



「分からないこと」の大切さ



藤山 茂樹

(国立研究開発法人理化学研究所 専任研究員)

ふじやま・しげき／2001年東京大学大学院理学系研究科物理学専攻修士、博士（理学）。2001年より分子科学研究所分子集団研究系助手。2004年より東京大学大学院工学系研究科物理工学専攻講師。2008年から理化学研究所研究員および専任研究員。

分子研を卒業して17年になる。レターズ誌「出身者の今」欄に掲載されている他の方のご活躍を拝見するに私の研究のアchievementなどは汗顔の至りであるが最近感じていることを記したい。

私は現在、埼玉県和光市にある理化学研究所で分子性固体の電子物性の研究を行っている。共同利用研と国立研究開発法人という設置形態の違いこそあれ、共に研究所であるため、週に一度非常勤で行う大学の講義以外に学生と接する機会はなくほとんどの時間を研究に費やしている。こう書くと、分子研と理研の間の人事交流も多いことから、「まあ分子研と同じです」と特筆すべきこともないまま早速本稿の筆をおくことになりかねない。

日々の研究生活の類似を踏まえた上で、分子研在籍中より現在の方が忙しく感じる。個々の研究者にプレッシャーがかかる、ということはないのだが、理研ではここ数年の間に人工知能と量子計算機の戦略センターがはじまった。おのずと、イノベーションとは何か、ということに頭がおよぶ。科学と社会の関係は複雑だ。新型コロナウイルス関連の報道で、コンピュータを用いた感染者予測や飛沫シミュレーションがしばしば取り上げられる。計算に用いる基礎方程式に新奇さはないものの社会に対する波及効果は絶大で、街ゆく人々の全てがマスク生活を継続

する強い動機を与えていることに疑いがない。一方で、科学は非自明な問題、たとえば「飛沫を何粒取り入れると発症するか」への解を与えることはできず、シミュレーションの解釈も未解明の問題に強く左右されることは知られていない。ウィルスは絶滅させるべき異物と受容されておりまだ単純だが、二酸化炭素や放射性元素など天然にも存在する物質で類似の理解をされると科学は社会と対話できなくなるだろう。「分かったこと」とあわせ「分からない（が科学の仕事である）こと」も伝えていくことの大切さを感じる。

私の研究の話。量子計算機における「分からないこと」は解きたい問題がないことだ。また、現段階では、解きたい問題に応じてデバイスを作り直す必要があるとも言われている。アレ、それでは物性物理学で量子多体系とよばれる、電子スピンの量子揺らぎが強い影響をおよぼす物性を示す物質の研究とそれほど遠く離れているわけでもないのではないか。少なくとも、現在行われている量子多体系の実験的・理論的研究の成果が、将来量子計算機が実用化されたときに、より良い問題、つまり特性を生かした問題を提示し、結果の解釈にも貢献できるのではないかと。分子性固体の研究は物性物理学の歴史の中で比較的新しい。いきおい「無機化合物で見つかった物性が分子性物質でも見つかった」という趣旨の研

究が生まれがちである。ところが、固体結晶とは妙なるもので「無機化合物を用いてどうしても実現し得ない電子相が、分子性固体では安定的に存在する」というケースが存在する。近年大きな話題となっている超高压力で実現する常温超伝導は、分子性化合物の圧力下でのポリマー結晶として実現するが、これは銅酸化物高温超伝導研究のコンテキストで夢見られていた、モット絶縁体（磁性を持つ絶縁体）の高压力による金属化と密接に関連しているのではないかと、とも議論されている。

分子性固体が活躍する量子多体状態の一つに量子スピン液体がある。これは電子スピンが結晶格子点に置かれて「固体」状態であるにもかかわらず古典的磁気秩序（アップとダウンの磁気モーメントが交替する）を示さず、スピンの励起スペクトルが液体的＝無限小のエネルギーで立ち上がる状態である。分子研OBでもある鹿野田一司先生（現・東大工）らを中心とし15年ほど精力的な研究が続いており、数年前にある程度の描像が確立したようにも見た。ところが最近になり互いに矛盾した実験結果が提示され混乱が生じ始めており、いわば量子スピン液体研究の第二章に突入した感がある。このように、とかく量子マテリアルの研究は実験的にも理論的にも多くの壁があり一進一退を繰り返すが、背景には「量子揺らぎ」と称されるものの正体に

