

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 28 日現在

機関番号：82118

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2015

課題番号：26870843

研究課題名(和文) 強相関遷移金属酸化量子井戸を用いた電子構造制御による新奇量子物性探索

研究課題名(英文) Investigation of novel quantum property by controlling electronic structure in strongly-correlated oxide quantum well

研究代表者

小林 正起 (Kobayashi, Masaki)

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構・物質構造科学研究所・特任助教

研究者番号：30508198

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：近年、強相関遷移金属酸化物SrVO<sub>3</sub>極薄膜において、膜厚方向に伸びたd軌道由来のバンドが量子化する金属量子井戸(QW)状態が発見された。本研究は、薄膜構造によりこのQW状態の波動関数を制御することで、強相関金属QWを用いた超格子などのデバイス展開に向けた、新たな量子物性の探索及び物質設計の基盤を築くことを目的とした。

その目的のため、SrVO<sub>3</sub>極薄膜や多層膜構造におけるQW状態を角度分解光電子分光により調べた。実験結果は、SrVO<sub>3</sub> QW状態に対してARPESによる電子構造解析が非常に有効であり、SrVO<sub>3</sub>多層膜構造を用いることでQW状態(強相関波動関数)を制御可能なことを明らかにした。

研究成果の概要(英文)：Recently, metallic quantum well (QW) states in strongly correlated oxide SrVO<sub>3</sub> ultra-thin films, where bands derived from d orbitals expanding the surface-normal direction are quantized. In this study, in order to investigate new novel quantum property and make a foundation of material design for development of device and/or superlattice using the metallic QW structure, we have manipulated wave function of the QW states by means of thin-film structure.

For the purpose, we have studied the QW states in SrVO<sub>3</sub> ultra-thin films and multi-layer structures by angle-resolved photoemission spectroscopy (ARPES). The obtained results indicate that the analysis for the electronic structure using ARPES is a powerful tool for the SrVO<sub>3</sub> QW states and the QW states are engineered by means of SrVO<sub>3</sub> multi-layer structure.

研究分野：固体物理

キーワード：強相関電子系 角度分解光電子分光 薄膜 放射光 遷移金属酸化物 量子井戸

1. 研究開始当初の背景

強相関遷移金属酸化物は、高温超伝導や巨大磁気抵抗効果など興味深い物性を示す物質群であり、長い間国内外において精力的に研究が進められている。その中でもペロブスカイト  $ABO_3$  ( $A$ :IA-IIIB 族,  $B$ :遷移金属) 化合物を用いた薄膜試料では、構造を保ったまま異なる組成を堆積させたヘテロ構造 ( $ABO_3$ - $A'B'O_3$ ) や超格子 ( $(ABO_3$ - $A'B'O_3$ ) の繰り返し) を作製することが可能であり (図 1) 層間の相互作用を介してその界面または全体としてバルク単体とは異なる物性を人工的に制御することが出来る。

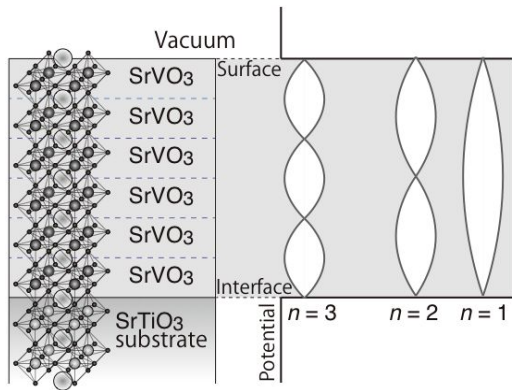


図 1. SrVO<sub>3</sub> 極薄膜における QW 状態. 右は QW 状態の波動関数を表す.

