

強相関系電子系のメゾスコピック効果

柏谷聡、澤彰仁（産総研）、柏谷裕美、黒沢格（日本女子大）、田仲由喜夫（名古屋大学）

Mesoscopic effects observed in strongly correlated electron system

S. Kashiwaya and S. Sawa (AIST), H. Kashiwaya and I. Kurosawa (Japan Women's University),

Y. Tanaka (Nagoya University)

位相のコヒーレンシーおよびそれを破壊するデコヒーレンスに関して、その性質およびメカニズムを明らかにすることは輸送現象の基本理解に非常に重要である。これはまずアンダーソン局在など輸送特性が位相のコヒーレンスに深い関係があること、位相コヒーレンシーが存在すればメゾスコピックデバイスなどのゲージに基づく機能デバイスが構築可能であること、また極低温でのデコヒーレンスは量子コンピュータ応用における本質的な時間リミットを与えるなどの理由による。我々は強相関物質中での位相のコヒーレンシーを観察するために、YBCO/LSMO 微少接合を作成し、極低温環境での輸送特性および磁場応答を詳細に観察し、強相関物質中でのコヒーレンスの直接観察を試みた。

まず YBCO/LSMO 接合では積層構造においてエピタキシャル成長が利用でき、界面が極めてクリーンな接合が形成可能である。実際接合の断面 TEM 観察では、完全に欠陥の無いエピタキシャル成長が行われている様子が観察できた。一方薄膜自体の成長においては AFM 観察より有る程度島状の成長が行われている事がわかっている。この接合は接合サイズが 10 nm 以下、温度が 100mK 程度になると、トンネルスペクトルが顕著に変化し、BTKタイプの理論曲線ではフィットできない微細な構造がゼロバイアス付近に現れる。同様の微細構造の存在はすでに Pb/Ag 微細接合において観察されており、ノーマル側のサイズが小さくなる事によりノーマル電極側がコヒーレント状態に入った事による、位相コヒーレント輸送であると解釈される。またこの接合の磁場応答は、外部からの比較的弱い印可磁場に関して周期的な応答をする。この特性はやはり LSMO 側において、位相コヒーレンシーが有る程度の距離にわたって保たれている状態が存在し、そのカレントパスに印可磁場が鎖交することによるアハラノフ・ボーム効果が観察されていると解釈される。これらの両方の特性から位相コヒーレント長を見積もると、およそ 9 nm 程度と考えられ、強相関物質においても位相コヒーレンスがミクロンオーダーで存在することを示しており、極低温においては強磁性や電子相関自体が電子のコヒーレンスを破壊しない事がわかる。