

GdBa₂Cu₃O₈ への放射線照射による伝導特性変化の誘起Superconducting properties of X-ray irradiated GdBa₂Cu₃O₈東北大学¹○甲谷 拓也¹, 越水 正典¹, 浅井 圭介¹Tohoku Univ.¹, ○Takuya Kabutoya¹, Masanori Koshimizu¹, Keisuke Asai¹

E-mail: kabutoya@qpc.che.tohoku.ac.jp

【緒言】超伝導体は、完全導電性やマイスナー効果などの周知の特性以外にも多様で特異な性質をもつ。中でも光誘起超伝導は、化学的処理によらないキャリアドーピングを可能にするものとして注目を浴びている。この現象は、銅酸化物高温超電導体の薄膜試料に、77 K (液体窒素温度) 以上の温度域で可視光レーザーを照射すると発現するものとして知られている。これを踏まえ、我々は、優れた透過度と高いエネルギーをもつX線を用いて、薄膜のみならずバルク材料においても T_c を上昇させることを企図し、銅酸化物超伝導体である GdBa₂Cu₃O₈ (GBCO) と YBa₂Cu₃O₈ (YBCO) のペレットにX線を照射して、その伝導特性の変化を観測した。

【実験方法】試料合成には湿式混合法を用いた。Fig.1 にX線照射装置の概略図を示す。電圧計と電流計を接続した試料を、温度制御可能な閉鎖系冷凍室内に静置し、10 Pa 程度まで排気した。試料と光源であるX線真空管との距離を30 cm とし、X線をBe窓を通して試料に垂直に入射させながら温度変化による電気抵抗の変化を四端子法で測定した。X線源にCuを用い、K α 線を40 mA, 40 kVで出力させた。照射温度は298 K, 照射時間は12 h または18 h とした。

【結果と考察】図2に、GBCO 試料($T_c = 56.0$ K)の電気抵抗の温度依存性を示す。青点はX線を照射しなかった場合の、赤点はX線を12 h 照射した場合の結果を各々示す。X線を照射すると、 T_c は1.5 K 上昇した。これは既報の光励起の場合と同様、X線照射により CuO₂ 面の正孔濃度が上昇しクーパ対の形成が促進されたためと考えられる。X線照射により CuO₂ 面上に電子と正孔が生成し、この電子が酸素欠陥にトラップされることで、電子と正孔の再結合が阻害され、クーパ対の生成が進行したものと推測される。

Fig.3 に YBCO 試料($T_c = 66.5$ K)の電気抵抗の温度依存性を示す。青点はX線を照射しなかった場合の、赤点はX線を18 h 照射した場合の結果を各々示す。この事例でもX線照射後の T_c は上昇した。これらの結果から、X線照射はGBCO や YBCO などの CuO₂ 面を持つペロブスカイト構造の超伝導体の T_c を上昇させることが確認された。

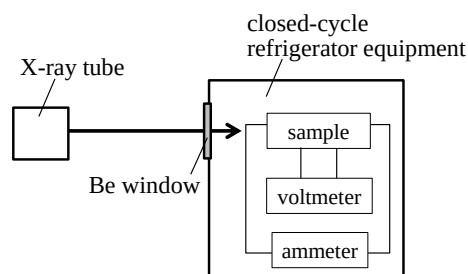


Fig.1 Schematic diagram of x-ray irradiation equipment

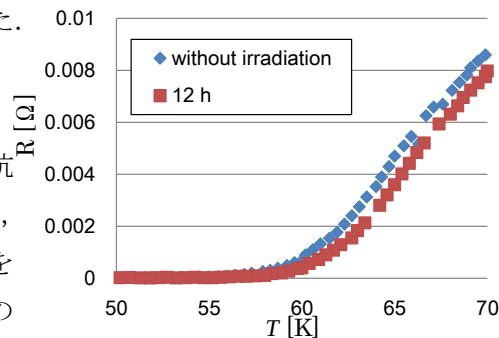


Fig.2 Temperature dependence of the resistance of GBCO

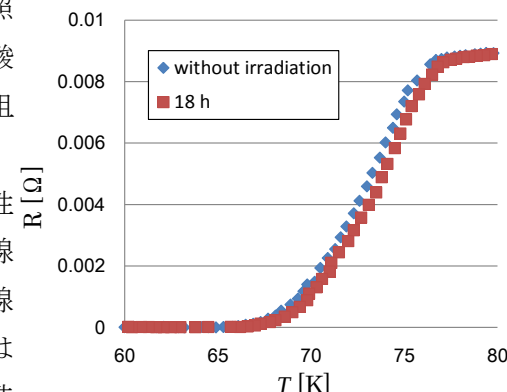


Fig.3 Temperature dependence of the resistance of YBCO