

電子材料

光学材料

磁性材料

材料エネルギー

触媒

構造材料

# 材 料

「こまった」を「よかつた」に変える  
東北大多元物質科学研究所



東北大多元物質科学研究所

**IMRAM**  
INSTITUTE OF MULTIDISCIPLINARY RESEARCH  
FOR ADVANCED MATERIALS TOHOKU UNIVERSITY

研究分野名	教授	カテゴリー	頁
ナノ機能物性化学	組頭 広志	電子材料	1
量子光エレクトロニクス	秩父 重英	電子材料／光学材料	2
原子空間制御プロセス	小俣 孝久	電子材料／光学材料 エネルギー材料	3
無機固体材料化学	山田 高広	電子材料 エネルギー材料	4
高温材料物理化学	福山 博之	電子材料／光学材料 構造材料	5
環境無機材料化学	殷 澄	電子材料／触媒	6
スピニ子物性	佐藤 卓	磁性材料	7
ナノスケール磁気機能	岡本 聰	磁性材料	8
固体イオニクス・デバイス	雨澤 浩史	エネルギー材料	9
エネルギーデバイス化学	本間 格	エネルギー材料	10
ハイブリッド炭素ナノ材料	西原 洋知 <sup>AIMR</sup>	エネルギー材料／触媒	11
物質変換無機材料	加藤 英樹	触媒	12
精密無機材料化学	根岸 雄一	触媒	13
金属機能設計	亀岡 聰	触媒	14

# 東北大学 多元物質科学研究所

多元物質科学研究所では、45 の研究室が基礎研究から社会実装に向けた取り組みまで幅広い研究を展開しています。物質・材料の分析、評価、解析に関する困りごとなど、お気軽にご相談ください。

〒 980-8577 仙台市青葉区片平 2-1-1  
 TEL : 022-217-5204 (代表) FAX : 022-217-5211  
 web : <https://www2.tagen.tohoku.ac.jp>  
 ☎ : [tagen-sangaku@grp.tohoku.ac.jp](mailto:tagen-sangaku@grp.tohoku.ac.jp) (産学連携窓口)  
 ✉ : [https://x.com/team\\_tagen](https://x.com/team_tagen)



# 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。

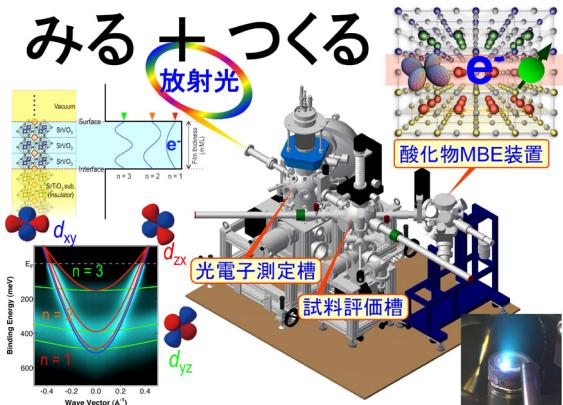
## ナノ機能物性化学研究分野

### 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

### 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
- ・放射光電子分光装置の開発



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、酸化物分子線エピタキシー(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。



教授 組頭 広志 Hiroshi KUMIGASHIRA

放射光計測に基づく酸化物ナノ構造の機能設計  
✉ kumigashira@tohoku.ac.jp



助教 志賀 大亮 Daisuke SHIGA

酸化物ナノ構造の放射光計測と  
物質設計



助教 鈴木 博人 Hakuto SUZUKI (FRIS と兼務)

共鳴非弾性 X 線散乱による量子物質の  
素励起の研究

# 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

量子光エレクトロニクス研究分野

## 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

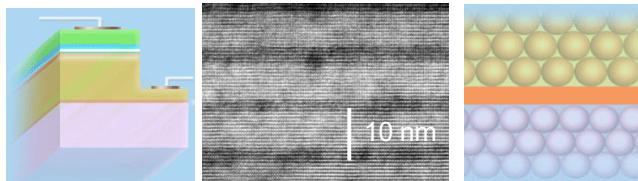
## 主な研究テーマ

- 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

電子材料  
光学材料

## ■ ワイドバンドギャップ窒化物・酸化物半導体・ナノ構造のエピタキシャル形成

GaN, ZnO系多層超薄膜デバイス



原子層レベルで平坦な半導体界面・表面制御による超構造形成

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 TiO<sub>2</sub> 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、それらメソスコピック・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。



