

# 超柔軟・高透明エレクトロニクス創成の研究

課題解決のみならず世界に羽ばたくデバイスへ

荒木 徹平

ARAKI Teppei

大阪大学産業科学研究所 助教



従来の電子デバイスには、硬くて不透明な電極や半導体が利用されています。それゆえ、「人の体になじみにくく自然な生体の反応データを得ることが難しい」「対象物を傷つけかねない」「対象物の目視観察が難しい」という問題がありました。本研究では、人肌のような柔軟性や、水のような透明性を発現し、専門家でなくても明確に観察をすることが可能な電子デバイスの開発を行うことにより、生体に溶け込む次世代パーソナルセンサの基盤技術を構築します。こうしたセンサが実現すれば、微小な電気信号処理を可能とし、対象物を傷つけることなく、人（医療・ヘルスケア）・農業・インフラ構造物などにおける異常の早期検知が可能となります。また、自然な状態での計測を行って得た結果をクラウドで共有することにより、リアルタイムでの状況判断や行動につなげるような効率化も達成できます（図1）。

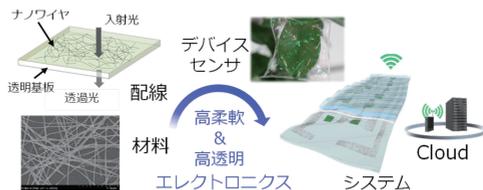


図1 さりがない電気信号計測を実現する柔軟性と透明性のあるセンサ・デバイス

### キーワード

フレキシブルエレクトロニクス、センサ、ものづくり、ナノテクノロジー・材料

### 応用分野

次世代ヘルスケア、スマート農業、インフラ構造物



## [研究の先に見据えるビジョン] 強靱な生活環境と柔軟な社会生活の両立へ

貼付型大面積センサの基盤技術を用いて、明確な評価や可視化を行い、インフラの老朽化、自然災害リスクなどの社会問題に向き合い、課題解決を行いそれをさらに世界に発信していきます。



# 超高压と計算科学を活用した 機能性量子物質の開拓

石渡 晋太郎  
ISHIWATA Shintaro

大阪大学大学院基礎工学研究科 教授



「量子物質」とは、磁性、超伝導、量子ホール効果等の量子性が顕著な物性・機能（図1）を示す新奇物質の総称で、新たなセンサー材料・超省エネルギー材料に化ける可能性を秘めています。

我々はこれまでに、数万気圧の超高压や強酸化雰囲気といった極限環境下で、そのような機能性量子物質の開発を進めてきました。例えば、ペロブスカイトと呼ばれる鉱物と似た構造をもつ遷移金属酸化物（図2）を超高压下で合成し、わずかな体積変化によりスピンの配列が強磁性とらせん磁性の間でスイッチするといった新しい現象（巨大磁気体積効果；図1右下）を見出しました。こうした新物質を得るには、出発原料の選択に加えて圧力や温度などの様々な合成条件を最適化する必要があります。そこで現在我々は、マテリアルズ・インフォマティクスと総称される計算・情報科学を活用し、高压合成を活用した新物質・新機能探索のさらなる効率化に取り組んでいます。

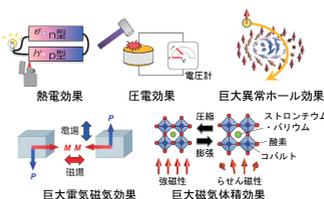


図1 量子物質が示す様々な電子機能

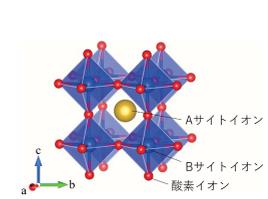


図2 ペロブスカイト型酸化物の構造

### キーワード

量子物質、超伝導、熱電変換、スピントロニクス、高压合成、新物質、計算科学

### 応用分野

省エネ高速電子デバイス、環境調和型エネルギー変換、センサー材料



## [研究の先に見据えるビジョン] 新物質開拓が引き起こす情報社会の技術革新

自動運転や家庭用の自律型ロボットのように、多様なセンサー材料を必要とする技術のさらなる発展が望まれることから、わずかな環境（光、温度、圧力等）の変化を電気信号に変換する新材料の需要は、年々高まっています。熱電変換デバイスのようにダウンサイジングに適したエネルギー変換の高性能化も、今後さらに重要な研究課題となるでしょう。このような革新的機能を示す量子物質の開拓は、未来の情報社会の基盤を作ることに繋がります。我々はこれらの革新的量子物質を効率的に開拓するべく、第一原理計算を活用した網羅的準安定相探索を活用した超高压合成を進めています。

