

強相関酸化物 SrVO₃ 金属量子井戸状態における異常有効質量増大の起源 Origin of Anomalous Mass Enhancement in Metallic Quantum Well States of Strongly Correlated Oxide SrVO₃

小林正起^{1,*}, 吉松公平^{1,2}, 坂井延寿¹, 北村未歩¹, 堀場弘司¹, 藤森淳², 組頭広志¹

¹高エネルギー加速器研究機構放射光科学研究施設, 〒305-0801 つくば市大穂 1-1

²東京大学大学院理学系研究科, 〒113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1

Masaki Kobayashi^{1,*}, Kouhei Yoshimatsu^{1,2}, Enju Sakai¹, Miho Kitamura¹, Koji Horiba¹,
Atsushi Fujimori², and Hiroshi Kumigashira¹

¹Photon Factory, Institute of Materials Structure Science, KEK, 1-1 Oho, Tsukuba 305-0801, Japan

²Department of Physics, University of Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8656, Japan

1 はじめに

酸化物ヘテロ構造における強相関電子の量子閉じ込めは、酸化物エレクトロニクスへの応用[1]だけでなく、低次元強相関電子系の基礎的な理解[2]への興味のため、注目を集めている。近年、強相関酸化物 SrVO₃ を用いた量子井戸 (QW) 構造において、強相関電子の量子閉じ込めによる金属 QW 状態が発見された[3]。この強相関電子の量子化状態では、従来の金属 QW 状態では見られない、サブバンド構造における異常な有効質量の増大が報告されている。今回我々は、サブバンドに依存した有効質量増大の起源を調べるために、SrVO₃ QW 構造におけるその場 (*in-situ*) 角度分解光電子分光 (ARPES) をを行い、得られた ARPES スペクトルの詳細な形状解析を行ったので報告する。

2 実験

実験は BL-28A に設置した *in-situ* ARPES - レーザー分子線エピタキシー (MBE) 複合装置を用いて行った。SrVO₃ 極薄膜は Nb:SrTiO₃ (Nb = 0.05 wt%) (001)基板上に作製した。SrVO₃ 超薄膜の膜厚は高速電子線回折スポットの強度振動により原子レベルで制御した。ARPES 測定は直線偏光を用いて光エネルギー 80 eV、測定温度 20 K で行った。スペクトルの全エネルギー分解能は約 30 meV に設定した。

3 結果および考察

図 1 に 6 ML の SrVO₃ 超薄膜における ARPES 像を示す。量子数 $n = 1$ と 2 のサブバンドを比較すると、 $n = 2$ のサブバンドの曲率 (有効質量) が $n = 1$ のものに比べて小さく (重く) なっていることが見て取れる。このサブバンドに依存した有効質量増大の起源について知見を得るために、ARPES スペクトルの形状解析を行った。ARPES イメージを運動量方向に切り出した運動量分布曲線 (MDC) のピーク幅は、自己エネルギーに関連することがよく知られている[4]。そこで、図 1 に示すように MDC 幅を

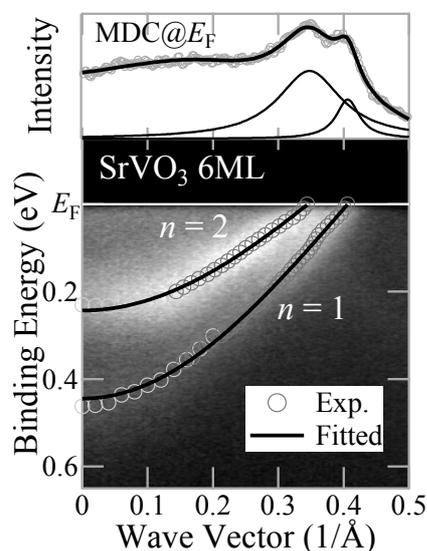


図 1. SrVO₃ QW (6 ML) 構造の ARPES 像と MDC 幅の見積り。

求め、SrVO₃ QW 構造におけるサブバンド毎の自己エネルギーの大きさを見積った。その結果、サブバンドの量子数 n 及び量子井戸幅に依存して、電子間相互作用が変化していることを見出した。また、その大きさは量子化準位のエネルギー位置と正の相関を示すことが明らかとなった。このことは、SVO 金属 QW 状態における異常有効質量増大が電子間相互作用に起因していることを示している。

参考文献

- [1] H. Y. Hwang *et al.*, Nat. Mater. **11**, 103 (2012).
- [2] M. Imada *et al.*, Rev. Mod. Phys. **70**, 1039 (1998).
- [3] K. Yoshimatsu *et al.*, Science **333**, 319 (2011).
- [4] T. Valla *et al.*, Science **285**, 2110 (1999).

* masakik@post.kek.jp