



熊本大学 産業ナノマテリアル研究所 *I/Na*

熊本大学産業ナノマテリアル研究所

〒860-8555 熊本市中央区黒髪 2 丁目 39 番 1 号 (黒髪南地区)

URL / <http://www.iina.kumamoto-u.ac.jp/>

mail / office-iina@kumamoto-u.ac.jp



Creation of new fields opened with two-dimensional materials

二次元材料で切り開く新領域の創造



熊本大学
産業ナノマテリアル研究所長
伊田 進太郎

二次元ナノマテリアル研究を核に 世界をリードする

本研究所は、極限の薄さを持つナノシートや表面・粒界を含む二次元ナノマテリアルを基盤とした機能性ナノ材料の創製や、日本で唯一の爆発実験施設や世界トップレベルのパルスパワー実験施設など極限のプロセス環境を利用した物質科学を、新しい機械学習法を適用しながら強く推進しています。近年、世界中で二次元材料の研究が盛んに行われており、既に国外では多くのナノシートに特化した研究機関が設立され、新しい産業の創出につながる優れた成果が次々に創出されている状況です。このような世界の状況の中、本研究所は、二次元ナノマテリアル研究を核として世界をリードする成果を発信する研究所として設立しました。産業ナノマテリアル研究所は、強みである極限プロセスを発展させながら、極限構造を持つ二次元マテリアル研究開発の理論から産業展開まで、一貫して二次元マテリアルを科学する国際的な中核研究拠点を目指しています。

二次元ナノマテリアルを核に 理論から産業展開へ 5部門からなる総合研究所



二次元材料で切り開く新領域の創造

我が国を支える基幹産業である“材料科学”。この世界の進歩は目覚ましく、常に新しい研究成果が世界で発表されています。このような世界情勢の中、材料科学の分野で国際競争力を維持し続け、さらに高めていくために、AI(人工知能)が研究を先導する新たな視点でも用いながら、パラダイムシフトをもたらすような新規コンセプトに基づいた学理・技術を創出することが必要不可欠です。

熊本大学産業ナノマテリアル研究所では、ナノシートや表面・粒界に関係した二次元ナノマテリアル分野における優秀な研究者群をコアとし、基礎から応用、さらには実用化に向けた特殊合成プロセスの研究開発等を集中して行うことで、二次元マテリアルに関する基礎研究だけでなく産業イノベーションを起こす、インパクトのある成果の創出を目的としています。

これにより、

- ナノシート・二次元マテリアルの理論・基礎・応用・産業展開の一貫した研究体制の確立
- 材料インフォマティクスの充実による理論的サポート
- 各部門間の融合研究による相乗効果
- 組織対応大型産学連携プロジェクトによる産業イノベーションの推進

などの効果が期待できます。

本研究所には「二次元マテリアル」(「二次元ナノマテリアル部門」と「表面・粒界部門」)を核に、それらを理論的にサポートする「材料インフォマティクス部門」、さらに応用展開の為の「バイオマテリアル部門」、「材料プロセス部門」の5部門に本学の優秀な研究者を配置し二次元マテリアルの融合研究を加速させる事で、独創的でインパクトのある基礎研究成果の創出を狙います。同時に、未来型AIが先導する次世代研究スタイルの提案・確立を目指しています。また、社会的ニーズに対して各部門を横断してスピーディーかつ臨機応変に編成可能な「組織対応大型産学連携プロジェクト」により、明確なターゲットを見据えた産業展開を図っていきます。



持続可能な社会の一翼にも。 未来の可能性を広げる2次元材料

教授

伊田 進太郎

IDA Shintaro

2004年熊本大学大学院自然科学研究科博士後期課程修了。
九州大学を経て、2017年熊本大学へ。専門は無機材料化学、
触媒化学。

水を分解し水素を得るナノシートが カーボンニュートラルを実現

伊田進太郎教授は、厚みが1ナノ（10億分の1メートル）や分子レベルしかない2次元材料を使った機能性材料の研究を行っています。2次元材料としてよく知られたものに炭素原子シートであるグラフェンがありますが、伊田教授が進めているのは、周期表の様々な元素を利用した2次元ナノシートの機能解析と応用研究。これまで、通常の材料では達成できなかった特殊構造を、2次元ナノシートで形成できることを発見しています。

ナノシートは、電気炉などを用いて層状物質を作り、特殊な化学薬品の溶液の中で層構造をバラバラにすることで作ります。「電気伝導性や半導体の特性を持つもの、プロトンというイオンを通すものなど、様々な機能を付与することが可能です」と伊田教授。現在特に注力しているのが、太

陽光を当てることで、水を水素と酸素に分解する光触媒の機能を持つ半導体ナノシートの研究です。「水を分解できると、そこから水素を得られます。水素は、燃えてもCO2を出さないためCO2の削減につながる燃料として期待されていますが、現在はまだ、化石燃料を分解して水素が作られている状況。化石燃料に頼らないエネルギー供給システムの一つとして、この光触媒を使った水素精製を考えています」。

それをやるために、広い土地と強い太陽光が得られる場所として、サウジアラビアなどの砂漠などが候補に上がっています。

そこで太陽光と水から水素を得るプラントを作れば、日本に持ってきて燃料として使えます。電気なら長い電線が必要ですが、水素は運びやすく、アンモニアで液化させて運ぶことも可能。運び方については、別の先生が研究を進めています。「太陽光を使うため、永続的に水素を作ることができる可能性がある、カーボンニュートラ

ルを目指した研究です」と伊田教授。基礎から応用までを総合的に行っていることが、大きな特徴です。

シックハウス症候群の原因物質を 分解できるナノシートも開発

伊田教授は、光触媒と同じような動きを持つ2次元材料を使い、シックハウス症候群の原因となる揮発性有機化合物を除去できるナノシートの研究も進めています。「原因物質を吸着する仕組みはすでにありますが、私が開発したナノシート触媒なら分解することが可能。それを、エアコンや空気清浄機のフィルターに使うシステムを開発しようとしています」。伊田教授の研究によって、環境問題や人の暮らしの課題を解決するナノシートの可能性がさらに広がっています。

分子はどんな条件でどう並ぶのか 合成、構造、機能の相関を見る

「私の研究のキーワードは自己組織化。分子や高分子が、どのような条件で、自発的にどういう構造を生み出し、それがどういう機能につながるのか。合成、構造、機能、この3つの相関を明らかにする研究です」と話すのは、國武雅司教授です。

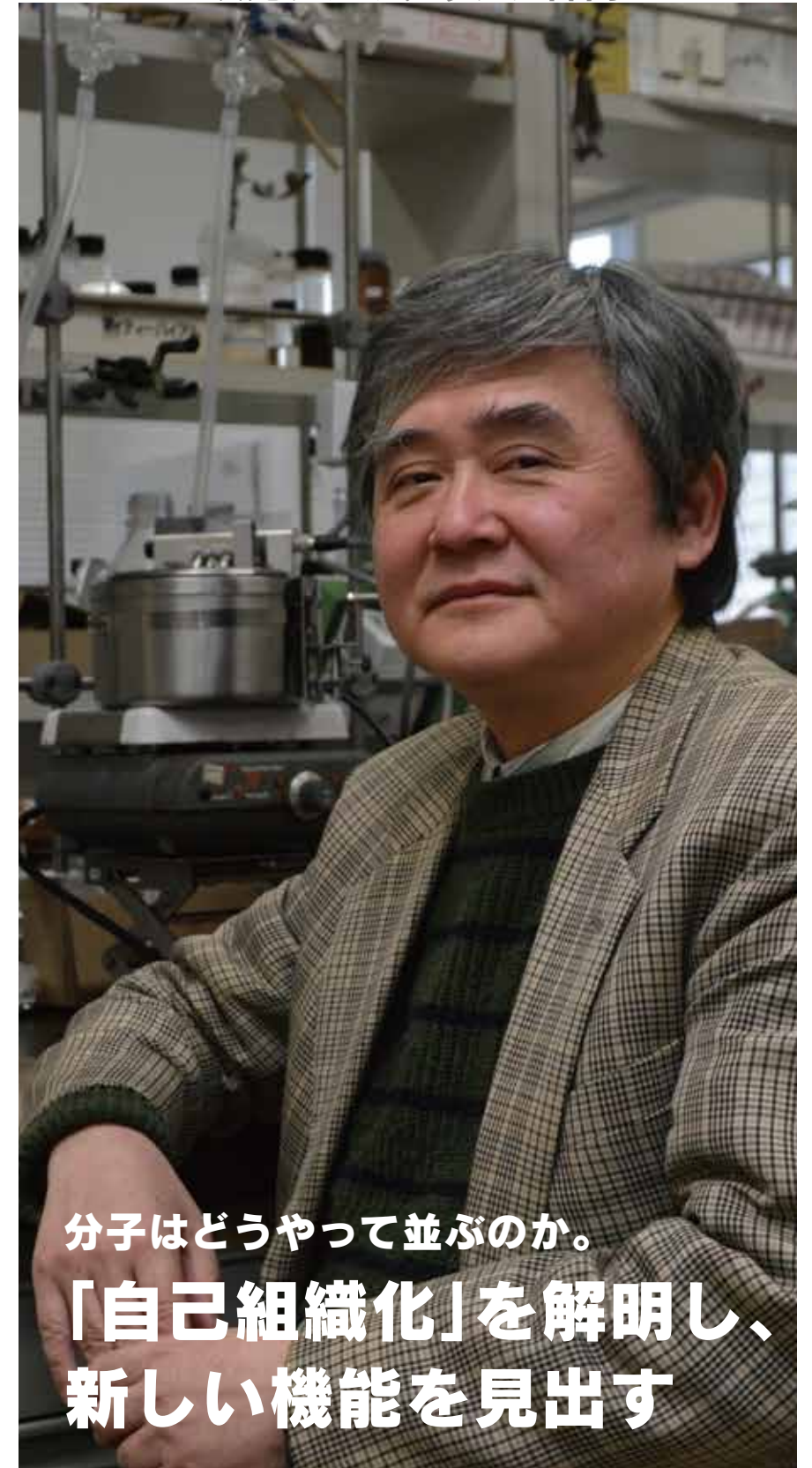
その中でも特に、界面を利用した分子の並びを見ることが國武教授の専門。「溶液中に溶けた分子が、金属などの基板の上に吸着するという現象があります。この吸着を比較的弱くさせると、表面で分子がくっついたり離れたり、動き回りやすくなる。くっついた状態でも自由に動き回れるように制御してやると、自分たちで勝手に並びます。これが自己組織化です」。自己組織化する条件を探り出して分子を並べますが、「ただ並べるだけでは材料になりませんから、分子間の相互作用によって並び方を変え、2種類を、それも様々な配列を制御してうまく並ばせる研究も進めています。最近はその成果を受けて、戦略的に分子たちが共有結合してできた分子の膜を作る技術を開発しています」。

