

## 特集

# 最先端科学の 研究現場から 第3回

インタビュー／佐藤彰芳 撮影／倉部和彦

自然科学研究機構  
[分子科学研究所]



20世紀に入って大きな発展を遂げた近代有機化学だが、その約100年間はほとんどすべて有機分子を有機溶剤に溶かして溶液としていた。通常有機化学反応＝有機溶剤中の反応と考えるのが化学者の「常識」であった。しかし、本当にそれが常識なのか――。

有機分子の源泉はすべて生命によって作りだされている。生命がつかさどる化学反応システムは、すべて「水中」で「不均一反応系」「触媒的」に「高効率・高選択的」に実施されている。そこで、「生命が水中でいともたやすく行っているこの理想的な化学反応システムを人為的に水中でできないか」と、1995年から「水中での有機化学のプロセス」実現に挑んでいるのが、岡崎にある分子科学研究所の魚住泰広教授であ

る。研究に対する姿勢と考え方、研究内容について話を聞いた。

### 研究環境は自由であること、フェアであることが重要だ

魚住泰広教授の研究姿勢の原点は、北大大学院時代、のちに北大学長になった伴義雄教授の研究室にあるという。魚住 ミーハー的に伴先生が一番大物の先生に見えたので、その研究室に入れていただきました。ところが大物すぎて、研究室にはほとんどいない（笑）。伴先生と会話をする機会はあまりなかったから、学問的に影響を受けたということはないんですが、学問に対するフィロソフィーというのは本人が研究室にいらなくても研究室全体に漂っていて、そういう意味では大きな影響を受けました。

——具体的にはどのような影響ですか。魚住 やはり「自由」ですね。例えば、伴先生の研究室には当時、助手として森美和子先生（1991年猿橋賞受賞、のちの北大名誉教授）がいらして遷移金属触媒の化学を研究されていました。まだ女性の研究者は少ない時代で、家庭と研究を両立させるのは、保守的で古い体質の研究室では不可能だし、やはり自由な雰囲気がないとできません。また伴先生はもともと天然物合成化学が専門で、遷移金属触媒という研究は伴研究室の主流ではありませんでした。それでも研究ができたということは、この研究室に森先生が是非やりたいと果敢に挑戦していく姿勢を認める自由があったということです。

