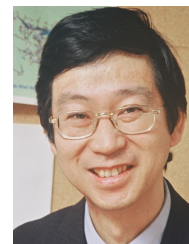
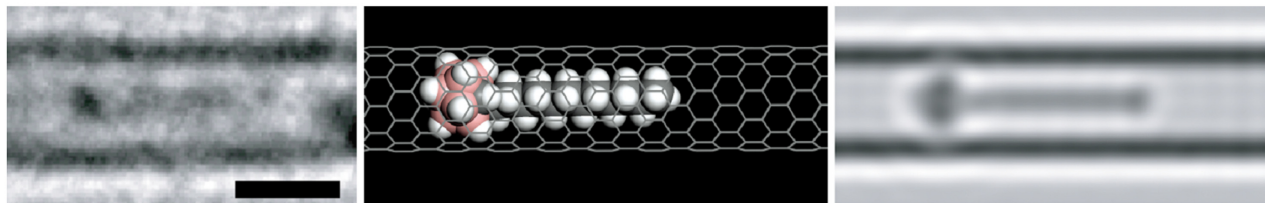


百聞は一見に如かず - 顕微鏡で見る有機化学 -



理学系研究科 化学専攻 教授 中村 栄一



図：12個の炭素からなる炭化水素鎖を一つ持つカルボラン分子。左から電子顕微鏡観察像、分子模型とそれに基づくシュミレーション像。黒いスケールバーは1 nm

物質を視覚的に捉える：顕微鏡で見える世界

小学校や中学校の理科の授業のなかで顕微鏡を覗き、タマネギの表皮切片を観察したことをご記憶だろうか。授業で学んだ生物の基本構造「細胞」を自身の目で観察することで、初めてその意味を実感したという人も多いだろう。視覚的にものを捉えることが人間の「理解」にとって非常に重要であることを示す例である。

「化学は難しい？」化学という学問が普通の人にとってわかりづらいのは、生物と違って「分子が目で見えない」ためではなかろうか。分子が動き回って反応するところが目で見えればこれほどわかりやすいことはない。2007年春、この夢が世界で初めて実現した。これが今日の

テーマである。私と筑波の産業技術総合研究所の末永和知博士、東京大学理学部磯部寛之准教授（現職は東北大学理学部教授）との共同研究によって最初の糸口が開かれた。

電子顕微鏡で「分子」の形の変化を捉える

原子や分子は光学顕微鏡で見るには小さすぎる。この観察を可能とする手段が電子顕微鏡である。この顕微鏡は、電子が波動性をもつことを利用した顕微鏡であり、加速した電子が光よりも短い波長をもつ「波」であることから、原理的には原子や分子の観察が可能となる。しかし我々の研究以前には、なぜか「有機分子は電子顕微鏡で観察するとたやすく壊れてしまう」

という定説ができていた。理屈はともあれ、この定説を覆すには、分子が観察できることを示す確たる証拠が必要だった。我々は、ホウ素原子 10 個と炭素 2 個からなる正二十面体型をしたカルボランと呼ばれる分子を目印となる「頭」部位として持った分子を設計・合成してこの問題に挑んだ。

図の左に示したのが、世界で初めて見えた小さな有機分子の電子顕微鏡像である。真ん中の分子模型と右のコンピューターシミュレーションを見てほしい。左側に見える黒い粒がホウ素の頭、右の筋が 12 個の炭素からなる炭化水素鎖である。上下の筋は、入れ物に使ったカーボンナノチューブの壁である（沢山の炭素原子が重なって見えるので濃い線として見える）。分子の姿が、想像通りの形で見取れる。このようにして、電子顕微鏡で単一有機分子が見えることを世界で初めて実証した。予想外のボーナスは、少し大きめのナノチューブに分子を入れると、分子が左右に動きながら形を変えるところも見えたことである。その後、研究を積み重ねることで、タンパク質を構成するアミド分子などいくつかの重要な分子の動きをとらえることに成功した。

「百聞は一見に如かず」

私たちが今回の単一分子観察から学んだことは、どのようなことだろうか。最も大切なことは、小さな有機分子の動きを目で見られることを世界で初めて証明したことであろう。ロバートフックは、細胞や小昆虫の姿が光学顕微鏡により見えたときこう述べている：「自然科学は、物質の観察という単純かつ健全な手法に戻るべきだ（Science of Nature should return to the plainness and soundness of observation on

material and obvious things.)」。彼が、顕微鏡という新しい手段により初めて理解できた真実に、いかに感動していたかを示している。今や生物研究の世界で顕微鏡はなくてはならない手段であることは皆様ご存じの通りである。今後化学の世界でも顕微鏡が日常的に使われるようになり、新しい世界が拓けるのではないかと期待されるこの頃である。

<参考文献>

中村栄一、学問の扉（東京大学 130 周年出版）、一分子のふるまいを見た、講談社、2007。