

イリノイサテライトメンバーの紹介

I²CNERは、九州大学が米国イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校にサテライト機関を置き、連携する他に類のない国際研究所です。

Hydrogen Production Division: E.Ertekin, L.Martin, A.Rockett

Hydrogen Structural Materials Division: I.Robertson

Fuel Cells Division: A.Gewirth

Thermophysical Properties Division: D.Cahill

Carbon Capture and Storage Division: A.Pearlstein

Energy Analysis Division: K.Christensen, J.Stubbins

CO₂ Separation and Concentration Division: P.Kenis, D.Kyritsis

Advanced Materials Transformations Division: T.Rauchfuss

■水素製造部門 ■水素構造材料部門 ■燃料電池部門 ■熱物性部門 ■先端物質変換部門 ■CO₂分離・濃縮部門 ■CO₂貯留部門 ■エネルギーアナリシス部門

AWARDS	柳 哲雄 教授 (CO ₂ 貯留部門長 主任研究者) 2012年度 日本海洋学会宇田賞を受賞	久保田 祐信 教授 (水素構造材料部門) 2011年度 日本材料学会技術賞を受賞	辻 健 准教授 (CO ₂ 貯留部門) 第125回(平成23年度秋季) 学術講演会優秀発表賞を受賞	陣内 浩司 特任教授 (水素製造部門) 第57回(平成24年度) 日本顕微鏡学会賞(瀬藤賞)を受賞
--------	--	---	---	--



「世界トップレベル研究拠点プログラム(WPI)」は、高いレベルの研究者を中核とした世界トップレベルの研究拠点を形成するため、文部科学省が2007年度より開始した事業です。第一線の研究者が世界から多数集まってくるような、優れた研究環境と極めて高い研究水準を誇る「目に見える研究拠点」の形成を目指しています。

I²CNER 九州大学 カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所 (I²CNER)
低炭素社会の実現に向けて、水素エネルギー利用とCO₂の回収・貯留に関する課題を、原子レベルから地球規模の科学の融合により解決する研究拠点です。

JAIMR 東北大学 原子分子材料科学高等研究機構 (JAIMR)
物理学、化学、材料科学、バイオエンジニアリング、電子・機械工学の領域を融合させ、革新的な機能性材料を創製・開発します。さらに、材料科学の統一の学理的創成のため、2011年度より数学ユニットが加わり、国際材料科学研究拠点の形成を目指しています。

iFReC 大阪大学 免疫学フロンティア研究センター (iFReC)
様々な生体イメージング(画像化)の技術と免疫反応を予測する生体情報学を用いて、体を病原体から守る免疫システムの全貌解明を目指す新しい免疫学の研究拠点です。

MANA 物質・材料研究機構 国際ナノアーキテクトニクス研究拠点 (MANA)
最先端のナノテクノロジーを革新した材料開発の新しいパラダイム(ナノアーキテクトニクス)のもと、画期的な材料を開発する研究拠点です。

iCeMS 京都大学 物質-細胞統合システム拠点 (iCeMS)
細胞科学と物質科学を統合した新たな学際領域の創出を目標とし、幹細胞研究 (ES/iPS細胞など) や分子科学を進展させ、医学・創薬・環境・産業に貢献する研究拠点です。

IPMU 東京大学国際高等研究所 カブリ数物連携宇宙研究機構 (Kavli IPMU)
数学、物理学、天文学等の研究者が集まり、宇宙の始まり、進化の解明など、宇宙の謎に迫る研究拠点です。

編集後記
■ I²CNERでは、さまざまなイベントを開催しています。詳しくは <http://i2cner.kyushu-u.ac.jp/ja/results/seminar.php> (I²CNERのイベント情報)
■ I²CNER で 検索
■ 暑い夏も終わり、過ごしやすい季節となりました。月日の過ぎる早さを実感するとともに、取材・編集を通して、日進月歩の先端技術を目の前に、子供の頃にあったような探究心をついまでも持ち続けることの大切さを感じております。毎号お届けしております研究部門紹介が一巡しましたが、「Hello! I²CNER」では、引き続き世界トップレベルの研究室を紹介していく予定です。皆さまからのご意見・ご感想をお待ちしております。