自己組織化をうまく制御することで、これまでにない新しいナノシートの合成や、壁のように立ち上がるスタンディングナウォールも見つけている國武教授。そのほか、早稲田大学の研究者が開発した、表と裏で違う構造を持つヤマスナノシートの表裏の識別を行うなど、様々な共同研究も進めています。

異質なポリマー同士を張り合わせ 新しいナノシートも開発

さらに、物性が違うポリマーを界面で貼り合わせて、新しい高分子ナノシートを作る技術も開発している國武教授。「通常、性質が違うポリマーを貼り合わせることは難しいのですが、簡便なクリック反応を、油-water界面での高分子間架橋反応として用いることで、親油性ポリマーと親水性ポリマーを貼り合わせた新しいナノシートやゲルを作ることに成功しています」。

そのほか、無色透明でフレキシブル、かつ耐熱温度約500℃の無機高分子も開発。「開発したのは、サイコロ状の分子と柔らかいシリコンの鎖を交互につなげたネックレス形状のポリマーです。鎖の部分の長さを変えることで、ポリマーの特性を自由に変えることができます。期待されている用途に接着剤があります。熱を加えて柔らかくした状態で圧着させ、冷やすと非常に強く接着。加熱すると可逆に脱着できます。それも化学結合ではなく、ベンゼン環が表面の凹凸の中にイカリのように突っ込む形で接着します」。様々な応用が可能なこの新しい材料にも注目が集まっています。



分子はどうやって並ぶのか。 「自己組織化」を解明し、 新しい機能を見出す

教授

國武 雅司

KUNITAKE Masahi

1988年九州大学大学院工学研究科博士後期課程単位取得退学。長崎大学、JST-ERATOプロジェクトを経て、2016年熊本大学へ。専門は高分子化学、超分子。

特許取得の独自手法開発で 電池やセンサー、DDSへの応用

炭素材料をメインに研究する横井裕之准教授。2014年、独自に開発し、特許を取得した「サブマリン式基板加熱法」を触媒添加酸化グラフェンに適用して、「カーボンナノポット」の創製に成功しました。「カーボンナノポットとは、開口端と閉口端を持つ、細長く奥深いツボ型の炭素物質です。ツボが繋がったファイバー状になっており、電気を流します。なので、ガス検知素子や電池電極材料に使用可能です。また、100ナノメートル程度の長さにカットすることもできます。この長さであれば、内部に薬剤を入れて、ドラッグデリバリーシステム(DDS)にも応用できます」と横井准教授。例えばガン細胞に届いてから薬剤を放出し、正常な細胞への副作用を抑える抗がん剤のDDS確立などが想定されています。

直接見ることができない構造や物性に対し、計算によって最も安定な構造と物性を予測できる、第一原理計算を活用した研究も進めています。カーボンナノポットの表面の電位を明らかにするためにも第一原理計算を活用。その電位変調から導き出した構造を活用し、特定のガスに反応するセンサーに応用できる可能性も見出しています。

二次元ナノマテリアル部門 酸化グラフェン分野



**「ツボ」の形をした炭素材料
その形と特性が拓く、
多様な応用の道**

准教授
横井 裕之
YOKOI Hiroyuki

1991年東京大学大学院工学系研究科物理工学専攻博士課程修了。工業技術院化学技術研究所を経て、2004年熊本大学へ。専門はナノカーボン材料工学、極限物性学、磁気科学。

酸化グラフェンと銀ナノシートで 汎用化を見据えた研究が進行

炭素材料・酸化グラフェンを使い、非常に大きな静電容量(蓄えられる電荷量)を持つ電気二重層キャパシタと呼ばれる蓄電デバイスへの応用を研究テーマの一つとしているのが、鯉沼陸央准教授です。通常は、金属や活性炭などが使われ、製造工程も複雑。「酸化グラフェンは、表面の酸化官能基を制御することによって、電池材料として必要なプロトン伝導性、金属イオン電導性、そして電気伝導性など様々な機能を持たせることができます。柔らかいので形が自由に変えられることも利点。酸化グラフェン単一の材料でキャパシタを製作できるため、小型化と軽量化、低価格化が可能になります」。汎用化を見据えて研究を続けています。

銀のナノシートの研究・開発も進行中。「銀をイオン化した様々な抗菌製品はすでにありますが、ナノシートにすることで、少ない量でより多様なものに銀をコーティングできます」。さらに酸化チタンを混ぜた複合材料に光を当てると、銀ナノシートが銀イオンとして分解することも解明。粒子レベルの薄さの銀ナノシートが分解され原子レベルのサイズになるので、抗菌機能を持たせたいより細かな部分に使うなど応用範囲の拡大が期待されています。

二次元ナノマテリアル部門 酸化グラフェン分野



**様々な電子デバイスの機能を支える
スーパーキャパシタの
小型化・軽量化を実現**

准教授
鯉沼 陸央
KOINUMA Michio

1996年北海道大学大学院理学研究科博士後期課程修了。同年熊本大学へ。専門は基礎物理化学、金属材料物性。

二次元ナノマテリアル部門 機能評価分野



**物質の表面に着目し
分子の物性を明らかにする**

准教授
吉本 惣一郎
YOSHIMOTO Saichiro

2000年熊本大学大学院自然科学研究科博士課程修了。東北大学助手、産業技術総合研究所研究員を経て、2008年熊本大学へ。専門は表面科学・電気化学。

分子エレクトロニクスの発展に寄与する 表面科学の基礎研究

吉本惣一郎准教授の研究分野は物質の表面に着目した表面科学。「カーボン材料や金属錯体と呼ばれる化合物の表面での反応を見えます。表面に分子がくっついた時、どういう配列構造をとり、新しい物性にどうかかわるのかを明らかにする研究です」。

近年は、分子コンテナを利用したナノグラフェンの組織化に関する研究も展開。分子は、巨大化・複雑化すると有機溶媒にも溶けなくなり、物性の解析ができません。吉本准教授は、溶けない分子を、水溶性の分子の中に閉じ込めて可溶化することに成功。「可溶化して基板の表面に届けると、閉じ込められていた分子が出てきて表面にくっつき、分子の物性を理解することが可能になりました」。分子コンテナ法はナノグラフェンの難溶性の課題を解決し、物性の理解がより進むことが期待されています。

これら基礎研究の先にある応用が分子エレクトロニクス。金属や半導体を削ってつなげていた電子デバイスの配線を、分子を使ってつなげる技術です。表面科学の基礎研究から得られる知見が、応用分野の発展を支えます。