とらえどころがなく、マテリアルのものつどんな機能が強調されることになるのか、がわかりづらいことがある。しかし、この困難こそがこの研究分野の醍醐味ともいえ、量子計算機が実用化される数十年後までにはマテリアル研究の立場から量子多体系のさまざまな姿を提示できていると良いな、と考えている。

分子研を卒業し現在理研に身を置くものとして、最後に分子科学研究の巨星であった茅幸二先生の思い出に触

りたい。私は二回、茅先生に採用されている。一回目が分子研の助手採用時、二回目が理研中央研の研究員採用時である。両者とも茅先生が所長として採用面接に参加されていた。物理の議論を楽しむ性向のある私は面接でも質疑応答が止まらなくなりがちで、専門分野の離れた方から見ると場が荒れていると見做されかねない。二回とも茅先生が「ああ云ううるさい奴は拾っておけ」とサポートしてくださったと聞いている。入所後も先生らしい洒脱な冗

談とあわせ、時に応じて「自由に研究しなさい」「異分野の友人はどんどん作りなさい」と激励してくださったことが思い出深い。私も研究の業界に長くたずさわり、先生が所長として社会的説明の任にあたられていたご苦労と、若手研究者への激励を両立させることの困難さがよく分かるようになってきた。まさに鼓腹撃壤の運営を実践なさっていたと言って良いであろう。心よりのご冥福をお祈りしたい。



分子研の思い出と近況



木村 力

(東京理科大学理学部第二部化学科 准教授)

きむら・つとむ / 2005年岐阜大学大学院工学研究科物質工学専攻博士後期課程修了、博士(工学)、2005年分子科学研究所博士研究員、2007年岐阜大学人獣感染防御研究センター助教、2011年東京理科大学理学部第二部化学科 助教、2014年同講師を経て2021年より現職。

【専門】有機金属化学、有機硫黄化学

【研究室HP】<https://www.rs.tus.ac.jp/kimtwo/>

私は二度分子科学研究所で研究する機会に恵まれました。一度目は、博士後期課程1年目の夏です。博士後期課程のカリキュラムに学外研修がありました。学外研修は、学外の機関で2か月程度専門分野の知識を高め実験スキルを磨く科目です。恩師の村井利昭教授に研修先として分子科学研究所の魚住泰広教授を紹介してもらいました。どこの馬の骨ともわからない私を快く迎え入れてくださりました魚住教授のご指導のもと、水中でのHeck反応について研究しました。水と油という言葉が示す通り、水と有機化合物は相容れない関係にあります。両親油性固相担持触媒を用いることで水中で有機化合物を変換することができます。こ

のような画期的な研究に携わることができたのは非常に良い経験でした。魚住グループの設備は冷蔵庫の中も含めて大変充実しており研究が快調に進みました。幸い2か月の滞在期間で論文一報分の研究成果をあげることができました。その論文を見る度に当時の記憶を思い出します。

学外研修で分子科学研究所の素晴らしさを味わった私は、研究者にとって好適な環境下にある分子科学研究所でさらに研鑽を積みたいと考えようになりました。博士後期課程修了後、今度は博士研究員として再び魚住グループに所属しました。博士研究員の2年間で、ピンサー型パラジウム錯体の新規な合成法について研究しました。一

見単純な方法で合成できそうなピンサー型錯体ですが、中には実際に合成しようとするとうまくいかないものもあります。ピンサー型錯体を組み立てる順序を工夫することでその問題を解決しようという研究です。PCPピンサー型パラジウム錯体やPheboxパラジウム錯体の効率的な合成法を確立することができました。ピンサー型パラジウム錯体の触媒活性は高く、ごく少量(0.01 mol%)で鈴木・宮浦クロスカップリングが進行しました。博士研究員としての研究生活は楽しく、良い意味で悪い同僚達にも恵まれ大変充実したものでした。

2年間の分子科学研究所でのお勤めを果たして出所した後、岐阜大学でプ

リオン病治療薬に関する研究に取り組みました。Stilleカップリングで ^{11}C 標識した薬剤候補化合物を合成してラットに投与し体内動態を調べる研究などを行いましたが、このとき、魚住グループで培ったパラジウム触媒反応に関する経験や知識が大いに役立ちました。

