



金属状態は安定か

坏 広樹

(大阪大学大学院 理学研究科 化学専攻 准教授)

あくつ・ひろき / 1991年東京理科大学理学部第一部化学科卒業、1996年東京理科大学大学院理工学研究科工業化学専攻博士後期課程修了、博士(工学)。同年岡崎国立共同研究機構分子科学研究所分子集団研究系分子集団動力学研究部門IMSフェロー、1998年大阪大学理学部附属ミクロ熱研究センター非常勤研究員、1999年姫路工業大学理学部物質科学科助手、2001年学振特定国派遣研究員(Royal Institution of Great Britain、Peter Dayグループ、1年間)、改組などを経て2007年兵庫県立大学大学院物質理学研究科助教、2014年5月より現職。



もう25年以上も前の1988年、大学2年生になった春に、母校の茨城県立古河三高に遊びに行きました。その時、化学を教わった先生から、「もう僕は知らないから」と現代化学のバックナンバーをたくさん頂きました。当時は今と同様、生命科学が大流行り(バイテクブーム)で、現代化学も生命科学の記事ばかり、興味ある記事は皆無でした。頂いた1970年代のバックナンバーを見てみると、生命科学以外のことがたくさん紹介されていて、嬉々としてしました。その中で一際興味を持ったのが、1979年10月号24ページ、小林浩一著「金属状態は安定か」でした。パイエルス不安定性について紹介した記事でしたが、特に、「はじめに」の中にある一節、「この金属状態の不安定性は、結晶内の電子状態と直接結びつく重要な現象で、それ自身として興味深いことであるが、それとともに、我々の周囲には、金属よりも非金属が、また、簡単な構造よりも複雑な構造を持つ結晶が多い理由とも関係している。」に愕然とし、ベンゼンを例に使った量子化学的説明も分かりやすく、習ったばかりのエントロピーの概念とも重なり、どっぴり嵌まってしまいました。

その後、院試を受ける頃になり、調べてみたところ、同じ大学の別学部には有機伝導体の研究室があることがわかり、神楽坂から野田に移り、内田登喜子先生にお世話になることになりました。X線結

晶構造解析について、写真法も使って学びました。当時は「4軸があるのに写真を撮るなんて」と思っていたのですが、今でも原理が解らなくなった時には、写真法を思い出します。

D論を書き始めた頃、分子研に移った小林速男先生の研究室で助手の公募が出ており、応募しました。結果は当然×でしたが、D論を提出した頃、小林先生から内田先生に電話があり、「ポスドクなら採用します」とのことで、運良く有機伝導体のメッカである分子科学研究所で働くことになりました。小林先生は東邦大学から移って来たばかりで、新たな成果を出そうという気迫とオーラはただものではありませんでした。僕も気合いは充分でしたが、X線構造解析と伝導度測定ぐらいしかしたことがなく、他のことは??? 技官の加藤清則先生や酒井雅弘先生、鹿野田研の助手の中澤康浩先生等をつかまえては、訊きまったり手伝ってもらったりして、高圧伝導度測定や磁化率測定、常圧・高圧下での磁気抵抗測定などを行いました。

そのときのエピソードを1つ紹介します。 λ -(BETS) $_2$ Fe $_{0.55}$ Ga $_{0.45}$ Cl $_4$ という有機超伝導体について1 kbarの圧力下の伝導度測定を行っていました。液体ヘリウム温度までに超伝導転移が見えました。ゼロ抵抗にするためにガラスデューワーをポンピングして温度を下げて行くと、ゼロ抵抗になった後に抵抗が復活し、その

後、驚くことに抵抗が急激に上昇し、絶縁化しました。初めての超伝導-絶縁体転移でした。僕はびっくりして小林先生の居室に飛んで行きました。報告すると、先生はむしろ怒った感じで一言、「出て当然です」。実は、その日東京で行われるDuke Jordan Trioのコンサートを聞きに行き、その後帰省し、4/30に戻ってくる予定でした。予定変更も、と考えていたのですが、僕は安心し、東京に向かいました。さて、戻って来て実験室に行くと、ぶら下げておいた圧力セルのインサートが床に立て掛けてあり、配線はぐちゃぐちゃで一部断線していて、すごいことになっていました。小林先生が再測定を試みたのでは?と思っています。もちろん、連休後半は測定に集中しました。

