

レーザーARPESによる高温超伝導体 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ の超伝導電子状態の観測

大川万里生¹, 石坂香子^{1,2}, 内山裕士³, 只友浩貴⁴, 増井孝彦⁴, 田島節子⁴, Xiaoyang Wang⁵,
Chuangtian Chen⁵, 渡部俊太郎¹, Ashish Chainani⁶, 齋藤智彦⁷, 辛埴^{1,2,6}

¹東大物性研, ²JST-CREST, ³JASRI, ⁴阪大理, ⁵中国科学院, ⁶理研, ⁷東理大理

紫外領域における角度分解光電子分光 (ARPES) の発展は, 物質の諸物性に直接的に影響する Fermi 準位近傍の詳細な電子構造の解明に著しい貢献をしてきた. 特に, 銅酸化物高温超伝導体は超高分解能 ARPES の真価が最も発揮された物質群のひとつであり, 盛んに研究されてきた. それらの研究の多くは, 容易に均一な劈開表面を得ることができる Bi2212 等の Bi 系超伝導体で行われたものである. 高温超伝導の系統的な理解という点からは, 異なる系との, あるいは他の実験手法との比較が望まれる. しかしながら, 研究の蓄積が豊富な代表的な高温超伝導体である $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ (YBCO) においては, 超伝導を示さない表面電子状態の影響により, バルク超伝導状態の ARPES が La 系などと比較しても非常に立ち遅れている.

近年, 低エネルギー紫外光や高エネルギーX線によるバルク敏感光電子分光が注目を集めており, f 電子系などで実際に成果が上げられている. 我々は低エネルギーの真空紫外レーザー (6.994 eV) を励起光に用いた超高分解能レーザーARPES [1]により, 最適ドープ YBCO の超伝導電子状態の直接観測を試みた[2].

その結果, $(0,0)-(\pi,\pi)$ 方向を含む Brillouin ゾーン上の広範囲に渡って, $d_{x^2-y^2}$ 波的な超伝導ギャップを示す分散のみの観測に成功した. 図 1 に $(0,0)-(\pi,\pi)$ 付近から off- $(0,0)-(\pi,\pi)$ 方向にかけて得られた ARPES 強度プロットを示す. Fermi 準位において, $(0,0)-(\pi,\pi)$ から離れるに従いギャップサイズが増大していく様子が明確に見られる. また, 60 meV 付近にキック構造の存在, さらに詳細な解析からは, 分散が 2 成分から成っており, バルク電子状態においても $(0,0)-(\pi,\pi)$ 方向を含め大きな bilayer splitting が生じていることが確認された.

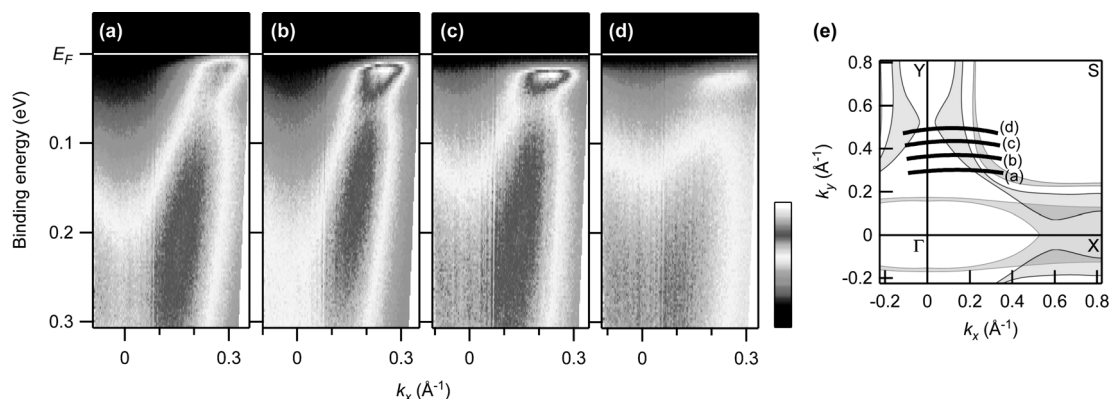


図 1 : 最適ドープ YBCO の分散の様子. (a)-(d) の各測定波数は (e) に対応する. 測定温度は 5 K.

[1] T. Kiss *et al.*, Rev. Sci. Instrum. **79**, 023106 (2008)

[2] M. Okawa *et al.*, arXiv:0811.0479