



## 分子研での発見



## 村橋 哲郎

(東京科学大学物質理工学院応用化学系 教授)

むらはし・てつろう / 1995年大阪大学工学部卒、1999年大阪大学大学院工学研究科博士後期課程修了、同年大阪大学大学院工学研究科助手/助教 (この間米国マサチューセッツ工科大学化学科留学)、2007年同准教授、2012年分子科学研究所教授、2015年東京工業大学大学院理工学研究科教授、2016年東京工業大学物質理工学院教授、2024年東京科学大学物質理工学院教授、現在に至る。

現在、東京科学大(旧東工大)の大岡山キャンパスで研究室を主宰しており、専門は、錯体化学・有機金属化学です。分子研を離れてから十年が経過しようとしており、分子研で研究していた頃がもう随分前のように感じられます。寄稿する機会をいただきましたので、分子研で得られた成果のひとつが、その後の研究につながっていることを紹介させていただければと思います。私は、分子研に着任する前は、大阪大学で研究を行っていましたが、そこで見つけていたのが、拡張 $\pi$ -共役系不飽和炭化水素類が多数の金属原子を集める性質です。この性質を利用することで、多数の金属原子を集合・整列させ、新型の有機金属錯体群を創り出すことができます。共役ポリエン類を用いると、その鎖状 $\pi$ -共役幾何構造に沿って金属原子を一次元に整列することができますし、環状共役系を用いると、二次元金属シートを構築することが可能であることがわかってきました。これらの結果は、有機金属サンドイッチ錯体(メタロセンに代表される有機金属化合物群)の構造概念を、それまでの単核錯体から多核錯体へと拡大する意義をもつと考え、この化学の進展を目指して研究に取り組んでいたときに、分子研に異動しました。新たに山本浩二さんを助教に迎えて、研究を進めました。当時まだ30代だっ

た私は、将来の展開につながる発見ができればと考えました。いくつかテーマを設定して取り組む中で、分子研着任から二年が経とうとした頃に、ひとつの発見がありました。以前に開発した三核シートサンドイッチ錯体の反応性を解明する一環でGrignard試薬との反応性を調べていたときに、狙いとは異なる新規生成物が生じることを掴みました。この生成物は、発見時は、微量しか生成しなかったのですが、幸運にも数粒の結晶が析出したため、単結晶X線構造解析を行うことができ、二次元シートサンドイッチ構造から三次元最密充填構造へ劇的な構造変換が起きていることがわかりました。生成物は、13個の金属原子がバルク金属と同じfcc型で最密充填し、その周囲を6つの環状不飽和炭化水素配位子が包囲型配位した興味深い構造をもちます(図1)。この発見を基にして、分子研、そして後に東工大に場所を移して、研究室の主要テーマの一つとして研究を進めています。はじめは微量しか得られず再現性も乏しい状態でしたが、反応機構に対する仮説を立て、それに基づいて研究室のメンバーとともに粘り強く検討を重ねた結果、再現性よく合成する手法を確立することができました。また、この成果をきっかけにして、環状 $\pi$ 共役系有機配位子を用いた有機金属クラスターの開発が行えるようにな

り、結合性の理解が大きく進展するとともに、原子欠陥の導入、合金化、反応性や物性の解明等に展開しています。化学研究では、合成研究であれ物性研究であれ、過去の知見(文献)との相違が大きければ大きいほど、化学をより大きく進歩させることになりませんが、過去との相違が大きいということは、直接関連する情報を文献から得にくくなることを意味します。従って、試行錯誤を重ねることが必要で、それだけ時間もかかりますが、このような「手応えのある」課題に取り組むことは、やり甲斐がありますし、研究室の若い人たちにもそれは伝わります。特に、「物質開拓」研究においては、新型の化合物群を手にするには、未踏の地に足を一步踏み入れるような感覚があり、この感覚を若い人たちと共有しながら取り組むことは、私にとって大きな喜びです。

化学研究は、各物質群ごとに長期的な視点で見ると、およそ、1) 物質開拓研究、2) 反応・物性解明研究、3) 実用化研究の3段階に大別できると考えています。それぞれの段階は、数十年をかけて進展していきますから、これらの段階を全て一人の研究者の手で行うことは、歴史的にみてもおよそ不可能で、やはり各研究者は、キャリアを通してこれらのどれかに軸足を置くこととなります。それぞれの段階に、お

