

挑戦したい幾つかの問題

理化学研究所・田原分子分光研究室

田原太平

物理学の素粒子や原子核を研究する分野を除き、現在、物理～化学～生物のほとんどの自然科学の分野の研究は分子の振る舞いを解き明かそうとしている。その意味で分子科学はそれらの基礎として研究対象を大きく広げるとともに、学問としての重要性が益々増していると言える。分子科学の中にも様々な要素があるが、計測に基づく分子科学はその根幹の一つであり、私はこれまで短パルスレーザーを用いた分光実験による研究を進めてきた。百聞は一見にしかずの言葉があるように観測は科学・技術の基本であり、歴史を振り返っても、新しい観測方法や技術の開発によって新しい現象が観測できるようになった時に、科学は飛躍的に進歩してきた。私は理化学研究所でこれを強く意識して、既存の方法を応用するのではなく、新しい独自の分光計測法を開発し、それによって分子の基本的な問題を解明しようとして、以下のような研究を進めてきた。第一に、反応する分子の振動を直接時間領域で観測する研究を推進してきた。現在では7フェムト秒の光パルスを用いて、光受容タンパク質のような複雑な分子の超高速ダイナミクスを、フェムト秒領域での分子振動の変化を観測することで追跡できるようになった。第二に、溶液の超高速分光の技術を液体界面の研究に持ち込み、界面の分光実験を溶液の分光レベルに引き上げることを試みた。特に界面でのみ生じる二次の非線形分光信号の光の位相と振幅を直接観測する方法を開発し、これによって液体分子の赤外／ラマンスペクトルと直接比較できる界面選択的な振動スペクトルが測定できるようになった。さらにこの分光法を時間分解測定に拡張し、液体界面の超高速ダイナミクスを観測できるようにした。第三に、タンパク質、DNA、RNAなどの生体高分子の大きな構造揺らぎを観測するための新しい一分子分光を開発した。蛍光光子の相関解析を利用することで、生体高分子の大きな構造変化に対する情報をマイクロ秒の時間分解能で、かつ定量的に得ることができるようになった。

共同研究者とともに開発したこれらの新しい方法論を用いて、分子の基本的な問題を取り上げて研究してきたが、こうした研究によって、また新たな問題意識が生まれてきている。今回、森野デイスカッションで話をする機会をいただいたので、これまでに私たちが開発した方法によってどのようなものが「観える」ようになったかを説明するとともに、それら研究によって私が抱くようになった新しい疑問、そして私がこれから何に挑戦したいと考えているのかについて議論させていただきたい。