我々のグループは、放射光を利用して薄膜試料の電子構造を光電子分光により調べている。そして、角度分解光電子分光 (ARPES) を用いて、ペロブスカイト構造を持つ強相関遷移金属酸化物 SrVO<sub>3</sub> 薄膜試料の膜厚を 10 層以下程度にすると、膜厚方向に伸びた  $d$  軌道が選択的に量子化される現象を発見した (Yoshimatsu *et al.*, Science 2011)。強相関酸化物薄膜における金属量子井戸状態の観測は世界初であり、量子井戸状態を用いた酸化物機能性デバイスへの応用が期待される。また、基礎的な観点では、SrVO<sub>3</sub> 量子井戸状態は膜厚や量子数に依存した有効質量の変化を示し、強相関電子の量子閉じ込め効果に関する知見が得られることが期待される。

申請者は、SrVO<sub>3</sub> 量子井戸状態の基礎的な性質を明らかにすることを目的として、SrVO<sub>3</sub> 極薄膜における研究を進めてきた。特に膜厚・量子数に依存した異常な有効質量変化の原因究明のために、ARPES スペクトルの詳細な解析を行ってきた。これまでの研究から SrVO<sub>3</sub> 量子井戸状態に関して得られた実験結果を以下に示す：

- 量子数  $n$  が増えると、 $d$  軌道由来の  $t_{2g}$  バンドの面内の有効質量が重くなる (Yoshimatsu *et al.*, Science 2011)。
- 同じ量子数でも、膜厚が薄くなると  $t_{2g}$  バンドの有効質量が重くなる (Yoshimatsu *et al.*, Science 2011)。
- SrVO<sub>3</sub>/SrTiO<sub>3</sub> と SrTiO<sub>3</sub>/SrVO<sub>3</sub>/SrTiO<sub>3</sub> 構造の量子井戸状態を比較することで、

SrTiO<sub>3</sub> が良いポテンシャル障壁として働くことを明らかにした (Yoshimatsu, Kobayashi *et al.*, Phys. Rev. B 2013)。  
量子井戸状態からさらに膜厚を薄くして 2ML に達すると金属絶縁体転移 (MIT) を示す (Yoshimatsu *et al.*, Phys. Rev. Lett. 2010)

2. 研究の目的

これまでの成果から、SrVO<sub>3</sub> 量子井戸状態の基礎的な性質の理解が深まった。しかしながら、現実に金属量子井戸状態を利用した物質設計並びに新たな量子物性を探索する場合、半導体量子井戸のように、多層膜や超格子、多量子井戸構造を作製する必要があると考えられる。**本研究では、薄膜構造により波動関数を制御することで、強相関酸化物金属量子井戸状態を用いた超格子などのデバイスへの展開に向けた、新しい量子物性の探索及び物質設計の基盤を築くことを目的とする。** SrVO<sub>3</sub> に対して SrTiO<sub>3</sub> 層が良いポテンシャル障壁となるため (Yoshimatsu, Kobayashi, *et al.*, Phys. Rev. B 2013) 金属量子井戸-絶縁体の組み合わせである SrVO<sub>3</sub>/SrTiO<sub>3</sub> を主な研究対象とした。また、多層膜構造の作製に先立って、MIT 近傍における電子状態の変化を ARPES により調べた。

3. 研究の方法

本研究は、Photon Factory のビームライン BL-2A に設置された ARPES 測定用真空槽と、薄膜作製用真空槽を繋げた *in-situ* ARPES システムを用いる (Horiba *et al.*, Rev. Sci. Instrum. 2003)。BL-2A は 2014 年度より真空紫外領域 (~20 eV) から軟 X 線 (~2 keV) までの広い領域の光のエネルギーを用いることが可能で、高分解能 ARPES と共鳴光電子分光を測定することが出来るため、 $3d$  遷移金属を含む (単結晶) 物質の光電子分光に非常に適している。薄膜作製には高エネルギー電子線回折観測とパルスレーザー堆積法を組み合わせた Laser Molecular Beam Epitaxy (MBE) 法を用いた。申請者は薄膜の作製、ARPES 測定から解析までを一貫して行った。

4. 研究成果

SrVO<sub>3</sub> 金属 QW 状態の基礎的な性質や QW 状態の制御を目指し、SrVO<sub>3</sub> 極薄膜や多層膜構造における QW 状態を ARPES により調べてきた。これまでの研究から、SrVO<sub>3</sub> QW 状態に関して次の実験結果が得られた。