Hello! I²CNER vol.5 September 2012
[発行] 九州大学 カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所 (I²CNER)
〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡744 PCNER支援部門(九州大学伊都キャンパス)
Tel. +81-(0)92-802-6935 Fax. +81-(0)92-802-6939
Email: wpinewsletter@i2cner.kyushu-u.ac.jp
URL: <http://i2cner.kyushu-u.ac.jp>
[編集・デザイン] 株式会社 石田大成社 [カメラ] 入江 修
[企画・編集] PCNER支援部門(花村 美香・藍谷 早苗)

九州大学から世界へ。カーボンニュートラルな社会へ向けた研究活動をご紹介します! | ハロー! イスナー | SEPTEMBER 2012

Hello! I²CNER

International Institute for Carbon-Neutral Energy Research

vol.5

I²CNER 燃料電池部門 主任研究者 中嶋 直敏教授

佐賀県立唐津高等学校 1年 山添 有紗さん

I²CNER 水素製造部門 主任研究者 高原 淳教授

佐賀県立唐津高等学校 1年 大宅 匠さん

佐賀県立唐津高等学校 1年 中村 奏水さん

佐賀県立唐津高等学校 1年 眞崎 加奈子さん

01 特集 I²CNERの輝く女性研究者

先端物質変換部門 主任研究者 山内 美穂准教授

水素貯留部門 主任研究者 松田 潤子助教

ともにすばらしい恩師や上司とのめぐり会いをきっかけに、研究者の道へ進まれた山内先生、松田先生。飾らない言葉の中に、研究への熱い思いが込められています。

世界で最初に自分が何かを発見できる!!

山内 小学・中学生の頃は、バレーボールに夢中でした。弱小チームでしたので、とにかく一勝したいという思いでした。また、子供の頃から、理数系が好きで、「実験」という言葉に惹かれていました。もともと、研究者への憧れがあり、高校卒業後は大学へ進学しました。しかし、学生生活が順調だったというわけではありません。挫折もありました…。そんな時、一人の恩師と出会い、「誰も発見できなかったことが何かを、世界で一番最初に発見できる研究の魅力」を教わりました。

松田 私は群馬県の田舎で育ちましたので、子供の頃から、自然を観察することが好きでした。セミのさなぎが羽化する様子や、夜中に月食を観察して過ごしたことを覚えています。修士号取得後、企業へ就職し、財団法人へ出向になりましたが、そこで出会った上司の影響を受け、研究者の道を志しました。

自然の摂理に触れることが研究の醍醐味!!

松田 私は、電子顕微鏡を使って研究をしています。自然の摂理を解明すると言ったら大袈裟かもしれませんが、原子の並んでいる様子を実際に見ることができたり、原子や電子が働き合うことで物質の機能が生まれている、そういう現象に触れることは研究の醍醐味ですね。

山内 しかし、研究者というのは苦勞も

**先端物質変換部門
主任研究者・准教授**

山内 美穂

Associate Prof.
Miho YAMAUCHI



1996年筑波大学第一学群自然科学化学専攻卒業。2001年筑波大学大学院博士課程化学研究科専攻修了。博士(理学)取得。2001年筑波大学文部科学技官(準研究員)、2003年国立大学法人九州大学大学院理学研究センター(助教)、2008年北海道大学触媒化学研究センター准教授。2012年1月より現職。

研究内容

二酸化炭素を環境中に排出しないエネルギーサイクルを実現するために、鉄などの卑金属を用いた触媒開発の研究を行っています。具体的には、新しい構造をもつ合金ナノ粒子を作製し、それらを用いて高性能触媒を開発する研究を行っています。

多いですね。松田先生はどうですか？
松田 私は苦勞だと思ったことはないですね。好きなことをやらせてもらっているの。
山内 なるほど。私は、せっかちな性格なので、

特集 I²CNERの輝く女性研究者

I²CNER Researchers' Talk

研究者対談

山内 美穂 准教授 × 松田 潤子 助教

すぐに結果を求めてしまいます。それでも、色々なことを考え、悩み、遠回りをして、ようやく最後の結果にたどりついたときは、研究を続けてよかったなと思います。

女性研究者の本音

松田 正直、研究者として「女性」であること

を意識することはありません。男性も女性も同じように、環境に応じて色々な事情があると思います。また、生活の大半を仕事に費やさなければならないのは、職業を持つ女性全般に言えることです。

