

# OCARINA通信

The OCU Advanced Research Institute for Natural Science and Technology

## —特別企画—

人工光合成研究センター開所記念

～アジアバイオ水素国際学会(ABHL)/生体および生体模倣による  
太陽エネルギー変換に関する国際会議(ISEC)の開催実行委員の対談～

## —Topics—

CO2プロフェッサー 山下栄次(富士化学工業)

「次世代水素エネルギー社会の実現に向かって」

CO2プロフェッサー 神谷信夫 教授

「COITプロジェクトにあたって」

## —研究紹介—

天塚 夏教授

「新しい燃料生成技術「人工光合成」を実現するための「触媒」の重要性」

藤井 律子 助教授

「光合成の集光機構と人工光合成」

中谷 枝生子 チュニムアトラック特任准教授

「腸虫の神経突起除去機構の発見」

廣生 隆勝 チュニムアトラック特任講師

「ヒドロゲルのナノ手術によって人工筋肉、人工生体組織を構築する」

## —活動情報—

OCARINAセミナー

平成25年度大宮市立大学 複合先端研究機構 (OCARINA) 年次国際会議

アジアバイオ水素国際学会(ABHL)/生体及び生体模倣による  
太陽エネルギー変換に関する国際会議(ISEC)

外部資金獲得状況

発行 2013年  
12月15日

# Vol.3

## ■特別企画 人工光合成研究センター開所祈念

### ～アジアバイオ水素国際学会(ABHL)／生体および生体模倣による太陽エネルギー変換に関する国際会議(iSEC)の開催実行委員の対談～



2013年6月18日に人工光合成研究センターが開所して5カ月が経った11月に、三宅先生のご尽力により大阪市立大学で国際会議を開催しました。この国際会議の開催にいたった経緯と今後の人工光合成研究センターの運営について、関係者7名(右から木下勇、神谷信夫、大倉一郎、三宅淳、南後守、天尾豊、松岡雅也、藤井律子(敬称略)による座談会をお届けします。

#### 人工光合成の応用研究と、バイオ水素の出口戦略。

**神谷教授**／人工光合成研究センターでは、以前から我々が母体になっている複合先端研究機構における光合成・人工光合成研究を受け、その実用化一步手前の応用研究を“産学連携”で行いたいと考えております。今回、三宅先生が中心に取り組まれている「アジアバイオ水素国際学会」と連携して、私どものアクティビティの紹介を行わせていただきました。今回で何回目の会議でしたか？

**三宅教授**／8回目になります。

**神谷教授**／大したものですね。私はバイオ水素は門外漢ですが、会議を拝聴しているとエコロジーとの関係で、スモールコミュニティという立場では実用目前にまで来ているという印象を受けました。アジアの多くの方々の発表を聞いていると、アクティビティが高く、やはりアジアが光合成の立場で非常に良い環境であるということを感じます。それぞれの拠点で水素の社会を実現するというのは、すぐ目の前の目標だということが、今日の座談会で何らかの形で表現できればと思っています。

**三宅教授**／ありがとうございます。バイオマス生産においては、アジアは群を抜いて生産量が高いので、当然、ここでやらなければいけない仕事だと思います。

**木下教授**／この国際会議では、そうしたバイオマス生産とバイオ水素が競合する姿が見えてきますね。

**三宅教授**／競合というより、表と裏です。バイオマスをどういうエネルギーとして利用するか。バイオマスそのものでも良いし、水素やメタンとしても良いと思います。そこに区別はないんですね。水素はある種の高度な化学品でもあるので、どうやってその時代にマッチさせていくシステムをつくるかというところが、今後の課題だと思っています。

**神谷教授**／バイオ水素の出口戦略はどのようなものでしょうか？例えば、スモールコミュニティベースで何らかのコントロールセンターを中心に配し、その周りにバイオマスからあるいは廃棄物などから水素を出すいろいろな施設があり、それらを中央でコントロールしているというイメージでしょうか？

私たちのように人工光合成のことを考えておりますと、砂漠は一つのターゲットだと思っています。しかしバイオ水素は、非常に大きなエリアを使って非常に大きな規模の施設で燃料を生産するというイメージとは、逆な立場で進んでいるのでしょうか？

**三宅教授**／実は、二つの全く異なるアプローチがあります。神谷先生がおっしゃったように砂漠を使う考え方や、ブラジルのように巨大な量のバイオマスがエタノールプ



### profile

大阪市立大学 複合先端研究機構 教授

**神谷 信夫** かみや のぶお

高エネルギー物理学研究所／放射光実験施設客員研究員、理化学研究所副主任研究員、理化学研究所播磨研究所（大型放射光施設SPRING-8）研究技術開発室室長を経て、2005年から大阪市立大学理学研究科教授。2010年から複合先端研究機構専任教授。

### profile

大阪大学 基礎工学部 教授

**三宅 淳** みやけ じゅん

1980年大阪大学理学研究科博士課程修了。理学博士。通商産業省・工業技術院・産業技術融合領域研究所・首席研究員を経て(独)産業技術総合研究所(工技院改組)、ティッシュエンジニアリング研究センター長、セルエンジニアリング研究部門長を歴任。2009年4月より現職。この間、東京大学工学研究科招聘教授、京都大学再生医科学研究所客員教授、大阪大学医学系研究科未来医療開発専攻客員教授等を併任。

研究内容：幹細胞を用いた再生医療、医療・生体機能支援ロボット、バイオエネルギー等 科技厅長官賞、通商産業大臣賞、国際エネルギー学会・Akira Mitsui記念賞等を受賞。国際エネルギー機関・水素実施協定(IEA-HIA) Annex 21議長(2005-2010)。趣味は自転車、現代美術鑑賞。



プロジェクトで出てくると、そこで大量処理するというプロジェクトもあります。もう一つは、スモールコミュニティで少量ながら毎日毎日同じように生産されるものを使うという戦略です。極端に異なる二つのアプローチが共存するのが、面白いところ。

光合成というのは、基本的にはエンタルピー的なゲインを求める反応ですが、規模を拡大すると、生産物であるバイオマスを集めて来るところにコストが掛かり過ぎてしまうんですね。毎日の生活の中で自然に集まるバイオマスを使うこともエントロピー制御につながります。

**神谷教授**／はい、そうだと思いますね。

**三宅教授**／そのため、コミュニティで自然にバイオマスが動いている中に置くというのが、小規模システムの特徴です。エンタルピーではなくエントロピーを重視した技術という新しい形のものになるだろうという点で、革新性があるのではないかと思います。

**バイオ水素の研究に対して大阪市立大学ができること。**

**木下教授**／大倉先生、このバイオ水素に対して、大阪市立大学はどんな風にかかわっていけるとお考えでしょうか？

**大倉教授**／私もバイオ水素には非常に興味があります。特に水素発生触媒であるヒドロゲナーゼを随分前から研究してきました。ヒドロゲナーゼという酵素は、適当な電子供与体があると水のプロトンに電子を与えて水素を発生するという触媒です。緑色植物の場合は、まず光合成で水を分解して酸素を発生し、還元力となる電子が欲

しいわけですね。そこで普通は電子伝達体を經由してカルビンサイクルに入ります。しかし、その電子伝達体の途中から電子をヒドロゲナーゼの方に渡せば、水素が出る。つまり、ヒドロゲナーゼ系と光合成系とを組み合わせれば、水の完全分解ができるのです。

ところが、水素と酸素が同時発生するとヒドロゲナーゼは失活してしまうなど、いろいろ難しいところがあるため、系を分けないとうまくできません。現在の地球は酸化的雰囲気中で酸素がたくさんある状態ですから、生物は光合成をして不要な酸素を輩出し、還元物が欲しい状態です。一方、地球が還元的雰囲気だった時の太古の微生物は、酸化力が欲しくて還元力が不要。ヒドロゲナーゼは、そうした太古からいた生物に含まれている酵素で、水素などの還元力を輩出していました。そのため、このような系と組み合わせれば、水素が取れるのです。最終的には水の完全分解が好ましいと思いますが、電子供与体さえあれば、バイオ系をうまく用いて水素を発生させるということも可能です。

私たちは、別のバイオ燃料にも興味を持っています。例えば、メタノールです。これはCO<sub>2</sub>やメタンをすべてメタノールにしようというものです。今のような水素ができれば、メタン菌でCO<sub>2</sub>をメタンにすることができます。さらに、メタン資化細菌に含まれるメタンモノオキシゲナーゼという酵素によって、メタンからメタノールができます。メタン資化細菌というのは、メタンを唯一の炭素源として生育する微生物です。つまり、自分の体をつくる炭素源もメタンであり、エネルギー源もメタン。メタンを酸化してメタノールにしても自分の体の中に欲しいわけですが、それを少し工夫して、メタノール酸化のパスを止めれば、メタノールができるということが分かっています。メタノールとして取り出しても良いです

