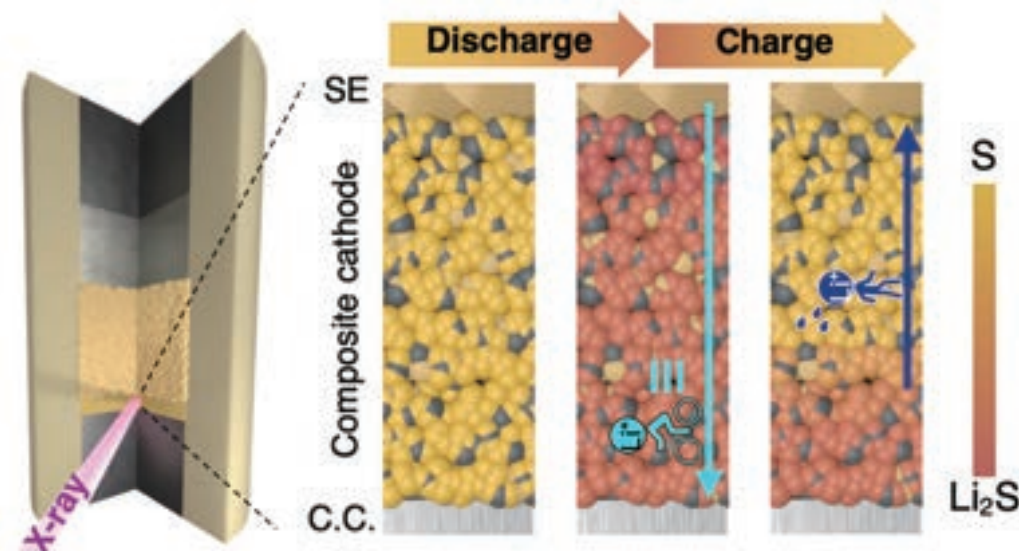


Visualizing asymmetric transport limitation in solid-state Li-S batteries with X-ray CT



全固体リチウム硫黄電池の内部反応を高解像度で可視化する手法を確立
—高速充放電とサイクル安定性を阻害する因子を解明—
(2025年10月24日プレスリリース) より



東北大学 多元物質科学研究所

研究所長 福山 博之

〒980-8577 仙台市青葉区片平2丁目1番1号
TEL : 022-217-5204 FAX : 022-217-5211
URL : <https://www2.tagen.tohoku.ac.jp>



INSTITUTE OF MULTIDISCIPLINARY RESEARCH
FOR ADVANCED MATERIALS TOHOKU UNIVERSITY

Director : Professor Hiroyuki Fukuyama
Address : 2-1-1, Katahira, Aoba-ku, Sendai 980-8577, JAPAN

X (旧ツイッター)
https://x.com/team_tagen

Facebook
<https://www.facebook.com/tagen.tohoku.ac.jp/>

Instagram
<https://www.instagram.com/tagenpr/>

YouTube チャンネル
<https://www.youtube.com/@tohokuuniversityimram4021>

Bluesky
<https://bsky.app/profile/tagen-tohoku-univ.bsky.social>

LinkedIn
<https://www.linkedin.com/company/tagen-tohoku-univ/>

メールマガジン
<https://www2.tagen.tohoku.ac.jp/magazine/>



沿革

1941 年 3 月	勅令第 268 号（官制）により選鉱製錬研究所 設置
1943 年 1 月	勅令第 54 号（官制）により科学計測研究所 設置
1944 年 1 月	勅令第 7 号（官制）により非水溶液化学研究所 設置
1949 年 5 月	国立学校設置法により、選鉱製錬研究所、科学計測研究所、非水溶液化学研究所は、それぞれ東北大学附置研究所となる
1990 年 6 月	文部省令により科学計測研究所が大部門制の組織に改組
1991 年 4 月	国立学校設置法の改正により、非水溶液化学研究所を反応化学研究所に改組
1992 年 4 月	国立学校設置法の改正により、選鉱製錬研究所を、素材工学研究所に改組
2001 年 4 月	素材工学研究所と科学計測研究所と反応化学研究所を再編統合し、多元物質科学研究所設置 (研究部・附属研究組織) 多元設計研究部門、多元制御研究部門、多元解析研究部門、融合システム研究部門、資源変換・再生研究センター、超顕微計測光学研究センター
2002 年 4 月	先導結晶化学技術寄附研究部門 設置（～ 2005 年 3 月）
2004 年 4 月	多元ナノ材料研究センター 設置（～ 2010 年 3 月）
2005 年 4 月	新産業創造物質基盤技術研究センター（阪大産研との連携事業）設置 先導結晶化学技術寄附研究部門 設置（～ 2007 年 3 月）
2006 年 4 月	有機ナノ結晶化学技術寄附研究部門 設置（～ 2009 年 3 月）
2007 年 1 月	先端圧電セラミックス寄附研究部門 設置（～ 2009 年 12 月）
2007 年 4 月	超顕微計測光学研究センターを廃止し、先端計測開発センターを設置 窒化物結晶寄附研究部門 設置（～ 2010 年 3 月） ポストシリコン物質・デバイス創製基盤技術アライアンスの発足（～ 2010 年 3 月）
2008 年 4 月	窒化物ナノ・エレクトロニクス材料研究センター 設置
2010 年 4 月	多元設計研究部門、多元制御研究部門、多元解析研究部門、融合システム研究部門を廃止し、有機・生命科学研究部門、無機材料研究部門、プロセスシステム工学研究部門、計測研究部門を設置 資源変換・再生研究センター、多元ナノ材料研究センター、新産業創造物質基盤技術研究センターを廃止し、サステナブル理工学研究センター、高分子・ハイブリッド材料研究センターを設置 物質・デバイス領域の共同利用・共同研究拠点（ネットワーク型）の構成機関となる
2012 年 4 月	窒化物ナノ・エレクトロニクス材料研究センターを廃止し、新機能無機物質探索研究センターを設置 希少元素高効率抽出技術拠点 発足（～ 2017 年 3 月）
2013 年 4 月	ナノ流体エンジニアリング共同研究部門 設置（～ 2016 年 3 月）
2016 年 4 月	物質・デバイス領域共同研究拠点（ネットワーク型共同利用・共同研究拠点）の発足、拠点本部となる
2018 年 4 月	サステナブル理工学研究センターを廃止し、金属資源プロセス研究センターを設置 非鉄金属製錬環境科学研究部門 設置（～ 2023 年 3 月）
2019 年 11 月	放射光次世代計測科学連携研究部門 設置（2020 年 7 月、国際放射光イノベーション・スマート研究センターへ移管）
2020 年 5 月	製鉄プロセス高度解析技術（JFE スチール）共同研究部門 設置（～ 2023 年 4 月）
2020 年 8 月	次世代電子顕微鏡技術共同研究部門 設置（～ 2024 年 3 月）
2021 年 4 月	先端計測開発センター、高分子・ハイブリッド材料研究センター、新機能無機物質探索研究センターを廃止し、マテリアル・計測ハイブリッド研究センターを設置
2023 年 4 月	デクセリアルズ x 東北大学「光メタセンシング共創研究所」設置（～ 2026 年 3 月） 非鉄金属製錬環境科学共同研究部門（第二期）設置（～ 2028 年 3 月）
2024 年 4 月	ソフトマテリアル研究センター 設置 日本電子 x 東北大学「高度マテリアル分析共創研究所」設置（～ 2028 年 3 月）
2025 年 5 月	三井金属 x 東北大学「未来創造材料共創研究所」設置（～ 2028 年 4 月）
2025 年 11 月	NanoFrontier x 日東紡 x 東北大学「ナノ材料でイノベーションを加速する共創研究所」設置（～ 2028 年 10 月）
2026 年 1 月	UBE x 東北大学「みらい創造技術共創研究所」設置（～ 2028 年 10 月）

もくじ

沿革	History	1
あいさつ	from Director	3
物質・デバイス領域共同研究拠点による 5 研究所間ネットワーク型共同研究事業の推進	Promotion of network-type collaborative research among 5 research institutes based upon the Joint Research Center of Materials and Devices	5
3GeV 高輝度放射光施設「NanoTerasu」		7
プロジェクト研究紹介	Research Projects	9
主な研究成果（プレスリリース、主な受賞・表彰、主なシンポジウム・講演会）	Research Results (Awards, Press Release, Symposium)	13
国際共同研究・教育活動	International Exchange Activities	17
概要	Outline	19
研究分野等	Laboratories	23
非鉄金属製錬環境科学共同研究部門	Collaborative Research Division of Non-ferrous Metallurgy and Environmental Science	24
デクセリアルズ x 東北大学 光メタセンシング共創研究所	Photonic Meta Sensing Co-creation Research Center	25
日本電子 x 東北大学 高度マテリアル分析共創研究所	Advanced Material Analysis Co-creation Research Center	26
三井金属 x 東北大学 未来創造材料共創研究所	Co-creation Research Center for Advanced Materials Shaping the Future	27
NanoFrontier x 日東紡 x 東北大学 ナノ材料でイノベーションを加速する共創研究所	NanoFrontier x Nittobo x Tohoku Univ. Co-creation Research Center for Accelerating Innovation with Nanomaterials	28
UBE x 東北大学 みらい創造技術共創研究所	UBE x Tohoku University Co-Creation Research Institute for Future Driven Technologies	29
研究分野紹介		
有機・生命科学研究部門	Division of Organic- and Bio-materials Research	30
無機材料研究部門	Division of Inorganic Material Research	37
プロセスシステム工学研究部門	Division of Process and System Engineering	48
計測研究部門	Division of Measurements	51
金属資源プロセス研究センター	Center for Mineral Processing and Metallurgy	62
マテリアル・計測ハイブリッド研究センター	Materials-Measurement Hybrid Research Center	73
ソフトマテリアル研究センター	Advanced Imaging and Modeling Center for Soft-materials (Tohoku AIMcS)	78
研究支援組織、技術室	Support Section, Technical Service Section	79
多元 C A F	TAGEN Central Analytical Facility	81
建物案内図・アクセス	Maps and Directions	82



あいさつ

多元物質科学研究所（以下、多元研）の所長として3年目を迎えました福山博之です。本研究所のさらなる飛躍に向けた最新の取り組みと、今年度の展望についてご紹介いたします。

創立 25 周年の節目を迎えて

多元研は今年、創立 25 周年という大きな節目を迎えます。これまでの四半世紀にわたる皆様のご支援に深く感謝申し上げます。この記念すべき年を祝し、本年9月には創立 25 周年記念式典を開催する運びとなりました。これを機に、当研究所が築いてきた「材料」「プロセス」「計測」の三位一体の研究体制を再確認し、次なる 25 年に向けたビジョンを学内外に発信してまいります。

国際卓越研究大学としての挑戦

東北大学が日本初の「国際卓越研究大学」に認定されたことを受け、多元研では世界トップクラスの研究者を招聘する戦略的人事案を推進してまいりました。その結実として、今年度、世界的に著名な Jürgen Janek 教授（固体電池）、Mauricio Terrones 教授（カーボンナノ材料）、および William F. DeGrado 教授（タンパク質デザイン）の3名が国際卓越教授として着任し、所内の「ブランチャボ」が本格的に始動いたしました。これらのブランチャボは、国際卓越教授と多元研の教員・学生が密に連携し、最先端の研究を有機的に推進する共創拠点です。異分野融合による知の創出を加速させることで、喫緊の社会課題を解決する「新研究センター構想」のエネルギー分野および健康・食糧分野の核として機能させてまいります。

研究基盤のさらなる高度化

運用開始から2年が経過した次世代放射光施設「ナノテラス」は、すでに多くの革新的な成果を生み出しています。多元研では、今年度も120時間の利用枠を確保しており、所員の皆様にはこの世界最高水準のインフラを最大限に活用し、独自性の高い研究が加速することを期待しています。

金属材料研究所と連携して設置した「東北先端顕微鏡センター（TCEM）」においても、クライオ電子顕微鏡を用いたソフトマテリアルの構造解析が着実に進展しています。これらの最先端研究基盤を軸に、東北大学が推進する「サイエンスパーク」の実現に向け、中核的役割を担い貢献してまいります。

東北大学多元物質科学研究所
研究所長

福山 博之

Institute of Multidisciplinary Research
for Advanced Materials,
Tohoku University
Director
Hiroyuki FUKUYAMA

産学連携とネットワーク型共同研究の展開

産学連携においては、昨年度、新たに NanoFrontier・日東紡および UBE との共創研究所が加わりました。これにより、合計5つの共創研究所が、共同研究部門とともに活発な産学連携活動を展開しています。これは、多元研が社会から求められる研究第一、実学尊重の研究所として高く評価されている証であり、今後も社会に貢献できるように気を引き締めて産学連携活動を展開します。

全国5つの附置研究所（北大電子研、東北大多元研、東京科学大化生研、阪大産研、九大先端研）から構成される「ネットワーク型共同研究拠点及びアライアンス事業」においても各研究所が拠点となり、また研究所同士が有機的に連携して創造的な共同研究を展開しています。「アライアンス」事業は今年度で5年目を迎え、本事業を永続的かつ発展的なものとするため、現在、基幹経費化に向けた申請を進めています。物質・材料科学の新たな学術領域の開拓と社会実装に向けた共同研究を、より強固な基盤の上で推進してまいります。

今後の展望

創立 25 周年という佳節に、3名の国際卓越教授の着任や産学連携体制の拡充、そしてアライアンス事業の新展開という大きな活力を得て、多元研は研究力の更なる向上と異分野融合を推進し、その成果を人類社会の持続的発展へと繋げていく決意です。

今後とも変わらぬご指導ご鞭撻を賜りますよう、心よりお願い申し上げます。

2026 年 4 月



Greeting from Director

I am Hiroyuki Fukuyama, and I have entered my third year as the Director of the Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials (IMRAM). I would like to introduce our latest initiatives aimed at further leaps for the Institute, as well as our outlook for this fiscal year.

Celebrating the 25th Anniversary Milestone

This year, IMRAM celebrates its 25th anniversary, a significant milestone. We extend our deepest gratitude for your support over the past quarter-century. To commemorate this occasion, we will hold a 25th Anniversary Ceremony in September. We will take this opportunity to reaffirm our "Trinity" research system—comprising Materials, Processes, and Measurement—and transmit our vision for the next 25 years to those both inside and outside the university.

Challenges as a University for International Research Excellence

Following Tohoku University's designation as Japan's first "University for International Research Excellence (UREX1)," IMRAM has been promoting a strategic personnel plan to recruit world-class researchers. As a result, three world-renowned professors—Professor Jürgen Janek (solid-state batteries), Professor Mauricio Terrones (carbon nanomaterials), and Professor William F. DeGrado (protein design)—have arrived as International Distinguished Professors, and their "Branch Labs" have begun full-scale operations within the Institute. These Branch Labs serve as cutting-edge hubs where distinguished researchers collaborate closely and co-create organically with our faculty and students. By accelerating the creation of knowledge through interdisciplinary fusion, these labs will function as the core of our "New Research Center Initiative," specifically within the energy, health, and food sectors, to solve urgent social issues.

Further Advancement of Research Infrastructure

Two years have passed since the next-generation synchrotron radiation facility, "NanoTerasu," began operations, and it is already producing many innovative results. This year, the Institute has secured 120 hours of utilization time. I expect all members of the Institute to maximize the use of this world-class infrastructure to accelerate highly original research. At the Tohoku Center of Excellence for Microscopy (TCEM), established in collaboration with the Institute for Materials Research (IMR), structural analysis of soft materials using cryo-electron microscopy is progressing steadily. Using these state-of-the-art foundations as an axis, we will play a central role in contributing to the realization of the "Science Park" promoted by Tohoku University.

シーズのランドマーク

4本の曲線は、4つの研究部門・センターとそれぞれ、物理、化学、生物、材料を表しています。DNAの染色体にも似たその触手は、力強く天へと伸び、緑の球体で表す地球とこれからの社会を、多元物質科学研究所が支えている様を表しています。全体として、IMRAMの頭文字、「i」を象徴としています。

Development of Industry-Academic Collaboration and Networks

In terms of industry-academic collaboration, new Co-creation Research Centers with NanoFrontier/Nittobo and UBE were added last fiscal year. Consequently, a total of five Joint Research Laboratories, along with the Joint Research Division, are actively conducting research activities. This serves as proof that IMRAM is highly regarded by society as an institute that prioritizes "Research First" and "Practice Oriented Research and Education". We will continue to expand our industry-academic activities to contribute to society.

In the "Network Joint Research Center and Alliance Project," composed of five affiliated institutes across Japan (Hokkaido University RIES, Tohoku University IMRAM, Science Tokyo RIST, Osaka University ISIR, and Kyushu University IMCE), each institute acts as a hub while collaborating to develop creative joint research. The "Alliance" project has reached its 5th year. To make this project permanent and developmental, we are currently applying for its transition to a core budgetary expenditure (Kikan-Keihi). We will promote joint research for the creation of new academic fields and social implementation in materials science on an even stronger foundation.

Future Outlook

On this 25th anniversary, empowered by the arrival of three International Distinguished Professors, the expansion of our industry-academic collaboration system, and new developments in the Alliance project, IMRAM is determined to further improve its research capabilities, promote interdisciplinary fusion, and connect those results to the sustainable development of human society. We sincerely ask for your continued guidance and encouragement.

April 2026
Director Hiroyuki FUKUYAMA



物質・デバイス領域共同研究拠点による
5 研究所間ネットワーク型共同研究事業の推進

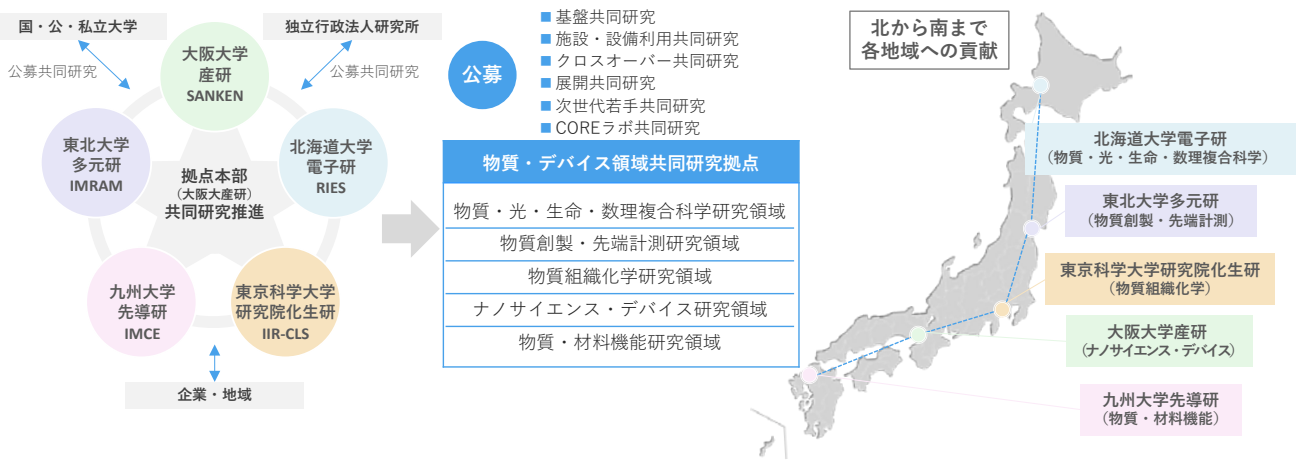
Promotion of network-type collaborative research among 5 research institutes based upon the Joint Research Center of Materials and Devices

「物質・デバイス領域共同研究拠点」は、北海道大学電子科学研究所（北大電子研）、東北大学多元物質科学研究所（東北大多元研）、東京科学大学総合研究院化学生命科学研究所（東京科学大研究院化生研）、大阪大学産業科学研究所（阪大産研）、九州大学先端物質化学研究所（九大先端研）が参画し、2010 年度に発足した先駆的なネットワーク型共同研究拠点のひとつです。共同研究拠点は、ボトムアップ型一般共同研究を中心に、全国の国公立大学、高専、国立研究機関や企業に所属する研究者からの共同研究を推進しております。この間、国立大学の機能強化への寄与も視野に入れ、研究力強化、イノベーション創出、若手人材育成、グローバル化にも積極的に取り組み、2015 年度の文部科学省による期末評価ではネットワーク型拠点として唯一“S”評価を獲得しました。また第 1 期 6 年間は阪大産研を本部として活動してきましたが、2016 年度からの第 2 期は東北大多元研が本部を務め、2018 年度の中間評価および 2021 年度の期末評価で“S”評価を得ました。2022 年度から、阪大産研に本部を移し、今日まで活動を行っています。共同研究拠点がスタートしてからの 16 年間で 7,500 件を超える共同研究を推進し、国内外の研究者コミュニティから大きな支持を頂いております。

2022 年 4 月より第 3 期がスタートし、第 1 期からの『基盤共同研究 (旧一般共同研究)』及び『施設・設備利用共同研究』に加え、異なった研究軸を組み合わせる異分野融合研究へと発展させ、新しい研究の創造へとつなげていく『クロスオーバー共同研究』、基盤共同研究成果をさらに発展させ、ネッ

トワーク型拠点を形成する他研究所教員との連携により幅広い研究発展を目指す『展開共同研究』、共同研究を通じて主に地域大学、国公立大学に在籍する優れた才能を有する大学院生、大学生等、学生を PI (Principal Investigator) として採択する『次世代若手共同研究』、そして優れた若手研究者が積極的に融合型研究を推進する『CORE ラボ共同研究』など多彩な共同研究を企画・運営し、より充実した共同研究活動を展開しております。いずれのプログラムも、研究成果のみならず、その成果を生み出す情熱に満ちた研究者を育てる「人材育成」を拠点・アライアンス事業における大きなテーマのひとつとしています。2023 年 4 月には、多元研内に「多元物質科学研究所共同研究拠点室」を設置し、新たに 1 名の特任教授を迎え入れ、万全な体制で「物質・デバイス領域共同研究拠点」を推進しています。多くの研究者がこの拠点を積極的に活用し、新たなネットワークを広げて頂けることを願います。また本ネットワーク型共同研究拠点が支援を行った学協会等の研究者コミュニティは約 510、総参加者数はのべ約 15,800 名を超え、関連研究分野および関連研究者コミュニティの発展に大きく貢献しています。更に 2018 年 3 月には同じネットワーク型共同研究拠点である放射線障害・医科学研究拠点、生体医歯工学共同研究拠点と緩やかな連携に関する協定を締結し、より広いコミュニティへの貢献を目指しております。

ネットワーク型共同研究拠点事業

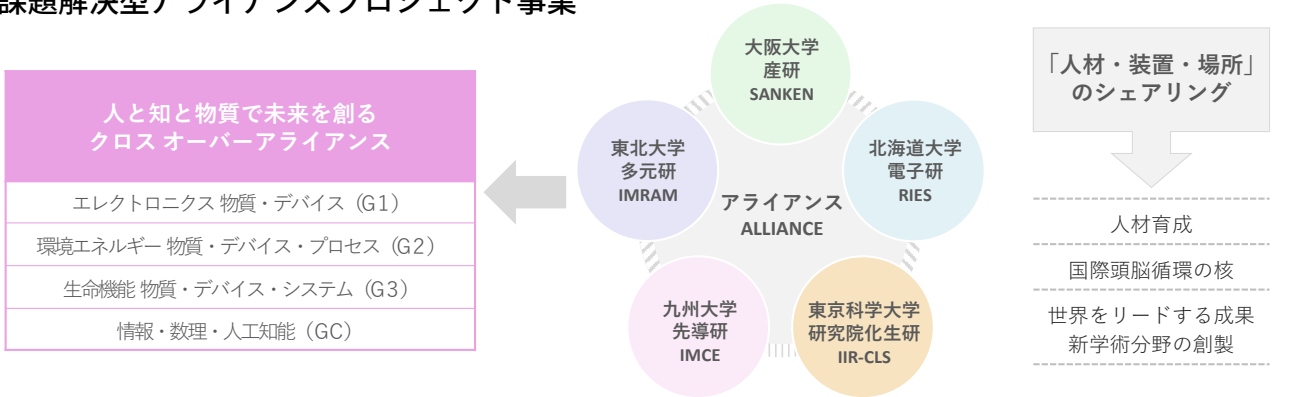


一方、【課題解決型アライアンスプロジェクト事業】においては、「人・環境と物質をつなぐイノベーション創出ダイナミック・アライアンス」を 5 研究所間の連携プロジェクトとして推進してきました（2010 年度に 5 研究所でスタートしたアライアンス事業から数えて 2 期目のプロジェクトであり、2016 年度からの事業）。日本を北から南まで縦断する形で「人材・装置・場所のシェアリング」を特徴とし、21 世紀において安全安心で質の高い生活のできる社会の実現に要求される 3 つの課題解決型プロジェクトとして、1) エレクトロニクス 物質・デバイス (G1)、2) 環境エネルギー 物質・デバイス・プロセス (G2)、3) 生命機能 物質・デバイス・システム (G3) を戦略的に設定し、研究所横断型の共同研究を推進しています。2022 年 4 月より、第 3 期「人と知と物質で創るクロスオーバーアライアンス」がスタートし、上記 G1 ～ G3 グループに加えて 2022 年 4 月に 4) 情報・数理・人工知能に関するグループ (GC) を設置し、各グループ間のクロスオーバーによる社会課題解決に向けた新たな取り組みをスタートさせました。クロスオーバーアライアンス推進のための組織改革の一環として 2022 年 4 月に CORE² 協働センターを東北大多元研内に設置し、アライアンス研究管理部門

(AORA) およびアライアンスキャピタル部門 (ACMO) に 2 名の特任教授を迎え入れました。2024 年 4 月には、アライアンス研究管理部門をアライアンス研究連携部門 (AORC) に改組するとともに、東工大（現：東京科学大）に「アライアンス東京サテライト」を設置し、新たに 2 名の特任教授を迎え入れ、更に万全の体制でアライアンス事業を推進しています。5 研究所 4 グループに所属する PI は約 150 名に上り、若手研究者等を含めた常勤教員数の総勢は 400 名を超える規模を有しています。また、クロスオーバーアライアンス事業は、ネットワーク型「物質・デバイス領域共同研究拠点」と相補的かつ密接な連携を図り、社会課題の解決に向けた『CORE²-A ラボの設置』、『若手 FS 研究課題』など、多様なプログラムを企画・運用しています。

このように、5 つの国立大学法人研究所が、各々の得意分野で相互に連携・ネットワークを組み相補的・協力的な体制を取る、という大掛かりな共同研究拠点およびクロスオーバーアライアンス事業は他に類例がなく、物質・デバイス・システム創製基盤技術を格段に進展させ、安全安心で質の高い生活のできる社会実現へ大きく寄与することが期待されています。

課題解決型アライアンスプロジェクト事業



ロゴの制定について

2018 年 3 月、物質・デバイス領域共同研究拠点、ダイナミック・アライアンスでは、それぞれのロゴを制定しました。物質・デバイス領域共同研究拠点は「協力しあいながら高めあう」を、ダイナミック・アライアンスは「ダイナミックな発信」を、それぞれモチーフとして、5 色のパーツからなる一貫性のある図形で表現しています。シンプルな図形と略語 (NJRC、Five-Star) からなるパターン (カラー、モノクロ) と、ロゴタイプと組み合わせたコンビネーションパターンを準備しました。2022 年度よりスタートした第 3 期「物質・デバイス領域共同研究拠点事業」および「クロスオーバーアライアンス」においても両ロゴを引き続き使用し、本拠点、アライアンスに係る成果発表や情報発信などの際に活用していただけます。



3GeV 高輝度放射光施設「NanoTerasu」

世界トップクラスの性能を誇る高輝度放射光施設

(文責：矢代航)

東北大学青葉山新キャンパス内に整備された 3GeV 高輝度放射光施設「NanoTerasu (ナノテラス)」は、2024 年度より、コアリションビームラインを中心とした本格的な運用を開始しました。現在、NanoTerasu は学术界と産業界との連携をさらに深め、共創による新たな研究基盤として、その存在感を高めています。軟 X 線領域において、NanoTerasu の光源は、兵庫県西播磨に位置する大型放射光施設「SPring-8」と比較して、約 100 倍の輝度を誇ります。加えて、光のコヒーレン

ス性においても世界トップクラスの性能を実現しており、これにより、軽元素材料の微細構造イメージングや遷移金属元素の化学状態解析など、各分野における最先端研究を加速させています。材料科学にとどまらず、生命科学、医工学、農学、環境科学といった学際的な領域においても、NanoTerasu の活用が広がりつつあります。また、青葉山新キャンパスでは、関連研究拠点も稼働を開始しており、産学連携の推進、人材育成、国際共同研究の拠点として機能しています。

イノベーション創出を支える整備・運用方針

NanoTerasu は、学术界と産業界の「両輪」でイノベーションを創出する新しい研究基盤として、従来とは異なる先進的な整備・運用方針に基づき構築されました。その中核となるのが、「コアリション・コンセプト (有志連合)」による共同運営体制です。2017 年には量子科学技術研究開発機構が国の主管機関に指定され、翌 2018 年には、東北大学をはじめ、光科学イノベーションセンター、宮城県、仙台市、東北経済連合会が地域パートナーとして参画しました。官民地域が連携した新しいパートナーシップのもと、持続可能な研究・開発基盤が整えられました。特に注目されるのが、

「企業と研究者がパートナーとして共同で出口を見据えた研究開発を行う」という新たな研究スタイルです。これにより、企業の課題解決と学術研究の深化を同時に実現し、製品化や実証実験へとつながる「リサーチコンプレックス」の形成が進められています。この研究と技術のハブとして、2019 年に多元物質科学研究所を母体の一つとする本部直轄のセンターとして「国際放射光イノベーション・スマート研究センター (SRIS)」が設立され、放射光計測技術の高度化および多分野への応用展開が進められています。

表 1. 7 本のコアリションビームラインと計測手法のラインナップ

		測定法	測定法 (アドバンスド)
BL07U		軟 X 線吸収分光 軟 X 線光電子分光	共鳴軟 X 線非弾性散乱 ナノ X 線光電子分光
BL08U		軟 X 線光電子分光 軟 X 線吸収微細構造	雰囲気軟 X 線光電子分光 オペランド軟 X 線吸収微細構造
BL08W	XRD (ブランチ)	粉末 X 線回折 汎用 X 線回折	表面 X 線回折 In-situ X 線回折
	SAXS (ブランチ)	小角 X 線散乱 広角 X 線散乱・回折 斜入射小角・広角散乱・回折	
	XAFS (メイン)	テンダー X 線吸収微細構造 硬 X 線吸収微細構造	
BL09W		白色 X 線 - コンピューター断層撮影 白色 X 線イメージング	大視野単色コンピューター断層撮影 4 次元コンピューター断層撮影
BL09U		硬 X 線光電子分光法	
BL10U		単色 X 線コンピューター断層撮影	マイクロビーム蛍光マッピング マイクロビーム X 線回折 マイクロビーム小角 X 線散乱 超小角 X 線散乱 X 線光子相関分光 コヒーレント回折イメージング (タイコグラフィ)
BL14U		軟 X 線吸収分光 軟 X 線磁気円二色性分光	軟 X 線イメージング 走査型透過軟 X 線顕微鏡

コアリションビームラインと創出された成果

NanoTerasu の初期整備では、国による 3 本のビームライン (共用ビームライン)、地域パートナーによる 7 本のコアリションビームライン、計 10 本が建設されました。SRIS は、コアリションビームラインの設計・整備・活用において、サイエンス面から中核的な支援を担っており、これまでに光源特性を活かすユーザー主体のビームラインコンセ

プトを提案してきました。表 1 は、初期整備 7 本のコアリションビームラインのラインナップを示しています。ビームラインの横断的な活用によって、これまで複数の施設の放射光をまたぐ必要のあったデータセットを、NanoTerasu の中で収集することが出来るようになります。一部のビームラインでは分岐 (ブランチライン) を活用し、ハイスループット計測、

メールイン測定、リモート計測などのニーズに応えるため、ロボット自動計測のエンドステーションの導入が検討されています。メインビームラインは、複雑かつ挑戦的な計測も可能な多機能エンドステーションです。

コアリションビームラインでは、2024 年度中から、テンダー X 線タイコグラフィによる世界最高空間分解能の達成や、世界初の完全大気圧下での軟 X 線光電子分光測定の実現など、すでに高いインパクトの学術論文成果が発表されています。2025 年度は、広帯域 (テンダー X 線～硬 X 線) X 線タイコグラフィなどの新たな計測システムが開発されただ

けでなく、応用分野においても、次世代の半導体デバイス、スピントロニクスデバイス、触媒などの開発につながるインパクトの高い成果が次々に創出されました。さらに、2025 年 11 月には、東北大学が中心となって BL09U に整備を進めてきた蛋白質結晶構造解析ステーション (MX-ES) の運用も開始され、メールイン全自動測定、大規模計算科学計算システムスーパーコンピュータ AOBA による即時解析が可能になっています。多元物質科学研究所などに設置されているクライオ電子顕微鏡と合わせて、アカデミア創業の発展に大きく貢献すると期待されています。

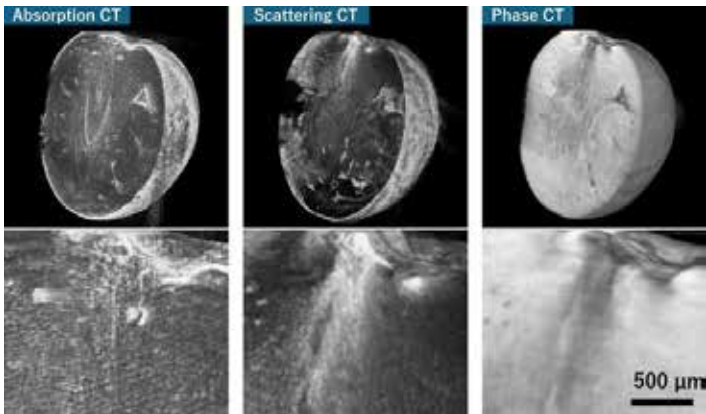


図 1. X 線回折格子干渉法により得られた未成熟ミニトマツの CT 像 ((左) 吸収像、(中) 散乱像、(右) 位相像)

以下は、新たな計測システムの例として、マルチポールウィグラービームラインの一つである BL09W における成果について紹介します。このビームラインにおいては、約 30 keV をカットオフとする大面積 (水平約 50 mm × 鉛直約 4 mm) ビームで X 線イメージング実験が行えます。図 1 は NanoTerasu の高輝度性を活かした実験の例で、X 線回折格子干渉法により取得した CT 像です。図 2 および図 3 は、NanoTerasu の放射光の明るさを最大限に活かした計測システムの例で、図 2 は試料回転なしでサブミリ秒時間分解能の 4D (3D + 時間) X 線 CT が実現できるテーブルトップ型マルチビーム CT 装置、図 3 はハイスループットでミリ秒オー

ダー時間分解能が実現できる試料高速回転 4D X 線 CT 装置です。BL09W に立ち上げられたこれらの 4D X 線 CT 装置は、世界的に例のない独創的な着想によるもので、前人未踏の時間分解能が実現できることから、現在、様々な学術コミュニティ、企業などから注目を集めています。

このようにコアリションビームラインは、大学・研究所・企業・公的機関が連携し設計・運用する「共創型科学基盤」の象徴であり、多元物質科学研究所は、SRIS と緊密に連携しながら、研究支援・技術開発・人材育成に今後も継続的に貢献していきます。



図 2. 試料回転なしサブミリ秒時間分解能 4D X 線 CT のためのテーブルトップ型マルチビーム光学系の写真 (左) および光学素子 (右上) と原理実証の結果 (タングステンワイヤーの三次元 CT 再構成像) (右下)



図 3 ミリ秒オーダー時間分解能の試料高速回転 4D X 線 CT 装置 (試料オートチェンジャーによりハイスループット撮影が可能)

"Nonlinear Response through Chemical Control of Ion and Molecular Fluctuations"
sponsored by JST-CREST(Core Research for Evolutional Science and Technology) Program"Creation of Functional Materials through Introduction/Control of Fluctuations".

現代の高度情報化社会において、AI や IoT の爆発的な普及に伴い、計算資源の消費電力増大が世界的な課題となっています。従来のシリコンベースの無機半導体技術は、微細化と高速化において限界に達しつつあり、特に「脳」のように低消費電力かつ柔軟に情報を処理する新しいデバイスの創設が切望されています。本 CREST プロジェクトでは、物質の

三態（固体・液体・気体）の中間に位置する「プラスチック結晶（柔粘性結晶、PC）」に着目しました（図1）。その熱的な「ゆらぎ」を高度に制御することで、これまでにない外場応答を備えた有機材料の設計原理を確立することを目指しています。

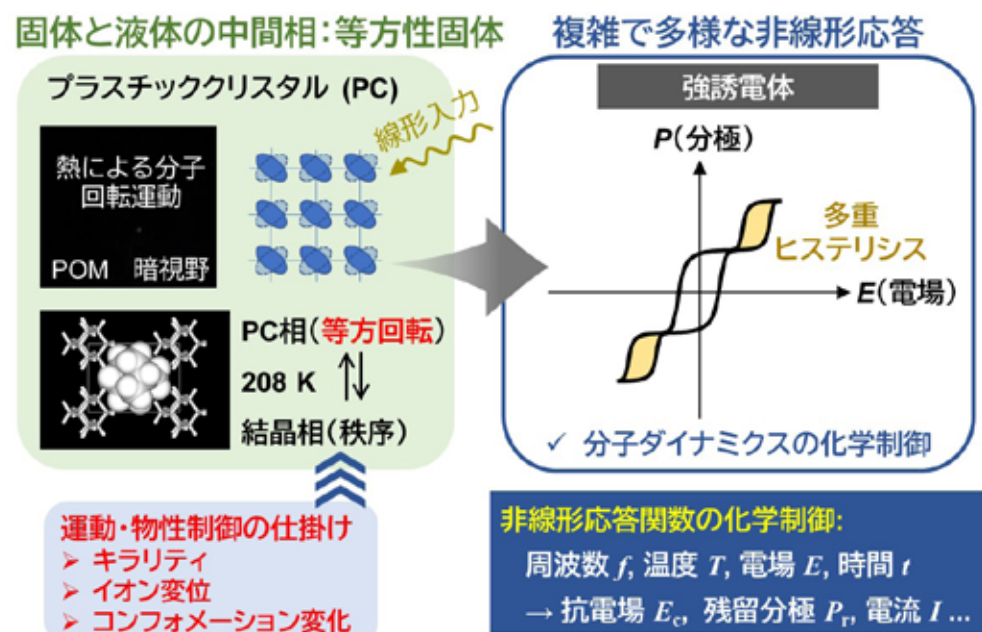


図1 プラスチック結晶への化学的な仕掛けの導入から実現する非線形応答材料とその化学制御

生体システム、特に人間の脳や神経系は、熱的にゆらぎながら不安定な構造を持ちつつも、極めて効率的に複雑な情報の処理や学習を行っています。現在のデバイス開発において求められているのは、このような生体模倣型の効率的な情報処理アルゴリズムと、それを支える材料の構築です。ここで私たちが注目するのが「プラスチック結晶（PC）相」です。PC 相は、分子の重心位置は結晶格子に固定されているが、分子自体の配向が液体のように自由に回転しているという、特異なダイナミズムを内包した「液体のような固体」です。これまでの材料科学では、このような分子の「ゆらぎ」は物性の不安定化要因として避けられる傾向にありました。しかし本研究では、この熱的なダイナミクスこそが、外部刺激に対して複雑な反応を返す「非線形応答」の源泉になると考えています。この熱的なダイナミクスを外場でいかに秩序化させ、無機材料では困難な革新的機能へと変換できるかという問いが、本研究の核心をなしています。

本研究の目的は、PC 分子の回転運動をナノレベルの

「化学的な仕掛け」で制御し、マクロな応答関数を自在にデザインすることにあります。そのアプローチは、以下の三つの柱で構成されています（図2）。分子の回転を単に許容するだけでなく制御するために、以下の要素を分子設計に組み込みます。電場に対して敏感に反応する「極性」を持たせること。分子に「右手と左手」のような回転の非対称性（キラリティ）を持たせ、特異な高次構造や応答を誘起すること。分子の「折れ曲がり方」や「形」の変化（コンフォメーション変化）を回転運動と連動させ、多段階の応答を創出すること。さらに、材料の多様性を劇的に拡張するため、本研究では「メカノケミカル混晶」の手法を導入します。ボールミル等を用いて物理的に異なる分子を強制的に混ぜ合わせることで、通常の溶液法や熔融法では分離してしまうような組み合わせであっても、単一の相として混じり合った「混晶（固溶体）」を作製します。これにより、自然界には存在しない準安定な PC 相を創出し、組成比によって物性を連続的にチューニングするプロセスを確立いたします。

これらの材料を、エッジ AI 向けの「物理リザーコンピューティング」素子として検証します。これは、材料自体が持つ複雑な物理現象を計算の一部として利用する手法であり、次世代の超省エネ演算素子としての基盤を構築するものです。本プロジェクトは単なる材料開発に留まらず、分子レベルの動的挙動とマクロな物性を結びつける新しい学問領域を拓くことを目的としています。結晶と液体の両面を持つ PC 相において、分子の回転ダイナミクスがいかにして「強誘電性」や「メモリスタ特性」として現れるのか、その物理的メカニズムを詳細に解明します。誘電分光や構造解析、さらには第一原理計算を組み合わせることで、電場に対する周波数応答、温度依存性、抗電場、残留分極といった諸特性が、分子のどの部位のどのような運動に対応しているのかを明らかにします（図3）。これにより、非線形応答の「分子設計指針」を世界に先駆けて提示する計画です。本研究がもたらす成果は、将来の社会インフラを支えるエレクトロニクス技術にパラダイムシフトをもたらします。複雑な非線形応答を持つ PC 材料をそのまま計算素子（リザーバー層）として用いることで、ソフトウェアによる従来の計算よりも圧倒的に低消費電力で動作する AI チップが実現します。これにより、ネットに接続することなくデバイス末端（エッジ）でリアルタイムに音声認識や画像解析、異常検知を行う「知能型 IoT

デバイス」の普及が加速されます。さらに、外部からのわずかな刺激に対し自律的に反応を変えたり、過去の刺激を学習して感度を調整したりする「賢い材料」の創出が可能となります。これは、環境の変化を鋭敏に察知して自ら最適化する高度な防災センサーや、生体親和性の高いヘルスケアモニタリング技術への展開が期待されるものです。また、有機材料ならではの「軽量性」「柔軟性」「低環境負荷」という強みを活かしつつ、低電圧で駆動し、かつ一つのセルに複数の情報を保持できる多値メモリの基盤技術を創出いたします。

本プロジェクトは、有機化学、物性物理学、そして情報科学の境界領域に位置する挑戦的な試みです。物質の持つ「ゆらぎ」を排除するのではなく、積極的に活用するという新しい哲学に基づき、自然界の知能に近い材料を作り出します。この取り組みを通じて、脱炭素社会の実現に不可欠な「超省エネ情報処理技術」を提供するとともに、日本の材料科学の世界的競争力をさらに高めることをめざします。

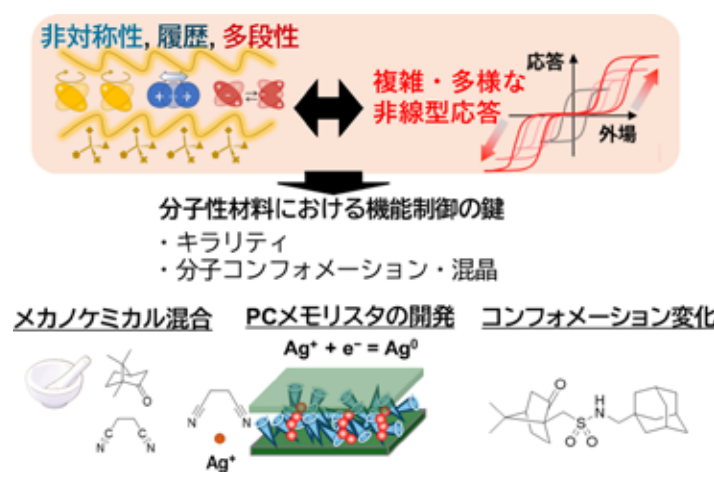


図2 非線形応答を実現するための分子設計とプロセスの指針。

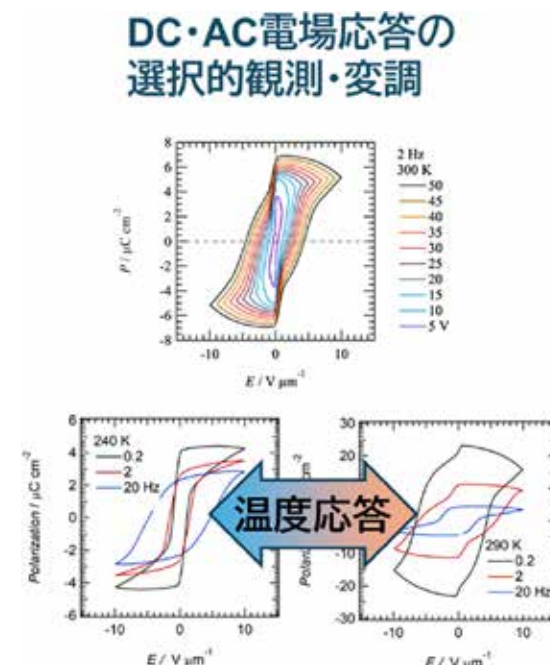


図3 電場や温度による非線形応答のダイナミックな制御の例。



芥川 智行
Tomoyuki AKUTAGAWA

マテリアル・計測ハイブリッド研究センター
ハイブリッド材料創製研究分野 教授

"Creation of the artificial organelle "Metallosome" for controlling and understanding biological phenomena" sponsored by JST FOREST (Fusion Oriented Research for disruptive Science and Technology) program

細胞機能分子化学研究分野の小和田俊行准教授は、JST 創発的研究支援事業に研究課題「人工オルガネラ「メタロソーム」の創製に基づく生命現象の制御と理解」が採択されました。本研究では、細胞内金属イオンの貯蔵・放出を光刺激で制御可能な人工オルガネラ「メタロソーム」を創出し、細胞内生体金属の革新的な摂動法・解毒法の開発を目指します。

