

鉄系超伝導体の d-p 模型における軌道-格子結合効果

新潟大学 自然科学系 柳 有起¹, 山川 洋一
 新潟大学 自然科学研究科 安立 奈緒子
 新潟大学 理学部, JST-TRIP 大野 義章

鉄系超伝導体が発見されてから、多数の実験・理論研究が行われているが、超伝導の対称性、及び発現機構は未だ完全には明らかになっていない。最近の超音波実験で、 $\text{Ba}(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_2\text{As}_2$ において弾性定数 C_{66} の大きなソフト化が観測された [1, 2]。これは、鉄系超伝導体において、 d_{yz} - d_{zx} 軌道間の強軌道揺らぎ (強四極子揺らぎ) が大きく増強されていることを示唆するものと考えられ、軌道揺らぎが電子状態、超伝導に大きな影響を与えている可能性がある。

そこで、本研究では、鉄系超伝導体に対する 2 次元 16 バンド d - p 模型に基づき、乱雑位相近似 (RPA) の範囲で電子状態、超伝導について調べた [3]。ここで、相互作用としては鉄サイト内のクーロン相互作用 (U , U' , J , J') と B_{1g} , E_g , orthorhombic フォノンによる電子-格子相互作用を考慮した。尚、電子-格子結合定数の大きさは、先述した超音波実験の結果を再現するように決定した [2]。その結果、電子-格子相互作用が相対的に強い場合には、正方晶から斜方晶への構造相転移を誘起する強軌道秩序が $T = T_Q$ で起こることが分かった。ここで、軌道秩序転移温度 T_Q は反強磁性転移温度 T_N よりも高く、構造層転移温度 T_S と一致していることに注意する。また、軌道秩序相近傍では、強軌道揺らぎを媒介としてギャップ関数に符号反転のない s 波超伝導 (s_{++} 波超伝導) が実現する。一方、電子-格子相互作用が相対的に弱い場合には、 $T = T_N$ で反強磁性が起こり、その近傍でギャップ関数に符号反転のある s 波超伝導 ($s_{\pm}$ 波超伝導) が実現することが分かった。尚、このときは $T_N = T_S$ であることに注意する。前者の結果は、実験で得られた相図において、 $T_S > T_N$ となっていること、及び超伝導が非磁性不純物に対して非常に強いことなどと整合するものである [4, 5]。

参考文献

- [1] R. M. Fernandes *et al.*, Phys. Rev. Lett. **105** (2010), 157003.
- [2] M. Yoshizawa *et al.*, arXiv:1008.1479.
- [3] Y. Yanagi *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **79** (2010), 123707.
- [4] M. Sato *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **79** (2010), 014710.
- [5] S. Onari and H. Kontani, Phys. Rev. Lett. **103** (2009), 177001.

¹E-mail: yanagi@phys.sc.niigata-u.ac.jp