# 単一分子エレクトロニクスの実現に向けた素子設計

大戸 達彦  
OHTO Tatsuhiko

大阪大学大学院基礎工学研究科 助教

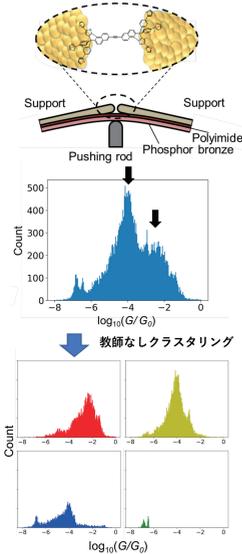


図1 機械学習（クラスタリング）によって、膨大な単一分子電気伝導度のデータを分類



分子1つを電極間に架橋した単一分子接合は、電子デバイスの小型化や有機物ならではの電気応答の利用に向けて研究が進められています。単一分子の架橋構造を直接視認することはできず、電気伝導度の計測を通じて分子架橋を確認することになるため、単一分子デバイスの電気伝導特性の計測と評価の手法を確立することは重要な課題です。我々は、ブレイクジャンクション法と教師なしクラスタリング、第一原理計算を組み合わせることで、架橋構造の特徴に従って電気伝導度を分類する手法を開発しました（図1）。今後は、最先端のデータサイエンス手法を単一分子エレクトロニクスに応用することで、より精密な電気伝導特性の評価を目指していきます。加えて第一原理的手法に量子コンピューティングを導入することで、単一分子デバイスの伝導特性に関する精度の高い理論予測を実現し、新しい分子デバイス開拓と性能評価を推進していきます。

## キーワード

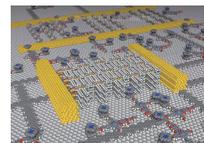
分子エレクトロニクス、第一原理計算、機械学習 量子技術

## 応用分野

ナノスケール電子デバイス、触媒反応、生体模倣デバイス

## [研究の先に見据えるビジョン] 単一分子伝導度の制御と組織化による機能の創出

近年では単純に電気を流すだけではなく、ダイオードやスイッチング機能を持つ分子が次々と報告されています。次のステージとして、そのような機能を持つ単一分子を組み合わせ、組織化することで、分子デバイスの短所である不安定性を克服し、効率よく、かつ冗長性のある分子デバイスの実現を目指しています。我々は、電場・磁場・酸化還元反応などの外部刺激を用いて単一分子の電気伝導度やスピン状態を制御する手法を開拓し、特に外場による電子状態制御の機構を理論的に解明することで個々の分子のスイッチ機能を増大させます。また、分子配向を制御しつつ電極間に架橋する分子設計・デバイス作製の研究者と連携することで、多数の分子が協働する新しい分子デバイスの実現を目指します。



様々な分子を自在に組み合わせた新しいデバイス

# 亀裂岩体の全貌を解く革新的数値シミュレータの 創成と地熱開発への展開

緒方 奨  
OGATA Sho

大阪大学大学院工学研究科 助教



世界三位の地熱資源大国日本にとって地熱発電は極めて魅力的な再生可能エネルギーであり、地熱発電を増産するための技術群（EGS）の確立・実用化が渴望されています。私は、流体の貯留層及び流路となる亀裂網を地下の高温岩体中に人為的に造成し地熱流体の持続的な生産・抽出を試みる貯留層造成型EGS（図1a）という技術の確立・実用化を目指した数値シミュレータの開発に取り組んでいます。具体的には、貯留層造成型EGSを実施する際に起きうる複雑なマルチフィジクス現象（図1b）を亀裂内部のマイクロ空間も含め計算機上に再現し高温岩体の超長期挙動を予測する数値シミュレータ（図1c）の開発に挑んでいます。このシミュレータを駆使した高精度な事前予測によって持続可能な地熱貯留層をより確実に設計・造成できるようになり、これまで困難とされてきた貯留層造成型EGSの確立・実用化につながると期待されます。

