



## 将来の分子科学にこんにちは



## 水谷 泰久

(大阪大学 大学院理学研究科 化学専攻 教授)

みずたに・やすひさ / 1987年京都大学工学部工業化学科卒業、1992年総合研究大学院大学数物科学研究科博士後期課程修了、博士(理学)。日本学術振興会特別研究員、分子科学研究所助手、神戸大学分子フォトサイエンス研究センター助教授を経て、2006年4月より現職。P.T.A. 会員およびCIRCLE会員。

分子研を離れてから10年になろうとしています。月並みな言い方ですが、月日が過ぎるのは本当に早いものです。分子研には、総研大院生として3年間、その後博士研究員として9ヶ月、アメリカでのポストドク生活をはさんで、助手として7年5ヶ月、合計11年2ヶ月という長い期間にわりお世話になりました。その後、平成13年6月に神戸大学に異動しましたが、分子研という研究100%の環境から移りましたので、はたして自分には教育ができるのだろうかと非常に不安でした。分子研では学生の指導らしい指導をしたこともないし、またドクターの院生時代も、総研大であったせいもあり後輩がおらず、後輩の面倒をみた経験がほとんどなかったからです。しかし、幸い、研究室では志の高い学生に恵まれ、彼らからたくさんのことを学ぶことができました。特に、「教員(つまりわたくしです)ができそうにない研究テーマでも学生はうまく成功させてくれる」という教訓を学んだのは、わたくしにとって大きな収穫でした。5年弱という短い期間でしたが、そのような学生達と一緒に研究ができたことは、わたくしにとって大きな幸せであり誇りでもあります。その後、大阪大学で教授として研究室を主宰する機会に恵まれ、ここ阪大でも学生と研究を楽しんでいます。神戸大学にいるときに比べ、担当する

講義の数が少し増えました。神戸大学でもそうでしたが、講義の内容をよく理解し、鋭い質問をしてくる学生がいて、答えに窮することがあります。教員にとってそのような緊張感のある環境で講義ができるというのはとても幸せなことです。

この紙面をお借りして、阪大理学部で行っている教育に関するオリジナルな取り組みをいくつか紹介したいと思います。理学部では、文部科学省の理数学生応援プロジェクトに採択され、理数オーナープログラムという試みを行っています。これは学部2年生あるいは3年生が、研究テーマを自分で考え、研究室で自主研究を行うというものです。これに参加できるのはやる気と余力を持っている学生に限られますが、化学科では毎年10~15人の学生が自主研究を行っています。半期単位で一つのテーマの研究をし、期末には成果発表会を行います。講義期間中は学生も時間にそれほど余裕がありませんので、まとまった実験はどうしても夏休みあるいは春休みを利用してということになります。丁寧に行えば大抵うまくいく学生実験とは違い、初めて試みる実験は、最初はそうそううまくはいきません。学生はそのことに最初は戸惑いますが、試行錯誤の結果に一喜一憂し、次第に研究を楽しむようになります。彼らのそんな成長をそばで見守っ

ているのは楽しいものです。研究ってやみつきになりますが、それは実際にやってみないとわかりません。やる気と能力のある学生が早い段階から研究の現場に身を置くことはきっと貴重な経験になるでしょう。また彼らの頑張りは研究室にとってもよい緊張感をもたらしてくれます。研究室の大学院生も刺激を受けますし、わたくしも彼らのやる気に引っ張られているところが大きいにあります。

境界領域への広がりや教育の分野でも進んでいます。大阪大学理学部では、生命理学コースという新しいコースが平成20年度にスタートしました。このコースの目的は、広く理学を基盤として生命科学を開拓する人材を養成するというものです。コースは生物科学科に属していますが、理学部全学科がこのコースの教育に参画しています。わたくしも化学専攻からの委員として、このコースの運営にかかわっています。入試もユニークで、生物科学科でありながら理科の入試科目は化学と物理学を指定しています。この記事を読んでおられる方は、自然はひとつであり、サイエンスの最前線では、生物学、化学、物理学、数学という境界線引きは意味を持たないことはよくおわかりでしょう。しかし、受験する高校生にそのことを理解してもらうことは容易ではなく、現在このコースへの理解を