分子研では、藤原秀紀先生や学生さん達とよく仕事もしましたが、よく飲みに行くこともしました。つい最近、「鳥百」に十何年かぶりに行きました。名物おばちゃんは健在で、旦那さんが亡くなりその苦労話をしてくれました。「実は十何年以上前によく来ていた」と話すと、僕のことを何となく覚えていてと仰ってくれました。分子研を去る前も、研究室のメンバー以外でお世話になった方々、加藤先生、中澤さん、酒井さんと、加藤先生のお気に入りの「つか本」へ飲みに行きました。このときが先生方との最初の飲み会です。最初こそ静かでしたが、だんだん盛り上がり、皆さん大変飲まれまし

て、終わってみれば2合徳利が18本転がる大宴会となりました。

そして、大阪大学のミクロ熱研究センターで、徂徠道夫先生、齋藤一弥先生のお世話になることになりました。熱測定は全く今までしたことが無かったのでチンプンカンプンでしたが、有機伝導体の交流熱容量の測定をすることになり、運良く有機超伝導体 κ -(BEDT-TTF)₂Cu[N(CN)₂]BrのBEDT-TTFのエチレン基のガラス転移を発見できました。一年後に今度は姫路工業大学に採用となり、有機伝導体の合成開発が主体の研究室（中辻慎一教授、山田順一助教授、旧安西弘行研究室）にお世話になることになりました。今まで有機合成はあまりしたことが無かったので、研究室での会話はまたまたチンプンカンプンでした。ここでは、X線構造解析や物性測定のお手伝いをしながら、機能性有機アニオンを開発し、それをBEDT-TTFと組み合わせた多機能性有機伝導体の開発研究をしてきました。ここでは15年お世話になり

ましたが、今年5月より大阪大学の中澤康浩研究室に移りました。極低温の熱容量測定が専門です。研究室の中での会話も、「Knoevenagel縮合が行かない」から「Schottkyがはっきり見えない」に変わり、慣れるのにはまだまだ時間がかかりそうです。

最後にもう一つだけ。小林昭子先生が日本大学を退職することになり、3月初めに実験室を閉じるとのこと。ここでは小林速男先生も客員教授として一緒に仕事をされていました。そこで3月1日、車で日本大学にお伺い致しました。頂ける荷物を車に積み込んだ後、しばし雑談となりました。「有機伝導体の化学のセッションがだんだん小規模になってきて、予算もなかなか通りません」と話すと、「以前にもそんなことはあったよ。新しい物質が出てくればまた盛り上がる。しばらくは我慢だね。」とお答え下さり、また、「私大出身なのに旧帝大でやって行ける自信がありません」と話すと、「科举制度みたいに人事を決める

のかい？ 物質開発ってのは、そんなものではない。大丈夫、がんばりなさい。」と元気をもらいました。また、速男先生は、「頭は全く衰えていない」とも仰っていて、とても引退という感じではありませんでした。4月からは初めて物理を教えると仰っていました。

以上、小林速男先生の思い出話が中心になってしまいました。有機伝導体の研究では世界的権威である薬師先生や鹿野田先生にも大変お世話になりましたが、紙面の都合上紹介出来ませんでした。私は、分子研での二年間が無ければ、今も研究生活を続けることは出来なかったと思っています。この場をお借りしてお話になりました皆様に感謝致します。有機伝導体の研究は、スタート時から日本が世界を引っ張って来ています。そして、創立時から脈々とその最先端を走り続けてきている分子研がこれからもますます発展していくことを期待しております。



気がつけば……

當舎 武彦

(理化学研究所 放射光科学総合研究センター 専任研究員)