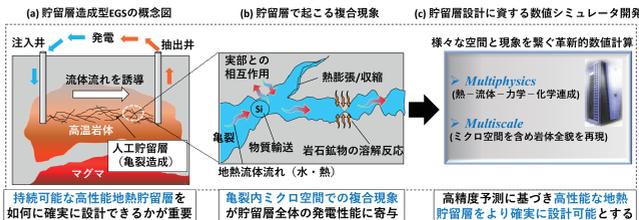


図1 貯留層造成型EGS技術の確立・実用化に向けた研究アプローチ

## キーワード

亀裂岩体、深地層、マルチフィジクス、数値シミュレータ、亀裂内マイクロ空間

## 応用分野

土木設計分野、エネルギー開発分野、地球資源工学分野、地球環境分野



## 【研究の先に見据えるビジョン】地下資源・地下深部空間の開発革命

私の研究で構築した数値シミュレータを地熱貯留層設計・造成支援技術としてフル活用し、我が国の地下に眠る膨大な地熱資源を自在かつ持続的に開発可能な「地熱大開発時代」の到来をもたらします。また、地下岩体の全貌がパッチャル空間で再現可能になることで、地上人工物を主な適用対象としてきたデジタルツイン分野に地下深部の自然物を対象とした「深地層デジタルツイン」という新規学問領域を創出することが期待できます。このデジタルツインは我が国が世界に誇る強力な地下深部空間開発支援技術となります。例えば、地熱開発以外にも、亀裂造成を駆使したシェールオイル・ガス開発の生産性評価や、高レベル放射性廃棄物地層処分や二酸化炭素地中貯留における亀裂岩体の物質閉じ込め性能評価などにも適用でき、エネルギーの安定供給や脱炭素・低炭素化、温室効果ガス削減、自然環境保全等に対する多大な貢献が期待できます。

# 生物素材の電子機能開拓による 持続性エレクトロニクスの実現

古賀 大尚  
KOGA Hirotake

大阪大学産業科学研究所 准教授

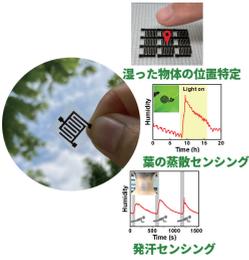


図1 オールセルロース・湿度センサデバイス



図2 循環型の持続性エレクトロニクス概念図



## キーワード

ナノセルロース、ナノカーボン、半導体、グリーンエレクトロニクス

## 応用分野

各種センサ、エネルギーデバイス、生体信号計測

## 【研究の先に見据えるビジョン】 生物素材が持つ未知の機能を引き出し活用する

樹木由来の「ナノセルロース」やカニ殻由来の「ナノキチン」をはじめ、自然界には魅力的な生物素材がたくさん存在しています。持続生産可能な生物素材の有効かつ積極的な活用は、SDGsに向けた喫緊の研究課題です。しかし人類は、生物素材の優れた機能をまだまだ使いこなせていません。我々は、生物素材の電子機能開拓に加えて、太陽光を熱エネルギーとして利用するための光熱変換機能開拓や、体液を用いた非侵襲健康診断への応用等、幅広い研究開発に取り組んでいます。これからも生物素材の新機能を開拓し、高機能性と環境調和性を両立したグリーンイノベーションを目指したいと考えています。

# ナノ磁性変調構造の作製と 新規スピンの創出

小山 知弘

KOYAMA Tomohiro

大阪大学産業科学研究所 准教授



次世代情報処理の基盤技術として、電子の電荷とスピンの特性を融合した新しいエレクトロニクスである「スピントロニクス」が大きな注目を集めています。私はこれまで、磁石を100ナノメートル以下のナノ細線に加工したデバイスで発現するスピンダイナミクスについて研究してきました。