## ■特別企画



### profile

大阪市立大学 複合先端研究機構 特命教授  
**大倉 一郎** おおくら いちろう

プリンストン大学博士研究員を経て1974年に東京工業大学工学部助手就任。同大学助教授を経て1988年より同大学教授。1990年同大学生命理工学部を創成。その教授となる。東京工業大学評議員、研究科長、学部長、経営協議会の委員を歴任し、2007年より同大学の理事/副学長。2011年に同大学名誉教授。2013年7月より大阪市立大学特命教授。



### profile

大阪市立大学複合先端研究機構 教授

**天尾 豊** あまお ゆたか

1997年3月東京工業大学大学院生命理工学研究科博士課程修了 博士(工学)。財団法人神奈川科学技術アカデミー研究員、航空宇宙技術研究所(現JAXA)研究員、大分大学工学部講師、助教授、准教授を経て2013年4月から複合先端研究機構教授。2010年4月から科学技術振興機構さきがけ研究者兼任。

し、工業的にはジメチルエーテルのようなものが良いですね。ガソリンにそのまま混ぜられますから。

**新任メンバー2名が加わり、研究の幅が広がっていく。**

**木下教授**／複合先端研究機構の本年度のトピックスとしては、4月から新たに2名のメンバーが増えました。メタノールの生産を実行くださる天尾先生と、いろんなことを探索していく藤井先生です。天尾先生、藤井先生、何か今のことに関連して一言いただけますか。

**天尾教授**／大倉先生のお話にあったような、CO<sub>2</sub>からメタノールを光エネルギーでつくるといった研究を昔からしています。水素ガスを使わずに水素イオンと電子を使ってCO<sub>2</sub>を還元して、メタノールをつくるというところに注目。最終的にはジメチルエーテルでも良いと思いますが、メタノール燃料としてのポテンシャルを、もう少しアピールする必要があるかと思っています。

人工光合成でメタノール燃料を生産することは、人工光合成研究センターのロードマップにも書かれているように2030年までに実用化できればと思っています。現状では、光エネルギーでCO<sub>2</sub>をメタノールに変えるシステムは、私の持つ技術しかないので、なんとか実用化へ向けた研究を進めていきたいと思っています。

もう一つは水素発生です。水を分解して酸素と水素をつくるというのは非常に魅力的ですが、光エネルギーを使うために有機色素分子を使うといろいろと難しいところがあります。ただし、例えばデンプンやセルロースのようなバイオマスをうまく還元力として使えば、有機色素分子を利用した水素発生反応につながられます。水素の利用という点で三宅先生とよくお話しているのは、水素をつくるだけではなく、次にどのようにして使えるか、

燃料電池に直結させて発電するとか見える形にしていきたいと思っています。

**藤井准教授**／私は天然の光合成において光を集めるアンテナというメカニズムに興味を持って物理化学、分光学的な研究をしてきました。天然の光合成生物は、極めて光束密度の薄い太陽の光を集めて光反応中心にもっていくことで光合成を駆動していますが、この光を集めるメカニズムというのは、まだ巧妙過ぎて完全に理解されているとは言い難い部分があります。

その部分のメカニズムをなんとか人工系につなげることができないのかというリンクを、これからやっていければいいという心意気で、参加させていただいております。今までは基礎的な研究が中心でちょっと世界が狭かったと感じていますが、今後はもう少し広い視野から「現実にはどういう状況まで来ているのか」「代替エネルギーの“代替”はどの程度何を代替していくべきか」といった現在模索されているエネルギー問題に注目していきたいと思っています。自分にできる基礎的な研究からスタートし、それを、エネルギー問題といった社会的なニーズへどうつなげていくのかというところを考え、今後もかかわらせていただきたいと思っています。

**大阪府立大学の松岡教授が取り組んでいる  
光触媒の研究。**

**木下教授**／さて松岡先生、今回の国際会議では組織委員だけでなく招待講演もお願いしておりますが、一つご意見をいただければと思います。

**松岡教授**／これまで安保教授と協力し、無機酸化物系の



### profile

大阪市立大学複合先端研究機構 准教授

**藤井 律子** ふじい りつこ

2001年3月関西学院大学 理学部博士課程後期課程修了 博士(理学)。日本学術振興会特別研究員(PD)、関西学院大学理工学研究科・大阪市立大学新産業創成センター・同大学理学研究科にて博士研究員を歴任し、同大学複合先端研究機構 特任准教授を経て2013年4月から現職。2011年10月から科学技術振興機構さきがけ研究者(兼任)。



### profile

大阪府立大学 工学研究科 教授

**松岡 雅也** まつおか まさや

1997年3月 大阪府立大学 工学研究科博士後期課程修了 博士(工学)。パリ第6大学化学系博士研究員を経て1998年1月に大阪府立大学工学研究科助手に着任。その後、同大学工学研究科講師、准教授を経て2010年4月から現職。専門分野は、触媒化学、光化学、物理化学。

光触媒を用いて太陽光エネルギーを化学エネルギーに変換する研究に取り組んできました。光触媒ですが、光エネルギー変換という観点から特にアジアでの研究の層が厚くなっており、光触媒で水から水素をつくる研究が盛んに行われています。しかし、今はまだ、粉末系の光触媒を使って水を分解して水素と酸素を発生させるという反応が主流。そのため、できた水素と酸素をいかに分離するかということが、重要なポイントになります。また、酸化チタンのような光触媒を用いる場合は、まだ紫外光しか利用できず、いかにバンドエンジニアリングを行って可視光に応答するような光触媒をつくるかということも重要です。

私どもの研究室では、スパッタ法を用いて、酸化チタンの酸化数をモディファイすることで可視光に反応できるような薄膜状の酸化チタンをつくり、それを電気化学的な反応セルに組み込んで、水から水素と酸素を分離して生成できるシステムを構築しています。難しいのは、4つの電子が絡む反応を起こして酸素を発生させる酸素生成系です。天然の酵素とか光合成の中で巧妙に用いられている酸化触媒を水分解の酸素生成系に用いることができれば、研究の幅が広がり、飛躍的な活性の向上が図れると考えています。

あとバイオ水素という観点では、どこから還元力を持ってくるかということが重要になります。府立大学には植物工場がありますので、この植物工場から出てくる有機廃液を還元力として光触媒で水から水素を生成し水素を出し、同時に出てくるCO<sub>2</sub>を植物工場の方に戻して光合成の効率をアップさせるというような形で、CO<sub>2</sub>ニュートラルな水素生成系を構築できたらと考えております。このほか燃料電池のように電極系を組んで光触媒で有機物を分解しながら電力を取り出すシステムの研究

も進めております。こういった観点の研究からご協力させていただければと思っております。

**三宅教授**／工業原料としての水素という問題も重要です。大倉先生がきれいにまとめてくださいましたが、光という非常に不安定なエネルギー源を生物が利用するためには、何らかの化合物にしなければいけない。それが光合成でバイオマスだったのです。バイオマスはエネルギーの貯蔵物質のため安定性があります。それをさらに互換性の高い水素という形に変えたら、化学原料、エネルギーとして社会全体において大きな価値を持つことになります。

**神谷教授**／それが、これからのターゲットですよ。

**文部科学省 COI STREAM のトライアル採択を受けて。**

**木下教授**／つい先日、大阪市立大学は、文部科学省の事業であるCOI STREAM(革新的イノベーション創出プログラム)に、COI-T(トライアル)「次世代水素エネルギー社会の実現」拠点として、採択されました。そして、私たち全員がこれを動かしていかなければならないコアメンバーとなります。南後先生、そのあたりについて、お話しください。

**南後教授**／光合成については、35年ほど前からアメリカのグループと人工光合成アンテナの基礎研究をしていました。バイオ水素の発端はNEDOの国際共同プロジェクトという形でのスタートでした。また、大倉先生は先ほどおっしゃったヒドロゲナーゼという情報を持っていたので、オブザーバーとして入っていただいて、イギリ

**profile**

大阪府立大学 複合先端研究機構 特任教授

**南後 守** なんご まもる

1974年大阪府立大学工学部助手就任。米国ノースウエスタン大学化学・生化学科にて研究員を経て1976年より名古屋工業大学工学部助教授就任。東北大学学際化学研究センター准教授(兼任)を経て2000年より名古屋工業大学工学部教授、2010年3月に同大学名誉教授。2010年4月から現職。