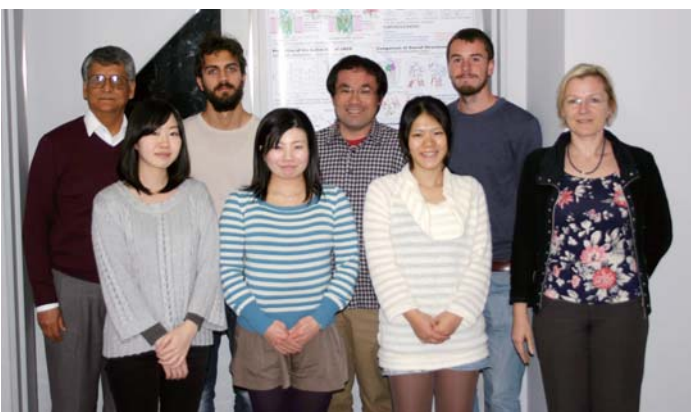
とうしゃ たけひこ／1998年 京都大学工学部工業化学科卒業。2003年 京都大学工学研究科分子工学専攻単位認定修了退学。同年博士（工学）取得。分子研岡崎統合バイオサイエンスセンター博士研究員、米国 Children's Hospital Oakland Research Institute 博士研究員、理化学研究所特別研究員、同研究員を経て2012年より現職。

先日、分子研シンポジウム2014で講演する機会をいただき、自身の分子研時代を振り返る機会がありました。自分が分子研にいたのは、ついこないだのようなつもりでいたのですが、私が分子研を去ったのは、2006年のことであり、改めて時間が経つのは早いと感じたものです。私が初めて分子研を

訪れたのは、学生時代、研究対象としていた金属タンパク質の共鳴ラマン測定を行うために、北川禎三先生の研究室に行った時のことでした。電気を消した真っ暗な部屋で、懐中電灯の明かりを頼りに、カラフルなレーザー光が飛び交う中で実験することに驚いたことを覚えています。当時、測定に関



して細かいことまで理解できていませんでしたが、青色や紫色のレーザーを、ミラーを使ってサンプルまで導き、アライメントを行うのが純粋に楽しかったです。測定がなかなか上手くいかないときは、検出器（CCD）のカシャッカシャッというシャッター音が耳に心地よく、眠気を誘われたのもいい思い



出です。

そんな縁もあってか、私は、学位取得後、分子研の北川禎三先生の研究室に博士研究員として参加することになりました。私の北川グループでの研究テーマは、金属酵素の活性中心の構造を共鳴ラマン分光法によって明らかにし、その反応機構を解明するというものでした。今になって思うと恥ずかしいのですが、自身の研究を通じて、きれいなラマンスペクトルが測定できるようになったときは、スペクトルをみながら「美しい」と自画自賛していたものです(痛い人ですね。)。北川グループ在籍時は、自身の研究に加えて、複数の共同研究にも参加させていただきました。そのおかげで、ラマン測定の技術を磨けただけでなく、多くの研究者と知り合いになることができました。また、北川グループのメンバーは、半数以上が外国人で、国際色豊かだったのも良い経験でした。中国人学生と一緒に餃子を皮から作ったときは、私がたれにニンニクを入れすぎたため少し残念な結果に終わりましたが、中国人学生のお母さんが来日したときにふるまってくれた水餃子は、最高でした。

約2年半の分子研生活の後、私は、北川先生のご退職を機に、米国 Children's Hospital Oakland Research Institute に研究留学しました。留学中は、鉄貯蔵タンパク質であるフェリチンの構造機

能に関する解明を目指し、X線結晶構造解析および分子生物学的手法を用いた研究に従事しました。その3年後、現在の所属である理研 SPring-8 の城宜嗣主任研究員のグループに参加し、2010年には、定年制の研究員として採用していただき、現在に至っています。分子研同様、理研も

研究所であるわけですが、城研究室には、近隣の兵庫県立大学の学生が配属されるため、分子研とは異なる雰囲気になっています。私も複数の学部生および大学院生と一緒に研究を楽しんでいるところです。理研に赴任してからは、X線結晶構造解析を主軸に、金属タンパク質の中でも、生体膜に存在する、いわゆる膜タンパク質の構造機能に関する解明に取り組んできました。これまでも、タンパク質のX線結晶構造解析を経験はあったのですが、構造解析をメインテーマとする研究室に所属するのは初めてのことであり、構造解析の最先端の世界で何が行われているのか、勉強の日々です。特に、X線結晶構造解析を専門としてきた研究室員の着眼点には、自分と違うものがあり、感心させられます。私自身の変化として、理研にきてから、結晶中でタンパク質がどのように配列しているのかを見るのが好きになりました。膜タンパク質の場合、可溶化のために界面活性剤を用いるのですが、タンパク質を取り囲んでいる界面活性剤の部分は、不均一であり、その電子密度を結晶構造中に見ることはできません。ですので、膜タンパク質の結晶中でのパッキングを見ると、結晶であるにもかかわらず、その中身は空洞だらけで、よく結晶化したなあと神秘的なものを感じることがあります。現在は、膜タンパ