二次元ナノマテリアル部門 ナノシート分野



**酸化グラフェンが持つ機能を解析
新しい燃料電池や様々な
産業に応用へ**

助教
畠山 一翔
HATAKEYAMA Kazuto

2015年熊本大学大学院自然科学研究科博士後期課程修了。産業技術総合研究所を経て、2020年に熊本大学へ。専門はナノ材料科学、無機材料科学、炭素材料科学。

世界初のグラフェン還元方法発見のほか 酸化グラフェンの幅広い活用を探る

畠山一翔助教の研究の中心は、酸化グラフェンです。「グラフェンは作るのが大変なのですが、酸化グラフェンは、天然グラファイトから溶液中で剥離する方法で大量に作ることが可能なため、最初は、酸化グラフェンからグラフェンを還元する研究を行っていました」と畠山助教。還元するには、水素中の高温な環境や危険な薬品も必要。そこで畠山助教が発見し、世界で初めて発表したのが、光の照射によるグラフェンへの還元方法でした。

近年は、酸化グラフェンそのものの機能の研究も進めている畠山助教。例えば、燃料電池に使われているイオン交換膜としてよく知られたものにナフィオンという物質がありますが、畠山助教はナフィオンの代わりに酸化グラフェン膜を使っても、同じ性能が出ることを明らかにしています。さらに、水素をバリアするために水素が通らない膜厚が必要なナフィオンに対し、酸化グラフェンは遮蔽性が強いので薄くできることにも着目。プロトン(水素の原子核)が透過する通路も短くできるので、より早く、良く作動できる素材としての活用が期待されています。

分子はどんな条件でどう並ぶのか 合成、構造、機能の相関を見る

金属錯体やカーボンマテリアルなど、様々な材料の基礎および応用研究を進めている速水真也教授。研究の一つが主に炭素でできた酸化グラフェンです。これまで、酸化グラフェンが高いプロトン(水素の原子核)について伝導性を示すことを世界で初めて発見しており、燃料電池に対する応用等の研究を進めてきました。「既存の燃料電池の中を酸化グラフェンに変えれば、コストは約30分の1。スーパーキャパシタ(蓄電池)などにも応用でき、安全安心で軽く、かつ安い電池を作ることが可能になります」と話します。

そんなエネルギーに関してだけでなく、環境問題や医療にも寄与する可能性があるのが酸化グラフェンです。「農業に関しては、酸化グラフェンはセルロースやリグニンなども分解できるため、農業廃棄物を使ったバイオプラスチック、バイオ燃料、バイオケミカルなどへの応用が可能です」。また、原発事故で問題となっている汚染水のセシウム除去にも使えるため、速水教授は応用研究を進めています。

さらに今、注力している研究が、酸化グラフェンによる新型コロナウイルスの分解機能の解析です。熊本大学ヒトレトロウイルス学共同研究センターとの共同研究を進めており、「酸化グラフェンにくっつくと、新型コロナウイルスが持つスパイクの部分がなくなり、ウイルスが死ぬことを世界で初めて発見しています」と速水教授。酸化グラフェンがウイルスを死滅させる詳細な機能を解析する基礎研究とともに、マスクや空気清浄機に酸化グラフェンを応用し、実用化するための実験も始まっています。

二次元ナノマテリアル部門 酸化グラフェン分野



**熱い視線が注がれる酸化グラフェン
新型感染症対策にも寄与**

教授 (併任)
速水 真也
HAYAMI Shinya

1997年九州大学大学院理学研究科化学専攻博士後期課程修了。九州大学、広島大学を経て、2009年熊本大学へ。専門は錯体化学、固体物性科学、光科学。

材料インフォマティクス部門 分析・解析分野



**機械学習の活用で
材料研究の新しい科学の世界を拓く**

教授
赤井 一郎
AKAI Ichiro

1987年大阪市立大学理学研究科前期博士課程(物理学専攻)修了。大阪市立大学を経て、2007年熊本大学へ。専門はデータ駆動科学、光物性物理学。

二次元ナノマテリアル部門 ナノシート分野



准教授 (併任)
原 正大
HARA Masahiro

2004年東京大学大学院理学系研究科物理学専攻博士課程修了。理化学研究所を経て、2008年熊本大学へ。専門はメソスコピック物理学、ナノスケール物性科学。

nano materials

機械学習の活用で 蓄積データを新しい開発シーズに

赤井一郎教授が研究しているのは材料インフォマティクス。材料研究のフィールドに情報科学を入れる研究です。「これまでは、職人や研究者がそれまでの経験に基づいて新しい材料を開発し、その機能性を計測、解析してきました。ここに、新しい手法として機械学習を取り入れました。コンピューターが解析するので、すべてのデータを客観的に判断できます。先入観を排除した解析からは、従来とは違う結果が次々に出てきています」。機械学習は大量のデータを一気に解析できるのも特徴の一つです。その可能性には企業も注目。各企業が蓄積しているこれまでの開発の際に取得したデータを使えば、なにをどうすれば、目的のものが開発できるかを弾き出してくれます。「一から実験や開発を行わなくても、これまでの蓄積データを使えば、

必要なエッセンスを抽出してくれる。今まで使われていなかったビッグデータが、機械学習を使うことで新たな開発シーズになり得るんです」。

科学のやり方を変えて 解析できなかったデータを活かす

一言に機械学習と言っても、その方法はさまざまです。どんな方法を使えばちゃんとした結果がでるのかを、多くの方法を試して使い分けられるようにしたいと赤井教授は語ります。現在は、日本有数のシンクロトロンや画像解析の研究者と共に、高次元X線吸収計測・解析法の確立を目指しています。「例えば、性能の高い二次電池素材を開発するため、電池の中での物質の動きを見ようとX線スペクトルの写真を撮影しても、今はその一部のデータしか解析できていません。機械学習を使えば、すべて

のデータの解析が可能になり、今までわからなかったことがどんどんわかるようになるでしょう」。

機械学習は普通のコンピューターでも解析ができるのも大きな特徴です。「電卓を使うように、手元のコンピューターで機械学習を用いた分析手法が使えるようになれば、科学のやり方が大きく変わります」と赤井教授。これまで一部の人しかできなかったことを、誰でもできるようにすることで、研究者はより創造的な考察ができたり、新たな取組みをしたりと、今までと異なる時間を使えるようにもなります。情報科学の活用は、新しい科学の世界を拓く大きな一歩です。

**植物の光合成など複雑な
エネルギー変換も明らかにする技術**

パルスパワーの中でも特に、究極的な時空間圧縮が可能な光パルスを使い、物質の性質を調べているのが小澄大輔准教授です。例えば植物の光合成。緑色植物による光合成は、太陽の光を電気化学エネルギーに変換し、水を分解し酸素や糖を作り出す反応です。「ピコ秒（1兆分の1秒）からフェムト秒（1000兆分の1秒）という非常に速い速度で行われている複雑な過程を、光のレーザーパルスを使って見えています」と小澄准教授。

酸素や糖は人の生命活動にとっても不可欠であり、それらを作り出す光合成機能の解明は急務。しかしまだ、深いところまで解明されていません。「水は安定的な物質なので分解するのは難しいのです。水が分解できれば水素を得られますが、現状は電力を使用した電気分解という方法が一般的。水の分解を一番上手にやっている植物の光合成の原理を理解できれば、人工光合成による水素発生技術にもつながります」。近年盛んな人工光合成研究において、どうエネルギーが伝達され、どんな電子を作り出し、さらに水がどう分解されているのか。その機能評価もレーザーパルスを使って行っています。