山内 そうですね。研究者に限らず、プライベートと仕事の両立は容易ではないですね。

松田 プライベートと研究を両立するためには、ストレスをためないことが一番ですね。私は、大濠公園でジョギングをしたり、加圧トレーニングをして気分転換をしています。

山内 今までにない性能や結果を出せる新しい材料を作りたいです。

松田 私も新しい材料に挑戦したいと考えていました!

山内 昔からある材料を使っている限り、知られている限りの結果しか出せませんからね。

私は、多くの人に支えられ、研究者の道を歩んできました。自分一人の力では、絶対にここまでできませんでしたが、一つ一つの出会いにとても感謝しています。「研究は無機質なイメージですが、人と人のつながりがとても重要で、温かい世界なんですよ。」



山内 准教授

新しい材料への挑戦!!

山内 私は、寝ても覚めても研究のことばかり考えています(笑)。でも、打ち込めることがあるって、幸せなことですよ。

松田 そうですね。では、山内先生は、今後、I²CNERでどのような研究に取り組みたいとお考えですか？

**これから研究者を目指す
学生のみなさんへ Message**

研究者と言っても、大学だけではなく、企業で研究をしている女性もいます。女性にとっての社会環境はだんだんよくなってきているので心配いりません。疑問に思ったり、おもしろいと感じたりしたことを大切に、楽しい学生生活を送ってくださいね。



