

1 物性実験

1.1 藤森研究室

藤森研究室では、角度分解光電子分光 (angle-resolved photoemission spectroscopy: ARPES), 軟 X 線磁気円二色性 (soft x-ray magnetic circular dichroism: XMCD) 測定等の放射光分光実験により、高温超伝導、スピントロニクス材料、薄膜・界面の電子状態の研究を行っている。遷移金属酸化物、遷移金属化合物、強磁性半導体、強磁性合金が示す超伝導、金属-絶縁体転移、磁気異方性、界面における新奇物性等の発現機構解明をめざしている。紫外光から X 線に至る放射光源 (KEK フォトンファクトリー, SPring-8, スタンフォード放射光, 広島大放射光, 台湾放射光), レーザー光源 (物性研), 実験室光源 (本郷) を用いて実験を行っている。

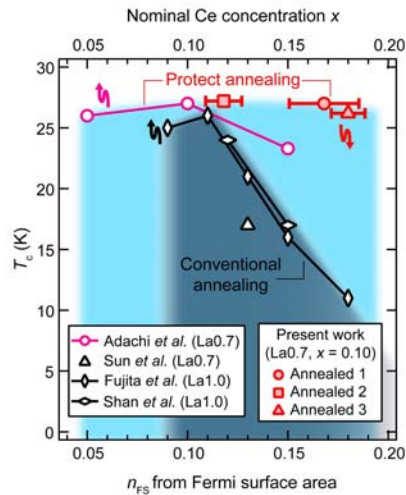
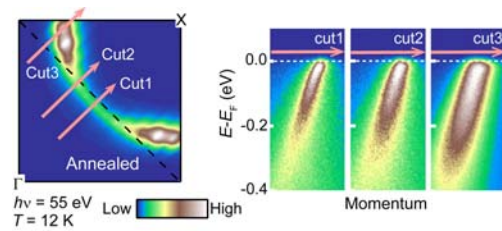


図 1.1.1: ARPES で観測した電子ドーパ型銅酸化物高温超伝導体 $\text{Pr}_{1.3-x}\text{La}_{0.7}\text{Ce}_x\text{CuO}_{4-\delta}$ のバンド分散 (右上図) とフェルミ面 (左上図)。”プロテクトアニール法”により超伝導を妨げる頂点酸素を完全に除去した結果、アニール前に見えた反強磁性に由来する擬ギャップが完全に消滅している。(下図)超伝導臨界温度 T_c の電子キャリアー濃度依存性。プロテクトアニール法により広い濃度範囲にわたって従来よりも高い T_c が維持されており, T_c の最高値も上昇していることがわかる [15]。

た試料で従来よりも広い濃度範囲にわたって高い T_c が維持されていることを明らかにした [15]。

1.1.1 高温超伝導

銅酸化物における高温超伝導は、その発見以来 20 年余りにわたって多くの研究が積み重ねられてきたが、今だに機構解明に至らない世紀を超えた難問である。また、近年発見された鉄系高温超伝導体は、銅酸化物と多くの共通点を持つ一方で、多くの相違点も有している。我々は、これらの超伝導物質における超伝導発現機構解明と、擬ギャップ等の異常な物性の発現機構の解明を目指して、角度分解光電子分光 (ARPES) を用いて電子状態を調べている。

プロテクトアニールした電子ドーパ型銅酸化物超伝導体

近年、電子ドーパ型銅酸化物高温超伝導体を特殊な方法で還元アニールすることによって超伝導を妨げる頂点酸素を完全に除去すれば、キャリアドーパに必要とされていた Ce 置換を行わずに超伝導を実現できることが明らかになってきている。最近バルク結晶でも、“プロテクトアニール”という還元方法で頂点酸素を取り除き、従来より少ない Ce 置換量で高温超伝導が実現できている。我々は、プロテクトアニールした電子ドーパ型超伝導体 $\text{Pr}_{1.3-x}\text{La}_{0.7}\text{Ce}_x\text{CuO}_{4-\delta}$ の ARPES 測定を行い、アニール前に見えた反強磁性に由来する擬ギャップが完全に消滅していることを見出した。また、フェルミ面の面積から電子キャリアー濃度を正確に見積り、プロテクトアニールし

鉄系超伝導体母物質の異方的な電子構造

鉄系高温超伝導体の低ドーパ領域における結晶構造や電気伝導の面内異方性は、超伝導機構と関連して大きな注目を集めてきた。Ba($\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x$)₂As₂ における電気伝導の面内異方性の原因として、母体の電子構造の異方性が不純物 (Co) の異方性か、ホットな議論が続いてきた。我々は、等電子置換系である Ba($\text{Fe}_{1-x}\text{Ru}_x$)₂As₂ の電気抵抗測定と ARPES 測定をおこない、電子構造の面内異方性を調べた。その結果、Co 置換試料と同様の電気抵抗の面内異方性が弱いながらも観測され、Ru 置換量に比例して増大することも確認した。ARPES スペクトルは少量の Ru 置換では母体のものから変化せず、電子構造の異方性よりも Ru 不純物の異方性が電気伝導の面内異方性の原因であるという見方を支持した [10]。

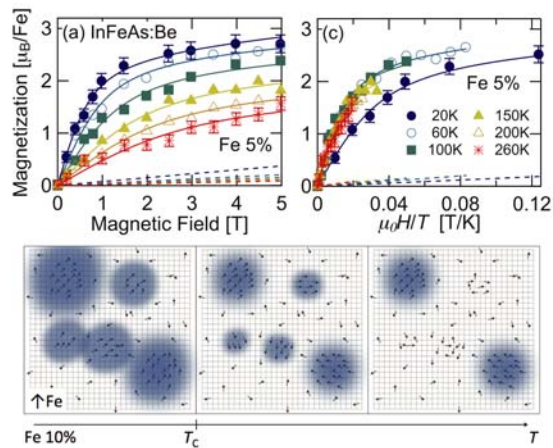


図 1.1.2: InAs(001) 基板上に成長した n 型強磁性半導体 $\text{In}_{1-x}\text{Fe}_x\text{As:Be}$ ($x = 0.1$) の磁化過程。(a), (b) には、温度および磁場を変えて測定した Fe $L_{2,3}$ 吸収端 X 線磁気円二色性 (XMCD) の強度をプロットしている。(b) は、(a) と同じデータを (磁場) / (温度) を横軸としてプロットしたものである。(c) 磁化曲線を超常磁性クラスターと孤立スピンの共存を仮定してフィットして得られた物理的描像の模式図。キュリー点 T_C に向かって温度が低下すると、超常磁性クラスターの数は増加するが、クラスターの大きさは成長しない [14]。

