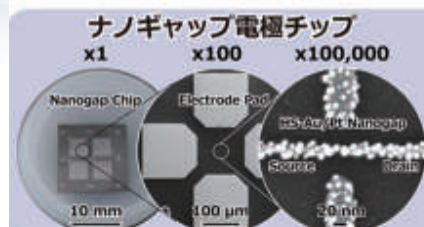
<http://www.msl.titech.ac.jp/~majima>



教授
真島 豊
博士（工学）



助教
Phan Trong Tue
Ph.D



モットー：オリジナルなアイデア・実行力・世の中の役立つ

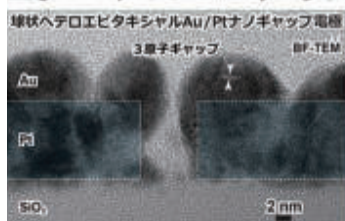
真島研では、オリジナルな電子線リソグラフィ (EBL) と無電解めっき手法を駆使して、極限ナノ材料の造形を行い、2nm スケール量子ドットトランジスタ、ガスセンサー、スピンドバイス、バイオデバイスの研究開発を通じて、次世代のキーデバイスの創製を目指しています。

1. 電子線リソグラフィによるナノギャップ電極構造作製

シングルナノスケールの構造を作製するには、トップダウン手法である電子線リソグラフィ (EBL) を利用することが有効です。真島研では、自前の EBL 装置を駆使して、ギャップ長 10nm のナノギャップ電極を研究室内で作製する研究を展開しています。作製したナノ構造は、走査電子顕微鏡 (SEM) を用いて観察します。



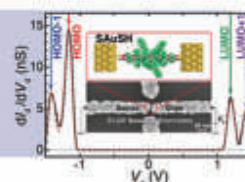
2. ヘテロエピタキシャル無電解めっきによる Au/Pt ナノギャップ電極作製



極限ナノ材料の電子機能を固体基板上で発現させるためには、ナノギャップ電極構造を作製する技術確立が必要です。真島研では、ヘテロエピタキシャル無電解めっき (ELGP) プロセスを独自に開発し、3原子ギャップ長の球状ヘテロエピ Au/Pt ナノギャップ電極を実現し、現在、量産技術の研究開発に取り組んでいます。ナノギャップ電極を作製する技術は、以下のさまざまなデバイスに利用します。

3. 2nm スケール超高速トランジスタ開発

ナノギャップ間に一つの分子や量子ドットを化学吸着した、分子トランジスタ、量子ドットトランジスタの研究開発をしています。これらのトランジスタは、超高速動作が可能です。我々のトランジスタを超高速デバイスとして実用化し、次世代の 6G 通信などに利用することを目指した研究開発を行います。



4. ナノスケールガスセンサー

これまでガスセンサーは、マイクロメートルスケールで作製されてきました。真島研では 10nm スケールのガスセンサーを構築することにより、高速・高感度なガスセンサーを実現を目指します。

5. 新奇ナノスピンドバイス

ナノスケールで高い保磁力を有する L10 規則化強磁性体を構築する技術を実現し、強磁性体ナノ構造を用いたスピンドバイスにおいて、ナノ構造由来の新奇スピンドバイスを創製します。

6. ナノポア DNA シーケンサー

EBL と ELGP を駆使し、孔径数 nm のナノポアを作製し、一本鎖 DNA の塩基配列を直接読み出すナノポア DNA シーケンサーを実現します。

7. まとめ

真島研では、学生が自主的に考え、自ら研究を進めることを基本としています。

就職先は、自動車、電子部品、電気、化学、ガス、証券などで、希望する企業に就職しています。

国内外の大学（ケンブリッジ大、UCL、UC Berkeley など）との共同研究を活発に行っています。

※博士課程の学生は、英国ケンブリッジ大学キャベンディッシュ研究所に 3 ヶ月研究留学しています。

研究室の連絡先：R3 号館 410 号室、majima@msl.titech.ac.jp（真島豊）



准教授
松石 聡
博士（工学）

本研究室では電子状態計算を援用することで、新規な結晶構造や元素の組み合わせからなる物質・材料を設計し、実際に合成しています。特に、従来の無機化合物では脇役と考えられてきた陰イオン（アニオン）を複数種含む複合アニオン物質、電子がアニオンとして振る舞う電子化物（エレクトライド）、および金属元素がアニオンとして存在する物質に注目し、超伝導体や電子伝導体など固体中の電子の動きを利用した、機能性物質の探索を行っています。

これまで、金属酸化物などのイオン性固体をターゲットとして機能性物質を探索する場合、その構成元素のうち、陽イオン（カチオン）になりやすい金属元素の動きが重視されてきました。例えば多くの超伝導体や磁性体であれば遷移金属の d 軌道が、透明電子伝導体であればインジウムとスズなどが重金属の s 軌道が重要な役割を果たしています。一方、アニオンとなる酸素などの典型元素は金属元素に配位しているだけで、目立った動きはしていないように見えます。しかし、複数種のアニオンを配位させたり、水素など稀なアニオンを配位させると、これまでになかった化学結合状態や結晶構造をつくるのが可能になり、元素の隠された性質を引き出すことができます。

主な研究テーマ

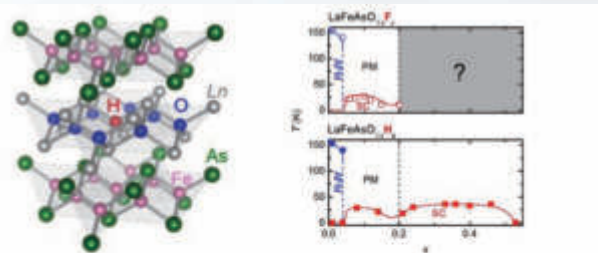
- ・ 水素アニオンを含む電子伝導体・超伝導体・磁性体の探索
- ・ 量子化学計算を用いた発光物質の特性予測
- ・ 新規酸水素化物の探索と希土類賦活蛍光体への応用
- ・ 金属元素アニオンを含むデリラック半金属の合成と実証
- ・ 新規窒化物・複合アニオン層状化合物の探索

現代的な材料研究では、化学的知見に基づき物質を設計した上で、量子化学計算を用いて合成の前に物性を予測することが重要です。結晶相の安定性やドーピングの効果など、設計の妥当性を調べた上で、実際の合成を行います。所望の組成に調整した原料を反応させることで、多結晶体および単結晶試料を合成しますが、通常の条件では狙った物質が合成できるとは限りません。そこで、原料を試料セル内に閉じ込めたうえで、合成に有利な高温・高圧状態にする高圧合成法などを利用していきます。合成した試料に対して構造解析や基礎物性の評価を行うと同時に、酸素や水素といった軽元素も含めた組成分析も行います。さらに各種分光学的手法を駆使することで合成した試料の電子状態を明らかにすることをしています。