受験指導の現場に浸透させるべく努力しているところです。入学した学生も新しいコースに不安はあると思いますが、その緊張感をばねにしてよく勉強しています。わたくしも総研大の一期生として似た経験をしましたが、緊張感の中で得るものは大きかったと感じます。1年生のガイダンスではその経験を話し、彼らにエールを送っています。コースの一期生として入学した学年も、来年卒業の年度を迎えます。学年の進行とともに整備すべき点が出てきまして、軌道に乗るまでは大変ですが、学生のがんばりを見ていますと、教員も彼らのためにしっかりやらねばという力が湧いてきます。

阪大理学部取り組みについて紹介しました。講義をしていますと、当たり前ですが、大学の中心はやはり学生なのだとことを実感します。これは研究100%の分子研時代には感じることもなかった新しいやりがいです。彼らの中から、将来の分子科学を開拓する人材がひとりでも多く出てほしいと願っています。

わたくし自身のことも少し書いておきます。現在とりくんでいる研究テ-

マは、時間分解共鳴ラマン分光法を用いたタンパク質のダイナミクスに関する研究です。助手時代のわたくしをご存じの方は、「なんだ、あの頃と変わっていないじゃないか?!」と思われるかもしれません。たしかに、現在の研究は分子研時代の延長線上にあります。分子研を助手から出られた多くの先輩方が分子研での研究とは異なった分野に挑戦され、新しい分野を開拓しておられます。助手のころはそれを憧れて見ていましたが、よく考えた末、わたくしは分子研での研究と関連した研究を続けることを選択しました。まだまだやるべきこと、やりたいことが残っているし、われわれの研究グループしかできないことがあると考えているからです。

分子研の助手時代から、タンパク質をはじめとする生体分子に対して、分子科学としてどのような研究ができるのか、ずいぶん自問自答してきました。当たり前ですが、ただ分光法を使った研究というだけでは分子科学にはとうていなりません。また、生体分子の分子科学が生物物理学としばしば混同されることも大いに不満でした。生命現

象の理解だけではなく、分子の理解に貢献できてこそ生体分子の分子科学とよべるものでしょう。小さな分子についてわかったことの応用問題ではなく、生体分子を研究して初めてわかる分子の特質を何とか明らかにしたい一スタートして5年目を迎え、徐々に大きくなってきたラボで、少しずつですが手応えを感じつつ研究を行っています。

わたくしが助手でいたころ、たしか1998年だったと記憶していますが、分子研で「2010年の分子科学を考える」という研究会が開かれました。その2010年もあと1カ月ほどで終わろうとしています。これから10年後、20年後、分子科学はサイエンスとしてどのように発展しているのでしょうか。また、今学部で学んでいる若者のどれだけが、夢中になれる研究分野として分子科学を選んでくれているのでしょうか。ワクワクする将来をときどき考えてみましょう。将来の分子科学にこんにちはをしてみることが、日々の教育と研究にエネルギーを与えてくれることだと思ふのです。





## 物理学者も有機合成を！



### 細越 裕子

(大阪府立大学大学院 理学系研究科 物理科学専攻 教授)

ほそこし・ゆうこ / 1991年埼玉大学理学部化学科卒業、1996年東京大学大学院理学系研究科化学専攻博士後期課程修了、博士(理学)。同年岡崎国立共同研究機構分子科学研究所相関領域研究系助手、2002年大阪府立大学総合科学部物質科学科助教授、2005年改組により同大学大学院理学系研究科物理科学専攻、2009年より現職。

#### 1. はじめに

「細越さんは女性だから就職では苦労すると思うよ。」博士後期課程の入学試験の翌日に、当時の指導教官から言われた言葉です。快適な大学院生活を送らせてもらいましたので、先生は心底心配してくださっていたようです。幸いなことに学位取得後、分子研に助手の職を得ることができましたが、上司は心ある知り合いの教授から「女性を採用して6年後に助教授にできるのか」と心配されたとも聞きます。分子研最初の女性教員と言われ全くプレッシャーを感じなかったと言えば嘘になります。6年余りで無事、助教授ポストを得て転出できたときは正直ほっとしました。

