

2次元強相関電子系を用いた トポロジカル超伝導のデザイン

京都大学理学研究科

大同 暁人、高三 和晃、吉田 恒也、川上 則雄、柳瀬 陽一

E-mail: yanase@scphys.kyoto-u.ac.jp

近年トポロジカルに非自明な超伝導の研究が盛んに行われている。近接効果を用いたトポロジカル超伝導[1,2]の探索が一定の成功を収める一方で、内因的なトポロジカル超伝導の候補とされるスピン三重項超伝導やカイラル超伝導を実現する物質は少ない。弱相関電子系のS波超伝導はトポロジカルに自明であり、強相関電子系の異方的超伝導は多くの場合ギャップがなく、トポロジカル超伝導であるための条件を満たさないからである。

本研究では、強相関電子系に数多く見られるd波超伝導体などのギャップレス超伝導体を「強いトポロジカル超伝導体」に変えることが出来る一般的な方法を提案する。その条件は、スピン一重項超伝導であること、空間反転対称性が欠如していること、スピン偏極していること、の3つである。これらの条件が満たされれば、超伝導対称性やバンド構造の詳細に依らず、一般的にトポロジカル超伝導になることが示される[3,4]。これらの条件を満たす超伝導体が2次元銅酸化物高温超伝導体において既に実現していることも紹介したい[5]。

また、空間反転対称性が欠如した系において、円偏光レーザーによりスピン偏極を導入する原理を紹介する。この原理を用いて、レーザー照射下の銅酸化物高温超伝導体で非平衡トポロジカル超伝導が実現されうることを提案する[6]。さらに、時間に余裕があれば、電子相関効果によるトポロジカル相分類学の破綻とそれを実現する実験的セットアップについても紹介したい[7]。

[1] M. Sato, Y. Takahashi, and S. Fujimoto, Phys. Rev. Lett. 103, 020401 (2009).

[2] J. Klinovaja, P. Stano, A. Yazdani, and D. Loss, Phys. Rev. Lett. 111, 186805 (2013).

[3] Akito Daido and Youichi Yanase, Phys. Rev. B 94, 054519 (2016).

[4] Akito Daido and Youichi Yanase, Phys. Rev. B 95, 134507 (2017).

[5] J. Chakhalian, et al., Nat. Phys. 2, 244 (2006).

[6] Kazuaki Takasan, Akito Daido, Norio Kawakami, and Youichi Yanase, Phys. Rev. B 95, 134508 (2017).

[7] Tsuneya Yoshida, Akito Daido, Youichi Yanase, and Norio Kawakami, Phys. Rev. Lett. 118, 147001 (2017).