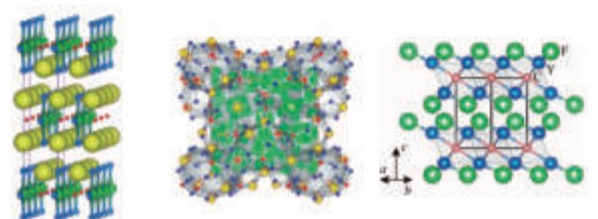
研究体制

在籍学生（2020年4月時点）：M1 3名、M2 3名 D2 2名

MEXT 元素戦略プロジェクト＜研究拠点形成型＞（期間：2012～2021）および科研費新学術領域「複合アニオンの化合物の創製と新機能」に参画し、複合アニオンの化合物の機能探索を行っています。



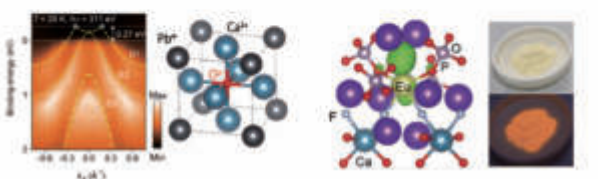
鉄系超伝導体 $\text{LaFeAsO}_{1-x}\text{H}_x$
 O^{2-} を水素アニオン H^{-} に置換することで高濃度電子ドーピングを実現(Nat. Commun. 3, 943)



酸水素化物反強磁性体
 $\text{Sr}_2\text{VO}_{3-x}\text{H}_x$
(JACS 136, 7221)

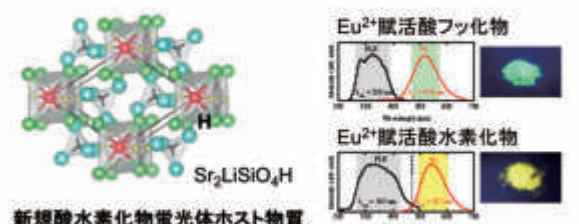
エレクトライド
 C12A7:e^-
ケージ内の電子により、CaとAlという典型金属の酸化物にもかかわらず、高い電子伝導性・超伝導を示す (Science 301, 626)

積層MXene型半導体
 Y_2CF_2
可視光にตอบสนองし、光触媒等に応用可能 (J. Phys. Chem. C 124, 27, 14640–14645)



Dirac半金属 Ca_3PbO
 Pb^{4+} を含む物質。角度分解光電子分光でバンド分散を確認 (PRB 96 155109, PRB 99, 115133)

新蛍光体 $\text{K}_2\text{CaPO}_4\text{F}:\text{Eu}$ の電子状態
DFT計算を用いて光励起で生じる Eu^{2+} イオンの準安定状態を計算し、発光のストークスシフトを予測 (Chem. Commun. 54 884-887)



新規酸水素化物蛍光体ホスト物質

化学的に安定な新規酸水素化物。s軌道配位子である水素アニオンが賦活イオンに配位することで励起帯と発光帯がレッドシフト (J. Mater. Chem. C 6 7541, RSC Adv. 9 5282, Inorg. Chem. 20, 15384-15393)

松下(伸)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）



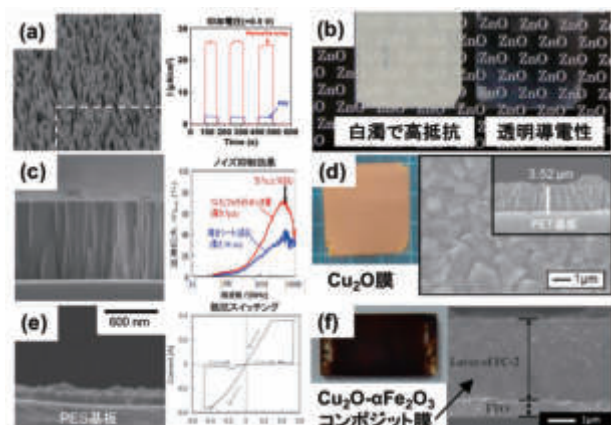
助教
久保田雄太
博士（工学）

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

－インクジェット、スピンコート、水熱合成、ガスアスト液中成膜法－

機能性薄膜作製のプロセスを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) 透明導電膜、(c) モバイルツール内ノイズを抑制する磁性材料膜、(d) 半導体 Cu_2O 膜、(e) 抵抗変化型メモリ用 CeO_2 膜、(f) スーパーキャパシタアノード用 $\text{Cu}_2\text{O}-\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$ 膜などの作製に成功しています。



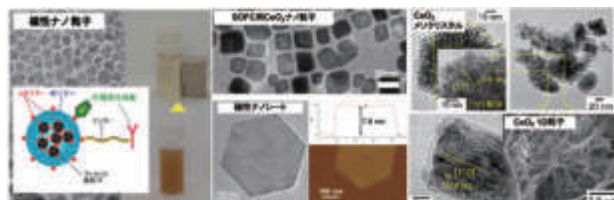
(図1) (a) ナノロッドアレイ型光電極、(b) 透明導電 ZnO 膜、(c) 電磁ノイズ抑制フェライト膜、(d) 半導体 Cu_2O 膜、(e) 抵抗変化型メモリ用 CeO_2 膜、(f) スーパーキャパシタアノード用 $\text{Cu}_2\text{O}-\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$ 膜

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。

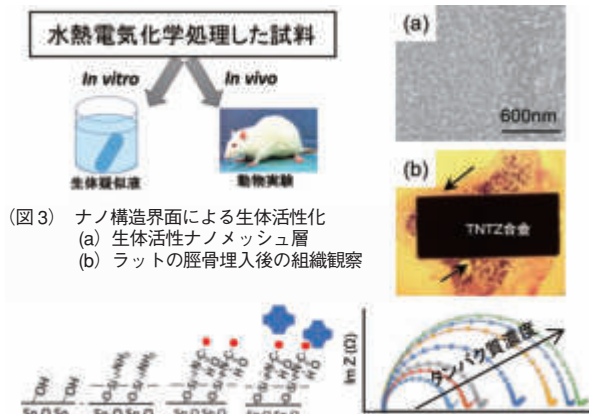


(図2) 磁性ナノ粒子による DDS ビーズ・バイオセンサ、SOFC 用ナノ粒子、異相界面を反応場とした磁性ナノシート、自己組織化集合体メソクリスタルの異方成長を用いた 1D ナノ粒子形成

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>



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）



テニユアトラック助教
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、山口晃助教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。

●研究テーマ① 光エネルギー変換材料

半導体ナノ粒子の薄膜技術を基に、下記に示すような光機能性材料、デバイスを開発しています。

- ▶ 有害物質や病原菌を分解する環境浄化光触媒
- ▶ 太陽光により水と二酸化炭素から燃料を創る人工光合成
- ▶ 天然ガスを更に有用な化学物質に変換できる触媒
- ▶ 安全・軽量な水素キャリア材料（新物質ポロファン）

