

セミナーのお知らせ

浅野 泰寛 氏 (北大工)

日時: 9月4日 (木) 16:00 ~

場所: 金研研究実験棟 (プレハブ) 2階

常伝導体/高温超伝導体接合のトンネルコンダクタンス

酸化物高温超伝導体 (HTSC) で発現している超伝導は d 波対称性の異方的な超伝導である事が知られている。常伝導体と酸化物高温超伝導体の接合 (NS 接合) の伝導現象は超伝導体の d 波対称性を反映してやはり異方的であることが期待される。その最も重要な例の1つにトンネルコンダクタンスの測定が挙げられる。HTSC 結晶の (100) 方向が接合面に垂直な場合、その微分コンダクタンスは HTSC の状態密度に一致しゼロバイアスに向かってコンダクタンスは減少する。一方 (110) 方向が接合面に垂直な場合、コンダクタンスにはゼロバイアスに大きなピーク (ZBCP) が発生するという異常な振る舞いが知られている。この原因となるのがゼロエネルギー状態 (ZES) と呼ばれる接合界面に束縛された状態である。ZES は連続スペクトル領域であるフェルミエネルギー直上に発生するため、輸送現象に極めて重大な影響を及ぼす。

1997 年に ZBCP が分裂する実験が報告され、HTSC の表面には $s + id$ 波対称性をもつ表面超伝導相が存在する証拠だとされた。それは既に理論的に予言されていたからである。もしこれが正しいとすると、異方的超伝導体において普遍的に発生する ZES が本質的に極めて不安定な状態であることを示唆しており、 $s + id$ 波表面超伝導相の存在の真偽は異方的超伝導現象の理解の上で重要な問題を提起している。ところが実験的には ZBCP の分裂を示すグループもあれば、分裂しない結果を示す実験も多く、 $s + id$ 波表面超伝導相の真偽は未だ不確定のままである。

我々は、以前にリーカーション法という数値的な方法を用い、接合界面近傍の乱れたポテンシャルが ABCP を分裂させるという報告を行っている。界面の乱れに注目する理由は、準粒子が界面近傍を往復運動することによって ZES が共鳴的に発生しているからである。この方法の有利な点は、乱れたポテンシャルを近似せずにコンダクタンスを計算できる事である。ただし、数値的な手法であるために何故 ZBCP の分裂が起きるかという重要な問題には答えられなかった。また我々以外の理論グループは主に準古典 関数法という手法に基づき、接合近傍の乱れたポテンシャルを考慮しても ZBCP は決して分裂しないという共通の結論を示している。この様に理論的にも ZBCP の分裂は未解明のままである。

今回我々は Lippmann-Schwinger 方程式を Bogoliubov-de Gennes 方程式に応用することで、解析的にコンダクタンスを計算し ZBCP の分裂を導いた。接合界面近傍に不純物がある場合、そのポテンシャルが小さくても ZES の増大した局所状態密度のために極めて強い散乱効果をもたらす。散乱効果には主に二つある。ひとつはゼロバイアスのコンダクタンスを著しく抑制することであり、もうひとつはピーク幅を広げることである。ZBCP の分裂はこれらの効果の帰結である。

連絡先：金属材料研究所
前川 禎通（内 2005）