その後、東京理科大学理学部第二部化学学科の助教に着任しました。東京理科大学の前身は1881年に創立された東京物理学講習所で、東京物理学校に改称した後、東京理科大学になりました。夏目漱石の坊っちゃんの主人公は、東京物理学校を卒業した設定です。東京理科大学は、東京物理学講習所創立以来、一貫して夜間教育を行ってきました。理学部第二部は日本で唯一の夜間理学部です。理学部第二部化学学科には、高校新卒生の他に様々な学生が在籍しています。例えば、リカレント教育を志向した社会人、大学既卒者で教員免許の取得を希望する学生などです。歴史と伝統、そして特色ある東京理科大学の夜間学部で佐藤毅教授とともに3年間研究活動を行いました。こ

の頃から実験科目の担当や卒研生の指導といった教育活動を本格的に行うようになりました。

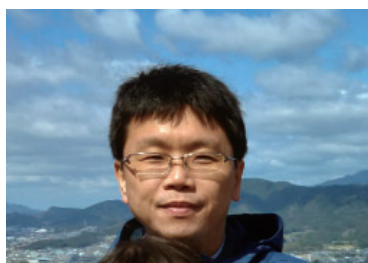
地道な教育・研究活動が認められたのか、幸運なことに研究室を主宰することになりました。木村研究室の研究テーマは、マグネシウムカルベノイドの特異な反応性を活用する有機反応です。炭素-マグネシウム結合を持つ化学種はGrignard試薬として知られており、代表的な炭素求核剤です。一方、炭素-ハロゲン結合を持つ有機ハロゲン化合物は、炭素側が δ^+ に分極した求電子剤です。マグネシウムとハロゲンの両方を炭素につけた化学種がマグネシウムカルベノイドです。実に奇妙なことに、この化学種には三種類の反応性があります。マグネシウムカルベノイドにはGrignard試薬と同様の求核的な性質がありますが、反応相手次第では求電子的にも反応します。さらに、カルベンの様な反応性を示すこともあります。マグネシウムカルベノイドは、低温下でさえ不安定な化学種であるた

めなかなか正体が掴めませんが、計算化学を利用して構造や反応機構を調べています。東京理科大学の理学部化学系学科では、一部（昼間部）・二部（夜間部）の垣根を越えて卒研究生が研究室に所属できますので、理学部第一部化学学科、応用化学学科、理学部第二部化学学科の合わせて三学科の卒研究生が木村研究室にやってきます。卒研究生や大学院生の学生さん達とともに試行錯誤しながら研究を進めています。学生さん達のたゆまぬ努力によって実りある研究成果が得られています。

大学の教員になってみると、研究室の運営のみならず、多くの講義を担当し、学部や学科の運営にも携わらなければなりませんので想像以上に大変ですが、なんとかやっていると、分子科学研究所で魚住教授にみっちり鍛えられたおかげだと実感しています。最近は自分自身で手を動かして実験をする機会がめっきり減りました。研究に没頭できる分子科学研究所での研究ライフを懐かしく思います。



分子研の裾野の広さ



中川 剛志

(九州大学大学院総合理工学研究院 准教授)

なかがわ・たけし / 2002年京都大学大学院理学研究科化学専攻博士課程修了後、分子研分子構造研究系分子動力学研究部門（後に物質分子科学研究領域）横山グループ助手を経て、2012年九州大学大学院総合理工学研究院准教授。

10年間お世話になった分子研を離れ、九大に異動して9年が経とうとしています。九大の実験室で分子研から移管した装置に囲まれていると、いまでも分子研に

いるかと勘違いしたり、装置開発室で作製して頂いた真空部品や電子回路を見ては感傷に浸ったりすることがいまでもあります。分子研着任時、採用して頂いた

横山利彦教授がスタートされた研究室は本当に全く実験装置のない環境で、漠然と不安と期待が入り混じった気持ちであつたことを思い出します。自分の勝手

な解釈ではありますが、なにをしても良いのだという雰囲気でした。一方、九大では既存の研究室に参加するので、重みという責任を感じての着任でした。

自分が所属する九州大学筑紫キャンパスは大学本部がある広大な伊都キャンパスから30km程度離れていて、福岡空港や博多駅がある市街地の近くに位置します。筑紫キャンパスには卒業研究配属の学部4年生以上しか居ないので、若干大人のキャンパスです(2年後には一部3年生も所属する予定でにぎやかになるはず)。筑紫キャンパスは学問の神様で有名な太宰府天満宮にも近く、菅原道真公が幾度となく登頂された天拝山を研究室より望むことができます。しかし、そのご利益にあずかるにはまだまだ精進が足りないようです。科研費申請前に太宰府天満宮に祈願に行くという先生もおられます。そろそろ自分も祈願しなくては……。

