

銅酸化物高温超伝導体 Bi2201 のコヒーレントクエンチ分光

Coherent quench spectroscopy of cuprate superconductors Bi2201

北大院工¹, 北大院理² °秋葉 俊宏¹, 土屋 聡¹, 戸田 泰則¹, 黒澤 徹², 小田 研²Appl. Phys.¹/Phys.², Hokkaido Univ. °T. Akiba¹, S. Tsuchiya¹, Y. Toda¹, T. Kurosawa², M. Oda²

E-mail: toshi0726@eis.hokudai.ac.jp

銅酸化物高温超伝導体に特徴的に現れる擬ギャップ (PG) は、超伝導発現機構解明の鍵として様々な分光手法を用いた多面的な研究が進んでいる。以前より我々が取り組んでいるフェムト秒光パルスを用いた時間分解分光は、光励起された非平衡準粒子緩和を通して PG の特性及び超伝導 (SC) との関係性を調査できる。特に SC と PG を瞬時的に破壊する相破壊光をプレパルスとして用いる時間分解分光 (コヒーレントクエンチ分光) は、再形成ダイナミクスにもとづく両者の相関について新たな知見を期待できる。高精度な相関観測を実現するには各準粒子応答の選択性が重要となるが、今回我々は Bi2201 試料における SC と PG 応答の準安定到達時間の違いに着目することによりこれを実現した。

Bi2201 は銅酸化物の中でも低い超伝導転移温度 ($T_c \sim 30\text{K}$) を持つ。今回は良質な単結晶の得られる希土類元素 ($R = \text{La}, \text{Eu}$) 置換 R-Bi2201 を測定試料とした。ML:Ti:S レーザー (パルス幅 120 fs, 繰り返し 270kHz) を光源とする時間分解ポンププローブ分光 (プローブ (pr) 光 : 1.55eV, ポンプ (P) 光 : 3.1eV) で得られる過渡反射率変化 ($\Delta R/R$) を検出し、高強度のプレパルス (相破壊 (D) 光 : 3.1eV) による過渡的常伝導から超伝導再形成に到る秩序形成ダイナミクスを観測した (図 1(a))。SC 準粒子の準安定到達時間はフォノンボトルネック効果を反映し、SC ギャップが小さければ遅い時間にシフトするため、高速かつ異符号の PG 応答との時間分離が容易となる。図 1(b) に La-Bi2201 試料の観測結果 ($T = 15\text{K}$) を示す。 $t_{\text{P-pr}}$ 軸方向の SC 応答と PG 応答の立ち上がりは大きな時間差が観測され、SC 応答と PG 応答との時間分離が実現できた。また $t_{\text{D-P}}$ 軸方向の再形成ダイナミクスを見ると、最初に PG 応答が現れ、応答が最大となる時間域で SC 応答が発現する。すなわち SC 形成と PG 回復は時間的に相関しており、PG が完全に再形成されると同時に SC ギャップ再形成が開始することが示された。PG の回復した電子状態がクーパー対再形成に必要であることが示唆される。[謝辞] 本研究は科研費 (19H05826, 19H02621) の助成を受けて実施された。

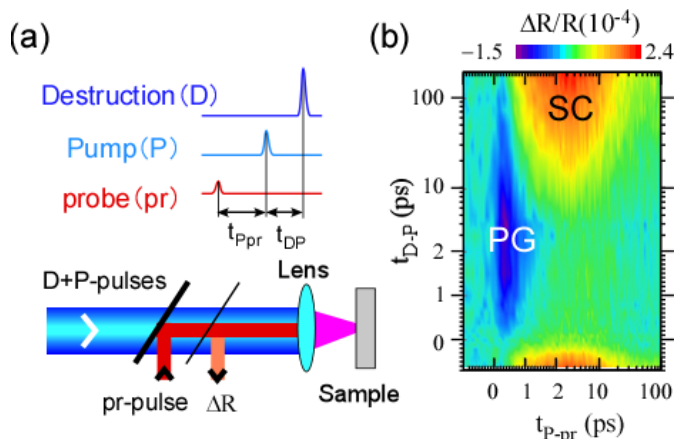


Fig. 1 (a) schematic illustrations of coherent quench spectroscopy. (b) color density plot of $\Delta R/R$ in La-Bi2201.