

SCIENCE ADVENTURE

多元研探索
BOOK
vol.3

たげんけんって何だ？

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

共同研究部門

マテリアル・計測ハイブリッド研究センター

金属資源プロセス研究センター

ソフトマテリアル研究センター

“たげんの森”へようこそ！

東北大学 多元物質科学研究所 福山博之 所長



多元物質科学研究所 (多元研) は、
「材料」「プロセス」「計測」の三つの研究軸が
バランスよく融合した物質・材料分野で国内最大の大学附置研究所です。

物質の設計・合成から評価・応用までを一貫して推進できる強みを活かし、
環境調和型プロセス・廃炉、次世代エネルギー材料、未来型医療など多岐に
わたる分野で顕著な研究成果を挙げています。



東北大学 多元物質科学研究所

IMRAM
INSTITUTE OF MULTIDISCIPLINARY RESEARCH
FOR ADVANCED MATERIALS TOHOKU UNIVERSITY

ソフトマテリアル 研究センター

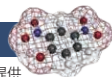


東北大学は、電子顕微鏡の研究では長い歴史と実績があり、金属やセラミックスなどの硬いマテリアル研究を支えてきました。2020年8月に設立し、2024年4月に改組したソフトマテリアル研究センターでは、従来の硬いマテリアル分野に加えて、ライフサイエンスの基礎研究、医療・創薬、感染症への対応やバイオテクノロジーを支える柔らかいマテリアル(ソフトマテリアル)の観察・理論・計算・反応や機能のメカニズム解明までを扱い、ソフトマテリアルの研究拠点を形成します。



NanoTerasu(ナノテラス)

ソフトマター開発



対象材料提供 解析データ提供

東北大学 多元物質科学研究所

センター長：陣内 教授、副センター長：川勝 教授、
顧問：伊藤 特別教授(東大)、高原 教授(九大)

計測・解析Gr.

陣内 教授(Gr.長)
寺内 教授
百生 教授
津田 教授
高橋(幸)教授
西堀 教授
蟹江 教授
佐藤(庸)准教授
白須 准教授
宮田 准教授

計算・解析Gr.

川勝 教授(Gr.長)
小林(広) 教授
大関 教授
山川 教授
小松 教授
岸本 准教授
川越 客員准教授
村島 助教
森田 研究員※2

社会連携Gr.

竹井 特任教授
(Gr.長)
岡部 教授
吉田 特任教授

融合

米倉 教授(Gr.長)
和田 教授
原田 教授
権田 教授
南後 教授
濱口 准教授

石川 教授(Gr.長)
梅津 教授
菊川 教授
吉留 准教授

マテリアルサイエンス

ライフサイエンス

ソフトマター開発の
ワンストップ・ソリューション

TSC※1
学内研究
インフラ



※1 東北大学テクニカルサポートセンター
※2 産総研・東北大数理先端材料モデリング
オープンイノベーションラボトリ

詳しくはHPへ



3GeV 高輝度放射光施設 ～NanoTerasu～

ナノテラス

本学青葉山新キャンパス内に誕生した3GeV高輝度放射光施設「ナノテラス(NanoTerasu)」。その明るく高性能なX線により、ナノメートルスケールの解像度で物質を観察することが可能です。

2024年4月に利用が開始され、エレクトロニクスやスピントロニクスをはじめとする最先端材料の研究に加えて、医療、化粧品、地域に根ざした食品分野など、幅広い分野で研究が活発に行われています。ナノテラスの周囲ではサイエンスパークの整備が進められており、産学連携による研究や人材育成の拠点としての役割も期待されています。



詳しくはHPへ



教授の仕事は 「地域応援団」なのだ！

多元研は、研究活動を通じて研究成果を広く社会へ還元しているほか、学協会・政府機関等における役職を務めることで、研究者コミュニティに大きな貢献をしています。また、地域社会との連携や産学交流の促進を目的とし様々な行事の開催により、「社会に開かれた大学」を目指し積極的に社会貢献に取り組んでいます。