ク質を中心としたタンパク質の複合体形成に興味をもち、その構造解析に挑戦中です。将来的には、それらの構造解析だけではなく、その離合・集散のダイナミクスを分子から細胞レベルで観測し、生命現象の分子論的な理解へと展開できればと考えております。

このように、私は、分子研を去った後、米国、理研と研究の場を移動してきたわけですが、気がつけば、分子研ゆかりの研究者が周辺に大勢おり、なんとも心強いです。例えば、現在の城研には、私を含め4人の分子研出身者がいます。中でも久保稔さんは、私が北川グループに所属していた際の同僚で、まさかまた同じ研究室で仕事をするようになるうとは思ってもみませんでした。先日、X線自由電子レーザー施設 SACLA にて、一緒に終夜実験を行った際には、北川グループでの日々を思い出したりしました。また、2013年には、北川グループのラマン装置を引き継いだ小倉尚志先生の研究室が、兵庫県立大学の博士リーディングプログラムの一環で私の居室のすぐ上の階に引っ越してきました。まさに、分子研時代同様、歩いてラマン部屋に行くことができます。何よりも感激したのが、私がお世話になった75 cmシングルの分光器が現役で活躍中であり、その制御PCにまだ私の名前のフォルダが残っていたことです。フォルダを開くと当時のデータが全て残されており、とてもなつかしかったです。そして今では、北川禎三先生も、兵庫県立大学の特任教授としてSPring-8キャンパス内におられ、北川グループが時を経て、岡崎の丘の上から播磨の山の上に移ってきたかのようです。これからも分子研出身者同士、協力して研究を進めていければと思います。



手老 龍吾

(豊橋技術科学大学 環境・生命工学系 准教授)

てろう・りゅうご／2002年10月、東京大学大学院理学系研究科化学専攻博士課程中退。2003年4月、同研究科より博士（理学）の学位取得。2002年11月から分子科学研究所技官、2005年11月極端紫外光科学研究系助手、2007年4月生命・錯体分子科学研究領域助教、2010年9月豊橋技術科学大学エレクトロニクス先端融合研究所テニユアトラック助教、2013年11月から現職。

(一番左が筆者)

分子研を離れてもうすぐ4年が経つのですが、ついこのあいだ、分子研レターズで「分子研を去るにあたり」を書いたばかりのような気がします。豊橋技科大でのテニユアトラックを経て昨年11月から環境・生命工学系に正式に配属となりました。今年度4月からは、学生生活委員、学年担任、学生支援室員など「大学の先生らしい」仕事をいろいろと拝命し、やっぱり大学の先生というのは忙しいものだなあ、と感じています。

私は分子研では研究技官～助教で約8年間、宇理須恒雄教授（2011年定年退職、現名古屋大学特任教授）のグループに所属し、固体基板表面へ脂質膜やタンパク質など生体分子のモデル反応場を形成する仕事に携わっていました。学生時代の研究テーマである超高真空表面科学から転向してウェットなバイオ材料を扱い始め、新しい実験系をほぼゼロから立ち上げる貴重な経験を積むことができました。分子研の自由な雰囲気そのままに、私自身の研究テーマについて好き勝手にやらせてくださった宇理須先生にはただただ感謝です。新規参入した分野ながらも、少しずつ成果が出てコミュニティに認知されるようになると、講演等に呼んでもらったり、学会運営の仕事を頼まれることもだんだんと増えていきました。着任直後と変わらず何でも好きにでき



る環境を楽しみつつも、自分で何もかもやらなければいけない状態に限界も感じるようになっていました。次のポジションを考え始めた時には、次は個人戦ではなく「チームを作る」、できれば「自分自身の」チームを、ということ強く意識していました。

