

# 銅酸化物高温超伝導体の高分解能角度分解光電子分光

東北大院理、東北大WPI<sup>B</sup>、ボストン大<sup>C</sup>、中国科学院<sup>D</sup>、高エネ研<sup>E</sup>、東北大金研<sup>F</sup>  
中山耕輔、関場陽一、寺嶋健成、P. Richard<sup>B</sup>、相馬清吾<sup>B</sup>、佐藤宇史、  
J.-H. Ma<sup>C</sup>、Z.-H. Pan<sup>C</sup>、H. Ding<sup>D</sup>、久保田正人<sup>E</sup>、小野寛太<sup>E</sup>、  
工藤一貴<sup>F</sup>、西寄照和<sup>F</sup>、小林典男<sup>F</sup>、高橋 隆<sup>B</sup>

近年、角度分解光電子分光測定の高分解能化により、超伝導転移温度( $T_c$ )の低い  $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$ (LSCO)や $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CuO}_6$ (Bi2201)でも超伝導ギャップの波数依存性を精密に決定することが可能になった。その結果、最適ドープLSCOやBi2201では、超伝導状態におけるエネルギーギャップの波数依存性が、高い $T_c$ をもつ $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_8$ (Bi2212)で報告されている $d_{x^2-y^2}$ 波対称性から大きくずれていることが明らかになってきている[1,2]。このギャップ形状の変化は、超伝導発現機構や擬ギャップの起源を明らかにする上で重要な鍵であると考えられており、現在精力的に研究が行われている。我々は、この起源を明らかにする目的で、放射光(Photon Factory BL-28A)及び高輝度キセノンプラズマ放電管(東北大)[3]を用いて $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ (YBCO)とBi2201の高分解能ARPESを行い、以下の結果を得た。

## (1) YBCOの放射光高分解能ARPES

バルクの電子状態と表面状態を分離して観測することに初めて成功した[4]。劈開表面近傍の $\text{CuO}_2$ 面ではホールが過剰になり、超伝導が消失していることを見出した。一方、バルクバンドではBi2212と同様、 $d_{x^2-y^2}$ 波動的なエネルギーギャップが開いていることを明らかにした。また、ギャップサイズ・波数依存性のドープ量依存性はBi2212の結果と定量的に一致することを見出した。

## (2) Bi2201のキセノンプラズマ発光高分解能ARPES

最適ドープBi2201では、超伝導ギャップと、それよりもエネルギースケールの大きい擬ギャップが共存しており、これら二つのエネルギースケールの存在が $d_{x^2-y^2}$ 波対称性からの大きなずれを生み出していることを明らかにした[5]。また、わずかに過剰ドープのBi2201では、 $d_{x^2-y^2}$ 波動的な超伝導ギャップのみが顕著に現れ、温度の上昇とともに同じエネルギースケールをもつ擬ギャップへと $T_c$ をまたいで連続的に変化することを見出した。以上の結果は、二種類の異なる擬ギャップが存在することを示唆している。

[1] K. Terashima *et al.*, Phys. Rev. Lett. **97**, 017003 (2007).

[2] T. Kondo *et al.*, Phys. Rev. Lett. **98**, 267004 (2007).

[3] S. Souma *et al.*, Rev. Sci. Instrum. **78**, 123104 (2007).

[4] K. Nakayama *et al.*, Phys. Rev. B **75**, 014513 (2007).

[5] J.-H. Ma *et al.*, Phys. Rev. Lett. **101**, 207002 (2008).