

## 広 告

文部科学省科学研究費補助金「新学術領域研究(研究領域提案型)」  
π造形科学: 電子と構造のダイナミズム制御による新機能創出領域略称名「π造形」  
領域番号2601(平成26~30年度)



# π造形科学 NEWS Vol. 05

## ナノの目で「摩擦」を解き明かす

佐々木 成朗博士(電気通信大学)



佐々木 成朗教授

——先生の研究分野は「ナントライボロジー」、つまりナノレベルでの摩擦の研究ですが、昔から興味があつたのですか？

**佐々木** いえ、もともといろいろなものに興味がある方で、中学から高校にかけては、裁判官や言語学者、歴史学者になりたいと思っていましたし、大学4年の卒研(理論演習)は原子核物理でした。

——今の分野とは全く違っていたのですね。

**佐々木** 大学4年の時、原子レベルの組み立て技術に衝撃を受け、ナノテクの世界にとても興味を惹かれました。

——ナノテク分野の中でも「摩擦」をテーマとしたのは？

**佐々木** 摩擦は、あらゆる分野と接点のある重要な問題でありながら、実はわかっていないことがたくさんありますので。

——確かに、摩擦は建築、機械工学、地震学、生物学など、あらゆる分野に関連しますね。

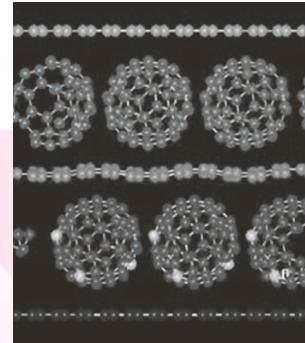
**佐々木** 学生時代は研究室で私一人だけがこのテーマを手がけていました。精密科学としてはまだほとんど研究指針がない時代でしたので、周りからはそんなことをやっても結果は出ないとか、物理から見捨てられたテーマだとかさんざん言われましたが、何とかこれで博士号を取りました。

——相當に困難な研究だったのでは？

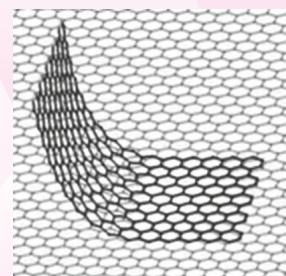
**佐々木** 計測法とその理論も自前で開発せねばなりませんし、エネルギー散逸のシナリオを巡って強い反発を受けたこともあります。自分で道を作っていく独特の苦労と充実感があります。

——具体的な研究内容は？

**佐々木** 分子部品の組み合わせで摩擦の大きさを制御する研究をしています。たとえばフラーレンをグラフェンのシートで挟んでやることで、ピコニュートンレベルの摩擦しかない「超潤滑」状態になります。このとき、両者の間にどのような力がはたらいているか、シートのたわみの様子などをシミュレートしています。逆に摩擦を極大化する、「超接着」の研究も進めています。



グラフェンに挟まれたフラーレン（超潤滑）



グラフェンの引き剥がし（超接着）

——π造形領域では、どのようなことに取り組みますか？

**佐々木** たとえば、櫻井英博先生(A01班)のバッキーボウルをグラフェン上に置くとなるか、力学的にボウル構造を反転できるなどを、理論的・数値的に調べています。今までに扱ってきたフラーレンとは異なる魅力を持った研究対象だと思います。

——摩擦の研究の波及効果は大きそうですね。

**佐々木** 応用技術の面からは、摩擦による機械部品の損耗、故障などがなくなれば、10数兆円の経済効果があると言われています。一方、基礎科学の面からは、「滑る」「転がる」「くっつく」「剥がれる」とは何なのかをスケールを超えて精密科学の言葉で解明できる可能性があります。そして生命現象の起源に物理学の観点から迫るのが、究極の目標です。

本領域では、領域外の博士課程学生や若手研究者向けのインターンシップとして  
 $\pi$ 造形スクールを開校します。詳しくは、本領域ウェブサイトをご覧下さい。  
<http://pi-figuration.jp>

