

異方的超伝導体の対称性とトポロジー

柳瀬陽一 / 京都大学 理学研究科 准教授



やなせ・よういち

1973年福岡県生まれ。2000年京都大学理学研究科物理学・宇宙物理学専攻博士課程中退。2001年論文博士（理学）。2000年より東京大学理学系研究科助手、2007年より同助教、2009年新潟大学理学部准教授を経て、2015年より現職。かつての趣味は、オリエンテーリング、自転車、トレイルランニング、沢登りなど。現在は子育てを趣味とする日々。

強相関電子系、特に高温超伝導体や重い電子系超伝導体で発見された異方的超伝導の研究は40年近い歴史を刻んできました。私自身はその後半約20年の間なんらかの形でその分野に関わってきました。その間に幾つかのブレークスルーがあり、20年前には想像できなかった形で発展しているように思います。私自身の印象について最近雑文 [1] を寄稿しましたのでご興味がある方はどうぞご覧ください。

超伝導研究のブレークスルーの一つがトポロジカル超伝導であったことは疑いありません。スピン三重項超伝導体をはじめ異方的超伝導体はトポロジカル超伝導体の有力な候補です。それだけでなく、トポロジカル超伝導の研究は異方的超伝導体の性質を見直す重要な契機にもなりました。トポロジカル周期表からも明らかのように、系の対称性とトポロジーの間には非自明な関係があり、両者の相補的な理解が重要です。私達は超伝導体の対称性とトポロジーに関する幾つかの研究を行っています。

(1) 非共型空間群に守られたメビウス型トポロジカル超伝導

非共型空間群に属する結晶では波数空間にメビウスのような構造が現れるため、通常とは異なるトポロジカル相が可能になります [2]。そのようなメビウス型トポロジカル絶縁体の候補として KHgSb と CeNiSn が提案されており、KHgSb に対しては実験的証拠も得られています。一方、メビウス型トポロジカル超伝導体に関しては、具体例が知られていませんでした。私達は UPt_3 [3] と $UCoGe$ [4] がそれぞれ Z_2 , Z_4 メビウス型トポロジカル超伝導体であることを示しました。

(2) ギャップレス超伝導体の対称性とトポロジー
異方的超伝導体のギャップ構造に関する理論

として所謂 Sigrist-Ueda 流の群論的分類学が長く採用されてきました。しかしこの枠組みは厳密でないため、対称性とトポロジーに基づいて超伝導ギャップ構造を精密に理解する試みが各地で進められています。私達は非共型空間群対称性に守られた線ノードの分類 [5,6] と対称線上の点・線・面ノードの分類 [6] を行いました。既知のノードの安定性を示す多くの結果に加えて、未知のギャップ構造であったブロッホ状態の角運動量に依存する点ノードを発見しました [6]。それが実現する物質として UPt_3 や UBe_{13} などを提案しました。

[1] 柳瀬陽一, 数理科学 2019年1月号.

[2] K. Shiozaki, M. Sato, and K. Gomi, Phys. Rev. B **93**, 195413 (2016).[3] Youichi Yanase and Ken Shiozaki, Phys. Rev. B **95**, 224514 (2017).

[4] Akito Daido, Tsuneya Yoshida, Youichi Yanase, arXiv:1803.07786.

[5] S. Kobayashi et al, Phys. Rev. B **94**, 134512 (2016); S. Sumita et al, Phys. Rev. Lett. **119**, 027001 (2017).[6] S. Sumita and Y. Yanase, Phys. Rev. B **97**, 134512 (2018); S. Sumita et al, arXiv:1811.08627.