松田 助教

水素貯蔵部門 助教

松田 潤子

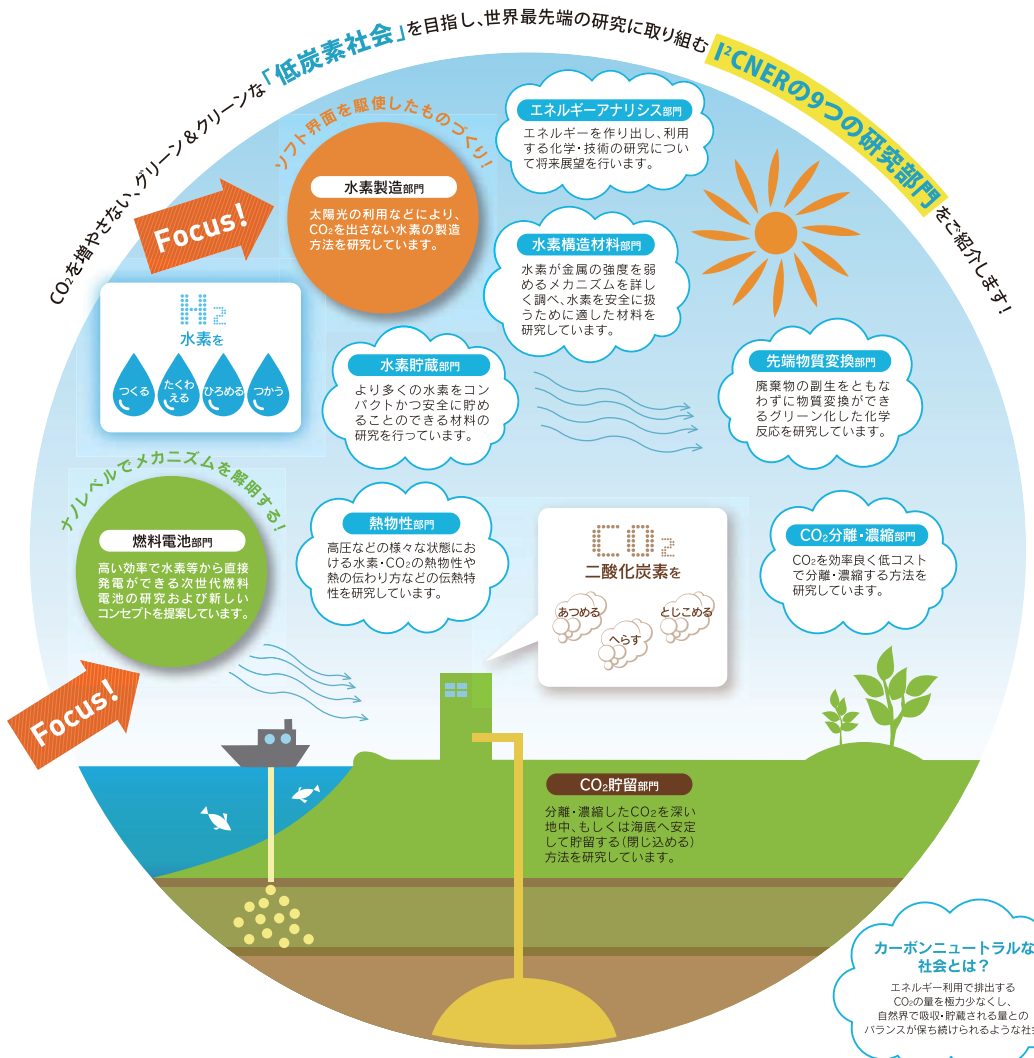
Assistant Prof.
Junko MATSUDA



1991年京都大学理学部卒業。1993年京都大学大学院理学研究科修士課程化学専攻修了。日本カイン(株)在籍中、(財)フライングセラミックスセンター(出向)、東京大学大学院工学系研究科(研究員)、(財)国際超電導産業技術研究センター-超電導工学研究所(研究員)を経て、2007年産業技術総合研究所エネルギー技術研究部門(研究員)、2011年4月より現職。2003年博士(工学)取得。

研究内容

水素貯蔵材料について、主に透過電子顕微鏡を使って、水素が材料中に入ることによって乱される原子の配列を観察しています。材料の構造をコントロールすることで、多くの水素を吸収・放出できる合金を開発し、燃料電池自動車の水素燃料タンクなどへの応用を目指しています。



高校生がI²CNERの高原教授と中嶋教授を訪ねます。

Interviewers インタビュアー



水素製造部門 高原 淳 教授

Hydrogen Production, Prof. Atsushi Takahara
九州大学 カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所 (ICNER) 主任研究者

自然界に学ぶ高分子化学
— 異分野融合が未来社会を支える —



水素製造部門

高分子とは?
小さな分子(低分子)が化学反応で結合(重合)して長いひも状の分子になったものをいいます。これらは主に医薬品や水素からなる原子の鎖でできています。低分子は分子同士が離れていて勝手に動いている状態なので、不安定で弱い。一方、高分子は、分子が並んで手をつないでいる状態なので、強いシートや繊維でも安定で強い性質を示します。

高分子
分子が並んで手をつないでいる状態

低分子
分子同士が離れていて勝手に動いている状態

安定 強い
不安定 弱い

「高分子」時代の到来

高原 19世紀は第一次産業革命に代表されるように金属系材料(ハードマテリアル)の時代でした。20世紀になると「高分子」と呼ばれる新しい材料(ソフトマテリアル)が注目されるようになり、私たちの生活を豊かにする色々なものが生まれました。例えば、ペットボトル、ゴム、化学繊維、さらにはタンパク質やDNAまでもが「高分子」です。このように、見た目はまるで違いますが、身の回りにはたくさん「高分子」が存在しています。低炭素社会を実現するために、私たちは、分子レベルで緻密に設計された高分子材料を使って、未来社会を支える次世代型高分子材料の創成に取り組んでいます。

高分子の表面や界面にせまる

高原 私たちが着目しているのは、高分子材料の表面です。実は、この表面こそがさまざまな材料の性質や機能を大きく左右する

と言っても過言ではありません。表面の特徴を示す一例として、水道の蛇口から水滴がポタポタ落ちるとき、水滴が丸くなるのを見たことがあると思います。これは、水滴の表面積をできるだけ小さくしようとする力「表面張力」が働いているためです。他にも、コンタクトレンズを目の中に入れてもゴロゴロしない理由やスマートフォンの指紋付着防止シートは、表面の親水性や撥油性と大きく関係しています。ですから、高分子の表面や界面を操ると言うことは、新しい材料を作るうえで大変重要なことです。**大宅** どうして表面に着目しようと思ったのですか?