現在は今まで培ってきた微細加工技術をフル活用し、磁石の「性質」をナノスケールで変調させたデバイスの作製と、そのデバイスで発現する新しいスピントロニクス現象の発見 (図1) に取り組んでいます。例えば最近の研究で、そのような特殊な磁性変調構造は外から磁界を与えなくてもスピンの向きが特定方向に固定されるという興味深い特性を有することがわかってきました。磁石の「種類」と「ナノ磁性変調構造の作り方」を色々と組み合わせ、まだ見ぬ新しいスピン物性を世界に先駆けて開拓して行きたいと考えています。

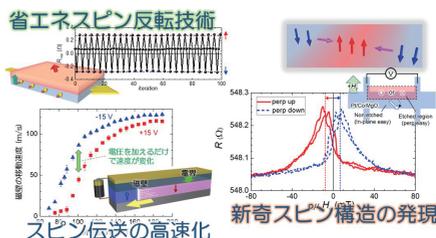


図1 磁性変調技術を利用したスピン機能創出



## キーワード

スピントロニクス、磁気デバイス、ナノ加工技術

## 応用分野

次世代情報処理・センシングデバイス開発

## [研究の先に見据えるビジョン] スピントロニクスによる高効率情報処理

スピントロニクスに基づく情報処理デバイスの最大の特徴は、磁石のN、S極の高い安定性に基づく情報の不揮発性です。ナノ磁性変調構造を導入することで不揮発性を保持しつつ、これまでにない機能、すなわち超低消費電力かつ高速な情報書き込みや読み出し、高効率センシング、さらには光制御技術をスピントロニクスデバイスに付与できると考えています。そのようなデバイスではスピンの情報を担うためノイズ耐性は高く、電子部品がひしめく環境、振動や高温環境の下でも安定に動作できます。こうした特性を活かし、将来的にスピントロニクスをサイバーフィジカルシステムを支える基盤技術へと発展させていくことを目指しています。

# 金属錯体の集積による革新的触媒系の創出 天然の光合成反応系に倣った人工光合成の達成

近藤 美欧  
KONDO Mio

大阪大学大学院工学研究科 准教授



エネルギーや環境問題の解決手段として「人工光合成」に注目が集まっています。我々は人工光合成の達成を目指し、天然の光合成反応系に倣って、触媒反応を担う「活性中心」の周りに「反応場」を合理的に構築した“機能統合型”小分子変換触媒材料の開発に取り組んでいます。これまで、新規コバルトキューバン錯体を電気化学的に重合することで、「活性中心」と「電荷伝達サイト」を併せ持つ機能統合型酸素発生触媒を構築し(図1)、このような機能統合は良好な酸素発生触媒材料の創出にあたって新戦略となることを確認しました。また水中で二酸化炭素還元を効率よく進行させるためには、鉄ポルフィリン錯体を自己集積化させ、「隣接活性中心」と「基質濃縮サイト」の機能統合が重要であることを見出しました(図2)。金属錯体に着目したこれらの成果は、革新的触媒系の創出につながると期待できます。

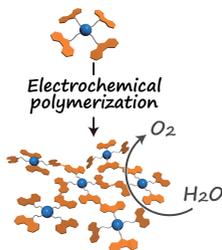


図1 電解重合による高効率酸素発生触媒の創出

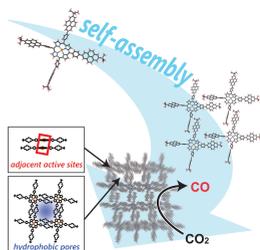


図2 水中二酸化炭素還元を効率よく駆動するフレームワーク触媒

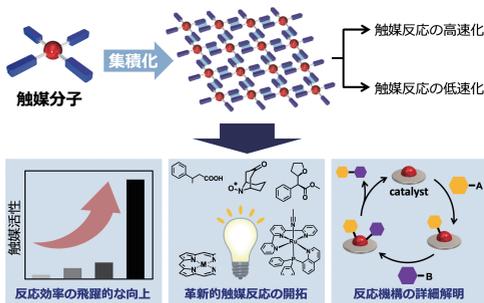
7 この国を一人一人が 誇れる国にする	9 産業と技術革新の 基盤をつくろう	12 つくらし つなごう
13 自然環境に 負けない国を つくろう	14 海の豊かさ を守ろう	15 陸の豊かさ を守ろう