材料インフォマティクス部門 分析・解析分野

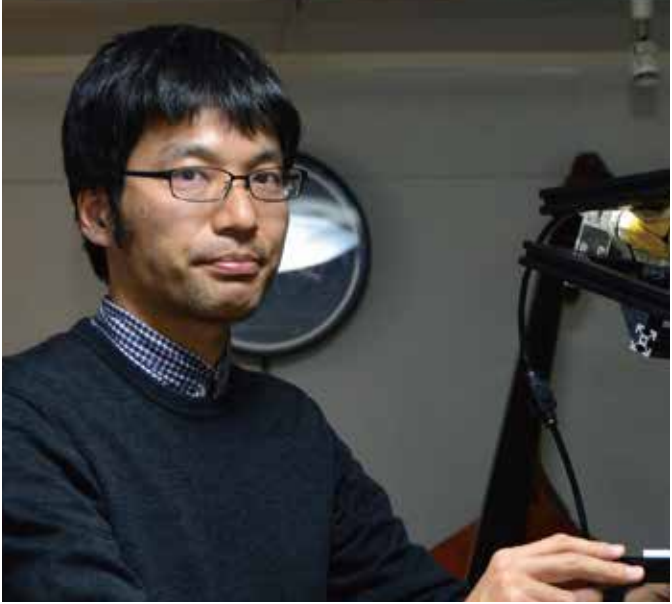


**極限的に時間を短縮できる光パルスで
様々な物質の性質を見る**

准教授
小澄 大輔
KOSUMI Daisuke

2007年東北大学理学研究科物理学専攻博士課程修了。大阪市立大学を経て、2015年熊本大学へ。専門は分光学、量子光学。

材料インフォマティクス部門 IoT 分野



准教授（併任）
上瀧 剛
KOUTAKI Gou

2007年熊本大学大学院自然科学研究科博士後期課程修了。日立製作所生産技術研究所を経て、2010年熊本大学へ。専門は画像処理・認識に関する研究。

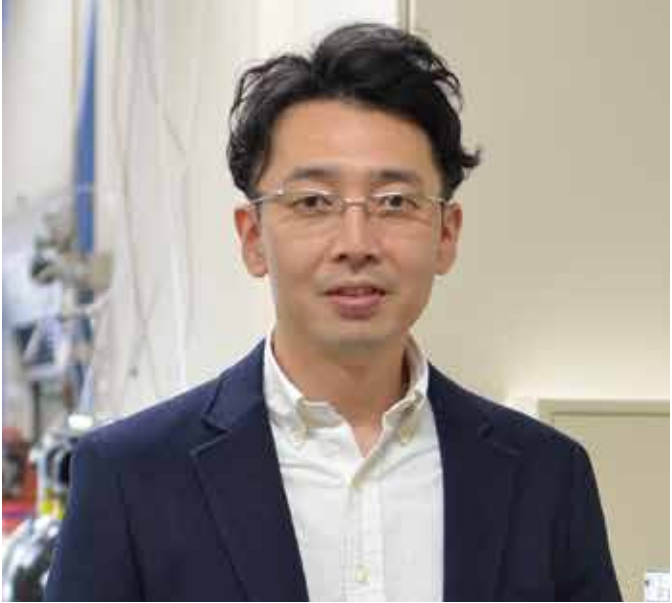
材料インフォマティクス部門 計算科学・AI 分野



准教授（併任）
杉本 学
SUGIMOTO Manabu

1993年京都大学大学院工学研究科合成化学専攻博士後期課程修了。1996年熊本大学へ。専門は理論計算化学、電子状態インフォマティクス、機能物質化学。

材料インフォマティクス部門 計算科学・AI 分野



准教授（併任）
大山 順也
OHYAMA Jun-ya

2011年京都大学大学院工学研究科分子工学専攻修了。名古屋大学を経て、2018年熊本大学へ。専門は触媒化学。

材料インフォマティクス部門 IoT 分野



助教（併任）
田邊 将之
TANABE Masayuki

2011年首都大学東京（現東京都立大学）大学院システムデザイン研究科博士後期課程修了。同年熊本大学へ。専門は医用超音波、信号処理。2019年株式会社CAST設立。

材料インフォマティクス部門 分析・解析分野



教授（併任）
下條 冬樹
SHIMOJO Fuyuki

1993年新潟大学自然科学研究科物質科学専攻博士課程修了。広島大学を経て、2002年熊本大学へ。専門は物性理論、計算物性。

材料インフォマティクス部門 IoT 分野



准教授（併任）
山川 俊貴
YAMAKAWA Toshitaka

2008年熊本大学大学院自然科学研究科博士後期課程修了。静岡大学を経て、2014年熊本大学へ。専門は生体計測、回路とシステム。

安価で豊富な資源で
新しい触媒材料を探る

町田正人教授の研究は触媒の研究です。さまざまな化学反応では、その反応を促進するために貴金属元素などの触媒を使用します。「白金は反応をすすめる典型的な貴金属。ですが、高価で資源的にも限られています。そこで、使用量を徹底的に減らしたり、代わりの物質を新しく開発したりしています」。日本は特に資源が少ない国。町田教授も参加する元素戦略というプロジェクトでは、元素に関する理解の深化と技術力向上を推進しています。

触媒は環境問題にも関わっています。例えば自動車の排気ガスは、車体に組み込まれている触媒反応器を通して有毒物質を除去し、排出できるようになっています。「車体を軽くし、燃費をあげるためにも、反応器をコンパクトにすることは重要です。環境に負荷をかけないために、ここに使う触媒も、希少元素を使わず、少ない量に、さらに、環境に優しいものをどう使うかの研究もすすめています」。

触媒＋耐熱性、耐久性で
地球のエネルギー問題の解決へ

触媒は、高温で交換が難しい場でも多く使われており、耐久性や耐熱性も求められるようになっていきます。これを突き進めると地球全体のエネルギー問題にも関与する、と町田教授はいます。「太陽光などの持続可能なエネルギーを利用する際は、非常に高温状態で触媒材料が使われます。したがって、耐熱性、耐久性に優れている触媒を作っていくことが重要です。かなり難しい技術なのですが、これを実現していくことは、これから地球全体の問題解決にもつながると考えています」。

希少資源を使わずにいかに効率よく反応させていくか、また、持続可能なエネルギーをいかに無駄なく得るか。日本が抱えている問題は、遠くない未来の地球全体の問題であると町田教授は考えています。「人口が急増する地球では、何もしなければ資源もエネルギーも枯渇してしまいます。今、日本で成功した技術や事例を他の国にも転用してもらう必要があります」。触媒研究を通じて、町田教授の目は未来の地球の課題解決を見つめています。

限りあるエネルギーを有効に使う
触媒材料を開発する

教授（兼任）

町田 正人

MACHIDA Masato

1987年九州大学総理工学研究科修士課程修了。九州大学、宮崎大学を経て、2003年熊本大学へ。専門は触媒プロセス、資源化学プロセス。

発光効率や持続性、多様性で
LEDや蛍光灯を凌ぐ

「私たちが研究しているのは、半導体のナノ結晶やナノ粒子です。その中でも今力を入れているのが、ペロブスカイト型のナノ結晶。紫外線を可視光に変える発光材料になります」と話すのは、木田徹也教授です。新しい発光材料としてはLEDが知られていますが、このナノ結晶はより細かく波長を制御できるため、冷たい色であるLEDに対し暖かみのある色を出せたり、赤、青、緑など、色を細かくコントロールできたりします。「さらに、発光効率が良く、紫外線を損失なく100%、赤や緑に変えられることが特長です」。

応用の一つが、このナノ結晶を使った無電極ランプです。「LEDは基本的に、点発光で光がまっすぐに進むため、光が回り込まず暗い部分ができます。この無電極ランプは光が届く部分が広く、影がでにくい。その点では光が面で広がる蛍光灯と同じですが、この無電極ランプのほうが長持ちするし、蛍光灯のように水銀も使用しません」。人が使用する工場や体育館の高い天井などに使用すると、発光効率や持続性に関してLEDや蛍光灯に比べ優位性を持つのがこの発光材料なのです。

さらに、このナノ結晶に様々な有機物を組み合わせ、細胞やタンパク質などの動態を捉える超高解像度のバイオイメージングを可能にする新しい機能材料の研究も進めています。

ナノ材料を使ったガスセンサが
複雑なガスや病気の検知も可能に

そのほかに、酸化グラフェンを使い水素を作る研究や、酸化物で作る半導体のナノ粒子を膜状にし、それを使ったガスセンサデバイスの研究も行っている木田教授。ガスセンサについては、「基板に電極を付け、その上にナノ粒子の膜を製膜。このような半導体ナノ粒子の膜は、ガスを受けると電気抵抗が変化します。その変化の量を最大化すれば、極めて希薄な有機化合物を検知できる。それを可能にするための基礎研究を進めています」。

このデバイスなら、糖尿病患者から出る微量なアセトンをはじめ、人間の呼吸に含まれるとされる微細な病気の兆候の検知や、化学物質過敏症を引き起こす揮発性有機化合物の検知が可能に。「さらに、感度が違うガスセンサを並べ、複雑なガスでもそのパターンを機械学習させることで、通常は図ることができないガスも検知する試みも行っています」。

AIとの融合でさらに可能性は広がります。「このガスセンサ技術はもともと日本で生まれたもの。私は長年この研究に取り組んでいますから、もっと盛り上げていきたいと考えています」。

半導体ナノ材料で作る発光材料やセンサー
その優位性が、
幅広い分野に貢献

教授（兼任）

木田 徹也

KIDA Tetsuya

2001年九州大学大学院総理工学研究科博士後期課程修了。産業技術総合研究所、佐賀大学、九州大学を経て、2013年熊本大学へ。専門は電気化学、無機材料化学。



あらゆる表面をセンサーにして 人の隣で働くロボットの実現へ

助教（併任）

中妻 啓

NAKATSUMA Kei

2012年東京大学大学院情報理工学系研究科システム情報学専攻博士課程修了。同年熊本大学へ。専門は非破壊検査、計測工学。

人間とコンピューターの間を センシングでつなぐ

体温計やスマートフォン、車のナビシステムなど、暮らしの身近な場所にあるさまざまなセンシング技術。このようなセンサーや計測に関わる技術を研究しているのが中妻啓助教です。新材料を活用したセンサーそのものの開発から、コンピューター上でわかりやすく表示するためのシステム化まで幅広い研究を行っています。「特に興味があるのは、人間と機械・コンピューター間のセンシングです。中でも、ロボットスキンと呼ばれる皮膚のようなセンサーの開発に力をいれています」。人間同士が接触すると、皮膚に力が加わり、自分にも相手にも触った感覚が伝わります。しかし、ロボットには皮膚がないので触れていることがわかりません。「例えば、人を抱え上げたとき、滑って落ちないよう、滑っていることが伝わり、落とさない