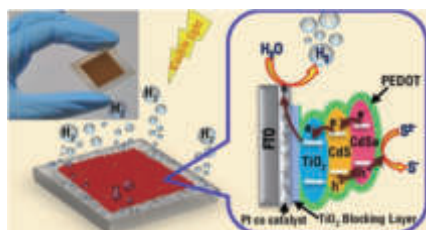


図1 人工光合成デバイス（植物の葉を半導体薄膜で実現）

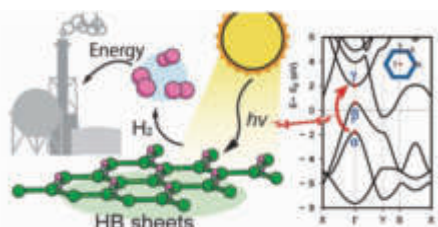


図2 安全・軽量な水素キャリア材料（新物質ポロファン）

●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、インフラ、自動車、官公庁など多岐にわたります。

●研究室の近年の研究成果例

- ▶ ChemPhotoChem accepted in press, 2020
- ▶ Nature Catal. 3, 148, 2020
- ▶ Appl. Catal. B Environ. 270, 118883, 2020
- ▶ Chem. Commun. 56, 4611, 2020

●研究テーマ② ユビキタス元素を用いた触媒開発

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。特に、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、これまでにない手法で触媒の探索を行っています。また、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、計算科学的なアプローチにもチャレンジしています。

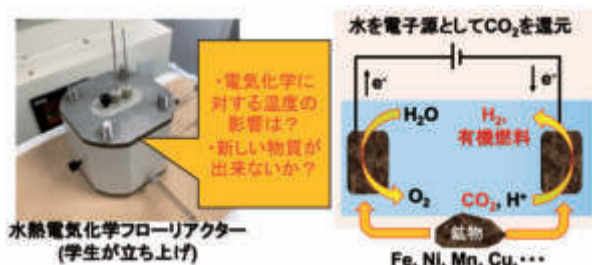


図3（左）学生が立ち上げた水熱電気化学フローリアクター
（右）鉱物を触媒として使い、CO₂を有用物質へと変換



図4（左）TBS テレビのロケ風景（右）学会等で受賞した学生

●学生の受賞、報道など

- ▶ 2019年度 優秀卒業論文賞
- ▶ 光機能材料研究会第25回シンポジウム 学生ポスター賞 優秀賞
- ▶ プレスリリース「温室効果ガスを光照射で水素や化学原料に変換」
- ▶ TBS テレビ「未来の起源」に学生が出演

安田研究室

材料の破壊と変形，そして，それに関する組織形成を力学的，確率論的な観点から研究しています

<http://www.cmc.ceram.titech.ac.jp/index.html/>
E-mail: kyasuda@ceram.titech.ac.jp



准教授
安田公一
博士（工学）

材料の破壊や変形を科学してみませんか？

角砂糖を圧縮すると，圧縮しているのにも関わらず，縦に割れて，いくつかの破片に分かれてしまいます．どうして，こういうことが起きるのでしょうか？ 考えてみると不思議です．実は，それにもちゃんと理由があるのです．よくよく見渡してみると，世界は不思議なことに溢れています．

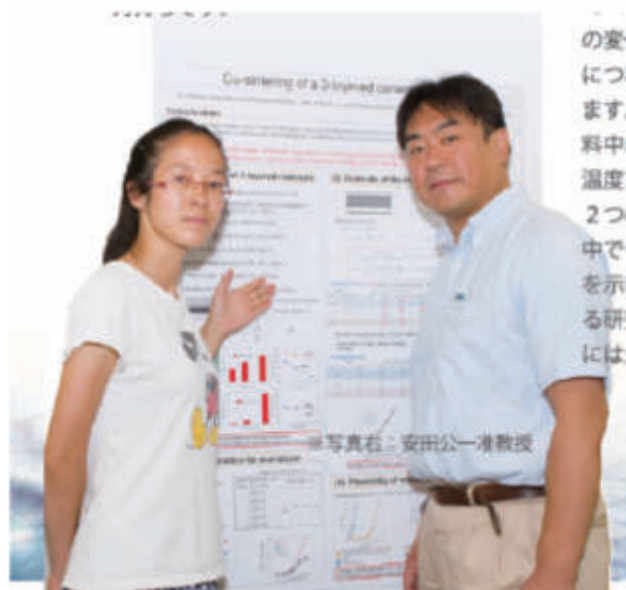


研究キーワード

エンジニアリングセラミックス，複合材料，破壊と変形，材料力学，統計力学，信頼性，成形と焼結，航空宇宙，エネルギー変換

小粒ながら，ぴりりと辛い，独自の世界観を持った，将来，有望な研究者になってみようとは思いませんか？

教員一人の小さな研究室ですが，その分，装置は使い放題，研究指導もマンツーマンで十分受けられます．そのメリットがわかるあなたは，将来，有望な研究者です．



国際会議で学生が表彰された研究ポスター

吉本・松田研究室

ナノ・原子スケール現象から拓く電子・エネルギー材料
ガラス・ポリマーと結晶の融合から新しいエレクトロニクスと
代替エネルギー源へ

<http://www.yoshimoto.matsuda.iem.titech.ac.jp/>



教授
吉本 護
工学博士・弁理士



講師
松田晃史
博士（工学）

多彩な電子・エネルギー材料で創られるデバイスは、情報や電気電子からバイオ医療まで社会を支えてゆく基盤となります。我々は**ナノ・原子スケール材料を「創り、観察・解析し、メカニズムを考える」**ことから、未来の材料とプロセスを創り出す研究を進めています。私たちは、**定石に囚われない材料創製・プロセス創成**に挑戦することで社会に貢献することを目指しています。

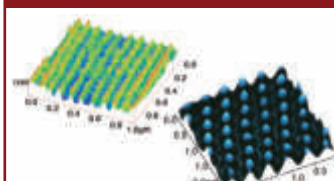
高結晶配向性 薄膜・ナノ材料合成

- エピタキシャル（単結晶）材料
- レーザー・プラズマプロセス
- 室温・低温プロセス
- 欠陥エンジニアリング
- 可逆的イオン価数制御



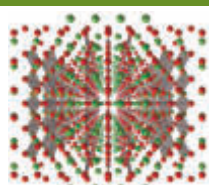
原子スケールパターンング・形状制御

- ナノインプリント
- 原子レベル形状転写
- エキシマ光プロセス
- 表面エネルギー制御
- 核形成制御・自己組織化



機能性セラミックス

- ワイドギャップ半導体
- 透明導電性酸化物
- 層状酸化物超伝導体
- 遷移金属系セラミックス
- 二次元・一次元構造結晶



薄膜・ナノ材料 プロセッシング

ガラス・高分子材料

- 酸化物・金属ガラス
- ポリマー材料
- ガラス転移
- 等方的な構造と物性
- 無機・有機ハイブリッド



オプトエレクトロニクス

- 深紫外オプトエレクトロニクス
- 高電力パワートランジスタ
- 透明・透過光制御デバイス
- フレキシブルデバイス
- ウェアラブルデバイス



エネルギーデバイス

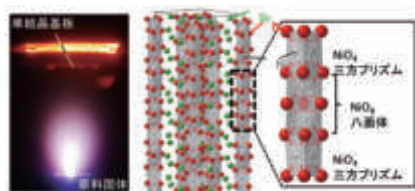
- Energy harvesting
太陽光発電・熱電変換…
- Ubiquitous 発電
- 低 loss パワーデバイス
- 可視光水分解 (H_2 生成)