**キーワード**  
人工光合成・金属錯体・自己集積化・触媒・電気化学・光化学・結晶・ポリマー

**応用分野**  
エネルギー・環境技術、ものづくり

## [研究の先に見据えるビジョン] 触媒化学でエネルギー・環境問題を解決に導く

触媒化学は、エネルギー・環境問題を解決に導くという点で、今後の人類社会の持続可能な発展において大きな役割を果たします。我々は、金属錯体触媒の自在配列に取り組むことで、触媒分子の性能(反応効率など)向上や反応機構の解析、革新的な触媒反応の開拓につなげていきます。



金属錯体触媒の自在配列によって拓かれる触媒化学の未来

# フェムト秒パルスレーザーを用いた 極限超音波技術の創出

長久保 白  
NAGAKUBO Akira

大阪大学大学院工学研究科 助教

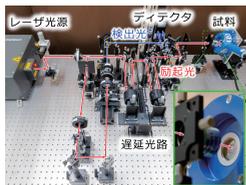


図1 独自に構築したレーザー超音波計測システム

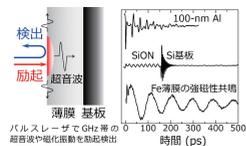


図2 フェムト秒パルスレーザーを照射することで高周波の超音波や磁化振動を励起検出することに成功

大きさ10-100 nm のデバイスや結晶・物質は、半導体産業や材料科学・生命科学の根幹に深くかかわっています。しかし、それらの特性を直接正確に計測したり観察したりすることは一部の手法に限られているため、材料の力学特性の計測や外部刺激に対する応答などにはまだまだ多くの課題が残されています。

私が創出に取り組んでいる THz 領域の極限超音波技術は、フェムト秒パルスレーザーによる「超音波の励起」と、超精密加工を用いた「超音波を焦点化する音響レンズ」を組合せたもので、実現すれば、10-100nm の領域における革新的な音響計測法となります。既に、フェムト秒パルスレーザーを照射することによって、GHz 領域での超音波や磁化振動を励起・検出することには成功しており (図1,2)、今後は超音波の焦点化のためのナノ超音波顕微鏡の開発や、ナノイメージング・センシングへの応用を進めていきます。



## キーワード

ナノ薄膜、弾性率計測、レーザ超音波法、音響計測、スピントロニクス、圧電体

## 応用分野

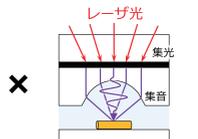
スマホ、機能性材料、情報記憶デバイス、バイオセンサ、非破壊検査

## 【研究の先に見据えるビジョン】 社会実装から新たな知の創出まで幅広く！

極限超音波技術を創出した後には、ナノ力学特性の解明や力学刺激による細胞機能の促進、タンパク質の成長観察といった「知の発見・基本原理の解明」、そして先端半導体の検査など「研究成果の実利用」の両方に貢献していきたいと考えています。



フェムト秒パルスレーザーサブTHz超音波の励起・検出



ナノ超音波顕微鏡 ~10 nm分解能を実現



# 原子層人工結晶の創製と スピン流プローブの学理構築

新見 康洋  
NIIMI Yasuhiro

大阪大学大学院理学研究科 教授



物質は原子や分子の集合体で構成されます。固体結晶であれば、原子が規則的に整列し、3次元ネットワークを形成します。最近、通常の結晶成長とは全く異なる人工的な手法で結晶を作製できるようになりました。それが原子層物質を組み合わせる手法です。原子層物質とは、3次元結晶を粘着テープで剥離して得られる2次元薄膜のことで、2004年に初めて発見されました。

私の研究では、抵抗がゼロになる超伝導体や、磁気を持つ磁性体などの3次元結晶を原子層物質に加工します。さらにこれらを自由に貼り合わせることで、天然には存在しない、特異な機能を発現できる革新的な人工結晶の作製を目指しています(図1)。また、人工結晶は微小であるため、その特性を調べる手段が非常に少ないことが難点です。スピンの流れを用いて超伝導体や磁性体の磁氣的性質を調べる(スピン流プローブ)、さらにその学理構築を進めています(図2)。