ように力を制御することは、今の技術では難しいんです。どんな場所に行っても、人間の体が当たればわかるようになれば、人間の隣で動くロボットも夢ではなくなります」。

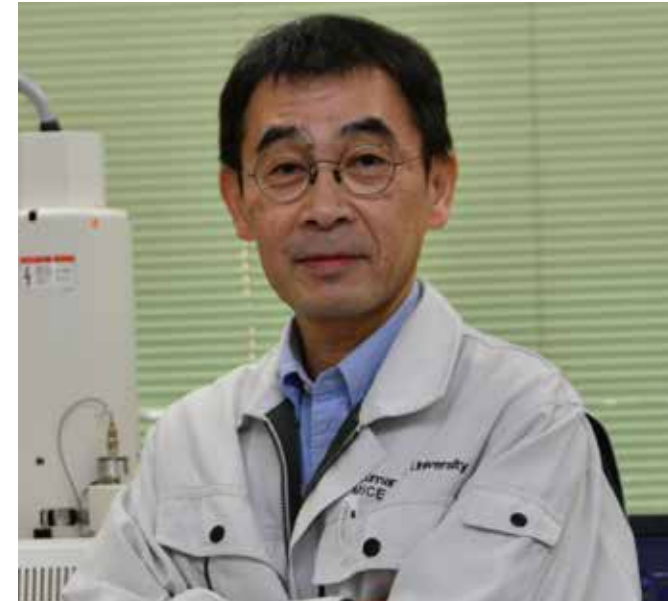
塗装技術を活用し どんな場所でもセンサーに

皮膚のようなセンサーを作ろうとする際に課題となるのは、形状やサイズを問わず、ぴったりとセンサーを配置できるか。シート状のセンサーでも曲面に貼ろうとすると、シワが寄ったり、隙間が開いたりして、均等にセンサーを配置するのは困難でした。「そんなとき、塗装の技術を使ってセンサーを貼り付ける技術をもった研究者と出会い、これを活用した共同研究を行うことになりました」。今では、スプレー塗布工程を自動化し、曲面にも均一にセン

サー膜を作れるように。量産化技術をさせ、大学発ベンチャーを立ち上げました。センサーの性能比較実験など、幅広い活用が期待されています。

「センサーの研究は幅が広いので、いろいろな研究者とチームを作ってすすめることができれば、もっと成果が出て、早く世の中に届けることができる」と中妻先生はいます。

これからのデータ社会、設備の状態や自然環境など、さまざまなデータを集めるのにセンサーが重要な役割を担うことになります。「より重要度を増していくセンシングの技術は、研究することもまだまだたくさんあるし、ビジネス的にもチャンスがある分野だと思っています」。



教授（併任）

連川 貞弘

TUREKAWA Sadahiro

1990年九州大学大学院総合理工学研究科博士後期課程材料開発工学専攻修了。九州大学、科学技術振興事業団、東北大学を経て、2007年熊本大学へ。現在、熊本大学工学部長。専門は材料界面物理学、粒界工学。

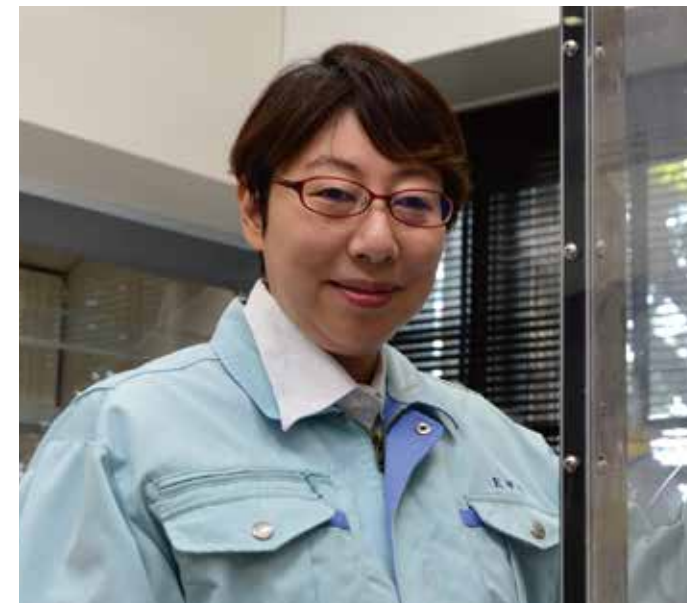


准教授（併任）

橋新 剛

HASHISHIN Takeshi

2000年立命館大学大学院理工学研究科博士課程後期課程総合理工学専攻修了。2014年熊本大学へ。専門は無機材料・電子材料。



准教授（併任）

小林 牧子

KOBAYASHI Makiko

2004年マギル大学(カナダ)博士課程修了。カナダ国立研究所の研究員などを経て、2012年熊本大学へ。専門は圧電材料とその応用。

nano materials



国際共同研究も積極的に推進 患者負担の少ない 医療技術を創出

教授
ホサノ・ハミド
HOSANO Hamid

1999年東北大学大学院博士後期課程修了。東北大学、米国ワシントン大学を経て、2008年熊本大学へ。専門は流体力学、衝撃波、バイオエレクトロニクス。

多様な物理的生体刺激の解析と応用 医学・生物学的用途を見据えて

衝撃波、超音波、パルス電界やプラズマなど、生体に対する様々な物理的刺激を用いた医療と、薬物、遺伝子やナノ粒子の体内へのデリバリーを研究しているのが、ホサノ・ハミド教授です。「ナノ秒パルスパワー放電やパルスレーザーによって生成した衝撃波や超音波が、不均一な媒体の中をどう伝搬するのか、また、界面や様々な物質とどのように相互作用するのかについて、医療やバイオテクノロジーへの応用を見据えて、明らかにしようとしています」とホサノ教授。

ナノ粒子などのデリバリーについては、「キャビテーションと呼ばれる動的な圧力現象によって、液体中で短時間に起こるマイクロバブルの発生・消滅現象の解析とともに、キャビテーション現象が細胞膜に一過性の小さな孔を開けることを利用し、細胞内に薬剤やナノ粒子などを送達する『ソノポレーション』の研究も進めています」と話します。そのほか、衝撃波、超音波やパルス電界を利用し、再生可能エネルギーやバイオ燃料の生成、食品管理や環境保護、電子廃棄物処理などの応用につながる研究も行っています。

ナノ秒パルス電界を使用した 痛みがない薬物伝達システムを開発

ホサノ教授は、国際的な共同研究も積極的に推進しています。そこでは、ナノ秒パルス電界によって細胞膜に孔を開けて物質を導入するエレクトロポレーション技術や、針を使用しない注射を可能にする無針マイクロインジェクション技術などを研究。すでに臨床医療に応用できることも示されています。その中で開発されたのが、痛みがなく費用が抑えられる、ワクチンや薬剤のデリバリーシステム。ホサノ教授は「この研究では、衝撃波で駆動する長さ20cmのマイクロジェット発生器を使用し、薬物を表皮内の狙った深さの部位に注入することに成功しています。この無針マイクロインジェクションは、真皮の毛細血管・細静脈・細動脈をほとんど壊すことなく、ワクチンや薬剤を真皮血管の深さに届けられます」と話します。このシステムを描いた図は国際学術雑誌『Biotechnology and Bioengineering』の表紙にも採用。高い関心を集めています。さらに、100ミクロン幅の流路で流れを作るマイクロフルイディクスという技術によって細胞膜に修復可能な孔が形成されるメカニズムも解明。これを活用した、より痛みを感じさせない、新しいワクチンデリバリーシステムの実現が期待されます。



栄養価を損なわず、食品を安全に パルスパワーが食品産業にもたらす変革

教授
勝木 淳
KATSUKI Sunao

1991年熊本大学大学院工学研究科修士課程修了。同年熊本大学へ。専門は高電圧パルスパワー、バイオエレクトロニクス。

加熱による食品の劣化という課題を 解消するパルスパワー殺菌

様々な応用が期待されるパルスパワー。「熊本大学には、私の恩師である秋山秀典先生が開拓したパルスパワー研究に特化した大きな研究グループがあり、パルスパワーの世界的拠点となっています」と勝木淳教授は話します。現在、勝木教授が対象としているのは細胞。特に、パルスパワーを細胞の塊である食品に応用する研究に力をいれています。

パルスパワーを応用した技術の一つが、液状食品の殺菌です。現在の食品殺菌法は主に加熱。しかし、加熱法は食品中の栄養成分や見た目の劣化を引き起こします。「パルスパワー法は、バクテリアの細胞膜に穴をあけ、死滅させるという物理殺菌法です。これを使うと食品成分への影響がほとんどありません」。パルスパワー殺菌法は、すでに欧米において青果ジュースに適

用されており、商品価値を高めるのに一役買っています。しかしながら、パルスパワー法でもわずかな熱が発生するため、牛乳や液卵などの熱に弱いタンパク質を主成分とする食品には適用されていません。