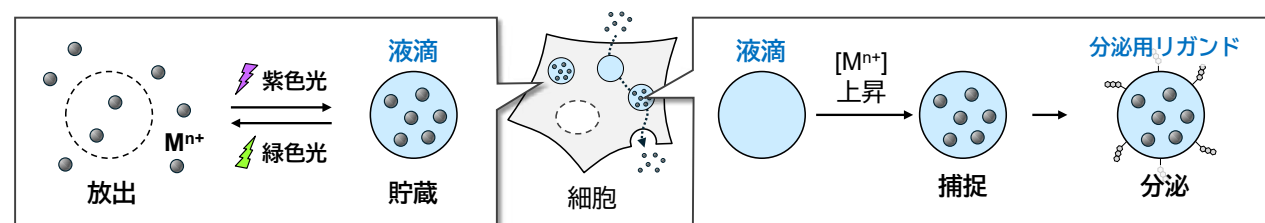
生体内にはさまざまな必須金属元素が存在しますが、中でも亜鉛イオンは、カルシウムイオンと同様にシグナル伝達物質として機能します。例えば、免疫細胞の一種であるマスト細胞で観察される亜鉛ウェーブでは、抗原刺激に応答して小胞体から亜鉛イオンが放出され、その結果、サイトカインの転写が亢進されます。また、亜鉛の欠乏や過剰摂取は、アルツハイマー病や2型糖尿病などの疾患リスクと関連することから、亜鉛の生理的意義を理解することは重要です。

一方で、亜鉛シグナル研究は依然として発展途上にあり、亜鉛イオン濃度の動的変動にตอบสนองして機能する蛋白質やその制御機構については、十分に解明されていません。細胞内亜鉛イオンの機能解析には、金属キレーターやイオノフォア、ケージド化合物などを用いた摂動法が広く用いられています。これらは細胞内亜鉛イオンの除去や放出を可能にする強力な手法ですが、その多くは不可逆的な制御にとどまります。

金属イオンを介したシグナル伝達を詳細に解析するためには、金属イオン濃度を単に増減させるだけではなく、その動的变化を可逆的に制御できる技術が求められます。

そこで本研究課題では、細胞内金属イオン濃度を可逆的に制御する人工的な金属貯蔵体として、「人工メタロソーム」を創出します。具体的には、光応答性小分子と多量体蛋白質を利用し、細胞内における液滴形成の光制御技術確立します。この液滴を金属イオンの一時的な貯蔵場として機能させることで、金属イオンの捕捉と放出を光刺激により可逆的に操作するシステムを構築します。これにより、従来法では困難であった金属イオン濃度の動的摂動を実現し、亜鉛シグナルをはじめとする金属イオン依存的な生命現象の理解を目指します。

さらに本研究では、人工メタロソームの応用として、細胞内で有害金属イオン濃度が上昇した際に、それらを選択的に捕捉し、細胞外へ排出するシステムの構築にも取り組みます。これにより、金属イオンの「観察」にとどまらず、「貯蔵」「放出」「排出」を可能にする人工オルガネラ技術確立し、金属イオンが関与する生命現象の理解と制御に新たな基盤を提供します。



小和田 俊行
Toshiyuki KOWADA

有機・生命科学研究部門
細胞機能分子科学研究分野 准教授

"Absolute Control of Catalytic Reaction Mechanisms Based on Atomically Precise Design of Metal Nanoclusters" sponsored by JST FOREST (Fusion Oriented REsearch for disruptive Science and Technology) program

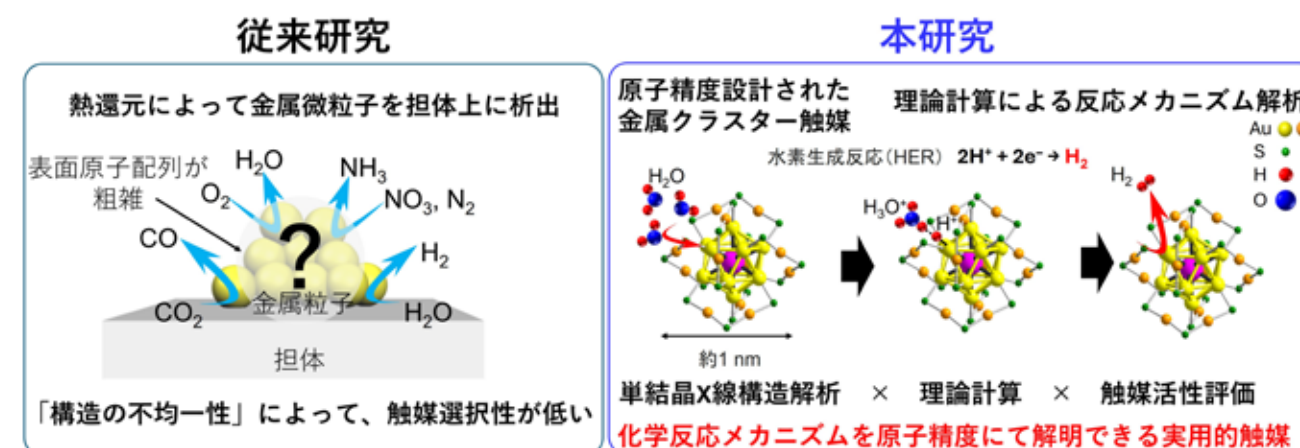
精密無機材料化学分野の川脇徳久准教授は、JST 創発的研究支援事業の2025年度新規研究課題（古原パネル）に創発研究者として採択され、2025年10月より新しい研究課題に取り組んでいます。採択課題名は「金属微粒子の原子精度設計に基づく触媒反応素過程の完全制御」です。本事業は、既存の枠組みにとらわれない自由で挑戦的な研究を最長7年間にわたり長期的に支援する制度であり、本研究では「原子精度での物質設計」という独自のアプローチから、カーボンニュートラル社会の実現に向けた破壊的イノベーションを目指しています。

現代社会において、化石資源は単なる燃料に留まらず、プラスチックや医薬品、農業などの不可欠な原料となっています。しかし、その使用に伴う二酸化炭素（CO₂）排出は地球温暖化の主要因であり、持続可能な社会構築のためにはCO₂を直接的な原料として有用化合物へと変換する技術が不可欠です。特に、再生可能エネルギー由来の電力を用いた「CO₂電解還元」や太陽光を利用した「光触媒CO₂還元」が注目されていますが、反応性の低いCO₂を効率よくアップヒル反応（エネルギーを加えて付加価値を高める反応）させるための革新的な『触媒』の開発が最大の障壁となっています。

従来の触媒研究では、CO₂から多種多様な化合物を得られる特異な金属として、銅（Cu）が世界的に研究されてきましたが、特定の高付加価値生成物を狙い通りに合成する技術は未だ確立されていません。これまでの手法は、ナノ構造の比表面積向上や特定の結晶面の利用といった「マクロな調整」に留まっていた。これに対し、本研究では、「金属単原子」や数個から数十個の原子で構成される「金属クラスター」に着目しました。

本研究の戦略では、原子数を1個単位で揃えた金属クラスターを合成し、特定の原子のみを露出させた「活性サイト」を意図的に作り出します。このような精密な設計により、CO₂の吸着・脱離・反応という一連の素過程を原子精度で制御することが可能となり、既存の触媒では到達し得なかった圧倒的な生成選択性の実現が期待されます。

今後は、メタノールやエチレンといった市場価値の高い化合物に加え、将来的には排水や排ガスに含まれる硝酸塩や窒素酸化物等と組み合わせた新たな基礎化学品製造にも取り組み、化石資源に完全に依存しない循環型社会の実現に挑みます。



川脇 徳久
Tokuhisa KAWAWAKI

無機材料研究部門
精密無機材料化学研究分野 准教授

主な研究成果
 (2025 年度の研究成果プレスリリースより)

2025.04.09	反強磁性準結晶の存在を初めて明らかに！ ～周期を持たない長距離反強磁性秩序を発見～ A New Era in Materials Science: Antiferromagnetic Quasicrystals Unveiled <i>Nature Physics</i> , DOI: 10.1038/s41567-025-02858-0, 佐藤卓	Green Material
2025.04.21	バルクでは磁石につかない物質を原子層厚の薄膜で磁石に変換 一次世代スピントロニクスへの応用に期待― Turning Non-Magnetic Materials Magnetic with Atomically Thin Films <i>Nature Communications</i> , DOI: 10.1038/s41467-025-58643-3, 組頭広志	Green Material
2025.04.25	次世代形状記憶合金の原子配列と原子の動きの観察に成功 ―より高性能の合金開発の指針に― <i>Journal of Alloys and Compounds</i> , DOI: 10.1016/j.jallcom.2025.180158, 西堀麻衣子, 二宮翔	Measurement
2025.04.30	高輝度放射光を用いて高温超伝導体中の電子の振動を解明 超伝導発現機構の解明や転移温度を高める手がかりになると期待 <i>Physical Review B</i> , DOI: 10.1103/PhysRevB.111.165141, 鈴木博人	Green Material
2025.05.12	血糖値測定用の電極を開発 血液ガス分析装置の小型化に貢献する貴金属フリーかつ夾雑物除去機構フリーのグルコースセンサー <i>ACS Electrochemistry</i> , DOI: 10.1021/acselectrochem.5c00045, 西原洋知	Green Material Green Life
2025.05.15	PTFE のマテリアル・リサイクル法の提案 一塩との混合で、強固な分子鎖集合をゆるませることに成功― <i>Bulletin of the Chemical Society of Japan</i> , DOI: 10.1093/bulcsj/uoa0f029, <i>Journal of Physical Chemistry B</i> , DOI: 10.1021/acs.jpcb.5c01148, 加納純也	Green Process
2025.05.16	次世代形状記憶合金の相変態機構を解明 ～形状回復とエネルギー吸収性能を活かした応用に期待～ <i>Acta Materialia</i> , DOI: 10.1016/j.actamat.2025.121054, 西堀麻衣子, 二宮翔	Measurement
2025.05.19	―「隠れた色素」の働きを解読― クリプトクロム光受容タンパク質による 光応答シグナル伝達の中間体構造を解明 <i>Science Advances</i> , DOI: 10.1126/sciadv.adu7247, 南後恵理子	Green Life
2025.05.21	薬剤を 2,000 倍濃縮して閉じ込める！ ～新しい薬剤キャリア（無機ナノ粒子カプセル化技術）を開発～ <i>Small</i> , DOI: 10.1002/smll.202502573, 谷地赳拓, 三友秀之（研究当時）	Green Process
2025.05.23	抗がん剤カルボプラチンによる新たな転移リンパ節治療法を確立 ―リンパ系送達法の最適化で長期抑制効果― <i>Scientific Report</i> , DOI: 10.1038/s41598-025-99602-8, Arunkumar Dorai	Green Material
2025.05.26	ぐるぐる回る分子の“向き”と“形”を制御した電気応答を実現 一従来より高密度に情報記憶できる素子への応用に期待― <i>Journal of the American Chemical Society</i> , DOI: 10.1021/jacs.5c04778, 出倉駿, 芥川智行	Green Life
2025.05.28	構造変換機能を示す三回対称性の超分子集合体開発に成功 ―センサー、メモリ、省エネデバイスなどへの応用展開に期待― <i>Journal of the American Chemical Society</i> , DOI: 10.1021/jacs.5c02529, 笠原遥太郎, 出倉駿, 芥川智行	Green Life
2025.05.29	Digital Discovery Unlocks Durable Catalyst for Acidic Water Splitting <i>Journal of the American Chemical Society</i> , DOI: 10.1021/jacs.5c04079, 雨澤浩史	Green Material
2025.06.02	革新的な軟磁性材料の創出 ―超低損失と高飽和磁束密度を両立した軟磁性ナノ結晶圧粉コアの開発に成功― <i>Acta Materialia</i> , DOI: 10.1016/j.actamat.2025.121159, 岡本聡	Green Material
2025.06.03	ふりかけるだけで神経シナプスを可視化 迅速かつ簡便な標識方法開発、記憶解析や疾患研究に新たな道 <i>Science Advances</i> , DOI: 10.1126/sciadv.adt6683, 南後恵理子	Green Life
2025.06.04	青色グアイアズレン色素の水溶性と酸安定性向上に成功 青色着色料として食品など幅広い展開に期待 Bluer and Better: Improving the water solubility and acid stability of guaiazulene <i>New Journal of Chemistry</i> , DOI: 10.1039/D5NJ01214G, 岡弘樹	Green Life
2025.06.13	ルイ・パスツールもきっと驚く!? 左右を選別するナノ光ピンセットによる キラル結晶化制御の可能性を示唆 <i>The Journal of Physical Chemistry Letters C</i> , DOI: 10.1021/acs.jpcc.5c01253, 新家寛正, 中川勝	Green Life
2025.06.24	世界初の ATP ブロッキングによる健康寿命延伸の新しい可能性 ―ミトコンドリア活性化によりエネルギー代謝不均衡を改善する生体エネルギー分子治療の提案― <i>Journal of the American Chemical Society</i> , DOI: 10.1021/jacs.5c06772, 永次史	Green Life
2025.07.14	銅ナノ粒子触媒の原子レベルでの電荷状態制御に成功 ―脱炭素社会に貢献する高活性・高安定な CO ₂ 還元触媒開発の指針に― Researchers Develop Novel Copper Nanocluster for Efficient and Selective CO ₂ Conversion <i>Journal of the American Chemical Society</i> , DOI: 10.1021/jacs.5c05665, 根岸雄一, 川脇徳久	Green Material
2025.07.16	硫化物系電池材料の特性を巡る長年の謎を解明 規則・不規則構造の硫化物系材料の充放電反応機構の詳細解析 <i>Journal of the American Chemical Society</i> , DOI: 10.1021/jacs.5c04018, 高橋幸生, 石黒志, 阿部真樹	Measurement
2025.07.30	キラル分子を用いた磁気ナノデバイスにおいて室温磁気抵抗効果を観測 ―キラル誘起スピン選択性 (CISS) 効果に関して新たな知見― <i>Nanoscale</i> , DOI: 10.1039/d5nr01259g, 芥川智行	Green Life
2025.08.01	凍結溶媒内のナノ材料の元素分布を直接可視化できる技術を開発 ～生命科学から材料科学に至る広範な物質研究への寄与に期待～ Cool New Imaging Method of Frozen Solvents Shows Elemental Distributions in Nanomaterials <i>Analytical Chemistry</i> , DOI: 10.1021/acs.analchem.5c02121, 海原大輔, 佐藤庸平, 濱口祐, 米倉功治	Measurement
2025.08.01	二次元ファンデルワールス酸化物の合成に成功 ―強相関酸化物と二次元物質の両方の特徴を併せ持つ新材料― <i>ACS Nano</i> , DOI: 10.1021/acsnano.5c05513, 組頭広志	Green Material
2025.08.20	プロトンと電子の両方が高速に伝導する酸化物を発見 ―中温域で動作する低コストな電気化学リアクターや水素透過膜への応用に期待― New Material May Enable Next-gen Hydrogen Energy Devices <i>Journal of the American Chemical Society</i> , DOI: 10.1021/jacs.5c05805, 山崎智之, 小俣孝久	Green Material
2025.08.26	リサイクルが簡単な電極材料を開発 資源の制約を乗り越えた電池の開発に期待 <i>Polymer Journal</i> , DOI: 10.1038/s41428-025-01085-x, 岡弘樹, 大窪航平	Green Life
2025.09.03	ゴム材料の自己補強機構をナノスケール観察で解明 一高耐久性タイヤの設計指針となり低炭素・省資源社会への貢献に期待― <i>Nature Communications</i> , DOI: 110.1038/s41467-025-63283-8, 陳内浩司, 宮田智榮, 渡邊大介（研究当時）, 狩野見秀輔, 陳楷	Measurement
2025.09.03	電力ロスを大幅に低減！革新的な鉄系磁性材料を開発 ～新たな組織と磁化制御技術で実現 次世代トランス・EV 部品への応用に期待～ Breakthrough Iron-Based Magnetic Material for Next-Generation Power Electronics <i>Nature Communications</i> , DOI: 10.1038/s41467-025-63139-1, 岡本聡, Hossein Sepehri-Amin	Green Material
2025.09.10	藻類の太陽光エネルギーの高効率な伝達状態を解明 ―巨大タンパク質複合体の単離と光エネルギー移動の詳細― <i>Plant and Cell Physiology</i> , DOI: 10.1093/pcp/pcf076, 米倉功治	Measurement
2025.09.16	ひずみで強く光る 鉛フリー新材料の発光メカニズムを解明 インフラの老朽化をモニタリングするセンサなどの開発指針に <i>ACS Applied Electronic Materials</i> , DOI: 10.1021/acsaelm.5c01268, 西堀麻衣子	Measurement
2025.09.16	コヒーレント X 線により金属材料内部のナノ構造変化を“動画”で観察 一高性能材料開発に繋がる新手法― <i>Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America</i> , DOI: 10.1073/pnas.2513369122, 高橋幸生	Measurement
2025.10.14	銀ナノクラスターにおける「1 原子の違い」で室温発光効率が 77 倍向上 高効率発光材料の開発に道 Extra Silver Atom Sparks Breakthrough in Photoluminescence of Silver Nanoclusters <i>Journal of the American Chemical Society</i> , DOI: 10.1021/jacs.5c10289, 根岸雄一, Sourav Biswas	Green Material

2025.10.20	Unmasking the Culprits of Battery Failure with a Graphene Mesosponge <i>Applied Catalysis B: Environment and Energy</i> , DOI: 10.1016/j.apcatb.2025.126030, 西原洋知	Green Material Green Life
2025.10.24	全固体リチウム硫黄電池の内部反応を高解像度で可視化する手法を確立 ―高速充放電とサイクル安定性を阻害する因子を解明― <i>Advanced Energy Materials</i> , DOI: 10.1002/aenm.202503863, 木村勇太	Green Material
2025.11.04	軽元素を含む CMOS イメージセンサー内部を非破壊で 3 次元可視化 ―NanoTerasu の高輝度テnder X 線が拓くナノ構造解析の新展開― <i>Applied Physics Letters</i> , DOI: 10.1063/5.0297526, 大川成, 高橋幸生	Measurement
2025.11.07	広帯域 X 線対応タイコグラフィ装置を開発 ―ナノテラス活用で高精度な元素・構造分析を実現― <i>IUCrJ</i> , DOI: 10.1107/S2052252525009236, 佐々木雄平, 高橋幸生	Measurement
2025.11.10	誘電体メタ表面を用いた新規高圧物性計測技術を開発 ～惑星科学への応用が期待されるナノ光学計測～ <i>The Journal of Physical Chemistry C</i> , DOI: 10.1021/acs.jpcc.5c05941, 新家寛正	Green Life
2025.11.12	酸素が拓く固体電解質の設計原理 一複雑なマルチアニオンガラスにおけるイオン輸送の仕組みを解明― <i>Journal of the American Chemical Society</i> , DOI: 10.1021/jacs.5c10564, 大野真之	Green Material Green Process
2025.11.14	従来困難だった磁性体の結晶対称性由来の磁区を識別する手法を開発 一超低消費電力・高速動作素子を実現するスピントロニクス材料の開発に拍車― <i>Physical Review Letters</i> , DOI: 10.1103/512v-n5f9, 鈴木博人	Green Material
2025.11.25	多様な元素置換が可能な歪んだ三角格子反強磁性体を開発 ―「複合アニオン化合物」で磁性の一次元化の謎に迫る― <i>Nature Communications</i> , DOI: 10.1038/s41467-025-65913-7, 那波和宏, 佐藤卓	Green Material
2025.12.03	水に強くリサイクルできる RAMOF 電極を実証 一水系デバイスの材料としての幅広い展開に期待― Water-Resistant and Recyclable Redox-Active Metal-Organic Frameworks (RAMOFs) <i>Nature Communications</i> , DOI: 10.1038/s41467-025-65849-y, 岡弘樹, 笠井均, 大窪航平, 赤井亮太, 北嶋奨羽, 西原洋知	Green Material Green Life
2025.12.11	硝酸イオンからアンモニアを 80% の選択率で合成 ―微粒子触媒における活性サイトの 1 原子精度制御によって達成― For Green Energy: Exposing Just One Active Site Boosts Catalytic Activity <i>ACS Catalysis</i> , DOI: 10.1021/acscatal.5c04431, 根岸雄一, 川脇徳久	Green Material
2025.12.19	働く酵素の姿をミリ秒で捉える ―SACLA が拓く新しい時分割タンパク質構造決定法の可能性― <i>Nature Communications</i> , DOI: 10.1038/s41467-025-67230-5, 南後恵理子	Green Life
2025.12.22	金属ナトリウム蒸気を利用した半導体セラミックスの低温焼結技術を開発 一従来法よりも 500 °C 低温で相対密度 90% 以上を達成― <i>Journal of the American Ceramic Society</i> , DOI: 10.1111/jace.70468, 細野新, 山田高広	Green Process
2026.01.08	DNA の二重らせんを自在につく新技術を開発 ―チオグアノシンの新たな光反応性を解明、DNA ナノ構造体や核酸医薬への応用に期待― Development of a New Technology for Controlled Interstrand Linking of DNA <i>Communications Chemistry</i> , DOI: 10.1038/s42004-025-01853-z, 鬼塚和光, 永次 史, Jamila Abbas Osman	Green Life
2026.01.09	中温域で 10-2 S/cm を大きく超える酸化物超イオン伝導体 a 軸配向 SDC 電解質膜を開発 ～中温作動型固体酸化物燃料電池への応用に一歩前進～ <i>Journal of the Physical Society of Japan</i> , DOI: 10.7566/JPSJ.95.014706, 志賀大亮, 組頭広志	Green Material
2026.01.20	光で操る「ナノ温度スイッチ」を実現 一光の右回り・左回りで熱分布を書き換える― <i>Nano Letters</i> , DOI: 10.1021/acs.nanolett.5c05212, 押切友也	Green Life
2026.01.22	高配向性マクロチャネルを備えた 超軽量かつ強靱なハニカム炭素材料を開発 一環境・エネルギー技術を支える材料構造設計― <i>Material Horizons</i> , DOI: 10.1039/d5mh01458a, 中辻博貴, 西原洋知	Green Material Green Life
2026.01.30	新しい結合形成戦略による高機能三次元多孔性材料の創製 ―アニオン性有機染料を高効率で除去可能な イミダゾール結合型 COF― 3D Covalent Organic Framework Offers Sustainable Solution for Wastewater Treatment <i>Journal of the American Chemical Society</i> , DOI: 10.1021/jacs.5c19590, 根岸雄一, Das Saikat	Green Material
2026.02.06	3 次元多孔性材料が切り拓く新技術 一水質汚染の原因となる硝酸からグリーン燃料を合成― Turning Nitrate Pollution into Green Fuel: A 3D COF Enables Highly Efficient Ammonia Electrosynthesis <i>Journal of Materials Chemistry A</i> , DOI: 10.1039/D5TA07989F, 根岸雄一, Das Saikat	Green Material
2026.02.09	鉱石中のマンガンを銅に直接入れる「直接合金化」の最適条件を体系化 一日印連携研究でプロセス設計の指針を提示― <i>Journal of Sustainable Metallurgy</i> , DOI: 10.1007/s40831-026-01420-3, 岩間崇之	Green Process
2026.02.10	「高密度化×極微小化」で臓臓がんで届く抗がん剤ナノ粒子の作製に成功 <i>RSC Pharmaceuticals</i> , DOI: 10.1039/D5PM00364D, 笠井均	Green Life
2026.02.16	クライオ透過型電子顕微鏡によるナノ粒子分散状態の新規定量評価手法を構築 一高塩濃度環境下シリカナノ粒子分散の「見える化」から「測る化」へ― <i>ACS Measurement Science Au</i> (American Chemical Society), DOI: 10.1021/acsmesuresciau.5c00158, 米倉功治, 濱口祐, 海原大輔	Measurement
2026.02.16	タンパク質の動きを捉える新しい試料導入システムを開発 ―テーブ搬送による試料導入で試料消費量を低減― <i>Journal of Applied Crystallography</i> , DOI: 10.1107/S1600576726000063, 南後恵理子	Green Life
2026.02.19	室温で高感度センシングを実現 新規「ベルト状 VO2(B) 単結晶」ガスセンサー材料を創製 一実験と理論計算で VO2(B) の高度機能性の本質を解明― / Belt-like VO2(B) Single Crystals Unlock High-sensitivity Gas Detection at Room Temperature <i>ACS Sensors</i> , DOI: 10.1021/acssensors.5c03743, 殷澍	Green Process
2026.03.10	光で湿度を測る新材料を開発 一蛍光の明るさと寿命、二刀流センサーが環境管理を変える― <i>ACS Applied Materials & Interfaces</i> , DOI: 10.1021/acsami.5c23088, 長谷川拓哉	Green Process
2026.03.12	電子のふるまいを 1 マイクロメートルの細かさで見える顕微鏡の開発に成功 ～量子材料・次世代情報処理デバイス開発の加速に期待～, <i>Journal of Synchrotron Radiation</i> , DOI: 10.1107/S1600577526000573, 鈴木博人	Green Material
2026.03.23	遺伝子変異に合わせた RNA 標的創薬へ RNA 構造と低分子化合物の相互作用を大規模に検出する新技術『BIVID-MaP』を開発 <i>Nature Communications</i> , DOI: 10.1038/s41467-026-70097-9, 鬼塚和光	Green Life
2026.03.31	活性酸素が引き起こす見逃されていた DNA 損傷プロセス 一光反応による「脱塩基部位」の生成を発見、次世代の光機能性 DNA を実現する精密設計の基盤へー / Discovery of a Hidden Mechanism in DNA Damage: Singlet Oxygen Generates Abasic Sites <i>Communications Chemistry</i> , DOI: 10.1038/s42004-026-01979-8, 山野雄平, 鬼塚和光, 永次史	Green Life



多元物質科学研究所は、「グリーン未来創造」に向かう方向の研究を強力に推進しています。この取り組みを社会に向けて可視化するには、分野・センタールの区分けは学術的な色彩が強すぎる面もあるため、「グリーン未来創造」に向けたアプローチの種別ごとにチーム化して、多元研の取り組みをより分かりやすくしました。

Green Material	エネルギー材料の創製、新エネルギー源の創製
Green Process	脱 / 減 CO ₂ 排出、資源の有効活用と循環、1F 廃炉と恒久的安全確立
Green Life	健康と安全を支える計測技術の開発、未来型医療の基礎科学構築、未来型医療を実現する物質の創製
Measurement	電子顕微鏡、電子回折、放射光 X 線、走査プローブ顕微鏡

主な受賞・表彰 一覧
 （2025 年度の受賞・表彰より）

4 月	公益信託 小澤・吉川記念エレクトロニクス研究助成基金「小澤・吉川記念賞」	岡 弘樹	准教授
	令和 7 年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科学者賞	鈴木 一誓	講師
	"Top Viewed Article in Wiley" に選出	柴田 浩幸	教授
5 月	公益財団法人 インテリジェント・コスモス学術振興財団「第 24 回インテリジェント・コスモス奨励賞」	岡 弘樹	准教授
	一般社団法人 粉体工学会「第 1 回 アシザワ粉体工学未来賞」	久志本 築	助教
	量子生命科学会第 7 回大会「Best Presentation 賞」	田口 真彦	助教
	日本表面真空学会「若手学会賞」	吉井 丈晴	准教授
	2025 年 日本表面真空学会 学会賞（公益社団法人 日本表面真空学会）	米田 忠弘	教授
6 月	日本顕微鏡学会「2025 年度最優秀と文誌賞」	津田 健治 森川 大輔	教授 助教
	2025 年度 一般社団法人日本接着学会「奨励賞」	岡 弘樹	准教授
9 月	第 58 回（2025 年春季）応用物理学会講演奨励賞	細野 新	助教
	第 19 回（2025 年度）応用物理学会フェロー表彰	百生 敦	教授
	第 34 回 日本無機リン化学会 学術賞	殷 澍	教授
	2025 年度日本磁気学会「論文賞」	岡本 聡	教授
	2025 年度 埼玉大学 機器・分析技術研究会「優秀ポスター発表賞」	雁部 祥行	技術職員
11 月	Core Research Cluster for Materials Science Award 2025: CRC-MS Award 2025	岡 弘樹	准教授
	Polymer Journal「Rising Stars in Polymer Science 2025」	岡 弘樹	准教授
	日本結晶成長学会「第 42 回論文賞」	新家 寛正	助教
	第 25 回山崎貞一賞「計測評価分野」	百生 敦	教授
12 月	公益社団法人応用物理学会東北支部「支部貢献賞」	百生 敦	教授
1 月	文部科学省マテリアル先端リサーチインフラ 令和 7 年度「秀でた利用成果」優秀賞	矢代 航 梁暁 宇 上田 亮	教授 助教 講師
3 月	一般社団法人 資源・素材学会「第 51 回 奨励賞」	上村 源	助教
	一般社団法人 資源・素材学会 第 51 回 資源・素材学会「論文賞」	夏井 俊悟 高橋 純一 埜上 洋	准教授 助教 教授
	一般社団法人 資源・素材学会 第 51 回 資源・素材学会「論文賞」	柴田 悦郎 安達 謙	教授 助教
	Reaction Chemistry & Engineering「Emerging Investigators Series」	岡 弘樹	准教授
	日本鉄鋼協会「澤村論文賞」	助永 壮平 告居 高明 川西 咲子 柴田 浩幸	准教授 教授 准教授 教授
	一般社団法人 日本鉄鋼協会 共同研究賞「山岡賞」	埜上 洋 夏井 俊悟	教授 准教授
	第 47 回 応用物理学会優秀論文賞	高橋 幸生 阿部 真樹	教授 助教
	化学工学会 2025 年度（令和 7 年度）「研究奨励賞・實吉雅郎記念賞」	岡 弘樹	准教授
	公益社団法人日本化学会「進歩賞」	吉井 丈晴	准教授
	2026 年 電気化学会進歩賞（佐野賞）（電気化学会第 93 回大会）	岩瀬 和至	准教授
	日本粉体工業技術協会奨励賞 PX シーズ賞	久志本 築	助教

※職名は授賞当時のものです。

主な開催行事
 （2025 年度に開催された、主催・共催・講演 シンポジウム・研究会、講演会・セミナーより）

主な主催・共催等行事			
開催日	区分	行事名	主催団体
2025/5/10	共催	第 36 回万有仙台シンポジウム―有機合成化学の多様な可能性―	万有仙台シンポジウム組織委員会
2025/5/20	共催	第 19 回 機能性粉体プロセス研究会	一般社団法人 粉体工学会 東北談話会 粉砕の高度利用研究会
2025/6/5- 6	共催	第 73 回 固体 NMR・材料フォーラム	固体 NMR・材料フォーラム
2025/6/12	共催	2025 (令和 7) 年度 資源・素材学会 東北支部 春季大会	一般社団法人 資源・素材学会 東北支部
2025/6/13- 14	共催	第 44 回 光がかかわる触媒化学シンポジウム	一般社団法人 触媒学会 光触媒研究会
2025/74- 8/1	共催	みやぎ県民大学開放講座「見えないものを見る顕微・計測手法の最前線」	宮城県
2025-7/19- 21	共催	第 7 回 半導体シリサイドと関連物質に関するアジア太平洋国際会議	公益社団法人 日本応用物理学会シリサイド系半導体および関連物質研究会
2025/7/20	共催	学都「仙台・宮城」サイエンス・デイ 2025	特定非営利活動法人 natural science
2025/7/24	共催	第 20 回 機能性粉体プロセス研究会	一般社団法人 粉体工学会 粉砕の高度利用研究会 東北談話会
2025/8/7	後援	第二回 生命科学系研究への NanoTerasu 利活用シンポジウム	東北大学 創業戦略推進機構 先端生体高分子構造研究センター
2025/9/24	主催	第 25 回 東北大学多元物質科学研究所研究発表会	東北大学 多元物質科学研究所
2025/10/2	共催	第 21 回 機能性粉体プロセス研究会	一般社団法人 粉体工学会 粉砕の高度利用研究会
2025/11/16	共催	2025 年度 資源・素材学会 東北支部 秋季大会／若手の会	一般社団法人 資源・素材学会東北支部
2025/11/26	後援	日本中性子科学会第 25 回年会	日本中性子科学会
2025/12/2	共催	RaMGI 第 11 回フォーラム・CRC-MS 第 3 回産学連携フォーラム合同開催	東北大学 レアメタルグリーンイノベーション研究開発センター
2025/12/9	共催	第 1 回 TCEM 利用者講習スクール	東北大学 東北先端顕微鏡センター (TCEM)
2025/12/10	共催	第 22 回 機能性粉体プロセス研究会	一般社団法人 粉体工学会 粉砕の高度利用研究会
2025/12/25	共催	第 23 回 機能性粉体プロセス研究会	一般社団法人 粉体工学会 粉砕の高度利用研究会 東北談話会
2026/2/4- 6	共催	第 10 回 日独蓄電池共同ワークショップ	国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)
2026/2/21- 22	共催	第 18 回 日本ホウ素・ホウ化物研究会	日本ホウ素・ホウ化物研究会
2026/2/24	共催	第 1 回 日本蛋白質科学 若手研修交流会	東北大学 多元物質科学研究所 DEI 推進委員会
2026/3/18	共催	Mg-Day in ICHINOSEKI	一般社団法人 循環社会推進協議会

シンポジウム・ワークショップ・研究会（国際会議／国内会議）

開催日	区分	行事名
2025/8/1	国際会議	2nd Cross-sectional Seminar for the Fusion of Multidisciplinary Research
2025/8/4	国際会議	AIMR International Symposium on Advanced Nanomaterials
2025/10/31- 11/2	国際会議	The 5th USTB-TU Symposium
2025/11/4- 6	国際会議	令和 7 年度金属資源プロセス研究センターシンポジウム「The 12th Tohoku - Melbourne Joint Workshop」
2025/11/13-14	国際会議	Tohoku University & National Taipei University of Technology 2025 Joint Symposium
2026/1/15	国際会議	東北大学オープン＆クロース戦略第 2 回国際ワークショップ
2026/1/16	国内会議	2025 年度金属資源プロセス研究センターワークショップ「鉄鋼プロセスのモデルベース最適化と操業自動化」

講演会・セミナー（国際会議／国内会議）

開催日	区分	行事名
2025/4/1	国際会議	第 2 回精密無機材料化学研究セミナー（Prof. Hannu Hakkinen）
2025/4/3	国際会議	MMH 講演会 /AIMR 講演会（Alberto Bianco 博士）
2025/4/16	国際会議	Nozomi Ando 先生セミナー
2025/5/1	国際会議	第 3 回精密無機材料化学研究セミナー（Prof. Biswarup Pathak）
2025/6/3	国際会議	MMH 講演会 /AIMR 講演会（Nikolay Kosinov 准教授）
2025/6/9	国内会議	第 1 回光学講義「ケーラー照明」
2025/8/18-21	国内会議	第 8 回非鉄金属製錬セミナー
2025/9/3	国内会議	宮下治先生セミナー
2025/10/7	国内会議	第 2 回光学講義「偏光」
2025/10/7	国際会議	Mahmoud Mousavi 先生講演会
2025/10/15	国際会議	Mauricio Terrones 教授講演会
2025/10/16	国際会議	Magda Titirici 教授講演会
2025/10/20	国内会議	第 19 回ナノ・マイクロ計測化学セミナー
2025/11/17	国際会議	英国 UCL に学ぶオープンイノベーションの最前線
2025/11/18	国際会議	第 4 回精密無機材料化学研究セミナー（Prof. Jian He）
2025/11/18	国際会議	第 5 回精密無機材料化学研究セミナー（Prof. Zhen LEI）
2025/11/18	国際会議	第 6 回精密無機材料化学研究セミナー（Prof. Jian He）
2025/11/10	国内会議	石原照也先生講演会
2025/12/8	国際会議	International Symposium: Advanced Materials and Characterizations for Energy Storage Devices
2025/12/17	国際会議	Alexander C. Forse 先生講演会
2026/1/15	国内会議	第 2 回光学講義「レーザ」（初級編）
2026/2/26	国内会議	高分子学会東北支部講演会（宮城地区）
2026/3/13	国内会議	光メタセンシング共創研究所講演会 2026
2026/3/20	国際会議	第 6 回精密無機材料化学研究セミナー（Prof. Qiaofeng Yao）

国際共同研究・教育活動

多元物質科学研究所では、海外の大学や研究機関と学術交流協定を結び、組織的かつ継続的に共同で国際ワークショップを開催し、研究協力推進を目的とした訪問団を受け入れるなど、積極的に研究者交流の促進を行い、協同研究などを推進しています。

2025 年度に開催した国際シンポジウム等の例

2025 年 8 月 7 日から 8 日にかけて、東北大学青葉山キャンパスにおいて、東北大学 ― ケースウエスタンリザーブ大学との国際共同研究シンポジウムを開催しました。昨年度が連携協定締結から 10 年であったことから、Interdisciplinary Information Sciences 誌に CWRU-TU 連携 10 周年記念特集号を発刊するなどの成果がありました。東北大学からデータ科学国際共同大学院や多元物質科学研究所、国際放射光イノベーション・スマート研究センターの教員と学生ら総勢 20 名が参加しました。

2025 年 10 月 31 日～11 月 1 日には、中国 北京科技大学において「東北大学―北京科技大学国際連携シンポジウム」を開催しました。東北大学と北京科技大学を併せて 53 名の参加があり、国際共同研究に繋がる研究テーマに関して、活発な研究発表ならびに討議が行われました。

2025 年 11 月 4 日～6 日には、東北大学多元物質科学研究所 南総合研究棟 2 号館 大会議室において、大学間学術交流協定校であるメルボルン大学との国際連携ワークショップを開催しました。本ワークショップは、東北大学とメルボルン大学が毎年交互に開催している学術交流会です。東北大学からは、多元物質科学研究所をはじめとして学内から研究者ら 25 名、大学院生ら 16 名が参加し、メルボルン大学からは、研究者ら 11 名、大学院生ら 7 名が来日し、最新の研究発表を行いました。ランチセッションでは大学院生らが多くのポスター発表を行い、それぞれのメンバーと活発な研究討論を行いました。ワークショップ後の情報交換会では参加者全体での討論を行い、今後の 2 大学における国際連携と共同研究推進に関して総合議論を行いました。

2025 年 11 月 13 日～14 日には、台湾 台北科技大学において第 8 回目となる「東北大学―台北科技大学ジョイントシンポジウム」を開催しました。東北大学からは、多元物質科学研究所、国際放射光イノベーション・スマートセンター、金属材料研究所、学際科学フロンティア研究所、工学研究科に所属する教員 13 名と学生 20 名が訪問し、台北科技大学から教員 15 名と学生 30 名が参加しました。実施中の共同研究に関する成果報告に加えて、新たな共同研究に繋がられる研究テーマに関する発表や討議が活発に行われました。

学術交流協定 Academic Exchange Agreements with Foreign Institutions

地域	国	機関名	締結年
アジア Asia	中国 China	北京大学ナノ科学技術研究センター / Center for Nanoscale Science and Technology Peking University	1998*
		北京大学 / Peking University	1999*
		中国科学院长春光学精密機械物理研究所 / Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics	2000
		華僑大学材料科学工程学院 / College of Material Science and Engineering, Huaqiao University	2001
		北京科技大学 / University of Science and Technology Beijing	2002*
		鄭州大学材料工程学院 / College of Materials Engineering, Zhengzhou University	2003
		蘭州大学 / Lanzhou University	2007*
		北京工業大学 / Beijing University of Technology	2010*
		西南大学 材料・エネルギー学部 / Faculty of Materials and Energy, Southwest University	2017
		中南大学 冶金および環境学科 / Central South University, School of Metallurgy and Environment	2025
	台湾 Taiwan	工業技術研究院南分院 / ITRI South, Industrial Technology Research Institute	2009
		国立精華大学 / National Tsing Hua University, Hsinchu	2009*
		国立台北科技大学工程学院 / College of Engineering, National Taipei University of Technology	2018
		国立台北科技大学 / National Taipei University of Technology	2019*
	韓国 Korea	全北大学校 / Chonbuk National University	1991*
		ソウル大学校 / Seoul National University	1998*
		韓南大学校ハイブリット材料研究所 Institute of Hybrid Materials for Information and Biotechnology, Hannam University	2003
		成均館大学情報通信用新機能性素材及び工程研究センター Advanced Materials & Process Research Center for IT, Sungkyunkwan University	2003
		朝鮮大学校 / Chosun University	2004*
		韓国基礎科学研究院 / Korea Basic Science Institue (KBSI)	2021*
		梨花女子大学校 / Ewha Womans University	2025

* 大学間協定締結校 Agreement on the University Level

地域	国	機関名	締結年
アジア Asia	タイ / Thailand	チュラロンコーン大学 / Chulalongkorn University	2011*
中近東 Middle and Near East	クウェート Kuwait	クウェート科学研究所 Kuwait Institute for Scientific Research	2013
ヨーロッパ Europe	イギリス United Kingdom	英国リサーチカウンシル中央研究機構ダースベリ研究所 Daresbury Laboratory,Council for the Central Laboratory of the Research Councils	1996
	ルーマニア Romania	レーザー・プラズマ・放射物理国立研究所 National Institute for Lasers, Plasma and Radiation Physics	2006
	フランス France	ボルドー第一大学 / University of Bordeaux 1	2005*
		アルビ鉱山大学 / Ecole des Mines d'Albi-Carmaux	2006*
		放射光施設ソレイユ / Synchrotron SOLEIL	2013
		ナント大学材料研究所 / Institute of Materials Jean Rouxel,University of Nantes	2014
		パリ・サクレ大学 / Paris-Saclay University	2020*
	ハンガリー Hungary	ミシュコルツ大学材料科学工学研究科 Faculty of Materials Science and Engineering,University of Miskolc	2014
	ドイツ Germany	ベルリン自由大学物理学科 / Department of Physics,Free University of Berlin	1997
		イエナ・フリードリッヒ・シラー大学固体物理研究所 Institute fur Festkorperphsik, Freidrich-Schiller-Universitat Jena	1999
		結晶成長研究所 / Institute for Crystal Growth	2006
		マックスプランク核物理研究所 / MPIK, Max-Planck-Institut fur Kernphysik	2009
		カールスルーエ工科大学 / Karlsruhe Institute of Technology	2011*
	スペイン Spain	マドリード・アウトノマ大学化学部 Chemistry Department of the Universidad Autonoma de Madrid	2013
		アリカンテ大学材料研究所 / Materials Institute of Universidad de Alicante	2014
	イタリア / Italy	トリエステ放射光研究所 / Sincrotrone Trieste,S.C.p.A	2007
	ロシア Russia	ロシア科学アカデミー固体物理学研究所 P.N.Lebedev Physics Institute of Russian Academy of Sciences	1993
		トムスク工科大学原子核物理研究所 / Nuclear Physics Institute,Tomsk Polytechnic University	1997
		ロシア科学アカデミーレベデフ物理研究所 P. N. Lebedev Physics Institute of Russian Academy of Sciences	2000
		ロシア科学アカデミー極東支部自動制御プロセス研究所 Institute of Automation and Control Processes, Far Eastern Branch of the RussianAcademy of Sciences	2005*
		ロシア科学アカデミー地球科学・分析科学研究所 Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of Russian Academy of Sciences	2013
	ウクライナ Ukraine	材料科学基礎国立研究所 Institute for Problems of Materials Science, National Academy of Science of Ukraine	2006
	スウェーデン Sweden	ルンド大学 / Lund University	2026*
オセアニア Oceania	オーストラリア Australia	メルボルン大学 / The University of Melbourne	2016*
		オーストラリア原子力科学技術機構（ANSTO） Australian Nuclear Science and Technology Organisation (ANSTO)	2020*
北米 North America	カナダ Canada	トロント大学金属・材料科学科 / Department of Metallurgy and Materials Science,University of Toronto	1998
		コロンビア大学化学科 / Department of Chemistry,Columbia University	1995
		コロンビア大学理工学部地球・環境工学科 / Department of Earth and Environmental Engineering, Fu Foundation School of Engineerigand Applied Science,Columbia University	1998
		ユタ大学金属工学科 / Department of Metallurgical Engineering,University of .Utah	1998
	アメリカ USA	カリフォルニア大学バークレー校 / University of California, Berkeley	2008*
		ケースウェスタンリザーブ大学 / Case Western Reserve University	2015*
		アルゴンヌ国立研究所 APS / APS/Argonne National Laboratory	2020*
		ローレンス・バークレー国立研究所 / Lawrence Berkeley National Laboratory Advanced Light Source	2020*
		SLAC 国立加速器研究所 / SLAC National Accelerator Laboratory	2021*

* 大学間協定締結校 Agreement on the University Level

概要

設立理念 (2026 年 4 月現在) Organization Chart (as of April, 2026)

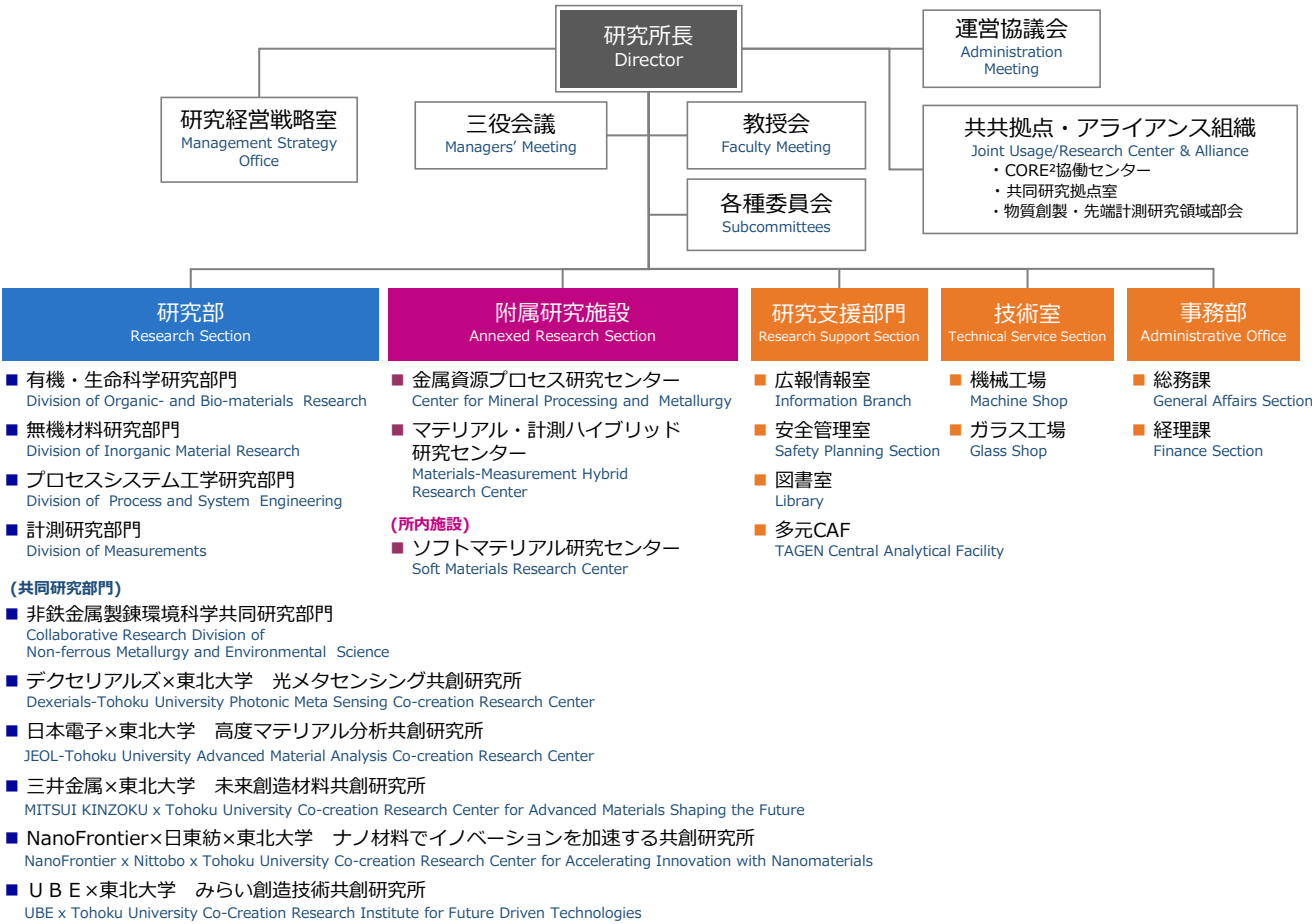
多元物質科学研究所は、2001 年 4 月に「多元的な物質に関する学理およびその応用の研究」を設立目的として発足した。