研究はというと、元々表面科学を専門としていたことから、分子研時代の磁性薄膜や分光の研究から二次元物質の研究に回帰しています。地味な物質探索の研究もしていますが、学生にはじっくり時間を掛けて研究に取り組めるので、修士論文の足掛かりにはよいと感じています。さて、グラフェンに代表される二次元物質は引き続き活発な研究対象であり、近年もケイ素から成るシリセンなどの類似物質の探索は尽きません。そのなかでもホウ素薄膜はホウ素自体が多数の同素体を持つために、薄膜の構造も一筋縄ではいきません。この点で、ハニカム構造がほぼ唯一のグラフェンとは大きく異なります。いくつかのホウ素構造やその電子物性が実験、理論の両面から研究され、その成果が有名誌を賑わせています。しかし、どれも理論が先行しがちで、実験的な決定打に欠けているように感

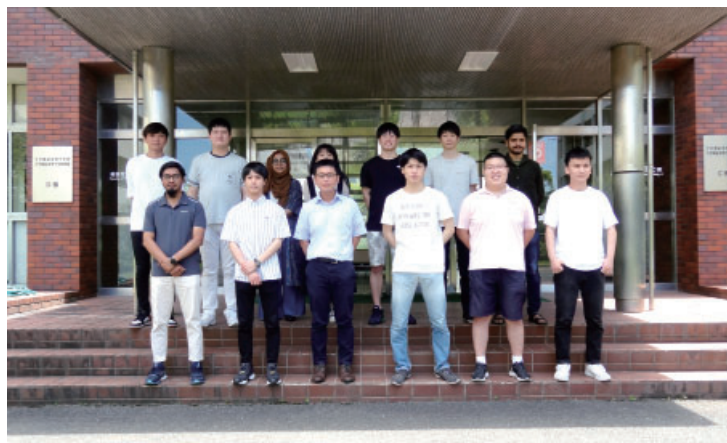
じざるを得ません。これまでの研究を活かして、走査トンネル顕微鏡や電子回折により決定的な証拠を掴もうとしています。相手はなかなか手ごわく、追い込み切れない自分の詰めの甘さを実感します。決定的な証拠を掴んだ後には、物性評価のため放射光などの研究をしたいと考えています。その際には分子研で再び共同利用研究させていただければ幸いです。

異動後も分子研には共同利用のみならず、学生のインターンシップで大変お世話になっています。教育においても大学外での経験を重視する姿勢は増すので、分子研が若手研究者のみならず、学生が最先端科学を体験できる大切な場となることをこれまで以上に期待しています。数年前には分子研のオープンキャンパスで刺激を受けて、大学院進学を決意しました！という他大学出身の九大院生がいました。オープンキャンパスの効果は甚大です。なぜ総研大ではなく、九大に来たのかは深くは聞きませんでしたが。

我々の研究室ではここ数年、隣国からの留学生が急増していて、研究室内の様子が変化しました。以前、我々の研究室で留学生といえば南アジアからの国費留学生が主でした。この変化にはどうやら昨今の激化する国際情勢が関わっているようで、彼らにとって日

本への留学はいわば次善策であり、留学生の流入が今後も続くかは不透明です。彼らに共通することは数学、物理、化学に関して十分な基礎学力があり、語学力も高く、さらに貪欲で熱心なことです。彼らの向上心のお陰で研究が進むことも少なくありません。日本人学生が留学生に良い刺激をうけ、もっと勉強や研究に打ち込んで日本の将来を担ってほしいと思います。