高原 私の学生時代の研究は、色々な高分子材料の疲労寿命測定でした。人工心臓に使うポリウレタン膜の研究を進めていた頃、血管の内側の表面は、血液を固まりにくくする効果があるのではないかと考えたことがきっかけで、高分子材料の表面の性質を研究し、自在に制御したいと考えるようになりました。

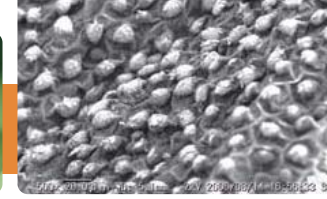
自然界に学ぶ

高原 表面や界面の働きは自然界にも見られます。例えば、蓮や里芋の葉の表面に水滴を落とすとコロコロ転がり落ち、汚れを巻き込んで葉を綺麗にします。これは、葉の表面に存在する細かなワックス層の凹凸に空気が溜まって水を強力に弾くためです。他にも、虫こぶに住むアブラムシは、甘くてぬっとりとした蜜を自ら分泌するワックスで覆って球状の液体ビー玉にして運びます。私たちは、このような自然界で利用されているさまざまな表面や界面の働きを高分子材料で再現する研究を進めています。

榎垣 勇次 助教
(九州大学先端物質化学研究所 分子集積化学部門)



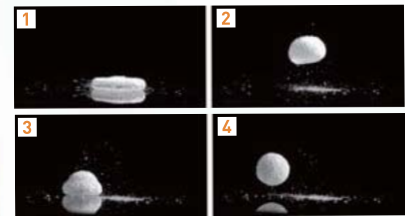
里芋の葉の表面の水滴



里芋の葉の表面の顕微鏡像

水と弾く微粒子を用いた液体ビー玉

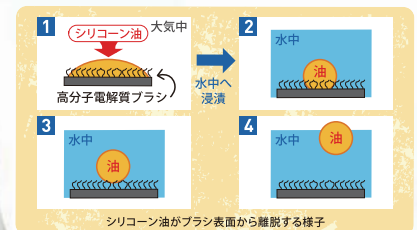
高原先生 私たちは、疎水性の高分子微粒子を作りました。この粒子で水を覆うと液体のビー玉を作ることができます。この液体ビー玉は、微粒子が水を弾くため、液滴なのに水に浮き、基板の表面を濡らさず、落としてもゴムボールのように弾みます。また、磁石の粉を溶かした液体で液体ビー玉を作ると、磁石のエネルギーを使って自由に動かすことができます。このように、包み込む液滴の種類を変化させたり、得られた物質の性質を調べ、より環境に優しい材料の生成に取り組んでいます。更なる材料研究を進め、将来的には、貯蔵容器や液滴輸送材料として応用展開していきたいと考えています。



疎水性高分子微粒子で覆われた液体ビー玉が弾む様子

高分子電解質ブラシによる防汚特性

榎垣先生 固体表面から直接、水と非常に仲の良い高分子のヒゲ(ポリマー)を成長させ、ナノオーダーのポリマーブラシ薄膜を形成すると、高い親水性が実現します。下図は、高分子電解質ブラシ表面にシリコン油をのせ、そのまま水中へ浸漬させたときの油滴の形状変化を示しています。大気中ではシリコン油はブラシの表面に濡れ広がります。しかし、このブラシ基板を水中に入れるとシリコン油は速やかに球形となり、ブラシ表面から離脱し浮上します。超親水性の高分子電解質ブラシが油よりも水との接触を好むため、油がブラシ表面との接触面積を最小にするように真球状に変形した結果です。



シリコン油がブラシ表面から離脱する様子

低炭素社会の実現に向けて

中村 先生の研究は、今後どのような分野への応用が期待されていますか?
高原 まだまだ未知の部分が多い分野なので、それぞれの物質がどのような可能性を秘めているのか、ひもとく必要があります。蓮の葉にみられるような撥水性に優れた材料を作ることができれば、自動車のワイパーがいらなくなるでしょう。それだけでも、

エネルギーが使われなくなるので、CO₂削減の強力な武器になります。他にも、発電所の冷却水管などに親水性の高分子ブラシを応用し、フジツボなどの生物の付着を防ぐことで発電効率が上がり、環境への負荷を低減できます。加えて、メンテナンスにかかる費用も抑えることができます。このように、表面を自在に設計することで、さまざまな低炭素社会材料への応用が期待されています。

Let's try!!