(1) サブバンドに依存した異常な有効質量増大の起源 (M. Kobayashi *et al.*, Phys. Rev. Lett. (2015))

SrVO<sub>3</sub> QW 状態は、量子化準位に対応したサブバンド構造を示す。このサブバンドに依存して、QW 状態の面内の有効質量が重くなる現象が見出されていた。この異常な有効質量増大の起源を解明するために、ARPES の解析から自己エネルギーの変化を調べた。その

結果、有効質量増大は電子相関の大きさを反映していることを明らかにした。これは、本来2次元的な  $d_{yz}/d_{zx}$  軌道が量子化した、**擬1次元的な QW 状態**の性質に起因していることを明らかにした。

(2) 金属絶縁体転移近傍におけるフェル液体状態の破綻

(M. Kobayashi *et al.*, to be submitted)

SrVO<sub>3</sub> 極薄膜は 1 nm 以下の厚さ (2 ML) にすることで、金属絶縁体転移 (MIT) を起こすことが報告されている (K. Yoshimatsu *et al.*, Phys. Rev. Lett. (2011))。そこで、MIT 近傍で QW 状態がどのように変化するかを調べた。図2に MIT 近傍の膜厚における自己エネルギーの結合エネルギー依存性  $\text{Im}\Sigma(\omega)$  を示す。この結果は、QW 状態が、MIT 臨界膜厚近傍では、バルクと同様のフェルミ液体 (FL) から非フェルミ液体 (NFL) への変化を示唆しており、FL から NFL への移り変わりは **MIT 近傍における量子臨界点 (OCP)** の存在を暗示する。よって、MIT 近傍の QW 状態を調べることで、OCP に関連する超伝導等の量子物性に関して重要な知見が得られると考えられる。

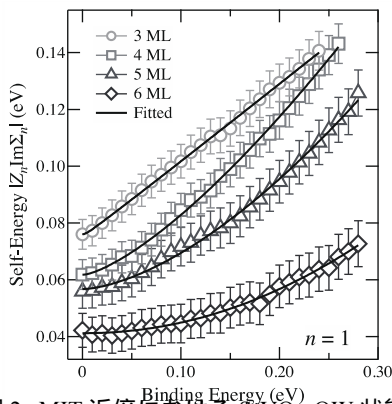


図2. MIT 近傍における SrVO<sub>3</sub> QW 状態の  $\text{Im}\Sigma(\omega)$  .

(3) SrVO<sub>3</sub> 量子井戸を用いた多層膜構造における強相関波動関数の制御 (M. Kobayashi *et al.*, to be submitted)

ペロブスカイト酸化物では、異なる組成を堆積させたヘテロ構造を作製することが可能である。そこで、SrVO<sub>3</sub> QW の間に SrTiO<sub>3</sub> 絶縁層を挟んだ三層構造 SrVO<sub>3</sub>(*n*ML)/SrTiO<sub>3</sub>(2ML)/SrVO<sub>3</sub>(8-*n*ML) (VTV) を作製し、SrVO<sub>3</sub> 層間の相互作用による QW 状態の変化を ARPES により調べた。VTV では、上下の SrVO<sub>3</sub> 層間の相互作用により、単膜とは異なる状態になり、ポテンシャルの高い絶縁層に節を持つような波動関数が存在することが分かった(図3(a))。また、単膜では 2 ML で絶縁化するが、上層 SrVO<sub>3</sub> 2 ML が下層 SrVO<sub>3</sub> 6 ML と繋がることで金属化し、間に挟む SrTiO<sub>3</sub> 層を 10 ML にすることで上層 SrVO<sub>3</sub> 2 ML が絶縁化することを見出した(図3(b))。この結果は、**等温・等圧・等電子密度、かつゼロ外場条件下での金属絶縁体転移であり、**