当初の設立理念は、異分野融合研究を積極的に進め、物質・材料分野の既成概念を一変させるような新たな物質科学技術、すなわち「多元物質科学の研究」を創製・展開し、この分野のパイオニア的かつ国際的研究拠点となることとされた。その後の所内での異分野融合が進むと同時に世界的なナノサイエンスの進展も相まって、「多元物質科学」は、まさに 21 世紀に相応しい概念として認識されるようになってきた。

「多元物質科学の研究 (Multidisciplinary Research for Advanced Materials)」とは、「多くの原理、要因、視点を考慮した、複数の成分・階層からなる物質の研究」と広く定義できる。より具体的には、金属・セラミックス・半導体・有機物・生体関連物質など、従来は学会、研究組織、企業もそれぞれ別のグループに分かれて研究されてきた物質群を、それらの壁を取り払い共通の土台に載せて、様々な視点から複眼的に研究を行う。とりわけ、今日の複合材料やナノ構造体、さらには生体物質などでは、このアプローチは必要不可欠になっている。学問分野としても、物理学・化学・生物学・工学・環境科学などにまたがり、物質・材料を原子・分子レベルからはじまり、ナノスケールを経てマクロなデバイスレベルまで、マルチスケールで創製・解析・制御する科学・技術の開拓を目指している。さらには、創製された新物質はもとより、社会が必要とする物質・材料を、その製造プロセスから利用後の廃棄物処理法や地球環境保全までも考慮し、持続可能型社会の実現をめざした研究を行なっている。

これらの研究を遂行するにあたり、さらなる異分野の専門家を交えた全国的・国際的な協力と共同を進め、この分野の世界的な研究拠点となる事を目指している。同時に、この研究に共に参加する若手研究者や大学院生・学生・留学生などを数多く育てることで、多元的視野を有し国際的に活躍できる人材の育成を目指すものである。

組織図 (2026 年 4 月現在) Organization Chart (as of April, 2026)



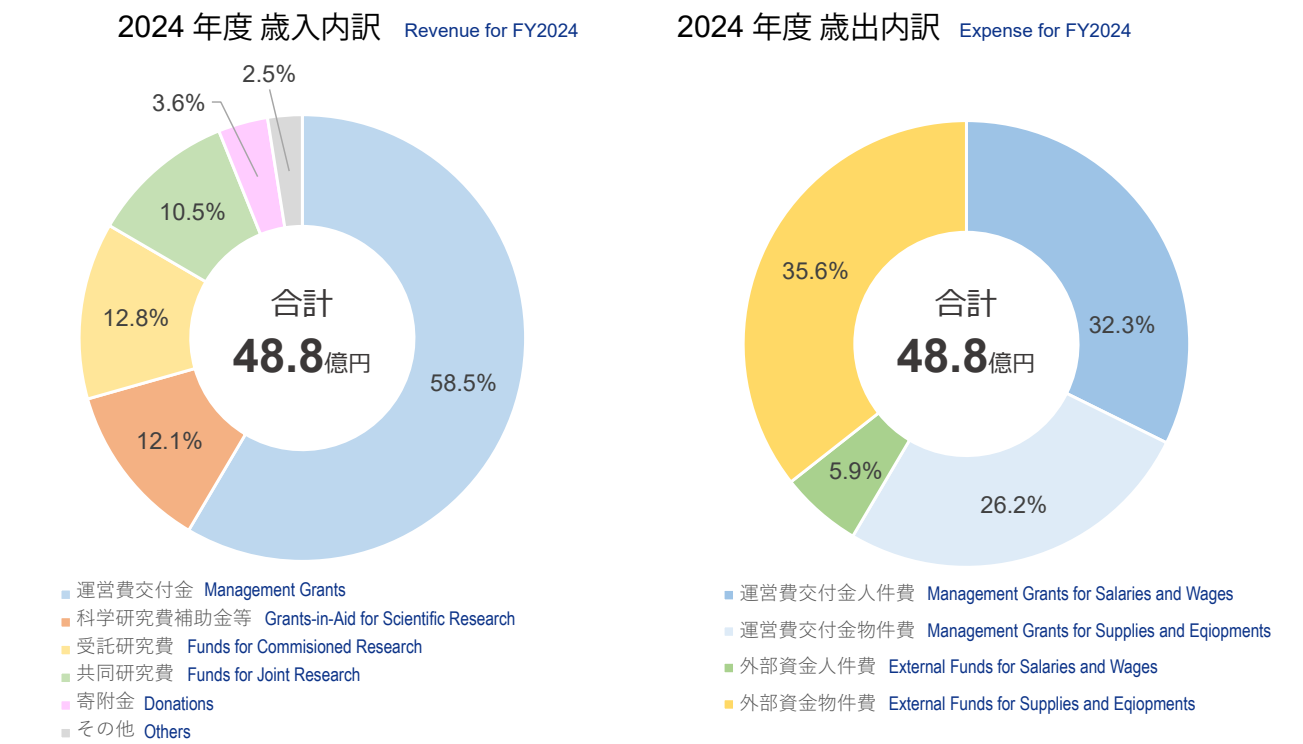
外国人教員の受け入れ [Foreign Faculty Members](#)

年度 Fiscal Year	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
教員（研究者）	111	73	79	99	81	135	118

特別研究員など [Research Fellowships](#)

年度 Fiscal Year	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
特別研究員（DC・PD）	5	6	9	4	8	12	11
外国人特別研究員（一般）	4	3	2	2	2	4	2
外国人特別研究員（短期）	1	0	0	1	1	0	0
外国人招へい研究員（長期）	0	0	0	0	0	0	0
外国人招へい研究員（短期）	1	0	0	0	0	3	0
サマープログラム研究者	0	0	0	0	1	1	0

歳入・歳出内訳 [（2024 年度）Annual Revenue & Expense \(FY 2024\)](#)



研究費受け入れ状況（単位：千円） [Research Funds \(in units of 1,000 yen \)](#)

年度 Fiscal Year	2019	2020	2021	2022	2023	2024
運営交付金 Management Grants	2,483,614	2,198,544	2,143,237	2,303,036	2,274,356	2,854,015
科学研究費 Grants-in-Aid for Scientific Research	707,069	606,410	759,415	752,726	705,280	588,667
受託研究費 Funds for Commisioned Research	517,039	601,919	837,269	669,176	624,369	626,575
共同研究費 Funds for Joint Research	332,380	278,483	218,626	341,146	419,384	512,673
寄附金 Donations	129,212	72,825	129,386	141,738	133,927	178,380
その他 Others	26,668	44,427	34,831	76,619	108.926	120,467
合計 Total	4,195,982	3,802,608	4,122,764	4,284,441	4,266,242	4,880,777

学生・研究支援

■「旗野奨学基金」多元物質科学研究奨励賞
「旗野奨学基金」に基づき、多元物質科学に関連する研究分野で優れた研究成果を挙げ、将来の発展が期待できる多元研の若手研究者等（大学院生も含む）を対象として表彰を行っています。

■「科学計測振興基金」科学計測振興賞・多元物質科学奨励賞
「科学計測振興基金」に基づき、様々な物質・材料（生体を含む）に対する「科学計測」技術の研究・開発において卓越した研究成果を挙げた東北大学の若手の教員、ならびに「多元物質科学」に関連し優れた研究成果を挙げた大学院生等を奨励し、学術・研究等の成果の普及に寄与することを目的として表彰を行っています。

■多元物質科学研究所所長賞
多元物質科学研究所研究発表会において、学生または共同研究拠点・アライアンス次世代若手研究 PI による優秀なポスター発表に授与しています。

■多元研プロジェクト
多元研の更なる進展を目指して、多元研教員を対象に毎年「一般テーマ」と「特定テーマ」の２つのテーマによりプロジェクト研究を公募し、研究費を支援しています。

産学連携

多元物質科学研究所では、無機、有機、バイオなどあらゆる物質・材料の創製、資源から最先端素材までのプロセス、ナノからマクロまでの評価測定、分析技術など、幅広い研究分野の多様性を活かして、社会のニーズに応える産学連携を実施しています。民間企業との 共同研究、受託研究、学術指導、寄付金の 受け入れや、民間の研究者や技術者との交流も積極的に推進しています。また、産学連携等による研究開発に広く利用いただける、最新鋭の分析評価機器 / 設備 を所有しています。

産学連携に関するお問い合わせ窓口：tagen-sangaku@grp.tohoku.ac.jp

■ **MaSC、BIP** の活用
東北大学産学連携先端材料研究開発センター（MaSC）が開催する技術交流会への参画や、東北大学事業イノベーションセンターが実施する支援事業「ビジネスインキュベーションプログラム（BIP）」などの積極的な利用により産学連携を推進しています。

地域連携活動

研究活動を通じて研究成果を広く社会へ還元するだけでなく、企業や政府機関における役職を務めることで、研究者コミュニティに貢献をしています。また、地域社会との連携や交流の促進を目的として、様々な活動を実施しています。「学都『仙台・宮城』サイエンスデイ」や「みやぎ県民大学開放講座」、「せんだい職人塾「親子ふれあい探検隊」等の教育イベントにも継続的に参画しています。

◇登録有形文化財（2021 年 10 月 14 日告示）

旧東北帝国大学工学部機械学及び電気学教室
（現）東北大学多元物質科学研究所 南 1 号館



東北帝国大学工学部の初期の姿を伝える、また当時多く見られた左右対称の立面を持つ建造物のうち現存するその時期の建築様式の実例としても貴重です。

旧東北帝国大学工学部機械学及び電気学実験室
（現）東北大学多元物質科学研究所 事務部棟



事務部棟旧東北帝国大学工学部機械・電気工学教室と一体となって東北帝国大学工学部の初期の姿を伝える貴重な建築です。中廊下式の二階建て、玄関にはステンドグラスが掲げられています。

研究分野等

● 有機・生命科学研究部門

Division of Organic- and Bio-materials Research

生命機能分子合成化学 / 永次 史

Synthesis of Organic Functional Molecules

生命機能制御物質化学

Functional Photochemistry and Chemical Biology

生体分子構造

Biomolecular Structure

細胞機能分子化学 / 水上 進

Cell Functional Molecular Chemistry

生物分子機能計測 / 米倉 功治

Nano Biophysics

生命分子ダイナミクス / 高橋 聡

Biological and Molecular Dynamics

量子ビーム構造生物化学 / 南後 恵理子

Quantum Beam-based Structural Biology and Chemistry

有機ハイブリッドナノ結晶材料

Organic and Hybridized Nanocrystals

高分子ハイブリッドナノ材料 / 西堀 麻衣子 (SRIS)

Polymer Hybrid Nanomaterials

国際卓越 / DeGrado, William

International Excellence PI field

ソフト材料 / 客員教授 袖岡 幹子

Soft Materials

● プロセスシステム工学研究部門

Division of Process and System Engineering

超臨界ナノ工学 / 苅居 高明 (FRIS)

Supercritical Fluid and Hybrid Nano Technologies

光物質科学 / 小澤 祐市

Laser Applied Material Science

固体イオニクス・デバイス / 雨澤 浩史

Solid State Ionic Devices

環境適合素材プロセス / 埜上 洋

Environmental-Conscious Material Processing

材料分離プロセス / 柴田 浩幸

Materials Separation Processing

ハイブリッドナノ粒子プロセス

Hybrid Nano-particle

プロセスシステム / 客員教授 安田 秀幸

Process System

● 金属資源プロセス研究センター

Center for Mineral Processing and Metallurgy

高温材料物理化学 / 福山 博之

High-temperature Physical Chemistry of Materials

基盤素材プロセス / 植田 滋

Base Materials Processing

機能性粉体プロセス / 加納 純也

Powder Processing for Functional Materials

エネルギー資源プロセス / 桐島 陽

Energy Resources and Processing

エネルギーデバイス化学 / 本間 格

Chemistry of Energy Conversion Devices

金属資源循環システム / 柴田 悦郎

Metallurgy and Recycling System for Metal Resources Circulation

原子空間制御プロセス / 小俣 孝久

Atomic Site Control in Inorganic Materials

環境適合素材プロセス / 埜上 洋 (協力講座)

Environmental-Conscious Material Processing (C)

材料分離プロセス / 柴田 浩幸 (協力講座)

Materials Separation Processing (C)

国際卓越 / Janek, Jürgen

International Excellence PI field

● 非鉄金属製錬環境科学共同研究部門

Collaborative Research Division of Non-ferrous Metallurgy and Environmental Science

● 光メタセンシング共創研究所

Photonic Meta Sensing Co-creation Research Center

● 高度マテリアル分析共創研究所

Advanced Material Analysis Co-creation Research Center

● 未来創造材料共創研究所

Co-creation Research Center for Advanced Materials Shaping the Future

● ナノ材料でイノベーションを加速する共創研究所

Co-creation Research Center for Accelerating Innovation with Nanomaterials

● みらい創造技術共創研究所

Co-Creation Research Institute for Future Driven Technologies

● 無機材料研究部門

Division of Inorganic Material Research

無機固体材料化学 / 山田 高広

Inorganic Solid State Materials Chemistry

スピン量子物性 / 佐藤 卓

Quantum Spin Physics

ナノスケール磁気機能 / 岡本 聡

Nanoscale Magnetism

ハイブリッドナノシステム / 蟹江 澄志 (SRIS)

Hybrid Nano System

ナノ機能物性化学 / 組頭 広志

Nano Physical Chemistry

無機固体材料合成

Inorganic Crystal Structural Materials Chemistry

金属機能設計 / 亀岡 聡

Metallurgical Design for Material Functions

環境無機材料化学 / 殷 澍

Environmental Inorganic Materials Chemistry

物質変換無機材料 / 加藤 英樹

Inorganic Materials for Chemical Transformation

精密無機材料化学研究分野 / 根岸 雄一

Atomically Precise Materials Chemistry

ハード材料 / 客員教授 山崎 友紀

Hard Materials

● 計測研究部門

Division of Measurements

量子ビーム計測 / 百生 敦

Quantum Beam Measurements

構造材料物性 / 佐藤 卓 (兼)

Structural Physics and Crystal Physics

高分子物理化学 / 陣内 浩司

Polymer Physics and Chemistry

量子フロンティア計測 / 矢代 航 (SRIS)

Frontier quantum-beam metrology

量子光エレクトロニクス / 秩父 重英

Quantum Optoelectronics

放射光可視化情報計測 / 高橋 幸生 (SRIS)

Synchrotron Radiation Microscopy and Informatics

固体表面物性 / 虻川 匡司 (SRIS)

Solid Surface Physics

ナノ電子プローブ回折計測 / 津田 健治

Nano-Electron Probe Diffractometry

電子回折・分光計測 / 虻川 匡司 (兼)

Electron -Crystallography and -Spectroscopy

走査プローブ計測技術 / 組頭 広志 (兼)

Advanced Scanning Probe Microscopy

放射光機能材料計測 / 山本 達 (SRIS)

Functional Materials Science by Synchrotron Radiation

計測 / 客員教授 江連 智暢

Measurements

● マテリアル・計測ハイブリッド研究センター

Materials-Measurement Hybrid Research Center

量子電子科学 / 高橋 正彦

Quantum Electron Science

ナノ・マイクロ計測化学 / 笠井 均 (兼)

Nano/Micro Chemical Measurements

ハイブリッド炭素ナノ材料 / 西原 洋知 (AIMR)

Hybrid Carbon Nanomaterials

ハイブリッド材料創製 / 芥川 智行

Hybrid Material Fabrication

光機能材料化学 / 中川 勝

Photo-Functional Material Chemistry

有機・バイオナノ材料 / 笠井 均

Organic- and Bio- Nanomaterials

バイオ工学 / 都 英次郎

Bioengineering

国際卓越 / Terrones, Mauricio

International Excellence PI field

非鉄金属製錬環境科学共同研究部門 住友金属鉱山共同研究ユニット

Collaborative Research Division of Non-ferrous Metallurgy and Environmental Science

専門分野・キーワード

非鉄金属製錬 / 都市鉱山 / 熱力学 / 超高純度精製

Non-ferrous Metallurgy / Urban Mines / Thermodynamics / Ultra High Purification

主な研究テーマ

- ・製錬・精錬技術の体系的理解に基づくプロセスの高効率化
- ・低品位鉱石対応製錬技術の開発
- ・非鉄金属製錬における基礎的熱力学データの検証と拡充
- ・金属の超高純度精製と超高純度材料の物性

- ・ High efficiency of pyro- and hydro-metallurgy based on systematic understanding of fundamentals
- ・ Development of low grade ore smelting
- ・ Verification and expansion of the basic thermodynamic parameters of nonferrous metallurgy
- ・ Preparation of ultrahigh purity materials and their intrinsic properties

非鉄製錬業の安定的発展のために

社会基盤の基である金属素材の安定供給のためには、製錬業の安定的発展が望まれます。国内製錬業は、国内資源が乏しいことに加え、近年の鉱石の劣質化や、国際的競争の激化など、厳しい状況にさらされています。銅、亜鉛、鉛、アルミニウム、貴金属類などの生産に関わる非鉄金属製錬業が持続的に発展するためには、

1. 鉱石及び都市鉱山からの有価金属抽出技術の先進化
 2. ゼロエミッション化を目指した環境負荷副産物を活用する機能性材料開発
 3. 未活用鉱石からの有価金属の効率的抽出技術の開発
- などの課題解決が必須であり、そのための人材育成も欠かせません。

本共同研究部門は 2023 年度から第二期を迎え、金属資源プロセス研究センターとの密接な協力関係のもと、非鉄金属製錬が抱える課題解決を目的とする研究を中心軸に据え、小中高生、一般の方を対象とするアウトリーチ活動、研究を通じた社会人、大学生・大学院生の実践的教育による人材育成、非鉄金属製錬業界との連携による産業の振興を図ります。

For Stable Development of Non-ferrous metallurgical Industry

Stable development of the metallurgical industry is desired for steady supply of metallic materials which are the fundamentals of infrastructure for society. The metallurgical industry is exposed to severe situation. For sustainable development of the non-ferrous metallurgical industry, the following issues must be resolved.

1. Advancement of extraction technology,
2. Development of functional materials utilizing environmentally unfriendly by-products,
3. Development of efficient extractive metallurgy from unused ores,

Furthermore, cultivation of human resources involving in this field is also important.

Collaborative Research Division of Non-ferrous Metallurgy and Environmental Science enters the second term from 2023. It is aimed at cultivation of human resources by outreach activities targeting school students and general public, practical minded education and stimulation of non-ferrous metallurgical industry collaborating with industrial society.



福山 博之 教授 (兼任)

Hiroyuki FUKUYAMA, Professor(C)



柴田 浩幸 教授 (兼任)

Hiroyuki SHIBATA, Professor(C)

打越 雅仁 准教授

Masahito UCHIKOSHI, Associate Professor

高純度精製技術を活かした非鉄金属製錬法の改善と新規開発

Novel non-ferrous metallurgy based on the technology of ultrahigh purification

masahito.uchikoshi.b5@tohoku.ac.jp

元木 徹 客員教授

Toru MOTOKI, Visiting Professor



図. 研究部門と関連組織との連携



写真. 共同研究部門看板



写真. アウトリーチ活動

専門分野・キーワード

光／情報／メタセンシング／ソリューション
Photonics／information／meta-sensing／solution

主な活動内容

- (1) 共同研究テーマの探索と拡大推進
量産を実現している高精度な微細構造 Roll 型を用いたインプリント技術、高感度なフォトダイオード光デバイスの技術を活用し、高速光通信やセンシングをはじめとするフォトニクス分野において、まだ開拓されていない領域やこれまでにない水準での新技術・製品・ソリューションの創出につながる具体的な共同研究テーマの探索と推進を行う
- (2) 人材育成
フォトニクス分野において次世代を担う人材を育成する

Outline of activity

- (1) Pursuit and expansion of joint research subjects
By utilizing our mass production imprint technology using high-precision microstructure roll together with high-sensitivity photodiode optical devices, we will explore new technologies, products, and solutions in photonics field such as high-speed optical communications and sensing that will lead to creation of new business area at unprecedented levels.
- (2) Human resource development
We will develop personnel that can play central roles in the new era in photonics industry field.

光と情報が織りなす近未来社会の実現に貢献する次世代研究の展開

デクセリアルズは、企業ビジョン「Value Matters 今までなかったものを。世界の価値になるものを。」のもと、電子部品、接合材料、光学材料など機能性材料の開発・製造・販売を手掛けるメーカーで、微細加工の量産技術として独自のロールtoロール方式を有しております。

光メタセンシング共創研究所では、デクセリアルズグループが有する独自技術である微細加工技術や光半導体技術と、東北大学が保有する高精度計測、微細加工と原子・ナノレベルでの接合・積層化の学術を組み合わせた研究テーマの探索に取り組みます。そして、IoT社会を支える高速光通信や光センシングなどのフォトニクス分野において、未だ開拓されていない領域やこれまでにない水準での新技術・製品・ソリューションの創出を目指しています。



上野 祥史 特任教授
Yoshifumi UENO,
Specialy Appointed Professor
※運営総括責任者
yoshifumi.ueno.b1@tohoku.ac.jp



中川 勝 教授 (兼任)
Masaru NAKAGAWA,
Professor(C)
※運営支援責任者
masaru.nakagawa.c5@tohoku.ac.jp

田澤 洋志 特任教授
Hiroshi TAZAWA,
Specialy Appointed Professor

湖海 結菜 特任助教
Yuina KOKAI,
Specialy Appointed
Assistant Professor

安井 圭 特任准教授
Kei YASUI,
Specialy Appointed
Associate Professor

また、具体的な共同研究テーマの探索と推進の取組みを通して、超高速光通信・未来エネルギーに関わる高度技術人材層を厚くし、未来社会を担う人材の育成を推進します。



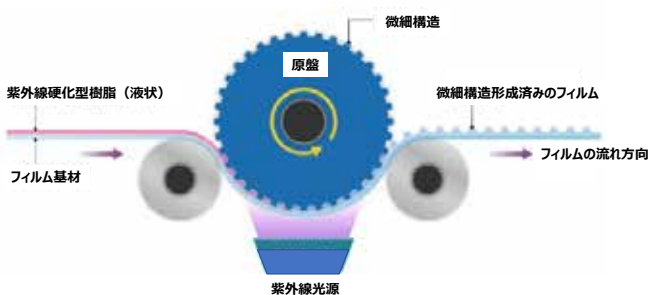
Carry out next-generation research to realize our near-future society composed of photonics and information.

Dexerials Corporation is a manufacturer providing functional materials for use in smartphones, automobiles and other domains in accordance with its corporate vision, Value Matters - Unprecedented innovation, unprecedented value. This Research Center will have an operating structure under which highly skilled specialists from both parties will work together to further step up academic-industrial collaboration and expand joint studies. Tohoku University owns science and technology in new materials, high precision measurement, ultra-fine processing and bonding and stacking at atomic and nanometer levels, while Dexerials Group holds technologies in materials, micro-nano fabrication and other processing and optical semiconductors. Based on these technologies, we will aim to create new technologies, products and solutions in the field of photonics at unprecedented levels in unexplored areas. In addition, we will accelerate development of

personnel that can play central roles in the new era in these fields.

(例) Dexerials 特有の微細加工技術

Roll to Roll方式による連続形状転写の概念図



専門分野・キーワード

高度マテリアル分析／次世代電子顕微鏡技術
Advanced Material analysis／Advanced Electron Microscopy analysis

主な研究テーマ

- ・高度マテリアル分析技術の探索研究
- ・次世代電子顕微鏡技術の探索研究
- ・ナノテラスとの連携ソリューションの探索
- ・Exploratory research on Advanced Material Analysis
- ・Exploratory research on Advanced electron microscopy analysis
- ・Exploration of the cooperation solution with NanoTerasu

高度マテリアル分析技術の探索と展開

共同研究部門「次世代電子顕微鏡研究部門」(2019年8月-2024年3月)の成果を引継ぎ、さらに発展させて新たな高度マテリアル分析技術への展開を図る。それと同時に、先端分析機器と次世代放射光施設ナノテラスとの連携ソリューションを目指し、オープンイノベーション型の共同研究体制の下、マテリアルの研究・開発者とともに、より困難な課題解決につながる計測・分析技術の高度化・革新を目指す。

Exploration of advanced material analysis and the cooperation solution with NanoTerasu

Based on the successful results of the collaborative research section of IMRAM, Advanced Electron Microscopy (2019.8-2024.3), we develop it more and plan the extension to new advanced material analysis technologies. At the same time, aiming at the cooperation solution with the tip analytical instruments and the next-generation synchrotron facility of NanoTerasu, we aim the innovation of the analysis techniques to be connected for a more difficult problem necessary for the continuous development of our society.



杉沢 寿志 特任教授
Hisashi SUGISAWA,
Specialy Appointed Professor
hisashi.sugisawa.b4@tohoku.ac.jp
| 運営総括責任者 | Operation Manager



梶本 智 特任教授
Satoru AKIMOTO,
Specialy Appointed Professor
satoru.akimoto.c7@tohoku.ac.jp
| 運営 | Operation



朝比奈 俊輔 特任教授
Shunsuke ASAHINA,
Specialy Appointed Professor
Shunsuke.asahina.a5@tohoku.ac.jp
| 走査分析技術の探索研究 | Exploratory research on scanning beam technology

作田 裕介 特任准教授
Yusuke SAKUDA,
Specialy Appointed
Associate Professor



津田 健治 教授 (兼任)
Kenji TSUDA, Professor(C)
kenji.tsuda.b6@tohoku.ac.jp
| 運営支援責任者、構造解析技術の探索研究 | Operation support Manager & Exploratory research on structure analysis

陣内 浩司 教授 (兼任)
Hiroshi JINNAI, Professor(C)
hiroshi.jinnai.d4@tohoku.ac.jp
| ポリマー解析技術の探索研究 | Exploratory research on polymer analysis

米倉 功治 教授 (兼任)
Koji YONEKURA, Professor(C)
koji.yonekura.a5@tohoku.ac.jp
| バイオ解析技術の探索研究 | Exploratory research on biomaterial analysis

寺内 正己 特任教授 (協力教員)
Masami TERAUCHI,
Specialy Appointed Professor
masami.terauchi.c4@tohoku.ac.jp
| 分光解析技術の探索研究 | Exploratory research on spectroscopy analysis



専門分野・キーワード

未来創造材料／機能物質探索／全固体電池／固体電解質
Future-Shaping Materials / Exploration of Functional Materials /
All-Solid-State Batteries / Solid Electrolytes

主な研究テーマ

- ・全固体電池を起点とする未来創造材料の探索
- ・未来方式の次世代創造材料探索
- ・高度解析による未来創造材料の理解と設計
- ・Exploration of Advanced "Future-Shaping" Materials Initiated by All-Solid-State Batteries
- ・Discovery of Next-Generation "Future-Shaping" Materials through Future-Oriented Approaches
- ・Understanding and Designing Advanced "Future-Shaping" Materials through State-of-the-Art Characterization

探索精神と多様な技術の融合で未来創造材料を
探求する

循環型の未来社会を実現するためには、革新的な機能を有する未来創造材料の創出が不可欠です。そしてその創出のためには、探求精神に基づく多様な技術の融合と、学理に基づいた精緻な材料設計指針が必要になります。三井金属と東北大学は、これまでも共同研究などを通じて連携してきました。『三井金属×東北大学 未来創造材料共創研究所』では、三井金属の多様な材料開発技術と、東北大学の物質評価・解析技術とを組み合わせ、連携をさらに深めることで、環境課題や社会課題の解決に貢献する新規研究テーマ探索や共同研究を推進します。未来創造材料共創研究所ではさらに、三井金属が重点を置くエレクトロニクス、環境・エネルギー、ライフサイエンス分野で社会課題解決に貢献する新規事業の創出を行うとともに、次世代の科学技術を担い価値創造を行う人材育成を図ります。

Exploring Future-Shaping Materials through a Spirit of Discovery and Technological Integration

To realize a sustainable and circular future society, it is essential to develop "future-shaping materials" with innovative functions. Achieving this requires not only the integration of diverse technologies driven by a spirit of exploration, but also precise material design guided by fundamental scientific principles. Mitsui Kinzoku and Tohoku University have long collaborated through joint research initiatives. At the "MITSUI KINZOKU x Tohoku University Co-creation Research Center for Advanced Materials Shaping the Future," we aim to further strengthen this collaboration by combining Mitsui Kinzoku's

diverse materials development capabilities with Tohoku University's expertise in materials evaluation and analysis. Together, we promote the discovery of novel research themes and the advancement of joint projects to address pressing environmental and societal challenges. In addition, we strive to generate new business opportunities in electronics, environmental and energy sectors, and life sciences, Mitsui Kinzoku's strategic focus areas, while also fostering the development of next-generation scientists and innovators who will drive future value creation.



宮下 徳彦 特任教授
Norihiko MIYASHITA,
Specially Appointed Professor
※運営総括責任者 | Operation Manager



高橋 広己 特任教授
Hiroki TAKAHASHI,
Specially Appointed Professor
※運営 | Operation



佐々木 隆史 特任教授
Takafumi SASAKI,
Specially Appointed Professor
※研究 | Research



大野 真之 准教授 (兼任)
Saneyuki OHNO, Associate Professor(C)
※運営支援責任者 | Operation Support Manager
saneyuki.ohno.c8@tohoku.ac.jp



蟹江 澄志 教授 (兼任)
Kiyoshi KANIE, Professor(C)
※研究 | Research

専門分野・キーワード

ナノ材料／再沈殿法／有機ナノ粒子／特定有害物質検出
Nanomaterials / Reprecipitation Method / Organic
nanoparticles / Detection of hazardous substances

主な研究テーマ

- ・機能性有機ナノ粒子の作製と分散制御
- ・特定有害物質を対象とする有機ナノ色素センシング技術の開発
- ・GPU データセンター向け高熱伝導ナノ冷却液の設計と性能評価
- ・レドックスフロー電池用有機ナノ粒子電解液の設計と電気化学特性評価
- ・有機ナノ粒子の微細化・高濃度化・連続製造プロセスの開発
- ・Fabrication and dispersion control of functional organic nanoparticles
- ・Development of organic nanodye-based sensing technologies for hazardous substances
- ・Design and performance evaluation of high thermal conductivity nanofluids for GPU data centers
- ・Design and electrochemical characterization of organic nanoparticle electrolytes for redox flow batteries
- ・Development of size control, high-concentration formulation, and continuous manufacturing processes for organic nanoparticles



川西 弘之 特任教授
Hiroyuki KAWANISHI
Specially Appointed Professor
※運営総括責任者 | Operation Manager



中村 幸一 特任教授 (客員)
Koichi Nakamura
Specially Appointed Professor (Visiting)
※参画企業担当者 | Industry representative



斎藤 克哉 特任准教授
Katsuya SAITO
Specially Appointed Associate Professor
※共同運営総括責任者 | Operation Manager



並木 克也 特任助教
Katsuya NAMIKI
Specially Appointed Assistant Professor
※参画企業担当者 | Industry representative



岡 弘樹 准教授
Kouki OKA
Associate Professor
oka@tohoku.ac.jp
※運営支援責任者 | Operation Manager



笠井 均 教授 (兼任)
Hitoshi KASAI
Professor(C)
※研究担当 | Research



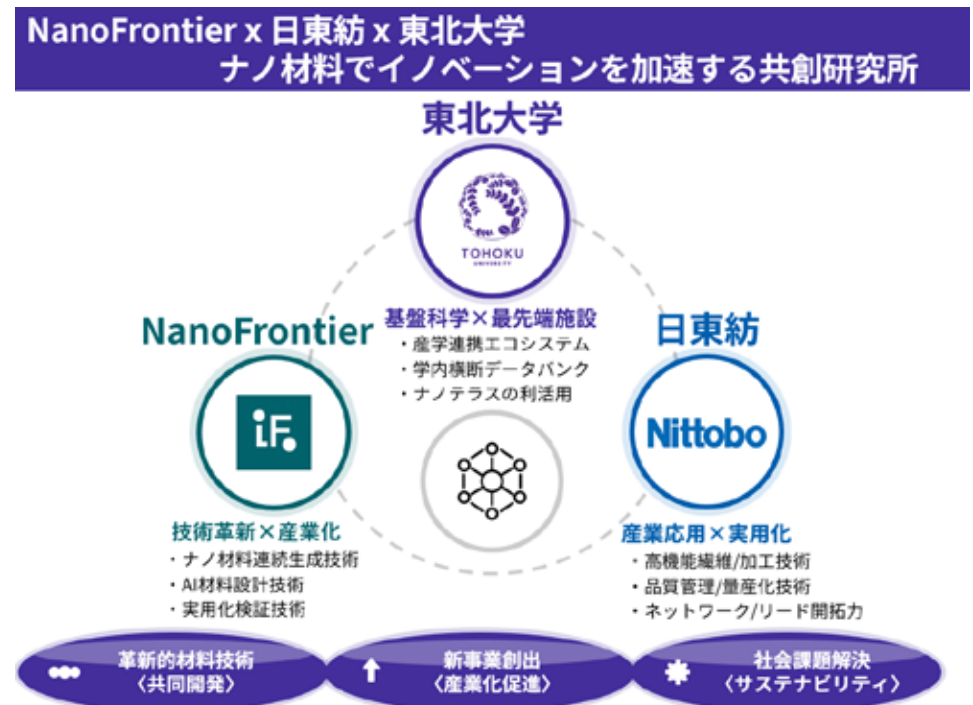
芳野 遼 助教 (兼任)
Haruka YOSHINO
Assistant Professor(C)
※研究担当 | Research

有機ナノ粒子による環境・エネルギー材料創製

有機ナノ粒子を水中に安定分散させることで、従来困難であった機能発現を可能とし、光学・熱・電気化学特性を活用した材料開発を推進しています。特に、特定有害物質の高感度検出、GPU データセンター向け高熱伝導ナノ冷却液、レドックスフロー電池用電解液といった環境・エネルギー分野への応用に注力しています。さらに、微細化・高濃度化・連続製造プロセスの確立により量産化と社会実装に向けた研究開発を展開しています。

Organic Nanoparticles for Environmental and Energy Applications

By transforming organic molecules into stable nanoparticles dispersed in water, functionalities difficult to achieve in bulk systems can be realized, enabling optical, thermal, and electrochemical applications. We focus on environmental and energy applications, including detection of hazardous substance, high thermal conductivity nanofluids for GPU data centers, and electrolytes for redox flow batteries. We also develop scalable technologies such as particle size control, high-concentration formulation, and continuous manufacturing processes for practical implementation.



専門分野・キーワード

みらい創造技術／ライフサイエンス／環境・エネルギー／エレクトロニクス
Future Driven Technologies / Life Science / Environment and Energy / Electronics

主な研究テーマ

- ・スペシャリティ化学を基盤とした未来創造技術の探索
- ・多面的材料設計およびプロセス融合による次世代材料創出
- ・高度解析・評価技術による材料機能の理解と設計指針構築
- ・Exploration of future-oriented technologies based on specialty chemicals
- ・Creation of next-generation materials through integrated material design and process innovation
- ・Understanding material functions and establishing design principles through advanced characterization



大矢 修生 特任教授

Shuusei Ooya, Specially Appointed Professor
※運営総括責任者 | Operation Manager



笥居 高明 教授 (兼任)

Takaaki TOMAI, Professor(C)
※運営支援責任者 | Operation Support Manager
takaaki.tomai.e6@tohoku.ac.jp



蟹江 澄志 教授 (兼任)

Kiyoshi KANIE, Professor(C)
※参画教員 | Participating Faculty Member

スペシャリティ化学で未来価値を共創する

UBEは、「未来を切り拓く次世代のコアコンピタンス創出」を研究開発の使命として掲げ、コーポレート研究開発の強化を推進しています。本共創研究所では、UBEが長年培ってきたスペシャリティ化学分野の技術力と、東北大学が有する世界トップレベルの材料設計、解析・評価技術を融合し、未来社会を支える材料・技術の創出を目指します。ライフサイ

エンス、環境・エネルギー、エレクトロニクス分野といった重点分野を中心に、将来ニーズを見据えた探索研究から社会実装を見据えた応用研究までを一体的に推進します。これらの取り組みを進める過程で、次世代を担う人財育成にも積極的に取り組みます。

Co-creating Future Value through Specialty Chemicals

UBE positions "the creation of next-generation core competencies" as a central mission of its research and development and is strengthening corporate R&D activities. Through this Co-Creation Research Institute, UBE integrates its expertise in specialty chemicals with Tohoku University's world-leading capabilities in materials design,

analysis and characterization, aiming to create materials and technologies that support future society. Focusing on life sciences, environment and energy, and electronics, the institute promotes integrated research from future-oriented exploration to applied research for social implementation, while contributing to next-generation talent development.

Future Society

- ・ Life Science
- ・ Environment & Energy
- ・ Electronics

UBE Corporation



- Specialty Chemicals
- Industrial R&D
- Social Implementation

Co-Creation Research Institute



TOHOKU UNIVERSITY



- Material Design
- Analysis & Characterization
- Fundamental Science

永次史研究室 / Fumi NAGATSUGI Lab

専門分野・キーワード

遺伝子発現制御／機能性人工核酸／クロスリンク剤／機能性 RNA
control of the gene expression / intelligent artificial nucleic acid / cross-linking agents / non-coding RNA

主な研究テーマ

- ・細胞内での遺伝子発現制御を目指した架橋反応性核酸の開発
- ・核酸高次構造に結合する人工分子の開発
- ・RNAを標的とした新規化学ツールの開発
- ・核酸を標的とした分子認識機構に基づく新規高機能人工分子の開発

- ・Development of the crosslinking molecules for control of gene expression in cells
- ・Development of the artificial molecules for binding to the higher-ordered structure of nucleic acid
- ・Development of the novel chemical tools targeted to nucleic acids
- ・Development of the intelligent molecules targeted to nucleic acids based on the molecular recognition



永次 史 教授

Fumi NAGATSUGI, Professor
遺伝子発現の化学的制御を目指した方法論の開発
Development of the strategy for the control of gene expression
fumi.nagatsugi.b8@tohoku.ac.jp



鬼塚 和光 准教授

Kazumitsu ONIZUKA, Associate Professor
RNAを標的にした新規化学ツールの開発
Development of novel chemical tools targeting RNA

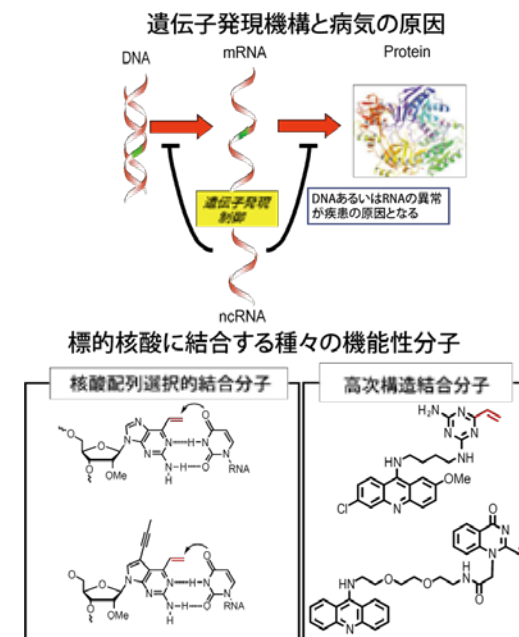


山野 雄平 助教

Yuhei YAMANO, Assistant Professor
新規機能性核酸の創製
Development of novel functional nucleic acids

遺伝子発現の化学的制御を目指したケミカルバイオロジー

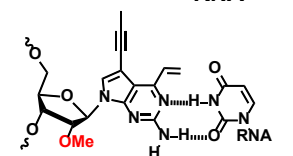
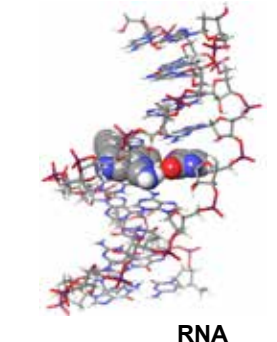
ゲノム解析が終了し、実際に蛋白質として発現される遺伝子はわずか2%のみであり、残りの98%はタンパク質をコードしない、noncodingRNA(ncRNA)として生体機能の維持調節に極めて重要な働きをしていることが明らかとなってきました。これらの遺伝子発現制御機構における破たんは、様々な病気の原因になることから、新たな創薬標的としての期待も高まっています。私たちの研究室では、細胞内で遺伝子発現を制御する機能性分子を独自に設計・合成し、既存の分子ではできない新たな機能を持つ人工分子の開発を目標に研究を行っています。既に私たちの研究室では高機能を持つ核酸医薬として、標的遺伝子に対しピンポイントの反応性で架橋形成する人工核酸を開発し、効率的な遺伝子発現制御に成功しています。さらに、遺伝子発現で重要な機能を果たすことが分かってきた核酸高次構造に結合する分子の開発にも成功しています。現在、さらなる高機能化人工分子の開発を目指して研究を行っています。



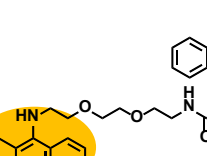
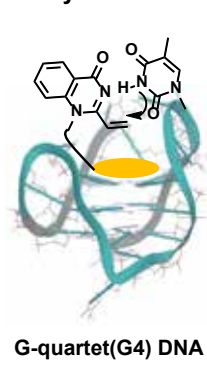
Development of Intelligent Molecules for the Regulation of Gene Expression in Cells

Our research activities have focused on the creation of functional molecules that exhibit specific recognition and reaction to the DNA and RNA. The functional oligonucleotides incorporating such intelligent agents would enable chemical modulation of gene expression with high sequence-selectivity at a single nucleoside level. Recent progress in our group includes achievement of highly efficient cross-linking reaction with specificity toward cytosine at the target site. We have applied the new cross-linking agent to antisense inhibition of gene expression in cell. Now, we study about higher functional intelligent molecules for regulation of gene expression. We expect that our research can be expanded to "In Cell Chemistry" in future.

Cross-linking to target RNA



Alkylation to G4



水上進研究室 / Shin MIZUKAMI Lab

専門分野・キーワード

バイオイメージング／蛍光プローブ／光機能性分子／蛋白質工学
bioimaging / fluorescent probes / photofunctional molecules /
protein engineering

主な研究テーマ

- 局在化蛍光センサーを用いた細胞内局所の分子・イオン動態の可視化定量
- 疾患機構や生理機能を調べる為の小分子－蛋白質ハイブリッド材料の開発
- 光を用いて細胞機能を操作する技術の開発
- 先進的顕微鏡技術に資する可視化プローブの開発
- 細胞内クリックケミストリーを用いた細胞解析技術の開発
- Quantitative imaging of intracellular molecular and ion dynamics using localizable fluorescent sensors
- Development of small molecule-protein hybrid materials to investigate disease mechanisms and physiological functions
- Development of technology to optically control cellular functions
- Development of imaging probes for advanced microscopic technologies
- Development of cell analysis technology using intracellular click chemistry

細胞機能の可視化と光制御を可能とする機能性分子の開発と応用

生体内および生細胞内では、蛋白質・核酸・糖などの様々な生体分子が相互作用しながら機能しています。これらの生体分子の真の機能を解明するためには、他の分子との相互作用が保たれた状態、すなわち生きた状態でそれらの挙動・機能を観察することが重要です。当研究室では、有機化学・高分子化学・蛋白質化学等の技術を基盤として新たな機能性分子の設計・合成を行い、特に光を用いた生体分子の可視化および機能制御を可能にする新技術の開発に取り組んでいます。具体的には、細胞内の局所における金属イオンの定量イメージングを可能とする蛍光プローブや、光照射によって蛋白質間相互作用を誘導し、細胞内シグナル伝達を制御する光応答性分子の開発などを行っています。これらの機能性分子を蛍光顕微鏡観察と組み合わせることで、生きた細胞内における分子やイオンの生理機能、さらには疾患機構の本質に迫ります。

Development and applications of functional probes for visualization and optical control of cellular functions

In living organisms and cells, various biomolecules such as proteins, nucleic acids, and carbohydrates function through intricate interactions with each other. To truly understand the roles of these biomolecules, it is essential to observe their behaviors and functions under physiological conditions—namely, within living systems where their interactions with other biomolecules are preserved. Our research particularly focuses on developing new technologies that enable visualization and functional control of biomolecules using light.



