



# 厳しい状況でも、 新しい領域の開拓に挑戦を

Susumu Kitagawa

## 北川 進

京都大学 物質－細胞統合システム拠点 拠点長

材料科学の分野にブレークスルーをもたらした  
多孔性配位高分子の開発者が今、新たな研究領域の開拓に挑む。

### 物質と細胞の融合領域

京都大学の物質－細胞統合システム拠点 (iCeMS=アイセムス) は、マテリアルサイエンスと細胞生物学を融合し、新たな研究領域の開拓に挑む日本で唯一の研究所です。設立は2007年。研究の目的は、細胞の機能を理解するために必要な化学物質の作製と、細胞の機能を操作する化学物質の作製の2つ。将来的には、細胞機能に触発された機能材料を創製することも視野に入れています。

iCeMSは2007年から10年間、文部科学省の「世界トップレベル研究拠

点プログラム(WPI)」の支援を受け、大きく発展しました。2012年には、当時iCeMSにも所属しておられた山中伸弥先生が、iPS細胞の研究でノーベル生理学・医学賞を受賞され、iCeMSの幹細胞に関する基礎研究の一端を担っておられました。

組織体制にもいくつかの特徴があります。例えばiCeMSでは、研究員のオフィスがオープンスペースになっています。物質と細胞という融合領域を研究するには、オフィスでも異なる領域の研究者が混在して、コミュニケーションを取りながら刺激し合えるような環境が適している

からです。

国際性も重視しています。iCeMSでは英語が公用語であり、事務も基本的には英語で対応できます。全研究者に占める外国人研究者の割合は約30%で、女性研究者も約25%います。2018年度はパーマネントポジションにいる教授、准教授の平均年齢が39歳でした。京都大学のほかの研究所や研究科に比べるとiCeMSの若さは際立っています。

### 多孔性配位高分子の研究

こうした体制の下、iCeMSでは多様な領域の研究者がさまざまな研究に取り組んでいます。ES細胞やiPS細胞、あるいはマウス胚などを用いて幹細胞の分化や増殖について研究しているグループもあれば、細胞有機化学という新しい研究領域の開拓に挑んでいるグループもあります。

私自身はPCP/MOF(多孔性配位高分子)の研究をしています。金属イオンと有機分子が交互に無限に連なるこの材料には、たくさんの孔が空いています。その孔が例えばガスを貯蔵したり、分離したり変換したりする機能を持っています。私たちは酸素や一酸化炭素(CO)など特定





この指とまれと言ったら100人くらいが集まってくる。  
それくらいの新しいコンセプトを生み出してほしい。

きたがわ・すすむ 1951年、京都府生まれ。京都大学工学部卒業。同大学院工学研究科博士課程修了。近畿大学理工学部助手・講師・助教授を経て1992年、東京都立大学(現首都大学東京)理学部教授。その後、京都大学大学院工学研究科教授、同物質-細胞統合システム拠点副拠点長・教授などを歴任。2017年から現職。日本化学会賞、トムソン・ロイター引用栄誉賞、紫綬褒章、江崎玲於奈賞、日本学士院賞、藤原賞など受賞歴多数。週末には2時間半かけて11キロを歩く。

の気体分子だけを選択的に吸着するPCP/MOFをつくることにも成功しています。混合ガスから効率よくCOを分離・回収できれば、これまで利用できなかった排ガスを新たな資源として利用できるだけでなく、二酸化炭素排出量削減につながる可能性もあります。

このPCP/MOFはすでに本格的な実用化の時代を迎えています。PCP/MOFに関わるビジネスを立ち上げたスタートアップの企業は、私が知るだけでも世界に18社あります。実際にはおそらく20~30社はあるでしょう。iCeMSからも2015年、Atomis(アトミス)という大学発ベンチャーが生まれています。

### 無用の用の面白さ

しかし私は最初からPCP/MOFを開発しようと考えていたわけではありません。もともとは金属錯体で有機物の超電導材料や磁石をつくる研究をしていました。溶かして壁に塗ったらそこが磁石になる、インクジ

ェットで線を印刷したらそれが電線になる、そういうことを目指した研究でした。

転機は1989年、近畿大学に勤めていたときに突然やってきました。学生を連れて京都大学に行き、大型コンピュータで単結晶X線構造解析をしていたときのことです。結果が出るまで待っていると、1人の学生がこう言いました。