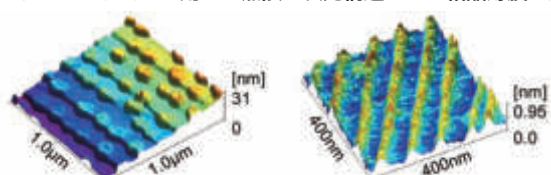
非平衡プロセスによる電子機能性マテリアルの探索とのナノ・原子スケール制御

レーザー・プラズマなどを用いる非平衡プロセスを駆使して多様な結晶の核形成と成長をコントロールすることによって、**特異な結晶構造をもつ電子機能性材料の創製**、その物性の**解明や制御にチャレンジする研究**を実施しています。

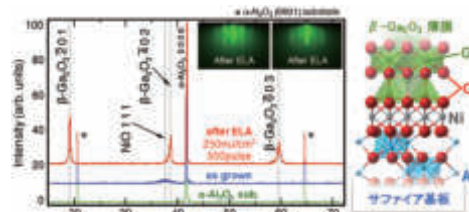
なかには、通常の方法では得られないような形態・構造をもつ**非平衡・準安定なナノ・原子スケール材料**や、特性も未知のものが、まだまだ隠れています。そうした材料を創り、解き明かすことで、持続的な社会の発展に役立ることができます。



レーザー・プラズマを用いた無限一次元構造をもつ結晶薄膜の創製



レーザープロセスで合成された強磁性体（左）・半導体（右）ナノパターン



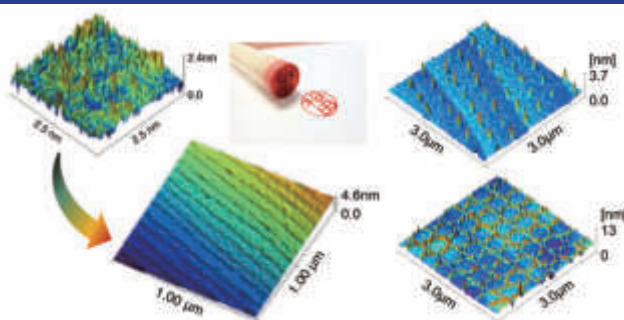
室温レーザープロセスによるワイドギャップ半導体のエピタキシャル結晶化
次世代ワイドギャップ半導体など機能性薄膜・ナノ材料を、従来の低温⇌室温で合成するといった、ユニーク技術も研究しています。新しいプロセスで創られる単結晶状薄膜の構造や物性を解析し、未来デバイスの電子・光学機能を制御する基盤的な知見を探究する研究を進めています。

フレキシブル材料表面の原子・ナノレベル周期パターン形成と新機能探索

原子からナノ周期構造が自発的に構築する自己組織化現象により作られたナノ形状を鋳型（モールド）とした原子・ナノレベルのパターニング（ナノインプリント加工）研究を行っています。

原子1～2個分（0.3nm）の階段（原子ステップ）パターンによる「原子レベル超平坦表面」を示すフレキシブルなガラス・ポリマー材料を世界に先駆けて創製しました。

また、この材料表面を薄膜・ナノ材料合成基板とした電子・バイオ機能性セラミックスの成長を制御する研究にもチャレンジしています。

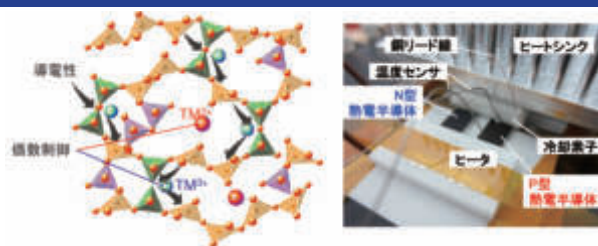


フレキシブル基板表面での原子ステップ（左）、1nmドット配列（中）、1nmメッシュ（右）形成

アモルファス・層状結晶を使った新しいエネルギーマテリアル

半導体を用いて電力と光・熱エネルギーを直接変換するデバイスは、発光や電熱と逆の機能、光や廃熱を回収・利用した“solid-state energy harvesting”によるユビキタス創電をも可能にします。

ユニークな規則構造を持つ結晶や、その対極にあるアモルファス、多様な電子機能性セラミックス薄膜・ナノ材料の構造・価数制御やドーパント探索による、未来エネルギー材料創製に取り組んでいます。



ガラス・アモルファス構造での機能制御（左）と合成した熱電変換素子の評価（右）

研究室の活動

材料科学を軸としながら幅広いバックグラウンドを持つ研究者や学生が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・工学をベースとして世界の多種多様な分野で活躍する思考力・行動力・語学を含む理系コミュニケーション能力を備えた人材の育成を目指しています。研究室では目標に向かい協力して研究サイクルを回しながら、レクリエーションとのバランスを大事に活動しています。

これまで学習してきたことが役に立つ場面はたくさんある

- ・ 結晶工学 ・ 固体物理 ・ 熱力学 ・ 無機化学
- ・ セラミックス ・ 固体化学 ・ 電子工学 ・ 電磁気学
- ・ セラミックス・単結晶合成に関する多様なプロセス
- ・ 学生実験でのマクロスコピックな材料の取り扱い

←を基礎に、新しく学び身につけられることがたくさんある

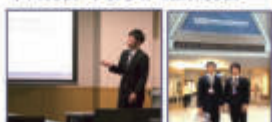
- ・ 薄膜ナノ材料合成、形状・構造・物性評価技術
- ・ 学術論文、科学文書の読み方・書き方
- ・ 電子・光学物性やエネルギー関連物性
- ・ 機能性セラミックス材料における研究開発の背景や展望

教科書・論文で学び、モデル思考も



実験・研究のアイデア・計画
論文・学会・ニュースでアンテナ高く

自分の言葉でまとめ・伝える
学内発表・学会などで論文発表



修士論文・国際会議での学会発表

結晶性薄膜の作製実験



自分が立てた計画・内容を実施
丁寧に・着実に、先輩からのトレーニング

研究室・チームで議論

計画・予測に対して？自分で考え仲間と共有



ゼミや研究室メンバーでのディスカッション



物質を相手にする材料研究は、設計図を探すのも創るのも簡単ではありませんが、**お互いに協力し合いつつ楽しみながら**進めていくことも一つのコツです。

しばしば研究室でハイキングや釣り、BBQなど近郊に出かけ、交流を深めています。



材料科学に関する理解を深め、研究成果を**学術論文**としてまとめ、また材料科学・工学や応用に関連した国内学会・国際会議でプレゼンし伝える、さらに学会発表で受賞するなどの経験は、**修了後も大きな力と自信**になります。

※ 関連学会：応用物理学会、日本セラミックス協会、日本 MRS、電気学会、米国材料学会 (MRS)...