■研究所公開・見学の一例

- 研究所見学(聖ウルスラ学院英智高等学校)
- 工場見学(宮城県立工業高等学校)
- 職場体験(仙台市立八乙女中学校)
- 片平まつり(東北大学附置研究所等一般公開)
- 夏休み大学探検などの公開講座



■公開講座・地域連携等

- 学都「仙台・宮城」サイエンスデー
- 学都仙台コンソーシアム
サテライトキャンパス公開講座
- みやぎ県民大学 大学開放講座
- CSJ「化学への招待」－楽しいみんなの実験室－
- 出前授業(サイエンス・スクール)



■産学連携の一例

- 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
- デクセリアルズ×東北大学 光メタセンシング共創研究所
- 日本電子×東北大学 高度マテリアル分析共創研究所
- 三井金属×東北大学 未来創造材料共創研究所



を追いかける。 それが研究者魂です!

小侯研究室博士課程1年 茂田井大輝さん
(長岡工業高等専門学校(新潟県)出身)

どのようにして研究室を決めましたか?

高専で太陽電池の研究をしていたので、近い分野の研究室を探していました。「東北大学はいいところ!」と進学した先輩の勧めもあり、気になっていました。X(旧Twitter)での小侯研の硫化物太陽電池のプレスリリースをきっかけに見学に行き、研究内容や雰囲気・研究環境も良く、楽しく研究ができそうだと感じて決めました。

研究の楽しさ難しさはどんなところですか?

研究成果が学会での発表や論文という形で世に出た時は嬉しいですね。多くの人に「面白い!」と興味を持ってもらえると、たくさん実験をしてきて良かったと実感します。一方、実験結果の解釈や多角的な考察等の難しさはあります。しかし、企業に興味を持ってもらえた時は、自分の研究が社会の役に立つ可能性を感じて嬉しかったです。

後輩たちへ研究生活のアドバイスをお願いします

研究を楽しむこと! 実験がうまくいった、学会で受賞した、先生に褒められたなど、何でもいので小さな成功体験があると楽しくなると思います。最初からはうまくいかないかもしれませんが、あきらめずに粘り強く取り組み続ける姿勢が最も大切だと思います。



スパッタリング装置で硫黄プラズマを確認します



大気に触れさせたくない材料は、グローブボックスという酸素や水蒸気に触れない箱の中で取り扱います

もっと
聞いて
みよう



教えてください、先輩のみなさん!!



女子も研究が 楽しいです!

笠井研究室修士課程1年 石川朋佳さん
(浦和第一女子高等学校(埼玉県)出身)

どのようにして研究室を決めましたか?

大学3年生のときに、友人から片平キャンパスにバイオ系で製薬をやっている研究室があると教えてもらったのがきっかけです。当時は青葉山キャンパスで授業を受けていたので、片平にどんな研究室があるのか知りませんでした。見学させていただいたら、笠井先生の人柄や研究室の雰囲気ですごく良かったので、決めました。

どんな研究をしていますか?

「薬」をテーマにした研究をやりたいと話したら、先生が「抗菌薬」のテーマを提案してくださいました。薬といっても薬剤ではなく、太陽光などの光を当てると殺菌できる物質を発生する「光触媒」という物質の研究をしています。基本的には、1人で実験することが多いのですが、研究室の先輩や先生方が手厚くサポートしてくださいます。週3回くらいは時間をとってくださって、進捗の確認や学会発表の資料の相談などさせてもらっています。

これからの進路はどのように考えていますか?