液体ビー玉が、切っても元の形に戻って、水に浮くなんて驚きです!

油が濡れ広がったり、球状になるのは、ブラシと油の表面張力の大きさが関係しているんですね!

疎水性高分子微粒子を使った液体ビー玉の作製

ポリマーブラシによる油液形状変化の検証

学生の皆さんへメッセージ

高原 小中高生の頃は、電子工作が好きで、ラジオや無線機などを作ることに夢中でした。化学や物理、生物の境界はなくなってきています。化学、物理、数学の基礎を身につけるとともにさまざまな分野に興味を持ち、たくさん本を読むといいでしょう。そうやって柔軟な思考を身につければ、将来とても役に立ちます。また、大学に進学すると、色々な人たちとディスカッションをする機会が増えます。特にこれからの時代は、英語で自分の考えを伝えるコミュニケーション能力が要求されますので、しっかり身につけてください。



燃料電池部門 中嶋 直敏 教授

Fuel Cells, Prof. Naotoshi Nakashima

九州大学 カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所 (ICNER) 主任研究者

広がる可能性 — 夢の新素材! —



燃料電池部門

フラーレン
1985年、当時サセックス大学教授のハロルド・クロー博士、ライス大学のリチャード・スモーリー博士及びロバート・カール博士は、炭素原子60個からなるサッカーボール状の構造をもつ物質「フラーレン(C₆₀)」を発見した。この発見が、後の「カーボンナノチューブ」発見に大きく影響する。

カーボンナノチューブ
1991年、NEC特別主席研究員の飯島澄男博士が実験中に、炭素物質から炭素原子でできたナノサイズのチューブを発見し、「カーボンナノチューブ」と命名。以後、世界中で「カーボンナノチューブ」が注目されるようになった。

“ナノテク”は 21世紀の科学のキーワード

ナノテクノロジー*は、21世紀のさまざまな産業を支える基盤あるいは科学技術として大きな将来的価値が期待されています。ナノテクノロジーによる豊かな未来を創るためには、技術的側面だけではなく、環境への影響や安全性などの社会的側面にも目を向け、環境調和型で持続可能な社会の実現に向けた取り組みが求められています。

驚異の新素材 “カーボンナノチューブ”

ナノテクノロジーを象徴する素材として最も注目を集めている材料の一つがカーボンナノチューブ(CNT)です。カーボンナノチューブは、炭素原子によって作られる六角形が連なることによってシート状(グラフェンシート)になり、それを丸めて筒状にしたような構造のことをいいます。【黒板参照】

カーボンナノチューブの直径は、1nm(ナノメートル)、人間の毛髪の1/10万ほどの細さで、長さは数μm(マイクロメートル)、すなわち、1/1000mmほどのとても小さな物質です。軽量ながら、鋼鉄の数倍の強度をもっており、しなやかで高熱にも強い素材です。その上、銀よりも電気を通しやすく、また、ダイヤモンドよりも熱を伝えやすい、まさに驚異の新素材です。私たちの身近にある炭素といえば、鉛筆の芯やダイヤモンドが挙げられます。鉛筆の芯は、グラフェンシートが幾重にも重なった「グラファイト」構造になっており、鉛筆で文字が書けるのは、このグラフェンシートの層が剥がれて紙に付着するからです。一方、ダイヤモンドは、炭素原子によって作られた六角形がピラミッド構造になっており、上下左右の結束がとても強く働いている固くて丈夫な物質です。つまり、炭素は炭として人類と共に歩んできた古い材料ですが、炭素原子の並び方や構造を変えることによって、今なお新しい可能性を魅せてくれる古くて新しい材料なのです。