1.1.2 スピントロニクス，界面

金属-絶縁体転移，巨大磁気抵抗，スピン・電荷・軌道秩序など多彩な物性を示す遷移金属酸化物，半導体に磁性原子をドーブした強磁性半導体は，従来のエレクトロニクスにスピンの自由度を導入したスピントロニクスの材料として期待されている。これらの物質・試料における磁気異方性，界面効果，基板圧力効果を光電子分光および X 線磁気円二色性 (XMCD) 測定により調べている。とくに，元素選択的・局所的な磁性プローブである XMCD 測定を，磁場方向，偏光方向を自由に換えられるベクトル型超伝導マグネット装置を用いて行っている。

酸化物強磁性体の膜厚化による強磁性の消失と軌道角運動量

金属的な電気伝導を示す遷移金属酸化物を原子レベルで薄くしていくと，数原子層 (ML) の臨界膜厚以下で絶縁体に転移することが多く報告されている。強磁性キュリー温度 $T_C \sim 160$ K を持つ金属的な酸化物強磁性体 SrRuO_3 (SRO) は，3~4ML 以下で絶縁体になるとともに強磁性も消失する。我々は， $\text{SrTiO}_3(001)$ 基板上に成長させた様々な膜厚の SRO 試料の Ru $M_{2,3}$ 吸収端 XAS および XMCD を測定

し，スピン磁気モーメント，軌道磁気モーメントの膜厚依存性を調べた。バルク結晶では小さかった軌道磁気モーメントが薄膜では面垂直方向に観測され，基板からの引っ張り応力による SRO の垂直容易磁化を Bruno 機構で説明できた。また，膜厚が低下し臨界膜厚に近づくにつれて，スピン磁気モーメントは低下する一方で軌道磁気モーメントは低下しないことがわかった [8]。今後は XMCD の磁場印加方向依存性を調べ，Bruno 機構の定量的検証や Bruno 機構からのずれを調べて行く。

n 型強磁性半導体の磁化過程

$\text{Ga}_{1-x}\text{Mn}_x\text{As}$ に代表される強磁性半導体の大部分は，ドーブされるキャリアーが p 型 (ホールの) で， p - n 接合の作製には n 型強磁性半導体の開発が必要であった。最近，InAs に Fe および Be を同時にドーブした $\text{In}_{1-x}\text{Fe}_x\text{As:Be}$ が作製され， n 型強磁性半導体として注目されている。我々は，InAs(001) 基板上に作製した $\text{In}_{1-x}\text{Fe}_x\text{As:Be}$ ($x = 0.05, 0.1$) の Fe $L_{2,3}$ 吸収端 XMCD を温度および磁場を変えて測定し，XMCD 強度プロットから得られた磁化曲線を，超常磁性クラスターと孤立スピンの共存を仮定したモデルでフィットすることによって磁化過程のミクロな振る舞いを調べた。強磁性キュリー温度 T_C 以上では，温度の低下とともに超常磁性クラスターの数は増加するが，クラスターの大きさは成長しないことがわかり，クラスターの大きさが成長する $\text{Ga}_{1-x}\text{Mn}_x\text{As}$ ， $\text{Ge}_{1-x}\text{Fe}_x$ と異なる振る舞いが明らかになった [14]。

<受賞>

- [1] 野中洋亮：日本物理学会秋季大会 領域 5 第 1 回学生ポスター優秀賞 (国際光年記念ポスター賞)。
- [2] 坂本祥哉：第 29 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム 学生発表賞。

<報文>

(原著論文)

- [3] Y. Krockenberger, M. Horio, H. Irie, A. Fujimori, and H. Yamamoto: As-grown superconducting Pr_2CuO_4 under thermodynamic constraints, *Appl. Phys. Express* **8**, 053101 (2015).
- [4] S-i. Fujimori, T. Ohkochi, I. Kawasaki, A. Yasui, Y. Takeda, T. Okane, Y. Saitoh, A. Fujimori, H. Yamagami, Y. Haga, E. Yamamoto, and Y. Onuki: Electronic structures of ferromagnetic superconductors UGe_2 and UCoGe studied by angle-resolved photoelectron spectroscopy, *Phys. Rev. B* **91**, 174503-1-9 (2015); arXiv:1505.01898.
- [5] V. R. Singh, V. K. Verma, K. Ishigami, G. Shibata, A. Fujimori, T. Koide, Y. Miura, M. Shirai, T. Ishikawa, G. f. Li, M. Yamamoto: Electronic and magnetic properties of off-stoichiometric $\text{Co}_2\text{Mn}_\beta\text{Si}/\text{MgO}$ interfaces studied by x-ray magnetic circular dichroism, *J. Appl. Phys.* **117**, 203901-1-6 (2015); arXiv:1504.02392.

