

鉄系超伝導体における不純物誘起の軌道秩序の理論

— 局所対称性の逐次低下 —

名古屋大学 理学部 井上善夫¹, 山上洋一, 紺谷浩

強相関電子系では特異な電子状態を反映した、非自明な不純物効果がしばしば実現する。例えば銅酸化物高温超伝導体や CeCoIn_5 など反強磁性相関が強い金属では、非磁性不純物の周囲に局在磁気モーメントが発生し、また s 波散乱の最大値 (unitary 値) を大きく超えた巨大な残留抵抗が発生する [1]。また STM/STS の実験によると、不純物周囲の局所状態密度 (LDOS) が広い半径に渡って変化する現象がしばしば観測される。有名な例として銅酸化物における Zn 不純物周囲の Swiss-cheese hole の形成がある。

鉄系超伝導体においても、しばしば非自明な不純物効果が観測される。例えば鉄サイトの Co, Ru, Ni 不純物による残留抵抗は s 波散乱の最大値 ($\sim 20\mu\Omega\text{cm}/\%$) と整合する一方で、Mn や Zn 不純物の残留抵抗は $\sim 100\mu\Omega\text{cm}/\%$ に達し、不純物の散乱断面積の増大 (= 不純物の有効半径の増大) が示唆される。また STM/STS により、不純物起源だと考えられる「局所対称性の破れを伴う LDOS の変化」が報告されている [2]。

本研究では 10 軌道模型に基づき、電子格子相互作用に由来する「四重極相互作用 g 」に関する平均場近似を実行し、実空間において孤立不純物問題 (Fe サイト不純物、および As サイト不純物) を解いた。その結果、軌道揺らぎが発達した無秩序状態 ($g \lesssim g_c = 0.24\text{eV}$) において、不純物周囲に広範囲な軌道秩序状態が誘起されることが明らかになった。誘起された軌道秩序は、 g や不純物ポテンシャル I の値に応じて多彩なパターンを示し、例えば $C_{4v} \rightarrow C_{2v} \rightarrow C_2$ といった対称性の逐次低下を伴う。本研究の結果に基づき、鉄系超伝導体における巨大残留抵抗や STM/STS の実験結果について考察したい。

参考文献

- [1] H. Kontani and M. Ohno, Phys. Rev. B **74**, 014406 (2006).
- [2] T. Hanaguri et al., unpublished.

¹E-mail:inoue@s.phys.nagoya-u.ac.jp