**profile**

大阪府立大学 複合先端研究機構 機構長

**木下 勇** きのした いさむ

東北大学理学部化学科卒業。名古屋大学大学院理学研究科修了。理学博士。大阪府立大学理学部助手、講師、助教授を経て、2003年から現職。

スでの研究会で発表していただいたことがあります。もう15年も前、まだ人工光合成という言葉が認知されていなかった時代です。そこで人工光合成とバイオ水素との絡みはありましたが、バイオ水素に関しては私どもの情報は少なかったのです。

三宅先生がバイオ水素関連の大きなプロジェクトを経産省でやってらしたことは、当然存じ上げております。そして、水素社会の概念を既に提案されていました。またその当時、神谷先生と同じ専門分野のイギリスのジェームス・バーバーさんがPSIIのX線構造解析を出されて、英語で「Artificial Photosynthesis (人工光合成)」と提案したんですね。まだ光合成を基礎とした有機太陽電池の研究が十分に普及していないところで、三宅先生がいち早く光合成材料を使って光から電気へ光電変換作用を公表されたところでした。私どもは、もうちょっと先をいこうということで「ソーラー・トゥ・フューエル (Solar to Fuel)」という形で、天尾先生らとずっと一緒にやってまいりました。そして今、やっと人工光合成とバイオ水素の接点と出口が見えてきたところなんです。

基礎研究と出口である応用研究との接点が見えてきたので、これからその接点を埋めるために、大学でできる基礎をやっていきましょう。三宅先生の提案は、その拠点として人工光合成にしっかり取り組んでいるのは大阪市大しかないので、これを看板にしてやりましょうということです。偶然にも今年、水素の国際会議開催は日本の担当になるので、「人工光合成センターの発足と合わせてやりましょう」という話になりました。今後は神谷先生らが主体になって、人工光合成センターで大阪市大がこの国を引っ張っていく研究拠点となってほしいですね。日本だけでなく世界の拠点が「売り」ですよ。

**木下教授**／ありがとうございました。こういった経過で現在のCOIトライアルにいたりました。プロジェクトリーダーは企業の方ということで、富士化学工業の山下さんをお願いしていますが、実際に動かしていくリサーチリーダーの神谷先生、最後に一言いただけますか。

**神谷教授**／今、皆さんの話を聞いていて、バイオ水素については、水素社会の実現がかなり見えていますよね。人工光合成の実現を目指す私たちとしては、生物を使っているシステムと見合うところまでどうやっていくか、そこへ向けて人工系をつくり上げて改良して、水素社会の実現へ貢献する。このトライアルの2年間では、まずそれが私たちのターゲットだと思っています。

天尾さん、藤井さん、あるいは私たちの他のメンバーが中心になると思いますが、この時にやはり、先を走ってらっしゃるバイオ水素のコミュニティとのコミュニケーションなり、情報交換なりが非常に重要なことになるなど、今回の会議に参加して強く感じました。今後ともよろしくお祈りします。

**木下教授**／それではちょうど、大変盛況となっている国際会議も残り半分。気を引き締めて、成功に終わるように祈願いたしまして、今日の座談会は終了したいと思います。皆さま、お忙しいところ、どうもありがとうございました。



ABHL/ISEC 国際会議でご発表頂きました

(高島昌明 経済産業省近畿経済産業局・地域経済部長)

## ■ Topics

### 次世代水素エネルギー社会の実現に向かって

この度、文部科学省の事業である COI STREAM に、COI-T（トライアル）として「次世代水素エネルギー社会の実現」拠点が採択されました。本拠点は、光合成・人工光合成研究を中核とした、大阪市立大学を中核拠点、大阪府立大学を連携拠点、兵庫県立大学をサテライト拠点とする研究推進拠点であります。そこに、富士化学工業(株)、大和ハウス工業(株)、シャープ(株)、エスパック(株)、グローリー(株)などの企業が参画して、それらの研究成果を活用したクリーンで、安全・安心な循環型エネルギーとしての水素発生・貯蔵技術の確立を目指します。

そのために、今春開業した交通至便な大阪梅田北ヤード・グランフロント大阪内設置の「大阪市立大学健康科学イノベーションセンター」に本拠点事業推進本部「連携研究推進機構」を設置し、本拠点関係者の Face to Face のコミュニケーションを円滑化すると共に、ICT を活用したシステムを構築し、関連機関との事業進捗状況等情報共有を図り、綿密な連携の元、事業遂行に取り組みます。

プロジェクトリーダーとしては、この度採択されましたのは、COI-T（トライアル）であり、将来の COI 拠点候補として、ビジョン達成に向けたコンセプトの検証や要素技術の検証を行うため、2 年度という短期間で、申請内容の全てを検証の対象とするのではなく、ビジョンの達成に向けたコア技術の検証・出口戦略の明確化、産学連携による拠点体制の整備等を中心に検証を行い、その後 COI 拠点として採択されるよう進

#### profile

COI-T 拠点 プロジェクトリーダー  
富士化学工業株式会社[グループ会社]アスタリアル株式会社  
リテール事業本部 学術担当部長 兼 海外営業部長

山下 栄次 やました えいじ

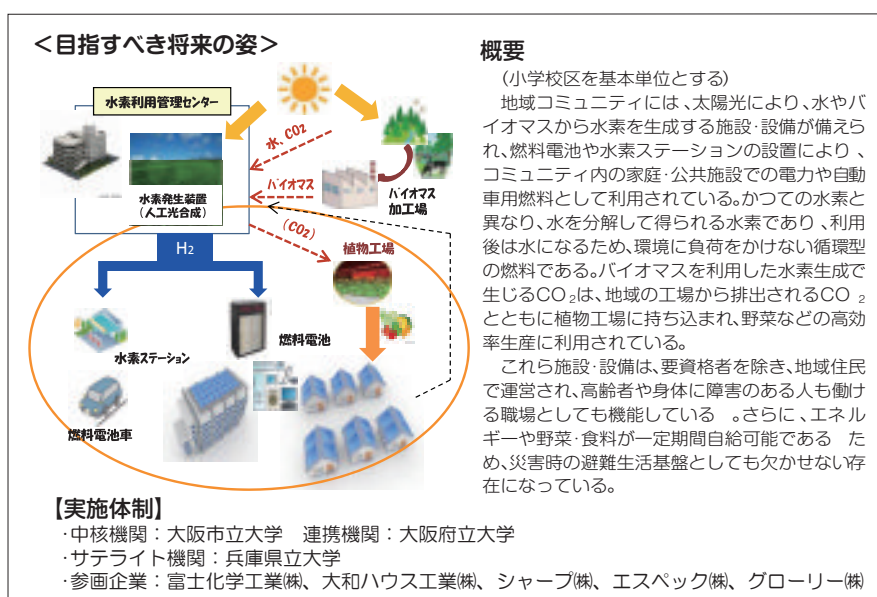
1990年3月京都薬科大学大学院薬学研究科修士課程修了。イタノ冷凍株式会社。徳島大学研究生(1993年～1998年)、アメリカ テキサス大学サンアントニオ校医学部研究員(1995年～1997年)を経て 1998年7月薬学博士学位取得(徳島大学)。2001年富士化学工業株式会社。Fuji Health Science, Inc. 出向(アメリカ、カリフォルニア州、2003年～2005年)を経て、2012年アスタリアル株式会社(現職)。2011年～2014年国際カロテノイド学会評議員事務局長。薬剤師、薬学博士。2013年11月～大阪市立大学複合先端研究機構客員教授。専門:天然物化学。研究テーマ:アスタキサンチンの生理機能・生物活性の研究とそのメカニズムの解明及びその製剤・商品開発



めてまいりたいと考えています。

富士化学工業としましては、60 余年培った粉体技術を生かして、人工光合成のデバイス化に必須な色素添加メゾポーラス材料の開発及び粉体化を目指します。昨年大阪市立大学に完成しました人工光合成研究センターに入居して腰を据えて行います。また、最近健康食品及び化粧品で非常に話題になっているアスタキサンチンをヘマトコッカス藻という藻類を大量培養することによって生産していますが、ニーズに応じて昨年末に 30 億円投資してその設備を増設することを決めました。この技術を応用し、ハイブリッド人工光合成に有用な色素や光合成タンパクを有する藻類の大量培養と、精製抽出法を確立することも視野に入れています。

私個人としましては、＜目指すべき将来の姿＞のようなコミュニティが実現した暁にはぜひ住民第一号になりたいと考えています。



# Topics

## profile

大阪市立大学 複合先端研究機構 教授

神谷 信夫 かみや のぶお

高エネルギー物理学研究所/放射光実験施設客員研究員、理化学研究所副主任研究員、理化学研究所播磨研究所(大型放射光施設SPRING-8)研究技術開発室室長を経て、2005年から大阪市立大学理学研究科教授。2010年から複合先端研究機構専任教授。