前例がない現象である。

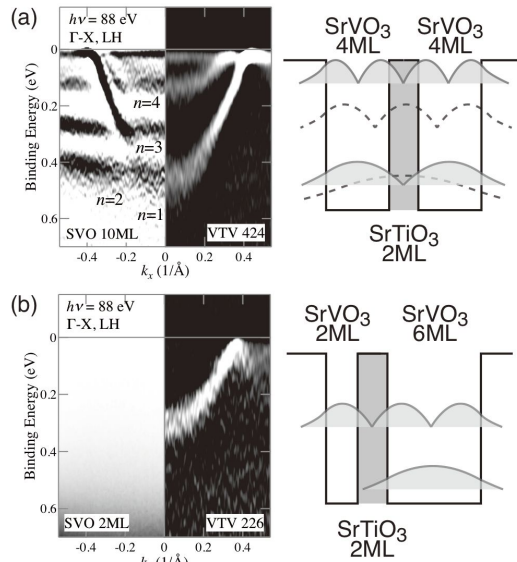


図3. SrVO<sub>3</sub>/SrTiO<sub>3</sub>/SrVO<sub>3</sub> 三層構造 (VTV) における QW 状態の変化 . (a) *n* = 4, (b) *n* = 2 の場合をそれぞれに示す .

これまでの成果から、SrVO<sub>3</sub> QW 状態に対して ARPES による電子構造解析が非常に有効であり、SrVO<sub>3</sub> 多層膜構造を用いて QW 状態 (強相関波動関数) を制御可能なことを明らかにした。

5 . 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 26 件)

- S. Nemšák, G. Conti, A. X. Gray, G. K. Palsson, C. Conlon, D. Eiteneer, A. Keqi, A. Rattanachata, A. Y. Saw, A. Bostwick, L. Moreschini, E. Rotenberg, V. N. Strocov, M. Kobayashi, T. Schmitt, W. Stolte, S. Ueda, K. Kobayashi, A. Gloskovskii, W. Drube, C. A. Jackson, P. Moetakef, A. Janotti, L. Bjaalie, B. Himmetoglu, C. G. Van de Walle, S. Borek, J. Minar, Braun, H. Ebert, L. Plucinski, J. B. Kortright, C. M. Schneider, L. Balents, F. M. F. de Groot, S. Stemmer, and C. S. Fadley, “Energetic, spatial, and momentum character of the electronic structure at a buried interface: The two-dimensional electron gas between two metal oxides”, Phys. Rev. B 93, 245103 (2016), 査読あり, DOI: 10.1103/PhysRevB.93.245103
- S. Kawasaki, R. Takahashi, T. Yamamoto, M. Kobayashi, H. Kumigashira, J. Yoshinobu, F. Komori, A. Kudo, M. Lippmaa, “Photoelectronchemical water splitting enhanced by self-assembled metal nanopillars embedded in an oxide