#### 2. 化学から物理へ

私は学部も院も化学専攻でしたが、現在は物理学専攻の教員をしています。大学院の5年間で東大物性研究所という物理の研究所で過ごしたために、知らず知らずのうちに物理の影響を受けていたようです。私は分子研で新しい有機磁性体の合成研究を行いました。ターゲットとする物性として、化学者よりもむしろ物理学者が興味を示すものを狙いました。分子磁性研究のまだ初期の頃で化学者を中心に研究が盛んになりつつある状況の中、私は有機磁性体が物性物理学の研究対象になり得ることを実証したいと思いました。分子性化合物の物性研究では、どのよう

な物性を狙ってどのような分子設計をするかが重要です。自分にしかできない独自性を追求することに重きを置いてきました。女性研究者としての生き残りには独自性の追求が不可欠の思いもあったかもしれません。さて私は、日本化学会と日本物理学会の学会発表を掛け持ちして、物理の雑誌に論文を投稿するようになり、とうとう物理学教室の磁性分野の教員公募に応募してしまっていたのです。

分子研には物理学科や化学科といった区別がありませんし、相関領域研究系は流動部門も含め各研究グループの専門は多岐に渡り、研究テーマは自由に何でもありの雰囲気がありました。井上先生も化学と物理の融合の必要性を認識しておられ、ずいぶん自由にさせてもらい、感謝しております。

#### 3. 物理学者も有機合成を

私は物質合成が評価されて物理科学科(=物理)に採用されたと思っていますので、有機磁性体の新物質開発は、我が分子磁性研究室の看板です。現在、物理学者も酸化物等の遷移金属化合物の合成は行っており、その背景には化学の世界から物理の世界に入った先達の存在があると思われます。私は、30年後に物理の世界で当たり前のように有機磁性体の合成研究が行われるようになって欲しいという野望を持っています。

我が物理科学科の学生実験室はドラフトを3台備え、学部3年後期のプレ卒論形式の専門実験では、簡単なラジカル合成を行っています。昨年度、理学部の新しい実験棟が建設され、自分の実験室をデザインする幸運に恵まれました。物性測定室と合成室を設け、合成室には有機合成系の研究室と共通仕様のドラフト・卓上フードを備えました。卒研配属の説明会では、物性物理学における試料作製の重要性——オリジナリティのある物質合成の重要性——を説き、有機合成は合理的であることを強調しています。自分の手で何かを作り出すということは本質的に楽しいようで、物理の学生も嬉々として有機合成に励んでくれています。卒業研究では合成から測定まで一通り行うようにして、多くの学生が大学院に進学しています。博士後期課程進学者を出すことは今後の課題です。10月から研究室メンバーに加わった二代目助教は、物理の出身で物性測定・装置開発を経験してきているのですが、物質合成も覚えたいと意欲的です。学生に測定や解析を教える一方で、学生から有機合成の操作を教わりうまいことやっています。来年4月には准教授が加わるので、私の野望実現に向けて楽しみにしています。

#### 4. 大阪での生活

私は東京で生まれ育ちました。大阪とはかなり文化が異なるはずですが、

どういう訳か私は全く何の違和感もなく溶け込んでしまいました。最近では怪しげな関西弁まで操り、関東の方から関西の出身と勘違いされるほどの適応力を見せています。

分子研から大阪府立大へ移り早8年です。この移動によって夫婦同居が叶い、すぐに子供に恵まれました。見知らぬ土地で研究室構成員も1人だけという状況での出産であり、正直なところ研究者生命の危機を感じました。大学の雑事は案外多く、大学に居られる貴重な時間を事務的な用事に吸い取られるのがたまらなく嫌でした。年度途中で大学近くの無認可保育所に運よく入所できたもののほぼ毎週のように熱をだしました。小児科医から0歳の赤ちゃんは月3回くらい熱を出すものと聞いた時は大いに納得しました。4月からは認可保育所に入所でき、堺市ファミリーサポートセンターに登録し、保育所のお迎えと預かりを援助してくれる提供会員を紹介してもらいました。その方のお宅で預かってもらうので夕食も出してもらえます。そのお宅のお兄ちゃん・