- [6] L. C. C. Ambolode II, K. Okazaki, M. Horio, H. Suzuki, L. Liu, S. Ideta, T. Yoshida, T. Mikami, T. Kakeshita, S. Uchida, K. Ono, H. Kumigashira, M. Hashimoto, D.-H. Lu, Z.-X. Shen, and A. Fujimori: Dependence of electron correlation strength in $\text{Fe}_{1+y}\text{Te}_{1-x}\text{Se}_x$ on Se content, *Phys. Rev. B* **92**, 035104–1-6 (2015); arXiv:1505.07637.
- [7] N. B. Brookes, G. Ghiringhelli, A.-M. Charvet, A. Fujimori, T. Kakeshita, H. Eisaki, S. Uchida, and T. Mizokawa: Stability of the Zhang-Rice singlet with doping in lanthanum strontium copper oxide across the superconducting dome and above, *Phys. Rev. Lett.* **115**, 027002–1-5 (2015).
- [8] K. Ishigami, K. Yoshimatsu, D. Toyota, M. Takizawa, T. Yoshida, G. Shibata, T. Harano, Y. Takahashi, T. Kadono, V. K. Verma, V. R. Singh, Y. Takeda, T. Okane, Y. Saitoh, H. Yamagami, T. Koide, M. Oshima, H. Kumigashira, and A. Fujimori: Thickness-dependent magnetic properties and strain-induced orbital magnetic moment in SrRuO_3 thin films, *Phys. Rev. B* **92**, 064402–1-5 (2015); arXiv:1505.05692.
- [9] 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_3 , *Phys. Rev. Lett.* **115**, 076801–1-5 (2015); arXiv:1059368.
- [10] L. Liu, T. Mikami, S. Ishida, K. Koshiishi, K. Okazaki, T. Yoshida, H. Suzuki, M. Horio, L. C. C. Ambolode II, J. Xu, H. Kumigashira, K. Ono, M. Nakajima, K. Kihou, C. H. Lee, A. Iyo, H. Eisaki, T. Kakeshita, S. Uchida, and A. Fujimori: In-plane electronic anisotropy in the antiferromagnetic-orthorhombic phase of isovalent-substituted $\text{Ba}(\text{Fe}_{1-x}\text{Ru}_x)_2\text{As}_2$, *Phys. Rev. B* **92**, 094503–1-5 (2015); arXiv:1503.02855.
- [11] S. Kudo, T. Yoshida, S. Ideta, K. Takashima, H. Anzai, T. Fujita, Y. Nakashima, A. Ino, M. Arita, H. Namatame, M. Taniguchi, K. M. Kojima, S. Uchida, and A. Fujimori: Temperature evolution of correlation strength in the superconducting state of high- T_c cuprates, *Phys. Rev. B* **92**, 195135–1-5 (2015), Editors' suggestion; arXiv:1510.00176.
- [12] H. Suzuki, G. Q. Zhao, K. Zhao, B. J. Chen, M. Horio, K. Koshiishi, 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 $\text{Ba}_{1-x}\text{K}_x(\text{Zn}_{1-y}\text{Mn}_y)_2\text{As}_2$ studied by soft x-ray angle-resolved photoemission spectroscopy, *Phys. Rev. B* **92**, 235120–1-5 (2015); arXiv:1509.04520.
- [13] T. Yoshida, W. Malaeb, S. Ideta, A. Fujimori, D. H. Lu, R. G. Moor, Z.-X. Shen, M. Okawa, T. Kiss, K. Ishizaka, S. Shin, S. Komiya, Y. Ando, H. Eisaki, and S. Uchida: Coexistence of a pseudo-gap and a superconducting gap for the high- T_c superconductor $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$ studied by photoemission spectroscopy, *Phys. Rev. B* **93**, 014513–1-5 (2016); arXiv:1208.2903.
- [14] 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 $(\text{In},\text{Fe})\text{As:Be}$ studied by x-ray magnetic circular dichroism, *Phys. Rev. B* **93**, 035203–1-5 (2016); arXiv:1505.01402.
- [15] M. Horio, T. Adachi, Y. Mori, A. Takahashi, T. Yoshida, H. Suzuki, L. C. C. Ambolode II, K. Okazaki, K. Ono, H. Kumigashira, H. Anzai, M. Arita, H. Namatame, M. Taniguchi, D. Ootsuki, K. Sawada, M. Takahashi, T. Mizokawa, Y. Koike, and A. Fujimori: Suppression of the antiferromagnetic pseudogap in the electron-doped high-temperature superconductor by protect annealing, *Nat. Commun.* **7**, 10567–1-8 (2016); arXiv:1502.03395.
- [16] K. Horiba, M. Kitamura, K. Yoshimatsu, M. Minohara, E. Sakai, M. Kobayashi, A. Fujimori, and H. Kumigashira: Isotropic kink and quasiparticle excitations in the three-dimensional perovskite manganite $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{MnO}_3$, *Phys. Rev. Lett.* **116**, 076401–1-5 (2016); arXiv:1504.07808.
- [17] M. Kitamura, K. Horiba, M. Kobayashi, E. Sakai, M. Minohara, T. Mitsushashi, A. Fujimori, T. Nagai, H. Fujioka, and H. Kumigashira: Spatial distribution of transferred charges across the heterointerface between perovskite transition metal oxides LaNiO_3 and LaMnO_3 , *Appl. Phys. Lett.* **108**, 111603–1-5 (2016).
- [18] Y. K. Wakabayashi, S. Sakamoto, Y. Takeda, K. Ishigami, Y. Takahashi, Y. Saitoh, H. Yamagami, A. Fujimori, M. Tanaka, and S. Ohya: Room-temperature local ferromagnetism and its nanoscale expansion in the ferromagnetic semiconductor $\text{Ge}_{1-x}\text{Fe}_x$, *Sci. Rep.* **6**, 23295–1-9 (2016); arXiv:1502.00118.
- (綜説, 解説, その他)
- [19] A. Fujimori: Simultaneously ferromagnetic and antiferromagnetic MnAs layer, *Journal Club for Condensed Matter Physics*, <http://www.condmatjournalclub.org/?p=2607>
- [20] A. Fujimori: From monolayer back to bulk FeSe-based high-temperature superconductors, <http://www.condmatjournalclub.org/?p=2756>
- [21] A. Fujimori: Charge disproportionation and spin-state transition in the negative charge-transfer-energy regime, *JPSJ News and Comments* **13**, 01–1-2 (2016)
- (学位論文)

