

やまかげ・あい

ラインノード半金属および その超伝導物質の理論的探索

山影 相 / 名古屋大学 大学院理学研究科 助教

公募班として表題のテーマに取り組みます。以前 (2011-2014) は本領域の前身に当たる新学術領域「対称性の破れた凝縮系におけるトポロジカル量子現象」の研究者としてお世話になっていました。引き続き、本領域でもよろしく願っています。

本研究の対象であるラインノード半金属は特にこの3年で急激に理解が進んだ系です [1]。ラインノードというのは伝導帯と価電子帯がブリルアン域の線上で交差しているギャップレスな電子系のことであり (図 1)、ディラック・ワイル半金属 (=ポイントノード) の自然な派生の一つとなっています。多くの研究により、ラインノードを保護する対称性やトポロジカル不変量などの基本的な性質は解明されつつあります。また、候補物質の予測も盛んに行われ、実験研究も加速度的に進展しています。

我々は低エネルギーのラインノードが一つだけ存在するという理想的なラインノード半金属物質 CaAgX ($X = \text{P, As}$) を予言しました [2]。同時に、共同研究者の岡本佳比古氏 (名大工) らによって当物質が合成され [3]、さらに、本領域計画班 B の佐藤宇史氏らの角度分解光電子分光により線ノードに由来するトーラス状のフェルミ面が観測されています [4]。今後はラインノードに固有の興味深い量子現象を理論・実験により明らかにしていくことが重要な課題です。例えば、ラインノード半金属における電気分極は電場に対して顕著な非線形性を示すことを計画班 C の野村健太郎氏らと研究しています [5]。

もう一つの発展の方向性として、ラインノード半金属にキャリアドープを行い超伝導化させることを考えています。トポロジカル絶縁体 [6] やディラック半金属 [7] といったトポロジカル物質にキャリアを注入し超伝導状態になると、トポロジカル超伝導体になることが期待されています。 CaAgX

1983年福島県生まれ。2011年東北大学大学院博士課程後期修了。2011年名古屋大学大学院工学研究科研究員。2014年より名古屋大学大学院工学研究科特任助教・名古屋大学高等研究院特任助教。2017年より現職。

においてもトポロジカルな超伝導状態の可能性が示唆されています [8]。この系も含め、さらにラインノード半金属における超伝導物質候補とトポロジカル超伝導状態についての研究を進めていきます。

- [1] レビュー: M. Hirayama et al., J. Phys. Soc. Jpn. **87**, 041002 (2018).
- [2] AY et al., J. Phys. Soc. Jpn. **85**, 013708 (2016).
- [3] Y. Okamoto, AY, et al., J. Phys. Soc. Jpn. **85**, 123701 (2016).
- [4] D. Takane, AY, et al., npj Quantum Materials **3**, 1 (2018).
- [5] Y. Ominato, AY, and K. Nomura, Condens. Matter **3**, 43 (2018).
- [6] S. Sasaki et al., Phys. Rev. Lett. **107**, 217001 (2011); K. Matano et al., Nat. Phys. **12**, 852 (2016); S. Yonezawa et al., Nat. Phys. **13**, 123 (2017).
- [7] M. Oudah et al., Nat. Commun. **7**, 13617 (2016).

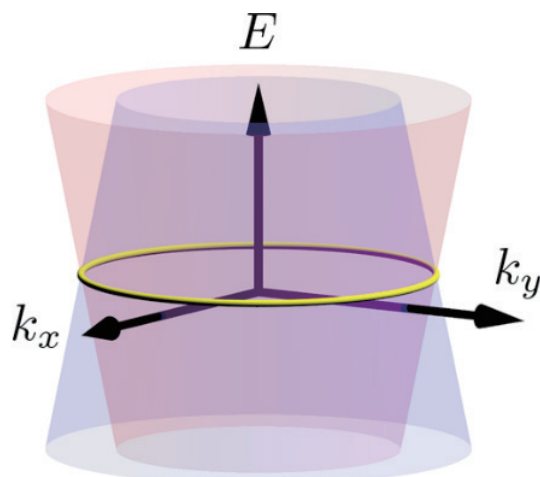


図 1: ラインノード半金属のバンド構造 ($k_z=0$)。伝導帯と価電子帯が (黄) 円上で交差 (=ラインノード) している。