



CONDENSED CONJUGATION

NEWS Vol. 38

物理と化学の距離

福原 学(東京工業大)

清水 康弘(名古屋大)



福原 博士



清水 博士

——今回も、新たに参画されたお二人にお話を伺います。まずご自身の主要な研究分野を教えてください。

福原 高分子化学、有機合成、光化学、超分子化学、分析化学などが主要分野です。細胞内のイメージングの研究もしており、いろいろ幅広く手を出しています。この領域では、静水圧下での物性測定をメインとして考えています。

清水 核磁気共鳴を用いた物性物理学です。これまでは、量子磁性体や超伝導などを主なテーマとして取り組んできました。この領域では、核磁気共鳴の手法を大幅に変えて、磁石やコイルを使わず光だけで検出することで、分子構造を解析する手段の開発を進める予定としています。

——領域へ参画前、どのようにご覧になっていたのでしょうか。

福原 私は合成と計測の両方を行っています。合成化学者の観点からは、各先生方の新しいコンセプトに基づいて、統一的に高密度な π 電子系化合物を目指す点でユニークと感じました。一方、計測屋の観点からすると、測ってみたいと思うような化合物が多数あり、共同研究を目指す上で非常に有り難いと感じていました。

清水 前回の π 造形も公募班で参加させて頂きました。メンバーも入れ替わり、また違った視点から新しいモノが創造されていくのを楽しみに見ていました。今回は計画班には入れていただけませんでしたので、磁性体などに偏っていた自分の研究範囲を見直し、閉殻の分子を扱える手法の開発を表に出すことで、公募班に入れていただきました。より領域メンバーの役に立

てる方向性を目指したということですね。

——最初に「高密度共役」というコンセプトを聞いて、どのように感じましたでしょうか？

福原 π 電子系化合物をファンデルワールス半径を超えて近づけると、どのような物性を示すのかを追求する、ということだと解釈しています。いぜんとして未踏の分野なので、どのような物性が現れてもおかしくありません。あまり方向性を決めすぎず、何があるかわからないから好きにやってくれ、という領域のスタイルも面白いですね。

清水 分子間相互作用に重点を置くことで、より固体物理に近づいた印象でした。20~30年前は有機超伝導体などの研究が流行し、高密度共役の考え方に近い研究が行われていた時期がありました。最近はその両者の住んでいる世界が分離しかけていたように思います。しかしこうした領域が立ち上がったことで交流が芽生え、遠ざかりつつある化学と物理学を繋ぐ新しい分子性物質の学術領域を予感しました。

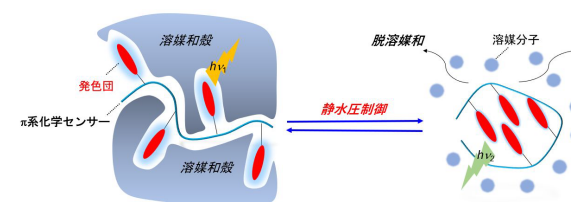
——すでに領域メンバーと交流は始まっていますか？

福原 領域参画前から、A04班の竹内正之さんとは共同研究を行っています。また、初めて参加した領域会議の後にお声がけをいただき、A01班の石垣侑祐さん、村井征史さん、A02班の酒巻大輔さんなどと、それぞれ共同研究がすでに動き始めています。それぞれの先生方が合成した化合物を、私の手法で測定するという形です。いくつかは、近く論文になるところまで来ています。

清水 何人かの方と議論はさせて頂きましたが、まだ装置を一から立ち上げている段階であるため、具体的に共同研究という形での成果は出ていません。来年度あたりからお披露目できると思いますので、アピールしていきたいと思います。

——最近の研究のトピックスを教えてください。

福原 ある種の π 電子系化合物は、圧力変化に敏感に反応するため、これを用いて静水圧の変化を検出できる化合物の探索をしています。この手法により、他の先生方の化合物の静水圧に対する反応を調べる研究もあわせて進めています。



清水 グラフェンに代表されるディラック電子系は巨大な反磁性を示すことが理論的には示されていますが、これを実験的に観測することは長年の問題でした。この軌道反磁性の微視的観測を、NMRによって行うことに取り組んでいるところです。

——本領域でのミッションはどのようなものをお考えでしょうか？

福原 この領域での私のミッションは、 π 電子系化合物に静水圧をかけるとどういった変化があるかを系統的に調べていくことと思っています。すでに、当初の予想とは全く逆の現象なども見つかっており、やはり測定してみないとわからないと改めて思います。こうした領域の意義を感じますね。

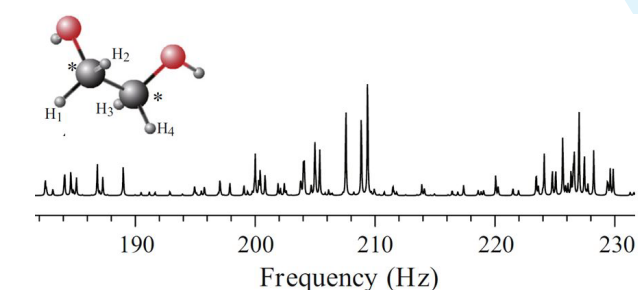
清水 今回は電子物性だけでなく、閉殻分子内の環電流を微視的に観測できないかといった、高密度共役の本質を貫く問題に対して、真っ向勝負したいと考えています。共役系であるのかそうでないのか微妙な化合物、あるいは圧力をかけて共役性が変化するようなケースで、それを定量的に観測できる手法だと思っています。

——その他に共同研究の予定やアイデアはありますか？

福原 蛍光分子は静水圧分光で測定できるようになってきたのですが、我々の系ではナノ秒程度での測定が限界です。今後、ピコ秒単位での時間分解を実現し、一重項分裂などの光

化学反応過程を静水圧下で直接的に追えるような測定ができれば、さらに共同研究の範囲が広がると思います。

清水 さまざまな共役系に対して、最近開発中の光検出ゼロ磁場NMRの手法を適用していきたいと考えています。現在の手法では、化合物の炭素を ^{13}C に置き換える必要がありますので、費用と手間がかかります。最初は手軽にできる核スピンを使った手法を用いるべきかと思っていますので、そのあたりは有機合成の先生方と相談しながら進められればと思います。



エチレングリコールの光検出ゼロ磁場NMRスペクトル。磁場に比例する化学シフトの代わりに、J結合(スカラー結合、マルチプレットともよばれる)によって、スペクトルの形状が決まる。*は ^{13}C 置換。

Y. Shimizu et al. "Zero-field nuclear magnetic resonance spectroscopy of viscous liquids", J. Mag. Res. 250 (2015) 1-6

——この領域で、個人的に目指すところは？

福原 いま進めている静水圧計測はケースバイケースの部分が多いのですが、ここから踏み込んでさらに統一的な概念を打ち出したいと思っています。また先日、研究室の学生が若手会でずいぶん刺激を受けたようでした。モチベーションにつながると思いますので、こうした方面にも力を入れていただければと思います。

清水 個々の分子の「指紋」であるNMRスペクトルが、新たな機能性を創出する出発点になると考えています。たとえば核スピンを外部からコントロールすることができれば、量子演算などの機能を持たせることができます。実現には多くの分野の研究者のアイデアが必要ですので、交流を大事にしてゆきたいと思っています。

もっと詳しく → <https://x-con.jp/>