教授 秩父 重英 Shigefusa CHICHIBU

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

✉ chichibu@tohoku.ac.jp



准教授 嶋 紘平 Kohei SHIMA

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



助教 菅野 杜之 Moriyuki KANNO

ナノテクノロジーと先端機能材料  
プロセッシング

# 原子占有空間の設計に基づく 環境材料・プロセス・デバイスの創製

## 原子空間制御プロセス研究分野

電子  
材料

光学  
材料

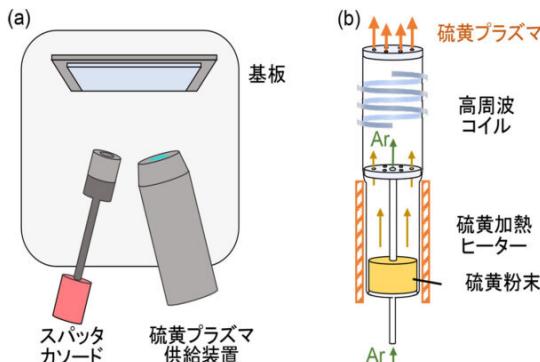
材料  
エネルギー

### 専門分野・キーワード

機能性無機材料／自然エネルギー利用デバイス／原子空間制御

### 主な研究テーマ

- ・機能性無機材料の物質設計と合成プロセスの開発
- ・ナローギャップ酸化物半導体の開発と光電素子への応用
- ・化合物半導体・プロセスの開発とエネルギーデバイスへの応用
- ・中温域で動作する燃料電池の要素材料の開発



(a) 硫黄プラズマ反応性スパッタ装置、(b) 硫黄プラズマ発生装置

人類がこれまで経験してきた大きな変革は新しい材料の登場が引き金となっており、現在直面しているエネルギー、環境、資源に関わる諸課題に対しても、必ずやそれらを解決へと導く材料があるはずです。先人たちの努力により、誰もが容易に入手できる安定な物質はもはや研究しつくされており、今私たちが渴望している新材料はダイアモンドのように使用環境で実質的に安定な準安定物質からなるに違いありません。私たちの研究室

では、そのような準安定物質を材料の新大陸と位置づけ、原子的なフレームワークをデザインした望む機能を発現する準安定無機化合物を、前駆体化合物中の可動イオンの置換や挿入により創製し、それらを環境調和型デバイス・システムへと応用すべく研究を進めています。現在は、次世代型の薄膜太陽電池、中温作動型燃料電池などの要素材料の開発とその素子化、限りある資源の有効活用に資する新エネルギー材料の開発を行っています。



教授 小俣 孝久 Takahisa OMATA

エネルギー関連半導体、イオン伝導体の  
新材料創製とそのプロセス開発

[takahisa.omata.c@tohoku.ac.jp](mailto:takahisa.omata.c@tohoku.ac.jp)