私たちは、カーボンナノチューブを究極の素材として捉え、開拓を進めています。

次世代燃料電池を目指して

山添 将来、カーボンナノチューブがどういうことに使われたいと思いますか?
中嶋 やはり燃料電池ですね。皆さんは、水の電気分解で水素と酸素が生成することを知っていますよね?
全員 はい、知っています。

中嶋 その水素と酸素を使って水を生み出すプロセスで生まれるエネルギーを利用する



のが燃料電池です。燃料電池で使用される水素は、地球上で豊富に存在し、かつ水以外の廃棄物を出さない究極のクリーンエネルギーなのです。地球のエネルギー問題を解決する救世主として期待されています。藤ヶ谷 現在、実用化されている多くの燃料電池は、高い発電効率を得るために電極触媒として非常に高価で希少なプラチナ(白金)を使用しています。そこで、私たちは、カーボンナノチューブの特性でもある、非常に電気を通しやすく、ファイバー状の構造に着目し、白金の微粒子をカーボンナノチューブに付着させ、燃料電池の触媒として用いる研究を進めています。

世の中にはまだまだ知られていない物質が数多く存在します。皆さん、一緒にその謎を解明していきましょう!!

藤ヶ谷 剛彦 准教授
(九州大学 工学研究院 応用化学部門)

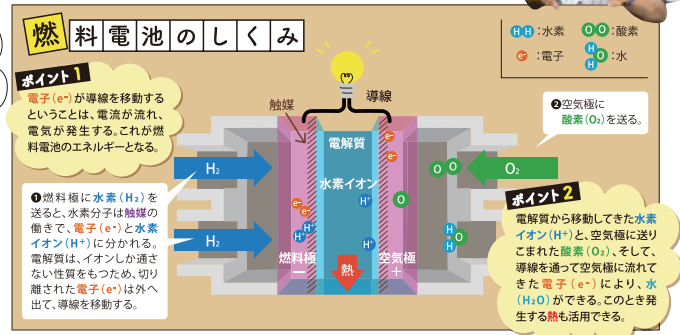
目指せ! 世界最強素材!!

中嶋 カーボンナノチューブは、燃料電池に限らず、電子部品の素材にも使われるでしょう。そして、私たちは、現在、最強のファイバーとカーボンナノチューブのハイブリッドによる史上最強のナノファイバーの開発もはじめました! 類似の構造をもつカーボンファイバー(カーボンナノチューブより直径が約1000倍と大きく、マイクロサイズのファイバーである)は、スペースシャトルやボーイング767のような最新鋭機の材料にも利用されています。今後さらにさまざまな用途への応用が期待されています。

新発見は「偶然」から生まれる

大宅 たくさんの実験の最終目的は何ですか?

中嶋 いい質問ですね。大学の研究は基礎基盤研究ですが、21世紀の科学技術を支える新しい素材の開発、つまり「世の中に役立つ研究」が目標です!!
中村 自分たちが新しく作り出したものが、世の中に出るのはどんな気分ですか?
藤ヶ谷 みんなの役に立てるかもしれないと思うと嬉しいです。
眞崎 中嶋先生は、学生の頃どういうことに興味があつてこの道を選ばれたのですか?
中嶋 化学が好きで、化学反応で違うものが生まれることに興味がありました。その



世の中の全ての物質が原子からできていることを身を持って感じました。研究で新しいものが作られ、これからさらに世の中が変わっていくと思うととても驚きました。

化学は、物理学・数学・生物学など色々な分野が融合して成り立っているものだと思います。また、九州大学は施設が作られ、これからさらに世の中が変わっていくと思うと、世界の研究は日々進歩していることを実感しました。

みなさん!!
インタビューをしてみよう!
どうでしたか?

今日の先生のお話を聞いて、自分の興味のある教科も苦手な教科も精いっぱい頑張つて勉強しようと思いました。九州大学のようなところで、勉強したいです。

今日は、最先端の技術をたくさん見ることで、すごくおもしろかったです。未来って楽しそうだなと思いました。これから色々な分野を勉強して、自分の夢に近づけるように頑張ります。

中村 奏水さん
大宅 匠さん
眞崎 加奈子さん
山添 有紗さん