のちに伴先生が退官されて、当時38

分子科学研究所

## 魚住泰広教授に聞く

Yasuhiro Uozumi

# 水中での有機化学 実現する ナノ触媒システム



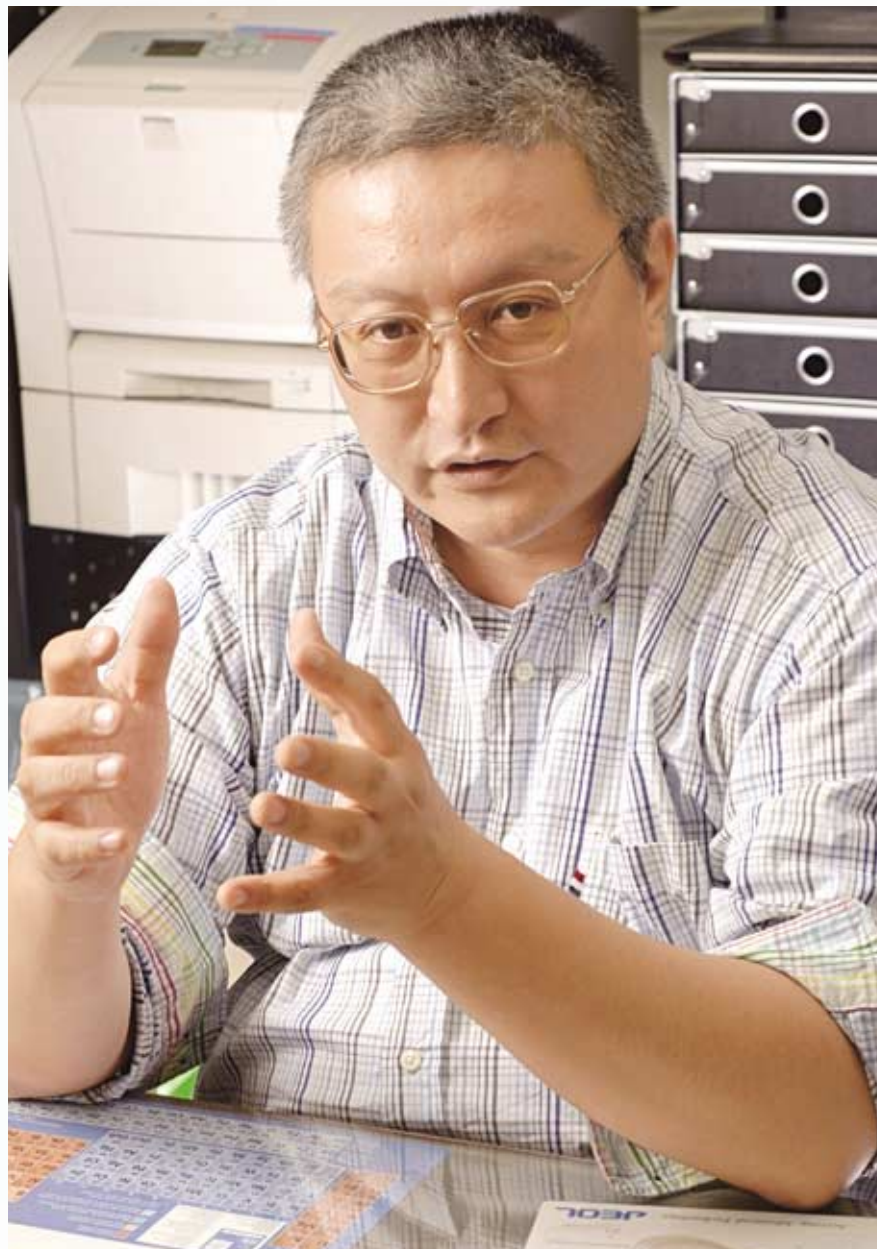
## PROFILE

うおずみ・やすひろ ● 1961年北海道札幌市生まれ。1984年北海道大学卒業。1986年同大学院薬学研究科修士課程修了、1990年薬学博士。北海道大学薬学部教務職員、同触媒化学研究センター助手、米国コロンビア大学リサーチアソシエート、京都大学大学院理学研究科講師、名古屋市立大学薬学部教授を経て、岡崎国立共同研究機構（現在は自然科学研究機構）分子科学研究所教授。総合研究大学院大学教授を併任。

歳ぐらいだったと思いますが、東大から柴崎正勝先生（2005年日本学士院賞受賞、現・東大薬学部長、日本薬学会会頭）が後任教授としていらっしゃいました。研究室内に森先生をはじめとしてアクティブな研究者がいるにも関わらず、逆な意味でもフェアな目で日本で最高のポテンシャルのある研究者を探してくる自由さがあり、非常にフェアな環境でしたね。

—自由であること、フェアであることは研究者にとっては大きいと……。

魚住 非常に重要なことです。体質が保守的であれば、自分が上位にいてポジションが空いていれば次は自分になれるんじゃないか、助手であれば自分が助教授になれるんじゃないかと思う。しかし、フェアに評価されるということにな



# 学プロセスを

「水中での有機化学プロセス」は環境調和・リスクフリーを目指した次世代プロセスとして注目を浴びている。自在かつ精密な有機分子変換プロセスの水中での固定化触媒による実施を一挙に実現する新しい「ナノ触媒システム」構築に挑戦している自然科学研究機構・分子科学研究所の魚住泰広教授に登場願った。

# の構築に挑む



ると、常に自分が年齢的に上だから次のステップに行けるというものではなく、やはり、きちんとしたアクティビティを示さないと次の道はない。厳しいといえば厳しいが、フェアといえばフェアです。アクティビティを示していれば、次の道が開けるということの意味していますから、やる気を出す人にとっては非常にやり甲斐のある環境だと思います。——魚住先生も伴研究室に入ることによってやる気が出たわけですか。

魚住 そうですね。私はもともとやる気のある好青年でしたから、やる気が維持できたということでしょうか(笑)。

——年齢にも地位にも関係なく、自分の研究をほかの先生方が客観的に見ていたというわけですね。

魚住 私は日本でよくいう「公平」とか「平等」という言葉はあまり好きではない。公平という言葉は日本語として非常に曖昧で、「ユニフォーメーション」と「フェア」という二つの意味がある。ユニフォーメーションというのは昼寝してる人も、一生懸命働いている人も、同じ年に入社して同じキャリアなら同じ給料ですね。フェアというのはよりよくやっている人には好待遇があり、やってな

い人には悪い待遇が当然。どっちをもって公平・平等と呼ぶのかは非常に難しいですが、研究の世界ではやはり、あらゆる意味でフェアであるべきと思っています。だから私は、ユニフォーメーションは嫌いです。