分子研の流動性はここ九州でも日々実感でき、様々な場所で分子研出身者に出会います。所属する大学院専攻でも分子研出身者が複数居られ、研究、教育面で大いに手助けして頂いています。OBの一人に理論計算パッケージの使い方を教えてもらおうとした矢先、本州へご栄転されました。しかし、専攻内で彼が残してくれた遺産は脈々と浸透しており、自分もどうにか研究につかえる程度に習得しつつあります。私も彼の影響力や流動性を見習わないといけません。また、近所にある鳥栖の九州シンクロトロン光センターに時折伺うと、UVSORのOBの方が大勢おられ、施設の屋台骨を支える活躍をされています。ここでも分子研の裾野の広さを感じずには居られません。自分も分子研OBとして、分子研の波及効果の一端を担えるように今後も努力していきます。





浅いようで深い分子研とのつながり



石川 春人

(大阪大学大学院理学研究科化学専攻 講師)

いしかわ・はると／2002年京都大学大学院工学研究科博士後期課程認定退学(博士(工学))。大阪市立大学、スタンフォード大学、大阪大学博士研究員、分子科学研究所特任助教を経て、大阪大学大学院理学研究科講師。

「分子研出身者の今」という項目で執筆依頼を頂きました。私は分子研在籍期間は1年弱と非常に短く、この項目の執筆者として適切ではないと考えましたが、思い返してみると研究生活の節目節目で分子研との関わりがあることに気づき、謹んでお引き受けすることにいたしました。そこで、まず最初に昔話?として、私と分子研のつながりについて紹介しようと思います。

私は愛知県名古屋市出身であるにも関わらず、お恥ずかしながら分子研の存在を知ったのは研究室配属後の学部4年生の時でした。当時、所属研究ではヘムタンパク質を研究の中心テーマとして取り組んでおり、多くの学生が分子研の北川禎三先生の研究室でヘムタンパク質の共鳴ラマン測定を行っていました。そのため、配属直後に自分の出身地である愛知県に有名な研究所があることを知ることになりました。なんとか卒業研究を終えたところで、指導教員の先生から「学会に出てみないか?」と言われ引き受けたところ、会場が岡崎コンファレンスセンターであり、学会デビューと同時に初めて分子研に足を踏み入れたことを覚えています。名古屋市に住んでいた頃は、岡崎は近いとは言え岡崎城観光しかしたことがなく、大規模な研究所を目の当たりにして随分驚きました。

その後は、私自身も共鳴ラマン測定のために北川禎三先生の研究室へ何度も訪れることになりました。当時、私に実験のイロハを教えてくれたのは、研究室の先輩の内田毅先生です。内田毅先生は後に北川禎三先生の研究室で助教となり、現在北大におられます。また、共鳴ラマン測定を教えてくださいましたのは、北川禎三先生の研究室出身で現在東北大におられる高橋聡先生でした。分子研に関わりのある人たちに囲まれながら、今はなくなってしまったサングリアで昼食を食べ、深夜に及ぶ測定では分子研の廊下から見える岡崎の夜景を嫌という程眺め、様々なヘムタンパク質の共鳴ラマン測定をすることができました。出張での測定は睡眠時間を削ってフラフラになることもしばしばありましたが、今となっては良い思い出となっています。

大学院進学後は、新しい研究テーマとして共同研究を行うことになりました。その共同研究先の先生が、後に岡崎統合バイオサイエンスセンターでの研究室メンバーとして加えていただいた青野重利先生でした。共同研究として前述の研究室の先輩である内田毅先生と共に新規ヘムタンパク質の機能構造解明に取り組んでいたのですが、既存の測定装置ではどうしても解明できない問題があり研究は行き詰まってい

ました。そんな時に、北川禎三先生の研究室で助手を務めていた水谷泰久先生が、新しい時間分解共鳴ラマン測定装置を開発したことを知ることになりました。またまた分子研への出張を繰り返して、無事にスペクトルを得ることができ、困っていた問題も無事に解決することができました。今、水谷泰久先生の研究室にいるのは、この時の出会いがあつてこそだと思います。

学位取得後アメリカに留学する際には、北川禎三先生に推薦状をお願いいたしました。受け入れ先の教授の先生に、ある日言われたことは、北川禎三先生の推薦状が良かったから受け入れたとのことでした。つまり、分子研との繋がりがなければ私のアメリカ留学もなかったのかもしれないわけです。その後は、これまでの繋がりから、大阪大学の水谷泰久先生の研究室にポスドクとして帰国し、岡崎統合バイオサイエンスセンターの青野重利先生の研究室の特任助教として着任し、1年弱を岡崎で過ごしました。さて昔話が長くなりましたが、上記のように学生時代のご縁もあって分子研関係者の研究室を異動し、現在は再び大阪大学水谷研究室の講師として研究を続けています。

