

# 銅酸化物高温超伝導体 $\text{La}_{1.93}\text{Sr}_{0.07}\text{CuO}_4$ における異常金属相の電子状態観測

## Electronic structure of anomalous metallic phase in the high- $T_c$ cuprate superconductor

### $\text{La}_{1.93}\text{Sr}_{0.07}\text{CuO}_4$

石田達弘<sup>1</sup>, 大槻太毅<sup>1</sup>, 北村未歩<sup>2</sup>, 小澤健一<sup>2</sup>, 藤森淳<sup>3,4</sup>, 小宮世紀<sup>5</sup>, 安藤陽一<sup>6</sup>, 吉田鉄平<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院人間・環境学研究科, 〒606-8501 京都市左京区吉田二本松町

<sup>2</sup>高エネルギー加速器研究機構, 物質構造科学研究所, 放射光科学研究施設, 〒305-0801 つくば市大穂 1-1

<sup>3</sup>国立精華大学, Hsinchu 30013, Taiwan, Republic of China

<sup>4</sup>東京大学大学院理学研究科, 〒113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1

<sup>5</sup>電力中央研究所, 〒240-0101 横須賀市長坂 2 丁目 6-1

<sup>6</sup>ケルン大学, Zùlpicher Straße 77, 50937 Köln, Germany

T. Ishida<sup>1</sup>, D. Ootsuki<sup>1</sup>, M. Kitamura<sup>2</sup>, K. Ozawa<sup>2</sup>, A. Fujimori<sup>3,4</sup>, S. Komiyama<sup>5</sup>, Y. Ando<sup>6</sup>, and T. Yoshida<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University, Sakyo-ku, Kyoto 606-8501, Japan

<sup>2</sup>High Energy Accelerator Research Organization, Institute of Materials Structure Science,

Photon Factory, Tsukuba, Ibaraki 305-0801, Japan

<sup>3</sup>National Tsing Hua University, Hsinchu 30013, Taiwan, Republic of China

<sup>4</sup>Department of Physics, The University of Tokyo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-0033, Japan

<sup>5</sup>Central Research Institute of Electric Power Industry, Yokosuka, Kanagawa 240-0101, Japan

<sup>6</sup>University of Cologne, Zùlpicher Straße 77, 50937 Köln, Germany

## 1 背景

銅酸化物高温超伝導体の母物質はクーロン相互作用による反強磁性 Mott 絶縁体であり、キャリアドーピングにより、超伝導相、擬ギャップ相、そして異常金属相と様々な相を示す。 $\text{La}_{1.93}\text{Sr}_{0.07}\text{CuO}_4$  の超伝導転移温度は  $T_c \sim 20$  K であり、擬ギャップ温度は  $T^* \sim 200$  K である。これまで角度積分光電子分光の先行研究から 100~200 K 付近に準粒子のコヒーレンス性が増加する特徴的な温度(コヒーレンス温度)があることが分かっており[1]、光学伝導度からは  $T = 200$  K 以上でドルーデピークが減少する振る舞いが観測されている [2]。本研究では角度分解光電子分光 (ARPES)により  $T_{\text{coh}}$  前後の詳細なバンド構造観測を行った。

## 2 実験

本測定では Traveling-Solvent Floating-Zone 法で作成された  $\text{La}_{1.93}\text{Sr}_{0.07}\text{CuO}_4$  を用いた。測定温度は  $T = 300$  K と 50 K であり、清浄表面を得るために、各温度において  $10^{-8}$  Pa 以下の超高真空中で劈開を行った。電子分析器は Scienta DA30 を用い、エネルギー校正には蒸着された Au のフェルミ準位を用いた。励起光は  $h\nu = 55$  eV の円偏光であり、エネルギー分解能は  $\sim 20$  meV である。

## 3 結果および考察

図 1(a)はノードにおけるエネルギー分散スペクトル(EDC)の温度依存性である。 $T = 50$  K の EDC スペクトルではフェルミ準位近傍に準粒子ピークが観測された。一方、 $T = 300$  K の EDC スペクトルでは 0.2 eV 付近からフェルミ準位にかけて緩やかにスペクトル強度が減少しており、 $T = 50$  K で見られたフェルミ準位近傍の明瞭なピーク構造が消失している。これはコヒーレンス温度を上回った為、準粒子のコヒーレンス性が消失していることを示唆している。この振る舞いは光学伝導度におけるドルーデピークの減少と定性的に一致している[2]。図 1(b)に ARPES から得られたバンド分散の温度変化を示す。 $T = 300$  K

と 50 K のバンド分散ではフェルミ波数が増加しており、温度上昇に伴い、化学ポテンシャルが増加したことを示唆している。

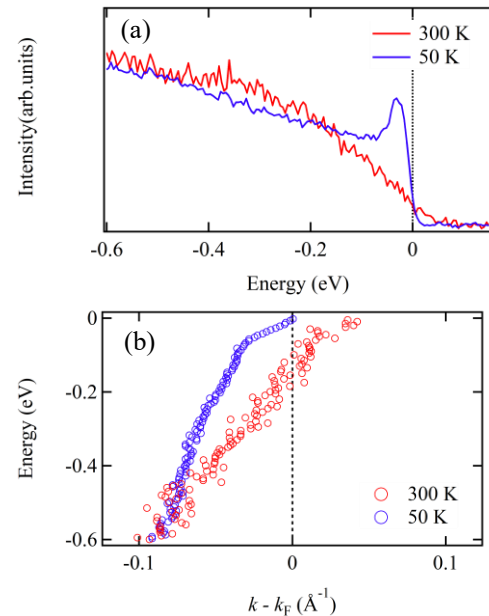


図 1 :  $\text{La}_{1.93}\text{Sr}_{0.07}\text{CuO}_4$  におけるノード方向の電子状態の温度依存性 (a)フェルミ波数上でのエネルギー分散スペクトル (b) ARPES スペクトルから抽出されたバンド分散

## 4 まとめ

角度分解光電子分光を用いて  $\text{La}_{1.93}\text{Sr}_{0.07}\text{CuO}_4$  における異常金属相の電子状態を観測した。本実験結果で観測された準粒子ピークの消失は、光学伝導度で観測された不良金属の振る舞い[2]と一致している。

## 参考文献

[1] M. Hashimoto *et al.*, Phys. Rev. B **79**, 140502 (2009).

[2] K. Takenaka *et al.*, Phys. Rev. B **68**, 134501 (2003).

\* yoshida.teppei.8v@kyoto-u.ac.jp