

# CONDENSED CONJUGATION

## NEWS Vol.19

### 新たな武器を携えて

吉田 弘幸(千葉大学)  
木俣 基(東北大学)



吉田博士



木俣博士

——今回も公募班として参画されたお二人にお話を伺います。この領域に参画前、どのようにご覧になっていたのでしょうか。

吉田 実は、科学研究費の公募を見るまではこの領域の存在を知りませんでした。公募情報から、自分が応募できる領域を探していて見つけました。

木俣 私の専門は物性物理学ですが、有機化合物を取り扱うこともありましたので、面白いものを見つけるお手伝いができるかな、というイメージを持ちました。

——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？

吉田 公募要領に書かれていた領域代表の関先生の説明を読んで、自分が長年考えてきた「共役」の概念とともに近い考え方であると共感しました。電子伝導、未踏機能の実現、熱ゆらぎの克服、局在・非局在とは何かなど、私が行なってきたこと、考えていることと合致する内容でした。

木俣 私の場合、化学結合や「共役」という言葉自体になじみがなく、どういう重要性があるのかは当初よくわかつていなかつたというのが正直なところです。ただシンボジウムなど拝見するうち、電子を高密度に詰め込んで、極限的な物質機能を引き出すというコンセプトに魅力を感じるようになりました。

——すでに領域メンバーとは交流を持たれましたでしょうか？

吉田 もともとお名前を存知あげている研究者は多かったのですが、所属学会や活動分野が違うため、これまで親しく交流することはほとんどありませんでした。当初はオンラインでの交流でしたが、6月の第一回領域会議で対面でお話する機会を

得て、一気に距離が近づいたように感じます。領域会議の前は、分野が異なるため私の研究発表は理解されにくいかと危惧していたのですが、熱心に聞いていただいて本質的な質問や的確なコメントをたくさん寄せて下さいました。アプローチは違うが、同じものを目指していた多くの研究者に出会えたという印象です。やはり対面でお話をできると違いますね。

木俣 竹延大志さん、田中久暉さん、橋本顕一郎さん、渡邊峻一郎さん、水上雄太さん、同じく公募で参加されている佐々木孝彦さんらは、領域参入以前から存じ上げていました。また、参加前から須田理行さんらとやりとりをしており、今回領域に入れていただいたことで本格的な共同研究に発展しています。

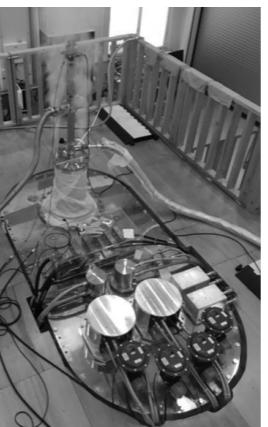
——ご自身の主要な研究分野を教えて下さい。

吉田 電子分光を使った、有機半導体の電子状態の研究を行なっています。特に逆光電子分光を使った伝導帯の研究では、世界トップを自負しています。測定試料に低エネルギー電子を照射し、この電子がLUMOへ遷移する際の近紫外域の放出光を検出する新しい方法を10年前に開発して、低エネルギー逆光電子分光と名付けました。有機試料から非破壊的に高分解能のデータが得られることを特徴としています。装置は市販され、高価であるにも関わらず年に10台ぐらいのペースで売れていて、すでに世界で50台以上が稼働しています。さらにこの手法の有効性を広めてゆきたいと思っています。

木俣 強磁場における物性研究がメインの研究テーマです。ノーベル物理学賞の対象になった量子ホール効果など、強磁場なくして発見できなかった現象は多くあります。私の在籍する

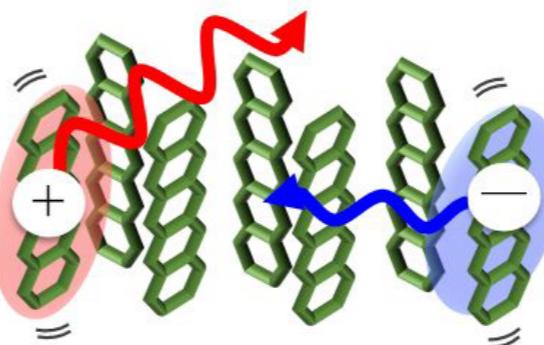
東北大金属材料研究所は、世界でも有数の施設を持っています。この環境を活かし、強磁場中の新しい物理現象を発見するというのが、我々の大きな目標になっています。