矢野研究室

先進機能性ガラス材料の創生とプロセス開発

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



教授
矢野哲司
博士（工学）



助教
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

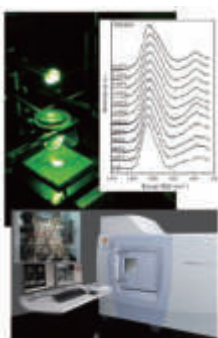
ガラス・非晶質材料の製造・合成に関する基礎科学・新規技術の構築を通して、その特徴を理解し最大限に活かすことを研究の柱としています。新しいガラスやガラスセラミックス材料の創生や応用を開拓し、エネルギー変換、高耐久性、生体活性などの機能を高いレベルで実現し、現在そして未来のデジタル社会・持続可能社会・地球環境の負荷低減に貢献することを目指しています。

基礎研究として、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、社会的ハザード処置に資する科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、レーザー局所加熱によるガラスの改質・成形・加工といった独自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

高温で熔融し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、さまざまな用途が考えられます。当研究室では、世界唯一の、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・化学を探索しています。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（省エネルギー）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。



電界印加イオン交換による化学強化ガラス

スマートフォンに使われているガラスには、ガラス中のイオンを外部のイオンと交換する化学強化処理が施され、通常のガラスに比べて割れにくくなっており、通信の5G化によりガラスの利用は表面だけでなくとどまらず、さまざまなデバイスに利用が広がっています。当研究室では、電界印加イオン交換を用いて、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の開発に成功しています。



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。



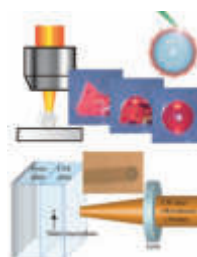
気中溶融法による新規非晶質材料の開発

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、水素燃焼気中溶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溶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、ガラス溶融の省エネルギープロセスへの波及が期待されます。



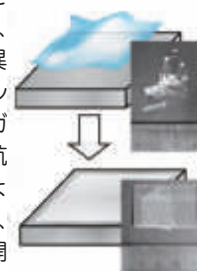
光通信・光信号処理に向けたガラス素子の開発

透明で様々な形に成形できるガラス材料は、現在も板ガラス、レンズ、光ファイバなどに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特異な偏光状態を伝播するためのリングコア型光導波路を作製するなど、将来の光信号処理のためのガラス素子の研究を進めています。



ガラス超薄膜ラミネートシールの開発と応用

硬いガラスでも、髪の毛よりも薄くすると自由に曲がるようになります。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。バイオガラス及び抗菌ガラスシールによる異種材料への生体活性・抗菌性の付与、光学ガラス超薄膜の積層化による3次元光回路用プラットフォームの創生、など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。



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～

<http://www.lane.iir.titech.ac.jp/~k-yoshida/>



准教授
吉田 克己
博士（工学）



助教
ガルベッチ アンナ
博士（工学）

研究の特徴

環境下での適用が期待できる魅力的な材料である。セラミック材料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。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の向上や特性・機能付与に注目し、原子力・核融合分野、エネルギー・環境分野、宇宙航空分野等の苛酷な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。

研究の概要

1. 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、原子力・核融合炉、高温ガスタービンや宇宙航空産業等の苛酷環境下での適用が期待されている。本研究では、界面・微構造制御に基づいた繊維強化セラミックス基複合材料の創製と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。

2. 高機能セラミック多孔材に関する研究

環境負荷低減や省資源・エネルギー化を図る上で、セラミック多孔材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材の創製に関する研究を行っている。現在、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。また、放射能汚染水の浄化及び固定化が可能な多孔質セラミック材料の開発も行っている。

3. 耐苛酷環境性セラミックスに関する研究

セラミックスは高温、高熱勾配、腐食性雰囲気、放射線・粒子線照射等の苛酷環境下での使用が期待されている。本研究では、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、苛酷環境に耐えるセラミック材料の開発を目指している。原子力・核融合炉分野での適用を目指した材料開発として、微構造制御及び高次構造制御による事故耐性燃料への適用を目指した新規セラミック材料の開発、高速炉用革新的セラミック制御材の開発や長寿命放射性核種核変換用セラミックマトリックスの開発を行っている。また、これらのセラミックスを実際に中性子照射して、原子配列を直接見ることでできる高分解能電子顕微鏡をはじめ、X線回折法などにより微構造の変化を明らかにし、熱伝導率、電気抵抗、機械的強度などの物性変化との関連を調べている。

キーワード

セラミックス基複合材料、耐苛酷環境性材料、高機能セラミック多孔体、原子力・核融合炉用材料、微構造制御、セラミックプロセス



吉田研 在籍学生（R3.1月現在）

◆ D3：1名，D1：1名，M2：6名，M1：3名，B4：2名
（留学生3名）

◆ 共同研究：日本原子力研究開発機構（JAEA）、宇宙航空研究開発機構（JAXA）、物質・材料研究機構（NIMS）、企業と共同研究をしている。また、海外の大学、研究所とも共同研究を行っている。

◆ 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。

坂田研究室

シンクロトロン放射光を使って環境材料の創成につなげる

<http://www.nims.go.jp/webram/index.html>

e-mail SAKATA.Osami@nims.go.jp



特任教授
坂田修身
博士（工学）

【研究目的】 **アトムスケールの構造解析**による構造情報のフィードバックと**電子構造**の解明による材料情報の蓄積とを通じ、新材料の創成、機能向上や材料の産業への技術移転に貢献することを目指します。

【研究活動の舞台】 兵庫県の**大型放射光施設 SPring-8**にある物質材料研究機構（NIMS）高輝度放射光ステーションです。さらに、共用ビームラインも活用しています。最先端の回折・散乱や分光を駆使し非破壊で新材料を調べています。

【研究テーマ例】 高分子薄膜の機能向上、ナノ合金中の原子配列構造や電子状態と触媒機能の相関、金属有機構造体超薄膜材料の構造解析、薄膜の結晶性評価法の提案、強誘電体の電場印加 in-situ 構造解析、2次電池電極の特性向上のためのオペランド構造評価。

【学生さんへ】 世界最先端の量子ビーム施設のひとつである SPring-8 の高輝度放射光を使って、新材料を解析しましょう。 社会人博士課程学生さんへ、企業の研究開発にも高輝度 X 線は利用されております。専攻の他の研究室と共同研究を進めています。

学生さんが筆頭の論文である高分子薄膜に関する研究

酸素透過性の向上に関する研究：Polymer 55, 5843 (2014) .

ナノファイバーを用いた**結晶構造の制御**に関する研究：Polymer 55, 4401 (2014) .

