

鉄系超伝導体におけるギャップ関数の軌道依存性の研究

10 軌道 Hubbard-Holstein モデルによる解析

名大理 齋藤 哲郎, 紺谷 浩
名大工 大成 誠一郎

鉄系超伝導体の超伝導発現の起源として、スピン揺らぎによる符号反転のある s 波 ($s_{\pm}$ 波) 超伝導と、軌道揺らぎによる符号反転のない s 波 (s_{++} 波) 超伝導の 2 つの理論が提唱されている。鉄系超伝導体は、さまざまな種類の物質が存在し、フェルミ面の形などが大きく異なるにもかかわらず、多くの系で高い超伝導転移温度を持つ。特に、最近発見された KFe_2As_2 [1] においては、 Γ 点周りのホール面がないにもかかわらず、高い超伝導転移温度 ($T_c = 30\text{K}$) を持つ。このことから KFe_2As_2 の研究は超伝導発現機構解明の重要な鍵となると考えられる。

Maier らはフェルミ面を unfold した 5 軌道モデルを用いて、 KFe_2As_2 におけるスピン揺らぎによる超伝導について議論した。その結果、X、Y 点周りの 2 つの電子面間のネスティングにより、2 つの電子面のギャップの符号が逆の、「ノードのない」 d 波超伝導が発現すると主張している [2]。しかし、122 系は body-centered tetragonal であるため、フェルミ面を unfold できない。このため、10 軌道モデルを用いて計算を行う必要がある。

そこで、我々は KFe_2As_2 の 10 軌道 Hubbard-Holstein モデルを RPA を用いて解析を行った [3]。我々は、 d -波超伝導では 2 つの電子面間で混成が起こるため、電子面上に必ずノードが現れることを明らかにした。ARPES 実験によると Fermi 面上でフルギャップであるため、この結果は ARPES 実験と矛盾する。さらに我々は軌道揺らぎによる超伝導について議論し、現実的な大きさの電子フォノン相互作用により、ギャップが等方的な s_{++} 波超伝導が発現することを明らかにした。ノードのある超伝導状態は不純物に対して弱いので、 T_c に対する不純物効果の実験によりこの 2 つの超伝導状態を見分けることができる。また、ARPES 実験を踏まえて考えると、 KFe_2As_2 の超伝導は s_{++} 状態が有力である。

参考文献

- [1] J. Guo, *et al*, Phys. Rev. B **82**, 180520(R) (2010).
- [2] T. A. Maier, *et al*, Phys. Rev. B **83**, 100515(R) (2011).
- [3] T. saito, S. Onari, and H. Kontani, Phys. Rev. B **83**, 140512(R) (2011).