(写真は東北大金属材料研究所の25テスラ無冷媒型超伝導磁石。冷却に液体ヘリウムを必要としない装置としては世界最高の磁場を発生できる)



——最近の研究のトピックスを教えて下さい。

吉田 先に述べた低エネルギー逆光電子分光法に改良を加えて、有機半導体の伝導帯のエネルギー・バンド構造(エネルギーと運動量の分散関係)を、世界で初めて実測しました。また、このデータを基にポーラロンの新たなモデルを提出し、低波数分子内振動が伝導特性に影響することを提唱したのが、最近の大きなトピックスです(*Nature Materials*, in press.)。こうしたアプローチは領域として目指している「熱ゆらぎの抑制」にも関わるところであり、みなさんのお役にも立てるのではと思います。



木俣 BEDT-TTFを基盤とした結晶の表面で起こる超伝導について、須田さんと共同研究を行っています。超伝導が強磁場によってどのように破壊されるか調べるのが目的なのですが、通常とはかなり異なる挙動を示すことが判明しつつあります。学術的にどの程度面白いかはまだわかりませんが、論文化を目指して研究を続けています。

またもう一つ、超伝導状態では電子がクーパー対と呼ばれるペアを作ります。通常の場合これら電子のスピンの向きは逆向きなのですが、これが同じ向きに揃ったケースがあります。この場合は通常と異なり、磁場によって超伝導が破壊されず、逆に強化さ

れるという現象が見られます。こうした現象の追求もテーマの一つとしています。

——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？

吉田 この領域には、有機化学や有機物性物理の最先端の研究者が結集していて、「高密度共役」というコンセプトを、それぞれの専門の立場から突き詰めています。この領域では電子分光の専門家は私だけですので、自分の専門から見た「高密度共役」という概念、電荷の局在・非局在、コヒーレント・インコヒーレント、伝導機構についての考え方を突き合わせることで、新しい風を吹き込めたらよいと考えています。

木俣 先ほどの研究内容の話とも関連しますが、結晶表面で起る金属状態や超伝導状態は、結晶内部で起るものとはいろいろと異なります。こうした結晶表面での現象について追求してゆきたいとの思いを持っています。

——他に共同研究の予定やアイディアはありますでしょうか？

吉田 よい共同研究をするには長い歳月が必要と考えています。まずは「こういうことができますよ」と、私の方からアプローチしなければと思っており、いくつかお話を進めつつあります。それを見て「なるほど、ああいうことができるのか」と、他の方からも興味を持っていたらしく思っています。

木俣 先ほど結晶表面が面白いと言いましたが、これは結晶内部と真空の空間の間で、対称性が破れた場所だからということがあります。これと同じように、分子結晶には対称性が破れた構造(キラル分子など)を持ちうるので、面白い機能や物性を見出せる可能性があると思っています。このあたりに興味を持つてくださる方がいたら、ぜひ一緒に取り組みたいと思います。

——この領域で、個人的に目指すところは？

吉田 「共役」の概念については、今進めている実験を基に更に追求していきたいと思っています。それに加えて、共同研究や領域内の研究者との交流を通じて、自分の研究を思いもよらない方向に発展させられないかと期待しています。例えば、スピinnや熱電変換などの分野で、今まで私の中で曖昧だったものに具体的な形が与えられそうな予感がしています。

木俣 電子のスピinnが関連する現象を見つけるというのが、一つの方向性です。スピントロニクスが流行していますが、有機分子を基盤としたスピントロニクスはまだあまり開拓されていませんので、そこに寄与してゆくことも目標です。また、強磁場というものがいろいろな場面、たとえば高密度共役領域が目指すもの一つである、高移動度の有機半導体研究にも役に立つものだということを、みなさんに知っていただきたいと思っています。

もっと詳しく→ <https://x-con.jp/>