

Bi₂Sr₂CaCu₂O_{8+δ} のノード・アンチノード対称性にもとづく 光誘起準粒子ダイナミクスの選択的観測

北大院工¹、北大院理²

○渡辺健太¹, 土屋聡¹, 戸田泰則¹, 板垣征一郎², 黒澤徹², 小田研²

Selective measurement of photoinduced quasiparticle dynamics

on the basis of nodal and antinodal symmetries of Bi₂Sr₂CaCu₂O_{8+δ}

Faculty of Engineering Hokkaido Univ.¹, Faculty of Science Hokkaido Univ.²

○K. Watanabe¹, S. Tsuchiya¹, Y. Toda¹, S. Itagaki², T. Kurosawa², M. Oda²

[はじめに] 銅酸化物高温超伝導体に属する Bi₂Sr₂CaCu₂O_{8+δ}(Bi2212) では、超伝導転移温度 T_c 以上で擬ギャップを形成する。 T_c 以下で超伝導ギャップと擬ギャップは共存しているが両者の関係は未だ明らかにされておらず、この関係性の解明が高温超伝導発現機構の理解につながると期待されている。我々はポンププローブ分光法による光誘起準粒子ダイナミクスから、両者の関係性を明らかにすることを試みている [1]。今回、インコヒーレントな等方励起におけるプローブ偏光特性をもとに、対称性破れにもとづくコヒーレントダイナミクス検出の原理を明らかにしたので報告する。

[原理] 通常、ポンププローブ分光法におけるインコヒーレントな等方励起 (誘導ラマンを使わない励起) では、対称性変化を検出できない。しかしながら超伝導のような秩序状態に対して自発的な対称性破れが存在していると、等方励起においてもプローブ偏光異方性が観測される。この手法を用いると、ラマン対称性にもとづくダイナミクス変化を選択可能であり、超伝導ギャップと擬ギャップの関係性を明らかにするうえで有用である。過渡応答の高次モードでは両者の個別選択が可能であり、アナライザーを用いて 1 次成分を排除することにより原理を確認できる。

[実験と結果] 上記の原理を確認するため、検光子を用いて反射パルスから特定の偏光成分のみを検出する実験を行った (Fig.1(a))。試料には、アンダードープ (UD)-Bi2212 ($T_c \approx 69$ K, $T^* \approx 240$ K) を用いた。Bi2212 は擬 D_{4h} 群でかけるので、対称性成分は A_{1g}, B_{1g}, B_{2g} を考えればよい。光源にはモードロック Ti:Sa レーザー (パルス幅約 120 fs, 繰り返し周波数 270 kHz) をプローブ光 (波長 800 nm) とし、その第二高調波をポンプ光 (波長 400 nm) として用いた。プローブ偏光は半波長板を用いて制御し、検出器の直前に配置したアナライザーは特定の偏光成分のみを取り出す働きをしている。入射プローブの偏光と直交する偏光成分のみを取り出した場合、B_{1g}, B_{2g} の高次成分を選択的に検出することができる。選択測定実験と分離測定実験の結果を B_{1g}, B_{2g} 成分について並べたものが Fig1.(b) である。これを見ると B_{1g}(超伝導), B_{2g}(擬ギャップ) 成分の振る舞いは定性的に一致しており、原理確認および各対称性成分の選択測定が成功しているといえる。

[1] 川之上 史篤他: 第 49 回応用物理学会北海道支部学術講演会 A-28 (2013)

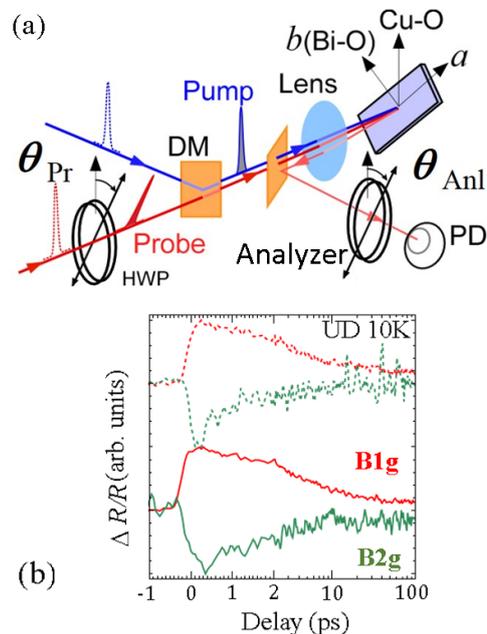


Fig. 1: (a) A schematic illustration of the two-color pump-probe setup. The analyzer is located in front of the detector. (b) Transient reflectivity $\Delta R/R$ of B_{1g} and B_{2g} components. The solid and dashed lines indicate the data obtained by using an analyzer ($\mathcal{F} = 104 \mu\text{J}/\text{cm}^2$) and by decomposing the probe-polarization angle dependence of $\Delta R/R$ ($\mathcal{F} = 125 \mu\text{J}/\text{cm}^2$), respectively.