

# 炭素の超微細ボールが拓く 摩擦ゼロの世界

床にビー玉をバラまいて、その上に板を置くと、わずかな力で滑るようになる。摩擦が小さくなるからだ。これと同じことをナノの世界で研究しているのが佐々木成朗教授であり、すでに実用化に向けた開発が進んでいるという。



佐々木成朗 (ささき・なるお)

成蹊大学理工学部物質生命理工学科教授、理学博士。1967年生まれ。東京大学大学院理学系研究科物理学専攻博士課程修了。科学技術振興機構さきがけ研究者などを経て2002年に成蹊大学。2006年から現職。専門は物性理論、計算物質科学など。文部科学省若手科学者賞、日本表面科学会論文賞など受賞多数。

サッカーボールは、五角形と六角形を組み合わせた切頂20面体という立体構造である。その五角形・六角形それぞれの頂点に炭素原子を配置したカーボン・ナノボールをララーレン(C<sub>60</sub>)という。原子の半径は0.1ナノメートル程度。1ナノメートルは10億分の1メートルなので、常人には想像できない極微小の物体だが、このカーボン・ナノボールを、同じカーボンのナノシートであるグラファ

イト(黒鉛・炭素の六角形の網目構造)で挟むと、摩擦を限り無く小さくできるという。これがカーボン分子ベアリングである。「ナノテクノロジーの発達で、ナノレベルの小機械が作れるようになりました。しかし、原子や分子の質量は極端に軽く、相対的に表面に働く引力が強くなります。そのためナノの世界はいわばネバネバの状態で、せっかく機械を作っても動きにくい。そこで

カーボン・ナノボールをナノシートで挟んでからシートを滑らせてみたのです。他大学との共同研究の結果、実験と計算で摩擦力がピコ(1兆分の1)ニュートンまで小さくなる事を示しました」(佐々木成朗教授、以下同)

このシステムが超の付く潤滑剤として実用化されたら、自動車などの機械産業は革命的に変化する。人体に挿入する医療器具にコーティングしたら、挿入時の痛みや不快な刺激から解放されるかもしれない。化粧品メーカーも興味を示している。私たちがかつて経験したことのない、新しい世界が出現する可能性を秘めているわけだ。

「摩擦を減らせば、それだけエネルギー消費を抑えることができ、部品の摩擦も少なくなり、ある機関の試算によれば、機械の保全や部品交換による経費は国内だけで数兆円に達するそうです。波及損失も合算すると約11兆円。摩擦を軽減すれば、それだけ経費を節約できます。部品交換も最小限で済むので、環境にも優しいのです」

佐々木教授は、現在、カーボン分子ベアリングの最適設計を目指して、カーボン・ナノボールの転がり以外の運動特性(滑りや振動など)に関する理論研究を続けている。システムの実用化にはまだ多くの関門があるが、日常生活に登場するのは決して遠い先のことではない。

## 研究とは夢を 想像→創造する過程である

摩擦ゼロとは正反対に、前述した原子や分子が互いに引き合うことを応用した「摩



これがカーボン・ナノボールの構成モデル。五角形と六角形の組み合わせで、その頂点の赤い部分が炭素原子。それが60個で作られているのでC<sub>60</sub>とも表記される

擦無限大」の極限も佐々木教授の研究テーマだということから面白い。こちらはナノレベルでの接触面積を極大化し、2つの物を完全密着させることで「ネバネバ」の力を最大化するという理屈だ。少しスラせばすぐに剥がれる超・接着剤の利用も考えられる。ナノテクの世界は創意工夫の夢に満ちている。

「研究は夢を想像するところから始まりますが、夢中になって研究を続けると新しい夢を創造することが出来ます。私は常に基礎と応用、理論と実験といった異なる立場を行き来しながら夢を探しています。理学と工学の融合に加えて、実は生命科学も長期的な研究テーマなのです」

生命は、様々な代謝つまり化学反応によって維持されている。中でもDNAから遺伝情報を読み取り、自己を複製することが生命の本質といわれている。

「無生物であるはずの物質がどういうきっかけで生物になるのか。原子や分子が引力や斥力によって結合や分離を繰り返しながら生命を構成しています。分子生物学者の福岡伸一先生の著書タイトルでも有名な『動的平衡』を、物理学の立場から説明するのがライフワークなんです」