講師 鈴木 一誓 Issei SUZUKI

酸化物・カルコゲナイト半導体の合成・  
薄膜プロセス開発とエネルギー応用



准教授 Sakiko KAWANISHI

SiC および 2 次元カルコゲナイト半導体  
単結晶の育成



助教 Tomoyuki YAMASAKI

イオン伝導体の材料開発と電気化学・  
電子デバイス応用

# 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

無機固体材料化学研究分野

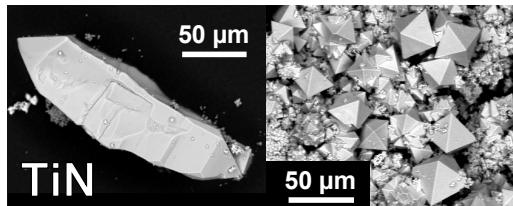
## 専門分野・キーワード

固体材料化学／材料合成／極性金属間化合物／セラミックス

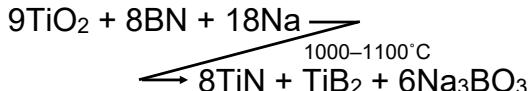
## 主な研究テーマ

- ・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

電子  
材料



材料  
エネルギー



窒化ホウ素を固体窒素源に用いた合成法によって  $\text{TiO}_2$  から作製された TiN 単結晶粒

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。



教授 山田 高広 Takahiro YAMADA

新規無機化合物の探索と機能性材料の開拓

✉ [takahiro.yamada.b4@tohoku.ac.jp](mailto:takahiro.yamada.b4@tohoku.ac.jp)



助教 細野 新 Akira HOSONO

非酸化物のプロセシング技術と材料機能検討

# エネルギー・環境材料の 高温プロセス創製

## 高温材料物理化学研究分野

電子  
材料

光学  
材料

構造  
材料

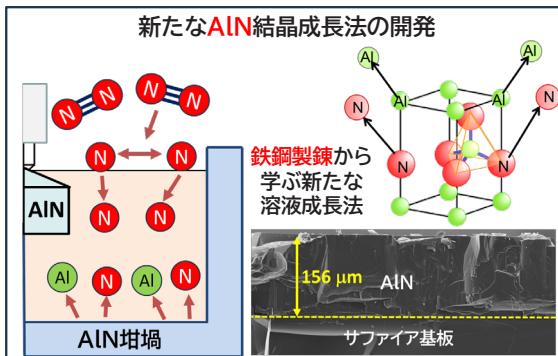
### 専門分野・キーワード

エネルギー・環境材料／化学熱力学／融体物性／結晶成長

### 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
- ・金属製鍊プロセス開発

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て、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・非鉄の金属製鍊、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、鋳造、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。



教授 福山 博之 Hiroyuki FUKUYAMA

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

✉ [hiroyuki.fukuyama.b6@tohoku.ac.jp](mailto:hiroyuki.fukuyama.b6@tohoku.ac.jp)



准教授 大塚 誠 Makoto OHTSUKA

多機能性材料の高機能化と新規デバイスの開発



准教授 安達 正芳 Masayoshi ADACHI

窒化アルミニウム単結晶の新規液相成長法の開発



准教授 打越 雅仁 Masahito UCHIKOSHI

高純度精製技術を活かした非鉄金属製鍊法の改善と新規開発



助教 李森 Sen LI

Fe-Cr フラックスを用いた AlN 単結晶の溶液成長法の開発

# 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

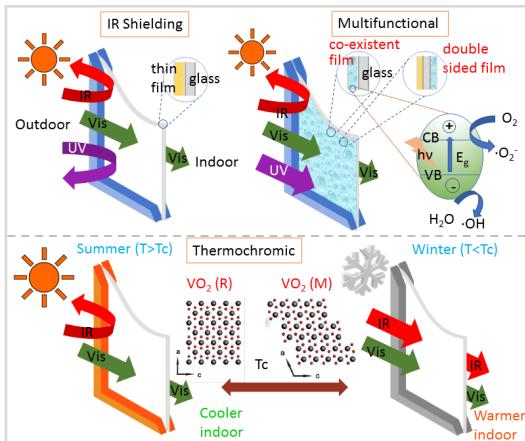
## 環境無機材料化学研究分野

### 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

### 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



赤外線遮蔽スマートウィンドウ作動モデル

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・環境に関する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。