もしろさや楽しさがあり、どれも化学の発展には欠かせないものですが、物質開拓研究は、「化（ばけ）学」の本領である創造性の主要な源泉であり、化学研究の一連の流れを呼び起こす開始点になってきました。分子研で見出した有機金属クラスター錯体の研究は、まだまだ試行錯誤が必要な段階にありますので、こうした開始点になり得るかどうかもまだわかりませんが、粘り強く研究を進めていき、新しい現象の発見につなげることを目指したいと考えています。

この例以外にも、分子研で取り組み始めた研究が、その後の研究につながっています。このように改めて振り返ってみますと、分子研で気持ちを新たに取組んだことが、進展につながった要因のひとつになっていると思います。また、私が分子研に居た頃は、ちょうど、インターネット情報技術革命による短期的影響が、学术界においても露

わになってきた頃であったということにも気付かされます。引用数に基づく数値指標がデータ解析企業により広められ、学术界が大きく揺さぶられてきたのがこの十五年程ではなかったかと思えます。しかし、この情報技術革命も、1995年頃に開始したとすると、三十年が経過し、そろそろ短期的影響は行き着くところまで行ったようにもみえます。行き過ぎた面は、実態からの乖離という形で顕在化しており、これから徐々に、世の中は、中長期的影響下

に入っていくと思われます。学术界も、中長期的な影響下への移行を見据えながら、新たな時代に向かっていくことになるでありません。

最後に、私が分子研に在籍した頃は、ちょうど子供達（娘（現中学生）と息子（現小学生））が就学前で、岡崎での官舎生活は、家族にとって良き思い出です。近所の奈良井公園のブランコや、車ですぐの南公園の遊園地は子供達の大のお気に入りでした。

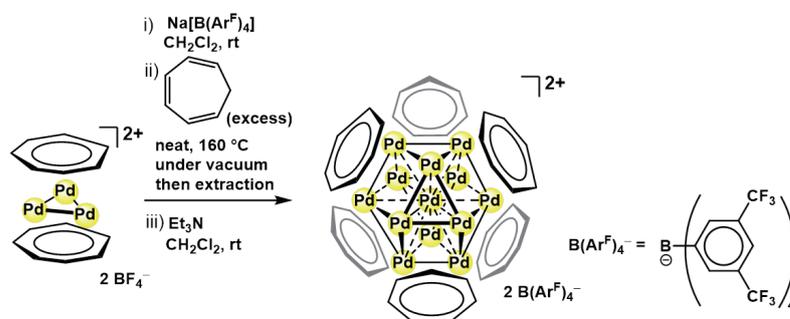


図1 分子研で見出し、その後確立した二次元シートサンドイッチ錯体から三次元最密充填ナノクラスター錯体への劇的な構造変換反応



## 学生たちとモノづくりを楽しんでいます



### 青山 正樹

(名城大学理工学部 技術職員)

あおやま・まさき / 1985年名古屋大学技術職員として入職。2004年から分子科学研究所技術職員として実験機器の機械設計・機械作業に従事。2016年～2017年JAXA宇宙科学研究所先端工作技術グループに転出。2020年より現職。

2020年10月より名城大学理工学部の技術職員として機械加工に関連する実習や実験を担当しています。分子研には2004年4月に名古屋大学から転籍し2020年9月までの約15年間装置開発室に在籍していました。

装置開発室では多岐にわたる先端技術に触れる機会に恵まれました。特に切削加工に関してはマイクロ加工、ガラスなどの脆性材の機械加工、金属ミラーの切削に用いられる超精密加工など貴重な経験を積むことが出来まし

た。このような機械加工の限界に近い加工を行うことで、切削加工時に関与する様々な物理現象を理解し、それを反映して加工することの重要性を学びました。ほかにも溶接やロウ付けなどの接合技術、真空技術、高圧・低温高

