

[(限界)×(超限界)の光]と分子

分子構造研究系分子構造学第一研究部門 岡 本 裕 巳

結局また来てしまいました。2000年11月から分子構造第一研究部門に着任いたしました。まずは初対面の方も多数おられますので自己紹介から。私は15年半ほど前(1985年)に、当時東京大学理学系研究科(田隅研究室)の博士課程の学生でしたが、どういうわけか分子研の電子構造研究部門の助手として拾っていただくこととなりました。当時の吉原グループのメンバーとしてフェムト秒レーザー分光装置の開発を行いました。なかなかうまく行かずにもがいていましたが、開き直って続けたところ、なんとか形だけは整えることができるようになり、6年の任期を1年残して1990年に東京大学理学部に戻りました。学位も3年遅れましたが分子研での仕事で取らせてもらえました。東大では振動分光の特徴をなるべく活かして、ピコ秒でよいから超高速現象のまだ見ぬ世界を調べたい、という立場でやってきました。アンチストークスラマン散乱を用いて振動緩和現象のこれまで明らかとなっていなかった側面を見るということと、まだ測定例のなかったピコ秒オーダーでの指紋領域赤外(有機分子の構造に敏感な波長領域)分光法を開発して励起分子の構造情報を引き出す、ということをして2本の主要な課題として行いました。東大にはちょうど10年ほど在籍し、この度岡崎に帰って来てしまったというわけであります。10年ぶりに岡崎に住むことになってまずショッキングだったのは、某エスプレッソ系コーヒー専門店や、100種類前後も茶葉を揃えた某紅茶専門店なんか、軒を連ねているショッピングセンターの存在でした。私の15年前~10年前からの外挿予想値には、このようなものは岡崎

には存在していませんでした(2.5 くらいには入っていたかも知れない)。

それはともかく。そもそも私は、大昔からなにかと工作することが好きでしたが、この私の特性は研究上にも陽陰の影響を与えていて、「実験の職人気質」を自認しています。いわば、ある意味で「装置屋」です。この方向性は、思えば以前の分子研助手時代に(図らずも)出来上がってしまったような気がします。恐らく私は当時、装置開発室のフライス盤の最もヘヴィーなユーザーの一人であったと思います。レーザーなどの実験装置を壊す(破壊することではない、念のため)ことも、平気になってしまいました。東大時代に研究上不便を感じたことの一つは、分子研の装置開発室に相当するようなものがなかった、ということがあります。分子研は、分子科学の基礎研究を行っていく上で必要になる新しい装置を作って実験するという環境において、やはり非常によい環境にあって、私は以前に分子研にいた時に、その恩恵にずいぶん浴することができたと思います。

さて今度は分子研で何をやるか。実のところ、私は将来の抱負を述べるのは苦手なのです。特に基礎研究では、今から何が起こるかわからないところに、ある意味で面白さがある、それについて具体的なことをあれこれ話せるわけがない、と思ったりします。(本当のところは、自分の企画力と表現力の問題なのかもしれませんが。)しかし今の時代、そうも言ってもらえないところもあるようで、今現在申し上げられる範囲のことを書かせていただくことにします。他の場所から移って来た時に、いままで自



分自身に蓄積があって、よそよりも進んだところをもっと極めていく、という方向性も考えられるのですが、今これはちょっと飽きました。一方で、私の特性である「実験の職人気質」の立場は今後もできるだけ崩さずに保っていききたい(分子研はそれに適した環境があると思います)、その上で何か新しい領域を開いていくことができれば、と思います。自分の得意なところを活かしつつ、若干方向転換したいと思っています。それで、私が7~8年前からやってみようと思いつつ、時間と¥などの都合でできなかったことを、この際いい機会なので始めさせていただきたい、と考えています。