教授 殷澍 Shu YIN

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

✉ shu.yin.b5@tohoku.ac.jp



准教授 長谷川拓哉 Takuya HASEGAWA

固体化学に立脚した光機能性無機材料の開発



助教 薛羿貝 Yibei XUE

省エネルギー窓用無機応答性材料の設計と機能統合



助教 大川采久 Ayahisa OKAWA

液相反応場を用いた機能性バルクセラミックスの創出

助教 苗磊 Lei MIAO

高選択性半導体ガスセンシング材料の開発

# 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

## スピン量子物性研究分野

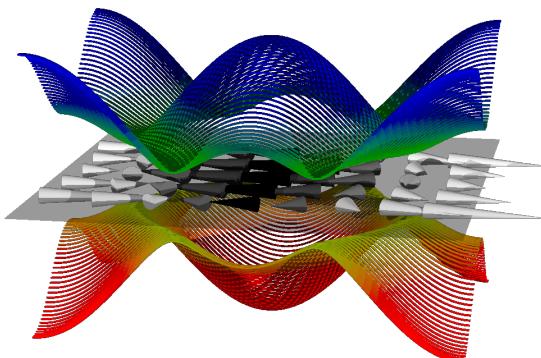
### 専門分野・キーワード

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

### 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

磁性材料



磁気準粒子の分散関係（二次元曲面）と仮想磁場（矢印）

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中心とす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变性（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）に対して探し、量子反強磁性ダイマー物質  $Ba_2CuSi_2O_6Cl_2$ 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ミオン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。



教授 佐藤 卓 Taku J SATO  
(東京大学と兼務)

中性子散乱を用いた固体中のスピンダイナミクス研究  
[✉ taku@tohoku.ac.jp](mailto:taku@tohoku.ac.jp)



准教授 那波 和宏 Kazuhiro NAWA  
中性子散乱を用いた新しい磁気秩序や  
磁気励起の開発



助教 金城 克樹 Katsuki KINJO  
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

# 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

## ナノスケール磁気機能研究分野

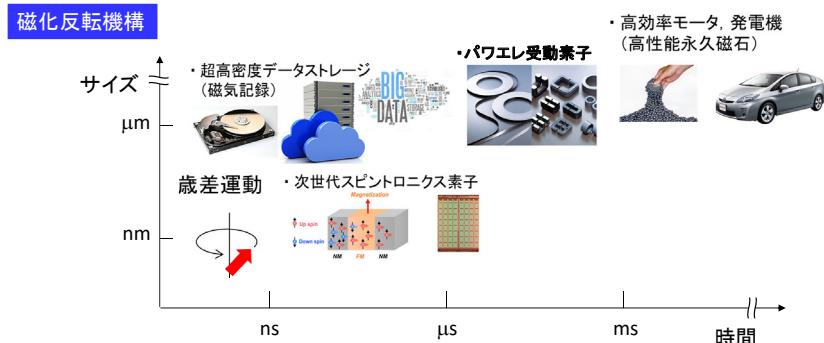
### 専門分野・キーワード

磁性材料／磁気計測／スピンドイナミクス／高周波磁気応答

### 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
- ・超高感度スピンドイナミクス計測技術開発

磁性  
材料



強磁性体の時間、サイズに対するスピンドイナミクス挙動とその応用

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ドル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ドル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しており、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。



教授 岡本 聰 Satoshi OKAMOTO

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

✉ [satoshi.okamoto.c1@tohoku.ac.jp](mailto:satoshi.okamoto.c1@tohoku.ac.jp)



助教 谷口 隼也 Takuya TANIGUCHI  
磁壁移動現象の研究／  
スピンドル伝播現象の研究計算科学を活用した新規材料開発



助教 塚原 寛 Hiroshi TSUKAHARA

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

# 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

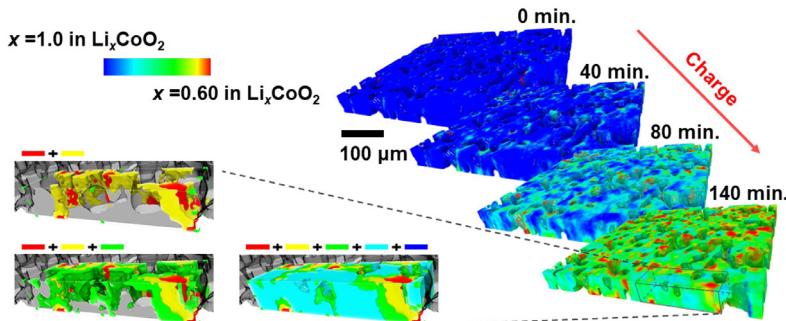
## 固体イオニクス・デバイス研究分野

### 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

### 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



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

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求すると共に、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。以上の研究を通じ、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。



