

## I 時間分解 X 線分光 Time-resolved x-ray spectroscopy

和達大樹  
Wadati, H.

遷移金属化合物に対して、放射光や X 線自由電子レーザー(XFEL)の時間構造を用いた時間分解 X 線測定による電荷・スピン・格子のダイナミクス観測を行った。特に、800 nm のチタンサファイアレーザーで励起（ポンプ）し、その後のダイナミクスを X 線で観測（プローブ）するような下記のポンプ・プローブ型の測定である。価数揺らぎを示す Eu 化物の価数変化や、強磁性 FePt 薄膜の元素別の消磁などのダイナミクスを解明した。

## II 酸化物薄膜の新しい特性 Novel properties of oxide thin films

和達大樹  
Wadati, H.

遷移金属酸化物薄膜において、新しい電子状態を探求した。特に、薄膜化した場合のバルクとの違いや、光照射による新しい機能に注目している。SrRhO<sub>3</sub> 薄膜がバルクからの類推に反し絶縁体となる起源を、X 線分光とバンド計算により明らかにした。また、強磁性 Co 酸化物薄膜において、レーザー照射によって磁化を消すのではなく、磁化を増加させるダイナミクスが見られた。酸化物で光誘起強磁性を示す初めての例の発見となった。

## III 非共鳴 X 線非弾性分光法による高圧物性研究 Physical Properties under pressure by Non-resonant Inelastic X-ray Spectroscopy

福井宏之  
Fukui, H.

硬 X 線はその透過力の高さゆえに極限状態下にある物質に対する効果的なプローブである。第三世代放射光施設の発展により、非弾性散乱を用いた物性研究が可能になった。我々はこの技術を極限状態下へ応用するための技術開発を行うとともに、主に軽元素からなる物質に対して、10 keV< の硬 X 線をプローブとした高圧下での電子構造および原子振動に関する物性研究を推進している。

## 発表論文 List of Publications

- I-1 Y. Yokoyama, K. Kawakami, Y. Hirata, K. Takubo, K. Yamamoto, K. Abe, A. Mitsuda, H. Wada, T. Uozumi, S. Yamamoto, I. Matsuda, S. Kimura, K. Mimura, and H. Wadati: “Photoinduced valence dynamics in  $\text{EuNi}_2(\text{Si}_{0.21}\text{Ge}_{0.79})_2$  studied via time-resolved x-ray absorption spectroscopy”, *Phys. Rev. B* **100**, 115123-1-6 (2019).
- I-2 K. Yamamoto, Y. Kubota, M. Suzuki, Y. Hirata, K. Carva, M. Berritta, K. Takubo, Y. Uemura, R. Fukaya, K. Tanaka, W. Nishimura, T. Ohkochi, T. Katayama, T. Togashi, K. Tamasaku, M. Yabashi, Y. Tanaka, T. Seki, K. Takanashi, P. M. Oppeneer, and H. Wadati: “Ultrafast demagnetization of Pt magnetic moment in L10-FePt probed by hard x-ray free electron laser”, *New J. Phys.* **21**, 123010-1-9 (2019).
- I-3 A. S. M. Ismail, Y. Uemura, S. H. Park, S. Kwon, M. Kim, H. Elnaggar, F. Frati, Y. Niwa, H. Wadati, Y. Hirata, Y. Zhang, K. Yamagami, S. Yamamoto, I. Matsuda, U. Halisdemir, G. Koster, B. M. Weckhuysen and F. M. F. D. Groot: “Direct observation of the electronic states of photoexcited hematite with ultrafast 2p3d X-ray absorption spectroscopy and resonant inelastic X-ray scattering”, *Phys. Chem. Chem. Phys.* **22**, 2685-2692 (2020).
- I-4 K. Yamamoto, S. E. Moussaoui, Y. Hirata, S. Yamamoto, Y. Kubota, S. Owada, M. Yabashi, T. Seki, K. Takanashi, I. Matsuda, and H. Wadati: “Element-selective tracking ultrafast demagnetization process in Co/Pt multilayer thin films by the resonant magneto-optical Kerr effect”, *Appl. Phys. Lett.* **116**, 172406-1-5 (2020).
- I-5 山本 航平、El Moussaoui Souliman、平田 靖透、山本 達、久保田 雄也、大和田 成起、矢橋 牧名、松田 巖、関 剛斎、高梨 弘毅、和達 大樹: [講演奨励賞受賞記念講演] X線自由電子レーザーを用いた元素選択的な光誘起磁性ダイナミクスの測定、2019年 第80回応用物理学会秋季学術講演会 (2019年9月)
- I-6 山本 航平、Souliman El Moussaoui、平田 靖透、山本 達、久保田 雄也、大和田 成起、矢橋 牧名、松田 巖、関 剛斎、高梨 弘毅、和達 大樹: X線自由電子レーザーによる時間分解共鳴磁気光学カー効果測定でみる Co/Pt 薄膜の光誘起磁化ダイナミクス、日本物理学会 2019年秋季大会 (2019年9月)
- I-7 山本 航平、田久保 耕、平田 靖透、山神 光平、Zhang Yujun、山本 達、松田 巖、安部 弘隆、岡井 啓輔、高橋 龍之介、三浦 紘大、横山 利彦、山崎 裕一、関剛斎、高梨 弘毅、和達 大樹: Co/Pt 薄膜の Co L 端磁気円二色性スペクトルの時間分解測定、第33回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (2020年1月)
- I-8 山本 航平、El Moussaoui Souliman、久保田 雄也、大和田 成起、富樫 格、矢橋 牧名、三浦 紘大、安部 弘隆、岡井 啓輔、松田 巖、横山 利彦、関 剛斎、高梨 弘毅、和達 大樹: X線自由電子レーザーによる時間分解共鳴磁気光学カー効果測定でみる Co/Pt 薄膜の磁化ダイナミクスの励起光強度依存、第67回応用物理学会 春季学術講演会 (2020年3月)
- I-9 山本 航平、Souliman El Moussaoui、久保田 雄也、大和田 成起、富樫 格、矢橋 牧名、三浦 紘大、安部 弘隆、岡井 啓輔、松田 巖、横山 利彦、関 剛斎、高梨 弘毅、和達 大樹: X線自由電子レーザーによる時間分解共鳴磁気光学カー効果測定で