——日本には成果主義と年功序列という両方が存在し、お互いに良い部分も悪い部分もあり、フェアな環境というのは難しいですね。

魚住 成果主義に走って、最近問題になっている捏造や不正に繋がっては何の意味もない。目先の成果ではなく、本質をきちっと評価する仕組みがない限りは真の成果主義というのは成立しない。それを成立させるのは、評価する側と評価される側の信頼関係ですね。そういうものをきちんと構築していくことがフェアに繋がる。極端なことをいえば成果が上がってないなら「君はクビだ」という辛い選択もあるし、それを納得できるだけの信頼関係は必要だと思います。

——実際に構築するのは難しいですね。

魚住 私がドクターの頃、さきほどの柴崎先生が教授で赴任されて来ましたが、当時私は柴崎先生のケミストリーに対するコントリビューション、貢献はほと

んどない。しかも私はストレスばかり与えていました。柴崎先生としては、当時の私は博士課程の学生でしたから、私に自分のテーマをやって欲しいわけです。でも先生の提案を私は「後でやってきた教授が何をおっしゃっているんですか」と丁重にお断りするわけです。また、北大の薬学には非常に自由な雰囲気があって、伴先生は当時名誉教授ですが、私達は伴先生を「伴さん」と呼んでいた。ところが柴崎先生は「さん付けは失礼だ、伴先生と呼ぶべきだ」というわけです。それはごもっともなだけけど、大きなお世話だと「伴さん」と呼び続けた。やりにくい学生だったと思います。だけど、柴崎研究室でポジションが空いたときに、「研究室に残ってはどうか」とオファーしてくださった。それは非常にフェアというか、自分に対してのコントリビューションもなく、イエスマンでなくても、「アカデミックなポジションに残って伸びていくチャンスを与えよう」と評価してくださった。そうやって研究者としてのスタートラインを示してくださったことに非常に感謝していますが、こんなに逆らった人間をよくとる気になったなあ、と思いますね(笑)。



——柴崎先生も困った学生をお持ちでしたね (笑)。

魚住 当時はあんまり仲良くなかったですけど、今はすごく仲が良いですよ。たぶん柴崎先生に聞いても、「彼とは非常に仲が良くなかった」と、はっきりおっしゃるはずですよ (笑)。

### 水の中だからこそ、疎水性相互作用で反応をコントロールする

魚住教授は、柴崎正勝教授のあと、異例の抜擢で京大からやってきた林民生教授 (2002年日本化学会賞受賞、現・京大教授) ともお会い。「超一流の先生方と一緒に研究できたことが私のものすごい財産です」という。

魚住 本格的な遷移金属化学、不斉触媒反応のイロハからもう一度勉強しなおした貴重な経験でした。林先生にはガスクロの打ち方、論文の書き方からスキノの遊び方まで公私にわたって本当に「仕込んで」いただきました。今でも私のグループのセミナーやコンパの運営まで林流が色濃く残っていますね。

——94年~95年にかけて米国コロンビア大学リサーチアソシエートとして留学していますが、そこを選んだ理由は。

魚住 二つ理由があります。一つはマンハッタンで休日は音楽三昧の生活がしたかったこと (笑)。ジャズとブルースのコレクションは今では約1万枚。研究室でも時間があればギターを弾いています。マンハッタンである楽器店に入ったら、エリック・クラプトンがギターを試し弾きをしていて黒山の人だかり。そこに現れたのはなんと、ジェームス・テラーですからね、すごいでしょ (満面笑みである)。

——音楽の話は長引きそうなので、二つ目の理由をうかがいましょう (笑)。

魚住 ……ですよね。米国に行く前に、今の研究の方向はある程度具体的に見えていましたから、当時日本ではまったくスタートしていなかったコンビナトリアル化学、特にその一つの技術である固相合成であるとか、そういうようなことを習得するのが目的でした。そのときに習得したことは今の研究の土台としてかなり生きています。

また、それ以前の有機化学では、精密な有機化学の制御の仕方というのは非常に排他的でした。つまり、二つの可能性があったら一つを潰し、それによってほかの一方だけが残る。これが化学制

御する概念でした。それに対して私は、二つの可能性があったら、その一方に、よりそちらに行くように誘導してやる。例えば、ある反応剤が右のほうに反応するのか、左のほうに反応するのかというとき、左がだめだから右に行くのではなく、より右に行きやすいから行くという積極的なコントロールの仕方に興味があった。それはモレキュラー・リコグニッション (分子同士がお互いを認識し合うこと) からスタートするわけで、そうした原理や研究がどのように展開しているのかを学ぼうと考えていました。