教授 雨澤 浩史 *Koji AMEZAWA*

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

✉ [koji.amezawa.b3@tohoku.ac.jp](mailto:koji.amezawa.b3@tohoku.ac.jp)



准教授 木村 勇太 *Yuta KIMURA*

放射光を用いた固体イオニクスデバイスの可視化解析



助教 川合 航右 *Kosuke KAWAI*

電気化学的イオンインターク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

# 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

## エネルギーデバイス化学研究分野

### 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

### 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

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、单原子層材料（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、有機活性物質、固体電解質、超臨界流体・

### 次世代型全固体電池の創製と機構解明

液体のようにイオンを通す固体材料  
全固体電池で安全性と高エネルギー性能の飛躍的向上を目指す  
構造・組成・輸送相に基づく固体電解質の設計

固体中の「オクタイナミック」の発見  
e.g., J. Am. Chem. Soc., 140, 16330–16339 (2018); Chem. Mater., 33, 4936–4944 (2021); Chem. Mater., 34, 5634–5643 (2022); ACS Mater. Lett., 6, 1732–1738 (2024)

全固体電池動作の理解・実証  
全固体リチウム硫黄電池へ 動作中の可視化計測で深める理解  
界面観測・制御による理解と向上  
e.g., Chem. Mater., 31, 8235–8237 (2019); Adv. Energy Mater., 11, 2101370 (2021); Adv. Funct. Mater., 31, 2101620 (2021); Adv. Energy Mater., 13, 2203426 (2023)

高性能電気自動車の普及を支える全固体電池の開発へ！

エネルギー  
材料



教授 本間 格 Itaru HONMA

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  
✉ itaru.honma.e8@tohoku.ac.jp



助教 Jan HUEBNER

新世代固体電池（SSB）の材料設計、合成、プロセス



特任研究員 黄 烨 Yi HUANG

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



准教授 大野 真之 Saneyuki OHNO

先端機能材料開発と全固体電池



助教 宋 鵬 Peng SONG

新規超伝導水素化物および機能材料の設計



特任研究員 方 彤 Tong FANG

多様な形態・組成空間における Li/Na イオン伝導性無機材料の探索

# カーボン系材料を中心とした 非晶質材料の新展開

## ハイブリッド炭素ナノ材料研究分野

### 専門分野・キーワード

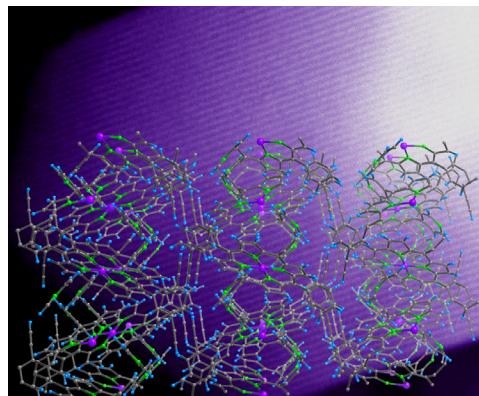
ナノカーボン／吸着／エネルギー貯蔵／固体反応

### 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引き起こす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

材料エネルギー

触媒



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て、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。



(AIMR と兼務)  
教授 西原 洋知 Hirotomo NISHIHARA

炭素系ハイブリッド材料の調製と応用  
✉ [hirotomo.nishihara.b1@tohoku.ac.jp](mailto:hirotomo.nishihara.b1@tohoku.ac.jp)



准教授 吉井 丈晴 Takeharu YOSHII  
カーボン系材料と計測の融合研究



助教 中辻 博貴 Hirotaka NAKATSUJI  
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

