

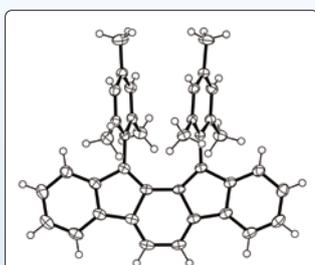
Save The Earth by Global Conservation

News Letter vol. 17
2011年12月31日発行

偶然と必然から生まれた分子で世界を変える

新しい共役 π 電子系化合物の合成に挑戦

私たちは、世の中に存在していない、新しい構造の有機化合物をつくらうと研究を進めています。その中でも中心的に扱っているのが、「共役 π 電子系化合物」です。これは、単結合と多重結合が交互に存在する分子で、たとえばベンゼンなどの芳香族化合物もその一種です。化学構造式では結合形式を交互に書きますが、実際にはその領域で電子が非局在化、つまり偏りなく存在する状態になっています。そのため、原子核との結びつきが弱く、「動きやすい」電子を持っていることが特徴です。



π 電子が緩く結合していて
「動きやすい」電子をもつ分子の構造

そのような物質は、すでに有機半導体として利用されていますが、ほとんどはどこにもある化合物同士を結合させたようなもの。私はレコードプレーキングな、異常な物質をつくりたいのです。30代の頃、普通なら平らなベンゼン

環を曲げてやろうという研究を行っていました。ベンゼン環を無理矢理に曲げるための構造とそれをつくる方法を考える、そして最も曲がったものについて分光法を用いて異常性を確かめる。そうすれば、今まで誰も見たことがなかった物性を知ることができるはず。それは、サイエンスとしてひとつの前進ですよ。その分子をどのように応用するかは、その後に考えればよいことなのです。フラーレンやカーボンナノチューブも、はじめから目的があってつくられたものではありませんが、今では様々な場所で活躍しています。同様に、何かに応用するために研究をしているわけではなく、新しい構造を持つものをつくれれば、世の中がひっくり返るような性質を持つものができるかもしれない、というのが私のモチベーションです。

固体表面にナノサイズのパターンを作る

もうひとつの研究テーマとして、平坦な固体の表面に共役 π 電子系化合物を規則的に並べてナノサイズの二次元幾何構造を作る研究があります。たとえば、デヒドロベンゾ[1,2]アヌレン(DBA)という分子を用いて二次元パターンを制御することに成功しました。私たちがデザインしたDBAは、2本のアルキル鎖を持つベンゼン環三つが、三重結合で三角形をつくるようにつながった構造をしています。この分子は、三角形の外側に突き



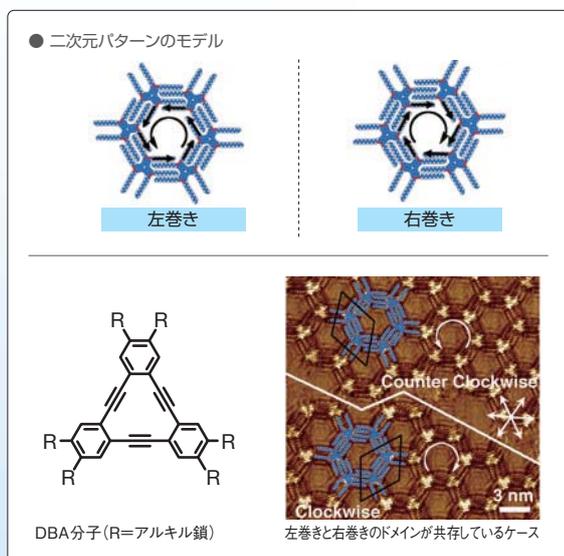
エネルギー環境化学グループ

戸部 義人 TOBE YOSHITO

基礎工学研究科物質創成専攻・教授

新規 π 電子系の合成と物性

出ているアルキル鎖同士の間にはファンデルワールス力が働き、固体表面上で隣の分子と結合して、自然に幾何学パターンを形成します。この時、ちょうど手を組む時に右手の親指を上してに組むか、左手の親指を上にするかの違いがあるように、結合する2本のアルキル鎖のどちらが前に出るかで、右巻きの場合と、左巻きになる場合の2種類のパターンが現れます。自己組織化する際に手を加えず、そのまま二次元パターンをつくらせると、この2種類がそれぞれ独立のドメインを形成し、それらが半々の割合でできるのですが、私たちは、どちらか一方の構造のみからなるパターンを作ることに挑戦しました。具体的には、ベンゼン環に結合した2本のアルキル鎖の一部に不斉炭素を入れることを思いつきました。言い換えると、ひとつの炭素だけ、キラルになるようにしたわけです。実際にやってみると、驚くことに一発でこの制御に成功したのです。これによって、DBAから右巻きだけ、あるいは左巻きだけの2種類の二次元パターンをつくるできるようになりました。



