

10. CuO_2 面特有のキャリア-フォノン相互作用による $\text{High-}T_c$ の可能性

椎 名 泰 司

物性物理学において近年話題となっているホールがキャリアとなる銅酸化物高温超伝導体 (La 系、Y 系、Bi 系) の大きな特徴として、

1. CuO_2 面が存在する。
2. ホールは局在性が強く、 CuO_2 面内の酸素軌道 (O_{px} 、 O_{py}) に主にはいる。
3. ホール-フォノン相互作用が強い物質である。
4. ホール濃度が薄いときは反強磁性的半導体である。

があげられる。

以上のような特徴をふまえて、高温超伝導のメカニズムに対する次のようなモデルを考える。

1. 超伝導発現の機構はフォノン (特に CuO_2 面内の酸素の振動モード) を媒介とする引力であると考える。
2. ホールは局在性が強いので、ワニア表示で取り扱う。
3. CuO_2 面の構造 (2 種類の酸素軌道) を考慮したホール-フォノン相互作用を導入する。
すなわち、フォノンを介するホール間相互作用として、同一軌道内ホール間の他に最近接異種軌道のホール間のものを入れ、ホール間有効相互作用を BCS の短距離相互作用から、単位格子程度の距離まで広げる。

この考えにより作ったモデル・ハミルトニアンでグリーン関数法により強結合超伝導体として扱い、ギャップ方程式をたてる。 CuO_2 面内の酸素の 4 種類の振動モードがオーダー・パラメータと超伝導転移温度 T_c にどのような影響を与えるかを議論する。