## COI-Tプロジェクトの開始にあたって

革新的イノベーション創出プログラム(COI STREAM)は、本年度より、「現在潜在している将来社会のニーズから導きだされるあるべき社会の姿、暮らしの在り方(ビジョン)を設定し、このビジョンを基に10年後を見通した革新的な研究開発課題を特定した上で、既存分野・組織の壁を取払い、企業だけでは実現できない革新的なイノベーションを産学連携で実現する」ことを目指して開始された([http://www.mext.go.jp/a\\_menu/kagaku/coi/index.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/kagaku/coi/index.htm))。大阪市立大学を中核機関とするCOI-T(Tはトライアルの略)プロジェクト「次世代水素エネルギー社会の実現」は、産業界5社(富士化学工業(株)、大和ハウス工業(株)、シャープ(株)、エスベック(株)、グローリー(株))と学界3機関(大阪市立大学、大阪府立大学、兵庫県立大学)の産学連携により、プロジェクトリーダー・山下栄次氏(富士化学工業(株))、リサーチリーダー・神谷信夫(大阪市立大学)で提案・採択され、昨年11月より活動を開始した。このプロジェクトでは、近い将来に到来する水素エネルギー社会をCOIのビジョンとしている。このビジョンに向けて必要となる革新的な研究課題は、人工光合成技術を駆使して、循環可能なバイオマスや水を原料とする水素発生の効率を飛躍的に向上させた次世代水素発生装置を開発することと、次世代の燃料電池で必要とされる高効率の電極を表面微細加工技術の応用により実現することである。これらの装置は循環型生命維持システムを構成し、本プロジェクトの出口戦略としては、概算

1万人とされる小学校区を単位とした防災型「いのちラボ」プログラムとの連携により、上記の生命維持システムの有効性を検証し、さらには次世代水素エネルギー社会における人工光合成水素の比重の拡大をはかる。「いのちラボ」は、大災害が発生した際に小学校に避難した人々(1万人の内の1000人を想定)が、外部からの物資やエネルギーの供給が遮断された状況においても、確保された備蓄と小学校に実装された生命維持システムにより1週間生存できることを目指している。なおこの生命維持システムには、バイオマス起源の人工光合成水素に付随して発生する二酸化炭素を有効利用する植物工場も含まれており、災害時の食料供給に寄与する。今回のCOI-Tプロジェクトは、より大規模なCOI本申請に向けたトライアル(実施期間は1年半)であり、このプロジェクトを本申請に進めるためには、各拠点における課題目標を達成した上で、将来の人工光合成水素の供給量が「いのちラボ」で必要とされる水素量と整合することを明確にしなければならない。

### ●実現の鍵となる研究開発テーマ

- ◆**太陽光駆動型多糖類バイオマス-水素エネルギー変換システムの開発**  
未利用バイオマスを原料とし、太陽エネルギーと光合成細菌を用いたバイオ水素発生系を開発する(太陽エネルギー変換効率10%を目標)
- ◆**水素発生用分子触媒の開発**  
鉄錯体を基盤とするヒドロゲナーゼ機能モデルに光増感剤を組み込むことで光水素発生系を構築する(量子収率15%を目標)
- ◆**HFエッチング可視光応答酸化チタン薄膜光触媒による高効率水素生成システムの開発**  
スパッタリング条件の最適化と、フッ化水素酸(HF)等を利用した化学エッチングによる触媒表面処理にて触媒高活性化(波長400nmの可視光照射下で量子収率15~20%を目標)。
- ◆**バイオマスを利用して水から水素を取り出す光駆動型水素生産触媒システムの開発**  
高活性を達成した可視光応答型酸化チタン薄膜光触媒を用い、バイオマス化合物を含む水溶液からの水素とCO<sub>2</sub>の分離生成を検討(目標数値は上記と同じ)。
- ◆**いのちラボと連携した循環型コミュニティー構想**  
防災教育拠点(いのちラボ)と連携し、小学校(または中学校)に防災型次世代水素発生装置及び燃料電池によるエネルギー供給システムのプロトタイプ導入実証。
- ◆**色素添加メンボース材料の開発及び粉体化**  
有効な光合成系を有する藻類を大量培養し、色素抽出する方法を確立する。
- ◆**次世代水素触媒に関する技術開発**
  - 1)卓越した触媒能を有する生物酵素ヒドロゲナーゼのバイオ電極への応用
  - 2)超微細加工技術を利用した超高比表面積を有する金属系水素発生触媒開発
  - 3)金属/無機-酵素ハイブリッド触媒開発に向けた技術検証

大阪市立大学  
人工光合成研究センター



兵庫県立大学  
次世代水素触媒  
共同研究センター



大阪府立大学  
植物工場研究センター





## 研究紹介

### 新しい燃料生成技術「人工光合成」を実現するための「触媒」の重要性

12年余り在籍した大分大学工学部応用化学科から2013年4月1日に大阪市立大学複合先端研究機構に異動いたしました。大分大学在籍中に有機・無機・バイオを用いたハイブリッド型人工光合成に関する研究を進めてきました。当初は東京工業大学博士課程在学時から引き続いて可視光エネルギーを利用し、クロロフィルや白金微粒子・酵素を用いた光水素生産反応に関する研究を進めていました。大分大学に赴任して2年目にもともと興味を持っていた光合成の二酸化炭素の資源化に関する反応過程について、可視光エネルギーを使った単純なシステムが組み立てられないか、二酸化炭素を分子変換できないかと考え、クロロフィルやその類似分子と二酸化炭素をギ酸に変換する反応を触媒するギ酸脱水素酵素を用いた反応系に関する研究を立ち上げました。その後アルデヒド・アルコール脱水素酵素を系に組み込むと可視光エネルギーによって二酸化炭素がメタノールに変換されることを見出しました。10年前のことです。しかし当時は「人工光合成」というキーワードはほとんど注目されることなく、ましてや二酸化炭素の光還元なんてさほど取り上げられることもなかったことを記憶しております。ところが2009年にある転機が訪れました。9月に政権が変わり、当時の首相が国連気候変動サミットで、温室効果ガスの排出量を2020年までに90年比で25%削減すると明言しました。思えばこの頃から二酸化炭素の光還元に関する研究成果について国内外からの講演や総説の依頼が急増し、マスメディアにも取り上げてもらったことを記憶しております。

さて、大阪市立大学に開設された人工光合成研究センターでは2030年をめどに光エネルギーを利用して水と二酸化炭素からメタノールへ変換するシステムを具現化することを目標としています。光合成が可視光エネ

#### profile

大阪市立大学複合先端研究機構 教授

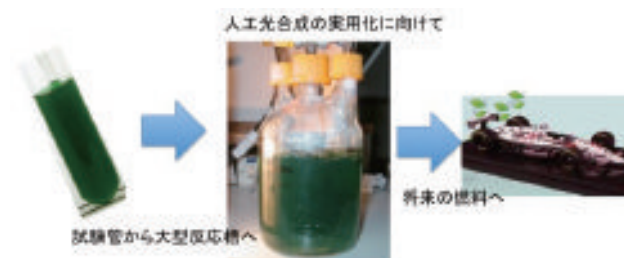
天尾 豊 あまお ゆたか

1997年3月東京工業大学大学院生命理工学研究科博士課程修了 博士(工学)。財団法人神奈川科学技術アカデミー研究員、航空宇宙技術研究所(現JAXA)研究員、大分大学工学部講師、助教授、准教授を経て2013年4月から複合先端研究機構教授。2010年4月から科学技術振興機構さきがけ研究者兼任。



ギーを利用して水と二酸化炭素から糖と酸素を作り出す仕組みを手本にして、二酸化炭素を低炭素燃料に変換する人工的システムの実現です。当然光合成に関与する生体分子をうまく利用する必要がありますが、それだけでは達成できません。水を分解して酸素と電子を取り出す反応に関与する「触媒」、水素イオンや二酸化炭素を還元する反応に関与する「触媒」、可視光を効率的に集光し、エネルギーや電子移動に関与する「触媒」が必要となり、まさに有機・無機・バイオを用いたハイブリッド型「触媒」の開発が重要課題になります。人工光合成の具現化には「触媒」がキープレーヤーであることは言うまでもありません(その重要性を理解してもらうためには相当の労力がいらいます)。光触媒、分子性触媒、固体触媒そして私の専門である生体触媒をうまく組み合わせることによって近い将来低炭素燃料生成のための人工光合成技術が夢ではなく実現できるよう触媒の重要性を信じ、微力ながら貢献していきます。

最後に一言。「なんでメタノールなの?」という質問に「メタノール燃料でF1スケールのレーシングカーを時速300km以上で走らせられる」と答えれば新しい燃料としての可能性は理解してもらえるでしょうか?