実際に生体の中では、水素結合とか様々な相互作用によって、よりこっちのほうが行きやすいからおいで、というようにコントロールがなされているのに、フラスコの中ではあまりなされていないというのが現状でした。実は分子設計上のダイヴァーシティ (多様性) の重要性や能動的相互作用の分子設計への組み込みなどは、当時の林先生の触媒設計思想から拝借したものでもあります。——それが水中での有機化学合成研究につながり、今話題のグリーンケミストリーでもあるわけですね。

魚住 私自身は、グリーンケミストリー

を考えていたわけではありません。分子同士が疎水結合でお互いを認識し合うということは、合成化学的には今まで有効に使われてきていなかった。ところが、例えば受容体のところに医薬品が近づいていくシステムというのは、疎水性相互作用による部分が結構多いわけです。これは有効に使わなくてはいけません。しかも有機化合物である以上、基本骨格はCHで疎水性なわけです。有機化合物は水酸基があれば水素結合できますが、それはどの有機化合物にでもある普遍的な官能基ではない。それに対して、炭化水素というのはどの有機化合物も必ずその部分を持っている。それこそ疎水性なわけで、疎水性相互作用で反応をコントロールできるならより有機化学の中で普遍的に使える相互作用に違いない、という確信があった。であるならば、それが一番有効に使える反応は水なんですよ。だから私は、動機としてグリーンケミストリーがあったわけではなく、結果としてグリーンケミストリーに結びついたわけです。

## ナノサイズの粒子触媒を使い、水中の有機化学反応を促進する

—水の中での有機合成研究を始めた当時、まわりの反応はどうでしたか。

魚住 それはもう、キワモノですよ。

—キワモノですか。

魚住 例えば、「どうして水の中でやるんですか？」という質問がくるわけです。私の答えは「どうして水じゃないの」。

つまり、有機化合物というのはすべて生命活動から生まれてくるわけです。石油だって生物のカスなわけです。有機化合物というのは元来生命体から生まれてきているし、われわれの体は水ででき

ていますから、その生命体の中での化学反応というのはほとんど水のような媒体の中でやっているわけです。むしろフラスコの中でトルエンだ、ベンゼンだ、エーテルだというのは、こちらのほうが代用品なわけです。

ところが、そういうフラスコ反応の歴史が約100年ありますから、むしろそれが当たり前になっていて、水の中で有機反応をやるのが目新しく映ってしまう。でも、長い生命の歴史を考えると、水中じゃない媒体で化学反応をやっていることのほうがキワモノであって、人為的なものじゃない自然界の化学反応というのはほとんど水中です。逆に聞けば、水中じゃないこと理由を述べてみよ、と。

枯渇性資源である石油は燃えるし毒性もある。どうしてこれではいけないのか。その正当性のほうがないんじゃないか。だけど中学校、高校からずっと習ってきた化学反応というのは有機溶媒でやるわけで、どうして水の中でそんなことやるんですか、となるわけです。

—なるほど。約100年間同じことを続ければ、いつか常識となるわけですね。

魚住 世の中にはそういう常識っていっぱいある。多分、ヌーディストの人に聞けば、服を着ていることのほうが異常だっていいですよ。だって、生物はみんな裸じゃないかと。私は服を着ていますが、彼らの言い分は一理あるわけで、そういうものですよ。

—現在の研究テーマは、さらに発展させた「水中での精密な有機分子変換を実現するナノ遷移金属触媒」ですね。

魚住 水中で反応をやるときの一つの目印になるものとして、酵素反応があります。酵素のある反応のポケットの中に反応させたい気質を取り込み、そこで望

みとする反応をさせるというのが基本です。分子を取り込むポケットはどうしても分子サイズ、ナノサイズの空間を作っていないとできません。

特に水中で反応をやり始めると、有機分子が持つ疎水性の性質に基づいてその分子が触媒に近づくということが必要なわけです。そういうときに分子が近づきやすいようなナノサイズの反応の場がないと分子は取り込めない。そこでナノサイズの反応の場というものを意識するようになりました。