その以前からやりたかったことというのは、私に蓄積のある高速分光の研究(特に凝縮相)に、高い空間分解能を持つ顕微光学的な手法を持ち込んで、分子のダイナミクスの研究に新たな展開がはかれないうか、ということです。超短パルスレーザーの分野では、今では振動数の幅と時間の幅の積がほぼ限界に近い小さい値となった、いわゆるトランスフォームリミットな光は当たり前になっており、光の単色性を適切に保った条件下で時間分解能を限界まで押し進めることが普通にできるようになりました。一方空間分解能のほうは従来、光を用いるかぎり回折限界の壁があって、これを越えた空間分解能は得られないというのが普通の常識でした。しかし最近、この限界を超えた超解像の手法が、いくつか実用的に用いられるようになって来ました。特に最近急速に発展して来た近接場光学の方法は、ナノメートルのオーダーの空間分解能で物質の光学的・分光学的性質を知ることができる手法として注目されます。

このように、限界まで時間分解能を確保した光を用いた超高速分光実験を、通常の光の限界を超える空間分解能で行うことが、原理的には可能となってきている状況にあります。

実はこのような方向での試みは、既に内外のいくつかのグループで始まりつつあります。時間も空間も同時に高い分解能で測定したい、というのは当然出てくる発想といえます。しかしまた、この手の実験は測定法として完成したとは言えない状況で、現在のターゲットは測定が容易なテストサンプルに留まっているようです。私も最初は超短パルスレーザーとファイバプローブ近接場分光システムの組み合わせによって、テストサンプルの位置特異的な蛍光ダイナミクスの観測などから始めたいと思っていますが、基本的な技術を習得できれば、新たな発想で測定法に奥行を持たせること、分子ダイナミクスの研究に活用していくことを行っていきたいと考えています。測定法の奥行を拡げるという面では、従来の超高速分光法に用いられて来たさまざまな測定手法を近接場分光測定のさまざまな測定モードと合わせていき、広い測定対象に適用可能な方法を作っていくことも当然行っていきたいと思いますが、その他に、ポンプの過程とプローブの過程を空間的に分離する可能性や、分子の動きを直接検出する方法の開発(必ずしも走査光学系を用いない)など、恐らくまだ試みられていないことも含めてアイデアを温めているところです。

測定手法とノウハウを蓄積していくと同時に分子ダイナミクスの研究に適用していきたいと考えています。物質化学、生命科学の広い領域を含めて現在

「ナノメートル」が注目を集めていることもあり、このような測定手法の対象は、ある意味でいくらかでもあるといえますし、私も測定法が完成すればそのような立場からの共同研究は積極的に行っていきたいと思います。しかしそればかりではなく、私のこれまでの超高速分子ダイナミクスの興味とも関連した分子科学の基礎的な研究として、次のようなことを少し長いスパンで考えてみたいと思っています。一つは、最近合成の方々が精力的に行っておられるような、構造と大きさの制御された自己集積型超分子は、これまでの分子・分子集合体にはない性質や機能が期待され、超高速ダイナミクスの観点からも興味深い対象です。そのような分野の方たちと協力して時間空間分解の特徴を活かした研究が展開できれば良いなあ、と思っています。今一つは、液相の分子ダイナミクスの問題です。液体のような系は一見、空間分解した分光法の対象とはならないようにも思えますが、ここに時間分解やダイナミクスの考え方を持ち込むと、必ずしもそうではなくなると思うのです。私は東大にいた頃に、液体中の分子の光励起に伴う余剰エネルギーの流れに関する研究を振動分光法の立場から行って来ましたが、その関連においても、空間を分解したダイナミクスの研究は意味が出て来そうです。液相中の分子の動的なプロセスは、分子科学の基礎としての興味だけでなく、固体や気体と違ってその中を大量の大きな分子が移動でき、それを通じた情報・エネルギー等の伝達が可能であるという面でも、重要性を持っていると思います。

つかみ所のない漠然としたことばかり書いて来て

しまいましたが、まだ実験装置が整備された状況ではなく、私自身の中でアイデアを出しては消している段階なので、この程度でお茶を濁させていただきます。雑用もじわりじわりと来はじめましたが、時々楽器をやったりして右脳を活性化させながら、大学とは異なる環境を活かしつつ研究をしていきたいと思っています。研究がうまくいった時には、とっておきのB級イタリアワインをあける積もりで、それに向けて頑張ります！