キラルな構造から、キラルな触媒をつくれるか

とはいっても、このままでは何の役にも立ちません。しかし、形を制御する原理がわかったことが重要なのです。この二つの二次元パターンには、別の分子を結合させることができますが、それぞれにうまく結合する分子の形が異なります。右手用と左手用のグローブのようなものですね。右手用グローブに右手はスポッと入りますが、左手はうまく入りませんよね。これによって、分子のキラリティを認識することができるのです。ベンゼン環に

結合しているアルキル鎖を大きくすれば認識精度が高まるでしょうし、官能基を入れることで、不斉触媒として利用できる可能性がある。そういうことを、研究室のスタッフや学生たちは考えてくれているはず。ただ、実際にそこまで行くのは大変だろうと思います。今つくることのできているのはとても安定な構造ですが、触媒反応というのは物が出たり入ったり、ダイナミックですからね。実現させるためにはどんなアルキル基の中にどんな官能基を入れればいいのか、数多くの反応を知った上で試行錯誤を続けなければいけません。今は、その方向性を頭に入れたうえで、研究室の中でいろいろなディスカッションをしている状況です。

観測する技術は共同研究によって得た

私たちが他の誰にもつけない二次元幾何構造をつくれるのは、他の有機化学者はあまり使うことがない走査型トンネル顕微鏡 (STM) という武器を持っているというのがひとつの要因です。この装置は、とても鋭い針を観察したい物質に近づけて、バイアス電圧をかけた際に流れるトンネル電流の量から構造を観測するというものです。ナノサイズの構造を原子レベルで見ることができるため、物理学者が金属表面を調べたりするのによく使っていますが、私たちはこれを有機化学分野の中で活用し、新しいサイエンスに挑戦しているのです。

実は、私たちは、以前からこの分野に注目しSTM観測技術の導入に努めていましたが、自分たちの腕ではまともな観測をすることはできませんでした。しかし、たまたま2005年にSTMを扱うベルギーの研究者が大阪大学に来た時にディスカッションして共同研究を始め、スタッフと学生を弟子入りさせてもらったのです。ここで技術を学ぶ機会がなければ、ナノサイズのパターンがどのような構造をしているか、知ることはできなかったでしょう。ベルギーの共同研究者にとっても、私たちの合成技術と有機分子のふるまいに対する直感は、おおいに役立っていると思います。

いまや化学が果たす役割はいろんな境界領域に広がっています。新たな研究の種が転がっているといえるでしょう。そういった意味で、グローバルCOEの活動を通じて海外との関係を深めることは、大いに意義があると思います。また、この拠点のメンバーである他の研究者との共同研究や交流にも、大きな可能性があるように思います。

【文・石澤 敏洋 株式会社リバネス】

GCOEキャラバン報告

2011年7月4日(月)、7月29日(金)、9月20日(火)、10月25日(火)

明石 満
AKASHI Mitsuru

工学研究科
応用化学専攻・教授



訪問大学 信州大学／熊本大学／鹿児島大学／室蘭工業大学

北海道から九州まで 拠点の取り組みを伝道する旅

福住代表より、GCOEの研究成果を広めるよう指示を受けた。地域への貢献を掲げる各大学に、“グローバルな視点から物質と生命との関わりを重視した地球環境化学のグローバル教育研究拠点を形成することを目的とした我々のGCOE”を紹介し、私の担当する“生命分子化学”分野での成果を講演した。

まず、7月4日、信州大学繊維学部にて講演の機会を得た。学長を務められた北条舒正先生、繊維学部長を務められた白井汪芳先生他、本学出身者及び本学の学位を持つ方々が極めて多い大学であり、GCOE講演は学生・院生・職員の興味を引いたようで多くの方に出席いただき、英謙二教授に準備いただいた部屋を2度変えることになった。残念ながら、写真は私の講演の姿しか残っていない。出席した院生(実家がりんご農園経営)から、先週、信州りんご一箱が送り届けられるなど暖かい交流を感じるようになった。“繊維”の生き残りをかけて固いスクラムで学生・職員一体となって頑張っている方々に、化学分野で新しい切り口を示しつつ、旧来のものを深化させ磨きながら、展開させている我々の姿は十分に訴えるものがあつたと確信している。7月29日には熊本大学にお邪魔した。大学院自然科学研究科で講演の機会を得た。五校の伝統を守りながら、“旧制大学何する者ぞ”との武者教育が充実している大学である。また、化学に携わる我々が環境問題、健康被害を引き起こした水俣を抱えている大学である。福住GCOEが掲げるものに目を輝かせる多くの若い研究者を見た。9月20日は、私がポスドクの後の23年近く教育・研究を行なった鹿児島大学工学部に