- [22] 鈴木博人: Spectroscopic studies of the electronic structures of 122-type superconductors and ferromagnetic semiconductors (博士論文)
- [23] 徐健: Superconducting gap in the iron-based superconductor $\text{BaFe}_2(\text{As}_{1-x}\text{P}_x)_2$ studied by angle-resolved photoemission spectroscopy (博士論文)
- [24] 野中洋亮: X-ray magnetic circular dichroism study of the spinel-type oxide CoV_2O_4 (修士論文)
- [25] 興石佳佑: Photoemission study of the parent and Cr-doped compounds of 122-type iron-based superconductors (修士論文)
- < 学術講演 >
(国際会議)
招待講演
- [26] S. Ohya, Y. K. Wakabayashi, Y. Ban, S. Sakamoto, Y. Takeda, A. Fujimori, and M. Tanaka: Promising features of the group-IV-based ferromagnetic semiconductor $\text{Ge}_{1-x}\text{Fe}_x$, *EMN East Meeting: Energy Materials Nanotechnology* (Beijing, April 20-23, 2015).
- [27] A. Fujimori: Soft x-ray spectroscopies of ferromagnetic semiconductors: from prototypical to novel materials, *4th Super-PIRE REIMEI Workshop on Frontiers of Condensed Matter Physics* (TRIUMF, Vancouver, May 15-23, 2015).
- [28] A. Fujimori: Unusual electronic structure and complex ferromagnetism in magnetic semiconductors revealed by soft x-ray spectroscopies, *Frontiers in Advanced Materials (FAM-2015)*, (Bangalore, June 15-18, 2015).
- [29] A. Fujimori: Magnetic anisotropies of transition-metal oxides studied by angle-dependent XMCD, *8th Workshop for Emergent Materials Research (EMR8) & 4th Workshop of Max-Planck POSTECH Center for Complex Phase Materials* (POSTECH, Pohang, July 1-2, 2015).
- [30] A. Fujimori: Electronic correlations in transition-metal oxides, *New TRENDS in Correlated OXIDES and Interfaces (TRENDOXIDES2015)* (Brescia, Italy, November 12-18, 2015).
- [31] A. Fujimori and G. Shibata: Magnetic inhomogeneity and anisotropy of manganite thin films studied by XMCD, *7th IACS-APCTP-Academy Joint Activity on Emergent Phenomena in Novel Oxide Materials and Low Dimensional Systems* (Coorg, India, December 1-2, 2015).
- [32] A. Fujimori: Comment (Intermediate summary), *International USMM & CMSI Workshop: Frontiers of Materials and Correlated Electron Science - from Bulk to Thin Films and Interfaces* (University of Tokyo, January 5-9, 2016)
- [33] A. Fujimori: ARPES observation of competing orders/fluctuations in high-temperature superconductors, *Advances in Electron Spectroscopy - Experiment and Theory- (AESET-2016)*, (Mandi, India, January 18-21, 2016).
- [34] G. Shibata: Metal-insulator transition and magnetic anisotropy of $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ thin films studied by XMCD, *16-th Japan-Korea-Taiwan Workshop on Strongly Correlated Electron Systems (JKT16)*, (University of Tokyo, February 19-20, 2016).
- [35] A. Fujimori: Suppressed antiferromagnetism and enlarged superconducting phase in protect-annealed electron-doped cuprates, *Quantum Materials Symposium 2016 (QMS16)* (Muido, Korea, February 22-26, 2016).
- [36] A. Fujimori: Competing orders in high-temperature superconductors, *Cooperation in Physics Workshop: LMU-UT* (University of Tokyo, February 29-March 1, 2016).
- [37] A. Fujimori: Spontaneous symmetry breaking and spin-orbit interaction in the electronic structures of Fe pnictides, *Indo-Japan Seminar on Emergent Phenomena in Transition-Metal Compounds and Related Materials* (Indian Institute of Science, Bangalore, March 28-30, 2016).
- 一般講演
- [38] H. Suzuki, G. Q. Zhao, K. Zhao, B. J. Chen, M. Horio, K. Koshiishi, 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: Soft x-ray ARPES study of the new diluted magnetic semiconductor $\text{Ba}_{1-x}\text{K}_x(\text{Zn}_{1-y}\text{Mn}_y)_2\text{As}_2$, *International Workshop on Strong Correlation and ARPES (CORPES15)*, (Paris, July 5-10, 2015)
- [39] S-i. Fujimori, M. Kobata, Y. Takeda, T. Okane, Y. Saitoh, A. Fujimori, H. Yamagami, Y. Matsumoto, E. Yamamoto, N. Tateiwa, and Y. Haga: Electronic structure of ThRu_2Si_2 studied by ARPES, *20-th International Conference of Magnetism* (Barcelona, July 5-10).
- [40] Y. K. Wakabayashi, S. Sakamoto, K. Ishigami, Y. Takahashi, Y. Takeda, Y. Saitoh, H. Yamagami, A. Fujimori, M. Tanaka, and S. Ohya: Room-temperature local ferromagnetism and nano-scale domain growth in the ferromagnetic semiconductor $\text{Ge}_{1-x}\text{Fe}_x$, *21st International Conference on Electronic Properties of Two-Dimensional Systems (EP2DS-21) & 17th International Conference on Modulated Semiconductor Structures (MSS-17)* (Sendai, July 26-31, 2015).
- [41] 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_3 , *XXIII^e Congrès Général de la Société Française de Physique* (Strasbourg, August 24-28, 2015).
- [42] K. Horiba, M. Kitamura, K. Yoshimatsu, M. Minohara, E. Sakai, M. Kobayashi, A. Fujimori,

