RESEARCH 002

トポロジカルフェルミアーク：有限温度での特異な準粒子励起の研究

永井 佑紀 / 日本原子力研究開発機構 研究員

ながい・ゆうき

1982 年北海道生まれ。2010 年東京大学大学院理学系研究科博士課程修了。2007 年理化学研究所ジュニアリサーチアソシエイト、2008 年日本学術振興会特別研究員 (DC2) を経て、2010 年より現職。また、2016 年 11 月より 1 年間マサチューセッツ工科大学客員研究員。2018 年 8 月より理化学研究所革新知能統合研究センター客員研究員を兼務。

2016 年 -2017 年には本新学術領域の公募研究の研究代表者として参加させていただき、三次元トポロジカル超伝導体候補物質 $Cu_xBi_2Se_3$ の物性を理論的に調べました。その際には、トポロジカル超伝導体のバルクに着目することで、不純物効果や比熱、核磁気緩和率等に他の超伝導体は見られない特異な振る舞いが現れることを指摘しました [1,2]。2018 年 -2019 年に採択していただきました新しい公募研究では、有限温度に着目して準粒子励起の研究を行います。

私は、2016 年 10 月から 1 年間、米国マサチューセッツ工科大学の Liang Fu 教授のグループに客員研究員として滞在し、彼の提唱した強相関電子系における非エルミートトポロジカル理論に関する共同研究を始めました。この非エルミートトポロジカル理論では、1 粒子ハミルトニアンに自己エネルギーを足したものを新しく " ハミルトニアン " と定義することで、そのハミルトニアンの非エルミート性が作るトポロジカルな性質を議論します。そして、系は開放系ではなく、バルクの固体の系を考えます。例えば、ディラックハミルトニアンにバンドごとに異なる準粒子寿命（自己エネルギー）を導入すると、ディラック点が二つの例外点に分裂し、バルクにフェルミアークが現れます [3]。私が対象としているのは、重い電子系等の強相関電子系です。電子相関に由来する自己エネルギーは絶対零度では消えてしまいますので、必然的にこの理論は有限温度を対象としています。つまり、これまでトポロジカルと思われてこなかった様々な物質において、これまで知られていなかった新しい現象が有限温度で生じる可能性があります。

私は、近藤半金属に着目し、波数依存した混成を持つ周期的アンダーソン模型において、電子間相互作用に起因するフェルミアークがバルクに現れることを動的平均場理論で明らかにしました [4]。現在、このバルクフェルミアークに加えて、非エルミート系のトポロジーに起因する新しい現象を見いだしつつあり、引き続き研究を遂行するつもりです。

[1] S. Yonezawa, et al, Nat. Phys. **13**, 123–126 (2017).
[2] YN, Y. Ota, Phys. Rev. B **94** 134516 (2016).
[3] V. Kozii and L. Fu, arXiv:1708.05841.
[4] YN, Y. Qi, H. Isobe, V. Kozii, and L. Fu in preparation.

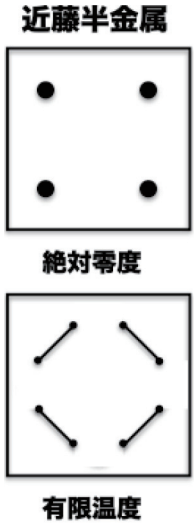

図 1 : 近藤半金属における有限温度バルクフェルミアークの模式図