幸いこの希望に沿ったポジションとして豊橋技科大のテニユアトラック助教に着任することができました。着任2ヶ月後に「エレクトロニクス先端融合研究所」の建物が完成し、新しい建物が用意されていることに感動しながら真新しい実験室と居室に入りました。テニユアトラックと研究所新設が同時期に重なったのは、幸運な偶然の結果でもあったということは、後から伺いました。豊橋技科大が長年培った半導体プロセスの研究設備を基盤にして新しい研究領域を開拓するというコンセプトのもと、テニユアトラック教員には生物学、脳科学、MEMS、ロボティクス、化学（手老）など様々な分野の研究者が採用されていました。榊

佳之学長（当時）と石田誠研究所長からは、「ポジションは全員分用意するから、お互い良い相互作用をして新しい融合研究を推進してください」という主旨のお言葉をいただきました。テニユアトラックプロジェクトの評判は大学によって様々だったようですが、本学においては非常に健全な思想で立案されたものであったと思います。

実験設備については、宇理須先生から原子間力顕微鏡や蛍光顕微鏡などを気前よく譲っていただき、また、潤沢なスタートアップ資金もあったおかげで、分子研時代+αの実験環境を垂直立ち上げすることができました。年度が替わるタイミングでM1、M2の2名の学生を配属してもらい、念願の「自分自身のチーム」が出来ました。この2人とは脂質二重膜にグラフェン酸化物を組み合わせる新テーマと一緒に立ち上げました。このときM1だった岡本吉晃君が博士課程に進学してくれたこともあり、この「単原子層上の二分子層膜」は私の研究室の研究テーマの柱の1

つになっています。彼らと実験室でも居室でも長い時間を一緒に過ごしたおかげで、「自分でやる」だけから「相手ができるように伝える」ことの経験を十分に積みまし、約8割の学生が高等専門学校（いわゆる高専）からの編入生である本学の独特のシステムや、高専のカリキュラム・文化なども知ることができました。大学に異動してすぐに週何コマもの講義をしつつ、研究も加速していく先生がほとんどだと思いますが、私にとっては大学での研究・教育・運営の全てにおいて恵まれた形で準備期間を持つことができたことは大変ありがたかったです。チームを持つのと引き換えに、自分ですべて手を動かして研究するのもそろそろ終わりだな、と心構えをする期間でもありました。

さて、中間審査で良い評価をいただいて、環境・生命工学系に配属となり、これまで研究所でしか働いたことの無い新任教員に大学運営で一番大事な部分を体験させよう、という教育的配慮

から（と信じていますが）、学生生活に関わる仕事にいくつかまとめて携わるようになりました。

「雑務が本務」とは、私と同時期に研究所から系に配属された同僚が教授から言われたという一言です。研究以外は全て雑務、と覚えてしまえばそうかもしれません。ただ、分子研〜テニュアトラックとあまりに雑務濃度の低い環境に居すぎたせいか、学生の生活や健康状態、また講義内容や水準について大学の先生や事務方はこれだけ時間を掛けて考えている、というのは私にとって新鮮な驚きでした。「雑草という草はない」と同様に、雑務と見えるどんな役務にも大学運営に必要な意味があると我ながら意外に素直に受け入れています。まだ入試や就職に深く関わる仕事については経験していないのでこんな綺麗事を言っているだけで、何年かしたら「雑務に忙殺されて」などとぼやいているかもしれませんが。

今年の3月からは卒研究生も配属されてチームは大きくなり、私自身は完全

に監督業に転身しました。豊橋技科大の学生は、技術者育成の高専教育の賜物と思いますが、手を動かすのは当たり前という感じで、実験もデータ解析も真面目に取り組み、飲み込みも早いです。学生それぞれの個性に怖い物知らずが混ざって手数が多いと、良い方に予想を裏切る結果を出してくることも多く、そんなときは嬉しいと同時に「そんなこと出来ちゃうの？」という元現役選手としての悔しさもまだ若干感じたりもします。そんな長所の裏返しとも言えますが、問題を解決しなければいけないときに作業そのものに一生懸命すぎて本質に近づけていなかったり、目標と違う結果は全て失敗と思って落ち込んだり（その意外性こそが大事なのですが）、という傾向があるように感じます。そこを把握した上で学生を育て、かつ研究成果を上げていくのが、やはり大学教員の本務の中の本務。そこを見失わずに、かつモチベーションを保ちつつ、強いチーム作りを進めて行きたいと思います。