## ■ 研究紹介

### 光合成の集光機構と人工光合成

地球に与えられる唯一の外力である太陽光は、有効活用出来れば、人類にとって無尽蔵なエネルギー源となることは明らかです。けれども、太陽光を光源としてみると、極めて光子の密度が薄く、昼夜だけでなく雲や大気などの影響で極めて光量が不安定であり、分子と光子を相互作用させて光反応を起こすには効率が悪いのです。これを克服しているのが天然の光合成生物の持つ集光機構です。これは、「過剰な時には間引き、少ない時には集める」機構、すなわち光制御機構と言い換える事もできます。ここで光エネルギーをやりとりする担い手は、蛋白質に結合した光合成色素です。この分子メカニズムやその本質はまだ解明されていない部分が多く、現在でも盛んに基礎研究が行われている分野です。私は蛋白質に結合した光合成色素の示す集光機構に着目し、天然の光合成系の持つシステムを解明する事を通して、人工光合成に利用できる形にする研究を行っていきたく考えています。

今年度4月より複合先端研の准教授となりました。この機会に、私の研究概略をご紹介致します。

光合成の研究がしたいと漠然と考えていた大学生時代、光合成膜という脂質膜内で光電位差が得られると聞いて、窓に光合成膜を貼付けて発電できたらいいなと妄想していました。そう思って入った研究室では、色とりどりの光合成細菌が培養されており、光合成生物は緑だけではないことに感動しました。この様々な色の元になっているのが、カロテノイドという光合成色素です。カロテノイドは、光電変換をするクロロフィルに、吸収した光励起エネルギーを供給する光アンテナの役割の他にも、抗酸化作用を担う光保護の役割を担っており、これを持たない光合成生物はいません。そこで私は、光合成蛋白質に結合しているカロテノイドの構造と励起状態の物性に着目して、分光学的アプローチを行ってきました。光合成細菌を大量に育て、色素や蛋白質を大量に調製し、ラマン、吸収、蛍光といった分光学的手法と振動計算などで光励起直後の構造変化を追跡するといった研究を通して、光合成機能の詳細な解明には、蛋白質中における色素の構造情報が必須であるという事を再認識しました。そこで結婚を機に大阪市大に移動してからは、光合成色素蛋白質複合体のX線結晶構造解析を行い、結晶の状態で励起光を当てて時間分解分光をしようと試みました。その後、脂質膜の中に光合成タンパク質を導入した人工の光合成膜を作り、その中で蛋白質の配列を電子顕微鏡で観察し、蛍光スペクトルでエネルギー伝達を調べるという研究を行いました [1]。

出産後の復帰からは、海洋性の大型藻類を種の状態で大

#### profile

大阪市立大学複合先端研究機構 准教授

藤井 律子 ふじい りつこ

2001年3月関西学院大学 理学部博士課程後期課程修了 博士(理学)。日本学術振興会特別研究員(PD)、関西学院大学理工学研究科・大阪市立大学新産業創成センター・同大学理学研究科にて博士研究員を歴任し、同大学複合先端研究機構 特任准教授を経て2013年4月から現職。2011年10月から科学技術振興機構さきがけ研究者(兼任)。



培養できる企業のご協力を得て、新規光合成アンテナ蛋白質に結合する光合成色素の構造と機能の解明をテーマにすることができました [2,3]。蛋白質の精製、アミノ酸配列の決定、色素の構造決定と組成決定、といった生化学から分析まで幅広い分野にまたがる実験を手探りでやっていく状態ですが、確かなデータを積み重ねて、光合成アンテナのメカニズムを議論する指標を作りたいと思っています。

市大に来てから10年経ちましたが、教員としてはまだまだ新米です。皆様、今後ともよろしくお願いたします。

[文献1] Fujii et al. *Photosyn. Res.* **95** (2008) 327.

[文献2] Fujii et al., *Photosynth. Res.*, **111**(2012)157.

[文献3] Fujii et al. *Photosynth. Res.* **111**(2012)165.

[文献4] Nakagawa, Fujii, et al., *J. Phys. Chem B* **112**(2008) 9467.

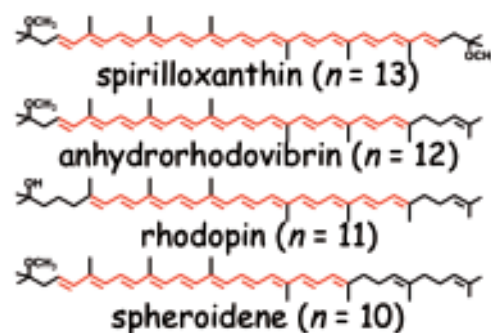
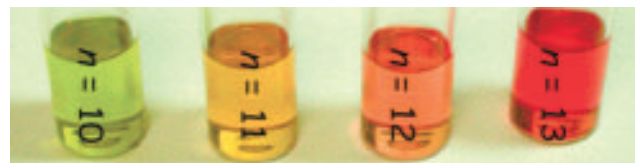


図: 共役二重結合数(n)の異なるカロテノイドを結合する光合成アンテナ蛋白質(上、写真)と、それぞれのカロテノイドの化学構造式(下) [文献4より]

## 線虫の神経突起除去機構の発見

これまでの研究についてご紹介させていただきます。私は東京大学大学院薬学系研究科の久保健雄教授（現・理学系研究科）のもとでミツバチの研究を行い、その過程でミツバチ脳の記憶中枢選択的に発現する転写因子 Mblk-1 のクローニングに携わりました。その遺伝子機能を推定すべく、モデル動物である線虫 *Caenorhabditis elegans* (*C. elegans*) を用いた研究を開始しました。線虫は体が透明であること、単純な神経系をもつ（たった 302 個のニューロンからなる）ことに加え、遺伝子操作が容易に行えるという研究上のメリットがあります。Mblk-1 の線虫ホモログ *mbr-1* 遺伝子を同定し、発現解析を行ったところ、AIM と呼ばれる 1 対のニューロンを含む複数の介在ニューロンに発現することを見出しました。*mbr-1* 欠損変異体を作成し、表現型を解析した結果、嗅覚行動の可塑性に異常があることが分かりました。また *mbr-1* 欠損変異体の神経を GFP で可視化し、形態を解析したところ、左右の AIM ニューロン間が、野生株ではみられない神経突起により結合していることが明らかとなりました（図 1）。

実はこの神経突起は、野生株においても初期幼虫では頻繁に観察され、その後成長にともない除去されることが分かりました。本研究は、転写因子 MBR-1 が成長に伴う神経突起の除去に必要なことを明らかにするとともに、線虫において初めて神経突起の除去が起こることを報告したもので、研究成果は *Current Biology* 誌に掲載されました（参考文献 1）。本研究を共同で遂行した林悠博士（当時は東京大学大学院理学系研究科大学院生、現・筑波大学国際統合睡眠医科学研究機構若手フェロー）は、その後、MBR-1 による神経突起除去に Wnt シグナルが抑制的に働くことを発見し、研究成果を *Nature Neuroscience* 誌に発表しました（参考文献 2）。

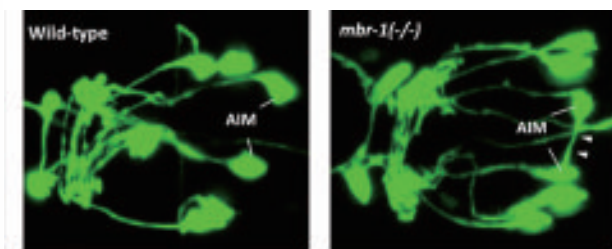


図 1: *mbr-1* 変異体では、左右の AIM ニューロン間の神経突起の除去が行われない。

### 線虫の体表バリア機構

3 年間の製薬会社における創薬研究を経て、東京女子医科大学医学部第二生理学教室の三谷昌平教授のもと、線虫を用いた体表物質透過性を規定するバリア機構の研究を開始しました。我々は、極長鎖脂肪酸（炭素数 24 以上の脂肪酸）

### profile

大阪市立大学 複合先端研究機構  
テニュアトラック特任准教授

中台(鹿毛)枝里子 なかだい(かげ)えりこ

1999年3月 九州大学薬学部卒業  
2001年3月 九州大学大学院薬学研究所修士課程修了  
2004年3月 東京大学大学院薬学系研究科博士課程修了(薬学)  
2004年4月 三共株式会社(現・第一三共株式会社) 研究員  
2007年4月 東京女子医科大学 第二生理学教室 助教  
2012年4月 東京女子医科大学 第二生理学教室 講師  
2014年2月 現職