水上進 教授

Shin MIZUKAMI, Professor

機能性分子設計による細胞機能の可視化と制御
Imaging and regulation of cellular functions with
functional molecule design

shin.mizukami.a6@tohoku.ac.jp



小和田 俊行 准教授

Toshiyuki KOWADA, Associate Professor

機能性小分子を用いた生体機能の可視化と制御
Visualization and manipulation of biological functions
using functional small molecules



イラ ノヴィアンティ 助教

Ira NOVIANTI, Assistant Professor

大環状テトラジンを用いたバイオ直交反応活性化システムの開発とその応用

Development of activatable bioorthogonal reaction systems
with macrocyclic tetrazines and their applications



ショウビック ブーイン 助教

Shouvik BHUIN, Assistant Professor

Tetrazine-Based Bio-orthogonal Molecular Fluorophore
for Cell Bioimaging Application

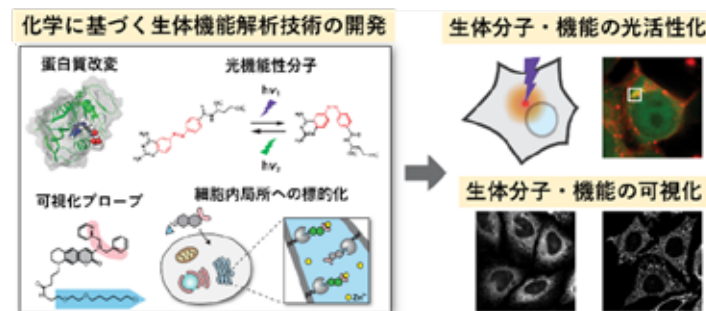


丁 芝 特任助教

Yi DING, Specially Appointed Assistant Professor

低分子ツールを用いた細胞内プロセスの可視化・制御技術の開発

Development of Small-Molecule Tools for Imaging and
Manipulating Cellular Processes



米倉功治研究室 / Koji YONEKURA Lab

専門分野・キーワード

高分解能クライオ EM / 電子線三次元結晶構造解析 / AI データ測定 / トモグラフィー
High-resolution cryo-EM / Electron 3D crystallography / AI data
collection / Tomography

主な研究テーマ

- 高分解能単粒子クライオ EM 解析
- タンパク質、有機分子微小結晶の電子線三次元結晶構造解析
- AI 測定等のクライオ EM の手法開発
- XFEL による有機分子の微小結晶構造解析
- High-resolution single particle cryo-EM
- Electron 3D crystallography of proteins and organic molecules
- Methodological development for cryo-EM including AI data collection
- XFEL crystallography of small organic molecules

クライオ EM でタンパク質、有機分子の構造メカニズムに迫る

タンパク質や有機分子は、複雑な立体構造を形成して、機能を発現します。本研究室は、最先端のクライオ電子顕微鏡 (EM) 技術を用いて、より高い分解能、高い精度でこれらの試料の構造を決定し、その機能解明を目指します。AI 自動データ測定やデータ解析などの技術開発も進めます。

電子線は物質と強く相互作用するため、タンパク質の一部分の像が得られます。この特性を利用するのが単粒子解析で、タンパク質の原子の配置が得られます。構造変化や揺らぎを捉えることもでき、構造ダイナミクス研究も可能です。また、極微小な結晶からでも回折が得られるため、電子線三次元結晶解析では分子構造をより詳細に調べることができます。細胞組織や大きく不均一な複合体に対しては、電子線トモグラフィーにより立体構造を解析します。

放射光 X 線も相補的に利用し、構造形成、安定化、機能発現に直結する水素原子や電荷の情報も可視化し、複雑な分子の構造メカニズムに迫ります。

Advanced cryogenic electron microscopy of proteins and organic molecules

Proteins and organic molecules comprise complex 3D structures responsible for their functions and properties. We analyze the detailed structural mechanisms of proteins and organic molecules using advanced cryogenic electron microscopy (cryo-EM). We also develop related technologies including automated artificial intelligence data collection and analysis for high-resolution and high-precision single particle cryo-EM, electron 3D crystallography and tomography. Our approach thus reveals chemical properties of hydrogen bonds and charges, which are critical in stabilizing structures and fulfilling functions. We also use synchrotron radiation and X-ray free-electron lasers to achieve our goals.



米倉 功治 教授

Koji YONEKURA, Professor

電子線三次元結晶構造解析、高分解能クライオ EM
Electron 3D crystallography, High-resolution cryo-EM
koji.yonekura.a5@tohoku.ac.jp



濱口 祐 准教授

Tasuku HAMAGUCHI, Associate Professor

高分解能単粒子解析、トモグラフィー
High-resolution single particle analysis, Tomography



黒河 博文 講師

Hirofumi KUROKAWA, Senior Assistant Professor

三次元電子回折法による微小結晶構造解析
Microcrystal structure analysis by 3D electron
diffraction



豊永 拓真 助教

Takuma TOYONAGA, Assistant Professor

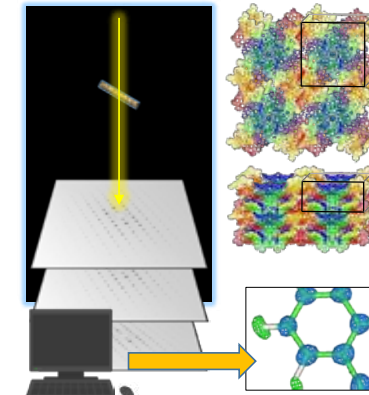
クライオ EM を用いた生命ナノデバイスの高分解能構造解析
High-resolution structural analysis of biological
nanodevices using cryo-EM



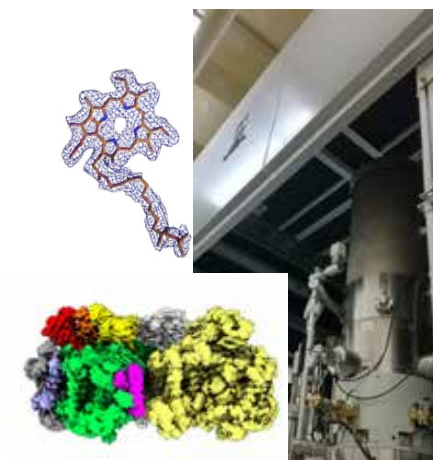
池内 健 助教 (FRIS)

Ken IKEUCHI, Assistant Professor

細胞内チェックポイント機構の分子構造解明
Structural biology of intracellular checkpoint
machinery



微小結晶の電子線三次元結晶構造解析



単粒子解析構造とクライオ電子顕微鏡

高橋聡研究室 / Satoshi TAKAHASHI Lab

専門分野・キーワード

タンパク質や RNA のダイナミクス／一分子蛍光分光法／新型コロナウイルス
Protein and RNA dynamics / Single-molecule fluorescence spectroscopy / SARS-CoV-2

主な研究テーマ

- 一分子蛍光分光法を用いたタンパク質のダイナミクス解明
- ナノ秒蛍光相関分光法を用いた生体分子の高速運動の観測
- 新型コロナウイルスのヌクレオカプシドタンパク質と RNA の相互作用解析
- 酵素を用いたタンパク質の蛍光ラベル化と一分子蛍光測定による構造解析
- Investigation of protein dynamics based on single-molecule fluorescence spectroscopy
- Observation of ultrafast dynamics of biomolecules by nanosecond fluorescence correlation spectroscopy
- Analysis of the interaction between the nucleocapsid protein and RNA of SARS-CoV-2
- Fluorescent labeling of proteins using enzymes aiming at the single-molecule fluorescence measurements



高橋 聡 教授

Satoshi TAKAHASHI, Professor

一分子蛍光観察によるタンパク質のフォールディングと機能の解明 Dynamics of proteins based on single molecule fluorescence detection
satoshi.takahashi.a6@tohoku.ac.jp



荒木 保幸 准教授

Yasuyuki ARAKI, Associate Professor

新規円二色性測定法の開発と生体機能分子等の構造変化検出への応用 Development of new circular dichroism spectroscopy and its application to the conformational change dynamics of biomolecules



伊藤 優志 助教

Yuji ITOH, Assistant Professor

酵素反応を用いた生体分子の蛍光標識と蛍光分光測定 Fluorescent labeling of biomolecules via enzymatic reaction and fluorescence spectroscopy

一分子蛍光観察によるタンパク質および RNA のダイナミクスの解明

タンパク質は、20 種類のアミノ酸が一次的につながった高分子であり、生体中においてさまざまな機能を発揮する究極の機能性分子です。タンパク質が機能を発揮するには、アミノ酸の配列により定められる特定の構造に折り畳まれ、運動を行う必要があります。しかし、あるタンパク質が、どのような運動により機能を発揮するのかはしばしば未解明です。本研究分野では、独自に開発した一分子蛍光観察法を用いることで、タンパク質などの生体分子のダイナミクスを直接観察し、タンパク質機能の解明を目指しています。また、最近は新型コロナウイルスに由来するタンパク質とゲノム RNA を対象とした研究を行っています。ウイルス由来のタンパク質と RNA のダイナミクスと構造を理解し、それらの機能を効果的に阻害する方法を見出すことで、新型コロナウイルス感染症に対抗する新しい創薬の可能性が拓かれると期待されます。

Dynamics of protein and RNA based on single molecule fluorescence spectroscopy

Proteins are natural machines that perform various functions that sustain our lives. To be biologically active, proteins form compact three dimensional structures in the process called protein folding. The folded structures of proteins are determined by the primary sequence of amino acids, and show dynamics among various structures. However, it is still extremely difficult to understand how the function of proteins are achieved. In our laboratory, we develop new single molecule fluorescence spectroscopy and observe the protein dynamics. In addition, we are recently interested in the proteins and RNA derived from SARS-CoV-2. Understanding their dynamics, structure, and function will aid the development of effective inhibitors of their function, leading to new drugs against COVID-19.

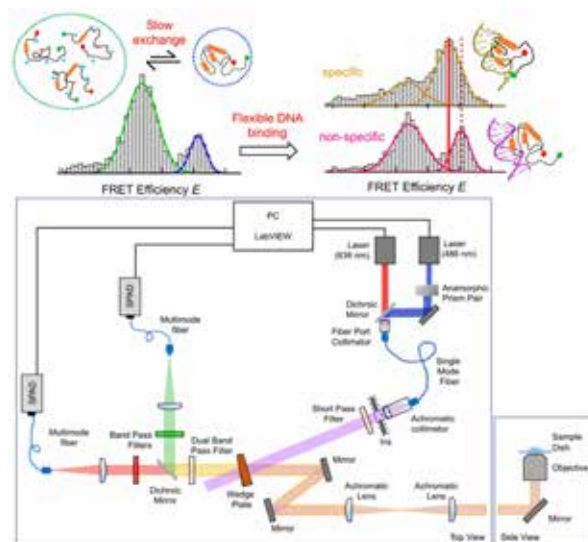


図 1: 生体分子の構造変化を一分子レベルで計測する一分子蛍光分光装置

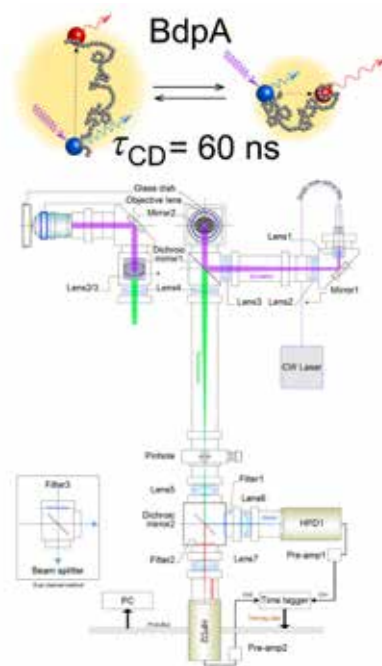


図 2: 生体分子の高速運動を観察するナノ秒蛍光相関分光装置

南後恵理子研究室 / Eriko NANGO Lab

専門分野・キーワード

X 線自由電子レーザー／X 線結晶構造解析／時分割測定／合理的タンパク質設計
X-ray free electron lasers / X-ray crystallography / time-resolved measurement / rational protein design

主な研究テーマ

- X 線自由電子レーザーによるタンパク質構造解析
- 動的構造解析ツールの開発
- G- タンパク質共役型受容体の活性化機構
- 動的構造情報による合理的分子設計
- Protein structure analysis by X-ray free electron lasers
- Development of protein dynamic structural analysis tools
- Activation mechanism of G-protein coupled receptors
- Rational molecular design based on dynamic structural information

タンパク質が機能する瞬間を量子ビームで捉える

タンパク質は、細胞情報伝達、生体内触媒反応、貯蔵や輸送を行うなど、生命現象を支える重要な生体構成物質です。多数のアミノ酸から成るタンパク質の立体構造はその機能と深く関連しており、機能を発揮する際にどのような構造の変化を起こすのか興味を持たれてきました。しかし、ナノサイズであるタンパク質が、高速の時間スケール（フェムト秒～ミリ秒）で動く様子を原子の動きまで詳細に捉えるには新たな技術が必要です。当研究室では、X 線自由電子レーザー、放射光、電子線などの量子ビームを用いて、タンパク質の中で実際におこっている化学変化や構造変化を可視化し、例えば、光に応答するタンパク質のスイッチ機構や、ユニークな反応を触媒する酵素の反応機構などを明らかにしていきます。また、得られた精密な構造情報を基にタンパク質分子の合理的設計と新機能をもつ分子の創製を目指します。

Capturing structural changes in proteins at work by quantum beams

A protein is one of the biomolecules that are essential to the phenomena of life, such as cell signaling, in vivo catalytic reactions, storage and transport. A three-dimensional structure of a protein, which consists of a number of amino acids, is closely related to its function, and there has been an interest in how a protein structurally changes when it functions. However, new techniques are needed to capture the movement of nano-sized proteins on a fast time scale (femtoseconds to milliseconds) at an atomic level.

In our laboratory, we use a quantum beam such as an X-ray free-electron laser, synchrotron radiation, or an electron beam to visualize actual chemical and structural changes in proteins. For instance, we will reveal the switching mechanism of light-sensitive proteins and the reaction mechanism of enzymes catalyzing unique reactions. Furthermore, we aim to design and create protein molecules with new functions based on precise information from dynamic structural analysis.



南後 恵理子 教授

Eriko NANGO, Professor

タンパク質ダイナミクス解析と分子制御への応用 Analysis of protein structural dynamics and its application to molecular control
eriko.nango.c4@tohoku.ac.jp



藤原 孝彰 助教

Takaaki FUJIWARA, Assistant Professor

時分割測定による生体高分子の作用機序の解明 Elucidation of mechanism of biomacromolecules by time-resolved experiments



田口 真彦 助教

Masahiko TAGUCHI, Assistant Professor

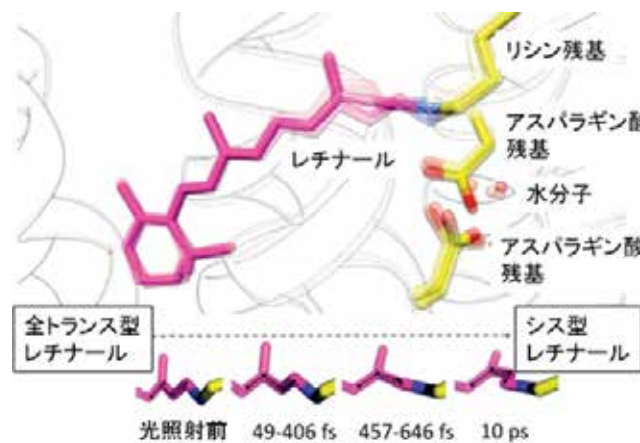
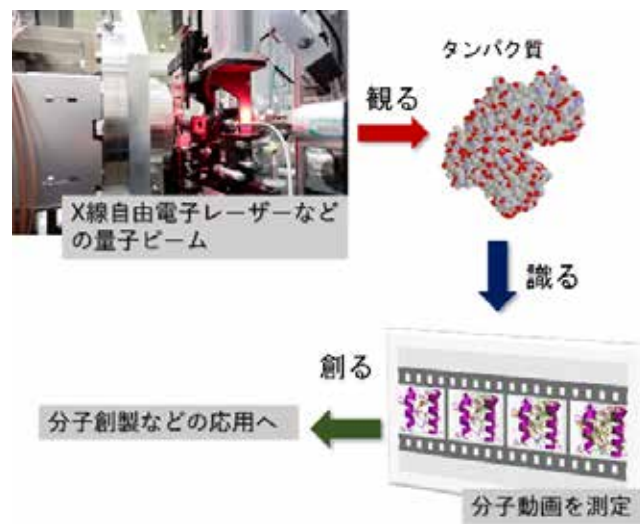
時分割実験と連携した計算科学による生体分子機能の理解とその応用 Understanding of biomolecular function by computational science linked with time-resolved experiment and its application



小島 摩利子 助教

Mariko KOJIMA, Assistant Professor

動的構造情報に基づくタンパク質の機能創成 Development of novel protein functions through molecular engineering based on time-resolved experiments



西堀麻衣子研究室 / Maiko NISHIOBORI Lab

専門分野・キーワード

有機-無機ハイブリッドナノ材料 / 時空間階層構造 / ダイナミクス / 放射光 X 線分析
organic-inorganic hybrid nano-materials / hierarchical structure on multiple time and space / dynamics / synchrotron x-ray analysis

主な研究テーマ

- ・高分子-セラミックスハイブリッドナノ材料の合成
 - ・機能性無機材料表面へのポリマーブラシ修飾と界面相互作用の解明
 - ・X線分光法と計算科学の融合による材料中の原子拡散挙動の追跡
 - ・放射光 X 線を用いた不均一材料の元素選択的な反応解析
- ・Development of the crosslinking molecules for control of gene expression in cell
 - ・Development of the artificial molecules for binding to the higher-ordered structure of nucleic acid
 - ・Development of the novel chemical tools targeted to nucleic acids
 - ・Development of the intelligent molecules targeted to nucleic acids based on the molecular recognition



西堀 麻衣子 教授

Maiko NISHIBORI, Professor

放射光 X 線分析を用いた機能材料の特性発現メカニズムと構造形成ダイナミクスの解明 [Function expression mechanism and structure formation dynamics of hybrid materials using synchrotron radiation X-ray analysis](#)
maiko.nishibori.d8@tohoku.ac.jp



大山 祥千子 講師 (SRIS)

Sachiko OHYAMA, Senior Assistant Professor

先端放射光計測によるナノスケールの構造・機能相関の多角的可視化 [Multimodal visualization of nano-scale structure/property ensemble by advanced synchrotron radiation measurement](#)



二宮 翔 助教

Kakeru NINOMIYA, Assistant Professor

X 線イメージングとスペクトルシミュレーションを用いた不均一材料中ナノ構造体の形成過程 [Formation process of nanostructure in heterogeneous materials using X-ray spectroscopic imaging and spectral simulation](#)

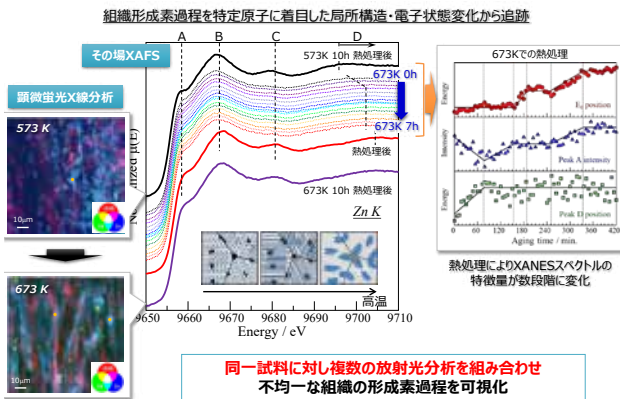
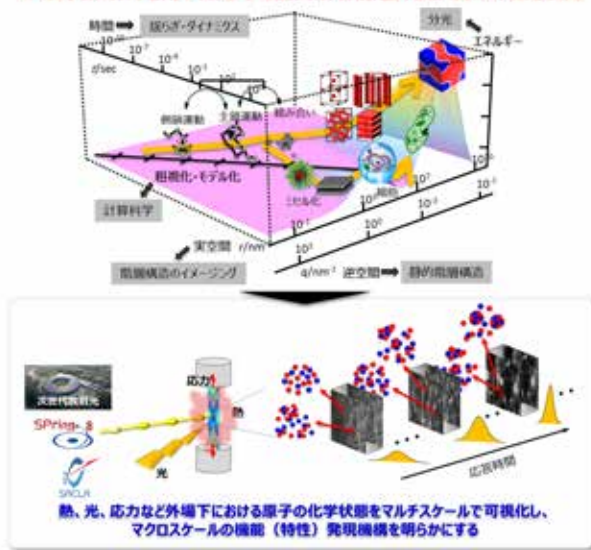
放射光分析を駆使したハイブリッドナノ材料の階層構造ダイナミクス

ソフトマテリアルや生体材料は、ナノからミクロに至る広い時空間のスケールで複雑な階層構造を形成しています。量子サイズ効果などの新規な物性や優れた機能を発現するナノ粒子を有機分子や高分子と複合化すると、相分離や自己組織化、化学状態・局所構造変化など時空間のスケールに応じた興味深い現象が生じます。こうしたナノ複合材料の階層構造がなぜ特異な機能を発現するか、どうやってそのような構造を形成するのかを理解することは、新たな複合材料の開発に必要不可欠です。私たちはハイブリッドナノ材料の構造と機能の相関を正しく理解するために、構造形成過程や熱・光・応力など外場下における原子の化学状態・構造・ダイナミクスを、高輝度放射光 X 線を用いてマルチスケールで可視化しています。階層的な物質構造化学を深化させ、新奇な機能を担う新原理の発見を目指します。

Dynamics of hierarchical structure for hybrid nanomaterials by synchrotron X-ray analysis

Soft- and bio-materials form complex hierarchical structures in large space-time scale. Nanoparticles combined with organic molecules and polymers cause interesting phenomena such as phase separation, self-assembly, and change of chemical state and local structure with space-time scale. Understanding the function and structure formation dynamics with the hierarchical structure of nanocomposites is essential for the development of new materials. To understand the correlation between the structure and function of hybrid nanomaterials, we use synchrotron X-ray analysis to visualize the chemical state, structure, and dynamics of atoms under reaction. We progress the hierarchical structural chemistry of materials and discover novel functions.

次世代放射光を用いた動的時空間階層構造評価技術の確立と展開



William F. DeGrado Lab

専門分野・キーワード

De novo タンパク質 / 計算機設計 / 膜タンパク質 / ドラッグデリバリー
De novo protein / Computational design / Membrane proteins / Drug delivery

主な研究テーマ

- ・機能性タンパク質の人工デザイン
 - ・膜タンパク質デザイン
 - ・細胞膜を融合させる人工タンパク質のデザインと応用
 - ・低分子結合タンパク質のデザイン
 - ・タンパク質の構造、ダイナミクス、相互作用を調べるための化学ツールとプローブの開発
- ・De novo design of functional proteins
 - ・Membrane protein design
 - ・Computational design and applications of membrane fusion proteins
 - ・De novo protein binder against small molecules
 - ・Development of chemical tools and probes to investigate protein structure, dynamics, and interactions



William F. DeGrado, Distinguished Professor

新規タンパク質の人工デザイン
[Computational design of functional proteins](#)



曾宮 正晴 准教授

Masaharu Somiya, Associate Professor

タンパク質の計算機デザインと薬物送達への応用
[Computational protein design and application of de novo proteins for drug delivery systems](#)
masaharu.somiya.d7@tohoku.ac.jp

De novo タンパク質の計算機設計と応用研究

生命活動を支えるタンパク質は、長年にわたる進化の過程で機能が洗練され、分子機械としてさまざまな役割を獲得してきました。一方、人工的にタンパク質を設計する de novo タンパク質設計技術は、1980 年代に端を発し、天然に無い新たなタンパク質の創出を可能にしています。近年では AI・計算技術の進展に伴って、医療・産業応用を見据えた本分野への期待はかつてなく高まっています。当研究室では、この

分野の開拓者である William DeGrado 国際卓越 PIのもと、計算機設計と実験検証を融合した de novo タンパク質設計研究を推進します。膜タンパク質・人工酵素・機能性ナノ構造体などを設計対象とし、細胞操作や創薬技術への応用を視野に入れた研究を展開します。多元研の学際的環境を活かし、de novo タンパク質設計の国際的な中核拠点として次世代医療・バイオ産業の基盤技術創出を目指します。

“de novo” protein design



De novo Protein Design: From Computation to Biomedical Applications

Proteins are the molecular machines of life, yet evolution has explored only a fraction of possible sequences. De novo protein design—born in the 1980s and now accelerated by AI—creates proteins with entirely novel functions beyond evolutionary history. Led by Distinguished Professor William DeGrado, a pioneer of the field, the laboratory at IMRAM integrates

computational design with experimental validation to engineer membrane proteins, artificial enzymes, and functional nanostructures for drug discovery and biomedical applications. The laboratory aims to become an international hub for de novo protein design, developing foundational technologies for next-generation medicine and biotechnology.

山田高広研究室 / Takahiro YAMADA Lab

専門分野・キーワード

固体材料化学 / 材料合成 / 極性金属間化合物 / セラミックス
solid state materials chemistry / materials synthesis / polar intermetallics / ceramics

主な研究テーマ

- 新規多元系無機物質の探索と結晶構造解析および材料特性評価
- 多元系金属間化合物を対象とした熱電材料の開拓
- 固体窒素源を用いた金属窒化物の合成プロセスの開発と応用
- 新規極性金属間化合物の探索と、機能性材料への応用
- 非酸化物セラミックスの新規低温合成プロセスの開発
- Synthesis, crystal structure, and characterization of novel multinary inorganic compounds
- Development of thermoelectric materials based on multinary intermetallic compounds
- Development and application of synthetic processes of nitrides using solid nitrogen sources
- Synthesis and characterization of novel polar intermetallics for the development of functional materials
- Development of a low-temperature synthesis process for non-oxide ceramics



山田 高広 教授

Takahiro YAMADA, Professor

新規無機化合物の探索と機能性材料の開拓
Exploration of novel inorganic compounds and development of functional materials
takahiro.yamada.b4@tohoku.ac.jp



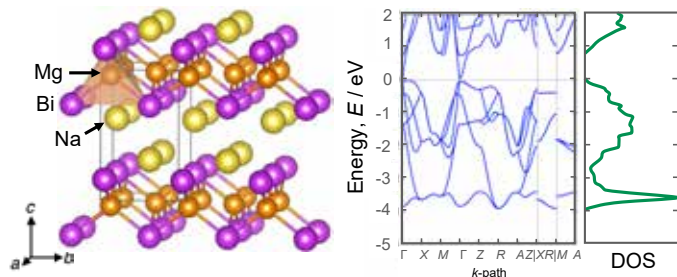
細野 新 助教

Akira HOSONO Assistant Professor

非酸化物のプロセッシング技術と材料機能検討
Development of material processing and physical property on non-oxide compounds

新しい無機化合物・機能性材料の開拓と新規合成法の開発

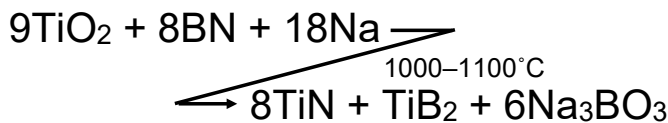
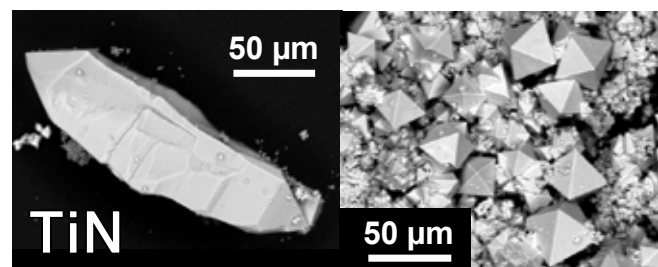
多元系の無機化合物には、まだ見出されていないものや、既知化合物であってもその機能が十分に明らかにされていないものが数多く存在します。本研究分野では、新規化合物の探索的な研究や、新規合成法による純良な試料の合成、また、それらの物性評価や機能発現のメカニズムの検証を実験や理論計算によって行うことで、熱電材料、硬質セラミックス・金属材料、誘電体材料、超伝導体などの新しい無機材料を開拓することを目指します。こうしたボトムアップ型の研究は、従来の材料の概念を一転させるような性能や機能を有した物質の発見につながる可能性もあり、大学において継続して行うべき研究であると考えます。



新規金属間化合物 NaMgBi の結晶構造と電子構造
Novel intermetallic compound NaMgBi; the crystal structure and calculated electronic structure.

Exploration of novel inorganic functional materials and development of new synthetic processes

There are many inorganic compounds that have not been discovered or whose functions have not been completely revealed and understood. We aim to develop novel inorganic compounds through exploratory synthesis for use as functional materials such as thermoelectric materials, hard materials, and superconductors. We also intend to prepare high-quality samples by new synthetic processes and characterize such compounds by determining their functionalities and demonstrating the mechanism simultaneously through appropriate experimentation and theoretical calculation. These fundamental research efforts can aid the discovery of the so-called game changers in materials science.



窒化ホウ素を固体窒素源に用いた合成法によって TiO₂ から作製された TiN 単結晶粒
Faceted crystal grains of titanium nitride prepared from TiO₂ and a solid nitrogen source of boron nitride.

佐藤卓研究室 / Taku J SATO Lab

専門分野・キーワード

中性子非弾性散乱 / 中性子磁気散乱 / 量子スピン系 / 遍歴電子磁性と超伝導
neutron inelastic scattering / neutron magnetic scattering / quantum magnets / itinerant electron magnetism and superconductivity

主な研究テーマ

- 中性子非弾性散乱分光器の開発
- 中性子磁気非弾性散乱スペクトル解析法の開発
- 量子スピン系における巨視的量子現象の研究
- 遍歴電子系における反強磁性と超伝導の研究
- 非周期スピン系における磁気秩序とダイナミクスの研究
- Development of neutron inelastic spectroscopy
- Development of analysis methods for spin excitation spectra obtained in neutron spectroscopy
- Novel macroscopic quantum phenomena in quantum magnets
- Antiferromagnetism and superconductivity in itinerant electron systems
- Ordering and dynamics in aperiodic spin systems



佐藤 卓 教授

Taku J SATO, Professor

中性子散乱を用いた固体中のスピンダイナミクス研究
Neutron scattering research on the spin dynamics in condensed matters
taku@tohoku.ac.jp



那波 和宏 准教授

Kazuhiro NAWA, Associate Professor

中性子散乱を用いた新しい磁気秩序や磁気励起の開発
Exploring new magnetic orders and excitations using neutron scattering technique



金城 克樹 助教

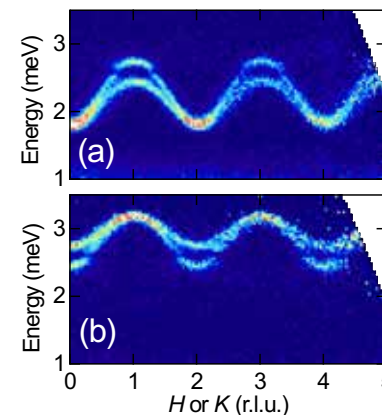
Katsuki KINJO, Assistant Professor

中性子散乱測定による金属間化合物の内部自由度に起因する特異な電子状態の研究
Research on unique electronic states originating from internal degrees of freedom in intermetallic using neutron scattering technique

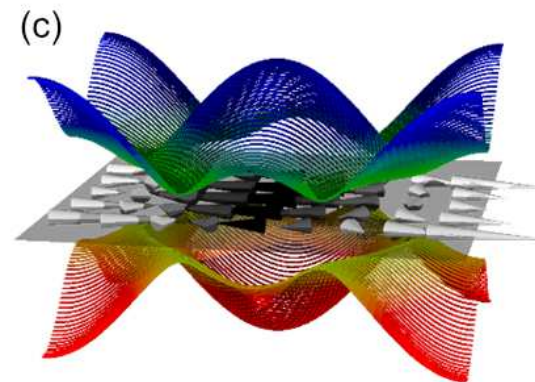
中性子非弾性散乱を用いた量子スピン系や遍歴磁性体のスピンダイナミクス研究

我々のグループでは電子スピンの多体相関による新奇な量子相の探索とその解明を目指しています。この目的を達成するため、スピンの動的性質を直接観測することのできる中性子非弾性散乱を主たる実験手法としています。近年量子系の性質をその連続変形に対する不変性(トポロジー)を用いて理解する方法論が盛んに研究されています。電子系におけるトポロジカル絶縁体はその代表的な例です。我々はこのよう

なトポロジカルな性質を磁性体における素励起(準粒子)に対して探索し、量子反強磁性ダイマー物質 Ba₂CuSi₂O₆Cl₂ においてトポロジカルな磁気準粒子励起を発見しました。他にも磁性体中のトポロジカルな磁気テクスチャーである磁気スカームの遅いダイナミクスの解明等、電子スピン集団のトポロジカルな性質の解明が進んでいます。



(a,b) Observed dispersions of triplons along H (or K) with the K (or H) integrated around
(a) K (or H) = 0, or (b) K (or H) = -1. The integration range is |ΔK| (or |ΔH|) < 0.1.
(c) Calculated modeled dispersions with the fictitious magnetic field shown by the arrows.



Neutron inelastic scattering study on spin dynamics in quantum and itinerant magnets

Quest for novel quantum phases and elucidation of them in correlated-many-electron or quantum-spin systems is at the heart of condensed matter physics for decades, and has been our mission. Neutron inelastic scattering is a powerful tool to achieve this goal, enabling us to directly observe spin dynamics in condensed matter. Recently, the advantage of using invariance on continuous deformation (topology) becomes widely recognized for elucidating physical properties of many-body quantum systems; a celebrated example may be electronic

topological insulator. We searched for such topological states in quantum magnets, and found topologically nontrivial quasiparticles (triplons) in the quantum dimerized antiferromagnet Ba₂CuSi₂O₆Cl₂. Another recent discovery is the intriguing slow dynamics of the lattice of skyrmions, a topological spin texture in an itinerant chiral magnet. Our activity to find and understand novel quantum phases, in particular characterized by its topological nature, is advancing.

岡本聡研究室 / Satoshi OKAMOTO Lab

専門分野・キーワード

磁性材料／磁気計測／スピンダイナミクス／高周波磁気応答
Ferromagnetic materials / magnetization measurements / spin dynamics / high-frequency magnetic response

主な研究テーマ

- 低損失軟磁性材料およびデバイス創成
- 高性能永久磁石材料の原理研究
- 超高密度磁気記録技術の開発
- 高周波磁気応答の挙動解明
- 超高感度スピンダイナミクス計測技術開発
- Low-loss soft magnetic materials and devices
- Magnetization reversal processes of the high-performance permanent magnets
- Ultra-high-density magnetic recording technology
- High frequency spin dynamics
- Ultra-high sensitive spin dynamics measurements



岡本 聡 教授

Satoshi OKAMOTO, Professor

低損失軟磁性材料およびデバイス創成 / 高性能永久磁石材料の原理研究 / 超高密度磁気記録技術の開発
Low-loss soft magnetic materials and devices / Magnetization reversal processes of the high-performance permanent magnets / Ultra-high-density magnetic recording technology
satoshi.okamoto.c1@tohoku.ac.jp



谷口 卓也 助教

Takuya TANIGUCHI, Assistant Professor

磁壁移動現象の研究 / スピン波伝播現象の研究計算科学を活用した新規材料開発
Magnetic domain-wall motion / Spin-wave propagation



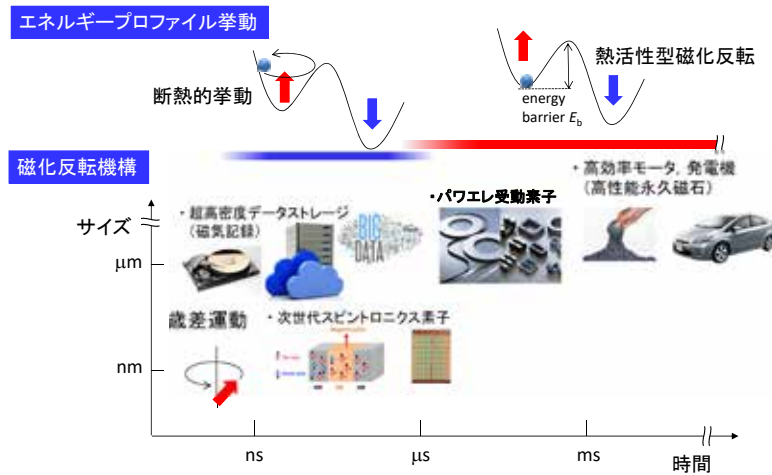
塚原 宙 助教

Hiroshi TSUKAHARA, Assistant Professor

理論計算による磁化運動の研究 / 軟磁性材料における損失機構の解明 / マイクロ磁気シミュレータ開発
Theoretical analysis of magnetization dynamics / energy loss mechanism in soft magnetic materials / development of micromagnetic simulator

ナノスケールでの強磁性体の機能解明と高性能磁気デバイスの創出

強磁性体は情報通信、電子部品、モーター、発電機など、社会の至るところで広く活用されています。これら様々な磁気デバイスの多様な機能性は、すべてナノスケールでのスピンの振舞いにより発現するものです。つまり、ナノスケールでの磁気機能解明と高制御化が磁気デバイスの高性能化の鍵となります。例えば、マイクロ波周波数領域のスピンの振舞いを制御する記録技術（マイクロ波アシスト磁気記録方式）により、ハードディスクの記録密度を飛躍的に高められると期待されています。また電気自動車の高性能モーターに不可欠な永久磁石材料においても、ナノスケールでの粒子表面の磁化状態がマクロな永久磁石特性を決定付けており、高性能化を実現するための表面磁化状態の制御手法について研究を進めています。当研究分野では、このナノスケールにおける磁気機能解明とその制御に軸足を置き、次世代高性能磁気デバイスの創出を目指しています。



強磁性体の時間、サイズに対するスピンダイナミクス挙動とその応用

Nano-scale physical properties of ferromagnetic materials and developments of advanced magnetic devices

Ferromagnetic materials are widely utilized for various fields such as information communication technology, electronic devices, motors, generators, and so on. These various functionalities of magnetic devices are governed by the nano-scale spin dynamics. Therefore, it is essentially important to understand the physics of nano-scale spin dynamics and to control it for the advanced magnetic devices. For example, the recording

density of hard-disk drives can be significantly increased by controlling the spin dynamics of microwave frequency range, i.e., microwave-assisted magnetic recording technology. The high-performance permanent magnets, which are indispensable for traction motors of electric vehicles, can be developed by controlling the nano-scale spin dynamics at the grain surfaces.

蟹江澄志研究室 / Kiyoshi KANIE Lab

専門分野・キーワード

有機無機ハイブリッドナノ粒子／ハイブリッド液晶／ナノ粒子ミストデポジション／配位子保護金属クラスター
Organic-Inorganic Hybrid Nanoparticles / Hybrid Liquid Crystals / Nanoparticles-based Mist-Deposition / Ligand-protected Metal cluster

主な研究テーマ

- 有機無機ハイブリッドナノ粒子のデザイン・合成
- サイズ・形態制御無機ナノ粒子の精密液相合成法開拓
- ミストデポジション法による機能性薄膜の作製
- 配位子保護金属クラスター集積体の精密合成とその物性制御
- ナノ粒子の集合構造制御に基づく材料開発
- Design and Synthesis of Organic-Inorganic Hybrid Nanoparticles
- Liquid Phase Precise Synthesis of Inorganic Nanoparticles Controlled in Size and Shape
- Development of Functional Thin Films by Mist-Deposition Method
- Precise Control of the Assembly of Ligand-Protected Metal Cluster and Their Physical Properties
- Development of Functional Materials via Controlled Assembly of Nanoparticles as Building Blocks

有機・無機・バイオにわたる多元精密合成に基づく機能性材料

機能性材料は、私たちの豊かな生活を支える縁の下での力持ちです。それ故、あらたな機能性材料の開発は、未来をより豊かなものとする上でとても大切です。私たちは、従来の有機・無機・バイオの枠組みにとらわれず、自由な発想であらたな機能性材料を設計・合成しています。なかでも複数の材料の長所を“ハイブリッド化”することは、長所の単なる重ね合わせに留まらず、予想を超えた相乗機能の発現、すなわち、あらたな機能性材料の発見に繋がります。

この思想の元、これまでに、i) 無機ナノ粒子への自己組織性の付与による量子効果の制御、ii) 霧化して塗布することで機能性薄膜となるナノインク、iii) 可逆的な刺激応答性を有する脂質二分子膜材料など、“ハイブリッド化”に基づく機能性材料を世に送り出してきました。豊かな将来のため、これからもあらたな機能性材料の発見に取り組めます。

Functional Materials based on Multidisciplinary Precise Synthesis Across Organic, Inorganic, and Bio

Functional materials have large potentials for our sustainable future life. From this viewpoint, development of novel functional materials is an indispensable target for scientists to improve qualities of future society and life. To date, we have designed and synthesized novel-types of functional materials beyond the conventional frameworks of organic, inorganic, and biochemical syntheses. Especially, “hybridization” of unique features of materials is not only become a simple technique to combine the properties but also lead to induce novel-functions through synergistic effect of the materials. Based on this concept, we have successfully developed hybrid functional materials such as i) quantum effect-tunable nanoparticles by the control of the nanoparticle-based self-organized structures, ii) nanoinks to obtain functional thin films by mist-deposition, and iii) stimuli-responsive artificial phospholipids forming lamella and giant vesicle structures.



蟹江 澄志 教授

Kiyoshi KANIE, Professor

機能性無機ナノ粒子のサイズ・形態制御液相合成とハイブリッド材料開発への展開
Size- and Shape-Controlled Synthesis of Functional Inorganic Nanoparticles and Application to Develop Self-Organized Hybrid Materials
kanie@tohoku.ac.jp



松原 正樹 講師

Masaki MATSUBARA, Senior Assistant Professor

液晶性有機無機ハイブリッドナノ粒子の開発
Development of liquid crystalline organic-inorganic hybrid nanoparticles



陶山 めぐみ 助教

Megumi SUYAMA, Assistant Professor

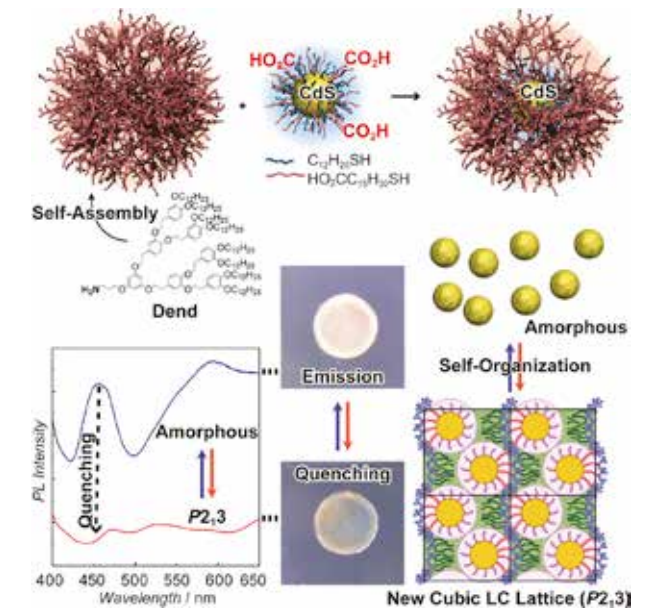
構造因子の精密制御による配位子保護金属クラスターの集積化とその機能開拓
Controlled-assembly of Ligand-Protected Metal Cluster in Atomic Precision and Its Application



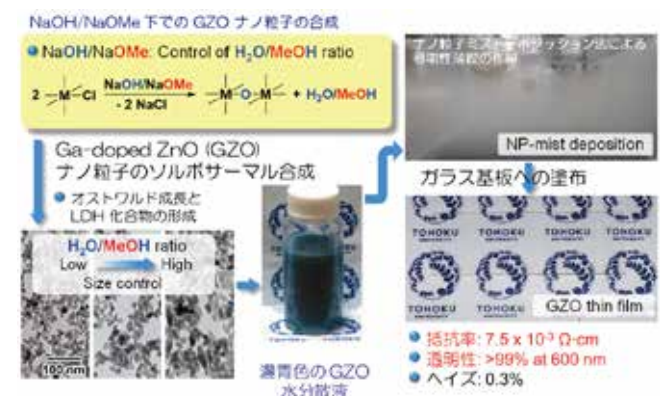
谷地 起拓 助教

Takehiro YACHI, Assistant Professor

ナノ粒子をビルディングブロックとする集合構造制御による機能性材料の創製
Development of Functional Materials via Controlled Assembly of Nanoparticles as Building Blocks



有機無機ハイブリッドデンドリマー：
ナノ配列によるナノ粒子の量子効果制御



組頭広志研究室 / Hiroshi KUMIGASHIRA Lab

専門分野・キーワード

機能性ナノ物質／酸化物エレクトロニクス／表面・界面物性／放射光電子分光
Functional nanomaterials / Oxide electronics / Surface and interface physical properties / Photoemission spectroscopy

主な研究テーマ

- 酸化物ナノ構造の機能設計・制御
- 酸化物超構造における機能物性の開拓と新規デバイスの開発
- 表面・界面における電子・スピン・軌道状態の計測
- 放射光電子分光装置の開発
- Control and design of novel functionalities of oxide nanostructures
- Exploration of multi-functionalities based on oxide nanostructures and application to novel devices
- Characterization of electronic, magnetic, and orbital structures at the surface and heterointerface using synchrotron radiation analysis
- Development and application of photoemission spectroscopy and x-ray absorption spectroscopy



組頭 広志 教授

Hiroshi KUMIGASHIRA, Professor
放射光計測に基づく酸化物ナノ構造の機能設計
Design of novel functionalities in oxide nanostructures based on synchrotron analysis
kumigashira@tohoku.ac.jp



鈴木 博人 准教授 (FRIS)

Hakuto SUZUKI, Associate Professor
共鳴非弾性X線散乱による量子物質の素励起の研究
Resonant inelastic x-ray scattering study of elementary excitations in quantum materials



相馬 拓人 講師

Takuto SOMA, Senior Assistant Professor
薄膜の合成化学に基づく電子材料の探索と設計
Discovery and design of electronic materials via thin-film synthetic chemistry

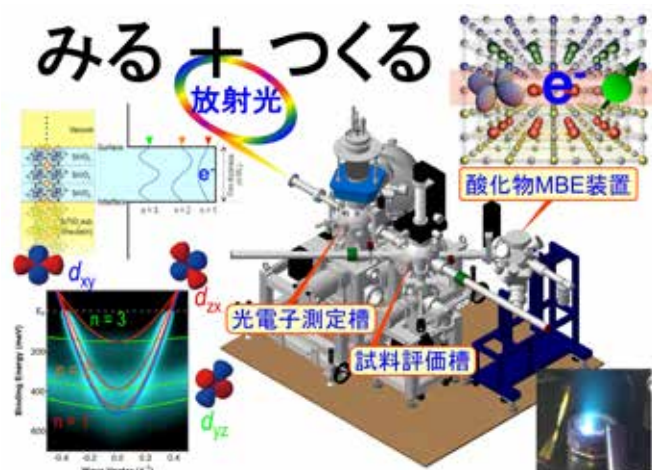


志賀 大亮 助教

Daisuke SHIGA, Assistant Professor
酸化物ナノ構造の放射光計測と物質設計
Synchrotron analysis of functional oxides and synthesis of oxide nanostructures

酸化物ナノ構造を自在に設計・合成し、新しい機能物性を創造する。

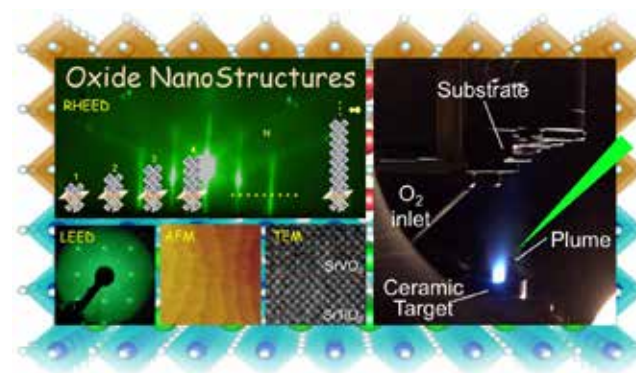
酸化物の中には、高温超伝導や光触媒などの驚くべき機能物性を示すものがあります。いわば「天才児」達です。当研究室では、この「天才児」の振る舞いを高輝度放射光を用いて可視化し、その知見に基づいて新たな機能性ナノ物質を開発することに取り組んでいます。具体的には、酸化物分子線エビタキシー (MBE) という酸化物ナノ構造を原子レベルで制御しながら「つくる」技術と、放射光を用いた先端計測 (角度分解光電子分光・内殻吸収分光など) という化学・電子状態を「みる」技術とを高いレベルで融合することにより、酸化物の類い希な物性を設計・制御しながら新しい機能性ナノ物質の開拓を推進しています。さらには、酸化物ナノ構造を基盤として、有機物質や原子層物質などとのヘテロ構造を設計・合成することで、次世代エレクトロニクスに向けた新機能の創成を目指しています。



Control and design of novel functionalities in oxide nanostructures

Our goal is to control and design the novel functionalities appearing in the nanostructure of transition metal oxides by the best possible combination of the sophisticated oxide growth techniques using molecular beam epitaxy and advanced analysis techniques using synchrotron radiation. The wide range of properties exhibited by the oxide nanostructures makes them one of the most interesting groups of functional materials. The novel physical properties arise from the interface region between two different oxides. Thus, in order to control the novel functionalities, it is desired to obtain the knowledge of the interfacial electronic, magnetic, and orbital structures.