# 持続可能社会のための 高機能な物質変換無機材料開発

## 物質変換無機材料研究分野

### 専門分野・キーワード

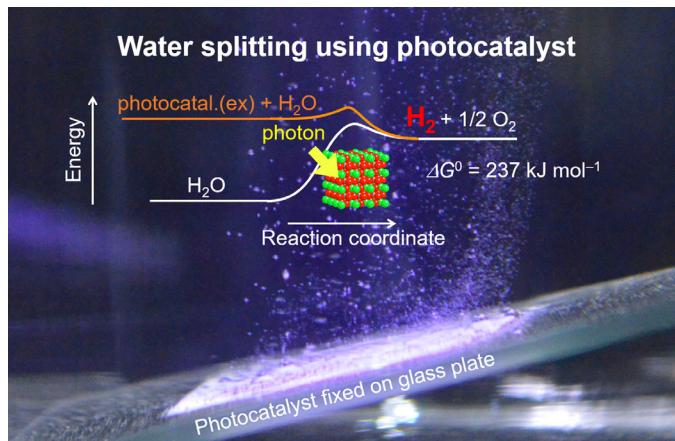
光触媒／無機材料化学／エネルギー変換

### 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

電子  
材料

材  
工  
ネ  
ル  
ギ  
ー



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、より長波長の光に応答し、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。



教授 加藤 英樹 Hideki KATO

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

✉ hideki.kato.e2@tohoku.ac.jp



助教 吉野 隼矢 Shunya YOSHINO

人工光合成を指向したエネルギー変換型光触媒の開発

# 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

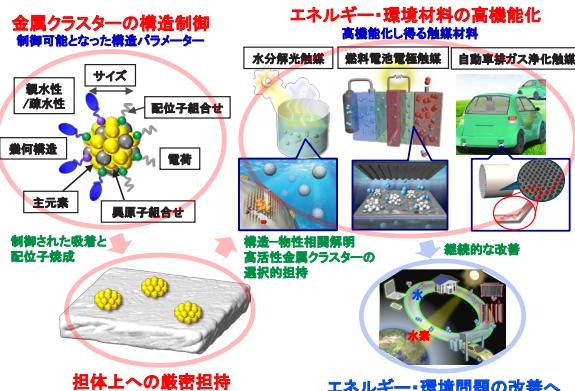
## 精密無機材料化学研究分野

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

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続構造体の創製



触媒

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間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も成功しています。



教授 根岸 雄一 *Yuichi NEGISHI*

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

[yuichi.negishi.a8@tohoku.ac.jp](mailto:yuichi.negishi.a8@tohoku.ac.jp)



准教授 川脇 徳久 *Tokuhisa KAWAWAKI*

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

講師 Saikat DAS

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



助教 Sourav BISWAS

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

# 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

## 金属機能設計研究分野

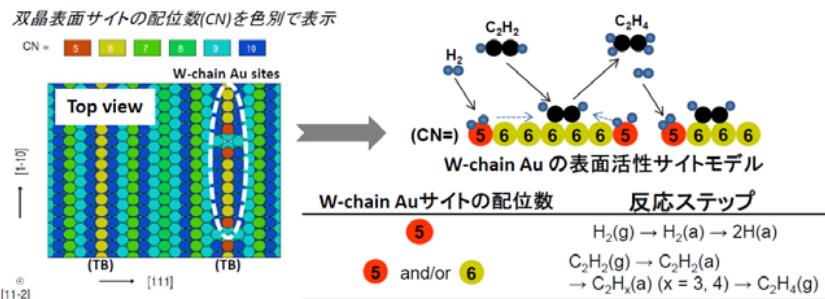
### 専門分野・キーワード

金属触媒材料／金属間化合物／準結晶／ハイパーマテリアル

### 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ー
- ・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

### ポーラス金の双晶表面に形成された活性サイト



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求しています。最近の成果として、例えば、触媒的に不活性と思われてきたバルク状態でも触媒活性サイトとなる低配位数（配位不飽和）のサイトが形成されるような活性化処理を施すことで高いアセチレンの部分水素化活性を示すようになるなど新奇機能の発見とその活性発現機構の提案を行いました。



教授 鎢岡 聰 Satoshi KAMEOKA

新奇金属・合金触媒材料の設計と調製

✉ satoshi.kameoka.b4@tohoku.ac.jp



講師 藤田 伸尚 Nobuhisa FUJITA

準結晶構造の幾何学模型に関する理論的研究とそれに基づく構造安定性及び物性の解明