- and H. Kumigashira: Kink and quasiparticle excitations in $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{MnO}_3$ thin films studied by *in-situ* angle-resolved photoemission spectroscopy, *13-th International Conference on Electron Spectroscopy and Structure (ICCESS 2015)*, (Brookhaven, September 28-October 2, 2015).
- [43] 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_3 , *ibid*.
- [44] T. Mitsuhashi, M. Minohara, M. Kitamura, E. Sakai, K. Horiba, K. Yoshimatsu, A. Fujimori, M. Kobayashi, and H. Kumigashira: Polarization dependent angle-resolved photoemission study on (110) surfaces of SrVO_3 films, *ibid*.
- [45] 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_3 , *9-th International Conference on the Science and Technology of Advanced Ceramics (STAC-9)*, (Tsukuba, October 19-21, 2015).
- [46] M. Horio, T. Yoshida, H. Suzuki, G. Shibata, K. Okazaki, J. Xu, K. Koshiishi, Y. Mori, A. Takahashi, T. Konno, T. Ohgi, H. Sato, D. Ootsuki, T. Mizokawa, K. Ono, M. Kobayashi, M. Minohara, K. Horiba, H. Kumigashira, T. Anzai, M. Arita, H. Namatame, M. Taniguchi, T. Adachi, Y. Koike, and A. Fujimori: Impact of annealing on the electronic structure of the electron-doped cuprate superconductors, *International USMM & CMSI Workshop: Frontiers of Materials and Correlated Electron Science - from Bulk to Thin Films and Interfaces* (University of Tokyo, January 5-9, 2016)
- [47] G. Shibata, K. Yoshimatsu, E. Sakai, V. R. Singh, V. K. Verma, K. Ishigami, T. Harano, T. Kadono, Y. Takeda, T. Okane, Y. Saitoh, H. Yamagami, A. Sawa, H. Kumigashira, M. Oshima, T. Koide, and A. Fujimori: Thickness-dependent electronic and magnetic properties of $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{MnO}_3$ thin films studied by x-ray magnetic circular dichroism, *ibid*
- [48] K. Koshiishi, L. Liu, K. Okazaki, H. Suzuki, J. Xu, M. Horio, Y. Nonaka, H. Kumigashira, K. Ono, M. Nakajima, S. Ishida, K. Kihou, C. H. Lee, A. Iyo, H. Eisaki, S. Uchida, and A. Fujimori: Anisotropic electronic structure of BaFe_2As_2 in the electronic "nematic" phase, *ibid*
- [49] S. Sakamoto, Y. K. Wakabayashi, Y. Takeda, S.-i. Fujimori, H. Suzuki, Y. Ban, H. Yamagami, M. Tanaka, S. Ohya, and A. Fujimori: Electronic structure of ferromagnetic semiconductor $\text{Ge}_{1-x}\text{Fe}_x$ studied by soft x-ray angle-resolved photoemission spectroscopy *16-th Japan-Korea-Taiwan Workshop on Strongly Correlated Electron Systems (JKT16)* (University of Tokyo, February 19-20, 2016)
- [50] K. Koshiishi, L. Liu, K. Okazaki, H. Suzuki, J. Xu, M. Horio, Y. Nonaka, H. Kumigashira, K. Ono, M. Nakajima, S. Ishida, K. Kihou, C. H. Lee, A. Iyo, H. Eisaki, S. Uchida, and A. Fujimori: Observation of electronic structure of BaFe_2As_2 in the electronic "nematic" phase by angle-resolved photoemission spectroscopy, *ibid*
- [51] M. Horio, Y. Krockenberger, K. Yamamoto, Y. Yokoyama, K. Takubo, Y. Hirata, S. Shin, A. Yasui, E. Ikenaga, H. Yamamoto, H. Wadati, and A. Fujimori: Hard X-ray photoemission and soft X-ray absorption spectroscopies on the superconducting parent compound of T'-cuprate superconductors Nd_2CuO_4 , *ibid*.
- [52] H. Suzuki, G. Q. Zhao, J. Okamoto, S. Sakamoto, Z.-Y. Chen, Y. Nonaka, G. Shibata, K. Zhao, B. J. Chen, W.-B. Wu, F.-H. Chang, H.-J. Lin, C. T. Chen, A. Tanaka, B. Gu, S. Maekawa, Y. J. Uemura, C. Q. Jin, D. J. Huang, and A. Fujimori: Electronic configurations and magnetic properties of Mn ions in the diluted magnetic demiconductor $\text{Ba}_{1-x}\text{K}_x(\text{Zn}_{1-y}\text{Mn}_y)_2\text{As}_2$ studied by resonant inelastic x-ray scattering and x-ray magnetic circular dichroism, *ibid*.
- [53] J. Xu, K. Okazaki, H. Suzuki, K. Koshiishi, M. Horio, L. Liu, S. Ideta, T. Yoshida, M. Hashimoto, D. H. Lu, Z.-X. Shen, K. Ono, H. Kumigashira, M. Nakajima, K. Kihou, C. H. Lee, A. Iyo, H. Eisaki, S. Kasahara, T. Terashima, T. Shimauchi, Y. Matsuda, S. Uchida, and A. Fujimori: Superconducting gap in the iron-based superconductor $\text{BaFe}_2(\text{As}_{1-x}\text{P}_x)_2$ studied by angle-resolved photoemission spectroscopy, *ibid*.
- [54] K. Ikeda, G. Shibata, T. Seki, K. Ishigami, S. Sakamoto, Y. Nonaka, M. Sakamaki, K. Amemiya, K. Takanashi, and A. Fujimori: Anisotropic behavior of orbital magnetic moments in L1₀-ordered FePt thin films studied by Fe L-edge X-ray magnetic circular dichroism, *ibid*.
- [55] K. Yamamoto, Y. Hirata, M. Horio, Y. Yokoyama, K. Takubo, M. Minohara, H. Kumigashira, Y. Yamamaki, H. Nakao, Y. Murakami, A. Fujimori, and H. Wadati: Thickness and orientation dependence of charge and magnetic orders in $\text{La}_{1/3}\text{Sr}_{2/3}\text{FeO}_3/\text{SrTiO}_3$ thin films measured by X-ray scattering, *ibid*.
- [56] J. Xu, K. Okazaki, H. Suzuki, K. Koshiishi, M. Horio, L. Liu, S. Ideta, T. Yoshida, M. Hashimoto, D. H. Lu, Z.-X. Shen, K. Ono, H. Kumigashira, M. Nakajima, K. Kihou, C. H. Lee, A. Iyo, H. Eisaki, S. Kasahara, T. Terashima, T. Shimauchi, Y. Matsuda, S. Uchida, and A. Fujimori: Superconducting gap in the iron-based superconductor $\text{BaFe}_2(\text{As}_{1-x}\text{P}_x)_2$ studied by angle-resolved photoemission spectroscopy, *Cooperation in Physics Workshop: LMU-UT* (University of Tokyo, February 29-March 1, 2016).

