



CONDENSED CONJUGATION NEWS Vol.18

あえて裏道を行くこと

鈴木 修一（大阪大学）
灰野 岳晴（広島大学）



鈴木博士



灰野博士

——この領域に参画前、どのようにご覧になっていたでしょうか。

鈴木 まず、「高密度共役」ってなんだ?と思いました。未だに理解できていませんが。メンバーを拝見したときは、それぞれの分野で第一線で活躍されている先生方でしたので、一緒に研究したいなと単純に思いました。

灰野 私も領域代表である関さんが、何をゴールとし、何を期待しているのか、正直よくわかっていません。ただ、 π 電子系で新しいものを作ろうとしているグループだと見ていました。

——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？

鈴木 いままでは π 電子系分子の骨格に注目した研究が盛んに行われてきたかと思いますが、 π 電子系分子を電子の入れ物として考えたらいいか?と思った記憶があります。私自身が開殻 π 電子系(ラジカル)分子の研究をしていて、うまく不對電子間相互作用を使いながら分子間を近づけることはできるのですが、共役?ということは二量体とかでなく多量体を実現する必要なんだろうと感じ、はたしてどうやってアプローチしようかと今でも探っているところです。

灰野 π 共役を集めて、何か新しいものや機能を生み出して行こうということを言い換えたのだと理解しています。本当のリーダーの頭の中にあることはわかりませんが、自分の持っている π システムを集積して新しいものを創り出せば、関さんの期待しているものの爪の垢くらいにはなるのかと思っています。——すでに領域内の先生方とは交流を持たれましたでしょうか。

か？

鈴木 π 空間、 π 造形科学のときからいろんな先生とお話しする機会があります。中でもA02 班の久保先生とは私が学生時代のときからお世話になっている先生で、現在協働研究を進めています。大阪大学基礎工学部から参画する久木さんと岸さんは普段からよく顔を合わせます。A01 班の石垣さんとは何かと縁があり、一緒に仕事をさせてもらっています。

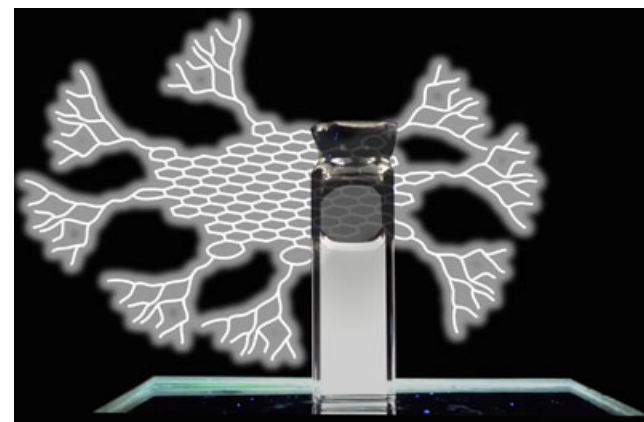
灰野 もともと存じている方が多いので、この領域に入って特別に交流が増えたということはありません。Zoom、Slack、メールと手段も多くありますので、研究の上で困ることはないです。——ご自身の主要な研究分野を教えてください。

鈴木 構造有機化学を基盤とした開殻(ラジカル)分子の研究です。開殻分子の中でもできる限り変わった分子、例えば、複数の不對電子を何個ももつ有機分子だったり、融点をもつラジカルカチオン塩など設計・合成して、それらの機能を探索しています。

灰野 分子カプセルなど超分子化学、集積体の化学、超分子ポリマーなど手広く手がけています。この領域では、ススを硫酸と硝酸で酸化分解したナノグラフェンの研究で参加しています。よく用いられるHummersの酸化法に比べ、共役構造がかなり残ったものが得られるのが特徴です。周辺にカルボキシ基が生じますので、これを手がかりに修飾を行い、機能を引き出す研究をしています。

