

YBa₂Cu₃O₈における放射線照射効果の緩和観察

The observation of relaxation of irradiation effect in YBa₂Cu₃O₈

東北大学¹

○甲谷 拓也¹, 越水 正典¹, 浅井 圭介¹

Tohoku 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のみならず、種々の特異な性質をもつことが明らかにされつつある。中でも、銅酸化物高温超伝導体の薄膜試料において見出された、液体窒素温度以上の温度域での可視光レーザー照射による光誘起超伝導発現は特筆に値する。(これによって化学的処理によらないキャリアドーピングが可能になった。)この現象は、光照射によって電子と正孔が生成し、電子は酸素欠陥に捕獲され、正孔は超伝導発現の場である CuO₂ 面に残存し超伝導キャリアとなることによるものと考えられている。先般我々は、優れた透過度と高いエネルギーをもつ放射線の照射によれば、薄膜のみならずバルク材料においても T_c を上昇させる可能性に着目し、YBa₂Cu₃O₈ (YBCO) のペレットに対し X 線を照射する実験を行った。その結果、伝導度の低下や T_c 上昇などその伝導特性の変化を確認した。さらに、放射線照射が伝導特性に与えた影響が緩和しきる時間を調べた結果、約 100 時間で T_c が元の値に戻ることを明らかにした。今般我々は、放射線照射効果の緩和過程及び時間スケールに関する理解を深化させるべく、放射線照射後の試料に対し、時間変化的に Raman スペクトルと磁化率の測定を行った。

【実験方法】アモルファス重合法で作製した試料に、 γ 線を 1 kGy 照射した。Raman スペクトル測定では、波長 572 nm のレーザーをスポットサイズ直径 5 μ m、露光時間 15 分設定し、試料に入光させた。磁化率測定には SQUID を用い、磁化率を 10–100 K で 0.5 K ごとに測定した。

【結果と考察】図 1 に、放射線照射後のラマンスペクトルの時間変化を示す。510 cm⁻¹ 付近に酸素欠陥のメインピークが見られる。このピークの強度が時間経過に伴い低下することから、緩和の進行に伴って酸素欠陥量が減少するものと考えられる。したがって、時間の経過とともに酸素欠陥に捕獲されていた電子が CuO₂ 面の正孔と再結合していくものと推察される。また、本結果によると緩和は 24 時間で完結していると判断されるが、我々の過去の研究結果においては、伝導特性に対する照射効果は 100 時間程度継続した。ゆえに、緩和過程には速い成分と遅い成分が存在する可能性が示唆された。

図 2 に、放射線照射後の磁化率の時間変化を示す。照射終了後少なくとも 4 時間までは超伝導が抑制されるが、8 時間程度で促進に転じる。そしてその後、照射効果は徐々に緩和する。一方で、いずれの時間帯でも反磁性を示す温度は 90 K であり、これに変化はなかった。

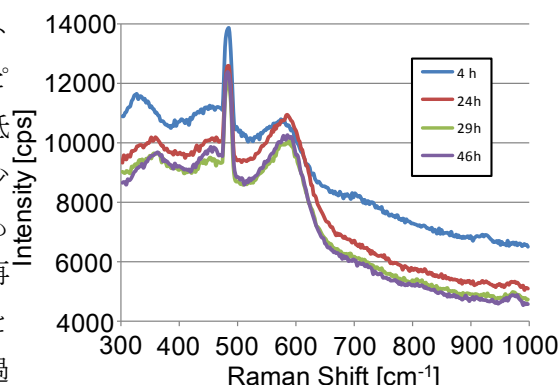


Fig.1 Raman spectra of irradiated YBCO

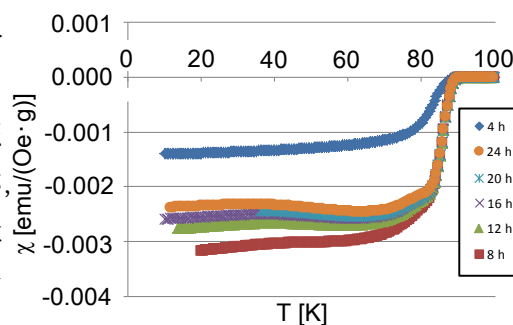


Fig.2 magnetic susceptibility of irradiated YBCO