お姉ちゃんがとても可愛がってくれて子供もすっかりなついています。乳児期は、朝4時に子供の発熱に気が付いて、朝7時に京都の姑に電話をして来てもらい、バトンタッチで講義に出かけたこともあります。子供の急な発熱時にすぐに迎えに行けるように、住まいは府大の近くに構えました。そのおかげで夫には1時間半の電車通勤を強いてしまっているのですが、歩いて通えるおかげで妊娠中も大学に通えましたし、小学校入学後も役立っています。平日に家庭訪問、授業参観、懇談会、個人面談等があるのです。周囲の支えに感謝する一方で、何事も一人で抱え込まないことが肝要と開き直ってしまうと、随分と気が楽になりました。

## 5. おわりに

大阪府立大学では現在3つの科学振興調整費のプロジェクトが進行中で、私は若手教員と女性研究者支援の運営委員をしています。若手プログラムでも女性の積極採用を謳っており、理系の女性研究者支援策には、私の経験が

らだいが要望を出しました。若手支援をする年になったのかと感じると同時に、かつて某若手の会で「若手とは自分で手を動かしている人」と定義をした重みを感じます。子供ができた時点で一から十まで自分で実験をすることをあきらめざるを得なかったのですが、増え続ける大学の雑事のなかでもう少し自分でも実験をしたいという気持ちもあります。研究室メンバーが増えるにつれ運営責任も重くなり、だんだん年相応というのでしょうか、40歳を過ぎて現状を受け入れる自分が居ます。30半ばで研究室を構えたころは研究生生活が無限に続く錯覚を抱いていましたが、最近は研究生生活が有限なことに気が付き、やりたいことはさっさとやらねばと強く感じます。

平成24年度からは再度の改組で理学部・物理科学科から自然科学類・物理科学課程へ名称を変えます。生命環境科学域の下に自然科学類があるというあべこべさから改組の拙速さがうかがい知れますが、学生定員が増えるのでまあ良しとしますか。



## 近況



### 佐藤 啓文

(京都大学 工学研究科 分子工学専攻 教授)

さとう・ひろふみ／1996年京都大学大学院理学研究科化学専攻博士後期課程修了(理論化学分科・加藤重樹研究室)、理学部研修員を経て同8月より岡崎国立共同研究機構分子科学研究所助手(平田G)。2002年5月より京都大学工学研究科分子工学専攻(榊好研究室)に講師として着任、助教授、准教授を経て、2010年7月より教授(分子理論化学講座)。この間、2006年度に分子科学研究所・客員研究部門助教授を併任。

『OBの今』を読むのをいつも楽しみにしている。分子研を「出所」された方々が様々な分野・場所で活躍されている姿を拝読できるのは同窓生である筆者としては楽しく、心強い。各人

が所属されている国内外の大学や研究所の一端を垣間みられるのも興味深い。しかし、いざ自分が依頼されると困り果ててしまった。近況を、とのことだが、この半年あまりは筆者にとって大きな

出来事が続いた。一つは恩師・加藤重樹先生が亡くなったことである。出来の悪い学生だったが、実に様々なことを教えて下り、また機会を与えて下さった。先生の亡き後、気持ちも考え

も未だ整理できておらず喪失感は筆舌尽くし難い。編集委員の方の勧めもあり本稿では加藤先生を偲びたい。もう一つは、筆者が分子研を出所して以来ご指導下さった榊茂好先生が工学研究科を定年退職され（現所属：京都大学iCeMS）、後任として講座の担任を拝命したことである。重責に身の引き締まる思いだが、これまでに培われて来た研究室の雰囲気を大切に、また発展させつつ、分子科学の発展の一端を担える場所となれるよう、微力ではあるが尽くしていきたい。

