

学部連携研究により ナノ物質を基盤とする 新しい研究領域を開く

日本大学N.研究プロジェクト 「ナノ物質を基盤とする光・量子技術の極限追求」

2008年、学内資金による日本大学の代表となるような研究プロジェクトの公募がありました。それまで私は理工学部のハイテクリサーチセンターやCOEへの応募(目の目は見ていませんが)等に携わっていました。それらのメンバーを中心に、それまでの研究成果を異分野と融合させてさらに発展させられるようなプロジェクトを作ろうという話になり、文理学部や医学部の先生方に声をかけ、研究計画を練りました。理工学部には情報記録や量子情報など情報分野で、文理学部には太陽電池や燃料電池などエネルギー分野で、医学部にはナノバイオ医療で実績を挙げた先生方がおられました。ディスカッションの中で、「ナノ物質」と「光」そして両者を結びつける「量子」というキーワードが浮かび上がってきました。ナノ物質を共通の基盤とした光や量子に関わる技術の極限を追求しようという意気込みとそれを裏打ちする計画を含めたのが、私達のプロジェクトです(図①)。

分子からできる ナノ構造と機能

私自身は、化学が専門で、化合物をデザインし、合成し、合成した化合物が形成するナノ構造を明らかにして、ナノ構造由来の機能、特に電子や光に関わる機能を明らかにするといった、比較的基礎的な研究をしてきました。最近の面白い成果を1つ紹介しましょう。ある種の分子は、2枚の円盤が1つの丸い金属原子をはさみこんだ構造をしています。ボルフィリンという円盤状の分子が2枚重なっていることからダブルデッカーボルフィリン錯体と呼ばれます。2枚の円盤は、金属原子をボールベアリングのボールのように利用して、互いに回転するということがいわれていました。しかし、回転するのを「見た」人は誰もいませんでした。図②は、大学院生の小松裕司くんの成果で、その分子の回転をはじめ「見た」像です。ポイントは分子のデザインと、それを実際に合成したということと、粘り強く観察を続けたということとです。何せ回転するのは直径が1ナノメートルという分子1つ

1991年東京大学大学院工学系研究科修了。工学博士。東京大学生産技術研究所助手、日本大学理工学部専任講師、助教授、准教授を経て、2010年より教授。専門分野は超分子化学、金属錯体、表面化学等。所属学会は、日本化学会、American Chemical Society、応用物理学会、有機分子/バイオエレクトロニクス分科会、電気化学会、錯体化学会。



ですから、将来的にはマイクロマシンなどより遥かに小さいナノマシン、ナノデバイスの部品になるかも……ということも想像されます。

日本大学N.研究プロジェクトによる 新しい研究領域へ

今述べたダブルデッカーボルフィリン錯体は、回転と言っても実は、熱運動によって勝手に向きを変えているだけです。そこで、分子の回転をナノ電極でコントロールできる分子回転素子を創るという計画を立てました。N.研究チームには、ナノ電極を作製できる研究者が量子科学研究所に、分子1つの発光を測定できる研究者が文理学部に、微小領域の電場を計算できる研究者が理工学部におられたので、共同研究をスタートしました。また、この課題は2010年度からの科研費新学術領域「配位プログラミング」の公募研究にも採択され、学外資金も導入できました。学部連携の背景があったればこそその採択だったと思います。

同じボルフィリン化合物にも全く異なった用途があります。例えば、ボルフィリン化合物を癌細胞に集めておいてレーザー光を照射して癌細胞を死滅させる光線力学療法です。ただしレーザー光は生体組織を透過しにくいので、体の表面にある癌にしか適用できません。そこで、N.研究チームの医学部の研究者のアイデアで、体を透過するX線を使って光線力学療法に適用するという研究に取り組むことになりました。そのためにX線を吸収するボルフィリン化合物をいくつか合成しました。培養細胞レベルの実験で効果があることが確かめられ、2010年、NUBICから「ボルフィリン誘導体および放射線力学療法におけるその利用」として特許出願しました。

基礎的な研究が、ナノ物質という共通項を通じて、N.研究プロジェクトの異分野と出会うことによって、新しい科学を開拓し、新しい技術を開発しようという研究につながっています。N.研究プロジェクトではこれ以外にも多くの分野融合型、学部連携型研究課題がスタートしています。ホームページ(日本大学のトップページからリンクされています)でも研究成果を発信していますのでご覧いただければ幸いです。



【左】図① 日本大学N.研究プロジェクト

【右】図② ダブルデッカーボルフィリン錯体の回転 J. Am. Chem. Soc. 2010, 132, 6870, より許可をえて転載、一部改変 Copyright 2010 American Chemical Society.