そこで勝木教授は、パルスパワーと食品を傷めない程度の適度な熱を組み合わせに注目しました。バクテリアの視点に立った基礎的研究を行い、そこで得られた知見に基づいて殺菌工程の最適化を図り、タンパク質にも影響を与えない殺菌効果と、そのために使用するエネルギー効率の劇的な向上を可能にしました。「この方法が確立されれば、食品添加物が不要になると考えています」。この食品殺菌については、すでに国内食品メーカー等と共同でパイロット試験が進められており、実用化が期待されています。

有用な栄養素をできる限り 壊さずに取り出せる技術にも応用

パルスパワーで細胞膜に穴をあける技術は、細胞の中に含まれる成分の取り出しにも応用できます。非加熱なので、熱に弱い成分を壊さずに取り出すことができます。「例えば、テンサイから糖液を取り出すために搾汁が行われます。従来の搾汁では、テンサイが持つ糖液の半分も搾り出すことができません。搾汁の前にパルスパワーを使って個々の細胞膜に穴をあけておくと、従来の搾汁法の約2倍の糖液を搾り出すことが可能になります。搾りかすに残る水分も減るため、残渣処理の負担も軽減されます」。さらに、細胞膜を壊せば、これまで廃棄されていた果皮などからも有用成分を取り出せるように。食品はもとより、健康食品、医薬品、化粧品などへの応用も広がります。すでに、様々な企業と、細胞膜を壊すことを利用した多様な共同研究が進められています。



パルスパワーが拓く、新しい医療の道 生命科学への 幅広い貢献を目指して

教授
矢野 憲一
YANO Ken-ichi

1995年東京都立大学博士(理学)取得。がん研究会がん研究所、Lawrence Berkeley National Laboratory、University of Texas Southwestern Medical Centerなどを経て、2008年熊本大学へ。専門は分子生物学。

免疫細胞の機能を活性化 ナノ秒パルス高電界技術

ナノ秒パルス高電界やUVパルスレーザーといった新しい物理的刺激を、医療をはじめとした生命科学の幅広い分野へ応用することを目指しているのが矢野憲一教授です。

ナノ秒パルス高電界は新しいガン治療法として期待されている手法ですが、矢野教授の研究グループは、ガン治療への利用だけでなく、免疫細胞の活性化も可能なことを発見しました。好中球と呼ばれる免疫細胞へと分化させた培養細胞HL-60にナノ秒パルス高電界を作用させたところ、細胞からの染色体DNAの放出や、細胞核内でDNAを巻き付けているタンパク質であるヒストンにシトルリン化と呼ばれる特殊な修飾反応が生じて、DNAを巻き付ける力が弱まることを発見しました。

「これらの反応は好中球へと分化させた細胞内でしか起こらないことから、体内に侵入した細菌が、免疫細胞である好中球を刺激した際に引き起こされる好中球細胞外トラップ形成と呼ばれる細胞応答と同等だと考えられます」と矢野教授。つまり、ナノ秒パルス高電界を使えば、細菌等を使わずに免疫細胞を刺激し、その細胞応答を引き出せることになります。細胞を刺激してその機能を引き出す新手法として、医療分野など幅広く応用できる可能性があります。

UVパルスレーザーによる DNA損傷応答も研究

矢野教授らはまた、DNAトポイソメラーゼⅡβと呼ばれるタンパク質の新しい生理機能も解明しています。DNAトポイソメラーゼⅡβは、細胞内で起こるDNAのねじれやからまりなどのひずみを元に戻すため、一時的にDNAを切断し、再結合させる、という働きを持っています。DNAの二重鎖切断の再結合を妨げれば細胞死を誘発できるため、DNAトポイソメラーゼⅡの機能を阻害する化合物は、ガン細胞を死滅させる抗がん剤として用いられています。

「私たちの研究対象は、DNAトポイソメラーゼⅡβです。UVパルスレーザーを使用して細胞中の狙った部位にDNAの切断を作り出す技術を利用。生きている細胞の中でDNA切断が生じると、DNAトポイソメラーゼⅡβが素早く応答し、切断部位に秒単位で集まる様子の観察に成功しています」と矢野教授。さらに、薬物でDNAトポイソメラーゼⅡβの動きを止めるとDNA二重鎖切断への応答が停止することも突き止めています。これらの研究は、DNAトポイソメラーゼⅡβがDNA二重鎖切断の修復に関与することを世界で初めて示したもの。このタンパク質を標的とするガン治療の効率化や副作用の低減を考えるうえで、重要な新知見として注目されています。

亜臨界・超臨界流体の活用で 不要なものを役立つものへ

佐々木満准教授の研究の柱は「亜臨界・超臨界流体」と呼ばれる場です。「二酸化炭素は通常は気体ですが、圧縮すると液化炭酸ガスになり、そこで温度を上げた気体と液体の中間のような領域を超臨界状態、その手前を亜臨界状態といいます。超臨界二酸化炭素や亜臨界水にはものを溶かす力が強いという特徴があり、これを活用して有価物を取る技術が超臨界二酸化炭素抽出技術や亜臨界水可溶化技術です」と佐々木准教授は説明します。果物や植物が持つ精油成分など、温度が高いと壊れたり揮発してしまったりする成分も、超臨界二酸化炭素(抽出)であれば取り出すことが可能。さらに、超臨界状態の二酸化炭素は圧力や温度を変えることで性質を変えられるため、うまくコントロールすれば、必要な成分と不要な成分を取り分けることもできます。

二酸化炭素だけでは溶けない成分でも、二酸化炭素と水を混ぜた溶媒を使ったり、超臨界二酸化炭素抽出や亜臨界水可溶化の「残渣」を亜臨界水炭化し、機能向上のために金属などを導入することで、触媒や吸着剤、電極材料などを生み出すことが出来ると佐々木准教授。「今は不要なものでも機能性を持つものになる。ゴミゼロ社会への切り札ともなり得る新しい技術になると考えています」。

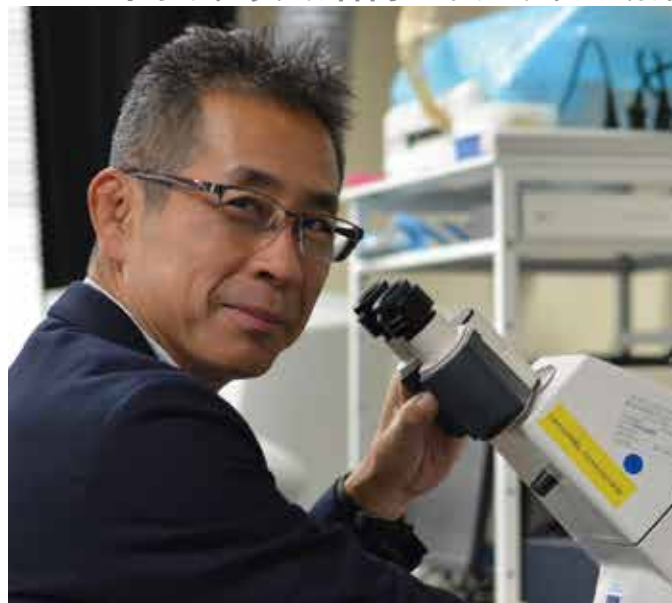


あらゆる廃棄物から有価物を取り出す 亜臨界水反応技術が もたらす「ゴミゼロ社会」

准教授

佐々木 満
SASAKI Mitsuru

2000年東北大学大学院工学研究科化学工学専攻博士課程修了。(株)コンボン研究所研究員を経て、2003年熊本大学へ。専門は化学工学、高温・高圧流体工学、バイオマス科学。



教授（併任）
新留 琢郎
NIIDOME Takuro

1994年九州大学大学院理学研究科化学専攻博士課程修了。2012年熊本大学へ。専門は生体材料学、ナノメディシン。



准教授（併任）
東 大志
HIGASHI Taishi

2009年熊本大学大学院薬学教育部博士後期課程修了。2011年熊本大学へ。専門は超分子化学、薬学、超分子薬学。



教授（併任）
森岡 弘志
MORIOKA Hiroshi

1989年大阪大学大学院薬学研究科薬品化学専攻博士後期課程修了。2007年熊本大学へ。専門はタンパク質工学、生化学、分析化学、分子生物学。



准教授（併任）
中島 雄太
NAKASHIMA Yuta

2007年九州工業大学大学院生命工学研究科生体機能専攻博士後期課程修了。2013年熊本大学へ。専門はバイオメディカルエンジニアリング、マイクロ・ナノ流体デバイス、バイオマテリアル。



伝統のある熊本大学の爆発衝撃研究が 産業分野の新しい扉を開ける

教授
外本 和幸
HOKAMOTO Kazuyuki

1987年九州大学大学院工学研究科博士課程単位取得退学、同年熊本大学へ。専門は材料加工学。

爆発の衝撃を利用した 異種金属の接合技術

外本和幸教授の研究テーマは、爆発圧接をはじめとする衝撃材料プロセッシング。爆発圧接とは、爆発がもたらす超高速かつ高エネルギーを用いた異素材の金属接合に使われる技術です。

