

鉄系超伝導体における軌道の秩序と揺らぎ

新潟大学 理学部 大野 義章¹, 安立 奈緒子
新潟大学 自然科学系 柳 有起, 山川 洋一

最近の超音波実験 [1-3] で、構造転移温度 T_s および超伝導転移温度 T_c まで続く巨大なソフト化が観測され、その超伝導メカニズムとの関連に注目が集まっている。このソフト化は、orthorhombic モードに対応する弾性定数 C_{66} のみに現れ、 B_{1g} や E_g モードに対応する弾性定数 $(C_{11} - C_{12})/2$ や C_{44} には見られないこと、また、磁場にほとんど依存しないことが示されている [3]。この実験結果を再現しうるモデルとして、鉄の d 電子間のクーロン相互作用に加えて、 d_{yz} - d_{zx} の軌道揺らぎと orthorhombic モードとの電子格子相互作用 g を取り入れた 2 次元 16 バンド d - p 模型を考え、Hartree-Fock 近似と RPA の範囲内で電子状態と超伝導を議論した [4]。その結果、 g が大きい場合には、 d_{yz} - d_{zx} 軌道間の占有数が分裂する強軌道秩序が tetra-ortho 構造転移を伴って実現し、その転移温度 T_s が反強磁性転移温度 T_N より高くなること、また、この場合に実現する超伝導は強軌道揺らぎを媒介とする s_{++} 波であることが示された。一方、 g が小さい場合には、ストライプ型反強磁性が構造転移を伴って実現し、その転移温度はドーピングに依らず $T_s = T_N$ となること、また、この場合に実現する超伝導は多くの研究者によって主張されてきたスピン揺らぎを媒介とする $s_{\pm}$ 波であることが示された。前者は、鉄系超伝導体の実験の相図（ドーピングされたときは常に $T_s > T_N$ ）と弾性定数 C_{66} のソフト化を再現するとともに、得られた s_{++} 波超伝導は、超伝導転移温度 T_c の不純物効果が小さい実験結果 [5] とコンシステントである。さらに、orthorhombic モードとの電子格子相互作用 g が大きいことは、 C_{66} の温度依存性から導出された Jahn-Teller エネルギーが数 10K もの非常に大きな値をもつこと [2,3] とも対応する。

参考文献

- [1] R. M. Fernandes *et al.*, Phys. Rev. Lett. **105** (2010) 157003.
- [2] M. Yoshizawa, R. Kamiya, R. Onodera and Y. Nakanishi, arXiv:1008.1479.
- [3] T. Goto *et al.*, to be published in J. Phys. Soc. Jpn.
- [4] Y. Yanagi, Y. Yamakawa, N. Adachi and Y. Ono, J. Phys. Soc. Jpn. **79** (2010) 123707.
- [5] M. Sato *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **79** (2010) 014710.

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