



これからの課題



渡邊 一也

(京都大学大学院理学研究科化学専攻 教授)

わたなべ・かずや／1997年大阪大学大学院工学研究科応用物理学専攻博士課程終了後、分子研助手、総研大（葉山）助手などを経て2007年京都大学大学院理学研究科化学専攻准教授、2019年より現職。

研究室HP：<http://kuchem.kyoto-u.ac.jp/molspec/>

何年か前に「レターズ」に書かせて頂いたので、今回お話を頂いたときにすでに免役済みとお答えしようかと思ったら、既出は「去るに当たって」という欄で、「出身者の今」というのは出所後の活動を報告する場のようだ。2007年の秋に分子研から京都に移り、あっという間に10年以上が過ぎた。貴重な機会を頂いたので振り返って雑感を述べてみたい。

私が分子研にお世話になったのは、1997年からの約2年と2004年からの3年余りで、当時はレーザーのコヒーレンスを使って化学反応を制御するという話が期待をもって見守られている雰囲気があった。当時(光)触媒の大家の先生と飲んだ時に、既存の合成手法では難しくて作れない貴重な分子はたくさんある、それがレーザーのできるのであれば少量しかできなくても多少金がかかっても絶対有用だから、早くやれと強調された。当時すでにいくつかのデモンストレーションがhigh impact journalを賑わせており、このまま行けば10、20年後にはそのような世の中が来るのかという期待があった(できるわけじゃないという声もあった)。可能性を広げるには表面触媒反応を変調することが必要・有効だと

確信して、自分は表面ダイナミクスを根拠にした。しかしすぐに、たとえ超高真空下で単純化した系でも吸着系(だけに限らないが)は現象が複雑で、というよりは十分な微視的ダイナミクスの情報を得るには既存実験手法では不十分で、現状で制御うんぬんというのは目隠しで鉄砲撃つような状態だ、この現状を解決せねばとの問題意識をもつに至った。残念ながら(気相や溶液での)変調の先駆的ないくつかの報告では、収率が1.2倍になったという話はあってもゼロを1にしたという話はなかなか出てこず、これが他分野の理解を得ることを難しくしたのかもしれない。最近ほとんどこの手の話を聞かなくなった。界面での反応は異種原子分子の結合を新しく形成しうするため、また基板との相互作用を利用して光で変調する余地が(界面電子・エネルギー移動により)広がるため、自分はまだ可能性を信じている、しかしそれには必要なダイナミクスの情報を得る実験手法が不十分だ。

数年前NewportでGordonの表面ダイナミクスの会議に呼んで頂いた。その年は歴史の長い固気界面のダイナミクス研究者が主であり、目立った話では例えば、配向分子線の表面散乱と

スピン分極の相関を見る素晴らしい実験報告があり、会場では大絶賛であったが、ご本人に何うと国内では後継者がなく技術も途絶えると懸念されていた。大家のAart Kleyneは蘭国退職後中国に拠点を移して研究しているとのことであった。中国は流行りの分野に巨額投資するだけでなく、伝統の研究分野の優秀な人材にも投資して人的資源を集めるのだと少し驚いた。黎明期の米国が自由をウリに欧州の優秀な人材を集めたようなことが起こるのだろうか。彼が次の会場を決める夕食後の会議の場で香港での開催を提案したが、大方の欧米の参加者はout of questionといって取り合っていなかった。分野を広げる意図だったと思うが、正解はどちらだろう。

金属vs気体界面のダイナミクスは分子が飛んできて金属表面に衝突してまた離れていくという単純な過程であるが、そこで何が起きているかを十分に記述する理論手法も発展途上で、実験的に直接観る手段はなく、初めをできるだけ規定して散乱させ終わりをできるだけ詳細に計測するのが現状最善策である。衝突の事象がDuty比の低いレア・イベントであるために、散乱過程の起きている表面を分光計測しても平

