



学生たちの研究発表の場として、また産学官の交流の場として、毎年10月に日本化学会主催で開催されている「化学フェスタ」。2011年に始まって以来、その年の「ノーベル化学賞解説講演」が恒例になっている。2025年のノーベル化学賞は、京都大学高等研究院の北川進特別教授ら3名が「金属有機構造体(MOF)の発展への貢献」を理由に受賞した。それを記念して、北川特別教授ご自身が登壇され、受賞研究の内容やこれまでの研究人生を振り返る講演となった。

### 来るガス・エイジを支える多孔性材料

私たちの暮らしには膨大なエネルギー資源が必要である。その形態は、時代とともに変遷してきた。特に産業革命を境に、19世紀は石炭が広く使われ、20世紀には石油が主流になった。固体である石炭から扱いにくい液体の石油への転換を可能にしたのは、技術の進歩だ。そして21世紀に入り、これからエネルギーはどうなっていくのだろうか。

北川特別教授は「気体をエネルギー資源として利用する“ガス・エイジ”になるでしょう。つまり、霞を食って生きるような時代が来るのです」と話し、気体の時代が近いと予見する。

大気はどこにでもあるため、大気中の気体をエネルギー資源に使えるのであれば、「偏在」や「枯渇」など、現在、私たちが直面しているエネルギー問題の多くを解決できる。さらに利用する気体によっては、石炭や石油で問題となっている二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)も排出されない。しかし、それができないのは気体が分散しており非常に濃度が薄いからだ。それを解決するのが、北川特別教授が1990年代から研究し、2025年のノーベル化学賞を受賞することになった「多孔性材料」である。

多孔性材料とは、その名のとおりにたくさんのナノサイズの孔の空いた材料のこ

とだ。この孔のサイズを様々に変えることで、狙った物質を取り込み、必要なタイミングで排出させることができる。こうして気体を十分量集めることができれば、ガス・エイジが実現するというわけだ。北川特別教授が作る多孔性材料は、金属イオンと有機分子の配位結合からできている metal-organic framework (金属有機構造体) であることから、それを略して MOF (モフ) と呼ばれている。

### 密から疎への方針転換と材料開発

今でこそ、実用化への期待も大きく研究も盛んな多孔性材料だが、北川特別教授自身も最初からこうした材料を研究していたわけではない。「京大卒業後に勤めた近畿大学では一価の銅イオンの学術的な研究をしていました。合成した物質の構造を解析するため、京大に計算機を借りに行った際に待ち時間があつたので

暇に飽かせて、どんな中間構造をしているか詳細に見ていました。すると、その構造の中に、金属イオンを中和するためのアニオンのほかにアセトンが入っていることに学生が気付いたのです。“これは面白いぞ”と思いました。この発見をきっかけに、これまで密な物質を作ろうとしていた方針を一転させ、孔の空いた、しかもそこに何かを吸着させて世の中の役に立つ物質を作ろうと思うようになったのだと言う。

北川特別教授は1992年に銅イオンと有機分子を組み合わせた結晶構造をもつ層状の化合物を発表しており、これを第一世代と呼んでいる。1997年には、金属イオンをコバルト、ニッケル、亜鉛に変え、より強い構造をもつ第二世代 MOF を合成した。その後、構造を柔軟にすることでより多くの物質を吸着できる第三世代の MOF 「ソフト・ポーラス・クリスタル」を開発している。こうして性能を高めた MOF には、冒頭のようなガスを吸着し分離する機能のほかにも、高分子合成の触媒やイオン伝導、センシングなど多くの機能をもたせることができるため、すでに多くのベンチャー企業が実用化に向けて動き出している。

#### 研究を支えた自身の哲学

ところで、孔の空いた材料は天然にも存在する。しかも、北川特別教授が多孔性材料の研究を始めた1990年代には活性炭やゼオライトがすでに産業利用されていた。「研究を始めた当初、狙った多孔性材料を“混ぜるだけ”といった簡単な

方法で作れるなどと誰も思っていませんでした。その上、すでに利用されている材料がありましたから、開発したところでいったい何の役に立つのか、という雰囲気がありました」。

それでもこの研究を諦めなかったのは、北川特別教授が多孔性材料のもつ特徴に重要性を感じていたからだ。その特徴とは、分子が「集合」して「空間(孔)」を形成し、しかもそこには「動性」があった物質が入り出すというものだ。

「私が大学の学部生だった頃は割と時間があって、好きな本を読んだりしていました。その中に、京大の大先輩でノーベル物理学賞を受賞された湯川秀樹先生の『天才の世界』『続・天才の世界』があって、荘子の話が出ていました。この方が「無用の用」と言っており、この言葉を知っていた私は『一見何もなくて無用に思える孔(空間)が役に立つ』という考えに至ったのです。ほかにも先人たちが残した知恵や自身の経験から育まれた信念に支えられ、この材料研究を続けることができたのだと語った。

そして、最後に「ここに至るまでには、近代細菌学の祖であるパスツールが『幸運は用意された心に宿る』と言ったように、学んだ者だけに訪れる“運”と、長い時間をかけて物事にじっくりと向き合って咀嚼する“鈍”と、決して諦めない“根”の精神が大事でした」と話し、これを若い人たちへのメッセージにして講演を締めくくった。

ノーベル賞解説講演では、毎年、偉大な先輩研究者たちの研究成果に触れるこ



とができる。2025年の講演は、例年以上に若い研究者に大きな刺激になった。

講演の冒頭、「突然、忙しくなりましたが、会員である日本化学会の講演依頼は受けたいと思っていました」と語った北川特別教授。ノーベル化学賞の受賞からわずか2週間後の10月22日に、ご本人から受賞研究について解説いただけたことはたいへん貴重な機会だった。

約1時間半の講演では語り尽くせない量のスライドが用意されており、ノーベル賞を数多く輩出してきた京大の化学分野の系図もあった。北川特別教授は、自由な校風の京大出身であることに加えて、卒業後に私立大学、公立大学、そしてまた国立大学と渡り歩き、化学でも理学から工学まで幅広い分野で経験を積んできたことを自慢に思っていると話した。中でも、MOFが溶液中でエラー修正しながら組みあがっていく動画は圧巻で、「ミクロの世界でこんなことが起こっているのか」と会場を驚かせたことだろう。

(サイエンスライター 池田亜希子)

© 2026 The Chemical Society of Japan