

鉄系超伝導体反強磁性相のディラック電子と 反強磁性と超伝導の共存

京都大学 基礎物理学研究所 遠山 貴己¹

鉄砒素系高温超伝導の母物質は反強磁性金属相であり、反強磁性ベクトル $Q = (\pi, 0)$ で特徴付けられる。反強磁性相のバンド構造の特質すべき特長は、反強磁性ベクトルに沿う波数上でディラック型の分散関係が現れることである [1]。この起源は、グラフェンやトポロジカル絶縁体のディラック分散とは異なり、軌道自由度に起因していることが簡単な考察からわかる。現実の系のフェルミ面は、ディラック分散によるものだけでなく、複数のホール面や電子面からなっている。しかし、反強磁性秩序が強くてもディラック分散のフェルミ面は生き残ることを考えると、伝導特性 [2] や超伝導との共存に何らかの効果を及ぼしていると考えるのが自然である。

まず、反強磁性金属相における電気抵抗の異方性に対するディラック分散の効果を議論する。5軌道ハバード模型に対する平均場近似で得られたバンド構造に記憶関数法による散乱確率計算を適用して電気抵抗の異方性を求める。実験を再現するような異方性を得るためには、ディラック分散によるフェルミ面形状とともに、他のフェルミ面との相対的な関係が重要であることがわかる。

次に、反強磁性と超伝導の共存相に対するディラック分散の効果について報告する。反強磁性状態でディラック分散を示す2軌道模型に対して、軌道内・軌道間の超伝導相互作用を考慮した平均場近似計算を行い、 s^\pm 波対称性では共存相が実現し、 s^{++} 波対称性では実現しないという結果を得た。これは、軌道成分を無視した2バンド模型と同じ結果であり、共存相の有無にディラック分散が寄与していないことを示唆している。一方、3軌道以上の模型では、 s^{++} 波対称性でも共存相が実現する場合もある。これらの結果を含めて、反強磁性と超伝導の共存相に対するディラック分散の効果について議論する。

本研究は、杉本高大、松井楽徳（京大基研）、森成隆夫（京大人環）各氏との共同研究である。

[1] T. Morinari, E. Kaneshita, and T. Tohyama, Phys. Rev. Lett. **105** (2010) 037203.

[2] K. Sugimoto, E. Kaneshita, and T. Tohyama, J. Phys. Soc. Jpn. **80** (2011) 033706.

¹E-mail: tohyama@yukawa.kyoto-u.ac.jp