温、測定技術など実験装置の製作を通して技術の幅を広げることが出来ました。このような分子研での経験は、現在携っている実習教育に大いに役立っています。

名城大学理工学部テクニカルセンターでは、機械系の4学科で加工や装置設計などに関連した多くの実験・実習授業が行われています。私が着任した2020年当時は3号館の一角に、実験実習工場という名称で機械工場、溶接工場、鋳造工場、仕上げ組み立て室など一連の製造工程の設備が配置されていました。機械工場は機械油の匂いが漂う典型的な昭和の町工場という雰囲気ぴったりの工場でした。ちょうど40年前に私が技術職員として名古屋大学で働き始めた当時の工作室とよく似ていて、とても懐かしく落ち着く環境でした。在籍していた職員は民間企業の製造現場で長年勤め上げた腕利きのベテラン技術者3名でした。彼らは非常に高い技能を持ち、学生に熱心にもものづくりの指導に当たっていました。特に最新鋭の機械設備はありませんでしたが、すべての工作設備は入念に整備され、機械加工の基本をしっかりと教育していました。また実習授業の間には、研究機器の製作依頼にも対応していました。ベテラン職員が製作される機械部品は、加工精度の高さはもちろん、その圧倒的な仕事のスピードに本物の職人の凄さを目の当たりにし、日本の製造業の発展はこういう方々が支えてきたのだなと改めて感心していました。周りはそんな凄腕のベテラン職員たちでしたが、私も装置開発室で多くの加工技術に携わってきており、技術知識も工作の腕も負けない自信があったのですぐにその雰囲気に馴染むことが出来ました。

そんな古き良き実習工場も50年以

上使用されてきて、老朽化による建物の劣化も目立つようになり、着任前より予定されていた新実験棟への移設の話が進められていました。そのため着任後すぐに、どこの部署の誰に相談したらいいのか右も左もわからないなか、新しい工場のレイアウト、法令が変更となった溶接ヒューム対策、鋳造炉の仕様検討、新規設備の選定など移設準備に追われる日々が始まりました。また引っ越しは、後期の授業が終わって前期授業が始まるまでの間に一気に行う必要があります。少ない工場スタッフであわただしく準備を進め、2022年の4月から無事に新しい工場で新年度のスタートを切ることが出来ました。名称も実験実習工場からテクニカルセンターと変更になり、最新の設備も導入されこれまで以上にデジタルファブリケーションの実習にも対応できるようになりました。工場スペースも広く一度に多くの学生が安全に作業できる環境が整えられています。また技術的な教育だけでなく安全教育も重視し、安全意識を高めるための工夫も取り入れています。これまで様々な大学や研究機関の工場を見ていますが、ここまで充実した実習設備を持った工場はあまりないのではと思います。

私が着任した当時のベテランの職員の方々は今では全員定年退職され、現在は新たに採用となった中堅の専任技術職員の2名と私の3名で業務を行っています。さらに講義の時だけ来られる非常勤講師の先生方が15名ほどいます。非常勤講師の方々には若いころ技能オリンピックで金、銀メダルを受賞された方々から、企業の役員の方、個人で加工業やアトリエを営んでいる方など様々な経歴の持ち主です。そのような方々と一緒に仕事をするのは刺激的で毎日多くのことを学ばせていただい

ています。

テクニカルセンターでは旧工場と同様に製作依頼にも対応していますが、凄腕職人が完璧なものをすべて製作してくれるこれまでの工場から、出来るところまでは自分たちで作ってみよう促しています。自分で研究機器の製作を行うことにより、描いた図面が加工者側にとっては分かり難い寸法記入になっていたり、寸法抜け、素材サイズの選定が最適ではなかったことにも気づいたりします。さらに加工を進めるうちに、より簡単な形状で済むことに気づくことも少なくありません。またどのように加工すれば良いかわかると新たな実験部品のアイデアを得ることもできると思います。最近では多くの学生が工場に来て作業を行うようになり、とても活気ある雰囲気が広がっています。ものづくりに興味をもった学生のなかには、授業以外でも工場に足を運んで来て、自動車模型など高度な加工に挑戦する意欲的な学生も現れるようになりました。一筋縄ではうまく加工できないものを一緒にやってあげていき、完成品を手にした学生が嬉しそうに持ち帰る姿を見るたび、この仕事に深いやりがいを感じます。

テクニカルセンターでは「ものづくりを体感し、試行錯誤を楽しむ」場として、多くの学生にもものづくりの魅力を伝えるとともに学生が自発的に挑戦できる環境づくりを目指しています。これからも教育とものづくりを通じて、学生たちの成長をサポートしていきたいと思っています。

最後になりましたが、分子研装置開発室は総合的な技術力を備えた非常に優れた部署です。これまで装置開発室が培ってきた高い技術力を今後も維持し、さらなる発展を遂げていくことを心から願っています。