For this purpose, in our laboratory, we utilize state-of-the-art spectroscopic techniques, such as angle-resolved photoemission spectroscopy and dichroic X-ray absorption spectroscopy using synchrotron radiation, which enable us to probe these structures in the nm-scale region.



亀岡聡研究室 / Satoshi KAMEOKA Lab

専門分野・キーワード

金属触媒材料／金属間化合物／準結晶／ハイパーマテリアル
metallurgy for catalytic materials / intermetallics / quasicrystals / hypermaterials

主な研究テーマ

- 金属間化合物とその組織制御を用いた新奇触媒材料の創製
- 金属箔型触媒材料のメタラジ
- 貴金属代替合金触媒材料に関する研究
- ハイパーマテリアルの新規創製・構造解析・物性評価
- 準結晶関連物質の電子構造と構造安定化メカニズム
- Creation of novel catalytic materials using intermetallic compounds and their microstructure control
- Metallurgy for structured metallic catalysts
- Research on precious metals alternative alloys
- Novel creation, structural analysis, and physical property evaluation of hypermaterials
- Electronic structure and structural stabilization mechanism of quasicrystal-related materials



亀岡 聡 教授

Satoshi KAMEOKA, Professor
新奇金属・合金触媒材料の設計と調製
Research and development of novel metallic materials for catalysis
satoshi.kameoka.b4@tohoku.ac.jp



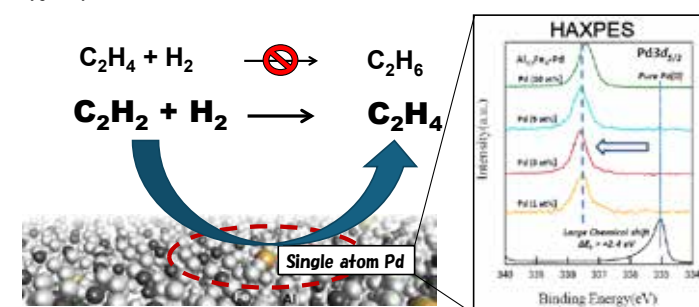
藤田 伸尚 講師

Nobuhisa FUJITA, Senior Assistant Professor
準結晶および関連物質の構造・形成・物性に関する基礎科学
Basic science related to the structure, formation, and physical properties of quasicrystals and related materials.

金属学に基づく新奇金属触媒材料創製と新規合金構造モデルの提案

我々は、金属学に基づく視点から新たな構造と機能を有する金属・合金に関する基礎研究および材料開発を行っています。研究の柱は、バルク金属を対象として優れた触媒機能を持つ金属・合金触媒を設計・調製することであり、特に各種金属・合金への活性化処理 (リーチング、水素吸蔵、酸化など) を行うことによる新奇触媒材料調製プロセスの開発を行っています。また同時に、準結晶関連物質 (ハイパーマテリアル) の新規合成やX線構造解析、構造モデリングにも取り

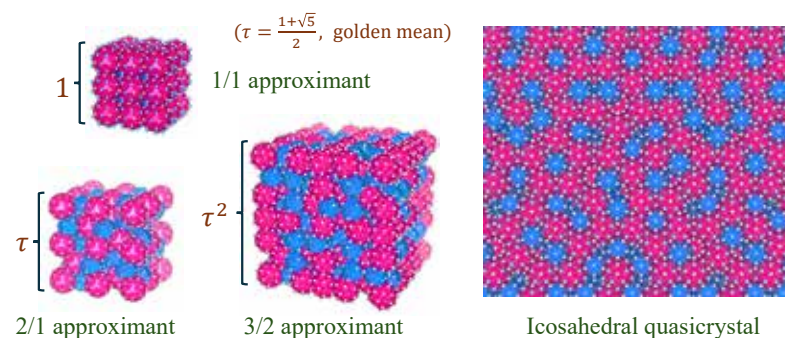
組んでおり、得られた知見に基づいてハイパーマテリアルの触媒材料としての応用の可能性を探索しています。最近の成果として、2次元準結晶関連化合物として知られるAl₁₃Fe₄ (結晶学的に異なる15種類のAlサイトと5種類のFeサイトから構成されている) が、触媒活性元素であるPdをドーブすると特定のFe(1)サイトに選択的に置換され、Pdシングルアトム触媒として極めて高いアセチレン選択水素化特性を示すことを見出しました。

Al₁₃Fe₄をプラットフォームとした新奇シングルアトム触媒材料の創製

Creation of catalysts in terms of metallurgy and exploration of alloys with novel structures

The research of our laboratory is focused on creation of catalytic materials with excellent properties in terms of metallurgy and exploration of alloys with novel structures. The main research theme is to design and fabricate metallic materials with novel catalytic functions. We will create a catalytic material with a unique structure and

morphology that cannot be obtained using conventional chemical methods. We will also study about the synthesis and structure of quasicrystal related intermetallic compounds, to take advantage of the knowledge gained as the basis of novel catalyst development.



Icosahedral quasicrystals and their periodic approximants of different orders in Al-Pd-TM (TM: transition metal) systems share two common building units: pseudo-Mackay clusters (red) and mini-Bergman clusters (blue). Their catalytic properties are of particular interest owing to the presence of catalytically active transition metals as well as their unique structural features.

殷澍研究室 / Shu YIN Lab

専門分野・キーワード

複合アニオン化合物／ソルボサーマルプロセス／セラミックスの形態制御／環境応答機能／顔料
Mixed Anion Compounds / Solvothermal Process / Morphological Control of Ceramics / Environmental Responsive Functionality / Pigments

主な研究テーマ

- 環境に優しいプロセスによる機能性無機材料の開発
- 複合アニオン型高感度可視光応答光触媒の合成とマルチ機能性の実現
- 無機紫外線／赤外線遮蔽及び透明導電性薄膜の開発
- 半導体ナノ材料のガスセンサー特性
- 希土類含有光機能性ナノ材料の合成
- 新規パール顔料の創製
- Development of inorganic functional materials by environmental friendly processes
- Synthesis of mixed-anion type high sensitive visible light responsive photocatalysts and their multifunctionality
- Development of inorganic ultraviolet / infrared light shielding and transparent electric conductive thin films
- Gas sensing property characterization of semiconductor nanomaterials
- Synthesis of rare-earth contained photo-functional nanomaterials
- Creation of novel pearl pigments

ソルボサーマル反応による環境応答性無機ナノマテリアルの創製

形態制御可能な環境応答性無機ナノ材料の創製とエネルギーや環境に関連した高度機能性開発を行っている。主に環境に優しいソフトケミカル手法による材料合成を行い、特に高温水や非水溶媒を利用するソルボサーマル反応等の溶液化学反応を用い、複合アニオン化合物の合成や電子構造制御を行う。環境に優しい反応条件で環境応答性無機ナノ材料の形態・結晶化度・結晶相・粒子サイズの精密制御を行い、環境調和・エネルギーの高効率利用・フォトンや化学物質による環境応答等の無機機能材料の創製及び機能性高度発現に関する研究を展開している。

Creation of Environmental Responsive Inorganic Nanomaterials by Solvothermal Reaction

The development of environmentally responsive inorganic nanomaterials with controllable morphologies and their advanced functionalities related with energy and environment is carried out. Environmentally friendly soft chemical processes, especially solution process consisted of solvothermal reaction using water and non-aqueous solvents at elevated temperatures, are mainly used for the synthesis of mixed anion compounds and the control of their electronic structures. The precise control of morphology, crystalline phase, crystallinity and particle size of environmental responsive inorganic nanomaterials is carried out under environmental friendly conditions. The creation of environmental responsive inorganic functional materials with novel applications on environmental harmony, high-efficiency energy utilization, and responsivity related to photon and chemicals is carried out.



殷澍 教授

Shu YIN, Professor

グリーンプロセスによるセラミックスの環境応答機能性創出
Creation of environmental responsive functionality of ceramics by green process
shu.yin.b5@tohoku.ac.jp



長谷川 拓哉 准教授

Takuya HASEGAWA, Associate Professor

固体化学に立脚した光機能性無機材料の開発
Development of new photo-functional materials based on solid-state chemistry



大川 采久 助教

Ayahisa OKAWA, Assistant Professor

液相反応場を用いた機能性バルクセラミックスの創出
Development Functional Bulk Ceramics Using Liquid Phase Reaction Field



苗 磊 助教

Lei MIAO, Assistant Professor

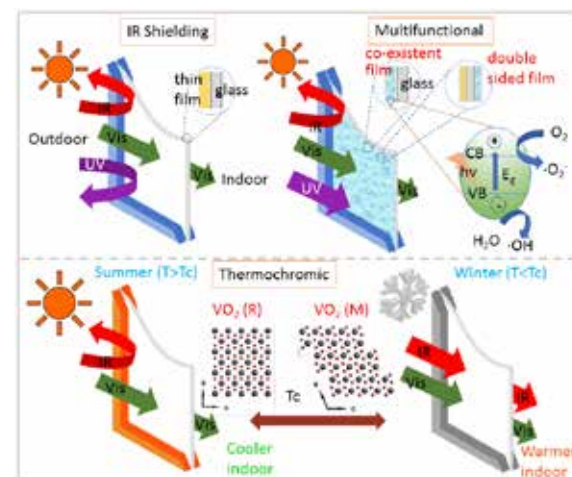
高選択性半導体ガスセンシング材料の開発
Development of Semiconductor Gas Sensing Materials with High Selectivity



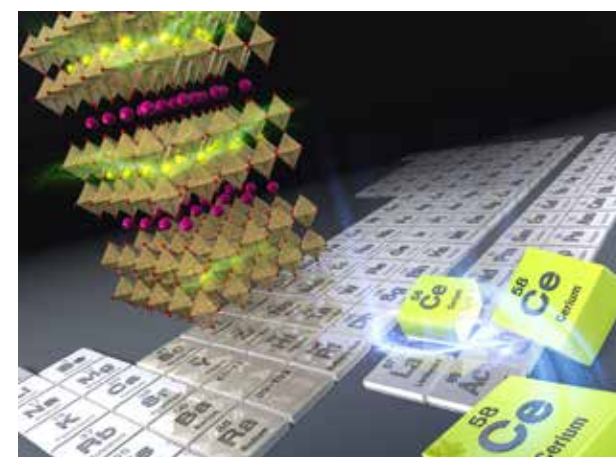
程 秋雨 助教

Qiuyu CHENG, Assistant Professor

新規無機顔料の合成およびその応用に関する研究
Research on the Synthesis and Application of Novel Inorganic Pigments



赤外線遮蔽スマートウィンドウ作動モデル
Working models for IR shielding smart windows



Ce³⁺ 導入層状ペロブスカイトのイメージ図
Schematic image for novel Ce³⁺-introduced layered perovskite

加藤英樹研究室 / Hideki KATO Lab

専門分野・キーワード

光触媒／無機材料化学／エネルギー変換
Photocatalyst / Inorganic material chemistry / Energy conversion

主な研究テーマ

- 光触媒による水分解
- 光電気化学的エネルギー変換
- バイオマス変換のための固体酸塩基触媒の開発
- 物質変換のための新物質開拓
- Photocatalytic water splitting
- Photoelectrochemical energy conversion
- Development of solid acid-base catalysts for biomass conversion
- Exploration of new inorganic compounds



加藤 英樹 教授

Hideki KATO, Professor

水分解光触媒およびバイオマス変換のための固体触媒の開発
Development of inorganic materials aiming at photocatalytic water splitting and biomass conversion
hideki.kato.e2@tohoku.ac.jp



大須賀 遼太 准教授

Ryota OSUGA, Associate Professor

持続可能な炭素資源の利活用に向けた新規固体触媒の開発
Development of advanced heterogeneous catalysts for sustainable carbon utilization



吉野 隼矢 助教

Shunya YOSHINO, Assistant Professor

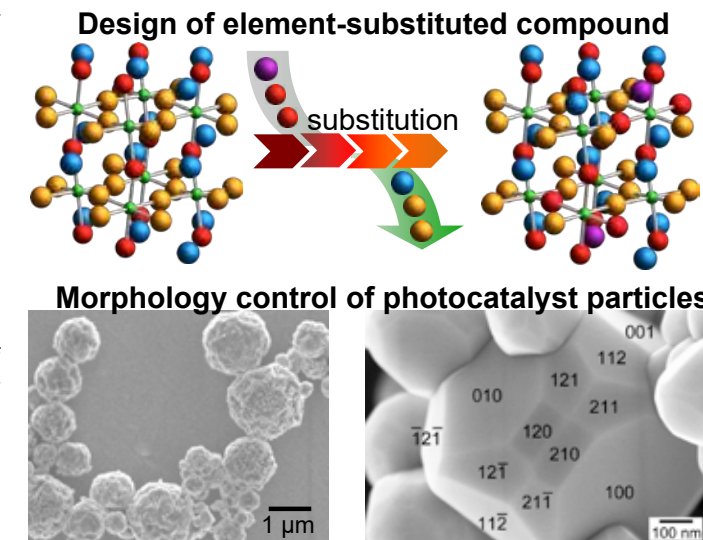
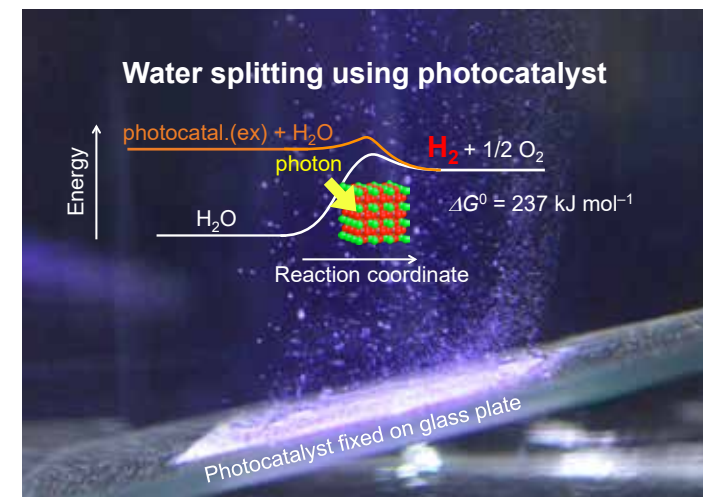
人工光合成を指向したエネルギー変換型光触媒の開発
Development of photocatalysts for energy conversion aiming at artificial photosynthesis

持続可能社会のための高機能な物質変換無機材料開発

当研究室では持続可能社会に不可欠な人工光合成やバイオマス変換のための無機材料開発を行っています。酸化物、硫化物、酸窒化物、およびリン酸塩など多様な無機物質を対象として、結晶構造、構成元素、表面構造などの観点から無機材料の高機能化を図っています。人工光合成では半導体光触媒による水分解に注力し、より長波長の光にตอบสนองし、より高い量子収率で水を分解できる光触媒系の構築を目指し、バンドポテンシャル制御による応答波長と反応特性制御、反応活性点導入およびキャリアトラップ制御のための表面修飾、そして合成プロセスおよびポスト合成処理に着目して光触媒開発を進めています。また、バイオマス資源からの有用化学物質製造のための固体酸塩基触媒開発および反応プロセス開発も行っています。さらに、無機材料化学の視点から光触媒や固体酸塩基触媒として機能する新物質の設計・開拓も行っています。

Construction of highly active inorganic materials for chemical reactions

Our research interest is focused on construction of high-performance inorganic materials for artificial photosynthesis and biomass conversion, which are very important techniques in sustainable society. For artificial photosynthesis, we are making an effort to construct semiconductor photocatalysts with response to longer wavelengths and higher quantum yields. To achieve it, we examine control of band gaps and reactivity of electrons/holes through band potential tuning, surface modification for introduction of active sites and control of carrier traps, and synthesis processes. We also study properties of complex oxides as solid acid-base catalysts for biomass conversion. In addition, we are exploring new inorganic compounds capable of application to photocatalysts and solid acid-base catalysts.



根岸 雄一研究室 / Yuichi NEGISHI Lab

専門分野・キーワード

金属クラスター / エネルギー・環境触媒 / 水分解光触媒 / 燃料電池
Metal cluster / Energy and environmental catalysts / Water-splitting photocatalysts / Fuel cell

主な研究テーマ

- ・配位子保護金属クラスターの精密合成
- ・精密金属クラスターの活用による水分解光触媒の高機能化
- ・精密金属クラスターの活用による燃料電池電極触媒の高機能化
- ・精密金属クラスター連結構造体の創製
- ・Precise synthesis of ligand-protected metal clusters
- ・Activation of water-splitting photocatalysts by the use of atomically precise metal clusters
- ・Activation of fuel cell electrocatalysts by the use of atomically precise metal clusters
- ・Creation of atomically precise metal cluster-connected structures

金属クラスターの精密制御技術により水素社会の構築に貢献

エネルギー・環境問題が深刻化する中、クリーンで再生可能な水素をエネルギー源とした社会へと移行することが強く期待されています。そのような水素社会を実現するために、太陽光と水から水素を製造する水分解光触媒と、水素と空気から電気を生み出す燃料電池を今よりもさらに高機能化させることが切望されています。それらの高機能化には、活性部位となる金属原子凝集体（担持金属クラスター）の微細化と合金化が非常に有効な手段ですが、微細な金属クラスターの電子構造はその構成原子数と化学組成に依存して大きく変化します。したがって、高機能な材料を創製するためには、担持金属クラスターを原子精度で制御する必要があります。当研究室では、金属クラスターを精密に合成する技術、およびそれらを用いることで担体上の金属クラスターについても原子精度で制御する技術を確立しています。得られた材料を用いることで、各材料における担持金属クラスターの構成原子数 / 化学組成と材料機能の相関を原子精度で明らかにするとともに、そうした研究を通して、水分解光触媒と燃料電池を今後さらに高機能化させる上での明確な設計指針を得ることに成功しています。

Contribution to the construction of a hydrogen society by using atomically precise control method for metal clusters

We have established techniques for the precise synthesis of metal clusters and their use to control the metal clusters on the supports with atomic precision. By using the obtained materials, the correlation between the number of atoms/chemical composition of the supported metal clusters in each material and the material function



根岸 雄一 教授

Yuichi NEGISHI, Professor

金属クラスターの構造制御とエネルギー・環境触媒への応用
Structure control of metal clusters and their application in energy and environmental catalysts
yuichi.negishi.a8@tohoku.ac.jp



川脇 徳久 准教授

Tokuhi KAWAWAKI, Associate Professor

金属クラスターの構造制御とエネルギー・環境触媒への応用
Structure control of metal clusters and their application in energy and environmental catalysts



Saikat DAS, Senior Assistant Professor

Discovery of new metal-organic frameworks and covalent organic frameworks for energy and environmental applications



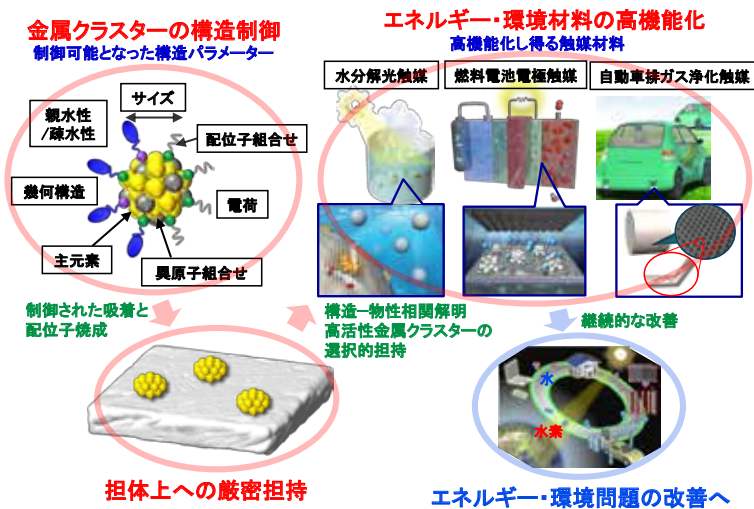
Sourav BISWAS, Senior Assistant Professor

Structure control of metal clusters and their catalytic application with integrated photophysical characterization



Chaoqi CHEN, Assistant Professor

新規金属クラスターの開発・構造制御と環境触媒への応用
Preparation of new metal clusters with structure control and their application for environmental catalysts



図・当研究室の取り組み

笥居高明研究室 / Takaaki TOMAI Lab

専門分野・キーワード

超臨界流体 / ナノ材料 / プロセス工学 / 電気化学 / カーボンニュートラル
Supercritical fluids / Nanomaterials / Process engineering / Electrochemistry / Carbon neutral

主な研究テーマ

- ・超臨界流体によるナノ材料の高度制御合成
- ・ナノ材料の複階層構造制御
- ・炭素循環に資する革新的水熱電気化学プロセス
- ・新規ナノ材料による高効率物質-エネルギー変換
- ・界面精密設計による高性能電気化学デバイス開発
- ・Nanomaterials synthesis in supercritical fluid
- ・Control of multi-scale hierarchical structure of nanomaterial
- ・Innovative hydrothermal electrochemical processes for carbon neutral
- ・Highly efficient material-energy conversion using novel nanomaterials
- ・Development of highly efficient electrochemical devices by precise design of catalysts-electrolyte interface

超臨界流体による革新的ナノ材料創製と革新的物質変換プロセス開拓

超臨界状態では水と有機物が均一に混ざり合うなど、通常の圧力、温度では為しえない溶媒物性操作が可能となります。この超臨界流体の特徴を利用すると、通常合成できないユニークなナノ材料が合成できます。我々の研究では、材料合成プロセス独自設計により新規ナノ材料を開発し、それらの材料を低温廃熱や再生可能エネルギーで駆動する革新的物質-エネルギー変換プロセスの触媒材料に展開することを目指して研究を行っています。物質の組成・構造を始め、ナノ粒子の分散・凝集（ポーラス構造）に至る複階層構造を精密に制御することでプロセス・デバイス特性の向上に取り組んでいます。

さらに上記の超臨界流体の物性に着目し、超臨界・亜臨界流体を反応場として用いた電気化学変換系、具体的には二酸化炭素電解や水電解に応用し、高温高压の電気化学系の学理構築にも取り組んでいます。上記を通じて、持続可能な社会の実現に貢献することを目指します。

Development of Novel Nanomaterials and Innovative Material Conversion Processes Using Supercritical Fluids

Supercritical fluids provide unique solvent environments, enabling the synthesis of nanomaterials inaccessible by conventional methods. We design advanced nanomaterials to drive innovative chemical processes powered by low-temperature waste heat and renewable energy. Central to this approach is the precise control of multi-scale hierarchical structures to optimize process and device performance. We further develop electrochemical material-energy conversion systems using supercritical and subcritical fluids, with a focus on carbon dioxide, biomass and waste electrolysis. This work aims to establish the scientific foundation for high-temperature, high-pressure electrochemical systems and accelerate the transition toward a sustainable society.



笥居 高明 教授 (FRIS)

Takaaki TOMAI, Professor

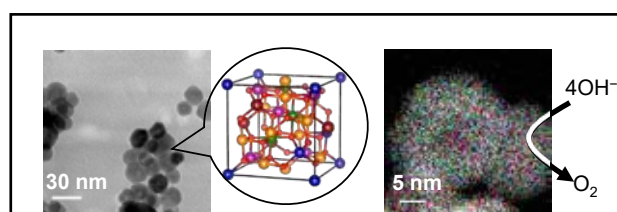
超臨界流体を利用したエネルギー・物質変換プロセスに関する研究
Advanced process for energy/materials conversion using supercritical fluids
takaaki.tomai.e6@tohoku.ac.jp



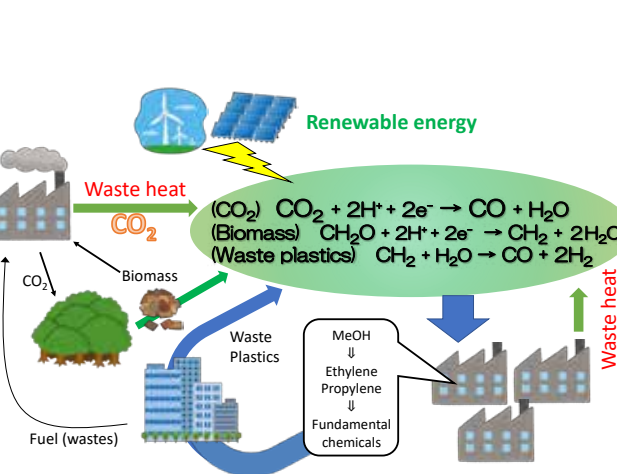
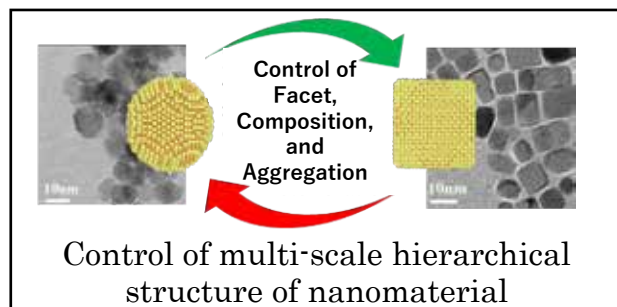
岩瀬 和至 准教授

Kazuyuki IWASE, Associate Professor

新規ナノ材料開発と電極触媒応用に関する研究
Development of novel nanomaterials and application to electrocatalysis



Development of novel nanomaterials for electrochemical energy conversion



Our target: Carbon circulation utilizing renewable energy and waste heat

小澤祐市研究室 / Yuichi KOZAWA Lab

専門分野・キーワード

レーザー／光イメージング／レーザープロセス／電子光学
laser / optical imaging / laser processing / electron optics

主な研究テーマ

- 空間構造を持つ光の発生とビーム特性の解析
- 空間構造を持つ光による高性能イメージング技術・新規レーザー加工法の開発
- フェムト秒パルスレーザー加工
- レーザー光と電子の相互作用
- Generation and analysis of structured light
- Development of high performance imaging techniques and novel laser processing by structured light
- Femtosecond laser pulse processing
- Interaction between laser light and electron



小澤 祐市 教授

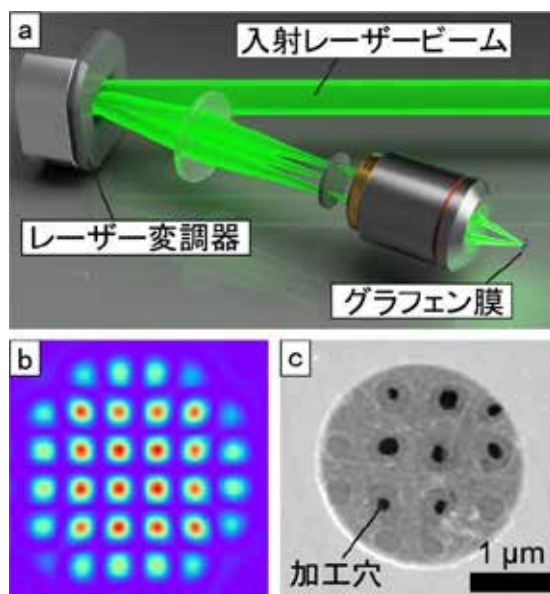
Yuichi KOZAWA, Professor

構造化した光の発生と応用研究
Generation and application of structured light beams
y.kozawa@tohoku.ac.jp

田辺 綾乃 助教 (SAKURA)

Ayano TANABE, Assistant Professor

超短パルスレーザー光による材料加工
Material processing by ultrashort pulsed laser



フェムト秒レーザーによる多点集光スポット (a) および (b) を用いたグラフェン膜への多点穴加工 (c)。

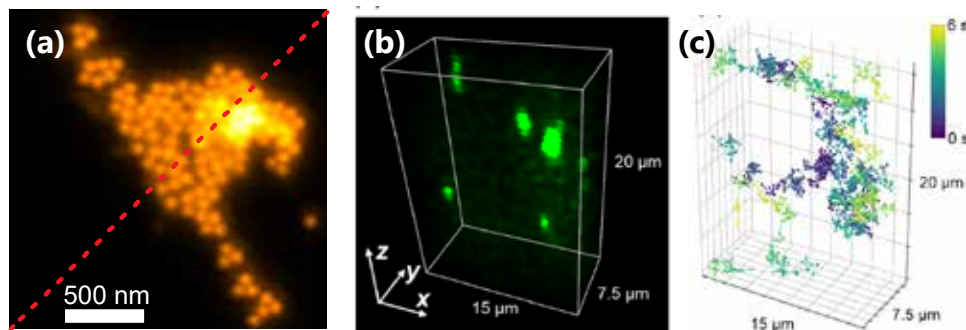
先端的な光科学技術と物質科学を駆使した分野横断的な研究

レーザーを含む光波を使った光技術は多くの研究分野における技術基盤であると共に、最先端の科学研究を牽引する原動力でもあります。我々は、レーザー光源や光波制御などに関する先端的な光科学／フォトンクス技術の開発を進めながら、これらを基軸として光と物質との関わりに主眼を置いた新しい物質科学研究への展開を目指しています。現在は、光（電磁波）の振幅や位相、偏光、さらには時間波形などの本質的なパラメータに対する空間的・時間的な“構造”に着目し、その時空間的な制御によって発現する新しい光特性の開拓と応用を中心とした研究に取り組んでいます。具体的には、構造化した光波の特性を駆使した高速な3次元光イメージングや超解像顕微鏡などの光計測技術の開発、フェムト秒パルスレーザー光によるレーザー微細加工における新しい加工法の開発、光と電子の相互作用に基づく電子ビームの波面制御に関する研究などを推進しています。

Cross-cutting research utilizing advanced photonics and materials science

Photonics technology utilizing laser beams is essential not only for fundamental technology in various research fields but also for advancing scientific research. We focus on developing novel optics and photonics technologies for advanced laser sources and controlling light waves, targeting to expand into new materials science involving the interaction between light and matter. We are interested in controlling the spatial and

temporal “structure” of light, such as amplitude, phase, polarization, and even temporal waveforms, which can create novel light properties applicable to various research fields. The present research topics include rapid three-dimensional or super-resolution imaging using structured light, laser nano-processing by femtosecond laser, and the wavefront control of an electron beam by the interaction of light and electrons.



Structured light enables super-resolution microscopy (a) and high-speed three-dimensional microscopy (b) and (c). In (a), each bead was clearly recognized in super-resolution imaging. In (b), the rapid Brownian motion of 200-nm beads suspended in water is recorded three-dimensionally, realizing the 3D tracking of each bead, as shown in (c).

雨澤浩史研究室 / Koji AMEZAWA Lab

専門分野・キーワード

固体イオニクス／エネルギー変換／オペランド分析／電気化学
solid state ionics / energy conversion / operando analysis / electrochemistry

主な研究テーマ

- 燃料電池／電解、蓄電池の高性能化・高信頼性化
- 電気化学エネルギー変換デバイス評価のための高度オペランド分析技術の開発
- ヘテロ界面における電気化学現象に関する基礎研究
- 新規固体イオニクス材料の設計と創製
- Improvement of performance and reliability of fuel/electrolysis cells and rechargeable batteries
- Development of advanced operando analytical techniques for electrochemical energy conversion devices.
- Basic research on electrochemical phenomena at hetero-interfaces
- Design and synthesis of novel solid state ionic conductors



雨澤 浩史 教授

Koji AMEZAWA, Professor

固体イオニクスに立脚した環境調和型エネルギー変換デバイスの開発
Development of environmentally-friendly energy-conversion devices based on solid state ionics
koji.amezawa.b3@tohoku.ac.jp



木村 勇太 准教授

Yuta KIMURA, Associate Professor

放射光を用いた固体イオニクスデバイスの可視化解析
Visualization analysis of solid state ionic devices using synchrotron X-rays



川合 航右 助教

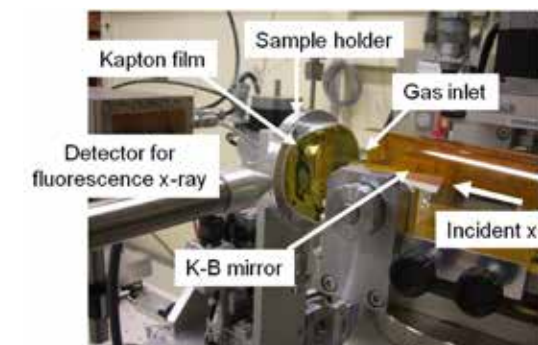
Kosuke KAWAI, Assistant Professor

電気化学的イオンインターカレーションにより駆動されるエネルギー貯蔵材料の開発
Development of energy storage materials driven by electrochemical ion intercalation

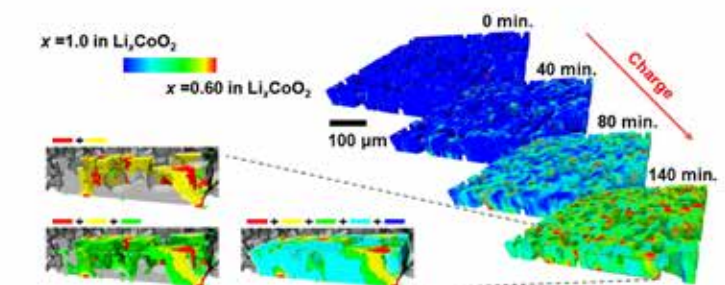
環境にやさしいエネルギー変換デバイスの実現・普及に向けて

環境問題、エネルギー問題を解決し、持続可能社会を実現することは、21世紀の科学者・技術者に課せられた大きな課題です。我々の研究室では、これらの問題の解決に資する、燃料電池／電解や蓄電池など、環境にやさしいエネルギー変換デバイスの実現・普及のための基盤研究を行っています。特に、固体でありながらその中をイオンが高速移動できる“固体イオニクス”材料に着目し、固体におけるイオン輸送、界面反応、欠陥構造についての学理を探索すると共に、それに

基づく機能設計、材料開発を行っています。また、固体イオニクスデバイスにおける材料、反応に関わる理解を深化させるべく、高温／制御雰囲気／通電といった特殊なデバイス動作環境下でのオペランド分析を可能とする高度計測技術の開発も行っています。以上の研究を通し、固体イオニクス材料を利用した環境調和型エネルギー変換デバイスの開発ならびに高性能化・高信頼性化に取り組んでいます。



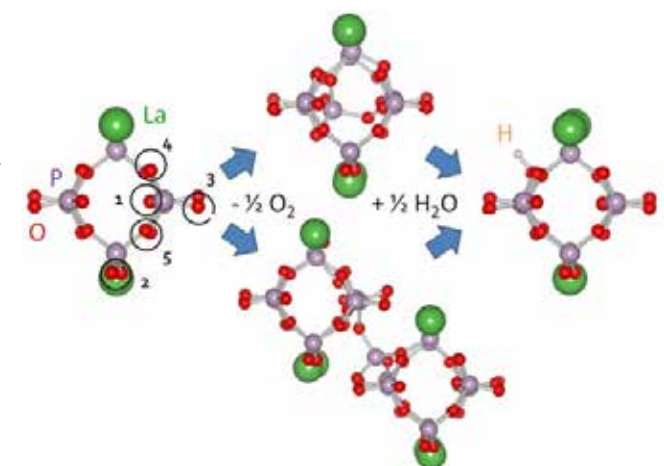
高温雰囲気制御型オペランドマイクロX線吸収分光計測装置



オペランドX線CT-XAFS計測による全固体リチウム電池合剤電極反応の3D可視化

Toward the development of environmental-friendly energy conversion devices

Scientists and engineers in the 21st century have a great responsibility to solve environmental and energy problems for achieving a sustainable society. Our laboratory contributes to solve above-mentioned problems throughout fundamental and application researches on environmental-friendly energy-conversion devices, such as fuel/electrolysis cells and rechargeable batteries. In particular, focusing on solid-state ion-conducting materials, we are challenging to establish an academic discipline on “solid-state ionics”, and applying this to develop novel materials and to improve performance/reliability of the energy conversion devices. We are also working for the development of advanced operando analytical techniques for solid-state ionic devices.



第一原理計算による希土類メタリン酸塩におけるプロトン伝導の発現機構モデル

埜上洋研究室 / Hiroshi NOGAMI Lab

専門分野・キーワード

プロセスシミュレーション／移動現象／多相流／熱工学
process simulation / transport phenomena / multiphase flow / thermal engineering

主な研究テーマ

- 素材製造プロセスの多相反応シミュレータ開発
- 新規エネルギー変換・貯蔵・回収プロセスの開発
- 反応・移動現象高効率化のための境界制御技術開発
- 充填層内分散相挙動の幾何的・トポロジカル解析
- 相変化を伴う融体の界面ゆらぎ構造形成メカニズムの解明
- Reaction process simulator for material production
- Development of energy recovery, conversion and storage
- Boundary layer control to improve reaction and transport processes
- Geometrical/Topological analysis of behavior of dispersed phase in packed bed
- Exploration of formation mechanism of interfacial fluctuation structure of phase change melts

反応性熱流体解析による革新的素材プロセスの開発

鉄鋼に代表される各種基盤材料の製造プロセスの資源・エネルギー消費量は膨大で、これらを抑制し、循環型社会の実現に資するための変革が求められています。その方策として、現行プロセスの高効率化、資源対応の強化、革新的プロセスの開発などがあり、その実現のためには、熱力学的なプロセス原理に加えてプロセス内部で生じる微視的な現象や原料の反応特性を理解し、新たなプロセスを設計していく必要があります。本研究分野では、環境適合型のプロセス開発に向けて、各種素材原料の物性値や反応特性の熱力学、熱工学、移動現象論や反応工学などの手法による解明、素材製造プロセスに広く見られる混相流動現象の流体力学、粉粒体工学などの手法による定量化を行い、これらの知見を組み込んだ最先端の熱流体解析の枠組みを用いた各種素材製造プロセスの数値シミュレーション技術の開発と定量評価・設計に取り組んでいます。また、新たな熱エネルギー回収および貯蔵プロセスの開発も進めています。

Development of novel material processing through process analysis based on reactive thermal fluid analysis

For the reduction of energy and material resources consumption in base metals production, improvement of process efficiency, enhancement of flexibility to raw material resources and development of novel processes are required. One of our approaches for this issue is numerical process simulation to reproduce and evaluate the materials production processes, based on the theories of multiphase fluid dynamics, reaction kinetics, thermodynamics, thermal fluid engineering, transport phenomena, powder technology, and so on. Using the results of the process analysis and the fruits obtained through the modeling of unit operations, we are trying to develop novel material production technology. Additionally, we are trying to develop new processes for recovery and storage of thermal energy.



埜上 洋 教授

Hiroshi NOGAMI, Professor

反応動力学解析に基づく革新的素材プロセスの開発
Development of Novel Material Production Processes
nogami@tohoku.ac.jp



夏井 俊悟 准教授

Shungo NATSUI, Associate Professor

観測と計算を融合した高温分散系の力学的探求
Exploration of Dynamics in High-Temperature Dispersion System by Combining Observation and Calculation



丸岡 伸洋 助教

Nobuhiro MARUOKA, Assistant Professor

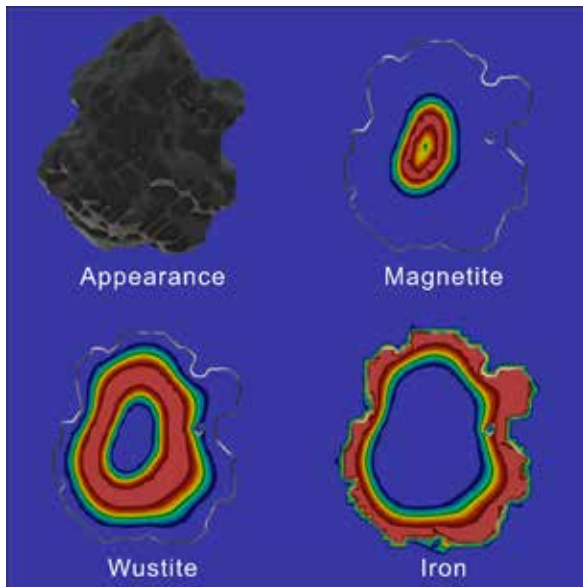
高温プロセスを基盤とする持続可能システムの開発
Development of sustainable system based on the high temperature process



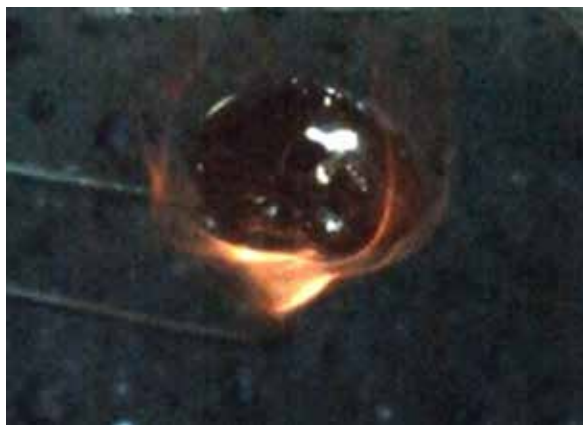
高橋 純一 助教

Junichi TAKAHASHI, Assistant Professor

新規機能性材料の探索と特性評価
Research and characteristic evaluation of new functional materials



実形状焼結鉱の還元解析



High-speed imaging of envelope flame formed around FeS₂ sample

柴田浩幸研究室 / Hiroyuki SHIBATA Lab

専門分野・キーワード

金属製精錬／凝固結晶成長／熱物性／その場観察
chemical metallurgy / solidification and crystal growth / thermophysical property / in-situ observation

主な研究テーマ

- 融体およびガラスの物理化学的性質と構造
- 金属および酸化物過冷却液体の凝固・結晶成長メカニズム
- 放射性廃棄物の安定化・固定化技術開発
- 低CO₂排出型の製鉄プロセスの開発
- 非鉄金属やレアメタルのリサイクル技術の開発
- Structure and physicochemical properties of melts and glasses
- Solidification and crystal growth mechanism of metallic and oxide supercooled liquids
- Development of immobilization and stabilization technology for radioactive waste
- Development of low-carbon ironmaking processes
- Development of recycling technologies for non-ferrous metals and rare metals



柴田 浩幸 教授

Hiroyuki SHIBATA, Professor

酸化物および金属の高温特性
High temperature properties of oxides and metals
hiroyuki.shibata.e8@tohoku.ac.jp



助永 壮平 准教授

Sohei SUKENAGA, Associate Professor

ケイ酸塩系高温融体およびガラスの物理化学的性質と微構造
Relation between micro-structure and physico-chemical properties for silicate melts and glasses



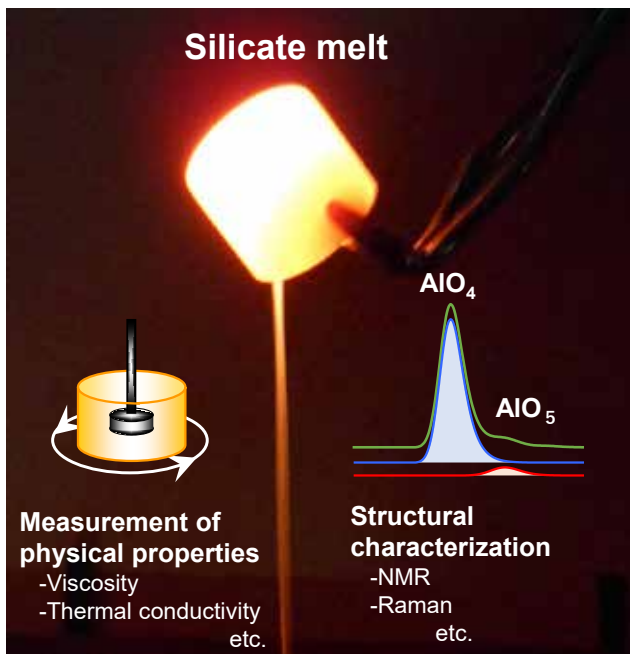
上村 源 助教

Gen KAMIMURA, Assistant Professor

金属の製精錬プロセスならびにリサイクル技術の開発
Development of metal refining processes and recycling technologies

高効率素材製造プロセスのための界面物理化学

金属の製精錬やリサイクルをはじめとする素材プロセスでは、さまざまな元素から成る固体・液体・気体の異相間において多様な高温反応が利用されています。プロセスの高効率化には、高温反応における各元素の抽出・分離過程や、各相内および異相界面の化学的・物理的性質を明らかにする必要があります。例えば熔融ケイ酸塩や金属融体の熱伝導率、粘性は高温の金属製精錬プロセスで極めて重要であり、これらの物性値と物質の組成・構造の関係を解明しています。また、材料の分離プロセスにおける界面現象を、直接観察を通じて解明しています。現代では二酸化炭素などの有害物を排出しない環境にやさしいプロセス設計が求められており、鉄鋼やレアメタルといった金属素材の新しい製造プロセスの開発も行っています。持続可能な社会の実現を目指して、『物性研究とプロセス研究の融合』をモットーに研究を進めています。



Physicochemical approach to interfacial phenomena for high-efficiency materials processing

In metals processing, various reactions occur between solid, liquid, and gas phases at high temperature. To improve process efficiency, it is necessary to elucidate the extraction and separation processes of elements, as well as the chemical and physical properties of the materials. Thermal conductivity and viscosity of molten silicates and metal melts are important in metal refining processes, and we are elucidating the relationship

between these physical properties and the composition and structure of the materials. We are also elucidating interfacial phenomena in materials processes through direct observation. For environmentally friendly process designs, we are developing new production processes for metal materials. "Integration of materials processing research and physicochemical property research" is our motto for realizing a sustainable society.