- みる Co/Pt 薄膜の光誘磁化ダイナミクスの励起強度依存性、日本物理学会第 75 回年次大会 (2020 年 3 月)
- I-10 安部 弘隆, 三浦 紘大, 高橋 龍之介, 岡井 啓介, 高橋 宏和, 山本 航平, 角田 匡清, 大河内 拓雄, 木下 豊彦, 和達 大樹: GdFeCo 薄膜におけるレーザー励起磁化反転の Kerr 顕微鏡による観測、日本物理学会第 75 回年次大会 (2020 年 3 月)
- I-11 H. Wadati: “Ultrafast x-ray study of charge/spin dynamics”, International Conference on Strongly Correlated Electron Systems 2019 (SCES2019), (Okayama, September 23-28, 2019, Invited)
- I-12 H. Wadati: “Time-resolved x-ray measurements for observing spin/charge dynamics”, OptoX-NANO 2019 (Okayama, December 2-5, 2019, Invited).
- II-1 Y. Zhang, M. Kim, J. Mravlje, C. Sohn, Y. Choi, J. Stremper, Y. Hotta, A. Yasui, J. Nichols, H.-N. Lee, and H. Wadati: “Photoemission and Dynamical Mean Field Theory Study of Electronic Correlation in a  $t_{2g}$  Metal of SrRhO<sub>3</sub> Thin Film”, Phys. Rev. B **101**, 085134-1-9 (2020).
- II-2 Yujun Zhang, 片山 司, 近松 彰, 平田 靖透, 田久保 耕, 山神 光平, 池田 啓祐, 山本 航平, Niko Pontius, Christian Schüßler-Langeheine, 長谷川 哲也, 和達 大樹: GdBaCo<sub>2</sub>O<sub>5.5</sub> 薄膜で観測された光誘起強磁性-反強磁性転移、2019 年 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会 (2019 年 9 月)
- II-3 Yujun Zhang, 片山 司, 近松 彰, 平田 靖透, 田久保 耕, 山神 光平, 池田 啓祐, 山本 航平, Niko Pontius, Christian Schüßler-Langeheine, 長谷川 哲, 和達 大樹; GdBaCo<sub>2</sub>O<sub>5.5</sub> 薄膜で観測された光誘起強磁性、第 33 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (2020 年 1 月)
- II-4 Yujun Zhang, 片山 司, 近松 彰, 平田 靖透, 田久保 耕, 山神 光平, 池田 啓祐, 山本 航平, Niko Pontius, Christian Schüßler-Langeheine, 長谷川 哲, 和達 大樹; GdBaCo<sub>2</sub>O<sub>5.5</sub> 薄膜で観測された光誘起強磁性-反強磁性転移、日本物理学会第 75 回年次大会 (2020 年 3 月)
- III-1 H. Fukui, M. Fujimoto, Y. Akahama, A. Sano-Furukawa and T. Hattori. Structure change of monoclinic ZrO<sub>2</sub> baddeleyite involving softenings of bulk modulus and atom vibrations. Acta Crystallographica **B75**, 742 (2019).
- III-2 H. Fukui, L.T. Anh, M. Wada, N. Hiraoka, T. Iitaka, N. Hirao, Y. Akahama, and T. Irifune. Electronic structure of dense solid oxygen from insulator to metal investigated with X-ray Raman scattering. Proceedings of National Academy of Science of USA **116**, 21385 (2019).
- III-3 L. T. Anh, M. Wada, H. Fukui, T. Kawatsu, T. Iitaka. First-principles calculations of the epsilon phase of solid oxygen. Scientific Reports **9**, 8731 (2019).
- III-4 H. Fukui, L.T. Anh, M. Wada, N. Hiraoka, T. Iitaka, N. Hirao, Y. Akahama, and T. Irifune: Electronic structure of dense solid oxygen from insulator to metal: A study using inelastic X-ray scattering under pressure. OptoX-NANO 2019 (Okayama, December 2-5, 2019).
- III-5 福井宏之, L.T. Anh, 和田正弘, 平岡望, 飯高敏晃, 平尾直久, 赤浜裕一,