- semiconductor photoelectrode”, Nat. Comm. 7, 11818-1-6 (2016), 査読あり, DOI: 10.1038/ncomms11818
- T. Suetsugu, Y. Shimazu, T. Tsuchiya, M. Kobayashi, M. Minohara, E. Sakai, K. Horiba, H. Kumigashira, and T. Higuchi, “Metal-Insulator Transition Valence-Controlled VO<sub>2</sub> Thin Film Prepared by RF Magnetron Sputtering Using Oxygen Radical”, Jpn. J. Appl. Phys. 55, 06GJ11-1-4 (2016), 査読あり, DOI: 10.7567/JJAP.55.06GJ11
- K. Kawamura, N. Suzuki, T. Tsuchiya, Y. Shimazu, M. Minohara, M. Kobayashi, K. Horiba, H. Kumigashira, and T. Higuchi, “Electrical and Structural Properties of TiO<sub>2-d</sub> Thin Film with Oxygen Vacancies Prepared by RF Magnetron Sputtering Using Oxygen Radical”, Jpn. J. Appl. Phys. 55, 06GJ08-1-4 (2016), 査読あり, DOI: 10.7567/JJAP.55.06GJ08
- K. Kawamura, N. Suzuki, T. Tsuchiya, S. Yamaguchi, M. Ochi, T. Suetsugu, M. Minohara, M. Kobayashi, K. Horiba, H. Kumigashira, and T. Higuchi, “Electronic Structure of c-axis Controlled a-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Thin Film Probed by Soft-X-Ray Spectroscopy”, Jpn. J. Appl. Phys. 55, 06GJ04-1-4 (2016), 査読あり, DOI: 10.7567/JJAP.55.06GJ04
- M. Ochi, T. Tsuchiya, S. Yamaguchi, T. Suetsugu, N. Suzuki, M. Kobayashi, M. Minohara, K. Horiba, H. Kumigashira, and T. Higuchi, “Electrical and Structural Properties of BaCe<sub>0.85</sub>Ru<sub>0.05</sub>Y<sub>0.10</sub>O<sub>3-d</sub> Thin Film Prepared by RF Magnetron Sputtering”, Jpn. J. Appl. Phys. 55, 06GJ02-1-5 (2016), 査読あり, DOI: 10.7567/JJAP.55.06GJ02
- T. Yoshida, M. Kobayashi, K. Yoshimatsu, H. Kumigashira, A. Fujimori, “Correlated electronic states of SrVO<sub>3</sub> revealed by angle-resolved photoemission spectroscopy”, J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom. 208, 11-16 (2016), 査読あり, DOI: 10.1016/j.elspec.2015.11.012
- M. Kitamura, K. Horiba, M. Kobayashi, E. Sakai, M. Minohara, T. Mitsushashi, A. Fujimori, H. Fujioka, and H. Kumigashira, “Spatial distribution of the transferred charge across the heterointerface between perovskite transition metal oxides LaNiO<sub>3</sub> and LaMnO<sub>3</sub>”, Appl. Phys. Lett. 108, 111603-1-5 (2016), 査読あり, DOI: 10.1063/1.4944418
- K. Horiba, M. Kitamura, K. Yoshimatsu, M. Minohara, E. Sakai, M. Kobayashi, A. Fujimori, and H. Kumigashira, “Isotropic Kink and Quasiparticle Excitation in the Three-Dimensional Perovskite Manganite La<sub>0.6</sub>Sr<sub>0.4</sub>MnO<sub>3</sub>”, Phys. Rev. Lett. 116, 076401-1-5 (2016), 査読あり, DOI:10.1103/PhysRevLett.116.076401