## 分子集合体のシステムを操る

**矢貝 史樹博士(千葉大学)**



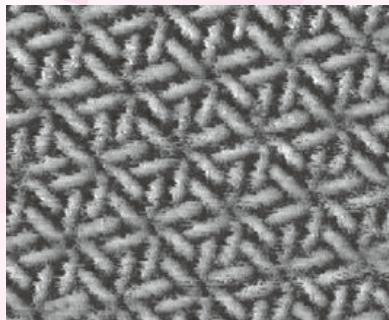
矢貝研究室のみなさん（左上が矢貝准教授）

——矢貝先生の研究といえば、本誌2014年12月号で解説されたメカノクロミック発光材料など、色に関わるもののが有名です。

**矢貝** 実は山梨県の実家は小さな印刷工場を経営していて、小さい頃からインクや染料に親しんでいました。大学院時代は葉緑素の研究をしていましたし、色素に縁があります。

——生化学寄りの研究から、なぜ今のような研究に？

**矢貝** 博士課程を終えて千葉大で助手になったとき、今までの研究は一切捨てて新しいことに取り組め、ということになりました。そこで、「ロゼット」と呼ばれる水素結合を介した6量体構造をモチーフに、色素分子を自己集合させるというテーマに取り組みました。たとえば光によるアゾベンゼンの異性化で、ゲルとゾルを行き来する分子集合体を作りました。このモチーフは今も研究室の柱の一つで、太陽電池への展開も行っています。



ロゼットのSTM像

——こうした自己集合構造は、予測がつくものですか？

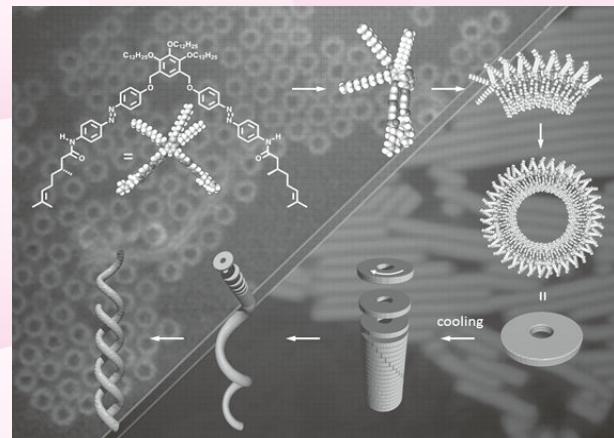
**矢貝** スペーサーの長さが変わるので、結晶、ディスコティック液晶、ナノファイバーなど、多彩に変化するケースもあります。ただし最近は、少しずつ制御ができるようになってきました。

——狙った構造を作り出せる？

**矢貝** 実は、合成が難しくてやむを得ず化合物を簡略化したら、新たなブレイクスルーに巡り会えたことがあります。デザインをシンプルにすることで、本質に近づくのかもしれません。

——新しい構造を見出すのは、こうした研究の醍醐味ですね。

**矢貝** 最近では、分子が自己集合してリング状になり、さらにそれが積み重なってチューブ状になり、それがらせん状に巻き、さらにからみ合って二重らせんを形成する例が見つかりました。温度変化により、構造レベルは制御できます。人工分子でここまで高次構造を作るものは、おそらく前例がないと思います（*J. Am. Chem. Soc.*, 2012, 134, 18205）。



高次集合構造をとるアゾベンゼン化合物

—— $\pi$ 造形領域で取り組んでみたいことは？

**矢貝** 色々な刺激に応答する複雑な分子集合体システムに挑戦したいですね。分子デザインはシンプルなまま。すでに共同研究の話がいくつか動いています。また、「若手の会」を鈴木修一先生らと一緒に主催しています。助教、院生など若手の研究発表を通じて交流を図ってもらい、共同研究などを立ち上げてもらうプランです。

——新しいアイディアがいつも出てきそうですね。

**矢貝** 単に化合物のやりとりだけでなく、お互いに研究者が留学して、技術や考え方を学んできもらうことにしています。若手にとって、大きな経験になることだと思います。

もっと詳しく→ <http://pi-figuration.jp>