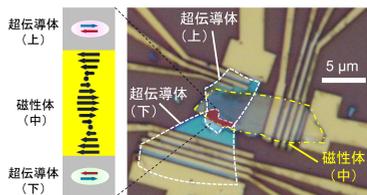


図1 原子層物質を用いた人工結晶の一例

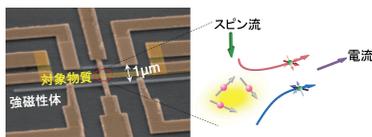


図2 スピン流デバイスを用いたスピンゆらぎの検出

## キーワード

ナノデバイス、スピントロニクス、原子層、超伝導、磁性

## 応用分野

スマートデバイス、量子コンピュータ



## [研究の先に見据えるビジョン] スピン流物理の統合的な理解を目指して

私の研究は、あらゆる層状物質に対して適応可能で、組み合わせ次第で無限の可能性があり、革新的な原子層人工結晶の作製を通して、既存の物質では実現しない機能の創出を目指します。さらに、スピン流は素粒子物理から宇宙・天体物理まで適用でき、スピンに関する新現象を理解することで、普遍的なスピン流物理の学理構築を目指します。



物理学におけるスピン流の統合的な学理構築

# 多価カチオン種の創発と合成化学への展開 カチオン化学のルネサンス

平野 康次  
HIRANO Koji

大阪大学大学院工学研究科 准教授



新たな反応性化学種の創出は、たびたび社会を物質創成面から変革してきました。正電荷を帯びた化学種（カチオン）は、多重結合や芳香環などの「電子豊富な分子」への付加を足掛かりとして、様々な化学反応を駆動することが知られています。私たちは、高反応性カチオンの新しい発生法について研究しており、それを利用した効率的な分子変換反応の開発に取り組んでいます。

例えば、リン多価カチオン種の一つであるリンジカチオンの発生とその合成的利用に関して、これまで一定の成功を収めました

(図1)。創発的研究では、これを炭素 (C) や類似する重元素であるヒ素 (As)、硫黄 (S)、セレン (Se) 等へ拡張させることを端緒として、新規有機材料の創成へと展開します。従来の合成化学における常識を打ち破るような斬新な分子変換を実現し、カチオン化学のルネサンスにつなげることを目指します。

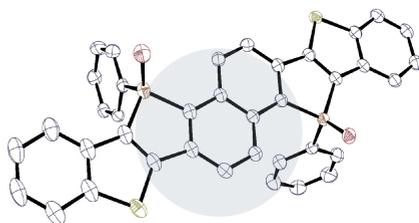


図1 リンジカチオンにより創成された新規マテリアル（直線型8環式分子）  
特異な発光特性、Redox特性を活かした有機薄膜太陽電池への応用が期待される



## キーワード

カチオン、ヘテロ元素、合成化学、パイ共役分子、典型元素触媒

## 応用分野

有機化学、材料化学、創薬化学

## 【研究の先に見据えるビジョン】多価カチオン種の創出による物質創成の革新

私は、未知の反応性化学種である多価カチオン種を創成できれば、従来の有機合成化学を刷新すると同時に、物質供給面から社会を変革する力をもたらすと信じています。

例えば、現代の合成技術の多くは遷移金属を用いた触媒反応によって実施されていますが、そのほとんどはレアメタルであり、希少金属の産出地域の局在性に大きく影響を受ける極めて不安定な地盤の上に成り立っています。本研究が実を結び、あたかも貴金属系遷移金属触媒を利用したかのような斬新な分子変換を多価カチオンが駆動できれば、このような状況から脱却し、埋蔵資源の乏しい我が国の持続可能な発展にも大きく貢献できると考えられます。また、多価カチオン種に光を当てるとは、構造有機化学、典型元素化学などの関連分野にも多大な影響を及ぼし、それらと連動して新たな学理を確立することで基礎科学の発展にも大きく貢献できる可能性を秘めています。