金属の上に爆薬を敷き一方向へ連続して起爆させると、金属は圧力によって、固体のまま流体のような振る舞いを見せ、一定速度で下に押されていきます。この時、下に置かれた母材となる金属と、爆発によって押されて傾斜がついた上の金属との間に「金属ジェット」が発生。この金属ジェットが衝突点の部分を掃き清めることで、金属表面の汚染や酸化物が飛ばされてきれいになり、二つ金属は組織的に接着されます。「原子と原子の接着なので、いったんくっついたら離れません」と外本教授。さらに、「金属を接着する場合、熱影響を受けるとその部分が化学変化

を起こし非常にもろくなります。しかし、爆発圧接では熱の影響を受ける領域が非常に小さい。異なる金属を接着できるのも爆発圧接のもう一つの利点です」。

外本教授らは、熊本大学の爆薬を使用できる実験施設や、口径40mmの大型銃を使用。爆発圧接境界の数値シミュレーションや、高速度カメラによる金属ジェットの可視化で、接合の最適条件を探す研究を行っています。「異素材金属の圧接は、発電プラントやLNG船などの極限環境で使う部材といったニーズがあります。私たちは基礎研究をしっかりと押さえながら進めているので、他では不可能な条件をうまくコントロールできることが特長です」。

熱伝導性を高める ユニポア材も開発

もう一つ、外本教授が力を入れているの

が多孔質材料のユニポア材の加工。内部に小さな穴が開いた長手のパイプを作ることができる技術です。例えば材料が銅であれば熱伝導性が高まり、熱交換器の小型化などが可能となります。「外側のパイプの内部に蝋を詰めた小さなパイプをたくさん入れ、爆薬を使用して強く圧縮。最後に蝋を溶かし出して作ります。今のところ、1mの長さぐらいまでは作ることが可能です」と外本教授。力学特性の評価はスロベニアの研究者が行い論文も発表。熱特性の評価は山口東京理科大学の研究者らが進めています。

外本教授らが爆薬を使った研究を行えるのも、国内の国立大学法人としては唯一、熊本大学だけが持つ爆薬使用実験施設があるからこそ。「熊本大学は、爆発衝撃に関する研究が伝統的に活発な大学です。他大学や研究施設の研究者にもできるだけこの施設を開放し、みんなで成果を挙げていきたいと考えています」。



パルスパワー技術の活用で 脱炭素社会に貢献

教授
佐久川 貴志
SAKUGAWA Takashi

1989年九州大学大学院総理工学研究科修士課程修了。民間企業勤務を経て、2004年熊本大学へ。専門はパワーエレクトロニクス、半導体パルスパワー工学、プラズマ工学。

高速スイッチがもたらす 電力の有効活用

身の回りにあるスマホやパソコンの頭脳となっているマイクロプロセッサ。ここには光で回路を転写する技術が使われています。この光を作る電源開発を行ったのが佐久川貴志教授です。「今は、スイッチの高速入れ替えによる電気ロスの減少に関する研究を行っています。現在の電源は、スイッチの入れ替えに時間がかかっており、多くの電気が損失されています。これを瞬間的に入り切りできれば、ほとんど電気の損失がなくなります。電気のロスが抑えられれば、今の発電量でも使える電気を大きく増加できます」。現在、3分の1までロスが抑えられるところまで研究が進んでおり、今後の進展に期待が寄せられています。電気自動車の航続距離も伸び、省エネ社会、脱炭素社会もより進むでしょう。切り替えのスピードが早いスイッチは、エネルギー制御にも活用可能。使わなかったエネルギーを貯めて戻してやる回生技術への活用もでき。エネルギーのリサイクルができるようになります。

パルスパワーの光で アオコやウイルス除去にも貢献

高速でスイッチを入れ替えることで、同じエネルギーでも大きな力を持った特殊な光を出すことができるようになります。「これがパルスパワー。殺菌作用があるヒドロキシルラジカル(OHラジカル)という物質を水から作ることもでき、その活用方法に注目が集まっています。[DNAに作用する光もあるので、うまく使えば、RNA由来のコロナウイルスを非接触で殺菌することも可能です。波長をコントロールして表面に付着しているウイルスだけに作用するなど、さまざまな活用が考えられます]と佐久川教授はいいます。

さらに、環境問題にも活用可能。ダムで行った、ダム湖に発生したアオコの除去除去では、電気をあてたときに発生する衝撃波の効果で想定以上の効果があることを証明しました。「さまざまな活用が考えられるパルスパワーですが、コントロールが重要です。ウイルス学を研究する医学部の先生や、植物の研究をしている理学部の先生などとも連携して、細胞やウイルスへの影響を確認していき、実用化につなげたいと思っています」。

電源開発から始まる パルスパワーの可能性

浪平隆男准教授は、時間を5ナノ秒や1ナノ秒まで縮めて使うことができるパルスパワー電源を開発。1パルスのエネルギー量をここまで厳密に制御できる電源は、パルスパワーの可能性をさらに高めることになりました。現在は、世界中の研究者からの依頼に応じ、パルスパワー電源を製作・販売すべく準備を進めています。加えて、浪平准教授自身も様々な応用研究を推進。「排気ガスや排水などの浄化、さらに、スクラップコンクリートをセメントと石に分ける技術などを開発しています」。その中でも社会実装に近いのが、魚に寄生し、食中毒を引き起こすアニサキスを殺虫する技術です。アニサキスはクジラの体内で卵を産み、クジラの排泄物から、サバなどの魚に移動し寄生します。「サバやアジなどの魚のフィレを塩水に浸け、そこにパルスパワーを当てると、アニサキスを殺すことが可能です。非常に瞬間的な電力のため魚フィレに熱が通ることもなく、官能評価でもおいしさは変わらないという結果が出ています」と浪平准教授。この技術を織り込んだパイロットプラントを水産加工業者へ移管し、そのサンプル出荷を目指しています。

パルスパワーを活用した 農業分野への貢献

パルスパワー電源を活用し、農業や水産業への応用研究を行っているのが王斗艶准教授です。「農業分野では、土や液肥を殺菌したり、農業排水を処理して循環を可能にしたりする技術があります。例えばリーフレタスの水耕栽培では、液肥をきれいにしてリサイクルすることが可能です。リーフレタス本体を刺激すれば生育を促すこともできます」。

生育を促すエネルギーの最適なポイントを見つけるまでには、2年から3年を費やしたそうです。「パルスパワーが強すぎれば枯れてしまいます。ですが枯れるということは、有害な生物や雑草の除去にも使えるということ。ストレスの度合いを制御できるのが、この技術の大きな利点です」。

さらに王准教授は、水産業への応用も研究しています。魚の養殖現場で問題となっている有害生物をパルスパワーで除去するという技術です。「電気と相性が良くない海水でも、時間を短く制御できるパルスパワーなら、水を加熱することなく、処理する対象物にエネルギーを注入することができます。応用できれば、問題解決につながると思います」。



パルスパワーで、食中毒の原因 アニサキスを除去する 技術確立

准教授
浪平 隆男
NAMIHIRA Takao

1999年熊本大学大学院工学研究科電気情報工学専攻修士課程修了。同年熊本大学へ。2003年熊本大学博士(工学)取得。専門はパルスパワー工学。



植物の成育促進や雑草の除去も ストレスを制御できるのが強み

准教授
王 斗艶
WANG Douyan

2005年熊本大学 大学院自然科学研究科システム情報科学専攻博士後期課程修了。同年熊本大学へ。専門はパルスパワー工学、バイオエレクトロニクス。



**材料に新しい可能性をもたらす
衝撃波が作る
ナノメートルの加工**

助教
田中 茂
TANAKA Shigeru

2004年熊本大学工学部技術職員として入職後、2009年同大学大学院自然科学研究科生産システム科学専攻博士課程修了。専門は火薬学、衝撃工学。

ナノ粉末から宇宙まで 幅広い衝撃波の応用

田中茂助教は、爆薬を使った衝撃波を用い、金属箔材料の表面に微細な加工を施して新しい機能を持つ材料を作り出す微細加工や破壊の研究を行っています。「アルミ箔の表面などに、マイクロ/ナノメートルオーダーの周期的構造を与えると、撥水性を持たせたり、あるいは光を電気に変えたり、赤外線などの熱の波長を変換する機能を持たせることが可能です」と田中助教。

