

## 顕微 ARPES による銅酸化物の超伝導ギャップ不均一性の可視化

岩澤 英明<sup>1,2</sup><sup>1</sup> 量子科学技術研究開発機構関西光量子科学研究所<sup>2</sup> 量子科学技術研究開発機構 NanoTerasu センター

高エネルギー分解能の顕微角度分解光電子分光を用いて、銅酸化物高温超伝導体における電子状態の空間不均一性を観測した研究成果を報告する。顕微角度分解光電子分光の「波数分解」と「顕微」の両特性により、走査型トンネル顕微鏡・分光とは異なる情報が得られることを紹介する。

強相関電子系物質では、複数の相・秩序が競合・共存するため、わずかな組成変化や外場の入力に対して、高温超伝導や巨大磁気抵抗効果などの劇的な量子創発現象が発現する。これらの現象の起源には、電子間の強い相互作用が深く関与していると広く考えられている。また、強相関電子系物質においては、量子現象の発現に伴い、空間的に不均一な電子状態が様々な空間スケールで支配的に現れることが知られており、この電子の自己組織化と呼ばれる現象の理解は、巨視的物性を根本的に解明するために不可欠である。たとえば、典型的な強相関電子系物質である銅酸化物高温超伝導体においては、走査型トンネル顕微鏡・分光(STM/STS)によって、ナノスケールでのギャップの空間不均一性が報告されている[1]。しかしながら、どの相互作用（電子相関、電子・格子相互作用、電子・磁気相互作用、スピン軌道相互作用など）がどのように協働・競合し、それらがどの程度の強さで電子系に影響を与え、さらにどのように電子の自己組織化や巨視的な物性に結びついているのかを明らかにすることは、依然として挑戦的な課題である。

このような背景から、我々は、電子状態を精密に観測するために必要な高いエネルギー分解能と、実空間を顕微観測するために必要な高い空間分解能を兼ね備えた顕微角度分解光電子分光（顕微 ARPES）を用いて、銅酸化物高温超伝導体（Bi2212:  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ ）の電子状態の不均一性の研究を進めてきた。本講演では、レーザーマイクロ ARPES[2]を用いたノード方向の電子状態や多体相互作用の空間不均一性に関する研究成果[3]や、BL-28A の放射光マイクロ ARPES[4]を用いたアンチノード方向の電子状態や超伝導ギャップの不均一性に関する研究成果[5]を紹介する。

本研究は、上野哲朗、宮井雄大、石田茂之、小澤健一、吉田吉行、永崎洋、相浦義弘、島田賢也との共同研究である（敬称略）。

[1] K. McElroy *et al.*, Phys. Rev. Lett. **94**, 197005 (2005).

[2] H. Iwasawa *et al.*, Ultramicroscopy **182**, 85-91 (2017).

[3] H. Iwasawa *et al.*, Phys. Rev. Res. **5**, 043266 (2023).

[4] M. Kitamura *et al.*, Rev. Sci. Instrum. **93**, 033906 (2022).

[5] Y. Miyai, H. Iwasawa *et al.*, Sci. Technol. Adv. Mater. in press.