中学生の頃から、副作用のない薬を作りたいと思っていたのですが、最近は少し視野が広がって、製薬にこだわらず、人のためになるものの研究開発に携われたらいいなと思っています。



不純物のない精製水を使用することで正確な実験結果を得ることができます



完成した薬品を観察する石川朋佳さん

もっと
聞いて
みよう



知りたいな。研究室のこと

多元研には充実した 研究支援組織があります

技術室

基盤施設系、共通機器・研究プロジェクト系、約40名のスタッフで構成され、研究者の要請に応じて実験研究をサポートしています。



ガラス工場



機械工場

事務部

人事係、総務係、研究協力係が配置された総務課と司計係、経理係、用度係、管理係が配置された経理課から構成されています。

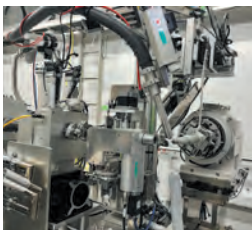
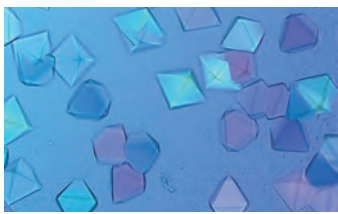


生命を司るタンパク質の仕組みとは？

有機・生命科学研究部門・南後恵理子研究室へようこそ！

タンパク質が「動く様子」を原子レベルで動画撮影する

私たちの体の中で、細胞の情報伝達や化学反応の触媒として重要な役割を果たしているのが「タンパク質」です。タンパク質の立体構造(かたち)は、その機能と密接に関係しており、「どのような形をしているか」「どのように動くか」を知ることが、そのはたらきを理解するカギになります。私たちの研究室では、X線自由電子レーザーなどの光を用いて、タンパク質が反応する過程や構造変化を“動画”のように可視化する研究を行っています。特に、光に反応するタンパク質のメカニズムや、特殊な反応を起こす酵素の動きを捉え、そのしくみを明らかにしています。さらに、こうして得られた詳細な構造情報をもとに、タンパク質の機能を人為的に設計・改良し、新しい機能をもつ分子をつくる研究にも挑戦しています。



上の写真はタンパク質の結晶です。大きさは30 μ m程度です。このような結晶を用いて測定を行っています。下はNanoTerasulに設置したタンパク質結晶構造解析のための実験装置です。2025年度から使用開始となり、多くのタンパク質構造が明らかになることが期待されています。



← 詳しくはHPへ

高温でのプロセスをコントロールしたい！

プロセスシステム工学研究部門・柴田浩幸研究室へようこそ！

高温で観察ができれば素材製造プロセスの可能性が広がる！

素材の製造プロセスは多くの場合、高温において実行されるんです。柴田研究室では高温における無機物質の性質や反応性を明らかにするために、様々な高温におけるその場観察・計測が可能な実験装置を揃えています。1600℃の基板材料上で無機物質を融解し、基板材料との濡れ性や反応性を評価する接触角測定装置、無機物質の熱拡散率、粘性、電気伝導率を計測する装置を装備しています。高温におけるその場観察・計測実験により研究成果もあがっています。



← 詳しくはHPへ

1400℃を超えるような融液を金属板上で急冷し、ガラスを作製します。このようにして作製した試料を用いて、熱伝導率、粘性、結晶化、構造などの評価を行っています。

未知の無機物質と材料を創製する冒険

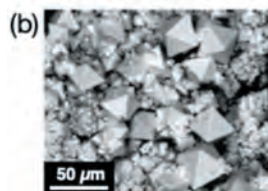
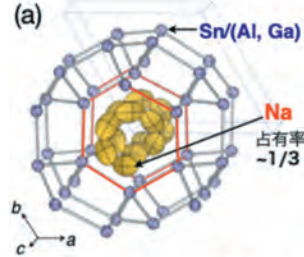
無機材料研究部門・山田高広研究室へようこそ！