百生敦研究室 / Atsushi MOMOSE Lab

専門分野・キーワード

イメージング／X線／位相計測／三次元計測
Imaging / X-ray / phase measurement / three-dimensional observation

主な研究テーマ

- 干渉光学に基づく位相計測法の開発
- X線および中性子の位相イメージング法の開発とその応用
- 動的X線位相画像計測による機能イメージング法の開発
- X線位相差顕微鏡／トモグラフィの開発
- デコヒーレンス型極小角X線散乱イメージング法の開発とその応用
- Phase measurement methods based on interference optics.
- Development and application of X-ray and neutron phase imaging system
- Dynamical X-ray phase imaging for functional imaging
- X-ray phase microscopy/tomography
- USAXS imaging based on decoherence



百生 敦 教授

Atsushi MOMOSE, Professor

X線位相イメージング手法の開発
Development of X-ray phase imaging
atsushi.momose.c2@tohoku.ac.jp



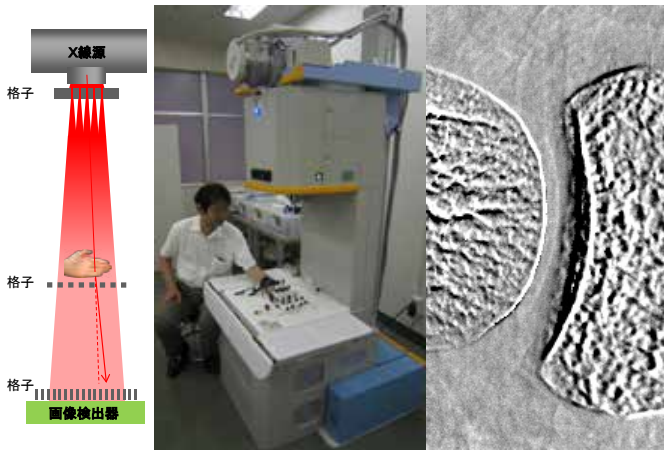
關 義親 准教授

Yoshichika SEKI, Associate Professor

中性子・X線位相計測法の開発
Development of phase measurement with neutron and X-ray

量子ビームの位相で観る

X線などの量子ビームは、原子スケールから日常スケールまで、幅広い範囲で物質の内部構造を可視化するために使われています。ただし、例えばX線の場合、高分子材料、軽金属、あるいは生体軟組織など、比較的軽い元素で構成される物体に対して十分なコントラストが得られないという問題があります。ところが、波としてのX線の性質に基づく位相コントラストを生成・利用すれば、この問題は緩和され、量子ビームの利用価値は桁違いに膨らみます。本研究室では、X線位相計測に基づく高感度画像計測技術を創始し、従来の常識を覆す数々の成果を世界に発信してきました。量子ビーム物理の基礎に立脚し、他では実現できない実験環境構築と先端計測研究を推進するとともに、実用展開を視野に入れた産業界との共同研究も行っています。

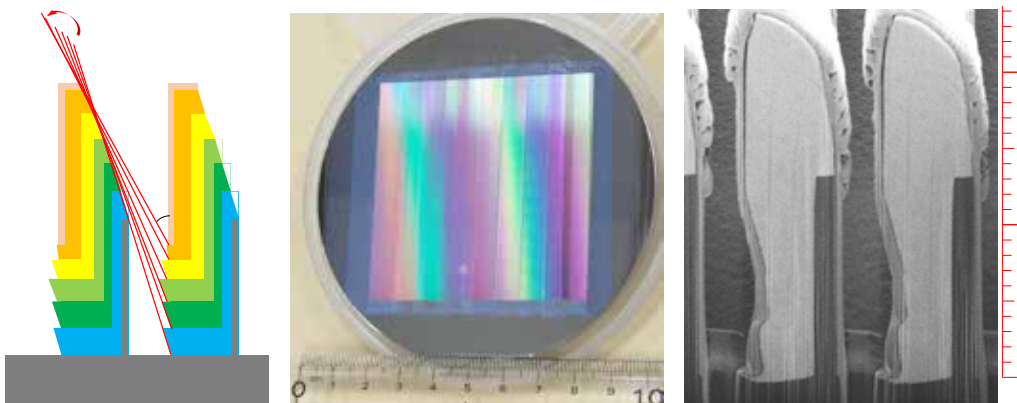


X線位相イメージング（X線 Talbot-Lau 干渉計）による早期リウマチ診断装置の開発

Imaging by using wave nature of quantum beam

Quantum beams, such as X-rays, are used to visualize internal structures of various materials having the scales ranging from atoms to human. However, there is a problem that sufficient contrast is not obtained for materials consisting of light elements, such as polymers, light metals, and biological soft tissues. The use of phase contrast based on the wave nature of X-rays is significant for overcoming this problem and enhances the usefulness of quantum beams tremendously. We have

innovated in X-ray imaging technology by developing X-ray phase measurement, releasing groundbreaking results beyond conventional expectation. Based on quantum beam physics, we are developing unique experimental environment and pioneering advanced imaging research. This technology is attractive for practical applications, and we are also conducting various collaborations with industry.



斜め蒸着法で開発した中性子位相イメージング用高アスペクト比 Gd 大型格子

佐藤卓（兼）研究室 / Taku SATO Lab (c)

専門分野・キーワード

多重極端条件下精密結晶・磁気構造解析／中性子・X線回折装置開発／磁性強誘電体／水素結合型強誘電体／超高压合成法開発
recise crystal / magnetic structure analysis under multiple extreme conditions / Development of neutron and X-ray diffractometers / Magnetic ferroelectrics and Hydrogen-bonded dielectrics / Development of ultra high pressure synthesis

主な研究テーマ

- 中性子 4 軸回折装置とその応用法の開発 (JAEA 東海 3 号炉 JRR-3M:T2-2 FONDER)
- 位置敏感検出器を用いた高効率中性子結晶構造解析装置の開発 (J-PARC BL18: SENJU, 韓国研究用原子炉 HANARO 2D-PSD)
- 多重極限下 (高压、極低温、高磁場、高電場) における X 線・中性子散乱手法の開発
- 強誘電体, 磁性体, マルチフェロイック物質および有機伝導体の構造と物性研究
- 水素結合系誘電体物質の電子密度分布と核密度分布
- 超高压合成法を用いた新規物質探索と構造物性研究
- Development of the 4-circle neutron diffractometer
- Development of the wide-area neutron detector for neutron structure analysis
- Development of ultra-high accuracy structure analysis using synchrotron X-ray
- Electron density distribution and proton density distribution of hydrogen-bonded compounds
- Neutron and X-ray scattering study of structural physics and magnetism on multiferroic materials - Imaging of 3d-electron-orbital
- Development and structural physics research of novel material by ultra high pressure synthesis



佐藤 卓 教授（兼）

Taku J SATO, Professor

量子ビーム実験を用いた構造物性研究
Structural science of materials using quantum beam experiments
taku@tohoku.ac.jp



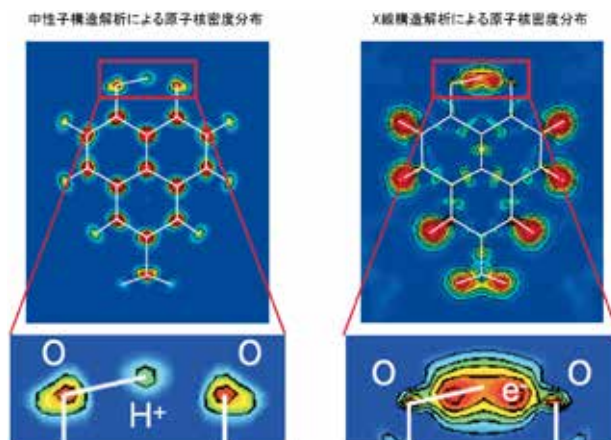
山本 孟 准教授

Hajime YAMAMOTO, Associate Professor

新規遷移金属酸化物探索と量子ビームを用いた構造物性研究
Exploration of new transition metal oxides and structural science of materials by quantum beams

X 線・中性子結晶構造解析による 1 原子内電子分極の可視化

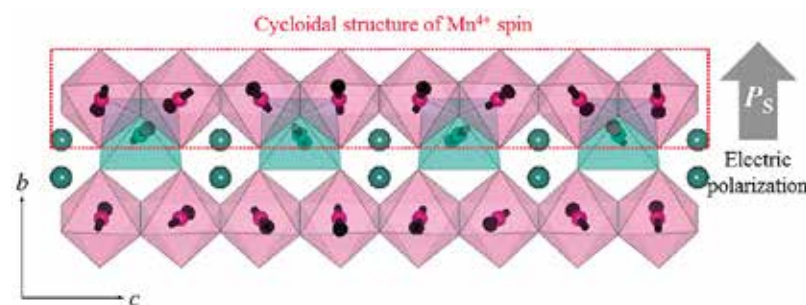
当研究室では低温・強磁場・高压下の多様な環境条件の下で、X線・放射光・中性子を用いた高分解能結晶構造解析のための計測技術確立と、精密な電子密度あるいは原子核密度の分布解析に基づく物質の構造相転移及び物性の機能発現の起源について研究を行っている。図に示すのは、中性子とX線構造解析により可視化された水素結合型誘電体の原子核密度分布と、水素原子に注目した電子密度分布である。酸素原子に挟まれた水素原子内で、原子核と電子の重心位置がずれる事により、1 原子内で巨大な電気分極（電子分極と呼ぶ）が生じている事を示している。その他にも、磁性強誘電体における巨大電気磁気効果について、結晶・磁気構造解析の立場からその微視的起源を明らかにする研究も行っている。更に我々は高压合成を基盤とした新物質・新機能の開拓とその構造物性研究にも取り組んでいる。2021 年度に再起動した研究炉 JRR-3 では、中性子二次元検出器の開発とそれを用いた超高精度の構造解析手法の開発を行う。



Ferroelectric polarization induced by magnetic order in magnetic ferroelectrics

We have been developing the methodology for high-resolution crystal and magnetic structure analysis using X - ray, Synchrotron radiation and Neutron beam under extreme conditions such as low temperature, high magnetic field, and high pressure. We have also studied structural phase transitions to understand the microscopic origins of functional properties in solid - state materials based on the accurate distribution analyses of

the electron as well as nuclear densities. Figure shows the complex magnetic structure of magnetic ferroelectrics derived by neutron magnetic structure analysis. Cycloidal spin structure in this material is thought to be the origin of electric polarization. We also engage the development of novel neutron 2-dimensional detector for structure analysis JRR-3 reactor.



陣内浩司研究室 / Hiroshi JINNAI Lab

専門分野・キーワード

ソフトマター物理 / 高分子の自己組織化 / 高分子結晶 / 高分子複合材料
Soft Matter Physics / Self-Assembly in Polymers / Polymer Crystals / Polymer Composite Materials

主な研究テーマ

- 半結晶性高分子材料のナノスケール構造解析
- 有機・無機複合材料のナノスケール変形機構解析
- 有機・無機接着界面の原子・分子レベル構造解析
- ブロック共重合体の自己組織化ナノ構造の3次元観察とその分子論的解析
- 単一高分子鎖の電子顕微鏡直接観察

- Nanoscale structural analysis of semicrystalline polymers
- Analysis of nanoscale deformation mechanisms in organic/inorganic composite materials
- Atomic- and molecular-scale structural analysis of organic/inorganic interfaces
- 3D observation and molecular-level analysis of self-assembled nanostructures of block copolymers
- Direct observation of single polymer chains using electron microscopy



陣内 浩司 教授

Hiroshi JINNAI, Professor

電子顕微鏡を用いたソフトマテリアルの精密構造解析
Analysis of nano-structures in soft materials using electron microscopy
hiroshi.jinnai.d4@tohoku.ac.jp



宮田 智衆 准教授

Tomohiro MIYATA, Associate Professor

透過型電子顕微鏡法を用いた高分子材料の原子・分子分解能解析
Atomic-scale analysis of polymeric materials using transmission electron microscopy



狩野見 秀輔 助教

Shusuke KANOMI, Assistant Professor

先端電子顕微鏡法を用いた高分子材料の内部構造とダイナミクスの解析
Analysis of internal structure and dynamics of polymeric materials using advanced electron microscopy

電子顕微鏡法によってソフトマテリアルの構造とダイナミクスを観る

高分子は軽量性・柔軟性・加工性などに優れた物質であり、基幹材料として産業的に広く利用されています。高分子材料の物性は、化学構造や分子鎖の配列を制御することに加え、異種高分子や無機物質を混合することで幅広くコントロールされています。しかし、材料の内部に形成される分子・ナノスケールの微細構造と巨視的な物性・機能の相関関係は明確になっておらず、より高性能・高機能な高分子材料を設計する上でこの関係の解明が強く求められています。

当研究室では、高分子材料内部の微細構造やそのダイナミクスを精確に観測するため、最新の透過型電子顕微鏡法の開発に取り組みつつ、巨視的な物性・機能を分子レベルから理解することを目指しています。具体的には、高分子・無機複合材料の原子分解能観察や変形ダイナミクスの観察、高分子結晶のナノスケールマッピング、単一高分子鎖の原子分解能観察、ナノ相分離構造の3次元観察等に取り組んでいます。

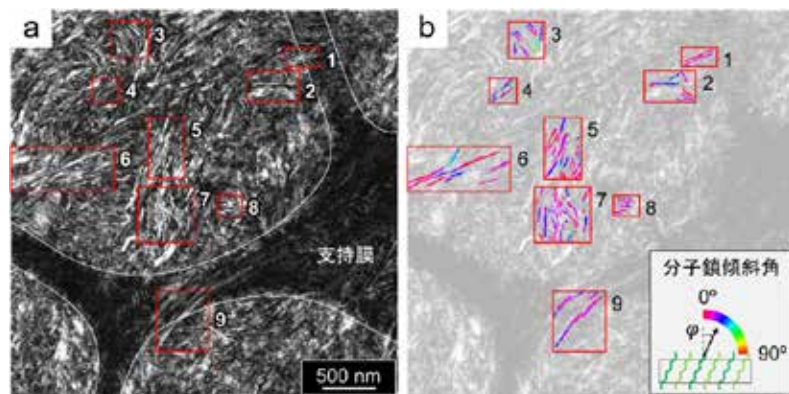


Fig. 1
(a) Morphology and spatial distribution of lamellar crystals (white region) in a high-density polyethylene specimen.
(b) Tilt angle map of the polymer chains inside lamellar crystals.

Nano-scale investigations of structures and dynamics in soft materials using electron microscopy.

Polymers are essential materials for industrial applications due to their lightweight, flexibility, and processability. Their properties can be extensively controlled by adjusting chemical structures, blending different polymers, and incorporating inorganic materials. However, the connections between microscopic structures and macroscopic properties of polymeric materials (soft materials) are not yet fully understood. Therefore, we have carefully observed the microscopic structures and dynamics within polymeric materials to reveal the microscopic origins of macroscopic properties.

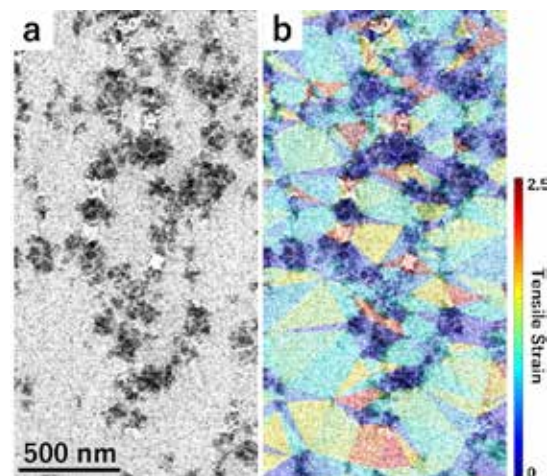


Fig. 2 (a) Transmission electron microscopy image of the vertically-elongated inner structure of a rubber with silica nanoparticles (black parts).
(b) Local strain map of (a).

矢代航研究室 / Wataru YASHIRO Lab

専門分野・キーワード

量子ビーム光学 / 計測 / データサイエンス / マイクロ・ナノファブリケーション
Quantum-beam optics / Metrology / Data Science / Micro/Nanofabrication

主な研究テーマ

- ミリ秒 X 線 CT の開発
- X 線エラストグラフィの開発
- イメージングと構造解析の融合技術の開発
- 量子ビーム光学素子・システムの開発
- 量子現象を利用したイメージング技術のフロンティアの開拓
- Millisecond-temporal-resolution X-ray tomography
- X-ray elastography
- Fusion of structural analysis and imaging techniques
- Quantum beam optical elements and systems
- Exploring the frontiers of imaging technology using quantum phenomena



矢代 航 教授 (SRIS)

Wataru YASHIRO, Professor

量子ビームイメージング法の開発
Development of quantum beam imaging methods
wataru.yashiro.a2@tohoku.ac.jp



亀沢 知夏 助教

Chika KAMEZAWA, Assistant Professor

X 線エラストグラフィ法の開発
Development of X-ray elastography



フェナー・スティーブン 助教

Stephen FENNER, Assistant Professor

X 線光学素子の開発
Development of X-ray optical devices

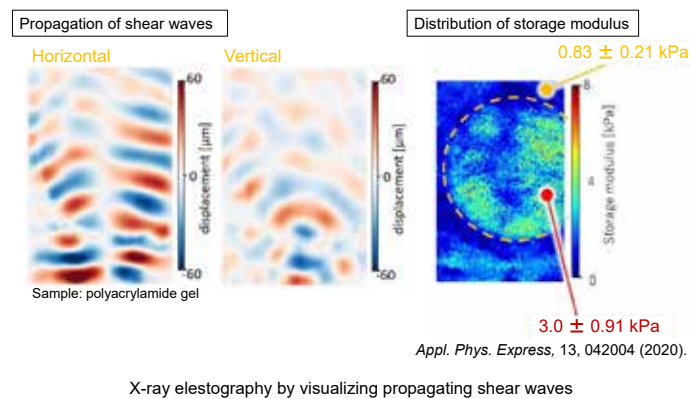
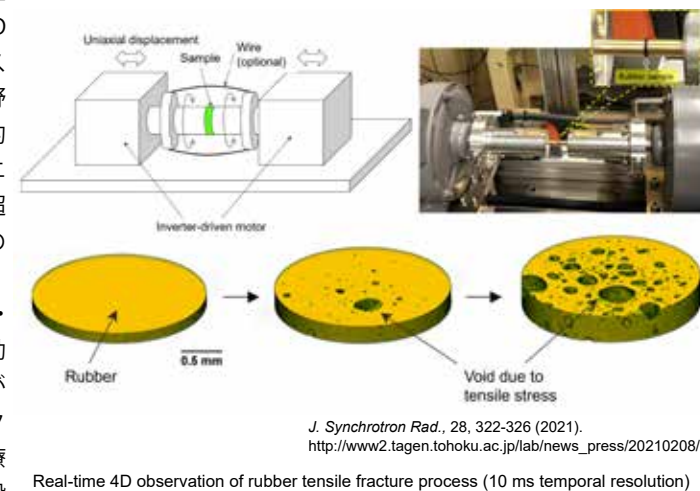
4D 世界のフロンティアを拓く

私たちは三次元 (3D) + 時間という「4D の世界」に生きていますが、マイクロメートル以下かつミリ秒以下の 4D 時空間領域には、最先端の計測テクノロジーでもアクセスできない広大な未知の世界が広がっています。本研究分野では、X 線などの高エネルギービームの量子性と、先端的なマイクロ・ナノファブリケーション技術、データサイエンス技術を駆使することにより、従来の限界を飛躍的に超える新たなイメージング技術を開発し、未開の 4D 世界の開拓に挑んでいます。

本研究分野で開発しているイメージング技術は、物質・生命科学における様々な非可逆・非平衡系 (例えば、流動性のある材料や、生きた生物など) の新たな理解につながるだけでなく、持続可能社会の実現に向けた材料・マイクロマシンシステム開発や、病変の早期発見につながる医療診断機器の開発、延いては生物の脳の機能解明など、一般社会にも多様な波及効果を生むと期待しています。

Exploring the frontiers of the 4D world

We live in a "4D world", but in the 4D space-time region of less than μm and ms, there is a vast unknown world that is inaccessible even to the most advanced measurement technologies. In our laboratory, we are taking on the challenge of developing new imaging techniques that dramatically exceed the conventional limits by exploiting high-energy quantum beams such as X-rays, advanced micro/nanofabrication technologies, and data science techniques, and to open up the uncharted 4D world. Our imaging technologies will not only lead to a new understanding of various irreversible and non-equilibrium systems in the material and life sciences, but will also have diverse ripple effects on general society.



秩父重英研究室 / Shigefusa CHICHIBU Lab

専門分野・キーワード

半導体光デバイス／量子構造／キャリアダイナミクス／時間空間分解分光
Wide bandgap semiconductors / Quantum nanostructures / Carrier dynamics / Spatio-time-resolved spectroscopy

主な研究テーマ

- 環境に優しい (B,Al,Ga,In)N および (Mg,Zn)O 系ワイドバンドギャップ半導体微小共振器を用いた、励起子と光の相互作用に基づく新しいコヒーレント光源の研究
- フェムト秒レーザおよびフェムト秒電子線を用いた (B,Al,Ga,In)N および (Mg,Zn)O 系ワイドバンドギャップ半導体量子ナノ構造の時間空間分解スペクトロスコピー
- 有機金属化学気相エピタキシーによる (B,Al,Ga,In)N 系量子ナノ構造形成と深紫外線発光デバイス形成
- (Mg,Zn)O 系酸化物半導体のヘリコン波励起プラズマスパッタエピタキシーと機能性酸化物薄膜形成
- A new concept coherent light source based on light-matter coupling in environment-friendly (B,Al,Ga,In)N and (Mg,Zn)O wide bandgap semiconductor microcavities
- Spatio-time-resolved spectroscopy in semiconductor materials
- Design and fabrication of (B,Al,Ga,In)N quantum nanostructures: epitaxial growths by metalorganic vapor phase epitaxy
- Helicon-wave-excited-plasma sputtering epitaxy of II-oxide semiconductor(Mg,Zn)O and fabrication of multifunctional oxide thin films



秩父 重英 教授

Shigefusa CHICHIBU, Professor

ワイドバンドギャップ半導体量子ナノ構造創成と時間空間分解スペクトロスコピー Exploration of wide bandgap group III-nitride and group II-oxide semiconductor quantum structures and spatio-time-resolved spectroscopy
chichibu@tohoku.ac.jp



嶋 紘平 准教授

Kohei SHIMA, Associate Professor

ワイドバンドギャップ半導体を用いた高効率光電子デバイスの開発
Development of high-efficiency optoelectronic devices using wide bandgap semiconductors



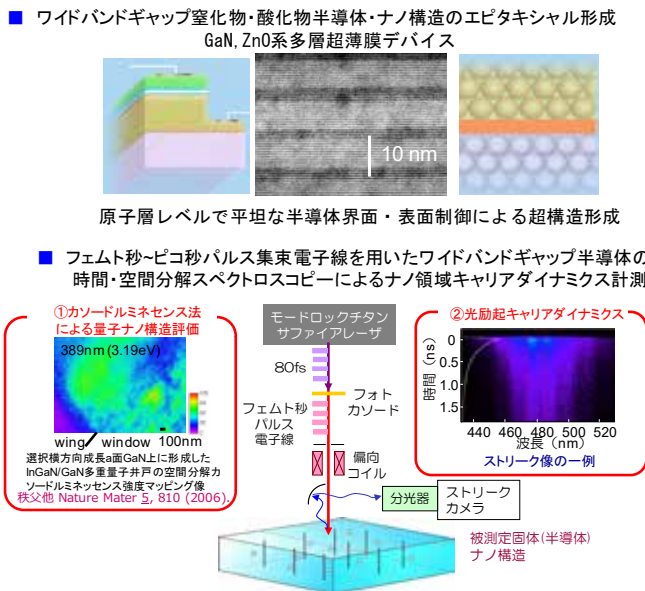
菅野 杜之 助教

Moriyuki KANNO, Assistant Professor

ナノテクノロジーと先端機能材料プロセスング
Nanotechnology and advanced functional materials processing

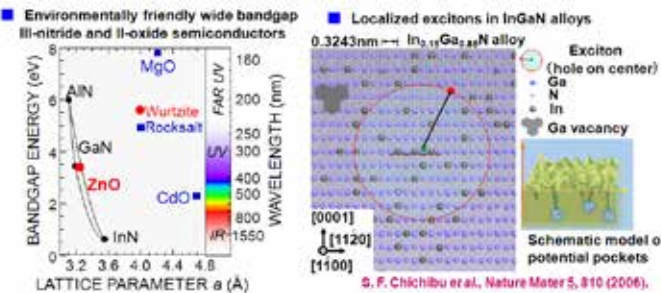
ワイドギャップ半導体ナノ構造創成と時空間分解スペクトロスコピー

光子系（電磁波）と電子系（励起子）の機能を融合させる量子構造デバイス用半導体として、禁制帯幅に相当する波長が 200 nm 台の深紫外線から近赤外線まで広範囲をカバーし、環境にも人間生活にも優しいプラネットコンシャスな BN, AlN, GaN, InN 等の III 族窒化物半導体や ZnO, MgO 等の II 族酸化物半導体、NiO や TiO₂ 等の金属酸化物半導体にスポットライトを当て、エピタキシャル結晶成長法によって原子層レベルで平坦な表面・界面を持つ半導体ナノ超薄膜や構造の形成を行います。また、それらメゾスコピック・ナノ構造のフェムト秒パルス集束電子線励起による時間・空間同時分解分光を行い、微細領域における励起子効果・量子効果（キャリアダイナミクスや点欠陥との相関など）の物理に迫ります。また、それらを用いた光・電子デバイス（紫外線・純青・純緑色半導体発光素子や光と励起子の連成波デバイス等）の形成を行います。



Design and creation of wide bandgap semiconductor quantum nanostructures and spatio-time-resolved spectroscopy

Research objectives of the laboratory are to design and create quantum nanostructures desirable for new functional optoelectronic devices workable in deep ultraviolet, visible, and optical communication wavelengths using planet-conscious wide bandgap semiconductors, namely (B,Al,Ga,In)N and (Mg,Zn)O systems. We are growing quantum structures by metalorganic vapor phase epitaxy and unique helicon-wave-excited-plasma sputtering epitaxy methods. Ultrafast recombination dynamics of excited particles in nanostructures are studied by time-resolved spectroscopy using a femtosecond laser, and very local carrier dynamics are proved by focused pulsed electron beams using a home-made, spatio-time-resolved cathodoluminescence system equipped with a photoelectron-gun.



高橋幸生研究室 / Yukio TAKAHASHI Lab

専門分野・キーワード

放射光 / コヒーレント X 線光学 / 顕微イメージング / データ科学
Coherent X-ray Optics / Synchrotron Radiation / Microscopic Imaging / Data Science

主な研究テーマ

- 新規コヒーレント X 線回折イメージング手法およびデータ解析手法の提案と実証
- 電池・触媒材料の微細構造・化学状態イメージングによる反応機構および劣化過程の解明
- 次世代半導体デバイスの非破壊三次元イメージングによる構造と性能・信頼性の解明
- 金属材料の加熱・引張過程の動的イメージングによる核形成・成長メカニズムおよび変形・破壊ダイナミクスの理解
- 鉱工業化学反応プロセス解明と設計のための局所構造解析
- Development and experimental demonstration of novel coherent X-ray diffraction imaging and data analysis methods
- Elucidation of reaction mechanisms and degradation processes in battery and catalytic materials through microstructural and chemical-state imaging
- Elucidation of nucleation and growth mechanisms, as well as deformation and fracture dynamics, in metallic materials through dynamic imaging under heating and tensile conditions
- Elucidation of nucleation and growth mechanisms, as well as deformation and fracture dynamics, in metallic materials through dynamic imaging under heating and tensile conditions
- Local structure analysis for elucidation and design of chemical processes in mining and industrial chemistry



高橋 幸生 教授 (SRIS)

Yukio TAKAHASHI, Professor

次世代のコヒーレント X 線イメージング法の開拓とその応用 Development of next-generation coherent X-ray imaging techniques and their applications
ytakahashi@tohoku.ac.jp



篠田 弘造 准教授 (SRIS)

Kozo SHINODA, Associate Professor

鉄・非鉄製錬プロセス関連物質中の元素選択的局所構造解析と化学状態評価
Element selective characterization of local structure and chemical state in materials related to ferrous and nonferrous smelting processes



阿部 真樹 助教 (SRIS)

Masaki ABE, Assistant Professor

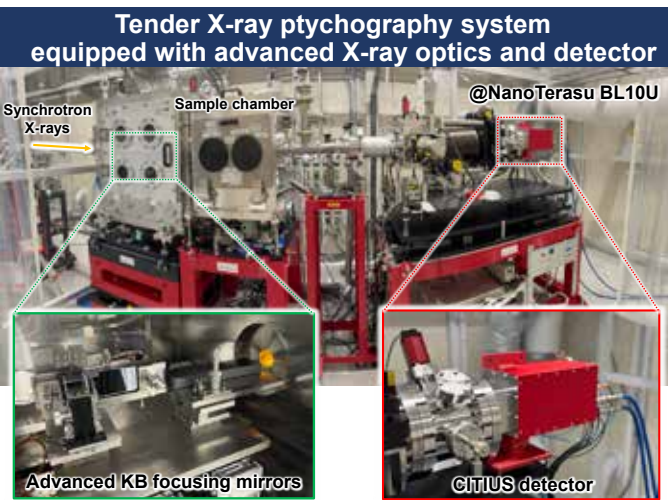
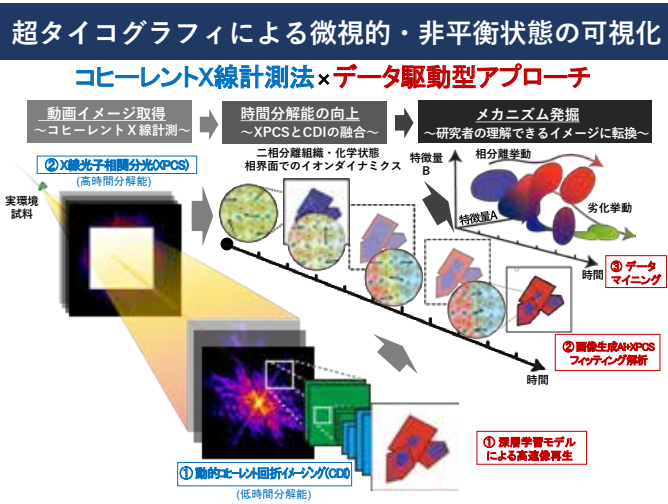
先端 X 線顕微イメージング技術の開発と材料分析への応用
Development of advanced X-ray microscopic imaging techniques and their applications to materials analysis

放射光で未踏の時空間を可視化し、材料科学を革新

実用材料やデバイスの多くは、原子スケール（ミクロ）からミリメートルスケール（マクロ）に至るまで、階層的かつ不均一な構造を有しており、その性質や機能は空間・時間にまたがる多様な現象によって決定されます。これらを理解・設計するためには、ミクロからマクロ、静的から動的に至る構造と特性の関係を、包括的かつ定量的に捉えることが不可欠です。本研究室では、放射光を用いた最先端のイメージング・分光技術の開発とデータ解析手法の高度化を通じて、ナノからマイクロ、さらに時間軸へと拡張した未踏の時空間スケールでの観察・解析に取り組んでいます。特に、コヒーレント X 線計測とデータ駆動型アプローチを融合した超タイコグラフィを中核として、従来手法では捉えられなかった動的現象の可視化を実現しています。これにより、電池・触媒材料における反応機構や劣化過程、次世代半導体デバイスの構造と性能・信頼性の関係、金属材料の核形成・成長や変形・破壊ダイナミクスの理解を深化させます。

Exploring Materials Science Frontiers via Synchrotron-Based Visualization of Unexplored Spatiotemporal Scales

Many practical materials and devices exhibit hierarchical and heterogeneous structures spanning from atomic to millimeter scales, with properties governed by complex spatiotemporal phenomena. Understanding such systems requires quantitative insight into structure–property relationships across multiple scales and dynamic conditions. Our laboratory develops advanced synchrotron-based imaging and spectroscopic techniques with data analysis methods to explore previously inaccessible spatiotemporal regimes. In particular, we place super Ptychography—integrating coherent X-ray measurements with data-driven approaches—at the core of our research, enabling visualization of dynamic phenomena beyond the reach of conventional methods. These approaches advance the understanding of reaction and degradation processes in battery and catalytic materials, structure–performance–reliability relationships in semiconductor devices, and deformation and fracture dynamics in metallic materials.



虻川匡司研究室 / Tadashi ABUKAWA Lab

専門分野・キーワード

表面構造 / 放射光 / 新物質探索 / 物質ダイナミクス
surface structure / synchrotron radiation / new materials exploration / material dynamics

主な研究テーマ

- 新しい表面構造解析法の開発
- 新奇表面物質の作成と表面構造解析
- 極限環境における新物質探索と物性研究
- 放射光を用いた物質ダイナミクス研究
- Development of novel techniques for surface structure analysis.
- Synthesis of novel surface materials and surface structure analysis.
- Explore new materials under extreme conditions.
- Study of material dynamics using synchrotron radiation.



虻川 匡司 教授 (SRIS)

Tadashi ABUKAWA, Professor

表面構造解析と電子状態解析
Research of structure and electronic structure of surfaces
abukawa@tohoku.ac.jp



高山 あかり 教授 (クローボ)

Akari TAKAYAMA, Professor

二次元物質系の物理
Physics of two dimensional materials



星野 大樹 准教授 (SRIS)

Taiki HOSHINO, Associate Professor

コヒーレント X 線散乱手法による非平衡・不均一系のダイナミクス解析
Dynamical analysis of non-equilibrium and heterogeneous systems by coherent X-ray scattering technique



山本 孟 准教授

Hajime YAMAMOTO, Associate Professor

新規遷移金属酸化物探索と量子ビームを用いた構造物性研究
Exploration of new transition metal oxides and structural science of materials by quantum beams

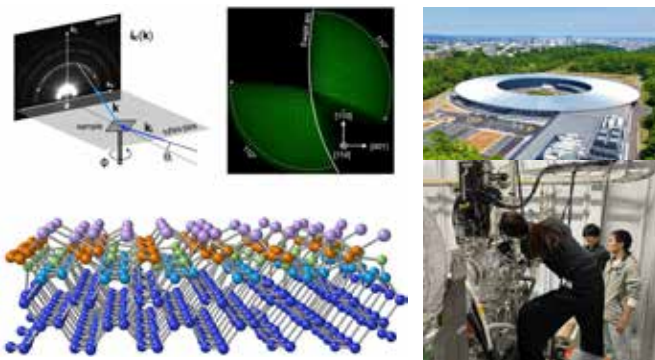
放射光と電子回折による固体表面・界面の理解と新物質創成

本研究分野では、様々な機能を持った表面・界面の創成を目指して、結晶表面・界面を原子レベルで理解する研究、並びに、極限環境下で新たな機能を持つ物質の合成を行っています。

これまでに、表面の原子配列を3次元的に可視化できる新しい表面構造解析法を独自に開発しました。それに加えて、光電子顕微鏡 (PEEM)、走査電子顕微鏡 (SEM)、走査トンネル顕微鏡 (STM) などの顕微手法を駆使して構造を明らかにし、さらに NanoTerasu の放射光を用いて電子状態も調べて物性発現のメカニズムを解明します。

高圧合成法による物質探索ではイルメナイト型バナジウム酸化物に注目した研究を行っています。この物質は高温でバナジウム二量体の消失により生じる、結晶構造および電子状態の相転移が注目されています。

さらに、X線光子相関分光法 (XPCS) の高度化を通して、ソフトマテリアルをはじめとする多様な物質系のダイナミクス研究にも取り組んでいます。



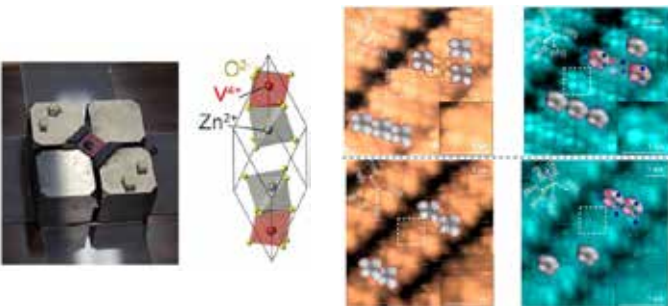
W-RHEED 法によって解明した表面構造と NanoTerasu での実験。

Characterization of Solid Surfaces and Interfaces and the Synthesis of Novel Materials

With the aim of creating surfaces and interfaces with diverse functionalities, we conduct research to understand crystal surfaces and interfaces at the atomic level, as well as synthesize materials with novel functions under extreme conditions. We have developed a novel, proprietary surface structure analysis method capable of visualizing atomic arrangements on surfaces in three dimensions. In addition, we utilize microscopic techniques such as photoelectron emission microscopy (PEEM), scanning electron microscopy (SEM), and scanning tunneling microscopy (STM) to elucidate the structure, and investigate the electronic states using synchrotron radiation from NanoTerasu to clarify the mechanisms underlying the manifestation of physical properties.

We are also conducting research focused on ilmenite-type vanadium oxides as part of new materials exploration using a high-pressure synthesis method. These materials are of particular interest due to the exotic structural and electronic

phase transitions related to the formation of vanadium dimers. Furthermore, through the advancement of X-ray photon correlation spectroscopy (XPCS), we are also engaged in research on the dynamics of various material systems, including soft matter.



Left: High-pressure cell and a newly discovered material.
Right: STM images of chiral surfaces.

津田健治研究室 / Kenji TSUDA Lab

専門分野・キーワード

収束電子回折 / 4D-STEM / 結晶界面・ナノドメイン構造 / 電場印加その場観察
Convergent-beam electron diffraction (CBED) / 4D-STEM / Crystal interface and nano-domain structures / in-situ observation with electric field application

主な研究テーマ

- 収束電子回折法による局所結晶構造・静電ポテンシャル分布解析法の開発と応用
- 4D-STEM 法による結晶界面・ナノドメイン構造の局所構造・静電ポテンシャル分布解析
- 機能性材料の外場印加におけるナノ局所結晶構造解析
- 構造相転移におけるナノ局所結晶構造解析
- 動力学回折計算による 3D ED データの結晶構造解析手法の開発

- Development of local crystal structure and electrostatic potential analysis and its applications
- Local structure and electrostatic potential analysis of crystal interface and nanodomain structures using 4D-STEM
- Nanoscale local crystal structure analysis of functional materials under applying external fields
- Nanoscale local crystal structure analysis at structural phase transformations
- Development of crystal structure analysis program based on the dynamical diffraction calculations for 3D ED data



津田 健治 教授

Kenji TSUDA, Professor

収束電子回折法による局所結晶構造・静電ポテンシャル分布解析法の開発と応用
Development of local crystal structure and electrostatic potential analysis and its applications
kenji.tsuda.b6@tohoku.ac.jp



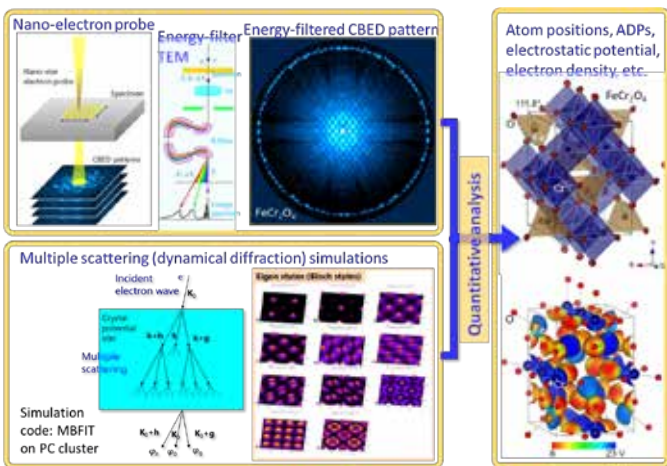
森川 大輔 助教

Daisuke MORIKAWA, Assistant Professor

4D-STEM 法による結晶界面・ナノドメイン構造の局所構造・静電ポテンシャル分布解析
Local structure and electrostatic potential analysis of crystal interface and nanodomain structures using 4D-STEM

ナノ電子プローブを用いた局所構造・静電ポテンシャル分布解析

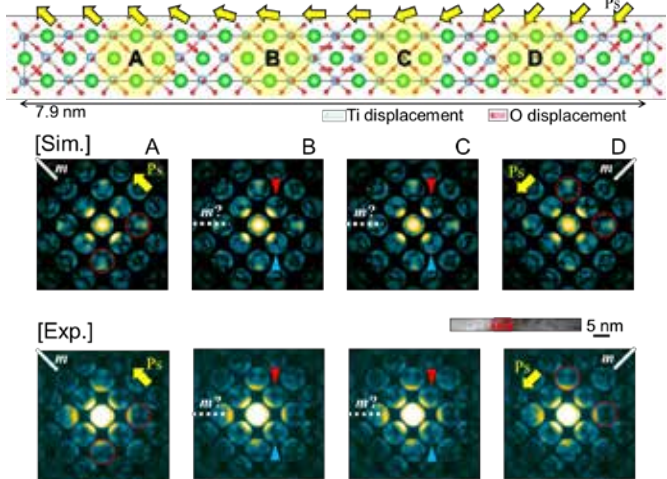
機能性材料において、ナノスケールの局所構造や結晶・ドメイン界面に起因する特異な物性の報告が増加しており、局所結晶構造解析の重要性が高まっています。このためには、透過電子顕微鏡を利用して、ナノサイズに収束した電子プローブを試料に照射する収束電子回折 (CBED) 法がきわめて有利です。本研究分野では、CBED 法を用いて動力学回折 (多重散乱) 理論計算に基づく定量的な局所結晶構造解析を世界に先駆けて実現し、強誘電セラミックス材料、半導体デバイス、固体燃料電池関連材料等に適用しています。現在、走査透過電子顕微鏡 (STEM) 法と CBED 法を組み合わせた 4D-STEM 法を活用して、結晶界面・ナノドメイン構造のような非周期・不均一構造から局所結晶構造・静電ポテンシャルの空間変化を定量解析する手法の開発に取り組んでおり、局所構造・界面に起因する新規機能性材料開発に寄与することを目指しています。



CBED 法による局所結晶構造・静電ポテンシャル分布解析
Local structure and electrostatic potential analysis using CBED

Nanoscale local crystal structure and electrostatic potential analysis using nano-electron probe

Local crystal structure analysis is increasingly important in functional materials that exhibit intriguing physical properties induced by nanoscale local structures and crystal interfaces. For this purpose, the convergent-beam electron diffraction (CBED) method using nano-electron probe is extremely advantageous. Using the CBED method, we developed a quantitative analysis method of local structures and electrostatic potential distributions based on the dynamical diffraction (multiple scattering) theory and applied it to various functional materials. Furthermore, we are developing a method to investigate spatial variations of local structures and electrostatic potential distributions in crystal interfaces and nanodomain structures by using the 4D-STEM method.



BaTiO₃ 強誘電 90° ドメイン壁の構造モデル、動力学回折計算および実験で得た CBED 図形 / Structure model of BaTiO₃ ferroelectric 90° domain wall, dynamical diffraction simulations and experimental CBED patterns.

虻川匡司 (兼) 研究室 / Tadashi ABUKAWA Lab (c)

専門分野・キーワード

電子顕微鏡／電子エネルギー損失分光／軟 X 線発光分光／収束電子回折
electron microscopy / electron energy-loss spectroscopy /
soft-X-ray emission spectroscopy / convergent-beam electron diffraction

主な研究テーマ

- 機能性ナノスケール材料の物性解析
- 運動量分解電子エネルギー損失分光法による光学特性評価手法の開発
- 角度分解 SXES 装置を用いた電子軌道解析法の開発
- パルス電子線を用いた共鳴振動励起法の開発

- Functional analysis of nm-scale materials by TEM-EELS
- Identification of electronic excitations by momentum resolved EELS
- Electronic orbital analysis using angle-resolved SXES
- Resonant vibration excitation method using GHz pulsed electron beams



虻川匡司 教授 (兼)

Tadashi ABUKAWA, Professor (C)

表面構造解析と電子状態解析
Research of structure and electronic structure of
surface
abukawa@tohoku.ac.jp



佐藤 庸平 准教授

Yohei SATO, Associate Professor

電子線散乱法を用いた材料特性解析
Analysis of Material Properties Using Electron Beam
Scattering
yohei.sato.c4@tohoku.ac.jp



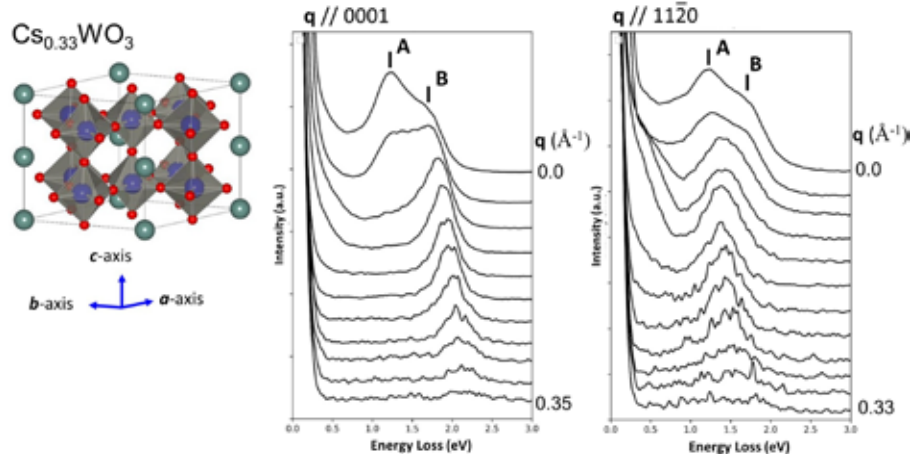
松本 高利 助教

Takatoshi MATSUMOTO, Assistant Professor

In silico による高感度・高選択的な機能性試薬の設
計開発
Design and development of high sensitive and
selective functional reagent in silico
takatoshi.matsumoto.a5@tohoku.ac.jp

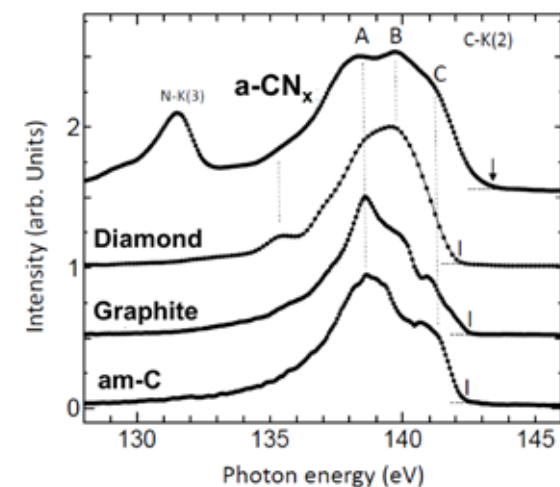
電子線を用いた局所の物性解析手法の開発と応用

持続可能な社会の実現には、省資源・省エネルギーで極小の高機能デバイスや新物質の開発が必要であり、そのためには、電子顕微鏡を基礎としたナノスケールでの物性解析手法の確立とその適用が不可欠です。これまでに、我々の目標である「ナノスケール構造・物性解析システムの構築」の実現を目指し、世界初の精密構造解析用分光型電子顕微鏡および解析ソフトウェア、高エネルギー分解能 EELS 電子顕微鏡、世界初の価電子状態分析電子顕微鏡など、オリジナルな手法・装置の開発とその機能評価への応用を行い、物性の解明と手法の有用性を実証してきました。図は、熱線遮蔽材料として用いられている Cs ドープ酸化タングステンのプラズモン振動の



Development and Applications of nm-scale Crystallography and Spectroscopies

Our lab develops accurate nanometer scale characterization methods of crystal structures by convergent-beam electron diffraction (CBED) and electronic structures by electron energy-loss spectroscopy (EELS) and soft-X-ray emission spectroscopy (SXES) for evaluating new functional materials. For performing crystal structure studies, we developed a new Ω -filter electron microscope and a refinement soft-ware, which can perform not only atom positions but also electrostatic potential and charge distributions. For electronic structure studies, a high-resolution EELS microscope and SXES instruments were developed. Figure shows carbon K-emission spectra of amorphous carbon-nitride and other carbon allotropes obtained by using a developed SXES instrument attached to a scanning electron microscope.