入船徹男:「固体酸素の電子状態変化」第60回高压討論会,かでの2.7 2019年2019年10月23-25日

III-6 福井宏之, 米田明, 鎌田誠司, 平尾直久, 辻野典秀, 内山裕士:「高温高压単結晶 IXS に向けた温度圧力発生技術開発」, 第60回高压討論会,かでの2.7 2019年10月23-25日

III-7 H. Fukui, L. T. Anh, M. Wada, N. Hiraoka, T. Iitaka, N. Hirao, Y. Akahama, and T. Irifune: Electronic structure of dense solid oxygen from insulator to metal. AIRAPT-2019 (Rio de Janeiro August 4-9, 2019).

## 科学研究費補助金等

- 1 科学研究費補助金(2019~2021年度) 基盤研究(B) 課題番号:19H01816  
研究課題 時空間スピンドイナミクス of 解明を可能にする軟 X 線超高速磁気イメージングの開発  
研究代表者 和達大樹
- 2 科学研究費補助金(2017~2019年度) 特別研究員奨励費  
課題番号:17F17327  
研究課題 軟 X 線分光による時間・空間分解した遷移金属酸化物薄膜の磁性受入研究者 和達大樹
- 3 科学研究費補助金(2019~2022年度) 基盤研究(B) 課題番号:19H02594  
研究課題 遷移金属複合アニオン酸化物薄膜の光機能の開発  
研究代表者 近松彰  
研究分担者 和達大樹
- 4 科学研究費補助金(2019~2023年度) 新学術領域研究(研究領域提案型)  
課題番号:19H05822  
研究課題 量子液晶の物性科学  
研究代表者 芝内孝禎  
研究分担者 和達大樹
- 5 科学研究費補助金(2019~2023年度) 新学術領域研究(研究領域提案型)  
課題番号:19H05824  
研究課題 量子液晶の精密計測  
研究代表者 花栗哲郎  
研究分担者 和達大樹
- 6 科学研究費補助金(2015~2019年度) 基盤研究(S) 課題番号:15H05748  
研究課題 地球核の最適モデルの創出  
研究代表者 大谷栄治  
研究分担者 福井宏之
- 7 科学研究費補助金(2015~2019年度) 基盤研究(A) 課題番号:15H02128  
研究課題 マントル鉱物の結晶弾性測定:地震波速度異方性の物質的解釈に向けて  
研究代表者 米田明  
研究分担者 福井宏之
- 8 科学研究費補助金(2019~2022年度) 基盤研究(B) 課題番号:19H02004  
研究課題 X 線非弾性散乱法による下部マントル条件での含鉄ブリッジマナイトの結晶弾性定数測定

- 研究代表者 福井宏之
- 9 東レ科学振興会 科学技術研究助成（2017～2019年度）  
研究課題 時間分解 X線磁気円二色性測定法の確立とレーザー励起磁化反転への応用  
研究代表者 和達大樹
- 10 日本板硝子材料工学助成会 研究助成（2019～2021年度）  
研究課題 レーザー照射による酸化物薄膜における超高速な強磁性の実現  
研究代表者 和達大樹
- 11 山田科学振興財団 研究援助（2019～2021年度）  
研究課題 時間分解コヒーレント軟 X線散乱の開発とレーザー励起磁化反転への応用  
研究代表者 和達大樹