均的な応答しか得られず、肝心のイベントのみを反映する信号は期待できない。飛んできた分子が表面原子と接触する過程で電子の飛び移りや、そこに核の運動がどのように関与するかをリアルタイム計測できるのであれば、誰でも見たいと思うはずであるが、現状そのような手法は存在せず、隔靴搔痒の状態である。これは何も気相・固体相互作用に限った話ではなく、液体・固体界面での電極反応や触媒反応もすべて鍵となる過程はレア・イベントである。実は界面だけでなく、あらゆる熱活性化過程に当てはまる話であり、既存の計測手法では個々の事象のダイナミクスを直接観測することができない。レーザー時間分解分光で高速現象が見えるのは、Norrish-Porterのフォ

トリシスの発想で過渡状態をドカンと高密度に用意して検出を容易にしたからであり、その後の技術進展でパルス幅が短くなったり、高次効果に敏感になったりしてきたわけであるが、結局熱揺らぎの中で起きるレア・イベントに対する感度という点は置き去りにされてきた感がある。自分のやるべきことはその打開策を開拓することだと考えている。

最近は大規模計算の進展著しいが、結局正しいことをやっているかどうかは実験と照らし合わせなければいけないはずだが（大規模シミュレーションを真面目にやっておられる先生に伺うと研究を始めてまず感じるのは絶望ですよねと表現された）、現在の計算資源が出せる範囲の微視的情報とうまく

マッチングするダイナミクスの実験データが現状不十分なのだ。反応収率とか速度は測れるがこれらは出口付近のレア・イベント情報で、そこに至る手前の分光情報をむしろ試金石とすべきなのだが、その石がない。膨大な自由度の中で、目的とする現象を駆動する重要な要素は何か？その情報にどうやってたどりつくか。手に入るということは、ほぼ変調する手がかりも得られるということだと信じたい。その探求の先に真の現象の理解があり、「有益な」物性発現予測につながるはずである。それが夢でない実例をたくさん出さなくてはならない。それが理論屋さんの椅子を増やして着実に知見を積み上げる営みの持続を可能にするはずである。



いつもお世話になっております

千葉 寿

(岩手大学理工学系技術部 技術専門職員)

ちば・ひさし／1988年4月東北大学科学計測研究所文部技官、2001年4月東北大学多元物質科学研究所文部技官、2004年4月分子科学研究所技術課、2009年4月岩手大学工学系技術部、2016年4月岩手大学理工学系技術部、現在に至る。この間、2009年4月～2015年3月分子科学研究所技術課兼任。

仙台から岡崎に移ってきたのは2004年の春のことでした。東岡崎駅から心臓破りの坂を登り満開の桜に出迎えられて感じた心地よい緊張感は今でも記憶にしっかりと刻まれています。分子研では技術課に採用され、当時の分子制御レーザー開発研究センター（以下、レーザーセンター）に配属されました。

レーザーセンターでは共同利用に関する共通業務を進めると同時に、新しいレーザー制御技術の開発を目指して大森グループでの研究活動にも参加を

させていただくことになりました。大森グループでは精密に制御された超短パルスレーザーを駆使して分子状態を制御するという非常にチャレンジングな研究を展開していました。大森グループも、ちょうどその当時に新しく分子研に立ち上がった研究室であったため、時同じくして採用された香月浩之助教（現：奈良先端科学技術大学 准教授）とともに、何もない広い実験室の電気配線や水道工事などの環境整備から始めたのは今ではいい思い出です。



そのような実験室にも新品の超短パルスレーザーや最先端の波長変換システム、真空チャンバーなど日毎に実験装置が揃い始め、夏休み前には新しいデータが出始めました。この数ヶ月の間に一気に進めた立ち上げ作業は「もう一度やってみる」と言われても気力と体力が持つものか、今では疑問でありま