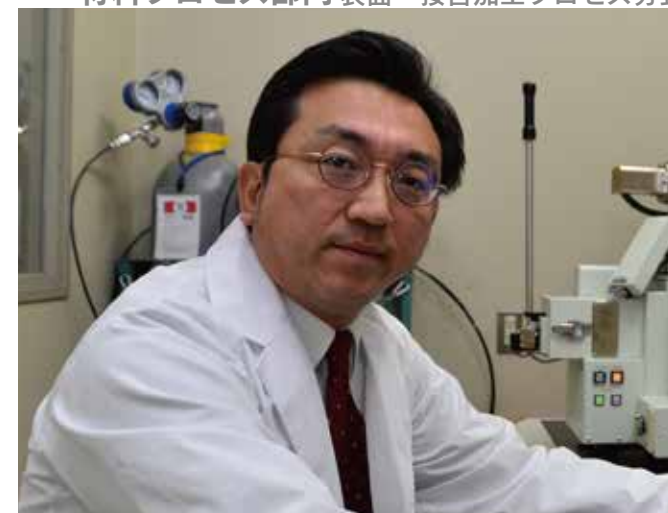
例えば、赤外線の波長を、アルミ箔の表面で大気に吸収されない波長に変換させれば、熱を宇宙空間に逃がすことができます。他の技術では小さな領域にしか加工出来なかったものが、田中助教の研究は、爆薬を使うことで作るものの大きさを無限に拡大できることが特徴。電気を使わずに屋内を冷却できるなど、私たちの身近にも応用される技術です。

そのほか、超硬合金の材料となるWC(炭化タングステン)ナノ粉末を衝撃大電流で合成する技術や、北京理工大学との共同研究による衝撃を用いたグラフェンの剥離研究、また、災害現場などに応用できる非火薬物質を利用したコンクリートの破壊制御の研究も進めています。



教授（併任）
中村 有水
NAKAMURA Yusui

1989年東北大学大学院工学研究科博士前期課程電子工学専攻修了。博士(工学)(東京大学、論文博士)。2004年熊本大学へ。専門は酸化物半導体、化合物半導体、ナノ構造半導体。



教授（併任）
寺崎 秀紀
TERASAKI Hidenori

2003年大阪大学大学院工学研究科博士後期課程修了。大阪大学を経て、2015年熊本大学へ。専門は接合工学。



准教授（併任）
久保田 章亀
KUBOTA Akihisa

2005年大阪大学大学院工学研究科博士後期課程修了。同年熊本大学へ。専門は精密加工、研磨。



教授（併任）
中西 義孝
NAKANISHI Yoshitaka

1998年九州大学大学院工学研究科機械工学専攻博士後期課程修了。2008年熊本大学へ。専門はトライボロジー・バイオエンジニアリング。



准教授（併任）
黒田 雅利
KURODA Masatoshi

2001年大阪大学大学院工学研究科博士後期課程修了。マンチェスター大学を経て、2006年熊本大学へ。専門は材料強度学。

nano materials

研究を推進させる多様な総合研究設備

研究所には、爆発実験施設やバイオエレクトロニクス研究施設といった特殊合成プロセスや、二次元ナノマテリアル研究を推進させるための総合研究設備を有しており、他大学や企業の研究者にも、これらの施設・設備を提供しています。

パルスパワー研究基盤設備

40Jパルスパワー発生装置

特注品(明電舎製)

半導体スイッチに高速サイリスタを用いたオールソリッドステート型のパルスパワー発生装置です。パルスあたりのエネルギーは最大40J、最大電圧は120000Vに達し、 μ sオーダーのパルスを毎秒40回高い安定性で発生させます。水中での放電プラズマ発生および衝撃波生成・気中放電プラズマによる金属蒸着プラスチックの選択的な分離リサイクルなどに利用可能です。



小型高繰り返しパルスパワー発生装置

特注品(末松電子製作所製)

テーブルトップサイズのIGBT半導体スイッチ用いたオールソリッドステート型のパルスパワー発生装置です。毎秒500回の高繰り返しパルスパワーが発生できます。nsオーダーの高速立ち上がりの25000V高電圧パルスを生成します。水中での高繰り返し放電プラズマ発生・気液界面放電プラズマによる化学活性種生成などに利用できます。



高速時間分解分光装置

浜松ホトニクス社製 PMA-12, 特注ファイバ使用

200nm~800nmの発光スペクトルを時間ナノ秒オーダー分解分光可能な分光システムです。光ファイバによるフレキシブルな受光器でゲート時間10ns、ゲート繰り返し200kHzで時間分解分光できます。放電プラズマによる化学活性種の発光分光解析などに利用可能です。



火薬衝撃銃および二段式軽ガス衝撃銃

平面衝突板を有した飛翔体を超高速で射出し、試験試料に衝突させることにより、試料内部に平面衝撃波を伝播させることができる衝撃銃です。飛翔体射出速度は火薬衝撃銃で~約2 km/s、二段式軽ガス衝撃銃で~約4 km/sとなっており、必要とする衝撃力の大きさに合わせて使い分けます。試料を金属製カプセルに封入することにより衝撃負荷後の試料を回収する衝撃回収実験、速度干渉計や応力ゲージなどを使い、衝撃負荷時の応力-ひずみ関係といった衝撃応答特性を測定する実時間計測実験が可能です。



爆発実験施設

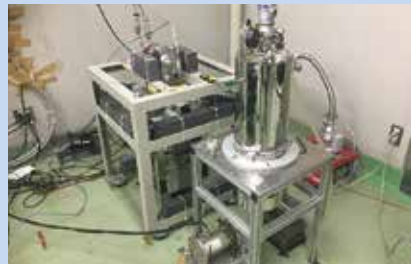
火薬・爆薬等を爆発させた際の諸現象を研究するための国立大学としては唯一の施設です。爆発ピットA(耐圧TNT 10 kg)は、観察用窓及び計測用孔を有しており高速現象の可視化実験や動的圧力、ひずみの計測実験に用いられます。爆発ピットB(耐圧 TNT 5 kg)は、火薬類を用いる回収実験や各種圧力容器の耐久試験に用います。爆発実験水槽は、観察用窓を有しており、少量の爆薬(20 g以下)の水中爆発実験に用いられます。火薬衝撃銃は、直径40 mmの飛翔体を1.5 km/sまで加速・衝突する実験が実施可能です。

現象の可視化装置としては、100万コマ/秒で連続100コマの撮影が可能なモノクロビデオカメラ(島津製作所HPV-1)と1万コマ/秒で数百ミリ秒間撮影可能なビデオカメラ(カラー; Vision Research Inc. Phantom V7.3)を所有しています。その他、衝撃大電流発生装置(ニチコン製;40 kV,12.5 μ F)も所有しています。



メスbauer分光装置

メスbauer効果(原子核による γ 線の共鳴吸収現象)を利用して γ 線の吸収スペクトルを測定する装置。核種として ^{57}Co 密封線源を用い、 ^{57}Fe による吸収スペクトルを観測できます。金属錯体をはじめとする材料中における鉄のスピン状態や酸化状態さらには結合状態に関する情報を得ることが可能です。また熔融スラグ骨材をコンクリート用骨材として利用するため、コンクリートの鉄分に依存した強度をメスbauerアースペクトルを用いて評価することがJIS規格で規定されています。



二次イオン質量分析装置 (SIMS) (AMETEK 製 SIMS, IMS 7f-Auto)

固体材料の表面分析手法としては最も感度が高く、微量(ppm~ppb)成分を深さ方向に分析が可能です。3次元の元素分布に加え、同位体分析も可能です。分析対象を、高分子等の有機物の固体材料内に存在する無機物に拡大します。月2回の頻度で装置メーカーの担当者が操作可のため、品質の高いデータを取得可能です。測定がパターン化すれば、技術専門職員による測定を実施可能です。



二次元ナノマテリアル研究総合実験施設

酸化物ナノシート、水酸化物ナノシート、酸化窒化物ナノシート、酸化グラフェン等の様々な二次元材料の合成および、それらナノシートの単層膜や自立膜を作製・評価、さらに機能評価も実施できる総合実験施設です。機能性としては、ナノシートの分子・イオン透過、光触媒活性、プロトン伝導特性の評価が可能です。本施設を利用することにより、厚さ1mmの酸化物や水酸化物ナノシート及び、超配向した透明な酸化物、水酸化物、酸化グラフェンの自立膜の作製や、これらの膜の機能性(プロトン伝導性・水分解光触媒活性・イオン透過性・水蒸気透過性能等)が評価が可能です。



電気化学走査型トンネル顕微鏡 (EC-STM) (Bruker 社製 Nanoscope V system)

当該装置は、トンネル電流の変化を画像化するSPMの1つです。

電解質溶液中で電極表面の電位変化に伴う構造変化や吸着した分子の表面におけるin situ観察が可能です。



フェムト秒レーザーシステム

100フェムト秒パルスレーザーと各種分光計測装置を組み合わせることで、物質の光機能解明を行えます。励起光は近紫外(300 nm)~中赤外(2000 nm)で可変にできるので、様々な吸収帯を持つ試料に対応できます。分光用クライオスタットが使用可能で、-196~100℃の温度範囲で測定ができます。また、高強度サブ10フェムト秒光パルス発生も可能であるので、光パルス特有の高いピークパワーを生かした加工及び材料合成なども行えます。