触媒材料のナノ合金粒子の電子構造解析

実験室の光電子分光法では、物質のごく表面しか調べることができません。しかしシンクロトロン X 線の硬 X 線光電子分光を用いると、約 20 ナノメートルまでの埋もれた部分にあるナノ粒子や触媒の価数などの**化学結合状態**や**電子構造**を解析できます。**水素吸蔵特性**をもつ $\text{Ag}_{0.5}\text{Rh}_{0.5}$ **合金ナノ粒子**の高輝度放射光光電子分光スペクトルを初めて測定(図 2)しました。

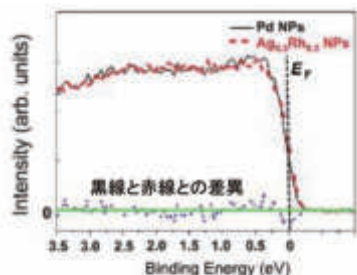


図 2 $\text{Ag}_{0.5}\text{Rh}_{0.5}$ 合金ナノ粒子と Pd ナノ粒子の高輝度放射光光電子分光スペクトルの比較。占有準位である価電子帯の形状の類似性が初めて明らかにされ、占有準位の形状も水素吸蔵に寄与していると推定。Appl. Phys. Lett. 105, 153109 (2014) .

研究紹介

エネルギー変換薄膜材料の構造評価

ガス吸着性やガス分子の分離や貯蔵機能を有するナノメートルスケールの空間を内部に有する**金属有機構造体**が注目されています。これまで粉末結晶でしたが、基板上にその超薄結晶を作製し、燃料電池などのエネルギー関連素子の開発が活発になっています。2次元構造が積み重なった**薄膜**(図 3) や 2次元レーヤを柱状配位子でつなげた **3次元型ナノ超薄膜** (図 4) の原子配列構造をシンクロトロン X 線回折で評価しました。

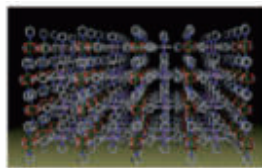


図 3 コバルトポルフィリンが銅イオンで架橋された 2 次元構造が積み重なった薄膜。Nature Materials 9, 565 (2010) .

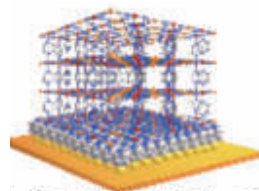


図 4 基板上に「杭」を打ち、配位子の柱で 2 次元レーヤを積み重ねたナノアーキテクチャー。J. Am. Chem. Soc. 134, 9605 (2012) .

薄膜の結晶性評価法の提案

NiO 薄膜と Li を高ドーピングした $\text{Li}_{0.5}\text{Ni}_{0.5}\text{O}$ 薄膜をシンクロトロン回折で調べました。固有の物理定数である**デバイ温度**を求めました。デバイ・ワラー因子に注目し、**結晶性を定量的に示す新しいパラメータ**を提案しました。

吉本研との共同研究の成果。J. Appl. Cryst. 48, 1896 (2015) .

強誘電体の電場印加 in-situ 構造解析

強誘電体薄膜に電場を印加し、逆ピエゾ効果で変形した格子歪をシンクロトロン X 線回折により求めるとともに、**電気分極**を同時に求める測定をしています。この結果、**電歪係数**も決定できました。舟窪研との共同研究の成果。

AIP conf. proc. 1234, 151 (2010)

瀬川研究室

機能性ガラス・アモルファスの研究をつくばでやっています！！

http://samurai.nims.go.jp/SEGAWA_Hiroyo-j.html



特任教授
瀬川浩代
博士（工学）

ガラスやアモルファス材料の研究を国立研究開発法人物質・材料研究機構（NIMS）でやっています。NIMSは国の政策に基づいて幅広く材料研究を行っている研究所です。材料評価のための設備や、専門家がそろっている環境で研究をすることが出来ます。研究室では、ガラスの作製や加工、評価はもちろんのこと、陽極酸化を用いた非晶質アルミナ膜の作製もできるようになっています。他の大学院からの学生も一緒に研究を進めています。最近のテーマとしては、酸窒化物ガラスの作製とその機能化、交流陽極酸化による積層アルミナ膜の作製と応用などの研究テーマを中心に行っています。また、低融点ガラスを用いた電子セラミックスや蛍光体の封止に関しても研究を進めています。また、矢野研との共同研究により気中溶融プロセスを用いた高融点ガラスの作製についても行っています。

酸窒化物ガラスの作製と機能化

高い耐熱性を有する酸窒化物蛍光体がNIMSで開発されました。ガラスで封止することによって、ハイパワーのLEDへの応用が期待されます。しかしながら、種々の蛍光体を失活なく封止できるガラスは融点の低い限られたものであり、化学的耐久性が低くなります。

そこで、酸窒化物ガラスをホストとした発光ガラスの可能性を探索しています。ユーロピウム（Eu）イオンをドープすることで高い発光効率を持つガラスが作製出来ることを見いだしました（図1）。ユーロピウムイオンは酸化物ガラス中では3+で存在し、赤の発光を示しますが、酸窒化物ガラス中では青緑に光っていることがわかります。Eu²⁺イオンとして発光しています。

酸窒化物ガラスは窒化物粉末を原料として作製するため、高温での溶融が必要となりますが、ソル-ゲル法や気中溶融法を用いることで溶融法では作製が難しい組成のガラスの作製に取り組んでいます。



図1 Euイオンをドープした酸窒化物ガラス（上）と紫外光照射時の発光の様子（下）



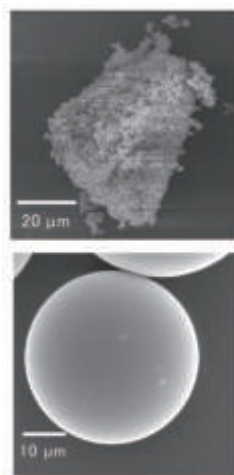
NIMSの最寄り駅はつくば駅。3つの研究地区があります。研究室は並本地区にあります。

気中溶融法による高融点ガラスの作製

セラミックス粒子をガスバーナー火炎中に投入することにより、瞬時に高温場を通過することで通常はガラスにはなりにくい組成のガラスの形成を目指しています。例えば、ガラスの骨格となる網目形成酸化物を含まないSrO-Al₂O₃-ZrO₂のガラスを作製することに成功しました。

現在は酸窒化物ガラスへの応用展開を検討しているところです。

図2 SrO-Al₂O₃-ZrO₂のガラスの原料となるセラミックス粒子（上）と気中溶融後のガラス粒子（下）のSEM像



交流陽極酸化アルミナ膜の作製

交流で陽極酸化を行うと、図3のような積層構造が形成されることを見いだしました。これらの構造は貝殻の真珠層の構造と類似しています。膜厚などを調整することによって構造に由来する色のついた膜を作製することが出来ました。条件によっては真珠のような光沢を持った膜を作ることも可能です。これらの膜を使った高靱性皮膜の作製や電解コンデンサなどへの応用を進めています。