CoA シンターゼが、皮膚（体表）バリア機構に重要な役割を果たすことを明らかにしました。具体的には、線虫の極長鎖脂肪酸 CoA シンターゼをコードする遺伝子 *acs-20* の変異体では、通常体表を透過しない様々な低分子化合物が簡単に体表を透過し、体内にとりこまれることを明らかにしました。*acs-20* 変異体の体表バリア異常は、ヒトのホモログ遺伝子 *Fatp4* の導入により回復することも分かりました（参考文献 3）。これまで、線虫個体を用いた化合物スクリーニングでは、線虫の体表（クチクラ）バリアにより化合物が体内に移行しにくい問題点がありましたが、*acs-20* 変異体を用いることで、感度の高いスクリーニング系構築が可能となると期待されま

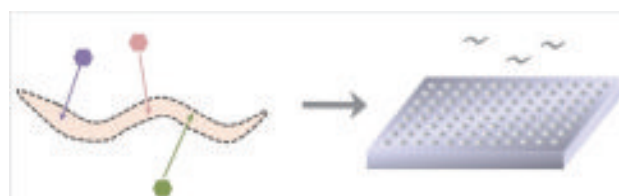


図 2: 物質透過性の高い *acs-20* 変異体を用いた薬剤スクリーニング

また体表バリアは感染防御にも重要な役割を果たしています。線虫は種々の病原微生物の宿主モデルとして注目を集めつつあります。今後は、線虫を宿主モデルとした生体防御機構の分子メカニズム解明に取り組んでいきたいと考えています。

### 【参考文献】

1. Kage, E., Hayashi, Y., Takeuchi, H., Hirotsu, T., Kunitomo, H., Inoue, T., Arai, H., Iino, Y., Kubo, T. MBR-1, a novel helix-turn-helix transcription factor, is required for pruning excessive neurites in *Caenorhabditis elegans*. *Curr. Biol.* 15, 1554-1559, 2005
2. Hayashi, Y., Hirotsu, T., Iwata, R., Kage-Nakadai, E., Kunitomo, H., Ishihara, T., Iino, Y., Kubo, T. A trophic role for Wnt-Ror kinase signaling during developmental pruning in *Caenorhabditis elegans*. *Nat. Neurosci.* 12, 981-987, 2009
3. Kage-Nakadai E, Kobuna H, Kimura M, Gengyo-Ando K, Inoue T, Arai H, Mitani S. Two very long chain fatty acid acyl-CoA synthetase genes, *acs-20* and *acs-22*, have roles in the cuticle surface barrier in *Caenorhabditis elegans*. *PLoS One* 5, e8857, 2010

## 研究紹介

### ヒドロゲルのナノ手術によって人工筋肉、人工生体組織を構築する

ヒドロゲルは、生体に類似のソフトマテリアルとして位置づけられ、柔軟性及び含水能の高さから、生体と接する材料(内外問わず)として注目されています。水を多量に含むヒドロゲルは、人工筋肉や生体損傷部位の代替材料、またプラスチック代替材料として注目を集めています。

きわめて魅力的な材料であるヒドロゲル、しかし、加工法が鋳型を用いる手法に限定され、また一度成形加工すると再度形状を変えることは困難である問題点を抱えています。構造体を構築する上で接合は最も重要なプロセスの一つであり、デバイス構築には要求を満たす材料の接合が必要です。これまで、ヒドロゲルは貼り合わせるのが難しいとされていました。それは、単純な接着剤を用いると、接着界面で固化した接着剤がゲル自体が持つしなやかな運動性や物質の透過性を阻害するためです。

我々は、電気化学的手法を用いて反対電荷を有するヒドロゲルを接着する「電気泳動接着」を開発してきました<sup>1-4</sup>(図1)。電場印加によって、ゲル内のカチオン性高分子は陰極側へ、アニオン性高分子は陽極側へそれぞれ移動します。ゲル界面においてポリカチオンとポリアニオンが衝突してポリイオンコンプレックスが形成され、ゲルの強固かつ柔軟な接着に寄与すると考えています(図1a)。接着したゲルは水中で安定に接着状態を維持し、反対電場を印加するとポリイオンコンプレックスの解消を伴って剥離することがこれまでにわかっています<sup>2</sup>。

ヒドロゲルを貼り合わせることで、外部刺激に応答して湾曲したり、一軸方向に運動したりするヒドロゲル材料が作製できました<sup>3</sup>。すなわち、ヒドロゲルの電気泳動接着は、ヒドロゲル界面を水溶性高分子を用いて縫い合わせる「ナノサージェリー」です。複合先端研究機構では、

#### profile

大阪市立大学 複合先端研究機構  
テニュアトラック特任講師

麻生 隆彬 あそう たかあき

2008年3月 大阪大学大学院工学研究科  
応用化学専攻博士後期課程修了  
2007年4月～2008年3月 日本学術振興会  
特別研究員(DC2)(大阪大学)  
2008年4月～2009年3月 日本学術振興会  
特別研究員(PD)(大阪大学)  
2009年4月～2013年2月 東京理科大学  
基礎工学部材料工学科 助教  
2013年3月 現職



合成高分子や天然由来高分子、またはそのゲル、さらにタンパク質や細胞を「ナノ手術」によって組み立てることで、マイクロ構造が制御された三次元構造体、すなわち人工筋肉や人工の生体組織(足場材料)を作製することに挑戦したいと思っています。

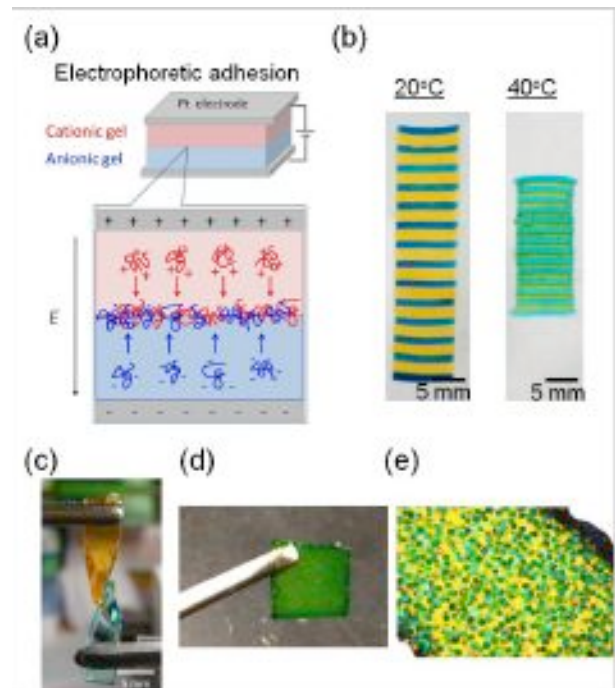


図1. 電気泳動接着を用いるヒドロゲルの接着模式図と接着したゲルの写真 (a)電気泳動接着の模式図、(b)温度応答性及び温度非応答性ゲルの積層接着、(c)生分解性ゲルの接着、(d)マイクロゲルビーズの接着によるヒドロゲル構造体の作製(1 x 1 cm, 厚さ1 mm)、(e) dの拡大図、カチオン性及びアニオン性ゲルはメチルオレンジ及びメチレンブルーでそれぞれ染色した。

#### 【参考文献】

1. T. Asoh, A. Kikuchi Chem. Commun. 2010, 46, 7793.
2. T. Asoh, W. Kawai, A. Kikuchi Soft Matter 2012, 8, 1923.
3. T. Asoh, E. Kawamura, A. Kikuchi RSC Adv. 2013, 3, 7947.
4. T. Asoh, A. Kikuchi Chem. Commun. 2012, 48, 10019.

