

p-9

圧力下における $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$ 単結晶の面間伝導

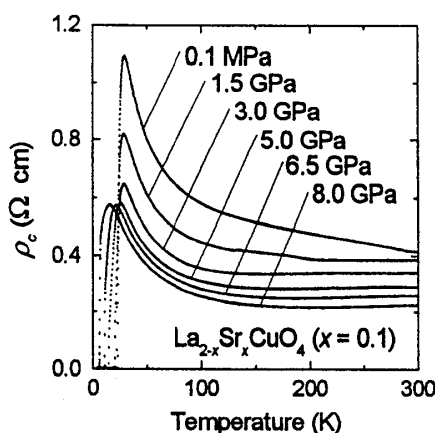
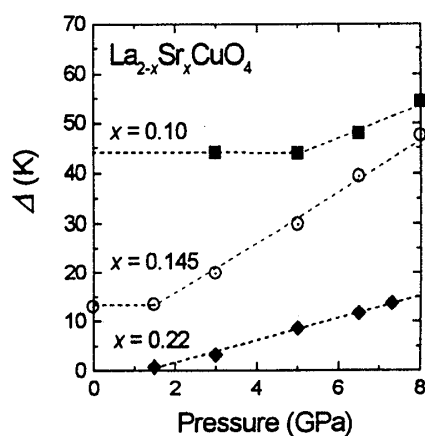
広大院 先端研 堀純也, 後神達郎, 宇野喜徳, 中村文彦, 藤田敏三

銅酸化物高温超伝導体における超伝導発現機構の解明には、その特徴である 2 次元性電子状態の理解が重要である。その 2 次元性電子状態は、特に CuO_2 面に垂直な (c 軸) 方向の電気伝導に顕著に現れる。そこで、最大 8.0 GPa の静水圧下で、 $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$ (LSCO) の c 軸抵抗率の圧力効果を調べた。LSCO は、低温で正方晶から斜方晶へ構造相転移を起こすため、 c 軸の抵抗率はその影響を大きく受ける。しかし、圧力は構造相転移を抑制できるため、同じ正方晶相で様々な組成の抵抗率の振る舞いを議論できる。また、圧力によって c 軸長を変化させることで、次元性を制御することができる。 c 軸伝導は、ホッピングなどの非金属的伝導機構によるものと考えられており、抵抗率は半導体的温度依存性を示す。最適組成 ($x = 0.145$) の圧力実験から、その抵抗率 ρ_c は、式 $\rho_c = \rho_0 \exp[2\alpha(P, T)/\Delta] \exp[\Delta/T]$ で再現できる。従って ρ_c の半導体的温度依存性は、活性化型のギャップで説明できることになる。

顕著な半導体的温度依存性 ($d\rho_c/dT < 0$) を示す低ドーピング組成 ($x = 0.1$) に対して測定を行った (図 1)。3.0 GPa 以上で構造相転移を完全に抑制すると、 ρ_c は上式でよく再現できる。そこで、以前に測定されていた最適組成 ($x = 0.145$)、および高ドーピング組成 ($x = 0.22$) における ρ_c にも正方晶相で上記の式を適用し、ギャップ Δ の圧力依存性を見積もった (図 2)。その結果、すべての組成の ρ_c に対して Δ は圧力によって増大することがわかった。通常の活性化ギャップが圧力で増大することは考えにくいので、LSCO の ρ_c にあらわれる Δ は、一般の活性化型ギャップとは異なったメカニズムを考えなくてはならないといえる。

一方、 T_c 近傍の ρ_c の振る舞いも、構造相転移と関連し興味深い。3.0 GPa までの低圧側では、加圧による斜方晶相の抑制に伴い、 ρ_c の値は大きく減少するが、3.0 GPa 以上の圧力誘起正方晶相になると、 ρ_c の値の変化が小さくなる。逆に、 T_c の圧力効果は斜方晶相では小さいが、正方晶相になると T_c が大きく減少する。これらの結果は、低温における ρ_c の圧力効果と T_c の変化に密接な関係があることを示唆する。LSCO の場合、圧力による ρ_c の減少は、 c 軸長の減少による CuO_2 面間のトランスファー t_c の変化と理解できるので、 T_c の減少は CuO_2 面間のトランスファー t_c の増加、すなわち 2 次元性の減少による。

このように、圧力で次元性や電子相関を制御することにより、常伝導領域における伝導機構の物理的意味の理解を進めることができる。

図 1 : 低ドーピング組成の ρ_c 図 2 : Δ の圧力依存性