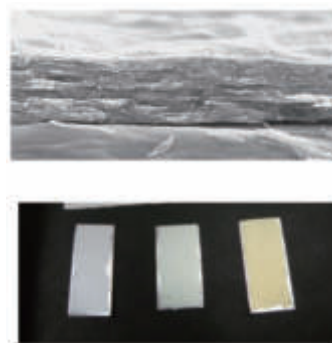


図3 硫酸浴中で作製したアルミナ皮膜の断面SEM像（上）、シュウ酸浴中で作製したアルミナ皮膜の外観（下）

学生諸氏の受賞の記録 (2019-2020)

受賞者	受賞時 学年	受賞年月	受賞名	課題名
多原 竜輝	M2	2019 年 3 月	日本原子力学会関東・甲越支部 第 12 回学生研究発表会 優秀賞	中性子照射した SiC 及び SiCf/ SiC 複合材料の水熱 腐食挙動の評価
Muhammad Fajar	D3	2019 年 3 月	日本原子力学会関東・甲越支部 第 12 回学生研究発表会 奨励賞	Investigation of crystallographic orientation of boron carbide fabricated in high magnetic field for improvement of fast breeder
Pornphatdetaudom Thanataon	M2	2019 年 3 月	日本原子力学会関東・甲越支部 第 12 回学生研究発表会 奨励賞	Lattice Parameter Change of Highly Oriented Aluminum Nitride by Neutron Irradiation
我毛 智哉	M1	2019 年 3 月	日本金属学会第 32 回 優秀ポスター賞	Ga ₂ O ₃ 中の自己束縛正孔の第一 原理計算
平林 透	B4	2019 年 6 月	物質理工学院材料系無機材料分 野優秀卒業論文賞	ホウ化水素シートによる金属イ オンの還元
張葉平	B4	2019 年 6 月	物質理工学院材料系無機材料分 野優秀卒業論文賞	タンタル系担体を用いた高効率 ドライリフォーミング反応触媒 の開発
小笠原 気八	M2	2019 年 6 月	GSC ポスター賞 (第 8 回 JACI/GSC シンポジウム)	Ni 担持 CaNH 触媒を用いた高効 率アンモニア分解
若崎 翔吾	M1	2019 年 6 月	粉体粉末冶金協会 2019 年度春季大会優秀講演発表	Bi _{0.5} Pb _{0.5} MnO ₃ における電荷秩序 と孤立電子対効果
遠山 諒	D1	2019 年 6 月	The International Conference on Molecular Electronics and Bioelectronics (M&BE10) Student Presentation Award	Ferromagnetic Co ₅₀ Pt ₅₀ Asymmetric Nanogap Electrodes with a 10 nm Scale Gap Separation
He Xinyi	M2	2020 年 12 月	STAC-11 Silver student award	Intrinsic and Extrinsic Defects in Layered Nitride Semiconductor, SrTiN ₂
黒岩 祐一郎	M2	2019 年 7 月	STAC-11 Gold Poster Award	Strain-induced carrier effective mass modulation in 4H-SiC and GaN: A first-principles study
永井 俊	M1	2019 年 7 月	第 18 回無機材料合同研究会 優秀賞	ILE 法による CeO ₂ ナノシートの 作製
土佐 翼	M2	2019 年 8 月	2019 KJF International Conference on Organic Materials for Electronics and Photonics (KJF-ICOMEF 2019) Poster Presentation Award	Study on Cerium Oxide Oxygen Sensor based on Pt-Nanogap Electrodes
大勝 賢樹	M1	2019 年 8 月	2019 KJF International Conference on Organic Materials for Electronics and Photonics (KJF-ICOMEF 2019) Poster Presentation Award	Single Molecular Transistor based on Quinoidal Fused Oligosiloles

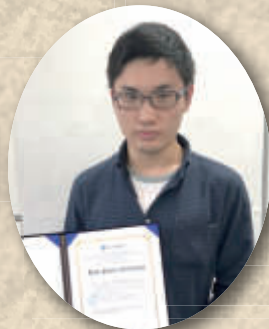
学生諸氏の受賞の記録 (2019-2020)

受賞者	受賞時 学年	受賞年月	受賞名	課題名
笠倉 麻優子	M2	2019 年 9 月	10th International Conference on High Temperature Ceramic Matrix Composites (HT-CMC10), Bordeaux, France, Best Poster Award (Second Prize)	Formation of BN interphase for SiCf/SiC composites using flaked BN suspension by electrophoretic deposition method
鯨井 純	M1	2019 年 9 月	第 124 回触媒討論会 学生ポスター発表賞	ペロブスカイト型酸窒素水素化物によるアンモニア合成
Lin Hwai-En	D3	2019 年 9 月	1st Tokyo Tech-NCTU Joint Symposium on Advanced Materials ACS Excellent Poster Award	Solution-processed Cu ₂ -x-Fe ₂ O ₃ composite films as cost-effectand high-performance negative electrode materials for supercapacitor
遠山 諒	D1	2019 年 9 月	第 80 回応用物理学会 秋季学術講演会 応用物理学会スピントロニクス研究会第 11 回英語講演奨励賞	Structural analysis of Ti/Pt/Co trilayer thin films deposited on Si/SiO ₂ substrates annealed by RTA
木村 公俊	B4	2019 年 10 月	TOEO-11 Best poster award (Silver)	Epitaxial structure and thickness dependent phonon-drag thermoelectric properties of LaNiO ₃ thin film on LaAlO ₃ (001) substrate
樋口 雄飛	M2	2019 年 10 月	TOEO-11 Best poster award (Silver)	Biaxial-strain induced power-factor enhancement in metallic strongly correlated transition metal oxide LaNiO ₃
張葉平	M1	2019 年 10 月	The 13th Pacific Rim Conference of Ceramic Societies, Excellent oral presentation award	Visible-light-driven dry reforming of methane using semiconductor supported catalyst
庄司 州作	D3	2019 年 10 月	The 13th Pacific Rim Conference of Ceramic Societies, Excellent oral presentation award	Mechanism of photocatalytic dry reforming of methane on Rh/ SrTiO ₃
櫛田 優	B4	2019 年 11 月	The 3rd International Symposium on Recent Progress of Energy and Environmental Photocatalysis, Poster Award	Gas-phase photoelectrochemical cell for dry reforming of methane
日下部 展	M1	2019 年 11 月	The 13th Pacific Rim Conference of Ceramic Societies, Excellent oral presentation award	Sr 置換オケルマナイト単結晶の育成と電氣的・機械的特性評価
峯岸 秀也	M1	2019 年 11 月	第 39 回 電子材料研究討論会奨励賞	リチウム置換ニオブ酸ランタン単結晶の育成とイオン伝導性
山田 隆寛	M1	2019 年 11 月	第 39 回 電子材料研究討論会奨励賞	ピスマスと窒素を共添加したチタン酸バリウムの作製
山口 ゆい	M1	2019 年 11 月	第 52 回酸化反応討論会 優秀ポスター賞	高表面積 β -MnO ₂ 触媒の合成と酸化反応への応用
村瀬 正恭	D3	2019 年 12 月	The 32nd International Symposium on Superconductivity (ISS2019), ISS Best Student Award (Best Poster Presentation)	Superconductivity in a Topological Dirac Nodal-Line Semimetal

