

### バルクで観測できる量を探して ～新型トポロジカル物質の性質の解明～

永井 佑紀 / 日本原子力研究開発機構 研究員

私は「第一原理強束縛模型によるトポロジカル物質のバルク観測量提案」というテーマで公募研究の代表として本新学術領域に参加させていただいております。公募研究の開始の年度である2016年度においては、三次元トポロジカル超伝導体候補物質である $\text{Cu}_x\text{Bi}_2\text{Se}_3$ の物性を理論的に調べてきました。この物質の有効ハミルトニアンは質量のあるディラック粒子が超伝導化したハミルトニアンとしてみなすことができ、その結果、比熱や核磁気緩和率にディラック系由来の新奇な物性が現れます [1-2]。フェルミエネルギーの大きさによって相対論的か非相対論的かが移り変わる為、Cuのドーピング依存性等で物性が変化することになります。

また、2016年11月から1年間、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参加してきました。Fu教授は才気溢れる若手リーダーという雰囲気を持ち、彼が毎回閃いてくる発想にはいつも驚かされてばかりでした。Fu教授との共同研究の一つとして、2017年度は「非エルミートトポロジカル理論」について研究を行いました。非エルミートと言えば開放系等を思い浮かべる方が多いと思います。彼の提案はそれとは異なり、ハミルトニアンと自己エネルギーを足したものを新しいハミルトニアンとみなすことで、準粒子寿命を理論に取り込み、有限温度や相互作用のある系でのトポロジーの理論を建設するという試みです。非エルミートハミルトニアンの場合、エルミートハミルトニアンには現れない「例外点(行列が対角化できない点)」が運動量空間に存在しうることになります。特に、ディラック点を持つ2バンドハミルトニアンにバンドごとに異なる準粒子寿命を導入すると、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]。彼との共同研究として、私は、d波混成を持つ周期的アンダーソン模型において、相互作用によってバルクフェルミアークが現れることを、動的平均場理論によって明らかにすることができました(図1)[4]。自己エネルギーを含めた非エルミートハミルトニアンという概念により、重い電子系やd波超伝導体などの様々な強相関系物質をトポロジカル物質と見なせるようになり、それ



ながい・ゆうき

らの性質はバルクで観測可能であると言えることになります。この概念は非常に面白いため、引き続き色々調べたいと思います。

1982年北海道生まれ。2005年北海道大学工学部卒業、2007年東京大学理学系研究科修士課程修了、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。2016年11月-2017年10月までMIT客員研究員。MITでの一年はとても刺激的でした。

ら

- [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, and L. Fu in preparation

WEB 非公開

図1 (ネット公開不可). d波混成を持つ周期的アンダーソン模型でのバルクフェルミアーク [4]