——酸化処理で作ったナノグラフェンは、扱いが難しそうではあります。

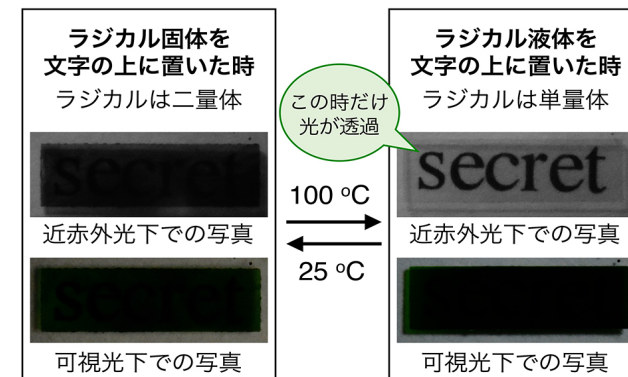
灰野 有機化学者がナノグラフェンの研究というと、ボトムアップ型できれいなものを合成するアプローチが多いと思いますが、手間もかかりますし多量に作るのは難しい。また、僕は裏道を行くのが好きなんです。構造も分子量もはっきりしないものを扱うことを有機合成化学者は嫌いますが、これをやらないという理由はありません。わからないものに、わかっている化学でアプローチしたら何が見えるか。これが僕の研究のやり方です。



——最近の研究のトピックスを教えてください。

鈴木 大阪大学に異動してきてから、いままで扱ってきた各種ラジカルイオン塩に対して、高温にしてみたり、水に入れてみたり、光を当てまくったりなど、開殻(ラジカル)分子を扱ってきた人があまりやらないような条件にさらしたときの振る舞いを観測しています。その過程で液化化可能なラジカルカチオン塩が見つかってきました。結晶状態では特異な二量体構造(π ダイマーと呼ばれる)を形成していますが、融解状態では単量体構造となっています。それらの影響で磁気的性質や光学的性質がずいぶん違っていたり、奇妙な相転移挙動を示します(Angew. Chem. Int. Ed., 2021, 60, 8284-8288)。

(動画:<https://bit.ly/3NpKQAB>, <https://bit.ly/3xntoHC>)



開殻 π 電子系だけでなく最近では発光性金属錯体も扱っています。同じような考え方で分子設計可能だと最近気づきつつあり、触ったら発光増強するなどの興味深い現象にも出くわしています。(動画:<https://bit.ly/3mfD40r>)

灰野 最近、ナノグラフェンを使った白色発光に成功しました。近赤外発光する材料を開発したこともトピックです。また最近、電圧をかけることで透明材料が遮光性に変化する、エレクトロクロミック材料を創り出しました。可視光だけでなく近赤外光まで遮断するため、熱制御につながるものとして期待しています。

——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？

鈴木 様々な実験条件下で耐えうる開殻 π 電子系分子を設計・合成し、高密度共役の実現に有用な分子設計指針を目指したいと思います。究極の開殻 π 電子系を目指していけばその過程で今までに報告例のない現象に出会うはずなので、分野を広げることができていると思っています。

灰野 グラフェンをどう集積化して高密度共役状態を作るか、これが僕のミッションです。すでに、トップダウンで作ったナノグラフェンを積層させることに、世界で初めて成功しています(Angew. Chem. Int. Ed., 2021, 60, 12706-12711)。それをどうすれば合理的に作れるか、明らかにしていきたいと思います。

もう一つ。原子をいくら理解しても分子の性質はわからず、分子を解明しても超分子のふるまいはわかりません。トップダウンとボトムアップの両アプローチの間には大きな断絶があり、両者の融合領域はありません。そこに我々は世界で初めて真剣に取り組んでいると信じています。

——その他に共同研究の予定やアイディアはありますか？

鈴木 以前に、既存の π 電子系分子にラジカルを放り込む反応を開発したのですが、開発した張本人が使い方にリミットをかけている気がします。だれか使ってくれないかなと思っています。

灰野 関さん、瀧宮さんなどに、グラフェンの機能評価などをお願いしたいと思っています。共同研究のための共同研究ではなく、僕が考えていることを理解し、解きたい問題に向き合ってくれる方と、共に進んでいきたいという思いはあります。

——この領域で、個人的に目指すところはどのような方向でしょうか。

鈴木 壊れやすいと思っていた開殻 π 電子系分子のなんとなくの常識を覆すようにして、いろいろな先生方と協働研究を進められるようにしたいと思います。

灰野 入れてもらえただけでありがたいので、足を引っ張らないよう研究だけです。

もっと詳しく→ <https://x-con.jp/>