- M. Ochi, T. Tsuchiya, S. Yamaguchi, T. Suetsugu, N. Suzuki, M. Kobayashi, M. Minohara, K. Horiba, H. Kumigashira, and T. Higuchi, “Electron-ion mixed conduction of BaCe<sub>0.90</sub>Y<sub>0.10</sub>O<sub>3-d</sub> thin film generated by Ru substitution”, J. Phys. Soc. Jpn 85, 034705-1-5 (2016), 査読あり, DOI: 10.7566/JPSJ.85.034705
- S. Sakamoto, L. D. Anh, P. N. Hai, G. Shibata, Y. Takeda, M. Kobayashi, Y. Takahashi, T. Koide, M. Tanaka, and A. Fujimori, “Magnetization process of the *n*-type ferromagnetic semiconductor (In,Fe)As:Be studied by x-ray magnetic circular dichroism”, Phys. Rev. B 93, 035203-1-6 (2016), 査読あり, DOI: 10.1103/PhysRevB.93.035203
- H. Suzuki, G. Q. Zhao, K. Zhao, B. J. Chen, M. Horio, K. Kobayashi, J. Xu, M. Kobayashi, M. Minohara, E. Sakai, K. Horiba, H. Kumigashira, B. Gu, S. Maekawa, Y. J. Uemura, C. Q. Jin, and A. Fujimori, “Fermi surfaces and *p*-*d* hybridization in the diluted magnetic semiconductor Ba<sub>1-x</sub>K<sub>x</sub>(Zn<sub>1-y</sub>Mn<sub>y</sub>)<sub>2</sub>As<sub>2</sub> studied by soft x-ray angle-resolved photoemission spectroscopy”, Phys. Rev. B 92, 235120-1-5 (2015), 査読あり, DOI: 10.1103/PhysRevB.92.235120
- T. Higuchi, T. Owaku, Y. Iida, E. Sakai, M. Kobayashi, and H. Kumigashira, “Proton conduction of BeCe<sub>0.9</sub>Y<sub>0.10</sub>O<sub>3-δ</sub> thin film with lattice distortion”, Solid State Ionic 270, 1-5 (2014), 査読あり, DOI: 10.1016/j.ssi.2014.11.016
- K. Sawada, D. Ootsuki, K. Kudo, D. Mitsuoka, M. Nohara, T. Noda, K. Horiba, M. Kobayashi, K. Ono, H. Kumigashira, N. L. Saini, and T. Misokawa, “Coexistence of Bloch electrons and glassy electrons in Ca<sub>10</sub>(Ir<sub>4</sub>As<sub>8</sub>)(Fe<sub>2-x</sub>Ir<sub>x</sub>As<sub>2</sub>)<sub>5</sub> revealed by angle-resolved photoemission spectroscopy”, Phys. Rev. B 89, 220508-1-5 (2014), 査読あり, DOI: 10.1103/PhysRevB.89.220508
- M. Kitamura, M. Kobayashi, E. Sakai, R. Takahashi, M. Lippmaa, K. Horiba, H. Fujioka, and H. Kumigashira, “Determination of band diagram for a *p*-*n* junction between Mott insulator LaMnO<sub>3</sub> and band insulator Nb:SrTiO<sub>3</sub>”, Appl. Phys. Lett. 106, 06605-1-5 (2015), 査読あり, DOI: 10.1063/1.4908570
- H. Yamada, A. Tsurumaki-Fukuchi, M. Kobayashi, T. Nagai, Y. Toyosaki, H. Kumigashira, and A. Sawa, “Strong Surface-Termination Effect on Electroresistance in Ferroelectric Tunnel

