



CONDENSED CONJUGATION

NEWS Vol. 39

接点を創り出す

金澤 直也(東京大)

妹尾 仁嗣(理化学研究所)



金澤 博士



妹尾 博士

——今回も、領域に新たに参画されたお二人に伺います。この領域に参画前、どのようにご覧になっていたでしょうか。

金澤 有機分子系を主体に新しい物性を追い求めている印象がありました。固体物理の研究者として、自分の視点から何か新しい発見や貢献ができないかと考え、興味を持ち公募研究に応募しました。

妹尾 以前は私とは分野が異なる方の集まりだと思っていたのですが、オンラインで領域の研究会を聞いた際に実は私の専門と共通する部分が多いと認識を改めました。また、その研究会では非常に活発な議論が行われていて、「化学の研究者は研究会ではpoliteに振舞う」という私の勝手なイメージをいい意味で覆してくれ、とても開放的な雰囲気にも惹かれていました。

——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？

金澤 固体物理(無機材料系)の対象は主に密度の高い結晶系であるために、原子間の電子軌道混成・トランスファーはすでに強く生じています。分子間の空隙のデザインを通して新しい電子状態を設計するという考え方は、非常に新鮮で刺激的に感じました。

妹尾 有機伝導体分野のコンセプトに近いと感じました。集合体において分子間の相互作用を強くすることにより期待される現象を、新しい分子で実現する方向で発展できれば、その先には思いもよらない科学が展開できると期待しています。

——領域内の先生方とは交流を持たれましたでしょうか？

金澤 高密度共役系における概念を固体表面の研究に応用できないかについて議論をしています。特に領域代表の関先生からは貴重なアドバイスを多くいただきました。化学の先生方の設計・合成される分子には、固体結晶よりも膨大な自由度や入り組んだ形状といった多彩性があり、こんな複雑なものをどのように考えついで、実際に形にできるのだろうと驚いています。

妹尾 パンデミック中はなかなか交流が難しかった、私と共通の分野の方や、やや近い分野の方で面識のある方々と、領域会議等で交流できるようになり嬉しかったです。また昨年12月に若手会の会合に呼んでいただき、多くの若手研究者・学生の活発な様子も感じられ、元気をもらいました。

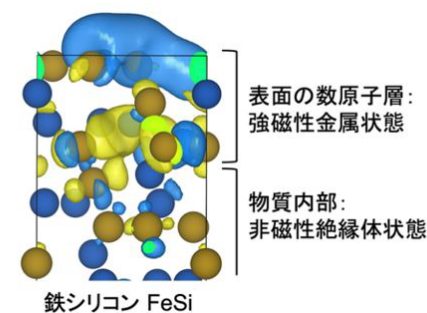
——ご自身の主要な研究分野を教えてください。

金澤 固体物性物理学の中でも、結晶の対称性に着目したトポロジカルスピン構造の設計や量子位相に由来する巨大電磁応答の研究です。昨年、東京大学で自身の研究室を構えてからは、バンド構造のトポロジーも包括的に着目して、トポロジカル物性とその機能について研究を進めています。

妹尾 固体物理をバックボーンとした有機伝導体の物性理論研究が中心です。特に電子間の相互作用によって生まれる様々な相転移現象や輸送特性に興味を持っています。固体物理で用いられる「有効モデル」を構築・解析し、新奇現象の解明や予言を目指しています。また共通の概念が無機化合物でも現れることが多くこれらも研究のターゲットとなります。

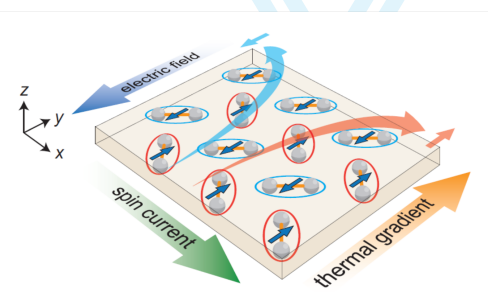
——最近の研究のトピックスを教えてください。

金澤 固体中のZak位相と呼ばれる量子位相に注目して物質設計を行っています。このZak位相の考え方をを用いると、電子軌道の分布を論理的に設計することができます。最近では鉄とシリコンの化合物FeSiにおいて、内部は非磁性絶縁体状態にも関わらず表面だけが強磁性金属状態を作り出すことに成功しました[Sci. Adv. 7, eabj0498 (2021)]。さらに、このトポロジカル表面に接合する物質を変えるだけで、室温で電氣的磁化スイッチング機能を可能にしたり[Adv. Mater. 35, 2206801 (2023)]、スキルミオン状態、さらにはリザーバーコンピューティングに使えるかもしれない高次非線形ホール効果を発現させることに成功しました[arXiv:2311.08730 (2023)]。



妹尾 ある種の分子配列の上に反強磁性的な磁気秩序が現れる際に、一見普通の反強磁性状態と思われるものが実は強磁性体と共通の対称性を持っていることを理論的に見いだしました。そのためトータルで磁化がないにもかかわらず、強磁性体を示す「異常ホール効果」や「スピン流伝導度」といった興味深い物性現象が期待されます。この概念は無機化合物にも適用でき、最近欧州の研究者によって「altermagnet(交替磁性体)」と名付けられ急激に研究領域が広がっています。

κ -BEDT-TTF系反強磁性体のスピン流生成



——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？

金澤 トポロジカル表面状態を持つ無機材料に高密度共役の概念を適用・拡張することをミッションとしています。特に上記のFeSiの一連の研究結果をきっかけにして、異種物質との“高密度”接合から生まれる物性を探求したいと考えています。

妹尾 本領域では唯一の物性理論研究者だと思っておりますので、あまり固体物理学に接点のない研究者との交流を通して新しいシーズを生んでいくことがミッションだと考えています。異なる分野の研究者間の交流はとても刺激的で科学を時に大きく進展させます。まさに学術変革領域研究の醍醐味だと思います。特に、新規の分子集合体がどのような物性現象を示すと面白いのか(個人的な偏見も入りますが)発信していきたいです。

——その他に共同研究の予定やアイデアは？

金澤 無機固体表面と高密度共役系の接合による新しい物性のデザインに関心があります。この分野での共同研究を積極的に模索し、新たな物性や機能の開発に貢献したいです。

妹尾 現在、分子集合体の電子状態を、系統的に理論解析するスキームをいくつかの典型的な有機伝導体に適用しつつあります。これらはすでに理論研究の積み重ねのある物質系なのですが、これまで物性理論の土壌に乗ったことのない「高密度共役」分子集合体への適用を試みたいと思っています。

——この領域で、個人的に目指すところは？

金澤 高密度共役の概念を基軸とした無機結晶表面との異種物質接合の可能性を探り、特にスキルミオンやヘッジホッグといったトポロジカルスピン構造の新しい制御手段を提案したいです。いわゆる固体物理でよく用いられる無機結晶同士のヘテロ接合に留まらず、化学の先生方との共同研究を通してイオンや分子系にも拡張していくことを目指したいです。

妹尾 物性理論研究者は時として理論の枠の中での進展を目指しがちですが、個人的には新物質の開発やその実験研究に興味を持っています。そのため実験研究者との交流は私の研究生活には欠かせません。本領域で知り合った研究者と、公募研究後も議論できる繋がりができると嬉しいです。そのような議論から自然発生的に新しい「ネタ」が生まれると信じています。

もっと詳しく → <https://x-con.jp/>