

## 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

ここ1,2年、ハミルトニアンが非エルミートの場合の研究が盛んに行われています。私は、強相関電子系などの準粒子に寿命が存在する場合における有効ハミルトニアンが非エルミートになることに着目し、研究を行ってきました。この有効ハミルトニアンは、一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”と定義して得られるものです。一粒子グリーン関数の極はこの有効ハミルトニアンの固有値と対応しますので、有効ハミルトニアンの非エルミート性に起因するトポロジカルな性質について議論しています。特に、私は開放系よりもバルクの固体の系の方が好きなので、バルクで起こる現象について調べています。バルクにおいても、不純物散乱や電子相関などで準粒子に寿命が生じると有効ハミルトニアンが非エルミートになり、ディラック点が分裂するなど様々な面白い効果が現れます [1,2]。

本年度は、計画班 A01 の藤本研究室との共同研究として、三次元ディラック・ワイル半金属を調べました。非常に単純な不純物効果を考慮するだけで有効ハミルトニアンが非エルミートになり、例外点構造が現れることがわかりました [3]。この例外点構造は広い範囲のディラック・ワイル半金属の系で実現されると考えられ、角度分解光電子分光等においてフラットバンドとして観測が可能であると期待されます。

本年度はそのほかに、自己エネルギーのエネルギー依存性と一粒子グリーン関数の極の構造を考慮し、非エルミートハミルトニアンを超えた有効ハミルトニアンについて研究を行いました。実は、上記で述べた有効ハミルトニアンは、自己エネルギーのエネルギー依存性が0次あるいは1次であるときに導出されるものでした。自己エネルギー

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年より原子力機構研究員を経て、2019年7月より現職。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。最近はジムで筋トレをしている。

がエネルギーの2次以上で展開される場合には、一般にグリーン関数の極が増えるため、これまでの有効ハミルトニアンでは記述できません。このとき、グリーン関数の極を決めるためにはグリーン関数の分母に関する行列式を解く必要があります。この問題をなんとか固有値問題に落とせないか試行錯誤している際、たまたま1971年の古い文献 [4] を見つけました。その文献の方法を用いると、極を決める方程式は行列次元を拡大した一般化固有値問題へと帰着されることがわかります。このような一般化固有値問題の“トポロジー”とは何かが気になるところですが、今の所手探りの状況です。

- [1] V. Kozii and L. Fu, arXiv:1708.05841.
- [2] YN, Y. Qi, H. Isobe, V. Kozii, and L. Fu, submitted.
- [3] T. Matsushita, YN, S. Fujimoto, PRB **100**, 245205 (2019).
- [4] J. E. Dennis Jr. et al., Tech. Rep. CMU-CS-71-110, Computer Science Department, Carnegie Mellon University, (1971).