未来の材料を拓く革新的物質と合成法の探究

私たちの研究室では、金属や酸化物だけでなく、窒化物やホウ化物、金属間化合物など、まだ十分に研究されていない非酸化物系の物質や材料にも注目し、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を進めています。具体的には、新しい物質や現象、合成法を見出し、物質の結晶構造や機能を明らかにした上で、実用的な材料やその合成プロセスへと発展させる研究を行っています。このような「ボトムアップ型」の基礎研究から、「従来の材料の概念を一転させるような」革新的な物質やプロセスの創出に挑戦しています。これまでに、熱を電気に変換できる新しい熱電材料や、電気抵抗がゼロになる新規超伝導体、また、従来法よりも低温で窒化物結晶を得る合成法などを見出してきました。こうした研究を積み重ねることで、科学の発展や我々の生活、さらには社会問題の解決に貢献したいと考えています。



← 詳しくはHPへ



本研究室で見出された(a)新規熱電材料[Na₂(Al/Ga)₂Sn₂]の結晶構造と、(b)開発した合成手法によって得られた金属窒化物(TiN)の結晶。

誰も見たことのない世界を放射光で観る！

計測研究部門・高橋幸生研究室へようこそ！

可干渉性に優れた放射光X線を使って、モノの中身を高精細に可視化

X線はレントゲン写真に使われているように、透過力が高く、分厚いモノの中身を見ることができます。ただし、電子顕微鏡のような高い分解能はまだ実現できていません。これは、高い倍率を有するレンズを作ることが難しいことが理由です。近年、X線の波として強めあったり弱めあったりする性質(可干渉性)を使った計測手法により、レンズを使わずに、高い分解能でモノの中身が見えるようになってきました。放射光施設ナノテラスでは強い可干渉性X線を使うことができるため、電子顕微鏡に迫る高精細で、分厚いモノの中身を可視化できるようになります。



← 詳しくはHPへ



研究室で開発した放射光X線イメージング計測装置の外観写真。綺麗な波面でX線を集光する技術、高い位置精度でX線を照射する技術、高い効率でX線を検出する技術など、様々な先端技術の融合と創意工夫により世界最高水準の分解能と感度でモノを観ることができる装置です。

街に、暮らしに、未来に 新しい多元の種が隠れている！

なんと、浮いた高温融体を観察する！

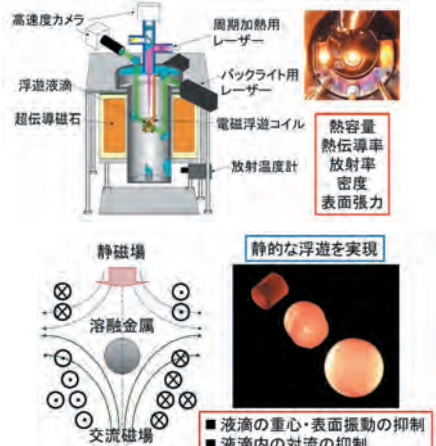
金属資源プロセス研究センター・福山博之研究室へようこそ！

高温融体の熱物性を測定する世界初の装置を開発

例えば、火力発電所の熱効率を上げるには、熱力学上の原理から作動温度を高くすること、つまり高温に耐える材料をつくる必要があります。その結果「高温融体の熱物性測定」と言われる測定技術が必要になります。福山教授は、まず微小重力環境を用いて測定にチャレンジしましたが、失敗の連続でした。そしてついに実現した画期的な測定法が、電磁浮遊法を用いて融体を浮遊させ、超電導磁石が作り出す静磁場を加えることによって融体の振動と内部の対流を抑制するというものです。このブレイクスルーによって、地上でも高温融体の真の熱伝導率の測定が可能となりました。この装置では、密度、表面張力、熱容量および放射率などの熱物性も測定できます。