組頭広志 (兼) 研究室 / Hiroshi KUMIGASHIRA Lab (c)

専門分野・キーワード

二次元材料／走査プローブ顕微鏡／電界効果トランジスタ／スピニエレクトロニクス
2D-materials / scanning tunneling microscope / field effect transistor / spintronics

主な研究テーマ

- 二次元層状物質の原子構造と電氣的性質の相関解明
- 走査型トンネル顕微鏡 (STM) を用いた分子観察・計測
- 原子層薄膜を用いた光応答型・高精度分子センシングデバイスの開発
- スピントロニクス・量子コンピューターの基礎となるスピンの制御
- 原微細加工素子と分子素子の融合に向けた界面計測・制御

- Correlation of atomic structure and transport properties in two-dimensional layered materials
- Observation and chemical characterization of single molecule using scanning tunneling microscope (STM)
- Photoresponsive, high-precision molecular sensing using atomic layer thin films
- Spin control for molecule spintronics and quantum computing
- Interface engineering to combine Si technology and molecule electronic



組頭 広志 教授 (兼)

Hiroshi KUMIGASHIRA, Professor

放射光計測に基づく酸化物ナノ構造の機能設計
Design of novel functionalities in oxide nanostructures
based on synchrotron analysis
kumigashira@tohoku.ac.jp



高岡 毅 准教授

Tsuyoshi TAKAOKA, Associate Professor

二次元材料 FET を用いた分子センシング機構の解明
Exploration of the mechanism of molecular sensing by 2D-materials FET



ジャネット リカ ジーモン 助教

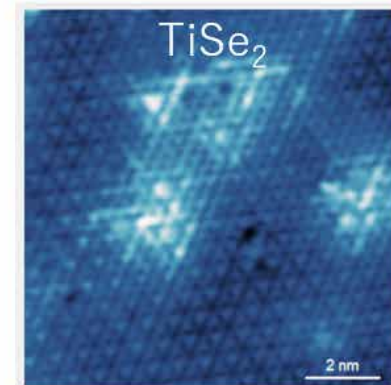
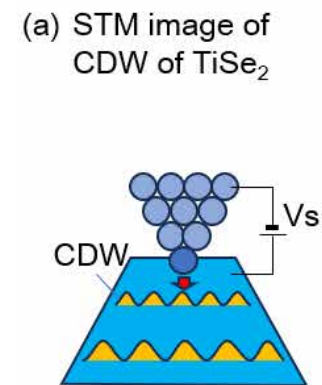
Janette Rika SIMON, Assistant Professor

STM によるスピン・ナノ構造、超伝導と二次元材料の相互作用研究
The interplay of spin-nanostructures, superconductivity and 2D-materials investigated with STM

二次元層状物質表面物性の極限計測と次世代デバイスへの応用

本研究室では、走査型プローブ顕微鏡 (STM) を中心とした装置開発を行うと同時に、STM を用いた単一原子・分子レベルの極限計測を行い、得られた物性を次世代デバイスへと応用することを目指して研究を進めています。具体的には、近年注目を集めている二次元結晶の欠陥やエッジ構造が電界効果トランジスタ (FET) としての伝導特性に与える影響を精緻に評価し、次世代デバイスの設計指針を導き出します。また、これらの知見を応用し、原子層界面で

の相互作用を極限まで高めた高感度・高選択的な分子検出素子の開発を推進しています。さらに、表面への入射分子の吸着挙動や表面上での拡散運動をナノレベルで制御することで、化学反応を自在に操作する新たな学理の構築に挑んでいます。原子一粒、分子一個の振る舞いを制御することで、スピントロニクスから生体内微量分子センシングまで、社会を支える革新的なナノテクノロジーの創出を目指します。



Characterization of Surface Properties of 2D Materials and its Application to New Devices

Our laboratory develops advanced instrumentation, primarily Scanning Tunneling Microscopy (STM), to perform measurements at the single-atom and molecule scales. We aim to apply fundamental physical properties into next-generation devices. Specifically, we analyze how defects and edge structures in 2D materials influence field-effect transistor (FET) performance to

establish design principles for future electronics. We also develop highly sensitive molecular sensors. Furthermore, we manipulate chemical reactions by controlling molecular adsorption and diffusion at the nanoscale. By governing the behavior of individual atoms, we strive to create innovative nanotechnologies.

山本達研究室 / Susumu YAMAMOTO Lab

専門分野・キーワード

オペランド計測／ナノテラス／X線分光／X線光学／軟X線顕微鏡
Operando measurement / NanoTerasu / X-ray Spectroscopy / X-ray Optics / Soft X-ray Microscopy

主な研究テーマ

- 3 GeV 高輝度放射光施設 NanoTerasu の利活用
- X線オペランド計測法の開発及び機能材料への応用
- 次世代半導体微細露光機用軟X線光学素子の開発
- 次世代半導体素子の軟X線顕微鏡への応用
- Utilization of NanoTerasu Synchrotron Light Source
- Development of X-ray operando spectroscopies and application to functional materials
- Development of soft X-ray optical components for next-generation semiconductor lithography systems
- Application of next-generation semiconductor optical components to soft X-ray microscopy



山本 達 教授 (SRIS)
Susumu YAMAMOTO, Professor

放射光 X 線オペランド計測による触媒表面科学の開拓
Catalytic surface science opened by synchrotron radiation X-ray operando measurements
susumu@tohoku.ac.jp



江島 丈雄 准教授 (SRIS)
Takeo EJIMA, Associate Professor

軟 X 線相関顕微法の開発とその生物細胞観察応用
Development of Soft X-ray Correlation Spectromicroscopy applying to Bio-cells



羽多野 忠 助教 (SRIS)
Tadashi HATANO, Assistant Professor

軟 X 線多層膜結像ミラーの開発
Development of soft X-ray multilayer imaging mirrors

放射光 X 線による機能材料科学の革新

本研究分野は、最先端放射光 X 線を用いて材料の機能発現メカニズムを解明し、新機能性材料の設計指針を確立することを目標としています。この目標を実現するために、NanoTerasu (Fig. 1) をはじめとする最先端 X 線光源の特性を活かすための光学素子・光学技術・新規計測法の開発を行っています。特に最近では、触媒や電池などの材料が動作している最中を直接計測可能な「オペランド（動作中）」計測法の開発に力を入れています。また、私達が独自に開発を行ってきた多層膜ミラーなどの軟 X 線光学素子を次世代半導体微細露光機や軟 X 線顕微鏡に応用する研究を行っています。

Functional Materials Science Revolutionized by Synchrotron Radiation X-rays

The mission of Yamamoto Lab is to elucidate the working mechanisms of functional materials using the state-of-the-art synchrotron radiation X-rays and establish design guidelines for developing novel functional materials. To realize this goal, we develop optical elements, optical techniques, and novel measurement methods to take full advantage of brilliant X-ray light sources such as NanoTerasu (Fig. 1). In particular, we focus on the development of “operando” measurement methods that enable direct observation of materials under operation, such as catalysts and batteries. We are also conducting research on the application of soft X-ray optical elements such as multilayer mirrors, which we have been developing in-house, to next-generation semiconductor lithography systems and soft X-ray microscopes.



Fig. 1

福山博之研究室 / Hiroyuki FUKUYAMA Lab

専門分野・キーワード

エネルギー・環境材料／化学熱力学／融体物性／結晶成長
energy & environmental materials / chemical thermodynamics / properties of high-temperature melts / crystal growth

主な研究テーマ

- 窒化物半導体の結晶成長と物理化学
- 超高温熱物性計測システムの開発
- 超高温材料の熱物性計測
- エネルギー・環境材料のプロセス創製
- 金属製錬プロセス開発
- Crystal growth and physical chemistry of nitride semiconductors
- Development of high-temperature thermophysical property measurement system
- Thermophysical property measurements of ultra-high temperature materials
- Energy & environmental materials processes
- Metallurgical processes



福山 博之 教授
Hiroyuki FUKUYAMA, Professor

高温反応場を用いた機能材料の創製と熱物性計測法の開発
High-temperature processes and measurements of materials
hiroyuki.fukuyama.b6@tohoku.ac.jp



大塚 誠 准教授
Makoto OHTSUKA, Associate Professor

多機能性材料の高機能化と新規デバイスの開発
Improvement of properties for multi-functional materials and development of novel devices



安達 正芳 准教授
Masayoshi ADACHI, Associate Professor

窒化アルミニウム単結晶の新規液相成長法の開発
Development of novel liquid phase growth method for aluminum nitride single crystal



打越 雅仁 准教授 (兼)
Masahito UCHIKOSHI, Associate Professor

高純度精製技術を活かした非鉄金属製錬法の改善と新規開発
Novel non-ferrous metallurgy based on the technology of ultrahigh purification



李 森 助教
Sen LI, Assistant Professor

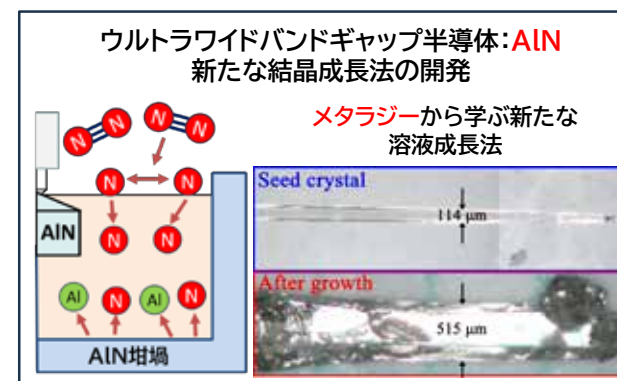
Fe-Cr フラックスを用いた AlN 単結晶の溶液成長法の開発
Solution growth of AlN single crystals using Fe-Cr based flux.

エネルギー・環境材料の高温プロセス創製

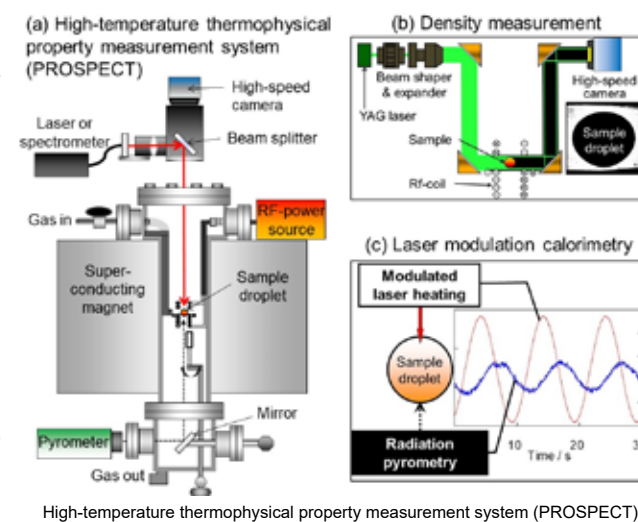
当研究室では、化学熱力学をベースにエネルギーと環境に役立つ新しい先端材料やそのプロセス開発に関する研究を行っています。例えば、窒化物半導体は、環境や医療分野での応用が期待される紫外発光デバイスや省エネにつながるパワーデバイスの基板材料として注目されており、当研究室では、その新たな結晶成長プロセスに関する研究を行っています。また、様々な材料プロセスにおける熱・物質移動現象をシミュレーションするため、電磁浮遊法と静磁場を組み合わせ、融体の熱容量、熱伝導率、放射率、密度および表面張力等の熱物性を高精度に計測する超高温熱物性計測システムの開発を行っています。この技術によって、鉄・非鉄の金属製錬、機能性材料の結晶成長、耐熱材料の開発、蓄熱材料の開発、原子炉重大事故のモデリング、 casting、溶接など様々な材料分野へ貢献することに加えて、未知の高温融体科学を開拓する研究を行っています。

High-temperature processes for energy & environmental materials

Fukuyama laboratory studies novel processes for energy & environmental materials based on chemical thermodynamics with high-temperature thermophysical property measurements. Currently, we are developing new crystal growth processes to bring a breakthrough in nitride-semiconductor devices such as ultraviolet optical devices utilized in environmental and medical fields and power devices. Thermophysical properties of materials are needed for modeling heat & mass transfer in material processes. A thermophysical property measurement system at ultra-high temperature has been developed in our laboratory, which enables accurate measurements of heat capacity, thermal conductivity, emissivity, density and surface tension of high-temperature melts, utilizing electromagnetic levitation in a dc magnetic field. This technique makes a great contribution to various material industries.



新たな AlN 結晶成長法の開発



High-temperature thermophysical property measurement system (PROSPECT)

植田滋研究室 / Shigeru UEDA Lab

専門分野・キーワード

素材プロセス／製鉄製鋼／高温物理化学／リサイクル
Material processing / Iron and steelmaking / High temperature physical chemistry / Material recycling

主な研究テーマ

- ・製鋼スラグからのりん資源回収
- ・界面における物質移動と化学反応
- ・金属 - 酸化物 - 気相間の平衡と反応速度
- ・新素材プロセス開発
- ・混相流の物性

- ・Recovery of phosphorus from steelmaking slag
- ・Control of mass transfer and chemical reactions at interfaces
- ・Chemical equilibrium and reaction kinetics between molten metal, oxide and gas phases
- ・Development of novel material processing
- ・Physical properties of multiphase flow



植田 滋 教授

Shigeru UEDA, Professor

高温素材プロセス
High temperature material processing
tie@tohoku.ac.jp



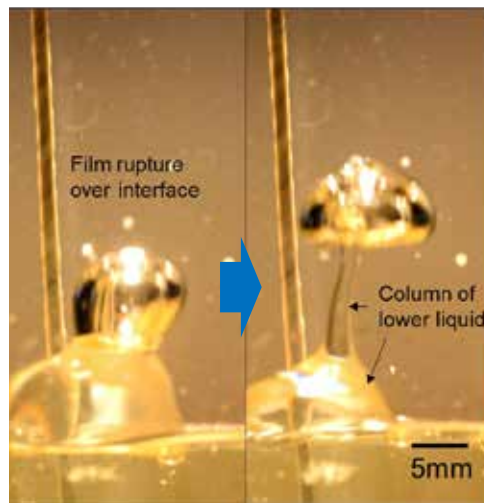
岩間 崇之 助教

Takayuki IWAMA, Assistant Professor

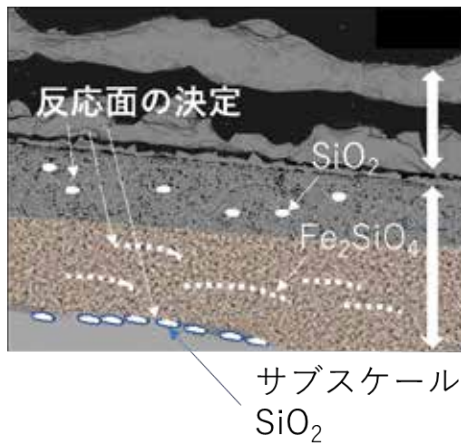
乾式・湿式素材プロセス、リサイクルプロセス
Pyrometallurgy, hydrometallurgy and recycling process

高温プロセスにおける反応制御の最適化

持続可能な社会が求められる中で、高度な文明を維持するためには社会基盤となる素材供給を維持することが必要です。世界の粗鋼生産量は年々増加し、ベースメタルやレアメタルの需要も増加しています。この背景には新興国での旺盛な資源需要があり、同時に鉱物資源の劣質化およびCO₂や有害な副産物発生の問題が顕在化してきました。この情勢の中で安全かつ安定な社会を構築するために、資源とエネルギー需給および原料の変化に対する対応力が高く低環境負荷で安定的に素材が生産可能なプロセスの構築と持続性の高い資源循環型の社会の構築が重要です。高温物理化学、反応プロセス工学をもとに資源、エネルギー対応、副産物の削減および利用といった社会基盤構築に必要な反応プロセスの構築を目指します。



Control of chemical reactions by controlling interface phenomena



Analysis of reaction mechanism and control of high temperature reaction

Optimization of high temperature processing for base metal

In order to establish a sustainable society, it is necessary to maintain the supply of materials that act as social infrastructure. Global crude steel production is increasing year by year, and demand for base and rare metals is also increasing. At the same time, degradation and depletion of mineral resources, and production of CO₂ and by-products have become problems. It is necessary to establish social sustainability through efficient material process and resource recycling. Based on high-temperature physical chemistry and reaction engineering, our group aim to build the reaction process necessary for sustainable resource supply, reduction and use of by-products.

加納純也研究室 / Junya KANO Lab

専門分野・キーワード

粉体工学／シミュレーション／粉体プロセス／水素エネルギー
powder technology / simulation / powder processing / hydrogen energy

主な研究テーマ

- ・コンピュータシミュレーションによる粉体プロセスの高度化
- ・機械的微粒生成プロセスのシミュレーションの創成
- ・粒子・流体プロセスシミュレーションの創成
- ・バイオマスおよび樹脂廃棄物からの高効率水素製造プロセスの創製

- ・Optimum design of powder processing by computer simulation
- ・Development of simulation model for grinding processes of fine particles
- ・Development of simulation model for multiphase flow
- ・Development of new hydrogen generation processes from biomass and plastic waste

機能性粉体プロセスの創成とシミュレーションによる粉体プロセスの最適化

粉体を原料、中間製品あるいは最終製品とする高機能性材料の開発・製造がいつの時代も盛んである。その材料の特性はその化学組成だけではなく、材料中の粒子充填構造にも大きく依存し、粒子充填構造は粉体粒子の粒子径やその分布など物性・特性値に大きく左右される。したがって、原料となる粉体の生成などの粉体プロセスを精緻に制御し、所望する粒子を取得し、かつ所望する機能を発現させるために、分散・凝集、粉碎、混合、圧縮成形などの粉体プロセスを自在に制御する必要がある。本研究室では、粉体プロセスを自在に精緻に制御するためのツールとしてのシミュレーション法の創成を行っている。本シミュレーションによって、粉体プロセスを最適化することにより、省エネルギー化や省資源化を図っている。また、粉体プロセスの一つである粉碎操作によって発現するメカノケミカル現象を積極的に活用し、都市鉱山からの金属リサイクルやバイオマスからの創エネルギーに関する研究を展開している。

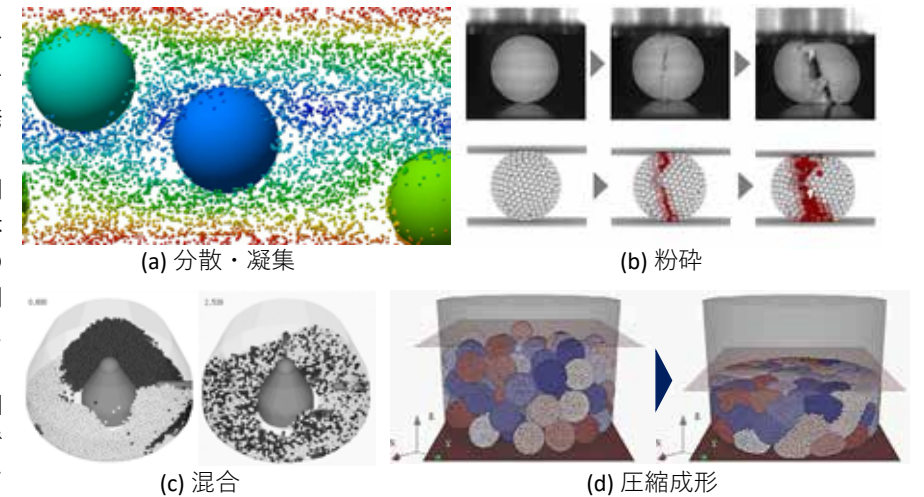


図1 粉体現象および粉体プロセスのシミュレーション解析。
(a) せん断流動場中の粒子の分散・凝集、(b) 砕料の粉碎挙動、
(c) CAEによる混合機的设计、(d) 金属粒子の圧縮成形過程

Development of new functional powder processing and optimum design of powder processing by numerical simulation

Development and manufacture of high functional materials have been actively made, and most of those raw materials, intermediate products and final products are particulate materials. The properties of the high functional materials are greatly dependent on the particle packing structure in the materials as well as those chemical compositions. The particle packing structure is also highly dependent on the particle properties and characteristics such as particle size and its distribution of the particles, which depend on their preparation processes. Therefore, in order to obtain the function desired, first of all, the preparation process of the particles as a raw material should be elaborately

controlled, and then the powder processing such as dispersion, grinding, mixing, and compression molding must be controlled exquisitely. In our laboratory, we are carrying out development of computer simulation method for control of powder processing. Optimizing the powder processing by the simulation is performed for energy saving and resource saving. In addition, we are developing processes for recycling of metals from urban mines and for hydrogen energy generation from biomass and plastics by using the mechanochemical effects which are obtained in the grinding process.



加納 純也 教授

Junya KANO, Professor

機能性粉体プロセスの創成とシミュレーションによる粉体プロセスの最適化
Development of New Functional Powder Processing and Optimum Design of Powder Processing by Numerical Simulation
kano@tohoku.ac.jp



高井 千加 教授 (クロスアポイントメント)

Chika TAKAI, Professor

粒子の構造設計と機能化および評価手法の確立
Structural Design, Functionalization, and Evaluation of Particles



久志本 築 助教

Kizuku KUSHIMOTO, Assistant Professor

湿式ボールミル内砕料粒子の運動および破壊挙動のシミュレーション
Simulation for analyzing dynamic and breakage behaviors of particles in wet ball milling

池田 純子 客員准教授

Junko IKEDA, Visiting Associate Professor

宮下 絢 助教 (SAKURA)

Aya MIYASHITA, Assistant Professor

桐島陽研究室 / Akira KIRISHIMA Lab

専門分野・キーワード

放射化学／原子力バックエンド／廃止措置／溶液化学
Radiochemistry / Nuclear waste management / Decommissioning / Solution Chemistry

主な研究テーマ

- 放射化学アプローチによる原発事故廃棄物のバックエンド工学研究
- プロトアクチニウム溶液化学研究への再挑戦
- 深部地下ならびに表層環境中の放射性核種の移行挙動研究
- 素材や製品に含まれる天然放射性物質（NORM）問題の研究
- Research for radioactive waste management and environmental recoverability on Fukushima NPP accident in 2011
- Solution chemistry research on Protactinium
- Research for front and back end chemistry on nuclear fuel cycle
- Research on Naturally Occurring Radioactive Materials (NORM) existing in materials and products



桐島 陽 教授

Akira KIRISHIMA, Professor
核燃料サイクルのバックエンド化学およびNORMを含むレアメタル鉱石の処理
Backend chemistry in nuclear fuel cycle and Processing of Rare Metal Source containing NORM
kiri@tohoku.ac.jp



秋山 大輔 講師

Daisuke AKIYAMA, Senior Assistant Professor
福島第一原子力発電所事故により生じた燃料デブリの処理・処分研究
Study on Fuel Debris Disposal at Fukushima Daiichi Nuclear Power Station



横田 優貴 助教

Yuki YOKOTA, Assistant Professor
微量元素分析を目的とした前処理プロセスの高速化と自動化
Acceleration and automation of pretreatment processes for analyzing trace elements

放射化学アプローチによる放射性廃棄物のバックエンド工学

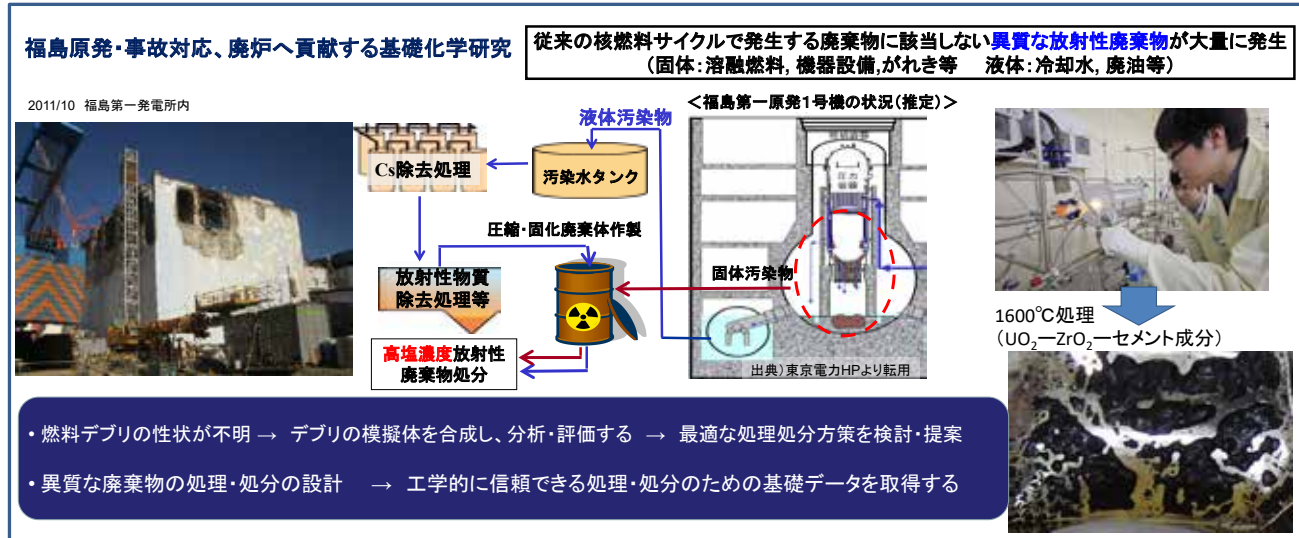
2011年の福島第一原発事故により、膨大な量の様々な放射性廃棄物が発生しました。この中には核燃料デブリなど現時点ではアクセスが限られ、性状や汚染の程度などが不明な取り扱いの難しい廃棄物が含まれます。これらは今後30-40年をかけて順次取り出され、安定化や廃棄体化処理を施し、処分される見込みです。これを実現するには廃棄物の性状や含まれる放射能量を正確に把握する必要がありますが、廃棄物には毒性が高く化学挙動が複雑な種々のアクチノイド元素

等が含まれます。当研究室では、この困難な課題に放射化学アプローチによる実験研究で取り組んでいます。具体的には模擬デブリ合成・分析による燃料デブリの物理・化学特性の把握、汚染水へのアクチノイドの溶出挙動研究、さらには新規な汚染物の安定化および廃棄体化法の開発等を行っています。これにより、現在の日本における最も困難な工学課題である福島第一原発の廃止措置に大学の研究室として貢献することを目指しています。

Research on Nuclear Waste Management and Nuclear Facility Decommissioning by Radiochemistry

Nuclear energy is one of the most important energy resources of our modern society, therefore, it is strongly demanded to make nuclear fuel cycle more reliable. Also, decommissioning of the severely damaged reactors by Fukushima NPP accident in 2011 and recovery of the contaminated environment, are urgent issues in Japan. To respond these demands, our group investigates

chemistry of nuclear fuel debris and leaching behavior of actinides in it by synthesizing simulated fuel debris with actinide tracers. Furthermore, we develop novel and unique nuclear waste solidification processes using functional aluminum silicate minerals as fixation agent.



本間格研究室 / Itaru HONMA Lab

専門分野・キーワード

ナノテクノロジー／先端機能材料プロセッシング／ポストリチウムイオン電池／低炭素エネルギー技術
Nanotechnology / Advanced functional materials processing / Post lithium-ion battery / Low carbon emission energy technology

主な研究テーマ

- レアメタルフリーのポストリチウムイオン電池
- 全固体電池
- 二酸化炭素の電気化学的変換プロセス
- 先端機能材料プロセッシング
- ナトリウムイオン電池
- Critical metal free post-lithium-ion battery
- All solid state battery
- Electrochemical CO2 conversion to useful chemical products
- Advanced functional materials processing
- Sodium ion batteries

先端ナノ機能材料開拓による蓄電池イノベーションの実現

本間研究室では21世紀の科学技術が取り組む最重要課題である地球持続技術・低炭素社会構築の為にナノテクノロジーを利用した再生可能エネルギー技術のフロンティア開拓を行います。低環境負荷プロセッシングと機能性ナノ材料開発をコア技術として、全固体電池、ナトリウムイオン電池、レアメタルフリー有機電池等の革新的蓄電池デバイスを創生して、脱炭素社会構築、再生可能エネルギー普及と地球温暖化対策のイノベーションを起こすことを目的としています。

革新的エネルギーデバイスを実現するために、単原子層材料（グラフェン、層状金属化合物）、ナノ粒子、ナノポーラス物質、多元組成化合物、準安定相、有機活物質、固体電解質、超臨界流体・水熱電解プロセス技術や放射光 in-situ 分析等の先端的な材料科学を探索し、それらの先端的ナノ材料科学を基礎学理として全固体電池、レアメタルフリー有機電池、二酸化炭素電解還元プロセスなど低炭素化社会構築と産業競争力強化に資するエネルギーデバイスの研究開発を行います。

Nanotechnology and nanoscience of advanced functional nanomaterials for energy storage technology innovations

Our research goal is to realize renewable energy innovations and contribute to global environmental sustainability through nanotechnology and nanoscience of advanced functional materials research. Using environmentally friendly materials processing and the exploration of advanced functional nanomaterials, the Honma laboratory investigates the frontiers of nanotechnology and nanomaterials for CO2 electrochemical conversion processes to useful compounds, all solid state batteries, critical-metal free battery, processing of functional nanomaterials and on-demand fabrication of battery devices by 3D printing technologies, thereby contributing to innovative solutions for global sustainability, renewable energy, and for a low carbon emission society. Our fundamental research is focused on advanced functional nanomaterials such as monoatomic layered materials, nanoparticles, nanoporous materials, multi-ternary compounds, metastable materials, organic molecular electrodes, novel inorganic electrolytes for all solid-state batteries, supercritical fluid & hydrothermal-electrochemical processing of advanced functional materials, and operando spectroscopy analysis for all solid state batteries using synchrotron light sources.



本間 格 教授

Itaru HONMA, Professor
ナノテクノロジー、先端機能材料プロセッシングと次世代蓄電池
Nanotechnology, advanced functional materials processing and next-generation secondary battery
itaru.honma.e8@tohoku.ac.jp



大野 真之 准教授

Saneyuki OHNO, Associate Professor
先端機能材料開発と全固体電池
Development of advanced functional materials and all solid state battery



ヤン ヒューブナー 助教

Jan HUEBNER, Assistant Professor
新世代固体電池（SSB）の材料設計、合成、プロセス
Material design, synthesis and processing of new generation of Solid State Batteries (SSB)



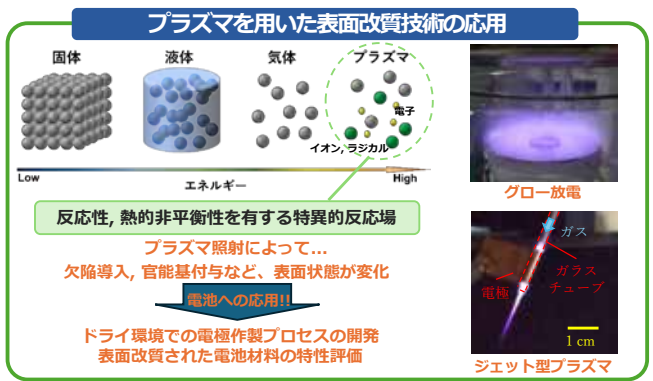
宋 鵬 助教

Peng SONG, Assistant Professor
新規超伝導水素化合物および機能材料の設計
Material informatics for the design of novel superconducting hydrides and functional materials



黄 奕 特任助教

Yi HUANG, Assistant Professor
先端機能材料開発、全固体電池設計、構造と物性相関機構解明
Advanced functional materials, all solid-state batteries design, structure-property mechanism elucidation



Jürgen JANEK Lab

専門分野・キーワード

全固体電池／固体イオニクス／固体電気化学／エネルギー変換材料
All-solid-state batteries / Solid-state ionics / Solid-state electrochemistry
/ Energy conversion materials

主な研究テーマ

- 全固体電池電極材料およびセパレータ層のキャリア輸送挙動の解析
- 電気化学プローブを用いた固体電気化学セルの空間的伝導特性の検討
- 新規機能性電極材料の開発
- AIを活用した非平衡状態における固体電気化学セルの解析
- Analysis of charge carrier transport behavior in electrode materials and separator layers of all-solid-state batteries
- Investigation of spatial conduction properties in solid-state electrochemical cells using electrochemical probes
- Development of novel functional cathode/anode materials
- AI-based analysis of solid-state electrochemical cells under nonequilibrium conditions



Jürgen JANEK, Distinguished Professor
新たなエネルギー材料の創製
Development of inorganic energy materials
Juergen.Janek@phys.chemie.uni-giessen.de

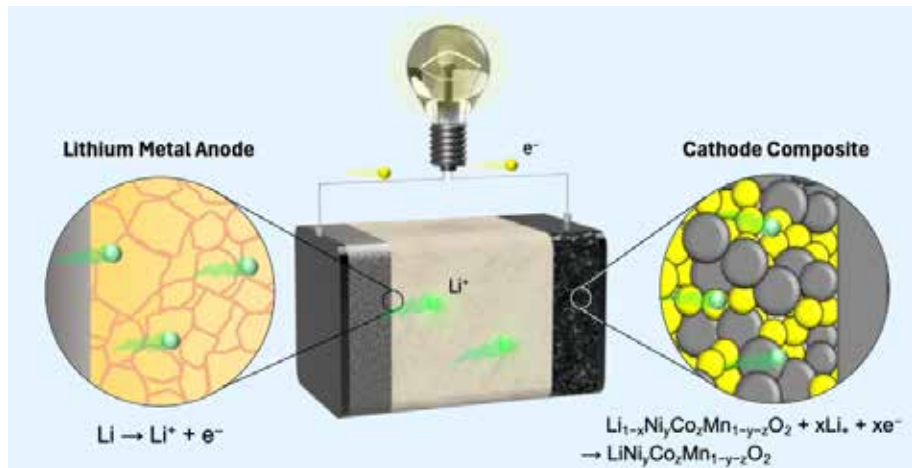


吉田 光太郎 助教
Kotaro YOSHIDA, Assistant Professor
固体電気化学セル内におけるイオン・電子輸送挙動の解析
Analysis of ionic and electronic transport behavior in solid-state electrochemical cells
kotaro.yoshida.a2@tohoku.ac.jp

全固体電池の輸送解析技術と新規機能性電極材料の開発

本研究分野では、全固体電池を主とする固体エネルギーデバイスにおける反応・輸送現象の理解深化と、それに基づくエネルギー材料・セル設計指針の確立を目指しています。全固体電池の高性能化には、電極複合体およびセパレータ層における複雑な電荷輸送挙動の解明が不可欠です。そこで、イオン・電子の輸送現象を詳細に解析するとともに、電気化学

プローブを駆使して固体電気化学セル内部の空間的な伝導特性を可視化・定量化することを目指しています。さらに、これらの知見に基づいた新たな機能を有する負極材料の設計・開発にも取り組んでいるほか、AI等を駆使した最先端の解析技術の開発にも取り組んでいます。



Development of Transport Analysis Techniques and Novel Functional Electrode Materials for All-Solid-State Batteries

Improving the performance of solid-state energy devices, particularly all-solid-state batteries, requires design guidelines derived from elucidating the complex charge transport behavior in composite electrodes and separator layers. In this research field, we aim to deepen the understanding of reaction and transport phenomena in all-solid-state batteries and to establish materials and cell design guidelines based on such understanding.

To this end, we seek to analyze ionic and electronic transport phenomena in detail and to visualize and quantitatively evaluate the spatial conduction properties within solid-state electrochemical cells using electrochemical probes. Furthermore, we are also engaged in designing and developing novel functional anode materials, as well as developing cutting-edge analytical techniques using AI and related technologies.

高橋正彦研究室 / Masahiko TAKAHASHI Lab

専門分野・キーワード

分子科学／原子衝突物理学／運動量空間化学／化学反応動力学
molecular science / atomic collision physics / momentum space chemistry / chemical reaction dynamics

主な研究テーマ

- 反応過渡系の電子および原子核運動のイメージングと化学反応の駆動原理の可視化
- 分子軌道の運動量空間イメージングと分子振動による電子波動関数形状の歪みの研究
- 原子運動量分光による原子核の分子内運動のイメージングと分子内力場の研究
- 運動量空間化学の開拓とその創薬研究への展開
- 多次元同時計測分光による電子・分子衝突の立体ダイナミクス
- Visualization of the driving principle behind chemical reaction by imaging of the motion of electron and nuclei in a transient, evolving system
- Studies on the origin of vibronic coupling or distortion of electron orbitals due to molecular vibration by looking at molecular orbitals in momentum space
- Studies on intramolecular atomic motions by electron-atom Compton scattering
- Development of momentum space chemistry and its application to medicinal chemistry
- Stereo-dynamics of electron-molecule collision by multi-parameter coincidence experiments



高橋 正彦 教授
Masahiko TAKAHASHI, Professor
電子衝突を用いた静的および動的分子科学
Molecular science using electron collisions from the static to the timeresolved regime
masahiko@tohoku.ac.jp



渡邊 昇 准教授
Noboru WATANABE, Associate Professor
電子散乱分光を用いた分子内電子運動の研究
Investigation of electronic motions in molecules using electron scattering spectroscopy



峰本 紳一郎 准教授
Shinichiro MINEMOTO, Assistant Professor
電子衝突を用いた分子運動量イメージング
Momentum imaging of molecules using electron collisions

電子コンプトン散乱を利用した物質の静的および動的性質の可視化

あらゆる物質は2種類の荷電粒子、すなわち電子と原子核から構成されます。したがって、反応性や機能性など物質の多種多様な性質は、物質内での電子の運動と原子核の運動およびそれら運動の協奏に基づく他ありません。当研究室は、そうした最も基本的な観点に立ち、高速電子線を励起源とするコンプトン散乱を駆使した独自の新しい分光法を開発することにより、物質の静的および動的性質の根源的理解と望みの機能の物質への付与を目指して、以下の三つの課題を中心に研究を進めています。

- 電子コンプトン散乱による電子と原子核の物質内運動のイメージング
- 時間分解電子コンプトン散乱による化学反応の駆動原理の可視化
- 多次元同時計測分光による電子・分子衝突の立体ダイナミクス

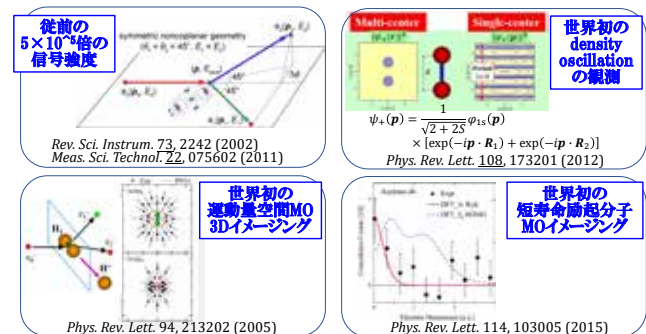
Visualization of static and dynamic nature of matter by means of electron Compton scattering

Properties of matter, such as reactivity and functionality, are determined by the motion of the constituent electrons and nuclei and their concerted effect. For this reason, we aim at understanding of static and dynamic nature of matter at the most fundamental level and exploration of materials having desired functionalities, by developing new and original spectroscopies that would visualize the motion of both electrons and nuclei in matter. They are all basically based on either of electron-electron and electron-atom Compton scattering:

- Imaging of the motion of electrons and nuclei in matter by electron Compton scattering,
- Visualization of the driving principle behind chemical reaction by time-resolved electron Compton scattering,
- Stereo-dynamics of electron-molecule collision by multi-parameter coincidence experiments.

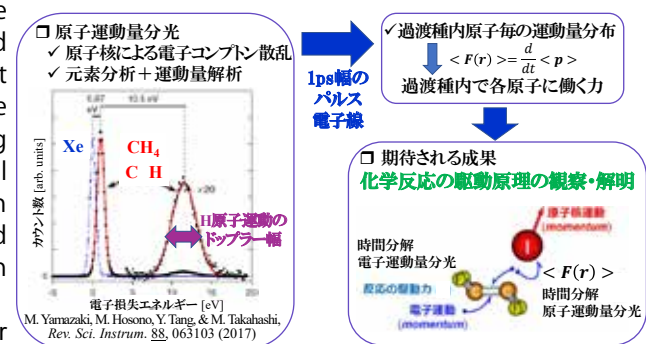
運動量空間化学の主たる成果

- 電子運動量分光(EMS; Electron Momentum Spectroscopy)
- 電子運動量分布($\langle \Psi(p)^2 \rangle$)を分子軌道毎に分けて観測



開発中の時間分解原子運動量分光

- 反応過渡種内で原子核に働く力の実時間計測



笠井均 (兼) 研究室 / Hitoshi KASAI Lab (c)

専門分野・キーワード

ナノ・マイクロ分析素子／顕微イメージング法／界面化学
nano / micro analytical devices / imaging microscopy / interface chemistry

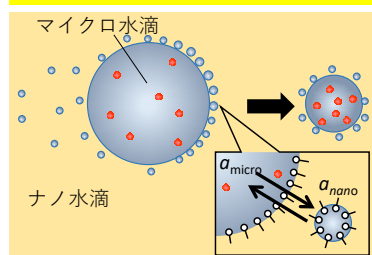
主な研究テーマ

- タンパク質凝集核形成のシングルイベント解析
- 蛍光偏光分光装置の開発とワンステップ免疫アッセイ法
- マイクロ水滴を用いるバイオアッセイ法
- Kinetic analysis of protein aggregation nucleation at the single event level.
- Development of fluorescent polarization apparatus and one-step immunoassay
- Bioassay utilizing aqueous microdroplet

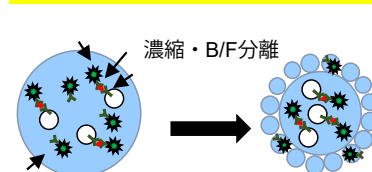
ナノ・マイクロ空間の化学と分析

ナノ・マイクロ空間を利用した化学・生化学の集積化と高度化に関する研究分野開拓を中心に研究を進めます。生体・環境・食品・工業プロセスなどを対象とした簡便分析・自動分析などの実現が期待できます。また、単一細胞を対象とする分析、単一分子レベルでの分析など、他の手法からは得られない情報を計測するデバイス・計測技術実現に挑戦します。このような新しい技術のためには、空間制約下での化学反応・界面現象などの特性を明らかにする基礎化学研究が必要になります。そのためのツールとして、マイクロ流体実験装置や、顕微イメージング法など他に例のない高度計測手法の開発を進めます。

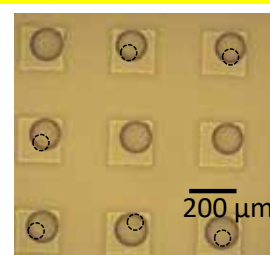
反応・物質輸送の界面化学



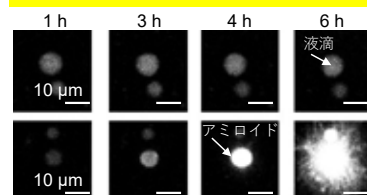
1ステップ・バイオアッセイ



単一細胞解析



タンパク質凝集核形成解析



Chemistry in nano/micro space: measurements & applications

We study advanced nano-micro technologies in chemistry and biochemistry and their applications to integrated analytical devices. We investigate easy and automated analytical technologies for life science, environmental science, food safety, and industrial process. We also investigate novel analytical technologies such as single

cell analysis, and single-molecule analysis. For the advanced technologies, fundamental chemistry such as chemical reactions and interfacial phenomena in a confined space should be revealed in detail. We study unique advanced measurement methodologies such as microscopic imaging.

笠井 均 教授 (兼)

Hitoshi KASAI, Professor

次世代ナノ薬剤の創出
Creation of new generation nano-drugs

福山 真央 准教授

Mao FUKUYAMA, Associate professor

マイクロメートルサイズの界面を利用した微量分析
化学操作の開発
Interface chemistry in micrometer scale for the miniaturization of analytical systems
maofukuyama@tohoku.ac.jp

劉 浩 助教

Hao LIU, Assistant Professor

マイクロ流体デバイスを用いた高感度蛍光偏光
免疫測定法の開発とバイオマーカー分析への応用
Development of Microfluidic Fluorescence Polarization
Immunoassay for Sensitive Biomarker Analysis

李 瑶 助教

Yao LI, Assistant Professor

界面相互作用に基づくフッ素系高分子材料の構造
制御と再資源化
Structure Control and Recycling of Fluoropolymer
Materials Based on Interfacial Interactions

西原洋知研究室 / Hirotomo NISHIHARA Lab

専門分野・キーワード

ナノカーボン／吸着／エネルギー貯蔵／固体反応
nanocarbons / adsorption / energy storage / solid reactions

主な研究テーマ

- 単層グラフェンから成るナノ多孔体の創成
- 弾性変形するナノ多孔体が生起する新しい物理化学現象
- 先進カーボン材料を利用したエネルギー貯蔵・変換
- 有機化学的手法に基づく結晶性カーボン材料の創成と応用
- カーボン材料エッジサイトの高度分析
- カーボン系材料のヘルスケア分野への展開
- Development of nanoporous materials with single-layer graphene walls
- Study on new physicochemical phenomena induced by elastic nanoporous materials
- Study on energy storage and conversion using advanced carbon materials
- Synthesis of crystalline carbon materials based on organic chemistry and their applications
- Advanced analysis of carbon edge sites
- Application of carbon-based materials to healthcare field

カーボン系材料を中心とした非晶質材料の新展開

当研究室では、従来は構造制御も構造描写も困難であった非晶質を主体とするカーボン系材料に関し、有機合成や化学気相蒸着の手法を用いて原子・分子レベルからのボトムアップ的な材料合成を行い、有機結晶のように構造を規定できる金属カーボン構造体、グラフェンからなる3次元構造体をはじめ、種々の新しいカーボン系構造体および複合材料の調製を進めている。また、先進のカーボン材料分析技術を利用し、カーボン系材料の反応性、耐食性、触媒能等、様々な化学的特性を分子論的に理解し、その精密制御を行っている。さらに、調製した新規材料をスーパーキャパシタ、二次電池、燃料電池、ヒートポンプ、新規エネルギーデバイス、機能性吸着材、触媒、ヘルスケアなど幅広い分野へ応用する検討を、国内外の多数の研究機関および企業と連携しつつ進めている。

Development of advanced functional carbon materials

Non-crystalline materials is also a difficult issue. We have developed the new techniques which allow the bottom-up synthesis of advanced carbon materials with controlled structures at atomic/molecular scale, specifically using organic synthesis or chemical-vapor deposition. Thus, a variety of functional carbon materials have been achieved such as metal-carbon frameworks with defined chemical structures like organic crystals, micro/mesoporous materials with single-graphene walls, and carbon-based composite materials. Also, we focus on the elucidation of physicochemical properties of carbon materials including reactivity, durability, and catalysis from the view point of chemistry by using advanced analysis techniques. Moreover, we proceed in the application of our advanced carbon-based materials for supercapacitors, secondary batteries, fuel cells, heat pump, new energy devices, functional adsorbents, catalysis, and healthcare, with many collaborators including research organizations and companies.