## ■施設紹介

### 質量分析装置、MALDI-TOF/TOF

宮田真人

何の法則性もないカオスに見える‘生命現象’ですが、そのカオスは実は、生体分子の性質や、進化や、エネルギーなどの“それなりの”法則の上に動いています。生物学は究極のカオスである生命現象にそれなりの法則を与えようという学問ですが、それぞれのカオスの出口でまず見つかるのが“タンパク質”です。タンパク質はその構成単位である“アミノ酸”が規則的に、しかし無限の自由度で重合した構造をとっています。15年くらい前までの生物学は、ある現象の鍵となるタンパク質を見つけてから、そのアミノ酸配列を決めるために最低でも数年を要しました。大学院5年間+αで、未知のタンパク質のアミノ酸を決定することができれば、そのことはその人にとって最高の“研究者人生の滑り出し”となったのです。ところが！です。現在ではタンパク質のアミノ酸配列決定は、研究室に來たばかりの4年生が3日間で達成できる“作業”になってしまいました。まるで天竺から雲に乗って中国へ帰った三蔵法師みたいなものです。私たちのこれまでの血のにじむような努力はなんだったのか？という疑問さえ感じてしまいます。この“うれしい”現在の状況を作り出したのが、発足当初、ほとんどの分子生物学者が散々に悪口を言った「(ヒト)ゲノム計画」です。全てのタンパク質はそのアミノ酸配列がDNA(デオキシリボ核酸)に“遺伝子”として4つのコードで記録され、生物の“核”という場所に格納されていますが、DNAを取り出してそのコードを読むことはごく容易です。ゲノム計画ではそれらのコードをできるだけたくさん読んでデータベース化します。現代ではゲノム計画がよく

進んで、この世にある多くのDNAコードがデータベース化されたため、一般的にはタンパク質のアミノ酸配列は、データベースの参照で決定できるようになりました。では注目するタンパク質のアミノ酸配列に対応するDNAコードはどのように見つけるのでしょうか？そのために用いるのが、今回紹介する‘質量分析装置’です。この装置では、タンパク質を少しだけ断片化して、その断片の質量を正確に測定してデータベースからタンパク質のアミノ酸配列を見つけ出します。さらにこの装置は近年、新奇タンパク質のアミノ酸配列決定のみではなく、タンパク質やその断片の特定方法として生物学のあらゆる局面で使われるようになってい

ます。新学術領域「運動超分子マシナリーが織りなす調和と多様性」(代表：宮田真人、理学研究科兼任)が大阪市立大学に導入した質量分析装置(MALDI-TOF/TOF, Matrix-assisted laser desorption/ionization - Time of flight)、ブルカー、autoflex speed TOF/TOFは、感度、精度、速度、使いやすさ、メンテナンス性、のどれをとっても、現在市販されている‘レーザーマトリクス型’質量分析装置の中で他を圧倒する性能を誇ります。またレーザーマトリクス型に限らず他のタイプの質量分析装置で比べても、タンパク質特定のための総合性能でこの機種に匹敵するものはありません。まさに“神の機械”と言って過言ではないでしょう。(写真：“神の機械”にお礼を言う卒業生たち)



### 極超短光パルス光源——— 小澄大輔

近年の超短光パルスレーザー技術の発展により、可視光の電場振動周期：~2フェムト秒(fs: 10<sup>-15</sup>s)と同程度の時間幅を持つ高強度光パルス発生が可能となった。このような極超短光パルスは、時間的に非常に高い尖頭値を持つため、極端紫外領域アト秒(as: 10<sup>-18</sup>s)光パルス及び高強度テラヘルツ光発生などに応用されている。また極超短光パルスの持つ時間幅は、物質を構成する原子の運動周期よりも短いため、極超短光パルスを用いることで、凝縮系における原子の運動を実時間で捉えることができる。今回導入された中空糸ファイバー光パルス圧縮器

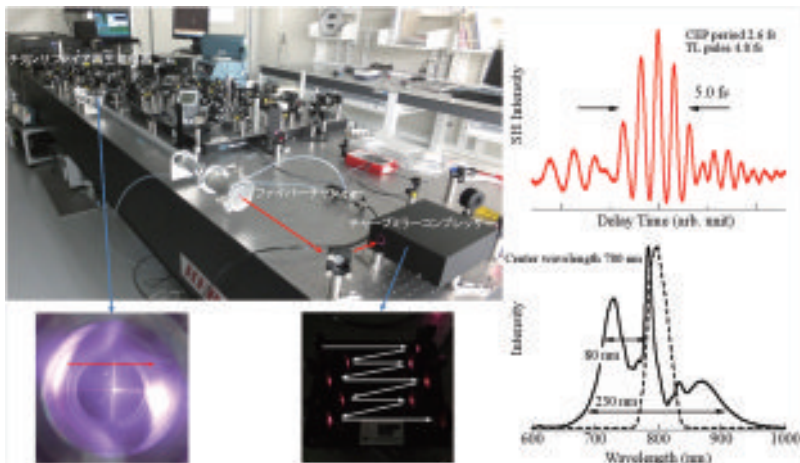
Kaleidoscopeは、フェムト秒チタンサファイア再生増幅器を励起光源とし、パルス幅 5 fs、平均出力 1.5 Wの光パルス発生を実現した。

#### チタンサファイア再生増幅器(Legend Elite-USP, Coherent社製)

中心波長 800 nm、平均出力 4.5 W、パルス幅 30 fs、パルス繰返し 5 kHzで発振し、長時間(>10 h)において高い出力エネルギー安定性(<0.2% rms)を持つ。

#### 中空糸ファイバーパルス圧縮器(Kaleidoscope, FemtoLasers社製)

Kaleidoscopeは、1mの中空糸ファイバーが設置されたチャンバーとチャープミラーコンプレッサーにより構成される。不活性(ネオン)ガスを充填した中空糸ファイバー(直径 250 μm)中を高い尖頭値を持つ光電場が通過すると、非線形光学効果により、入射光(図中破線)に対してスペクトル広がりをもった出力光(図中実線)が得られる。チャンバーより出力された光パルスは、媒質の屈折率分散により時間的な広がりを受けるため、最適に計算されたチャープミラーにより圧縮される。本設備により得られた光パルスは、スペクトル幅が 230 nm(フーリエ変換限界パルス幅 4.8 fsに相当)に達し、圧縮後のパルス幅は 5 fs(1.9サイクルパルス)であった。今後は、この光源を用いて光合成初期過程における超高速現象の解明を行うとともに、光パルスの搬送波位相安定化及びその制御を施した新光源・分光法の開発を行う。



# 活動報告

複合先端研究機構では、国内外のリーディングサイエンティストを招待して不定期に OCARINA セミナーを開催しています。また、不定期に学生主体の自主ゼミである「DISCO Party \*注」が、国内外のゲストを招待して主催する「DISCO Party 大セミナー」も OCARINA セミナーとして開催し、教職員を含む多くの方々と学生の研究についての議論を共有する場を提供しています。また、本年度は年次総会の他に、バイオ水素・人工光合成の国際会議を開催しました。(特集インタビュー参照)

## ☆ OCARINA セミナー ☆

詳しくは web サイトをご覧ください。

第 12 回	開催日	2013年5月17日	会場	2号館 2201A
	ゲスト	伊藤 亮孝 (本学助教, 物理化学)		
	テーマ	「リジッドな媒体中における励起状態ダイナミクス:光化学物性と光誘起反応」		
	ゲスト	御厨 正博 (関西学院大学・教授, 無機化学・錯体化学)		
	テーマ	「酸化銅をモチーフとした磁性金属錯体」		
DISCO Party 大セミナー#5		学生 : 狩俣 歩 (物性有機化学研究室 D2)		
第 13 回	開催日	2013年6月10日	会場	2号館 2201A
	ゲスト	Daniel Gryko ( Polish Academy of Sciences ・教授, 有機化学)		
	テーマ	「 <i>Meso</i> -Substituted Corroles and $\pi$ -expanded Porphyrins- from Synthesis and Spectroscopy to Photophysics」		
	DISCO Party 大セミナー#6		学生 : 田中 彩香 (分子物理化学研究室 D2)	
第 14 回	開催日	2013年7月25日	会場	2号館 2201A
	ゲスト	小澤 真一郎 (フランス国立科学研究センター, 博士研究員)		
	テーマ	「緑藻 <i>Chlamydomonas reinhardtii</i> における葉緑体A TP 合成酵素C FO 部位の分子集合」		
第 15 回	開催日	2013年8月5日	会場	2号館 2201A
	ゲスト	木平 清人 (宇宙航空研究開発機構:JAXA)		
	テーマ	「国際宇宙ステーションにおける蛋白質結晶の高品質化」		
第 16 回	開催日	2013年9月9日	会場	2号館 2201A
	ゲスト	長澤 裕 (大阪大学基礎工学, 准教授/JST さきがけ「光エネルギーと物質変換」領域研究員)		
	テーマ	「怪しい水の話—溶液ダイナミクスからの視点—」		

\* 注) Doctor course students'

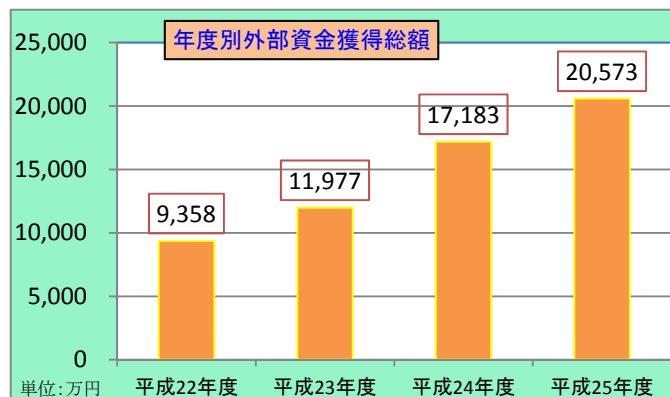
Incorporated Scientific Communication (DISCO) Party : OCARINA の後期博士課程の学生が、分野の垣根を越えて互いの研究への理解を深め合い、相互発展させるために設立した自主ゼミ。週 1 回、学生のみで行われる小セミナーに加え、年に数回、国内外のゲストを招待する大セミナーを企画・運営している。