# スマート触媒の開発

安全性・耐久性・高活性を兼ね備える次世代型ナノ合金触媒

満留 敬人

MITEUDOME Takato

大阪大学大学院基礎工学研究科 准教授



持続可能な社会の実現に向けて、安全性・耐久性・高活性を兼ね備える次世代型触媒（スマート触媒）の開発を行っています（図1）。一般に化学工業で使われる水素化反応の触媒には安価な非貴金属が用いられていますが、極めて発火性が高い物質です。また、反応を促進させるためには高温・高水素圧の厳しい条件が必要です。

私たちは独自技術で非貴金属にリンを加えた次世代型ナノ合金触媒を開発しました（図2）。この触媒は発火性がなく安全に取り扱うことができるだけでなく、水素化反応に高い活性を示すため、室温や常圧下などの温和な反応条件で、様々な水素化反応を効率よく促進させることができます。さらに、これらの触媒は反応後に容易に回収して再使用も可能です。このように、私たちは革新的触媒技術によって、従来の環境高負荷型の化学プロセスを一新し、次世代型の環境調和型化学プロセスを新規構築することを目指しています。

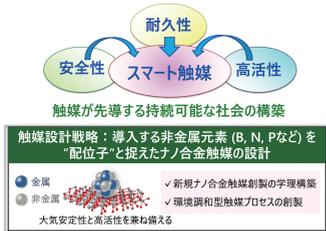
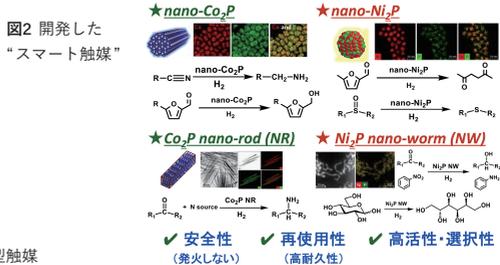


図1 安全性・耐久性・高活性を兼ね備える次世代型触媒

図2 開発した  
“スマート触媒”



7 70%削減のCO2削減率

9 産業と日常生活の両方で活用

12 つくる量にたいする削減率

**キーワード**  
触媒、グリーンケミストリー、ナノ粒子、合金

**応用分野**  
ライフサイエンス

## [研究の先に見据えるビジョン] 触媒が先導する持続可能な社会の構築

安価・低毒性かつ豊富な資源である非貴金属を基盤とする触媒の開発により、現行に変わる安全・省エネルギー・低コストな持続可能性の高い環境調和型化学反応プロセスの開発が期待されます。またその波及効果は、化学工業に留まらず、経済性の改善、技術の地域格差是正、地球規模での資源の枯渇・環境問題の解決へと極めて有効な手段となります。実際に、開発した触媒は、CO<sub>2</sub>の資源化、ポリマー分解、およびバイオマス変換などの社会問題解決技術にも応用できます。また、学術面では、本触媒の特徴の一つである大気安定性によって、これまでの非貴金属ナノ粒子の調製法の制約がなくなり、新規触媒材料の探索領域が飛躍的に拡張します。在来の触媒材料の延長線上にない触媒群の新たな発見が期待されます。非在来型のナノ合金化技術により新しい触媒化学を開拓し、触媒が先導する持続可能な社会の構築を目指します。

# 極限環境における光を用いた微粒子の操作 メゾ・マクロスコピック量子系の研究

袁輪 陽介

MINOWA Yosuke

大阪大学基礎工学研究科 助教

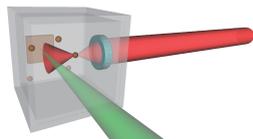


図1 超流動ヘリウム中の光による微粒子の捕捉

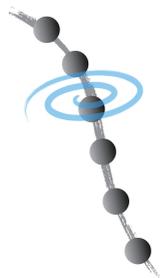


図2 量子渦の中心軸に捕捉される微粒子群

光は運動量を持つため、微小な物体、例えばナノメートル・マイクロメートルサイズの微粒子を自由に動かすことができますことが知られています。この光による微粒子の操作は、医学・生物・化学・物理など様々な分野で非常に長い研究の歴史がありますが、その多くが常温の水溶液中で行われていました。我々は、この光による微粒子の操作を、極限的な環境へと展開しています。例えば、世界で初めて超流動ヘリウムと呼ばれる特殊な液体中（1.4ケルビン）で微粒子を光で捕捉することに成功しました（図1）。一方で、超流動ヘリウム中の渦である量子渦は、微粒子と強く相互作用し一体となって運動します（図2）。我々は、光操作を用いた新たな量子渦研究の展開を狙っています。量子渦は、渦や乱流の普遍的理解につながる鍵として期待されています。さらに、超流動ヘリウム以外にも真空中など様々な極限環境中の光による微粒子の運動操作の研究を進めています。

