

直接バンド観察で開拓する 新奇強相関トポロジカル量子相

近藤 猛 / 東京大学 物性研究所 准教授

これまでの物性研究の主な舞台は、電子相関とスピン軌道相互作用のどちらか一方を有する物質にありました。強い電子相関と強いスピン軌道相互作用の両者を兼ね備えた電子系は未開拓であり、新奇なトポロジカル量子相が理論予想されることから、次なるフロンティアとして注目されています。昨今次々と報告される弱相関なトポロジカル量子相に関する実験結果は、理論予想を忠実に再現する例が多く、理論先攻型の研究テーマと言えます。対称的に、強相関を舞台とするトポロジカル状態は、第一原理計算でも再現しきれない新奇量子相が発現する可能性を秘めています。本研究では、極限光電子分光(極限レーザーを用いた高分解能な角度・スピン・時間分解光電子分光)を駆使する直接バンド観察を通じて、理論研究を駆り立てる実験先攻型の研究を目指すことで「トポロジーが紡く物質科学」に貢献する計画です。

トポロジカル物質の特徴として、固体表面やエッジにスピン偏極する金属状態が発現します。表面に敏感な角度分解光電子分光(ARPES)は、弱相関トポロジカル物質の研究で威力を発揮した実験ツールです。特に、スピン分解ARPESは、理論予想されていたトポロジカル表面金属のスピン偏極状態を直接観察から実証することで、その有用性を確立するに至っています。フェルミ準位近傍のより精密な電子構造を評価する要請を受けて、スピン分解ARPES技術は今も急速に発展し続けています。強相関トポロジカル物質を対象とする本研究計画においても、(スピン分解)ARPESが強力な実験ツールとして活かされるものと考えています。

今取り組んでいる物質の一つにパイロクロア型イリジウム酸化物($\text{Ln}_2\text{Ir}_2\text{O}_7$; Ln =ランタノイド)があります。5d電子がフェルミオロジーを担うことで、スピン軌道相互作用、運動エネルギー、及びクーロン相互作用が同程度のエネルギースケールを持って競合し、金属と絶縁体の狭間に位置する電子状態に起因して、新奇トポロジカル量子相の発現が期待されています。「強相



こんどう・たけし

1978年福井県生まれ。2001年名古屋大学工学部卒業、2003年名古屋大学大学院博士前期課程修了、2005年名古屋大学大学院博士後期課程修了。2005年マサチューセッツ工科大学物理学科 日本学術振興会 特別研究員。2006年よりアイオワ州立大学エイムズ研究所 博士研究員。2011年より東京大学物性研究所 特任研究員。2014年より現職。

関トポロジカル絶縁体」や「ワイル半金属」の母体電子構造となるフェルミノード状態(放物形状の伝導帯と価電子帯がフェルミ準位一点で接する)を我々は実証しており、今後さらなる進展研究を展開していきたいと考えています。

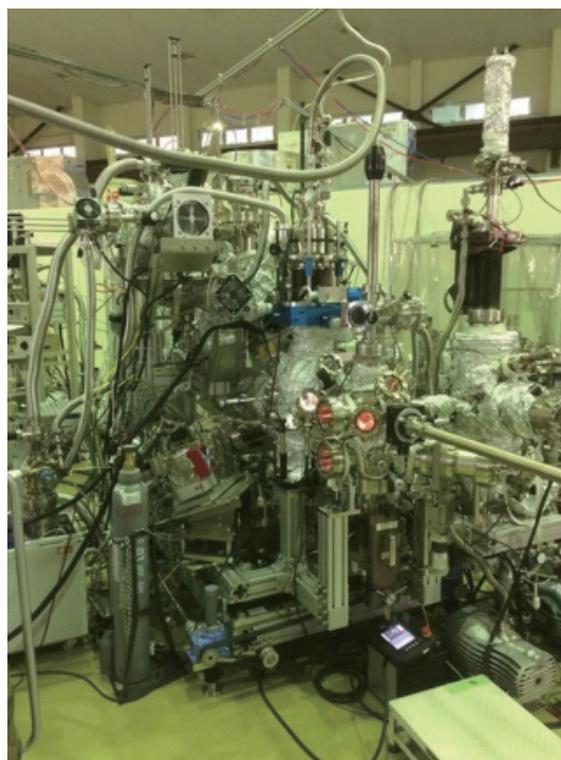


図1: レーザー光源で超高エネルギー分解能を実現したVLEED検出器搭載型スピン分解光電子分光装置 [1] (東大物性研)

[1] K. Yaji et al., Rev. Sci. Instrum. **87**, 053111 (2016).