現在の京都大学工学部において化学に携わるのは「工業化学科」という定員235名の一学科であり、全員が共通のカリキュラムでスタートすることになっている。二回生後期からは「創成化学」「工業基礎化学」「化学プロセス工学」と3つのコースに分かれ、少しずつ専門に特化したカリキュラムにシフトしていく。我々が所属する工業基礎化学コースは一学年おおよそ100名程度である。三回生位になると、講義はもとより学生実験を通して、学生さん一人一人の顔がよく見えてくる。四回生からは研究室に配属になり、多くの学生さんはそれまで通った吉田キャンパスを離れ、2003年に出来た桂キャンパスや、化学研究所のある宇治キャンパスなどへと移っていく。上述の3つのコースは工学研究科等、大学院の専攻と関連しており、創成化学コースは材料化学専攻、高分子化学専攻に、工業基礎化学コースは物質エネルギー化学専攻、分子工学専攻、合成・生物化学専攻とエネルギー科学研究科に、化学プロセス工学コースは化学工学専攻に対応する。このうち工学研究科の6つの専攻はまとめて「化学系」と呼ばれている。2008年度分からは、3つコースに概ね対応する専攻群（創成化学専攻群、

先端化学専攻群、化学工学専攻）を単位として修士課程入試を実施している。

2002年に榊茂好先生の研究室に講師として分子研から着任した時に、榊先生と相談して教科書の輪講と基礎的な量子化学計算のプログラムを読み書きするためのトレーニングと、別途修士課程の院生を対象とする輪講を始め、これまで毎週続けて来た。これ以外に学生さんが主体となって立ち上げた「裏ゼミ」と呼んでいる自主的な輪講が常に走っている。また分子科学夏の学校などの学外での活動にも多くの院生が積極的に参画している。これらは研究室の雰囲気を作ってくれた池田昌司さん（現：筑波大学）、大西裕也さん（現：イリノイ大）、横川大輔さん（現：大阪大学）ら初期のメンバーによるところが大きい。言うまでもなく物理化学分野は積み上げ型の学習の比重が大きく、三回生までに基本事項が身に付いていることが望ましいが、大部分の学生さんにとっては実際に自分の研究課題と格闘し始めることで、その大切さと面白さに気がつき、初めてスイッチが入る場合が少なくない（もちろん容易にスイッチが入る人だけではない）。物理化学離れの話をよく耳にする。その論理の積み上げを加藤先生は「推理小説みたいなもんや」と喩えられたが、謎解きの面白さをいかに伝えるかは、分子科学の長期的な発展には重要であろう。しかも論理の積み上げの教育は、それだけに留まらない、もっと広く深い大切な意味を持っていると思う。

単純な演算さえ怪しげだった学生さんは、鍛えられることで次第に主体的に考える術を身につけ、各々の興味を具体化していく。それを互いに持ち寄って、ぶつけ合うことで新たな興味を見つけ出し、必要な理論を作り出していく。その進展（と発散）に着いて

いくのに苦労することも皆無ではないが、結果的に目を見張るような発展につながる場合もある。あるいは、思いだけが空回りしてなかなか苦しんで途切れてしまう場合もある。学生の頃、加藤先生が、「学生さんとやっていくのは研究としての効率は悪いかもしれないが、やっぱり一緒にやっているのが楽しいし、それこそが大学の価値なんだ」という趣旨のことをしばしば仰っていた。私自身があの頃の加藤先生と同じ年代になり、昔に比べ、その気持ちが多少は正しく解るようになったのかもしれないと思う。今振り返ってみると分子研時代は、大学の先生方が「教育にかけている時間が長い」という意味が恥ずかしながら正しく理解できていなかったように思う。京大に着任したのは、国立大学法人への転換の時期でもあり、21世紀COEや中間評価など、当然分子研では関わった事もなく随分と戸惑った記憶がある。学生さんとの研究のスタイルを確立するまでも時間を要し、今もって日々格闘中である。とりわけ当初はまったくもって頼りない教員であったが、何とかやってこられたのは榊先生や専攻の先生方をはじめ多くの先生方に教えて頂いたお陰であり、心から感謝申し上げたい。

加藤先生は二度目の研究科長を終え、還暦を迎えられた。2009年の夏に、吉田紀生さん（分子研）、中野晴之さん（九州大学）、安藤耕司さん（京都大学）、山本武志さん（京都大学）、林重彦さん（京都大学）とともに「若手研究会」を催した。加藤先生が来て下さるだろうかと気をもみながら、筆者はいつもの様に最後列に中野さんと座った。加藤先生はいつものように一つ前の席に陣取られ、しばしば我々の方に振り返っては片手を頬にあてて声をひそめ、ニコニコ（というよりニヤニヤ）