「先生、これ、孔が空いていますよ」見ると確かに均等な大きさの孔が並ぶハニカム構造になっていました。私たちがつくろうとしていたのは電流を流さなければならない材料ですから、緻密な構造が必要です。たくさん孔があるのでは失敗です。学生たちはがっかりしたような顔をし

ていましたが私は「これは面白い」と思いました。もちろんそのときPCP/MOFにつながるアイデアがあったわけではありません。ただ、この孔は何の役にも立たないように見えるが、もしかしたら活用できるかもしれない。そうしたら新しいサイエンスができるはずだとひらめいたので。無用の用の面白さです。

そこから新たな研究が始まりました。試行錯誤を繰り返し、ようやく微細な孔が気体を自由に取り込んだり放出したりできることを発見しました。そして1997年、満を持して論文を発表しました。

## 図抜けた表面積の大きさ

けれども学会からは冷淡な反応しか返ってきませんでした。

「そんなものをつくっても価格が高いだけだ」「有機物だから安定なはずがない」

多孔性材料なら、古代エジプトの時代から活性炭が使われていました。18世紀には天然の石からゼオライトが発見され、19世紀には人工合成もできるようになっていました。何を今さら、ということでしょう。

それでも私は研究を続けました。PCP/MOFは1 cm<sup>3</sup>の立方体にしたとき、サッカーコート1面に匹敵する表面積を持ちます。この表面積は活性炭やゼオライトをはるかに上回っています。表面積が大きければ、大量の分子の吸着や反応が起こりやすくなります。表面積の大きさは、PCP/MOFの性能の高さに直結するのです。

やがて、ほかの研究者からも私たちの研究と同じような内容の発表がされるようになってきました。そして、有機物を使っても頑丈な細孔構造をつくれるということが共通認識になっていき、多孔性材料開発が大きく注目されるようになっていったのです。

## 運鈍根の奨め

私は若い研究者や学生に、運鈍根、ということをよく言います。

細菌学者のパスツールは「Chance favors the prepared mind」という言葉を残しています。運は準備したマインドに来るということです。あることを突き詰めてやっていると、知らずに向かうべき方向を選んでいるものです。だから学生が失敗だと思ったときに、私は面白い発見だと考えることができたのでしょう。

何か新しいことやわからないことに直面したとき、一度立ち止まり「何だこれは」と思いながらしぶとく考え続ける、それが鈍です。私は自分が鈍であることを自認しています。

3番目の根は根気、粘りです。研究者にはこれがとても大事です。

もう10年以上前のことになりましたが、国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)のプログラムで、5年間に14~15億円を支援していただけることになりました。この金額にはさすがに緊張しました。ところが当時のJSTの担当者の方から「今すぐ結果が出るようなものでなくて結構、10年後に、そういうことをしていたのかと言われるような研究をしてください」と言われ少し気が楽になりました。好きな研究をしていいのだなと思えるようになったからです。

## 「feel alone」の世界へ

今はどこの大学も研究予算が厳しい状況です。そのうえ最近では基礎研

究にさえ社会実装を求める風潮があります。任期付きのポストでは、好きな研究をしていいと言われても現実には難しいでしょう。

しかしそんな厳しい環境でも、これからの研究者には、この指とまれと言ったら100人くらいが集まるような新しい領域を開拓してほしいと思います。

海外に出て優秀な研究者と渡り合い、武者修行もしてほしい。内弁慶になっただけじゃいけません。以前は学生に「feel alone」になるところに行きなさいと言っていました。専門以外の学会に行くと、知り合いは誰もいません。同じ日本語なのに意味のわからない言葉が飛び交っています。そうして新しい領域にいることを実感してほしいのです。

もう1つ、クオリティの高い論文を書いてください。「ネイチャー」でも「サイエンス」でも、投稿した論文の審査は非常に厳しいものです。「絶対落としてやろう」という意気込みすら感じるほどです。何度も何度もいろいろな細かいことまで突いてきます。

だからほとんどの研究者が音を上げてしまいます。それに耐え、根気よく実験を繰り返してデータを追加して、それでようやく論文が掲載されるのです。でも、その途端、視界が開けます。サイエンスのレベルが上がっているからです。

厳しい状況だからといって、自分を甘やかしてはいけません。自らを律して、懸命にやってほしいと思います。