(国内会議)

招待講演

- [57] 藤森淳：鉄系超伝導体の電子構造の異方性，基研研究会基研研究会「多自由度と相関効果が生み出す超伝導の新潮流～BCSからBECまで～」(京大基研，2015年6月9-10日)
- [58] 藤森淳：光電効果がひらいた現代物理学：ニュートリノから高温超伝導まで「物理学と光～光の基礎と最先端研究～」(東大駒場，2015年8月20日)
- [59] 藤森淳：ARPESで見た電子ドープ型超伝導体の反強磁性相関と電荷揺らぎ，CMRCplus研究会「量子ビームによる銅酸化物超伝導体研究の最前線」(KEK物構研，2015年11月18日)
- [60] 藤森淳：プロテクトアニールしたT'型銅酸化物の電子構造，物性研短期研究会「低次元電子系におけるエキシトニック相の新展開」(物性研，2015年11月26-28日)
- [61] 藤森淳：HiSORにおける高分解能光電子分光，広島大学放射光科学研究センター創立20周年記念講演会(広島大学，2016年3月10日)。
- [62] A. Fujimori: Competing orders/fluctuations in cuprates and iron pnictides: 日本物理学会第71回年次大会, Symposium on "Commonalities and Individualities in Unconventional Superconductors" (東北学院大学, 2016年3月19日)。
- [63] 藤森淳：まとめ，日本物理学会第71回年次大会，シンポジウム「超高分解能非弾性散乱が加速する物質科学」(東北学院大学，2016年3月20日)。

一般講演

- [64] 山本航平，平田靖透，堀尾眞史，横山優一，田久保耕，義原誠人，組頭広志，山崎裕一，中尾裕則，村上洋一，藤森淳，和達大樹：共鳴軟X線散乱でみた $\text{La}_{1/3}\text{Sr}_{2/3}\text{FeO}_3$ の磁気秩序の膜厚依存性，物性研短期研究会機能物性融合科学研究会シリーズ(3)「反応と輸送」(物性研，2015年6月24日)。
- [65] 池田啓祐，芝田悟朗，関剛斎，坂本祥哉，野中洋亮，酒巻真粧子，雨宮健太，高梨弘毅，藤森淳：Fe L端XMCDにより観測した Ll_0 秩序型FePt薄膜の軌道磁気モーメントの異方性，第76回応用物理学会秋季学術講演会(名古屋国際会議場，2015年9月13-16日)
- [66] 芝田悟朗，吉松公平，石上啓介，原野貴幸，高橋文雄，坂本祥哉，門野利治，古瀬充穂，淵野修一郎，岡野眞，藤平潤一，内田公，渡邊和訓，藤平秀幸，藤平誠一，組頭広志，小出常晴，藤森淳：角度依存XMCDによる $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{MnO}_3$ 薄膜の磁気異方性とスピン分布異方性の観測，日本物理学会秋季大会(関西大学，2015年9月16-19日)。
- [67] 鈴木博人，岡本淳，G. Q. Zhao，坂本祥哉，Z. Y. Chen，W. B. Wu，K. Zhao，B. J. Chen，B. Gu，前川禎通，田中新，Y. J. Uemura，C. Q. Jin，C. T. Chen，D. J. Huang，藤森淳：新規強磁性半導体 $\text{Ba}_{1-y}\text{K}_y(\text{Zn}_{1-x}\text{Mn}_x)_2\text{As}_2$ の共鳴非弾性軟X線散，同上。

- [68] J. Xu, K. Okazaki, H. Suzuki, M. Horio, L. Liu, S. Ideta, T. Yoshida, M. Hashimoto, D. H. Lu, Z.-X. Shen, K. Ono, H. Kumigashira, M. Nakajima, K. Kihou, C. H. Lee, A. Iyo, H. Eisaki, S. Kasahara, T. Terashima, T. Shimauchi, Y. Matsuda, S. Uchida, A. Fujimori: Superconducting gap in the iron-based superconductor $\text{BaFe}_2(\text{As}_{1-x}\text{P}_x)_2$, 同上。
- [69] 興石佳佑，劉亮，岡崎浩三，鈴木博人，徐健，堀尾眞史，組頭広志，小野寛太，中島正道，石田茂之，木方邦宏，李哲虎，伊豫彰，永崎洋，内田慎一，藤森淳： BaFe_2As_2 の電子ネマティック相における電子構造，同上。
- [70] 野中洋亮，芝田悟朗，C.-F. Chang, X. Liu, 坂本祥哉，池田啓祐，田中新，小出常晴，L. H. Tjeng, 藤森淳：マグネタイト Fe_3O_4 薄膜の角度依存X線磁気円二色性，同上。
- [71] 鈴木博人，岡崎浩三，山本貴士，染谷隆史，岡田大，金井輝人，石井順久，中島正道，永崎洋，板谷治郎，藤森淳，辛埴：鉄系超伝導体母物質 BaFe_2As_2 の極紫外時間分解角度分解光電子分，同上。
- [72] 堀尾眞史，芝田悟朗，鈴木博人，徐健，興石佳佑，今野巧也，高橋晶，扇太郎，佐藤秀孝，小林正起，義原誠人，堀場弘司，組頭広志，足立匡，小池洋二，藤森淳：電子ドープ型銅酸化物高温超伝導体 $\text{Pr}_{1.3-x}\text{La}_{0.7}\text{Ce}_x\text{CuO}_4$ の内殻分光，同上。
- [73] 大槻太毅，溝川貴司，N. L. Saini, 大田由一，岡崎浩三，辛埴，藤森淳，鳥山達矢，小西健久，太田幸則，卞舜生，工藤一貴，野原実：レーザー角度分解光電子分光による $\text{Ir}_{1-x}\text{Pt}_x\text{Te}_2$ の超伝導ギャップの直接観測，同上。
- [74] 山本航平，平田靖透，堀尾眞史，横山優一，田久保耕，義原誠人，組頭広志，山崎裕一，中尾裕則，村上洋一，藤森淳，和達大樹：軟X線回折による $\text{La}_{1/3}\text{Sr}_{2/3}\text{FeO}_3$ 薄膜の磁気秩序の膜厚依存性の研究，同上。
- [75] 山本紳太郎，下中大也，柴田大輔，小寺健二郎，吉田鉄平，藤森淳，大川万里生，斎藤智彦，組頭広志，小野寛太，池永英司，宮坂茂樹，田島節子：光電子分光による $\text{Nd}_{1-x}\text{Sr}_x\text{VO}_3$ の擬ギャップの観測，同上。
- [76] 野田智博，大槻太毅，杉本拓也，堀尾眞史，藤森淳，小林正起，堀場弘司，小野寛太，組頭広志，工藤一貴，高須賀政哉，野原実，N. L. Saini, 溝川貴司： $\text{BaNi}_2(\text{As}_{1-x}\text{P}_x)_2$ の角度分解光電子分光，同上。
- [77] 大槻太毅，溝川貴司，N. L. Saini, 大田由一，山本遇哲，橋本嵩広，岡崎浩三，辛埴，藤森淳，鳥山達矢，小西健久，太田幸則，卞舜生，工藤一貴，野原実：レーザー角度分解光電子分光による $\text{Ir}_{1-x}\text{Pt}_x\text{Te}_2$ の超伝導ギャップの直接観測，同上。
- [78] 下中大也，小寺健二郎，柴田大輔，山本紳太郎，吉田鉄平，組頭広志，小野寛太，藤森淳，小宮世紀，安藤陽一： $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$ のARPESスペクトルを用いた自己エネルギー解析，同上。
- [79] 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_3 , *9th International Conference*