## ☆ 外部資金獲得状況 ☆

<外部資金獲得総額の推移>  
(平成 22 年度～平成 25 年度)

右表は、複合先端研究機構が本格的な活動を開始した平成 22 年度から平成 25 年度までの 4 年間に獲得された外部資金(受託研究費、共同研究費、科研費、補助金、寄付金など)の総額推移表です。

平成 25 年度外部資金獲得総額は複合先端研究機構が本格稼働した平成 22 年度の 2 倍を超える外部資金の獲得となっています。



## ☆ 国際会議 ☆

平成 25 年度大阪市立大学 複合先端研究機構 (OCARINA) 年次国際会議  
--- 人工光合成研究センター (ReCAP) の設立 ---

◆ 開催日 : 2013 年 3 月 4 日 (月) ~ 3 月 6 日 (水) ◆ 会場 : 大阪市立大学 学術情報総合センター

## ☆ 招待講演者 ☆

- |   |                                       |
|---|---------------------------------------|
| 1. Prof. Dr. Leroy Cronin (University of Glasgow, UK)                                 | 13. 定金 正洋 (広島大学大学院工学研究科・准教授)          |
| 2. Prof. Dr. Wolfgang Lubitz (Max Plank Institute for Chemical Energy Conversion, DE) | 14. 松下 祥子 (東京工業大学大学院理工学研究科・准教授)       |
| 3. Prof. Dr. Bruno Robert (CEA Saclay, FR)  | 15. 正岡 重行 (自然科学研究機構分子科学研究所・准教授)       |
| 4. Prof. Dr. Tim Storr (Simon Fraser University, CA)                                  | 16. 古谷 祐詞 (自然科学研究機構分子科学研究所・准教授)       |
| 5. Dr. Rudi Berera (Vrije Universiteit Amsterdam, NL)                                 | 17. 石北 央 (京大大学生命科学系キャリアパス形成ユニット・特定助教) |
| 6. 石谷 治 (東京工業大学大学院理工学研究科・教授)  | 18. 八木 政行 (新潟大学工学部・教授)                |
| 7. 三宅 淳 (大阪大学大学院基礎工学研究科・教授)   | 19. 麻田 俊雄 (大阪府立大学理学部・准教授)             |
| 8. 阿部 竜 (京都大学大学院工学研究科・教授)   | 20. 杉浦 美羽 (愛媛大学無細胞生命科学工学研究センター・准教授)   |
| 9. 天尾 豊 (大分大学工学部応用化学科・准教授)  | 21. 伊福 健太郎 (京都大学大学院生命科学研究所・助教)        |
| 10. 沈 建仁 (岡山大学自然科学研究科・教授)   | 22. 庄司 光男 (筑波大学計算科学研究センター・助教)         |
| 11. 安保 正一 (大阪府立大学・理事・副学長兼地域連携研究機構長)   | 23. 加納 健司 (京都大学大学院農学研究科・教授)           |
| 12. 加藤 昌子 (北海道大学大学院理学研究科・教授)  |                                       |

## ☆ 学内講演者 ☆

1. 神谷 信夫 (大阪市立大学複合先端研究機構 / 大学院理学研究科・教授)
2. 廣津 昌和 (大阪市立大学大学院理学研究科・准教授)
3. 藤井 律子 (大阪市立大学複合先端研究機構・特任准教授)
4. 小澄 大輔 (大阪市立大学複合先端研究機構・特任准教授)
5. 福島 佳優 (大阪市立大学複合先端研究機構・特任助教)

アジアバイオ水素国際学会 (ABHL) / 生体及び生体模倣による  
太陽エネルギー変換に関する国際会議 (iSEC) の開催

◆ 開催日 : 2013 年 11 月 22 日 (金) ~ 11 月 24 日 (日) ◆ 会場 : 大阪市立大学 学術情報総合センター

## ☆ ABHL/iSEC の主な招待講演者 (Plenary Lecture) ☆

- |   |                            |
|---|----------------------------|
| ○植田 充美 (京都大学大学院農学研究科・教授)                                  | ○林 高史 (大阪大学大学院工学研究科・教授)    |
| ○後藤 美香 (財・電力中央研究所社会経済研究所・上席研究員)                           | ○原 正之 (大阪府立大学大学院理学系研究科・教授) |
| ○Michael Seibert (National Renewable Energy Laboratory)   | ○石北 央 (大阪大学大学院理学研究科・教授)    |
| ○太田 健一郎 (横浜国立大学大学院工学研究科・特任教授)                             | ○阿部 竜 (京都大学大学院工学研究科・教授)    |
| ○Pieter Claassen (Wageningen UR Food & Biobased Research) | ○松岡 雅也 (大阪府立大学工学研究科・教授)    |
| ○近藤 昭彦 (神戸大学大学院工学研究科・教授)                                  |                            |
| ○西尾 匡弘 (独立行政法人産業技術総合研究所・主任研究員)                            |                            |
| ○Masanobu Kitanaka  |                            |
| ○民谷 栄一 (大阪大学工学研究科・教授)                                     |                            |
| ○岡田 行夫 (サッポロビール (株) 価値創造フロンティア研究所)                        |                            |

## ☆ Special Address and Remarks ☆

- 高島 昌明 (経済産業省近畿経済産業局・地域経済部長)
- 田口 一江 (経済産業省近畿経済産業局・産学官連携推進室長)



本会議だけでなく懇親会でお言葉をいただきました。田口一江様 (経済産業省近畿経済産業局・産学官連携推進室長) (上写真)

2013年 11月 22日~ 24日に大阪市立大学(杉本キャンパス)学術総合情報センターにおいて、生体及び生体模倣による太陽エネルギー変換に関する国際会議(iSEC)を開催致しました。今回は、第8回となるアジアバイオ水素国際学会(ABHL)を同じ会場で並列して開催し、人工光合成研究センターの竣工を慶賀し、主にアジア諸国からの出席者に人工光合成研究センターのお披露目を行いました。

会議は、海外 13カ国・91名(内、学生 35名)、国内 51名(内、学生 16名)の 142名の出席を得て、海外から 36名、国内から 34名の計 70名の研究者の方々にバイオ水素及び、光合成を含む生体関連素材を用いた太陽エネルギー変換に関する最新の研究成果を口頭発表していただきました。特に、OCARINAの DISCO Partyのメンバーも企画から運営まで学生だけで行った学生セッションでは、活気あふれる議論がかわされました。学生のポスターセッションでは、DISCO Partyのメンバーの古池君(理学研究科 D2)と田中さん(理学研究科 D2)が iSECポスター賞を受賞しました。(右写真)



## 大阪市立大学 複合先端研究機構 沿革

- 2008(H20)年3月 設立記念国際シンポジウム開催<sup>(#0)</sup>
- 2008(H20)年4月 学内重点研究(H20-H23)開始
- 2008(H20)年12月 太陽光エネルギーの有効利用に関するワークショップ開催
- 2009(H21)年4月 規程の施行(正式部局としての活動開始)
- 2010(H22)年1月 第1回国際シンポジウム開催<sup>(#1)</sup>
- 2010(H22)年3月 第2回国際シンポジウム開催<sup>(#2)</sup>
- 2010(H22)年10月 2号館研究施設オープン
- 2010(H22)年11月 2号館開所記念講演会開催
- 2011(H23)年3月 第3回国際シンポジウム～角野メモリアル～開催<sup>(#3)</sup>
- 2012(H24)年3月 年次総会開催<sup>(#4)</sup>(兼 学内重点研究(H20-H23)終了報告会)
- 2012(H24)年4月 学内重点研究(H24-H26)開始
- 2012(H24)年7月 理系学舎C棟竣工、一部入居
- 2013(H25)年3月 第4回国際シンポジウム開催<sup>(#5)</sup>
- 2013(H25)年4月 専任教員2名新採用

### 2013(H25)年6月 人工光合成研究センター オープン

- 2014(H26)年2月 理系新学舎一部入居
- 2014(H26)年2月 テニュアトラック専任教員1名新採用
- 2014(H26)年3月 テニュアトラック専任教員1名新採用
- 2014(H26)年3月 第5回国際シンポジウム開催<sup>(#6)</sup>



大阪市立大学  
OSAKA CITY UNIVERSITY

## 大阪市立大学 複合先端研究機構

〒558-8585

大阪市住吉区杉本 3-3-138

電話：06-6605-3111

<http://www.ocarina.osaka-cu.ac.jp/>



(発行 2014年3月)