西原 洋知 教授 (AIMR)

Hirotomo NISHIHARA, Professor

炭素系ハイブリッド材料の調製と応用
Development of carbon-based hybrid materials and their applications
hirotomo.nishihara.b1@tohoku.ac.jp

吉井 文晴 准教授

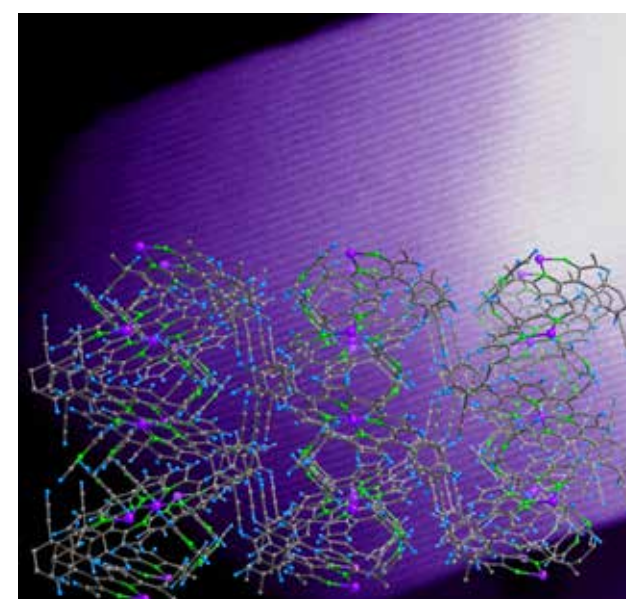
Takeharu YOSHII, Associate professor

カーボン系材料と計測の融合研究
Interdisciplinary study of carbon-based materials and measurement

中辻 博貴 助教

Hirotaka NAKATSUJI, Assistant Professor

カーボン系材料のマイクロ・ナノ構造の制御とその
バイオマテリアル応用
Bio application of micro-nano structure controlled carbon-based materials



芥川智行研究室 / Tomoyuki AKUTAGAWA Lab

専門分野・キーワード

有機電子材料 / 分子性導体 / 分子強誘電体 / 分子集合体
organic electronic materials / molecular conductors / molecular ferroelectrics / molecular assembly

主な研究テーマ

- 分子ダイナミクスを利用した強誘電体・焦電体・熱伝導体の開発
- 電荷移動型分子集合体デバイスの開発
- 新規な分子性導体・磁性体・強誘電体の開発
- 分子性プロトン伝導体の開発
- 酸化還元活性な有機 π 電子系化合物および金属錯体の開発

- Ferroelectric, pyroelectric, and thermal conducting materials from molecular dynamics
- Molecular-assembly devices based on charge-transfer interactions
- Novel molecular conductors, magnets, and ferroelectrics
- Molecular proton conductors
- Redox active organic π -electron and/or metal-coordination compounds



芥川 智行 教授

Tomoyuki AKUTAGAWA, Professor

多重機能性を有する新しい分子集合体の創製
Fabrication of new molecular-assemblies with multi-functional properties
akutagawa@tohoku.ac.jp



出倉 駿 准教授

Shun DEKURA, Associate professor

水素 / イオン - 電子相関型分子集合体の開拓と新奇物性探索
Developments of hydrogen/ion-electron-correlated molecular assemblies and their novel physical properties



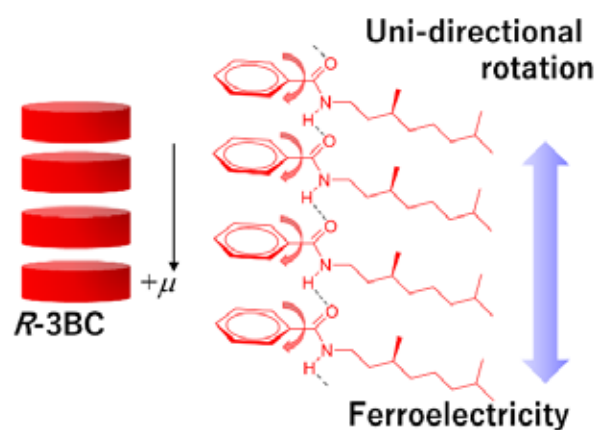
佐藤 鉄 助教

Tetsu SATO, Assistant Professor

錯体・機能性有機材料を用いた協奏的機能発現
Exploration of concerted functions using metal complexes and functional organic materials

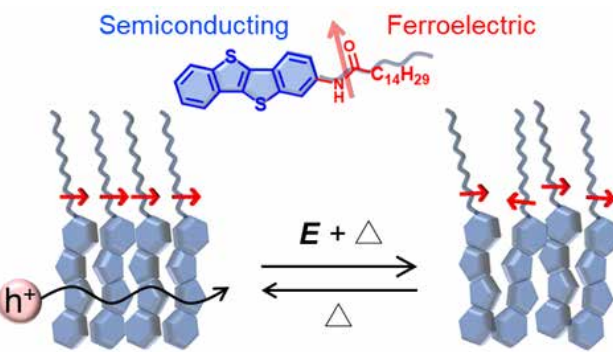
多重機能を有する分子性材料の創製

有機分子の設計自由度に着目した分子集合体の多重機能の構築および無機材料とのハイブリッド化を試んでいます。導電性・磁性・強誘電性の観点から、分子性材料を設計し、その集合状態を制御する事で、マルチファンクショナルな分子性材料の開発を行っています。例えば、分子性結晶内の運動ダイナミクスに関する自由度を設計し、双極子モーメントの反転による強誘電性が実現できます。分子ダイナミクスの周波数・対称性・方向性などの精密制御から、強誘電体の転移温度・応答速度・抗電場などの諸物性が設計可能となります。単結晶・柔粘性結晶・液晶・ゲルなど多様な分子集合体を研究対象とし、将来の分子性材料の実現に必要な基礎的な研究を試んでいます。



Fabrications of multifunctional molecular materials

We are attempting to construct multifunctional molecular assemblies focusing on the design freedom of organic molecules and their hybridization with inorganic materials. Multifunctional molecular materials are obtained by designing molecular materials from the viewpoint of conductivity, magnetism, and ferroelectricity, and by controlling their assembly states. For example, ferroelectricity can be realized by designing degrees of freedom related to kinetic dynamics in molecular crystals and by inverting dipole moments. Precise control of frequency, symmetry, and directionality of molecular dynamics makes it possible to design various properties of ferroelectric materials such as transition temperature, response speed, remanent polarization, and coercive electric field. Our research targets a variety of molecular assemblies such as single crystals, plastic crystals, liquid crystals, and gels, and we are attempting to conduct fundamental research necessary for the realization of molecular materials in the future.



中川勝研究室 / Masaru NAKAGAWA Lab

専門分野・キーワード

材料科学 / 光化学 / ナノインプリント / メタサイト
material science / photochemistry / nanoimprinting / metasite

主な研究テーマ

- 一桁ナノ造形に資する光ナノインプリント成形のレジスト材料とアライメント技術の開発
- レーザー加工孔版印刷法によるナノリソグラフィプロセスの開発
- 蛍光と散乱光による精密位置合わせと積層化
- 金属・誘電体ナノ構造体の近接場光制御と光化学反応場・自己組織化制御場への応用
- ナノ構造体を駆使した物性計測技術の開発

- Single-digit-nanometer figuration by development of resist materials and alignment technology in UV nanoimprinting
- Development of nanolithography process using laser-drilled screen printing
- Alignment and building by fluorescence and scattering
- Creation of fields for photochemical reaction and self-assembly control by controlled/modulated near-field on metallic and dielectric nanostructures
- Development of measurement technology for physical property using nanostructures

ナノインプリント微細加工に立脚した光応答メタサイトの創製

ものづくりにおける次世代基盤技術の一つである有型成形ナノ加工方式のナノインプリント技術の材料とプロセスの研究を進めている。設計通りの金属や誘電体のナノ構造体の作製を行い、ナノ構造体自体やナノ構造体間の制御されたナノ空間と、分子との光学、光化学および物理的相互作用の解明を進め、機能性分子の光化学合成や分離精製に基づく物質・材料の創製を目指している。ナノインプリント技術では、一桁ナノ精度の造形を目標としたモールド作製用電子線レジスト材料、一桁ナノ造形に資する光硬化性成形・レジスト材料、定型成形を実現する被成形材料の精密塗布プロセス、積層化に資する一桁ナノ精度のアライメントプロセスと材料、ナノリソグラフィに資するエッチングプロセスの研究を進めている。金属・誘電体のナノ構造体どうしの配置において、未踏の化学反応や物理現象を誘起することを目的として一桁ナノサイズの精密さで人工的に作られた場所を“メタサイト (metasite)”と提唱し、メタサイトの研究を先導する。

Photo-functional material science based on metasites fabricated by nanoimprint lithography

Nakagawa group conducts research on materials and processes for mold-using nanoimprint technology, one of the next-generation fundamental nanofabrication technologies in manufacturing. Using our developed resist materials and alignment and nanolithography processes, we fabricate metallic and dielectric nanostructures strictly as design and investigate the optical, photochemical, and physical interactions of molecules with the nanostructures and nano-clearances between/among nanostructures. Herein we propose and pursue “metasite” as an artificially created nano-clearance with nanometer sizes using the arrangement of metallic and dielectric nanostructures, where unprecedented chemical reactions and physical phenomena occur at hot spots of the nano-clearance.



中川 勝 教授

Masaru NAKAGAWA, Professor

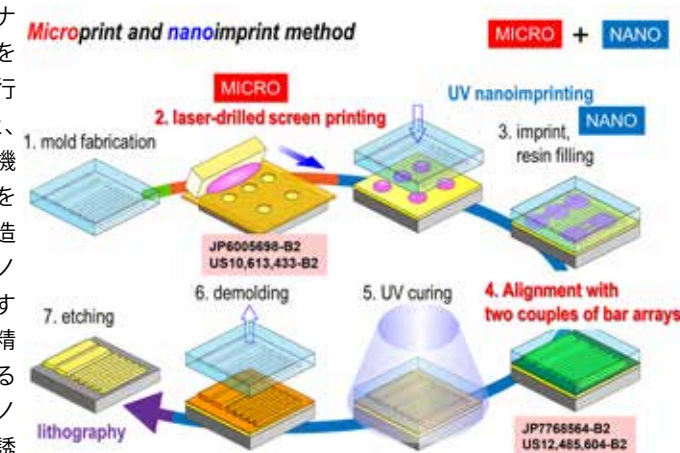
ナノインプリント・アライメント技術開発による極限ナノ造形・積層の材料化学・プロセス科学
Material chemistry and process science for ultimate nano-figuration based on development of nanoimprint and alignment technologies
masaru.nakagawa.c5@tohoku.ac.jp



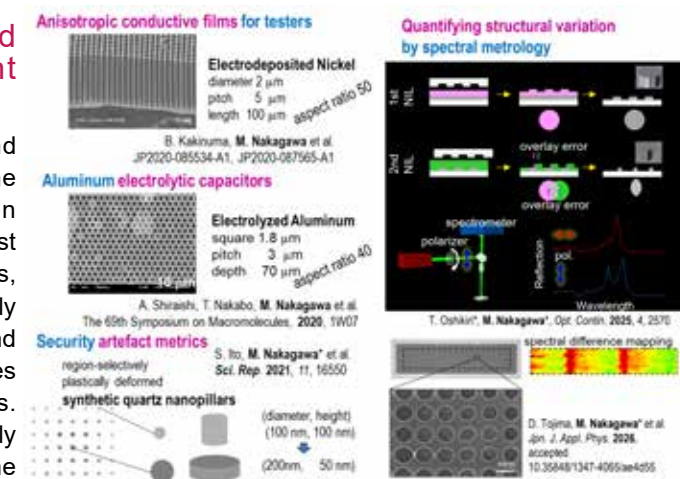
押切 友也 准教授

Tomoya OSHIKIRI, Associate Professor

微細加工によって作製したナノ構造の近接場を用いた新規光化学反応場の創製
Creation of photochemical reaction field by controlled/modulated near-field on metallic nanostructures.



マイクロプリント・ナノインプリント法を用いた微細加工プロセス



ナノインプリントリソグラフィによるメタ表面作製

笠井均研究室 / Hitoshi KASAI Lab

専門分野・キーワード

有機ナノ粒子／ナノ薬剤／機能性有機材料
Organic Nanoparticles / Nano Drugs / Organic Functional Materials

主な研究テーマ

- ・サイズ制御された有機ナノ粒子の作製
- ・新たなデザインが施された抗癌性ナノ薬剤の創製とその薬理効果
- ・ナノ点眼薬の創製とその薬理効果
- ・エネルギー創・蓄・変・活を担う機能性有機材料の創製
- ・持続可能な社会に向けたリサイクル可能な高分子材料の創製

- ・ Fabrication of size-controlled organic nanoparticles
- ・ Creation of new-designed anti-cancer nanodrugs and their pharmacological activities
- ・ Preparation of nano eye drops and their pharmacological activities
- ・ Creation of functional organic materials responsible for energy creation, storage, transformation, and activation
- ・ Creation of recyclable polymer materials for a sustainable society

次世代薬剤およびエネルギー創・蓄・変・活を担う有機ナノ粒子の創製

我々は、独自の有機ナノ粒子の作製手法である『再沈法』（図上部）を用いて、自由自在のサイズ・形状でナノ粒子を作製している。例えば同手法によって作製されたナノ薬剤は薬物分子だけで構成されるため、一般的なキャリアを用いた場合とは異なりキャリアによる副作用の心配がなく、含有薬物量が圧倒的に多くなるため効率的な治療が期待できる（図左下）。さらに、金属を一切使用しない有機材料が、従来では考えられない、電極活物質・電極／光触媒などエネルギー（創・蓄・変・活）機能に繋がることも見出している（図右下）。

Fabrication of The Novel Designed Nanoparticles as Advanced Materials

We are actively engaging in the research of organic nanomaterials for drug delivery and energy storage & conversion. The nanoparticles composed of hydrophobic molecules can be obtained with less than 100 nm in size, utilizing our original reprecipitation method. We are aiming at the practical applications of these nanodrugs for the treatment of cancer and ocular diseases. In addition, we are developing these organic nanoparticles into electrode-active materials, gas absorbents, and electro/photocatalysts.



笠井 均 教授

Hitoshi KASAI, Professor

次世代ナノ薬剤の創出
Creation of new generation nano-drugs
hitoshi.kasai.a6@tohoku.ac.jp



岡 弘樹 准教授

Kouki OKA, Associate professor

革新的な有機エネルギー材料の創製
Creation of innovative organic energy materials



谷田 恵太 助教

Keita TANITA, Assistant Professor

有機粒子のサイズ均一化手法の確立とバイオナノ材料への応用
Fabrication of organic particles with narrow size distribution and application to develop bio-nanomaterials



勢井 宏居 助教

Hiroi SEI, Assistant Professor

ガス・分子の分離・検出・変換材料の開発
Development of separation, sensing, and conversion materials of gases and molecules



柴田 暁貴 助教

Aki SHIBATA, Assistant Professor

先進的な有機ナノ材料の創製と機能開拓
Creation and function development of advanced organic nanomaterials



大窪 航平 助教

Kohei OKUBO, Assistant Professor

高純度な機能性高分子材料の創製
Creation of high-purity functional polymer materials



網 貴裕 特任助教

Takahiro Aki, Specially Appointed Assistant Professor

有機多孔体の細孔環境設計を通じた機能開拓
Functional development through pore environment design in organic porous materials

都英次郎研究室 / Eijiro MIYAKO Lab

専門分野・キーワード

創薬／細菌／がん／ドラッグデリバリーシステム
Drug Discovery / Bacteria / Cancer / Drug Delivery System

主な研究テーマ

- ・機能性ナノバイオマテリアルの設計と医療応用
- ・近赤外光応答型診断治療システムの開発
- ・腫瘍組織由来細菌を用いたがん治療
- ・免疫非依存型抗腫瘍メカニズムの解明
- ・微生物を基盤としたドラッグデリバリーシステムの構築

- ・ Design and biomedical applications of functional nanobiomaterials
- ・ Development of near-infrared-responsive theranostic systems
- ・ Cancer therapy using tumor-derived bacteria
- ・ Elucidation of immune-independent antitumor mechanisms
- ・ Microbe-based drug delivery systems

機能性バイオ材料と細菌による革新的がん治療

本研究分野では、機能性バイオマテリアルと微生物機能を融合した新しい診断・治療技術の創出を目指しています。特に、近赤外光などの物理エネルギーに応答するナノ材料や、腫瘍環境に特異的に集積・増殖する細菌に着目し、がんをはじめとする難治性疾患に対する革新的医療システムの構築を進めています。これまでに、ナノカーボン材料や液体金属ナノ粒子を用いた治療診断一体型技術や、光熱効果による遺伝子発現制御などを開発してきました。近年は、腫瘍組織由来細菌を用いた免疫非依存的ながん治療という新たな概念を提案し、従来技術では困難であった治療法の確立を目指しています。

Innovative Cancer Therapy Using Functional Biomaterials and Bacteria

Our research focuses on developing innovative diagnostic and therapeutic technologies by integrating functional biomaterials with microbial systems. In particular, we design nanomaterials responsive to physical stimuli such as near-infrared (NIR) light, as well as bacteria that selectively accumulate and proliferate within tumor microenvironments, aiming to establish advanced medical systems for the treatment of cancer and other intractable diseases.

We have developed various theranostic platforms based on nanocarbon materials and liquid metal nanoparticles, including photothermal gene regulation systems. Recently, we have proposed a novel cancer therapy concept using tumor-derived bacteria that exhibit immune-independent antitumor effects. This approach represents a paradigm shift from conventional material-based strategies to biologically driven therapeutic systems.



都 英次郎 教授

Eijiro MIYAKO, Professor

機能性バイオマテリアルと微生物を融合した医療技術
Functional biomaterials and microbe-based medical technologies
eijiro.miyako.e2@tohoku.ac.jp



岩田 清吾 助教

Seigo IWATA, Assistant Professor

がん細菌療法の開発
Development of bacteria-based cancer therapy

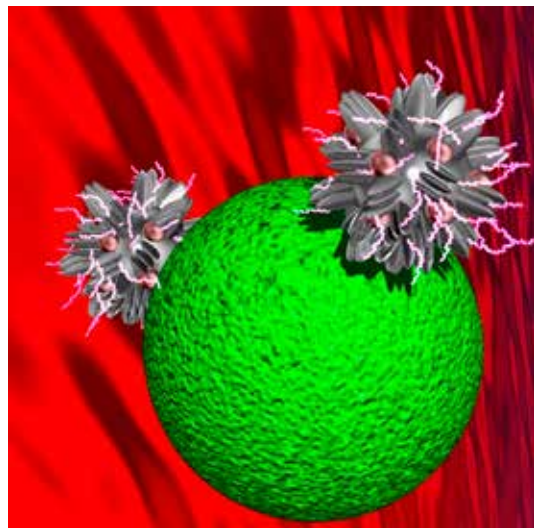


図1 ナノバイオマテリアル基盤技術

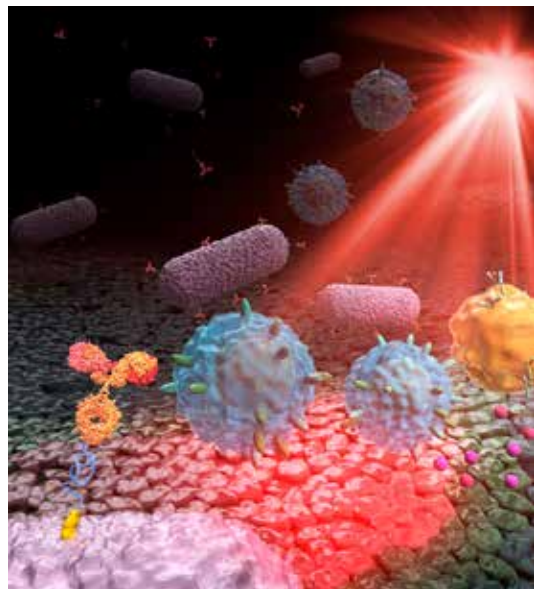
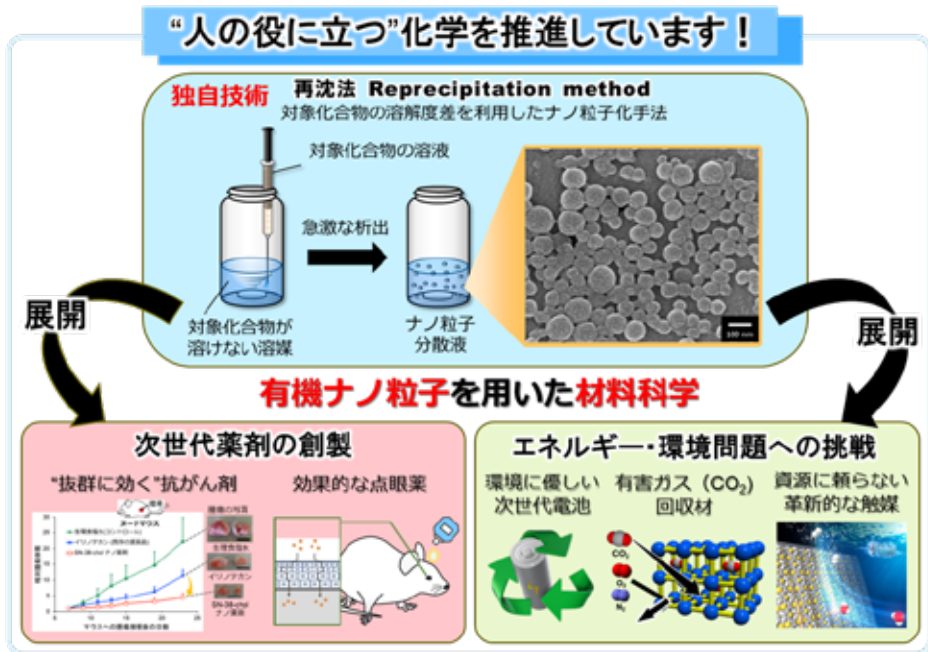


図2 機能性細菌の医療応用展開



Mauricio TERRONES Lab

専門分野・キーワード

カーボン材料 / 低次元材料 / 欠陥工学 / エネルギーデバイス
Carbon materials / Low dimensional materials / Defect engineering / Energy devices

主な研究テーマ

- 3次元カーボン、グラフェン、2次元材料、ヘテロ構造などを含む新規ナノスケール材料の合成および理論解析
- ナノスケール材料の特性評価およびその場研究 (in-situ)
- 低次元材料の欠陥工学
- 低次元材料の電気触媒、電池、分子/バイオセンシングなどへの応用

- Synthesis and theoretical analysis of novel nanoscale materials, including 3D carbons, graphene, 2D materials, heterostructures, etc.
- Characterization and in-situ studies of nanoscale materials
- Defects engineering of low dimensional materials
- Applications of low dimensional materials in electrocatalysis, batteries, molecular/bio sensing, etc.

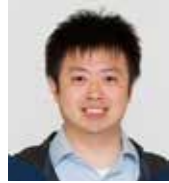


テロネス モリシオ 客員教授

Mauricio TERRONES, Visiting Professor

カーボン、二次元材料およびヘテロ構造の物理・化学に関する学際的研究

Multidisciplinary study on the Physics and Chemistry of carbon, 2D materials and heterostructures
mauricio.terrones.c2@tohoku.ac.jp



余唯 准教授

Wei YU, Associate professor

先進電池に向けた機能性材料の設計およびその場特性評価

Design of functional materials and in-situ characterizations for advanced batteries
yu.wei.a3@tohoku.ac.jp

物理化学特性を精密制御したナノ材料の予測的設計に向けて

世界的に持続可能エネルギー、環境モニタリング、先端医療技術への需要が高まる中、ナノスケール材料はその構造や機能を自在に調整できる特性により、独自の可能性を有しています。本研究では、物理化学的特性を精密に制御した新規ナノ材料の設計、合成、および理解に焦点を当てています。カーボンナノチューブ、3次元カーボン、グラフェン、二次元材料、ヘテロ構造などの先端材料を対象に、合成と理論解析を統合し、原子レベルでの構造-物性相関の解明を目指し

ます。さらに、高度な特性評価およびその場 (in-situ) 測定手法を用いて、材料の動的プロセスや構造進化を詳細に調査します。また、電子特性、触媒特性、光学特性、輸送特性を制御する有効な手法として、欠陥エンジニアリングにも取り組みます。最終的には、電気触媒、電池などのエネルギー貯蔵システム、分子・バイオセンサーへの応用に向けた高性能材料の開発を通じて、次世代のエネルギーおよびバイオ医療技術への貢献を目指します。

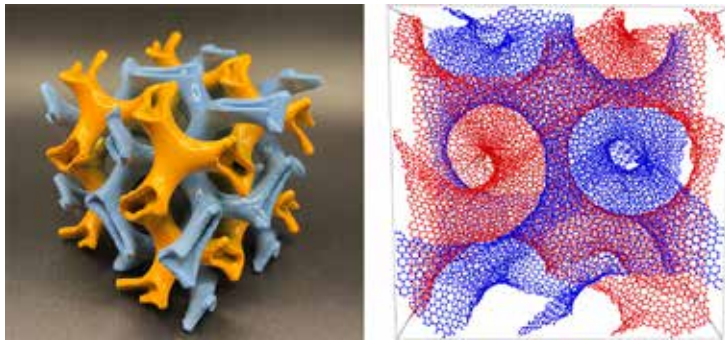


Image 1. 3D polymer printed models of double gyroid structures (left) and atomistic model of periodic gyroid surface decorated with graphene (right).

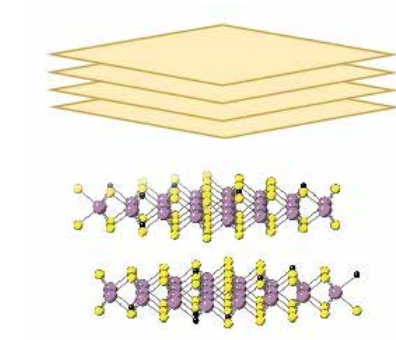


Image 2. Representation of a layered transition metal dichalcogenide with crystal structure belonging to 2H-MoS₂.

Towards Predictive Design of Nanoscale Materials with Tailored Physico-chemical Properties

As global demand for sustainable energy, environmental monitoring, and advanced healthcare technologies grows, nanoscale materials present unique opportunities due to their tunable structures and functionalities. Our research focuses on designing, synthesizing, and understanding novel nanoscale materials with tailored physico-chemical properties. We integrate synthesis and theoretical analysis of advanced materials, including carbon nanotubes, 3D carbons, graphene, two-dimensional systems and heterostructures, to uncover

structure-property relationships at the atomic level. We use advanced characterization and in-situ techniques to investigate dynamic processes and material evolution. In addition, we explore defect engineering as an effective strategy to control electronic, catalytic, optical and transport properties. Our ultimate goal is to develop high-performance materials for applications in electrocatalysis, energy storage systems such as batteries, molecular/bio sensors, contributing to next-generation energy and biomedical technologies.

ソフトマテリアル研究センター

Advanced Imaging and Modeling Center for Soft-materials

材料科学の分野において、AI 技術、ビッグデータ解析の応用により、材料の計測・分析データを用いて開発期間の短縮、低コスト化を目指す「データ駆動型材料開発」の取り組みが世界各国で加速されています。このような流れの下、マテリアルサイエンスとライフサイエンスの両分野におけるデータ駆動型材料開発を、電子顕微鏡を中核に、次世代放射光とも連携するマルチモーダル計測と、マルチスケール解析を高次元で融合することにより革新的に躍進させ、ソフトマテリアルの新たな設計・解析ソリューションを社会に展開することを目的として、2020 年 8 月にソフトマテリアル研究拠点を設立いたしました。そして 2024 年 4 月に多元物質科学研究所ソフトマテリアル研究センターに改組しました。

東北大学は、電子顕微鏡の研究では長い歴史と実績を有し、世界に冠たる金属材料をはじめとするマテリアル研究を支えてきました。金属材料や無機材料では、結晶構造や電子状態を電子顕微鏡・放射光による計測と計算の融合によって明ら

かにし、材料構造の改変による機能・物性の改良をシステムティックに予測するデータ駆動型の材料開発アプローチが可能となってきました。一方、小さな分子が“ひも状”につながった高分子・ゲル・ゴム・コロイド・ミセル・液晶・粘土・生体高分子 (タンパク質、糖質、DNA) などの“ソフトマテリアル”は、スケールの異なる様々な構造単位が階層性をもって形作られるため、「階層」に合わせたマルチモーダル計測とマルチスケール解析を高度に融合させることが必須であり、データ駆動型アプローチは容易ではありません。

本研究センターは、マテリアルサイエンス分野のみならず、ライフサイエンスの基礎研究、医療・創薬、感染症への対応やバイオテクノロジー等を視野に入れ、広範なソフトマテリアルに対して、計測と解析とを綿密に連携しながら、観察・理論・計算・メカニズム解明までをトータルに扱う国内初の研究センターです。



※1 東北大学テクニカルサポートセンター

※2 産総研・東北大理先端材料モデリングオープンイノベーションラボラトリ



ソフトマテリアル研究センター長

陣内 浩司 教授

Hiroshi JINAI, Professor

問合せ先

ソフトマテリアル研究センター
社会連携グループ (担当: 竹井)
電話: 022-217-5331
Mail: softmaterial-contact@grp.tohoku.ac.jp
URL: https://softmaterial.tagen.tohoku.ac.jp/

ロゴ

「融合」と「発展」をモチーフにしており、二重螺旋は「計測」と「計算」、遺伝子やバイオを表現しています。竜巻のように広がるデザインは、融合した要素が AIMcS の研究成果により、世界が発展するイメージを表しています。



研究支援組織

Research Support Section

・研究経営戦略室

研究経営戦略室では、専任職員（URA）3名を配置し、多元研における研究活動のさらなる強化に向けて、さまざまな研究支援業務を展開しています。国の科学技術政策や研究プロジェクトの動向調査、外部資金の獲得支援、展示会などを通じた研究成果の発信、企業等との連携による研究成果の社会実装支援など、研究の推進と社会との接点強化に取り組んでいます。

・事務部

多元研における研究・教育活動の支援業務を行っています。総務係、人事係、研究協力係からなる総務課と、司計係、経理係、用度係、管理係からなる経理課で構成され、一般的な事務的業務だけでなく、教職員や学生・大学院生のサポート、研究費の申請や、イベントや会議の運営補助など、多岐にわたる業務を行っています。

・図書室

図書や資料の閲覧、相互利用、参考調査、学習や研究に必要な資料の購入、受入などの業務を担い、図書の適切な管理と運営をもって、研究活動を支援しています。AIMR本館に位置し、東北大学に所属する教職員や学生が利用できる閲覧室と学習スペースも備えています。

・安全管理室

多元研の所内環境・安全・防災に関する事項の企画及び実施、「安全マニュアル」の製作の他、定期的な巡視の実施など、研究所の安全を確保するための安全衛生管理活動を行っています。また、多様な研究室や職域等で発生する個々の事案への対応も行っています。

・広報情報室

多元研における広報活動や快適なネットワーク環境の整備など多岐にわたる支援業務を行っています。業績を掲載した評価資料など、研究所の公式な刊行物の編集・発行、webサイト管理、プレスリリース、イベント支援などの業務を行っています。

・技術室

技術室では、42名の技術職員（再雇用1名、時間雇用2名を含む）が、研究者の要請に応じてさまざまな技術を学び蓄積しながら実験研究をサポートしています。研究者から要請される技術支援は多様であり、経験、技術を生かしてその要請に応えるため、個人あるいは組織としての研究支援技術の高度化に努めています。

技術室

・機械工場

機械工場では、研究者の要求に応じた実験装置の設計・試作、既存の装置の改造などを主な業務としています。二次元・三次元CADシステムやCNC工作機械、新型ワイヤ放電加工機などを順次導入して設備の高機能化を図り、若い技術者でも高度で様々な工作依頼にも応えられるよう日々「装置（モノ）づくり」に取り組んでいます。

学生教育の一環としては「機械製図講習会」・「機械工作安全作業講習会」を実施しています。また、社会貢献活動として見学や中学生職場体験活動の依頼があれば、受け入れも行っています。

現在9名の職員が在籍していますが、このように多くの職員と最新の加工設備を擁する付属工場は全国的にも少なくなっており、当研究所の特色のひとつになっています。



・ガラス工場

ガラス工場では研究者から依頼された実験装置や器具を製作しています。ほとんどの依頼品は市販形状のものでないため受注段階で研究者と十分討議し、研究の目的に最も良く合うように工夫と改良を重ねながら製作しています。

製品はパイレックス管、石英管などのガラスをハンド加工とガラス旋盤、研削機、切断機などによる加工を織り交ぜながら完成品に仕上げます。



・光器械工場

光器械工場では、研究者の要求に応じた精密な平面・球面・反射鏡、特殊なレンズやプリズムの製作及び結晶や特殊材料の切断研磨業務を行っています。面精度が良くかつ表面粗さが小さい熔融石英ガラス基板では表面形状をレーザー干渉計で測定しながら加工し、焦点距離の誤差の少ないものを作り上げる技術を持っています。



・共通機器・研究プロジェクト支援

再雇用1名、時間雇用1名を含む22名が、共通機器・施設・設備（多元CAF）の管理・運営を行い、共同利用共同研究拠点である研究所の活動を支援しています。同時に多元CAFと兼務する形で研究プロジェクトの支援も行っており、多様な技術で多元研ならではの研究を技術スタッフとして支援し、また技術の高度化にも取り組んでいます。技術スタッフは電子回路、超高真空、実験機器・装置の開発・改良、測定・制御ソフトウェア開発、結晶育成、薄片研磨、化学分析、レーザーシステム、生物・バイオ関連技術などの技術要素を持ち、1人1人はエフォートにより複数の支援を行うことで多くの支援件数にえています。また、学生の実験指導や安全教育・管理にも携わり、研究所全体の発展に貢献しています。

業務の一例

■ 全固体リチウム電池の作製と充放電測定によるデバイス性能評価

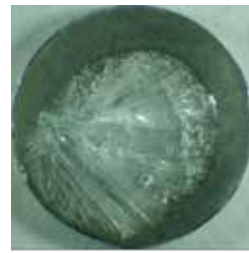


グローブボックス内で全固体リチウム電池を製作している様子

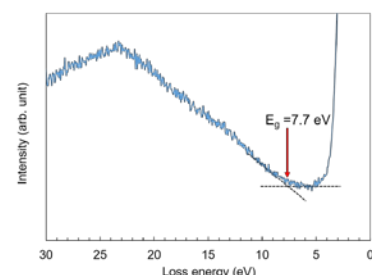


定電流充放電装置

■ 多成分系ケイ酸塩融体（マルチアニオン融体）の物性解明ならびに低レベル放射性廃棄物のガラス固化処理プロセスの技術支援。



白金基板上に凝固した透明なリチウムダイシリケート



リチウムダイシリケートのバンドギャップ評価

J. Am. Ceram. Soc., 103 (2020) 5139-5144.

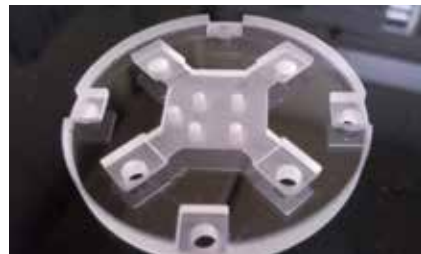
・Machine Shop

In the Machine shop, machinists prepare original experimental apparatus designed by researchers. Staff introduce advanced facilities and also make effort to hand down the highly skills to next generation. Additionally, our staff hold training courses of mechanical drawing and machine tools operation for students. The Machine shop is one of the unique characteristics of our institute.



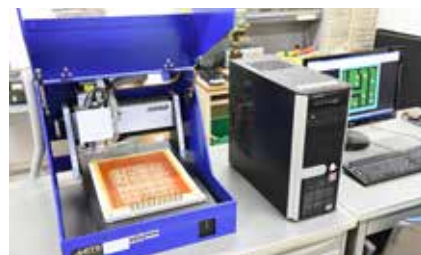
・Glass shop

According to an individual order to the Glass-blowing workshop, researchers can get a variety of laboratory glassware. Staff in the workshop closely discuss with researchers and produce the best tools for their study. Products are made through complex processes with hand-craft, lathes and other machines.



・Project Support

Central analytical and technical supporting group assists research with various skills concerning electronic circuit, ultra-high vacuum systems, development or improvement of experimental apparatus, creation of software for measurement or control devices, crystal growth, preparation of thin films, chemical analyses, laser systems, bio-technologies and so on. Our Staff can embody each researcher's ideas. Also staff take part in education for students, safety management and contribute to the advancement of our institute.



多元 CAF Central Analytical Facility in Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials (Designated as Tagen CAF)

多元物質科学研究所 Central Analytical Facility（略称：多元 CAF）は、電子顕微鏡や、X 線分析装置、核磁気共鳴分析装置（NMR）、レーザー分光分析装置など大型特殊装置を用いて各種材料の分析評価を支援してきた共通分析機器室と、多元ナノ材料研究センターの支援およびナノテクノロジー分野の研究推進を目的として、最新鋭の特別設備導入により設立されたナノテクニカルラボを融合し、2010 年度に発足しました。多元 CAF では、幅広い材料開発の研究支援を目的に、最新鋭の分析評価機器の管理・運営を行っています。

Central Analytical Facility in Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials (Designated as Tagen CAF) was established in 2010, by combining Common Analytical Facility, which supported the analysis and characterizaiton of various materials using special equipments, such as the electron microscope, X-ray diffraction devices, nuclear magnetic resonance analyzer, laser spectroscopy devices, etc., and Nanotechnical Laboratory, which supported the researches in Hybrid Nano-Materials Research Center on nanotechnology using the latest special devices. Tagen CAF is supporting the researches on the development of various materials using advanced analytical apparatuses.

機器一覧

A. 組成分析装置 Apparatuses for ultimate analyses

- 元素分析装置 Elemental analyzer
 - 1. 炭素・水素・窒素分析装置 C-H-N analyzer
 - 2. 酸素分析装置 O analyzer
 - 3. ハロゲン・S 分析装置 Halogen-S analyzer
 - 4. 酸素・窒素分析装置 O-N analyzer
 - 5. 炭素・硫黄分析装置 C-S analyzer
- ICP 発光分析装置 Inductively coupled plasma emission spectrophotometer (ICP-AES)
- 微小部走査 X 線分析装置 Electron probe micro analyzer (EPMA)
- 多機能型素材分析装置 (X 線光電子分光装置) Multi-functional material analyzer (X-ray photoelectron spectrometer: XPS)
- X 線光電子分光装置 X-ray photoelectron spectrometer (XPS)
- 飛行時間型二次イオン質量分析装置 Time of Flight secondary ion mass spectrometer (TOF-SIMS)
- 高周波誘導結合プラズマ質量分析装置 Inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS)



B. 分子構造解析装置 Apparatuses for molecular structure analyses

- 核磁気共鳴装置 (溶液用 NMR 400 / 500 / 600 MHz) NMR 400 / 500 / 600 MHz
- ナノデバイスイオンダイナミクス計測装置 (固体用 NMR 400 / 600 MHz) Nano device ion dynamics analyzer (Solid-state NMR spec-trometer)
- パルス EPR Electron paramagnetic resonance spectrometer (EPR)
- 高温 NMR 解析装置 High Temperature NMR Analysis Systems System
- 高速ラマンイメージングシステム High Speed Raman Imaging System



C. 構造組織解析装置 Apparatuses for crystal structure and microstructure analyses

- 電界放射型走査電子顕微鏡 Field emission type electron microscope (SEM,EDX,EBSP)
- 高分解能電解放出形走査電子顕微鏡 High resolution field emission type electron microscope (High resolution FE-SEM)
- 全自動粉末 X 線回折装置 Automatic powder X-ray diffraction devices (XRD)
- 蛍光 X 線分析装置 X-ray Fluorescence (XRF)
- 共通 X 線装置 X-ray diffraction devices
 - 1. SmartLab SE
 - 2. RINT-H
 - 3. 小角散乱装置 Small angle scatter-ing device
 - 4. X'Pert
- レーザーイオン化質量分析装置 (MALDI-TOF/MS) Laser desorption ionization mass spectrometer
- 四重極 - 飛行時間型質量分析装置 (Q-TOF/MS) Quadrupole time-of-flight mass spectrometer (Q-TOF/MS)
- 熱分析装置 Thermal analyzer
- 表面粗さ測定装置 Surface roughness measuring instrument
- 大型ステージ走査型プローブ顕微鏡
- 微小領域分析用 X 線回折システム X-ray Diffractometer for Micro-Area Analysis of Phases and Stresses



D. 基盤設備 Base facilities

- 液体窒素供給システム Liquid nitrogen supply system
- ヘリウムガス回収装置 Helium gas recovery device
- 高電圧パルス選択性粉砕装置 High Voltage Pulse Selective Crushing Equipment
- 高精度微小荷重試験機
- 試料作製室 Sample Preparation Room



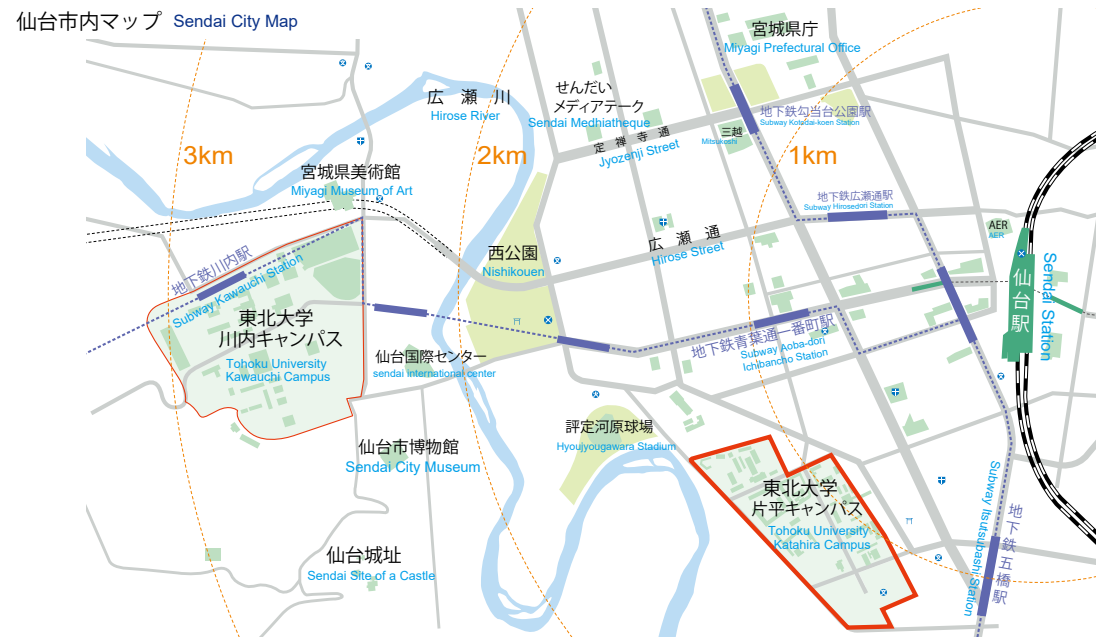
建物案内図 Building guide map



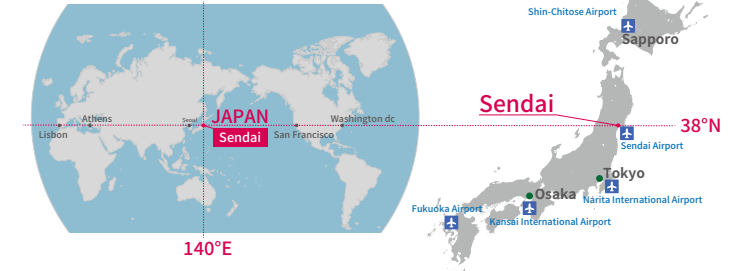
- B06 多元研 西 1 号館 (科学計測研究棟 S 棟) IMRAM West Building 1
- B07 多元研 西工場 (工場棟) IMRAM West Technical Plant
- B08 多元研 西 2 号館 (科学計測研究棟 N 棟) IMRAM West Building 2
- B01 図書室 Library (AIMR Main Building 2F)
- C02 多元研 東 1 号館 (反応科学研究棟 1 号館) IMRAM East Building 1
- C03 多元研 東 2 号館 (反応科学研究棟 2 号館) IMRAM East Building 2
- E03 南総合研究棟 2 (材料・物性総合研究棟 I) South Multidisciplinary Research Laboratory 2
- E02 南総合研究棟 1 (材料・物性総合研究棟 II) South Multidisciplinary Research Laboratory 1
- F01 多元研 南 1 号館 (素材工学研究棟 1 号館) IMRAM South Building 1
- F02 多元研 事務部棟 IMRAM Administration Building
- F03 多元研 共同研究棟 IMRAM Cooperative Research Building
- F04 多元研 南 2 号館 (素材工学研究棟 2 号館) IMRAM South Building 2
- F05 多元研 南 3 号館 (素材工学研究棟 3 号館) IMRAM South Building 3

建物総延面積 Total Floor Area of Buildings 37,618m³

アクセス Access



日本と仙台の位置 Position of Japan and Sendai



Access to Sendai Station
- From Sendai Airport to Sendai Station by railway : 30m
- From Tokyo Station to Sendai Station by Tohoku Shinkansen (Bullet train) : 1h40m
From Sendai Station
- On foot: About 20 minutes
- By taxi: About 5 minutes