やっと近況報告です。多くの大学同様、大阪大学もこの1年以上コロナウ

ウイルス対策に苦勞をしています。ちょうどこの原稿を書いている際にワクチン接種がスタートするのですが、昨年度および今年度前期に関しては、共通教育科目では実習など一部の講義を除いてオンライン、学部科目でもオンライン中心に部分的に対面講義で対応しています。そのため私も含め、ほとんどの教員がオンライン用の講義資料・教材作成に追われることとなりました。しかし前向きに捉え、オンライン用の講義資料・教材は、今回のような事態がなければ作成することはなかつ

たものです。これらの教材は今後対面講義となっても活用可能であり、学生からのリアクションも含めて大学の講義システムを考える良い機会となりました。例えば、作成した講義資料・教材は今後も予習・復習用に利用可能で、欠席した学生の補講に活用することもできます。この経験をいかして、より良い講義・学生実験を組み立てていこうと考えています。

研究については、分子研経験者らしく？水谷泰久先生、水野操先生と共に光を利用したタンパク質の物理化学研

究に取り組んでいます。大阪大学に着任してから学生時代からの研究対象であるヘムタンパク質を中心に研究を進めてきましたが、研究への取り組み方や技術・知識の何割かは分子研での経験や共同研究によって培われたものです。ここ数年は新しい方向性を目指して試行錯誤を繰り返しています。コロナウイルスの感染状況が落ち着いたら、また分子研での学会・研究会で発表できることを楽しみにしております。

分子研出身者の今■受賞報告



神取秀樹教授の紫綬褒章受章を祝して

名古屋工業大学の神取秀樹教授が令和3年4月29日に紫綬褒章という誠に栄誉ある章を授与されました。新型コロナウイルス感染症による影響のため、褒章と賞状は7月1日に大学にて学長から伝達されましたが、研究室のメンバーからお祝いの気持ちが伝えられました。とても格調高い紫綬褒章のメダルを、学生達が緊張しつつも手に取って触らせてもらったことは特別な体験になったことと思います。神取先生は、受章に至ったのは、これまでの学生が研究に熱心に取り組んでくれたおかげであると述べておられました。後輩の学生もさらに研究を進展させる決意を持ってくれたのではないかと期待するところです。

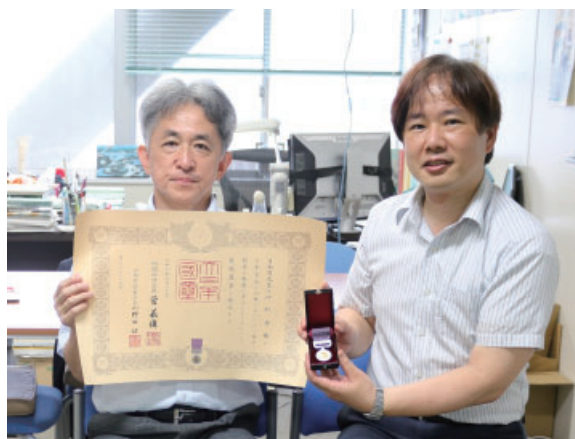
受章についての業績の概要は、「生物物理学分野において、視覚に関わる光応答タンパク質の研究により、視覚の初期過程や霊長類の赤・緑・青視物質

の構造を分光学的に解明するとともに、光応答タンパク質である微生物のロドプシンに関する機能を発見・転換・創成するなど優れた業績を挙げ、関連分野の発展に多大な貢献をした。」というものです。神取先生は大学院生の頃から現在まで一貫してロドプシンの生物物理学および分子科学的な観点での研究を継続されてきました。視覚の初期

過程を異性化反応と特定するに至ったピコ秒レーザー分光、タンパク質内部の水分子の水素結合変化を解析する赤外分光法などを主な手法とし、生体分子の分子科学分野で先端的な研究を展開されてきました。また、近年ではオプトバイオテクノロジー研究センター長として、国内および国際的な共同研究を牽引するなどして、新奇ロドプシ



授与された紫綬褒章



神取秀樹教授（左）と執筆者（右）