

【はじめに】ランタン系銅酸化物高温超伝導体 $\text{La}_{2-x}\text{R}_x\text{CuO}_4$ ($\text{R}=\text{Ba}, \text{Sr}$) は反強磁性絶縁体である La_2CuO_4 の3価のLaを2価のSrやBaで置換することによりホールがドープされている。キャリア濃度 x を増加させていくと $x=0.06$ 付近から超伝導相が現れ、その後は $x=0.15$ まで超伝導転移温度 (T_c) が上昇する。しかし $x=0.12$ 近傍においては T_c が局所的に低くなり極小値をとる。さらにこの組成において低温正方晶相への構造相転移が起こり、ホール係数やゼーベック係数などの輸送現象に異常な振る舞いが観測され、低温において磁気秩序状態が出現することがNMRや中性子散乱実験により確認されている。このような物性異常と超伝導抑制が互いにどのような関係にあるのかは現在のところ完全には明らかになっていない(1/8問題)。

従来型の超伝導体では磁性不純物により T_c が急激に低下することが知られており超伝導と磁気秩序は共存しないと考えられている。しかしながら、SrとBaのドープ量の和が $x=0.12$ 近傍においては超伝導と磁気秩序が同時に観測され、両者が共存しているように見える。この組成のうち $\text{La}_{1.88}\text{Sr}_{0.12}\text{CuO}_4$ においては低温正方晶相への構造相転移は起きないが準静的な磁気秩序が観測されており、磁場中電気抵抗測定の結果から超伝導揺らぎが抑制されていることが示唆されている。一方、 $x=0.12$ 近傍においてBaの相対濃度を上げていくと低温正方晶相へ構造相転移し静的な磁気秩序状態が発達していくことが知られている。磁場中電気抵抗測定の結果は報告されておらず、磁気秩序の発達と超伝導状態そのものの性質との関係を知る為に必要と考えられる。

そこで本研究では36Kで構造相転移を起こす $\text{La}_{1.875}\text{Ba}_{0.065}\text{Sr}_{0.06}\text{CuO}_4$ 単結晶試料を用いて磁場中電気抵抗の測定を行い、電気抵抗がどのような磁場依存性を示すのかを調べることで、磁気秩序と共存しているように見える超伝導状態の性質についての知見を得ることを目的とする。

【実験】京都大学化学研究所山田研究室から提供された単結晶試料(TSFZ法で作製、試料サイズ $0.5 \times 0.205 \times 0.65 \text{ mm}^3$)において、磁場中電気抵抗を直流四端子法を用い、電流値3mAの条件で測定した。構造相転移温度 (T_{d2}) と超伝導転移温度より高温の60Kで磁場を CuO_2 面に垂直に印加し一定磁場中(0-12T)において温度依存性を測定した。

【結果】右図に0T、2T、4Tにおける面内電気抵抗率 (ρ_{ab}) の温度依存性を示す。図中の矢印は構造相転移温度 ($T_{d2}=36\text{K}$) を示している。ゼロ磁場下においても40K付近から電気抵抗の明瞭な上昇が見られ系が半導体的になっていることがわかる。この上昇が見られる領域は磁場をかけると顕著に広がっていき、 T_{d2} において勾配の増加がみられる。2Tおよび4Tの磁場印加によっても超伝導転移幅はほとんど変化せず転移温度が低下している。この実験結果は $\text{La}_{1.88}\text{Sr}_{0.12}\text{CuO}_4$ と同様超伝導揺らぎが抑制されていることを示している。当日は強磁場、低温での温度依存性と12Tまでの磁場で超伝導を完全に抑止した状態の結果を示し、この組成における超伝導状態の性質について考察する予定である。

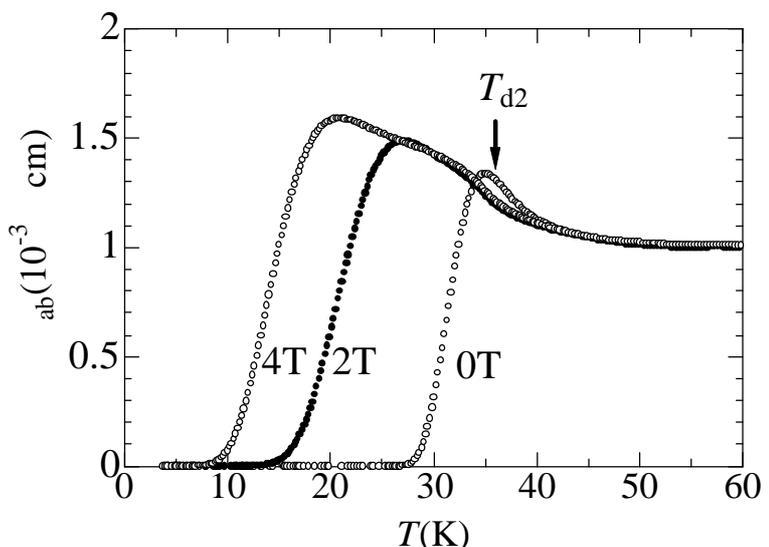


図 . $\text{La}_{1.875}\text{Ba}_{0.065}\text{Sr}_{0.06}\text{CuO}_4$ ab面内方向の磁場中電気抵抗率の温度依存性