それに加えて反応をやっていく過程で、それまでは錯体触媒、分子性の触媒が多かったわけです。ちょっと立ち返りますが、水中で有機反応をやらせるための反応場は水とも馴染まなきゃならないし、かつ有機分子を取り込まなきゃならない。そのための一つのトリックとして、私たちは両親媒性の高分子というものを反応場に使っていたわけです。こういう高分子であれば水の中に入れても当然水の中に溶けている酸や塩基のいろんなイオンを中に取り込むこともできますし、かつ水の中に溶けない油分、有機分子を取り込むいい反応場になるわけです。この両親媒性の高分子の反応場の中に、錯体触媒や様々な分子性触媒を埋め込み、それによって触媒反応をやらせるということが続けてきたわけです。

そして2000年過ぎには、錯体ではなく、ナノ粒子を高分子の中で発生させるということを始めました。錯体は高分子の中に組み込んでいますから、その錯体から金属の小さな粒として析出させるという方法で、高分子のマトリックス、要はプラスチックの固まりの中で金属の粒子を発生させるということがうまくいき始めました。



「目先の成果を追いがちなアメリカに比べ、日本の化学研究者のオリジナリティは非常に高いものがある」という魚住教授

「うちの研究室には何時に来て何時までいるというルールはない。常識の範囲内で自由に研究を進めればいい」

ただ通常は、金属粒子を発生させますと、ものによってはどんどん結晶が育って大きな粒になり、ナノサイズじゃなく、ただの砂粒になってしまうこともあるわけですが、高分子の中で発生させればある程度大きくなっても、それ以上は物理的に動かせません。マトリックスの中に金属の粒子が分散したような形のナノ粒子の発生が起こる。それができれば、先ほど述べたように両親媒性の高分子ですから、水の中で様々なナノ触媒の反応ができるに違いありません。そういうナノ粒子というものは、普通の粒子に比べたら非常に細かいものですから、表面積は非常に大きいわけです。今までの反応ではいかならないような反応が起こるということがあるわけです。そういうことを考え合わせると、水の中で小さなナノサイズの粒子触媒を使うならば、反応速度も非常に高いし、我々が考えている水中の反応にもつながる。これは非常に面白い展開になるんじゃないかと思えます。

## 研究室で優先されるのは、サイエンスとして何をやりたいか

——さて、こうした研究テーマはどのようにして生まれてくるのでしょうか。

魚住 そうですね、私の場合は大学の学部レベルの教科書からテーマを探します。具体的には学部の教科書を見ていたら、ほとんどの有機化学反応の溶媒は有機溶媒でした。だったら、本当にそうなのかと疑うことで、「そうでなかったら教科書が書き変わるな」と思うわけです。それぐらいの幼稚な発想ですね。幼稚なら幼稚なほどいい。もし、小・中学校の理科の教科書に書かれていることをひっくり返すような研究テーマならノーベル賞ものですね。

——この研究室の方針は何でしょうか。

魚住 多少苦しくても、ルールを作らないことです。ルールを作らないということは、学生も研究員も自分で限界を作らないということで、とにかくまず優先されるべきなのは、サイエンスとして何をやりたいかであって、お金がないだの、場所がないだの、人がいないだのを研究を阻害する理由にしちゃいけない。研究のためなら一生懸命企画書を書いて研究費を引き出すべきだし、地球の裏側に共同研究したい人がいれば行けばいい、よその研究機関で実現する可能性があれば自分が移ればいい、そこを解決したらいいだけの話。ルールを決めないとはそういうことで、自分の勝手な限界やハードルなどそういうものを設定する必要はまったくないということです。

——日常のルールもいらない？

魚住 私たちの場合は成果が上がって論文になって、国際的な学術誌に載ってナンボなわけです。成果至上主義はNGですが、自己満足だけでもダメです。朝の9時から夕方6時まで毎日休まず働いて、皆勤賞だからこの論文通してくださいっていても通らない。家に病人がいるから生活が苦しいからといっても通らないわけです。そこは冷たいようだけれども、仕方ないんです。逆に成果が出ていれば、鼻くそほじってようと、その辺で昼寝してようと私は別に構わないわけです。

あとはやはり、この研究室が何を目標しているかということを中心にさせること。それは極端にいうと、ワールドカップを目指すところにはワールドカップを目指す人たちが集まってくるという雰囲気づくりが重要で、研究室のルールなんて何もいらんないんです。

「ルールを作らない」と研究室の中でもギターでブルースを奏でている魚住教授。ジャズ&ブルースの貴重なSPレコードコレクションを研究室の戸棚に入れているほど。音楽専門誌でも執筆する魚住教授に、今号の66ページ「Music Review」でも執筆していただいた



# Uozumi