す。ただ、こういう充実した時期は何とも不思議なもので、突然発生する飲み会やUVSORでのBBQなどに参加することでさらに充実した気持ちで研究現場に戻ったものでした。そしてもう一つこの飲み会を通じて得られたもの、それはなんと言ってもそれぞれの研究や施設について議論しながら多くのことを勉強できたことではないかと思えます。「飲みながら」ということもあるのでしょうか、ただでさえ議論好きな研究者が集まる分子研では時折「励起状態」に遷移し、激しい意見をぶつけ合うこともあり、この時は「励起状態の精密な制御」の難しさを実感したものでした。しかし、このような場で意見をぶつけあうことで実は自分自身がよくわかっていなかったことに気づかされたり、その現象の本質を考えさせられたりということも本当に多かったと感じています。こういった他分野の研究者や技術者と真剣に議論できる場が日常的にあったのは分子研の強みのひとつではないだろうかと感じています。さて大森グループでの話題に戻りますと、大森グループでは週に一度全員から研究進捗状況の報告や次の予定・計画を議論する場がありました。当時からグループには多くの外国人もメンバーとして所属していたため、これらはすべて英語で進められましたが、これが慣れるまでは相当厳しかったことが思い出されます。大森先生の緻密な考え方は、その研究報告一つとっても全てがデータに基づいた論理的な展開が必要であり、これらの日々の研究活動の中から多くのことを学び、それらは現在の私自身の考え方や研究教育のベースにもなっていると思います。そしてこれらの技術開発や研究を進める上では当時のポストドクであった穂坂綱一さん（現：東京工業大学助教）、助

教の武井宣幸さん（現：京都大学特定准教授）らと一緒に試行錯誤をしながら一つ一つ難題をクリアしていくことは非常に楽しい時でもありました。また、発生する問題の解決には同じ技術課の仲間にも本当にお世話になりました。中でも真空系や測定系の装置に関するトラブル等の際には「困ったらUVSOR」というほど中村永研さんや繁政現技術課長などUVSORの仲間には助けられた記憶があります。また電子回路や機械設計・工作などの装置作りでは豊田さんや前技術課長の鈴井さんには様々な助言もいただきながら進めることができたのは本当に心強い環境であったと実感しています。こうして分子研での長いようで短い5年が過ぎ、縁あって生まれ故郷の岩手大学に移ったのは2009年の春でした。岩手大学では工学部（現在は理工学部）、主に電気電子通信コースの技術職員として研究教育に携わることになりました。それまでの東北大学多元研や分子研とは違い、学生実験や様々な実習などの業務を通して日常的に学生と一緒に過ごす機会が増えたことに、これまではない新鮮味を感じたのは記憶に新しいところです。同時に理工学部内で研究を進められているレーザーを利用した極小磁場測定や、素粒子物理に関する研究などにも参加をしていますが、これらは分子研や東北大学での経験が非常に役に立つ場面が多いことを実感しています。また、岩手大学での研究教育とあわせて、現在でも分子研大森グループの研究にも参加をさせていただいているのですが、ここで継続的に世界最先端の研究に触れながらその技術や経験を岩手大学にフィードバックできることは大変充実した環境であると心から感謝しています。特に現在は岩手大学の研究現場で求められている機

器開発と、大森Gで必要な実験機器とを装置開発室と共同で技術開発・交流を進めています。例えば岩手大学で進めているLPWA（Low Power Wide Area）無線を利用した警報システムは、大森Gからのニーズにより装置開発室で開発が進められている「温度モニタリング警報システム」として応用することができます。これまでは研究現場で必要とされて開発した実験機器等は、限られた研究室で限定的に利用される場面が多かったと思います。今後は他大学や研究所とも広く連携することで技術を共有し、新しい技術系職員のありかたを考えるきっかけにも私自身つながっています。

分子研を離れて早10年ではありますが、今でも多くの場面で一緒に活動する機会をいただいています。このように多くの人が分子研に来てはまた旅立っていく、「超」流動的な環境にも関わらず、また帰ってきやすい雰囲気があるのも分子研の魅力だと感じています。今後も分子研で叩き込まれたチャレンジング精神を忘れることなく、新しい時代に挑戦していきたいと考えています。