訪問大学MAP

7月4日の信州大学を皮切りに、北は北海道から南は鹿児島まで計4ヶ所の大学を訪問し、講演を実施した。

2011.7.29

熊本大学大学院
自然科学研究科

2011.9.20

鹿児島大学工学部

2011.7.4

信州大学繊維学部

2011.10.25

室蘭工業大学

て講演した。何人もの優れた研究者が育った所である。法人化後、努力し成果をあげ高いレベルの教育・研究環境を維持発展している阪大との格差が生まれていることは否定できず、目一杯の講演であったが若い人にもっと誇りと意欲を持つようと鼓舞することが目的となってしまった。反省している。10月25日、晩秋の室蘭工業大学にお邪魔した。野口徹副学長とも話す機会を得た。講演では、本学から昇任赴任した中野英之教授から多くの質問をいただき、決して多い人数とは言えなかった出席者からの強いシンパシーを感じた。先生方との懇親の場への移動中(原生林)に鹿に出会ったことも報告しておく。

キャラバン訪問先での講演風景



鹿児島大学にて



熊本大学にて



室蘭工業大学にて

拠点リーダーの福住俊一教授が 平成23年秋「紫綬褒章」を受章されました。

政府は2011年10月21日に閣議決定した平成23年「秋の褒章・叙勲」受賞者720人と、23団体を11月3日に発表し、11月15日(火)皇居宮殿にて紫綬褒章受章者の拜謁がとり行われました。同章では、本GCOE拠点リーダーの福住俊一教授が機能物質化学研究の功績により受章されました。本学からは、西尾章治郎教授も情報科学研究の功績により受章されています。紫綬褒章は、学術や芸術文化、スポーツなどの分野で活躍した人に贈られ、女優の大竹しのぶさんら24人のほか、団体としてFIFA女子ワールドカップドイツ大会で優勝した日本女子代表チーム(なでしこジャパン)も選ばれています。



受賞会場にて



福住 俊一 FUKUZUMI SHUNICHI

グローバルCOE拠点リーダー
工学研究科生命先端工学専攻・教授
1950年生まれ

金属酵素のモデル反応や錯体触媒を用いる電子移動反応の制御、光電子移動化学など、電子移動化学に関する幅広い研究を行っている。最近では、多段階電子移動過程を触媒的にコントロールするという全く新しいコンセプトの基に、人工光合成システムの構築に向けた応用展開を精力的に進めている。

■ 平成23年度秋 各褒章の内訳 [Medals of Honour]

褒章は、明治14年12月の「褒章条例」(太政官布告第63号)公布により、紅綬褒章、緑綬褒章、藍綬褒章が制定されたのが始まりで、以降、大正7年に紺綬褒章、昭和30年に黄綬褒章、紫綬褒章が制定され、現在に至っています。褒章のデザインは、「褒章」の二字を桜の花で飾った円形のメダルで、綬の色(紅、緑、黄、紫、藍、紺)により区分されます。



Medal with Red Ribbon
紅綬(こうじゅ)褒章
【10人】

自己の危難を顧みず
人命の救助に尽力した方



Medal with Green Ribbon
緑綬(りょくじゅ)褒章
【36人】

自ら進んで社会に奉仕する
活動に従事し徳行顕著な方



Medal with Yellow Ribbon
黄綬(おうじゅ)褒章
【227人】

業務に精励し
衆民の模範である方



Medal with Purple Ribbon
紫綬(しじゅ)褒章
【25人】

学術、芸術上の発明、改良、
創作に関して実績の著しい方



Medal with Blue Ribbon
藍綬(らんじゅ)褒章
【422人】

公衆の利益を興し、成績著明である方
又は公同の事務に尽力した方



Medal with Dark Blue Ribbon
紺綬(こんじゅ)褒章

公益のため
私財(500万円以上)
を寄附した方

※文章・画像引用：内閣府HP <http://www8.cao.go.jp/shokun/shurui-juyotaisho-hosho.html> ※出典：紫綬褒章受章者・NewsDataBase