- Junctions”, *Adv. Func. Mater.* 1-7 (2015), 査読あり, DOI: 10.1002/adfm.201500371
- M. Kobayashi, K. Yoshimatsu, E. Sakai, M. Kitamura, K. Horiba, A. Fujimori, and H. Kumigashira, “Origin of the anomalous mass renormalization in metallic quantum well states of strongly correlated oxide SrVO<sub>3</sub>”, arXiv preprint server, 1-5 (2014), 査読なし
- M. Kobayashi, I. Muneta, Y. Takeda, Y. Harada, A. Fujimori, J. Krempasky, T. Schmitt, S. Ohya, M. Tanaka, M. Oshima, and V. N. Strocov, “Unveiling the impurity band inducing ferromagnetism in magnetic semiconductor (Ga,Mn)As”, *Phys. Rev. B* 89, 205204-1-8 (2014), 査読あり, DOI: 10.1103/PhysRevB.89.205204
- M. Kobayashi, L. D. Anh, P. N. Hai, Y. Takeda, S. Sakamoto, T. Kadono, T. Okane, Y. Saitoh, H. Yamagami, Y. Harada, M. Oshima, M. Tanaka, and A. Fujimori, “Spin and orbital magnetic moments of Fe in the n-type ferromagnetic semiconductor (In,Fe)As”, *Appl. Phys. Lett.* 105, 032403-1-4 (2014), 査読あり, DOI: 10.1063/1.4890733
- S. Yamaguchi, Y. Tasaki, M. Kobayashi, K. Horiba, H. Kumigashira, and T. Higuchi, “Electronic structure and oxygen ion conductivity of as-deposited Ce<sub>0.90</sub>Sm<sub>0.1</sub>O<sub>2-δ</sub> thin film prepared by RF magnetron sputtering”, *Jpn. J. Appl. Phys.* 54, 06FJ04-1-5 (2015), 査読あり, DOI: 10.7567/JJAP.54.06FJ04
- 21 K. Usui, S. Yamaguchi, N. Suzuki, Y. Shimatzu, T. Tsuchiya, E. Sakai, M. Kobayashi, K. Horiba, H. Kumigashira, and T. Higuchi, “Electronic structure of Ti<sub>1-x</sub>Fe<sub>x</sub>O<sub>2-δ</sub> thin films with oxygen vacancies probed by soft X-ray spectroscopy”, *J. Appl. Phys.* 54, 06FJ07-1-5 (2015), 査読あり, DOI: 10.7567/JJAP.54.06FJ07
- 22 Y. Shimazu, T. Okumura, T. Tsuchiya, A. Shimada, K. Tanabe, K. Tokiwa, M. Kobayashi, K. Horiba, H. Kumigashira, and T. Higuchi, “Metal-Insulator Transition of c-Axis-Controlled V<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Thin Film”, *J. Phys. Soc. Jpn.* 84, 064701-1-5 (2015), 査読あり, DOI: 10.7566/JPSJ.84.064701
- 23 M. Kobayashi, K. Yoshimatsu, E. Sakai, M. Kitamura, K. Horiba, A. Fujimori, and H. Kumigashira, “Origin of the anomalous mass renormalization in metallic quantum well states of strongly correlated oxide SrVO<sub>3</sub>”, *Phys. Rev. Lett.* 115, 076801-1-5 (2015), 査読あり, DOI: 10.1103/PhysRevLett.115.076801
- 24 M. Kitamura, M. Kobayashi, E. Sakai, R. Takahashi, M. Lippmaa, K. Horiba, H. Fujioka, and H. Kumigashira, “Determination of band diagram for a p-n junction between Mott insulator LaMnO<sub>3</sub> and band insulator Nb:SrTiO<sub>3</sub>”, *Appl. Phys. Lett.* 106, 06605-1-5 (2015), 査読あり, DOI: 10.1063/1.4908570
- 25 K. Sawada, D. Ootsuki, K. Kudo, D. Mitsuoka, M. Nohara, T. Noda, K. Horiba, M. Kobayashi, K. Ono, H. Kumigashira, N. L. Saini, and T. Misokawa, “Coexistence of Bloch electrons and glassy electrons in Ca<sub>10</sub>(Ir<sub>4</sub>As<sub>8</sub>)(Fe<sub>2-x</sub>Ir<sub>x</sub>As<sub>2</sub>)<sub>5</sub> revealed by angle-resolved photoemission spectroscopy”, *Phys. Rev. B* 89, 220508-1-5 (2014), 査読あり, DOI: 10.1103/PhysRevB.89.220508
- 26 T. Higuchi, A. Oda, T. Tsuchiya, T. Suetsugu, N. Suzuki, S. Yamaguchi, M. Minohara, M. Kobayashi, K. Horiba, and H. Kumigashira, “Hole-ion Mixed Conduction of Orientation-Controlled BaPrO<sub>3-δ</sub> Thin Film with Mixed Valence States”, *J. Phys. Soc. Jpn.* 84, 114708-1-5 (2015), 査読あり, DOI: 10.7566/JPSJ.84.114708
- [学会発表](計 12 件)
- M. Kobayashi, “Spectroscopy of oxide quantum wells” (invited talk), Energy Materials Nanotechnology Prague Meeting, 21<sup>st</sup>-24<sup>th</sup> June 2016, Prague (Czech Republic)
- 小林正起, 吉松公平, 三橋太一, 坂井延寿, 北村未歩, 湯川龍, 簀原誠人, 藤森淳, 堀場弘司, 組頭広志, “強相関金属参加物 SrVO<sub>3</sub> 量子井戸における金属-絶縁体転移近傍のフェルミ液体破綻”, 日本物理学会 第 71 回年次大会, 2016 年 3 月 19 日- 22 日, 東北学院大学 泉キャンパス (仙台 宮城県)
- 小林正起, “強相関酸化物 SrVO<sub>3</sub> 金属量子井戸状態における異常な有効質量増大の起源 (招待講演)”, 2015 年度量子ビームサイエンスフェスタ, 2016 年 3 月 15 日-16 日, つくば国際会議場 (つくば 茨城県)
- 小林正起, 吉松公平, 坂井延寿, 北村未歩, 堀場弘司, 藤森淳, 組頭広志, “元素戦略ビームライン BL-2A における酸化物の機能評価~新奇量子デバイスに向けて~”, 第 2 回元素先着プロジェクト<研究拠点形成型>/大型施設連携シンポジウム -局所構造制御で物質から材料へ-, 2016 年 1 月 21 日-22 日, 東京大学本郷キャンパス (文京区 東京都)
- 小林正起, 吉松公平, 三橋太一, 坂井延寿, 北村未歩, 湯川龍, 簀原誠人, 藤森淳, 堀場弘司, 組頭広志, “強相関酸化物 SrVO<sub>3</sub> 量子井戸状態の金属絶縁体転移近傍における振る舞い”, 第 29 回日本放