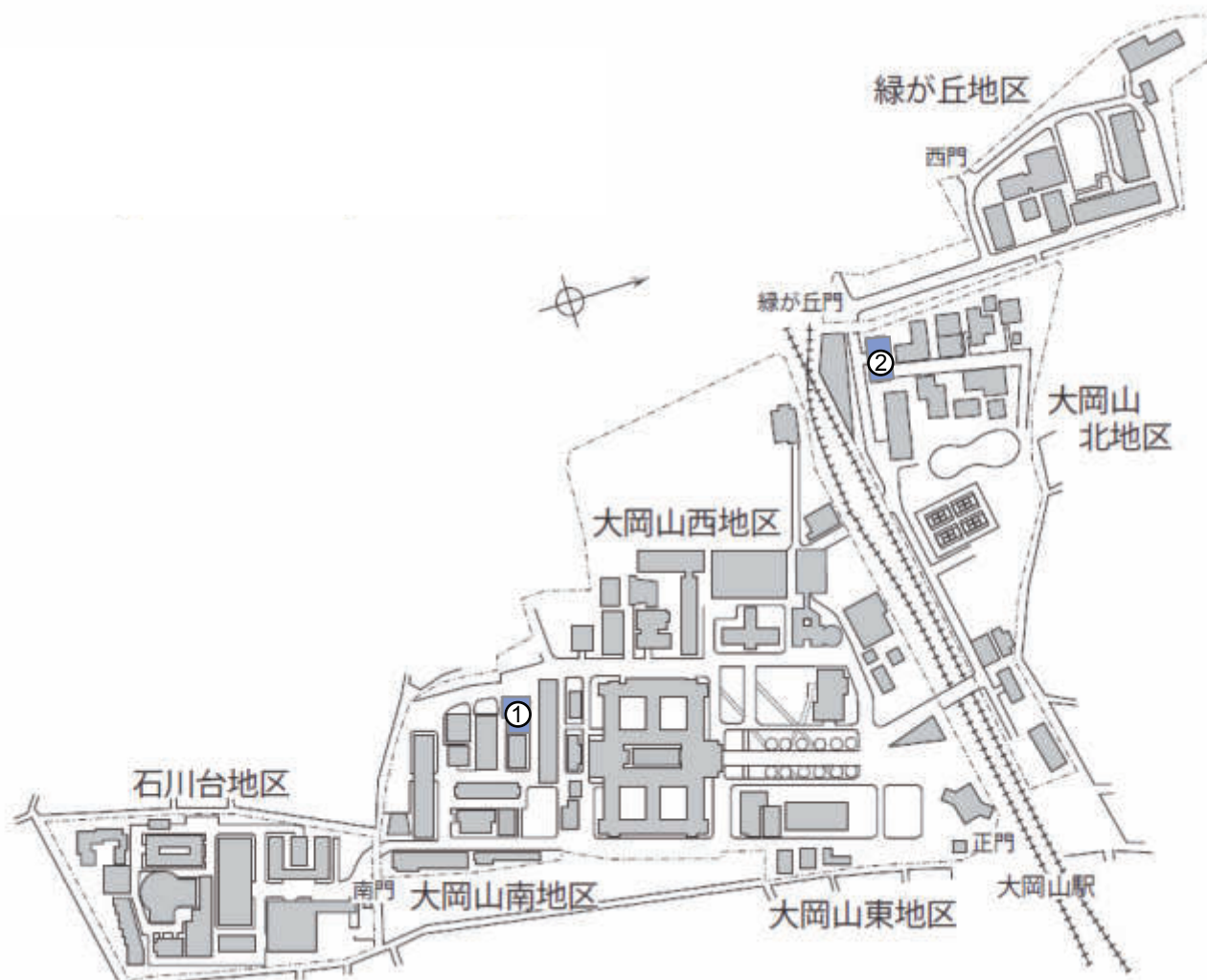
学生諸氏の受賞の記録 (2019-2020)

受賞者	受賞時 学年	受賞年月	受賞名	課題名
阿部 涼介	B4	2020 年 3 月	令和元年度 東京工業大学優秀学生賞	
我毛 智哉	M2	2020 年 3 月	優秀修士論文発表賞	Theoretical study of localized defect states in wide-gap semiconductors
角田 直樹	M2	2020 年 3 月	優秀修士論文発表賞	First-principles study of atomic and electronic structure of point defects in perovskite oxides
山本 千紘	M2	2020 年 3 月	優秀修士論文発表賞	層状セレン化スズのアンチモン添加効果とキャリア極性の二重反転現象
岡崎 尚太	M1	2020 年 6 月	学生特定課題研究発表賞	ワイル半金属 WTe_2 の高純度単結晶における超巨大磁気抵抗と量子振動
櫛田 優	M1	2020 年 6 月	学生特定課題研究発表賞	メタンの二酸化炭素改質反応に向けた固体電解質型光電気化学システムの創製
阿部 涼介	M1	2020 年 9 月	第 126 回触媒討論会 学生ポスター発表賞	ヒドリド化合物触媒を用いた光誘起アンモニア合成
木村 公俊	M1	2020 年 11 月	薄膜材料デバイス研究会 第 17 回研究集会 スチューデントアワード	$LaNiO_3$ 超薄膜の表面終端処理によるフォノンドラッグ熱電能の増強効果
櫛田 優	M1	2020 年 12 月	エネルギーイノベーション協創 プロジェクト Outstanding Presentation Award	固相光電気化学システムを用いた温室効果ガス資源化触媒の開発
櫛田 優	M1	2020 年 12 月	光機能材料研究会 第 25 回シンポジウム 学生ポスター賞 優秀賞	Investigation of Photocatalytic Mechanism in the Dry Reforming of Methane Using a Solid-state Electrolyte Photoelectrochemical System

学生諸氏の受賞の記録 (2019-2020)



大岡山キャンパスマップ



①大岡山南 7 号館

8F 宮内、山口、生駒、磯部

7F 中島、松下(祥)、矢野

6F 松下(伸)、安田

5F 鶴見、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、柘植、松田
- ②合同棟 J3 棟
吉本
- ③G1 棟 林
- ④合同棟 J1 棟
川路、東(正)、笹川、山本、Das
- ⑤フロンティア材料研究所 R3 棟
神谷、原、真島、大場、中村、鎌田、
東(康)、片瀬、チャンドラ、熊谷
- ⑥創造研究実験棟 COE 棟
平松
- ⑦元素戦略研究センター S8 棟
細野、松石、北野



〒226-8503 横浜市緑区長津田町 4259



大岡山キャンパス 東京急行大井町線・目黒線（大岡山駅下車徒歩 1 分）
 すずかけ台キャンパス 東京急行田園都市線（すすかけ台駅下車徒歩 5 分）



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

東京工業大学 物質理工学院 材料系
 C群（無機材料分野）

発行日 2021年4月1日