

中性子散乱実験を用いた鉄系超伝導体の ペアリング状態の判別方法

日本原子力研究開発機構 システム計算科学センター 永井 佑紀¹
電気通信大学 電気通信学部 黒木 和彦

鉄系超伝導体で実現している超伝導対称性の候補の一つに、符号反転 s 波 ($s_{\pm}$ 波) 超伝導がある。符号反転 s 波超伝導とは、超伝導ギャップがフェルミ面上すべての領域で開いているという意味で s 波超伝導的であり、かつ、フェルミ面間では超伝導秩序変数の符号が異なるという超伝導である。一方、最近では鉄系超伝導体の超伝導転移温度 T_c の非磁性不純物に対する耐性の強さから符号反転を伴わない s_{++} 超伝導の可能性も議論されている [1]。

ギャップの符号反転を判別する実験手段としては、従来から中性子散乱が注目されてきた。中性子散乱実験においては、 T_c 以下になると、フェルミ面のネスティング・ベクトル近傍の波数の特定のエネルギー領域において、スピン感受率の増大が見られている。ギャップの符号反転を伴う $s_{\pm}$ 波超伝導ではこのようなピーク構造が出ることが期待され、 $s_{\pm}$ 波超伝導の証拠の一つと考えられて来た。一方、Onari らは、準粒子のダンピング効果を考慮することによって、 s_{++} 波でも実験結果は説明可能であることを提唱した [2]。

我々は今回、 16384×16384 までの大きな波数メッシュを採用することにより、ギャップの大きさやダンピングの強さ等のパラメータを広い範囲で変化させ、詳細に調べた。その結果、ネスティング・ベクトルの波数では、パラメータ依存性により、 $s_{\pm}$ と s_{++} の差異を実験ではっきりと区別することは難しいことがわかった。しかしながら、フェルミ面のネスティング・ベクトル以外の波数に大きな差が見出されることもわかった。ギャップの符号反転に起因してネスティング・ベクトルでスピン感受率のピークが出る $s_{\pm}$ の場合、他の波数においてはピーク構造はほとんど見出されないのに対して、準粒子ダンピング効果によってピーク構造が得られる s_{++} においてはネスティング・ベクトル以外の波数においても同様のピーク構造が見られることがわかった。この差異を利用してギャップの判別を行うことを提案する [3]。

参考文献

- [1] S. Onari and H. Kontani, Phys. Rev. Lett. **103** 177001(2009).
- [2] S. Onari *et al.*, Phys. Rev. B **81** 060504(R) (2010).
- [3] Y. Nagai and K. Kuroki, arXiv:1103.0586.

¹E-mail:nagai.yuki@jaea.go.jp