- on the Science and Technology for Advanced Ceramics (STAC-9) (Eposal Tsukuba, October 19-21, 2015) .
- [80] 堀尾眞史, 芝田悟朗, 鈴木博人, 徐健, 輿石佳佑, 今野巧也, 高橋晶, 扇太郎, 佐藤秀孝, 小林正起, 義原誠人, 堀場弘司, 組頭広志, 足立匡, 小池洋二, 藤森淳: X線内殻光電子分光で調べる電子ドープ型銅酸化物高温超伝導体におけるアニール効果, 第9回物性科学領域横断研究会(東京大学, 2015年11月13-15日) .
- [81] 坂本祥哉, 若林勇希, 竹田幸治, 藤森伸一, 鈴木博人, 伴芳祐, 山上浩志, 田中雅明, 大矢忍, 藤森淳: 軟X線角度分解光電子分光による強磁性半導体 $\text{Ge}_{1-x}\text{Fe}_x$ の電子構造の解明, 第20回スピン工学の基礎と応用(PASPS-20)(東北大通研, 2015年12月3-4日) .
- [82] 芝田悟朗, 和達大樹, 田久保耕, 高橋文雄, R. Sutarto, F. He, 吉松公平, 組頭広志, 小出常晴, 藤森淳: 共鳴軟X線散乱を用いた強磁性金属 $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{MnO}_3$ 薄膜の深さ方向電子状態解析, 第29回日本放射光学会・放射光科学合同シンポジウム(東大柏の葉キャンパス駅前サテライト, 2016年1月9日-11日) .
- [83] 鈴木博人, 岡本淳, G. Q. Zhao, 坂本祥哉, Z. Y. Chen, W. B. Wu, K. Zhao, B. J. Chen, B. Gu, 前川禎通, 田中新, Y. J. Uemura, C. Q. Jin, C. T. Chen, D. J. Huang, 藤森淳: 新規強磁性半導体 $\text{Ba}_{1-x}\text{K}_x(\text{Zn}_{1-y}\text{Mn}_y)_2\text{As}_2$ の共鳴非弾性軟X線散乱, 同上 .
- [84] 堀尾眞史, 芝田悟朗, 鈴木博人, 徐健, 輿石佳佑, 今野巧也, 高橋晶, 扇太郎, 佐藤秀孝, 小林正起, 義原誠人, 堀場弘司, 組頭広志, 足立匡, 小池洋二, 藤森淳: 電子ドープ型銅酸化物高温超伝導体 $\text{Pr}_{1.3-x}\text{La}_{0.7}\text{Ce}_x\text{CuO}_4$ の内殻光電子分光, 同上 .
- [85] 坂本祥哉, 若林勇希, 竹田幸治, 藤森伸一, 鈴木博人, 伴芳祐, 山上浩志, 田中雅明, 大矢忍, 藤森淳: 軟X線角度分解光電子分光による強磁性半導体 $\text{Ge}_{1-x}\text{Fe}_x$ の電子構造の解明, 同上 .
- [86] 輿石佳佑, 劉亮, 岡崎浩三, 鈴木博人, 徐健, 堀尾眞史, 組頭広志, 小野寛太, 中島正道, 石田茂之, 木方邦宏, 李哲虎, 伊豫彰, 永崎洋, 内田慎一, 藤森淳: BaFe_2As_2 の電子ネマティック相における異方的な電子構造, 同上 .
- [87] 野中洋亮, 芝田悟郎, 小堀内類, 石上啓介, 坂本祥哉, 田中新, 小出常晴, 勝藤拓郎, 藤森淳: スピネル型酸化物 CoV_2O_4 のX線磁気円二色性, 同上 .
- [88] 池田啓祐, 芝田悟朗, 関剛斎, 石上啓介, 坂本祥哉, 野中洋亮, 酒巻真粧子, 雨宮健太, 高梨弘毅, 藤森淳: Fe L端 XMCD により観測した L1_0 秩序型 FePt 薄膜の軌道磁気モーメントの異方性, 同上 .
- [89] 徐健, 岡崎浩三, 鈴木博人, 堀尾眞史, 劉亮, 出田真一郎, 吉田鉄平, 橋本信, D. Lu, Z.-X. Shen, 小野寛太, 組頭広志, 中島正道, 木方邦宏, 李哲虎, 伊豫彰, 永崎洋, 内田慎一, 藤森淳: 鉄系超伝導体 $\text{BaFe}_2(\text{As}_{1-x}\text{P}_x)_2$ の超伝導ギャップ, 同上 .
- [90] 山本航平, 平田靖透, 堀尾眞史, 横山優一, 田久保耕, 義原誠人, 組頭広志, 山崎裕一, 中尾裕則, 村上洋一, 藤森淳, 和達大樹: 共鳴X線散乱でみた $\text{La}_{1/3}\text{Sr}_{2/3}\text{FeO}_3$ の磁気秩序の膜厚依存, 同上 .
- [91] 小林正起, 吉松公平, 三橋太一, 坂井延寿, 北村未歩, 湯川龍, 義原誠人, 藤森淳, 堀場弘司, 組頭広志: 強相関酸化物 SrVO_3 量子井戸状態の金属絶縁体転移近傍における振る舞い, 同上 .
- [92] 三橋太一, 義原誠人, 北村未歩, 湯川龍, 坂井延寿, 堀場弘司, 吉松公平, 藤森淳, 小林正起, 組頭広志: ペロブスカイト型遷移金属酸化物 $\text{SrVO}_3(110)$ 薄膜の *in-situ* 偏光依存 ARPES, 同上 .