射光学会、2016年1月9日～11日、東京大学柏の葉キャンパス駅前サテライト（柏市 千葉県）

M. Kobayashi, K. Yoshimatsu, E. Sakai, M. Kitamura, K. Horiba, A. Fujimori, and H. Kumigashira, “Origin of the Anomalous Mass Renormalization in Metallic Quantum Well States of Correlated Oxide SrVO<sub>3</sub>”, STAC-9 & TOEO-9, 19<sup>th</sup> – 21<sup>st</sup> Oct. 2015, Tsukuba (Ibaraki)

M. Kobayashi, K. Yoshimatsu, E. Sakai, M. Kitamura, K. Horiba, A. Fujimori, and H. Kumigashira, “Origin of the Anomalous Mass Renormalization in Metallic Quantum Well States of Correlated Oxide SrVO<sub>3</sub>”, The 13<sup>th</sup> International Conference on Electron Spectroscopy and Structure: ICES-15, 28<sup>th</sup> Sept.-2<sup>nd</sup> Oct. 2015, New York (US)

M. Kobayashi, K. Yoshimatsu, E. Sakai, M. Kitamura, K. Horiba, A. Fujimori and H. Kumigashira, “Origin of the Anomalous Mass Renormalization in Metallic Quantum Well States of Correlated Oxide SrVO<sub>3</sub>”, XXII Congres general Societe Francaise de Physique, 2015 Aug. 24<sup>th</sup>-28<sup>th</sup>, Strasbourg (France)

M. Kobayashi and H. Kumigashira, “Origin of the Anomalous Mass Enhancement of the Subbands in Strongly-Correlated Oxide Quantum Well Structure”, 2015 Collaborative Conference on 3D and Materials Research (invited talk), 2015, June 15<sup>th</sup>-19<sup>th</sup>, 釜山 (韓国)

小林正起, 吉松公平, 坂井延寿, 北村未歩, 堀場弘司, 藤森淳, 組頭広志, “強相関金属酸化物 SrVO<sub>3</sub> 薄膜における金属絶縁体転移近傍の振る舞い”, 日本物理学会 第70回年次大会, 2015年3月21～24日, 早稲田大学 早稲田キャンパス (新宿区 東京都)

小林正起, “超高分解能なんX線発行分光を用いた磁性半導体の電子構造解析”, 第28回日本放射光学会, 2016年1月10日～12日, 立命館大学びわこ・くさつキャンパス (草津市 滋賀県)

小林正起, 吉松公平, 坂井延寿, 北村未歩, 堀場弘司, 藤森淳, 組頭広志, “強相関酸化物 SrVO<sub>3</sub> の金属量子井戸状態における異常な有効質量増大の起源”, 第28回日本放射光学会, 2016年1月10日～12日, 立命館大学びわこ・くさつキャンパス (草津市 滋賀県)

〔図書〕(計 1 件)

小林正起、放射光 Vol.28 No2, 5 ページ (2015), 日本放射光学会

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

取得状況 (計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

homepage:

<https://sites.google.com/site/masakikobayashi0620/home>

組頭研究室：<http://oxides.kek.jp/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

小林 正起 (KOBAYASHI, Masaki)

高エネルギー加速器研究機構・物質構造科学研究所・特任助教

研究者番号：30508198

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号：

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：