## キーワード

光マニピュレーション、超流動ヘリウム、光浮遊、光トラップ

## 応用分野

物性評価、渦と乱流の科学、高感度加速度センサー



## [研究の先に見据えるビジョン] ミクロからマクロを理解する

ミクロな世界でしか見られない量子的現象、ミクロな世界でのみ成立している自然界の法則。これらを光という道具を用いて研究し、その詳細を明らかにします。その構造をひもとくことで、マクロな世界（普段慣れ親しんだ世界）の現象や法則に全く別の角度から切りこみ、新たな知見を得ることを目指します。例えば量子渦の研究を新たな手がかりとして、マクロな渦や乱流の科学に新たな展開を生み出します。さらに、超流動ヘリウム中の量子渦の研究は、類似の構造を持つ物質、たとえば超伝導体の性質の本質的理解にもつながると期待されています。量子渦の研究を始めとして、ミクロスコピックからメゾスコピックへ、さらにマクロスコピックな世界へと、新たな科学・知識・技術を開拓します。

# 革新的蓄電池材料の開発

安全・安価な水を使った新型高性能蓄電池の実現

山田 裕貴  
YAMADA Yuki

大阪大学産業科学研究所 教授

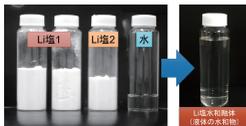


図1 リチウム塩の水和融体（常温で液体の水和物）

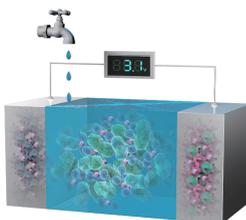


図2 水和融体を電解液とした安全・安価・高性能の新型水系蓄電池

電気を蓄え必要なときに取り出すことができる蓄電池は、カーボンニュートラルの実現に向けて必要不可欠なデバイスです。大量のエネルギーを安全に貯蔵することができる革新的蓄電池の研究開発は世界中で行われており、日本がその競争に打ち勝つためには、既存材料の延長線上にない新規機能性材料を開拓する必要があります。我々は、イオンと溶媒分子のつながりを制御するという独自のアプローチによって、新たな機能性電解液材料の開発を行っています。例えば、通常約1.2ボルトの電圧で電気分解してしまう水に対して上記手法を適用し、3ボルト以上の電圧にも耐えられる水系電解液材料の開発に成功しました(図1)。これによって、可燃性の有機溶媒を使ったリチウムイオン電池から脱却し、安全・安価な水を使った新型高性能蓄電池の実現が期待されます(図2)。今後も、斬新な発想によって、蓄電池革新を主導する材料開発に挑戦していきます。



**キーワード**  
蓄電池、機能性材料、電気化学デバイス、エネルギー変換・貯蔵

**応用分野**  
電気自動車、電力貯蔵システム、家庭用蓄電池、医療機器

## [研究の先に見据えるビジョン] 新型蓄電池が拓く未来社会

水を使った安全・安価・高性能の新型蓄電池が実現すれば、火災危険性のイメージが定着しつつある蓄電池に対する一般認識を一変させ、高度な安全性が最重視される新規用途の開拓が期待されます。例えば、大規模災害を想定した一般家庭用大型蓄電池として採用することで、電力・火災の不安から解放された安全・安心な暮らしを可能にします。また、近年、自動車の自動運転技術の進展が著しく、スマートフォンで簡単に呼ぶことができ、行先まで自動的に連れて行ってくれる無人電気自動車タクシーが普及していく可能性があります。このような自動車は短距離利用が主となるため、搭載されるバッテリーに要求されるのはリチウムイオン電池を超える超高性能ではなく絶対的な安全性と低価格であり、新型水系蓄電池がその実現に大きく貢献します。