

鉄系超伝導体の秩序変数と不純物束縛状態の理論

東京大学 理学系研究科 荻宿 俊風¹, 小形 正男

本研究のテーマは鉄系超伝導体 (及びより一般の多軌道超伝導体) の秩序変数 (ギャップ関数) の構造と、それらにおける不純物由来のギャップ内束縛状態である。

まず、鉄系超伝導体のモデルにおけるギャップ関数の構造を、実空間描像と相性の良い (すなわち不純物効果を考えるために便利な) 軌道表示を用いて解析した結果を示す。特に、ギャップ関数が多軌道性のために行列となっているが、その対角成分と非対角成分の対称性について、モデルの基底をなす軌道の対称性の観点から整理して述べる [1]。

一方不純物束縛状態については、 T -行列近似に基づく手法によって計算した結果を示す。まず、先に述べたギャップ関数の非対角成分の対称性の議論から、多軌道系における T -行列が (適当な条件下で) 単一軌道系の場合と同程度まで単純化できることを示す。例えば、ギャップ内束縛状態が存在する条件を書き下す際に、単一軌道系の場合では状態密度を使うべきところを、軌道ごとに分解した部分状態密度を使えばよいといったことがわかる。こうして得られた表式に基づき、ギャップ内束縛状態が現れる条件や、スペクトルの形状が (符号反転による) ギャップ関数の打ち消し合いの度合いにどのように依存するかなどを議論する。特にフルギャップの場合、少しでも打ち消し合いが存在すれば束縛状態が現れるということを強調したい。また、電子・正孔非対称性の効果について調べると、非対称性の存在が束縛状態のできるエネルギー (ギャップ端に近いかゼロエネルギーに近いか) に大きく影響することがわかる。注目すべき点は、電子・正孔非対称性がない場合 (対称な場合) には不純物散乱強度が強い極限 (ユニタリ極限) でゼロエネルギーに束縛状態が生じるが、非対称性がある場合には有限の散乱強度のときゼロエネルギーの束縛状態が得られるという点である。以上の結果と鉄系超伝導体での不純物束縛状態との関連性を述べる。

最後に、符号反転がない場合 (いわゆる s_{++} 状態) における非磁性不純物近傍における束縛状態の可能性についても、簡単なモデルを用いた解析的な方法と 5 バンドモデルを用いた数値的な方法に基づき、不純物近傍での秩序変数の抑制に注目しながら議論する。

参考文献

[1] T. Kariyado and M. Ogata, J. Phys. Soc. Jpn. **79** (2010), 033703.

¹E-mail: kariyado@hosi.phys.s.u-tokyo.ac.jp