- [93] 北村未歩, 堀場弘司, 小林正起, 坂井延寿, 義原誠人, 三橋太一, 藤森淳, 藤岡洋, 組頭広志: ペロブスカイト酸化物 $\text{LaNiO}_3/\text{LaMnO}_3$ ヘテロ界面における電荷移動, 同上 .
- [94] 下中大也, 山本紳太郎, 小寺健二郎, 柴田大輔, 吉田鉄平, 小野寛太, 組頭広志, 藤森淳, 小宮世紀, 安藤陽一: 高温超伝導体 $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$ における ARPES スペクトルの自己エネルギー解析, 同上 .
- [95] 堀尾眞史, 芝田悟朗, 鈴木博人, 徐健, 輿石佳佑, 今野巧也, 高橋晶, 扇太郎, 佐藤秀孝, 小林正起, 義原誠人, 堀場弘司, 組頭広志, 足立匡, 小池洋二, 藤森淳: X線内殻分光で調べる電子ドープ型銅酸化物高温超伝導体におけるアニール効果, 2015年度量子ビームサイエンスフェスタ(つくば国際会議場, 2016年3月15-16日) .
- [96] 野中洋亮, 芝田悟朗, 小堀内類, 石上啓介, 坂本祥哉, 池田啓祐, 池震棟, 小出常晴, 田中新, 勝藤拓郎, 藤森淳: スピネル型酸化物 CoV_2O_4 のX線磁気円二色性, 同上 .
- [97] 輿石佳佑, 劉亮, 岡崎浩三, 鈴木博人, 徐健, 堀尾眞史, 組頭広志, 小野寛太, 中島正道, 石田茂之, 木方邦宏, 李哲虎, 伊豫彰, 永崎洋, 内田慎一, 藤森淳: 角度分解光電子分光による BaFe_2As_2 の電子ネマティック相における電子構造の観測, 同上 .
- [98] 山本航平, 平田靖透, 堀尾眞史, 横山優一, 田久保耕, 義原誠人, 組頭広志, 山崎裕一, 中尾裕則, 村上洋一, 藤森淳, 和達大樹: X線散乱で見た $\text{La}_{1/3}\text{Sr}_{2/3}\text{FeO}_3$ の磁気秩序の膜厚・基板方位依存性, 同上 .
- [99] 堀尾眞史, Y. Krockenberger, 山本航平, 横山優一, 田久保耕, 平田靖透, 辛埴, 保井晃, 池永英司, 山本秀樹, 和達大樹, 藤森淳: T'型銅酸化物母物質超伝導体薄膜 Nd_2CuO_4 の硬X線光電子分光, 日本物理学会第71回年次大会(東北学院大学, 2016年3月19-22日) .
- [100] 輿石佳佑, 小林達也, 鈴木博人, 徐健, 堀尾眞史, 橋本信, D. Lu, Z.-X. Shen, 宮坂茂樹, 田島節子, 藤森淳: 鉄系超伝導体類似物質 $\text{Ba}(\text{Fe}_{0.81}\text{Cr}_{0.19})_2\text{As}_2$ の角度分解光電子分光, 同上 .
- [101] 野中洋亮, 芝田悟朗, 小堀内類, 石上啓介, 坂本祥哉, 池田啓祐, 池震棟, 小出常晴, 田中新, 勝藤拓郎, 藤森淳: スピネル型バナジウム酸化物 CoV_2O_4 の角度依存X線磁気円二色性, 同上 .
- [102] 北村未歩, 堀場弘司, 小林正起, 坂井延寿, 義原誠人, 三橋太一, 雨宮健太, 藤森淳, 藤岡洋, 組頭広志: 強相関酸化物ヘテロ構造を用いた界面強磁性の設計・制御, 同上 .
- [103] 小林正起, 吉松公平, 三橋太一, 坂井延寿, 北村未歩, 湯川龍, 義原誠人, 藤森淳, 堀場弘司, 組頭広

志：強相関金属酸化物 SrVO_3 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，同上．

- [104] 下中大也，小寺健二郎，柴田大輔，山本紳太，組頭広志，小野寛太，藤森淳，小宮世紀，安藤陽一，吉田鉄平： $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$ における自己エネルギーの温度依存性，同上．
- [105] 藤森伸一，小畠雅明，竹田幸治，岡根哲夫，斎藤祐児，藤森淳，山上浩志，芳賀芳範，山本悦嗣，大貫惇睦：ウラン化合物の U $4d-5f$ 共鳴光電子分光，同上．

セミナー他

- [106] A. Fujimori: New phase diagram of electron-doped cuprates: Superconductivity *vs* antiferromagnetic fluctuations (National Synchrotron Radiation Research Center, Taiwan, August 25, 2015).
- [107] 藤森淳：放射光で見た半導体スピントロニクス材料，「高信頼性ものづくりプロジェクト」セミナー（長岡技科大，2015年11月5日）．
- [108] A. Fujimori: Competing orders/fluctuations in high-temperature superconductors probed by ARPES (Department of Physics, Tsinghua University, December 10, 2015).