されながらあれこれコメントをされていた。「研究会、またやろうや」と仰っていたが叶わなかった。学生時代から「君ら若い世代が僕らの世代を超えてか

な（超えていかなきゃ）」とアジられ続け、折に触れて研究・教育そして学問に関するご教示を頂戴した。病床でも伺ったが「やっぱり、これからの若い

人が……」といういつものフレーズが耳に残る。ご冥福をお祈りするとともに、不肖の弟子なりに少しでも恩返しをと決めている。

## 受賞報告 ■ OBの今



## 富宅 喜代一 神戸大名誉教授に第2回(2010年度)分子科学会賞

この度、「気相クラスター分光による構造と反応機構の分子科学の先導的研究」の理由で平成22年度分子科学会賞を頂いた。受賞対象になった研究の多くは分子科学研究所で芽生えたテーマである。

1988年11月に分子科学研究所に赴任し、機器センターの維持、管理をしながら研究を進めることになった。研究の方は前任地の慶応大学で茅幸二教授と共同で温めた気相クラスターの研究の発展を目指してスタートした。当時すでに溶液や固体・固体表面の微視的モデルの視点からクラスターの研究が始まっていたが、溶液化学との接点での研究では、主にクラスターの熱力学量の測定に限られていた。新しい展開として電子の局在化・非局在化を伴った溶媒和金属原子(イオン)クラスターの分光研究を提案した。井口洋夫所長に御配慮頂き、翌年には美齊津文典氏にグループに加わって頂くことになり、また装置開発室の支援もあって、光解離分光装置の開発が一気に進み実験に取り掛かることができた。この装置をアルカリ土類金属イオン( $Mg^+$ 、 $Ca^+$ )の水和クラスターに適用して電子スペクトルを測定することにより水和構造が詳細に分かってきた。さらに金属イオンの酸化反応経路と水和水数や構造の相関が分子レベルで初めて明らかに

なり、同様の研究が国内外で活発に行われるようになった。またアルカリ原子を含む溶媒和分子のクラスターの生成法と負イオン光電子分光法を開発し、クラスター内で溶媒和電子が生成する臨界サイズと生成初期過程を分光学的に捉えることを試みた。他方、半導体素子の超集積化で問題となるナノサイズ領域での構造と物性の情報を得るために、真空紫外レーザー光源を開発し、数百個以下の原子からなるシリコンクラスターのイオン化過程を調べ、サイズ毎にイオン化エネルギーを決定した。

地震の半年後の1995年7月に赴任した神戸大学では、分子研で芽生えた研究をさらに発展させることができた。特にアルカリ原子や $NH_4$ のクラスター内での溶媒和電子の生成初期過程が詳細に解明できた。半導体クラスターの研究もゲルマニウムに拡張でき、得られた測定値は標準データとして現在も世界中で広く引用されている。新たな取り組みとして電気スプレー法を用いた光解離分光法を開発し、ポリペプチド等の水和過程の検討をした。また、実験的に温度制御が困難な気相クラスターの新規な温度制御法を開発し、生体分子イオンの溶媒和効果と温度依存性の研究を進めている。

最近、生命科学を始め多くの分野で質量分析を用いた分子の構造解析が盛

んに行われているが、この方法では質量の情報しか得られず構造解析に著しい制限があり、研究の進展の大きな障害となっている。この問題を克服するため、クラスター研究の延長として磁気共鳴加速原理に基づいた気相イオンのNMR検出法を新たに発案し、科学技術振興機構の支援のもとで質量分析機能を備えた気体NMR分光法の開発を進めている。

今回の受賞は茅幸二先生、そして岩田末廣先生や橋本健朗氏等の理論グループや多くの方々のご協力と分子研装置開発室や機器センターのご支援のお蔭であり、皆様方にこの場を借りて、改めて感謝の意を表したいと思います。



富宅 喜代一 (ふけ・きよかず)  
元 分子科学研究所機器センター 助教授  
現 神戸大学大学院理学研究科 名誉教授