← 詳しくはHPへ



どんなことができる？ 有機機能性材料

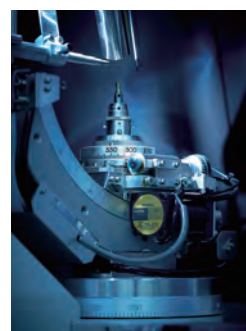
マテリアル・計測ハイブリッド研究センター・芥川智行研究室へようこそ！

新しい有機機能性材料を創って、自ら物性を評価する

「有機化学の手法による分子の設計と合成」を基本的な研究テーマとし、たとえば、 π (パイ)電子系化合物・両親媒性物質・金属錯体などを扱います。新規な π 電子系化合物を合成することにより、有機トランジスタや強誘電体などの新たな複合機能性材料の創製を目指します。作製した材料の電気伝導率・磁性・誘電率の測定、単結晶X線構造解析なども行っています。材料合成から構造解析および物性計測を横串的に研究する事で、ナノからバルクに至るスケール横断的な有機材料の機能探索を実施しています。



← 詳しくはHPへ



左は、X線結晶構造解析装置。X線を物質に当てると、一部は吸収されたり、原子核のまわりを回っている電子によって散乱されたりします。この散乱されたX線を観測することにより、物質の中の電子の分布、つまり物質の3次元構造を知ることができます。右は、ナノ構造測定室にあるAFMを活用したオリジナルの電導性測定装置。

カーボン(炭素)で世界を変える新しい材料を！

マテリアル・計測ハイブリッド研究センター・西原洋知研究室へようこそ！

構造を制御して作る新しいカーボン材料

カーボンは、皆さんもよく知っている炭やダイヤモンドの成分ですが、構造を制御することでこれまでにない興味深い性質を持ったユニークな材料になることが知られています。西原研究室では、様々な作製技術を駆使することでシート状のカーボン材料であるグラフェンからなる三次元構造や金属とカーボンを精密に配列したカーボン材料など先進のカーボン材料を研究しています。新しいエネルギーデバイス・燃料電池・触媒など様々な応用が期待でき、世界を変える高機能な材料の開発を目指して頑張っています。



2100℃の高温に加熱することでカーボン材料に微量含まれる水素や酸素をppm(0.0001%)レベルで分析できる装置です。カーボン材料に含まれる他の元素は、微量でも性質に影響するので、精密な分析はカーボン材料を作ることにも理解することにもとても重要です。



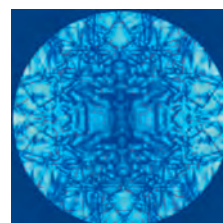
← 詳しくはHPへ

ナノメートルサイズの電子の波でナノの世界を調べる

計測研究部門・津田健治研究室へようこそ！

電子って粒?波?

電子は、粒子としての性質と波動としての性質を合わせ持つ「量子」の一種です。透過電子顕微鏡を使うと、電子の波をナノメートル(10億分の1m)のサイズに収束して試料に照射することができます。すると、結晶の試料からは、図のような、電子波が干渉した美しいパターンが得られます(収束電子回折パターンと呼ばれる)。このパターンには結晶の構造や対称性、化学結合の情報などが豊富に含まれています。



透過型電子顕微鏡(TEM)とSiの大角度収束電子回折パターン



← 詳しくはHPへ



- | | |
|------------------------|------------------------|
| ①多元研 西1号館 (科学計測研究棟S棟) | ⑧南総合研究棟1 (材料・物性総合研究棟Ⅱ) |
| ②多元研 西2号館 (科学計測研究棟N棟) | ⑨多元研 共同研究棟 |
| ③多元研 西工場 (工場棟) | ⑩多元研 事務部棟 |
| ④図書室 | ⑪多元研 南1号館 (素材工学研究棟1号館) |
| ⑤多元研 東1号館 (反応化学研究棟1号館) | ⑫多元研 南2号館 (素材工学研究棟2号館) |
| ⑥多元研 東2号館 (反応化学研究棟2号館) | ⑬多元研 南3号館 (素材工学研究棟3号館) |
| ⑦南総合研究棟2 (材料・物性総合研究棟Ⅰ) | |

もっと詳しく知りたい人、ぜひ、多元研サイトを見てください!

多元研 検索



東北大学 多元物質科学研究所 (多元研)

〒980-8577 仙台市青葉区片平二丁目1番1号

電話：022-217-5204 (総務課総務係) FAX：022-217-5211