

I 極限環境での X 線・レーザー分光
X-ray / laser spectroscopy under extreme conditions

和達大樹
Wadati, H.

遷移金属化合物に対して、レーザー、放射光、X線自由電子レーザーの時間構造を用い、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）するようなポンププローブ型により、 CuWO_4 、 SmS 、 $\text{EuNi}_2(\text{Si}_{0.21}\text{Ge}_{0.79})_2$ などの電子ダイナミクスを明らかにした。また、 LaVO_3 薄膜の電圧印加下でのバナジウムの価数や、高圧下での FePt の結晶構造を解明した。

II 遷移金属化合物の新しい電子状態
Novel electronic structures of transition-metal compounds

和達大樹
Wadati, H.

遷移金属化合物において、新しい電子状態を探求した。特に、 EuSn_2As_2 バルク単結晶を合成し、磁性と Eu 価数の測定、超伝導の可能性の検証などを行った。ペロブスカイト型鉄酸化物 $(\text{Sr}_{1-x}\text{Ba}_x)_{2/3}\text{La}_{1/3}\text{FeO}_3$ 多結晶については、メスバウアー分光やラマン散乱測定により、秩序状態の探索を行った。そのほかにも、遷移金属酸化物の薄膜について、特に YBaCo_2O_x 、 SmO 、 $\text{Fe}_2\text{Mo}_3\text{O}_8$ などのバルクと異なる電子状態を放射光 X 線による光電子分光、吸収分光、共鳴回折などにより明らかにした。

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、 $10 \text{ keV} <$ 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 Yohei Uemura, Ahmed S. M. Ismail, Sang Han Park, Soonnam Kwon, Minseok Kim, Yasuhiro Niwa, Hiroki Wadati, Hebatalla Elnaggar, Federica Frati, Ties Haarman, Niko Hoppel, Nils Huse, Yasuyuki Hirata, Yujun Zhang, Kohei Yamagami, Susumu Yamamoto, Iwao Matsuda, Tetsuo Katayama, Tadashi Togashi, Shigeki Owada, Makina Yabashi, Ufuk Halisdemir, Gertjan Koster, Toshihiko Yokoyama, Bert M. Weckhuysen, and Frank M. F. de Groot: "Femtosecond Charge Density Modulations in Photoexcited CuWO_4 ", *J. Phys. Chem. C* **125**, 7329-7336 (2021).
- I-2 H. Wadati, Y. Zhang, H. Setoyama, Y. Hotta, and R. Nemoto: "Operando XAFS Measurements of V-oxide Thin-film Devices Under Electric Voltages", *Adv. X-Ray. Chem. Anal. Japan* **52**, 161-166 (2021).
- I-3 和達大樹: X線で見えるスピンのダイナミクス、日本磁気学会・第75回スピントロニクス専門研究会(2020年7月22日)
- I-4 村主圭佑、阪永裕士、和達大樹、新船幸二、吉田晴彦、堀田育志、 $(\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x)\text{VO}_3/\text{p-Si}(100)$ 接合の順方向電流-電圧特性の温度依存性、2020年第81回応用物理学会秋季学術講演会(2020年9月8日)
- I-5 岡井啓輔、三浦紘大、安部弘隆、高橋龍之介、河口沙織、平尾直久、関剛斎、高梨弘毅、大村訓史、福井宏之、和達大樹、 L_{10} 型 FePt の高圧下 X線回折による結晶構造観測、日本物理学会2020年秋季大会(2020年9月10日)
- I-6 和達大樹、Y. Zhang、瀬戸山寛之、堀田育志、根元亮一、バナジウム酸化物薄膜デバイスの電圧印加中の XAFS 測定、第56回 X線分析討論会(2020年10月29日)
- I-6 和達大樹、Ultrafast photoinduced valence dynamics in $\text{EuNi}_2(\text{Si}_{0.21}\text{Ge}_{0.79})_2$ 、令和2年度新学術領域研究「量子液晶の物性科学」領域研究会(2020年12月24日)
- I-8 柴田友里亜、中村拓人、渡邊浩、山神光平、平田靖透、池田啓祐、Yujun Zhang、和達大樹、井村敬一郎、鈴木博之、佐藤憲昭、木村真一、光励起価数転移を示す SmS の時間分解 X線吸収分光、第34回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム(2021年1月9日)
- I-9 山神光平、Yujun Zhang、山本航平、上田大貴、Urs Staub、Sang Han Park、Soonnam Kwon、三村功次郎、光田暁弘、和田裕文、和達大樹、時間分解軟 X線吸収分光を用いた価数転移化合物 $\text{EuNi}_2(\text{Si}_{0.21}\text{Ge}_{0.79})_2$ の $\text{Eu}4f$ 電子ダイナミクス、第34回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム(2021年1月9日)
- I-10 岡井啓輔、三浦紘大、安部弘隆、高橋龍之介、河口沙織、平尾直久、関剛斎、高梨弘毅、大村訓史、福井宏之、和達大樹、 L_{10} 型 FePt の高圧下 X線回折による結晶構造観測、第34回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム(2021年1月10日)
- I-11 谷佳樹、高橋龍之介、山崎未南斗、安部弘隆、鈴木郁美、菅大介、島川祐一、和達大樹、カー顕微鏡による NiCo_2O_4 薄膜の磁区観察、日本物理学会第76回年次大会(2021年3月)
- I-12 安部弘隆、高橋龍之介、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、レーザー照射下での GdFeCo 薄膜の磁区の観察、日本物理学会第76回年次大会(2021年3月13日)

- I-13 山崎未南斗, 高橋龍之介, 石井順久, 和達大樹, シリコンのポンププローブ時間分解透過率測定、日本物理学会第76回年次大会(2021年3月)
- I-14 渡邊浩, 中村拓人, 柴田友里亜, 山神光平, 平田靖透, 池田啓祐, Yujun Zhang, 和達大樹, 井村敬一郎, 鈴木博之, 佐藤憲昭, 木村真一, SmSのX線吸収分光を用いた光励起価数転移ダイナミクス、日本物理学会第76回年次大会(2021年3月)
- I-15 安部弘隆, 高橋龍之介, 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, レーザー照射下でのカー顕微鏡によるGdFeCo薄膜の磁区の観察、2021年第68回応用物理学会春季学術講演会(2021年3月16日)
- II-1 Shoya Sakamoto, Kenichi Kaminaga, Daichi Oka, Ryu Yukawa, Masafumi Horio, Yuichi Yokoyama, Kohei Yamamoto, Kou Takubo, Yosuke Nonaka, Keisuke Koshiishi, Masaki Kobayashi, Arata Tanaka, Akira Yasui, Eiji Ikenaga, Hiroki Wadati, Hiroshi Kumigashira, Tomoteru Fukumura, Atsushi Fujimori: "Hard and soft x-ray photoemission spectroscopy study of the new Kondo system SmO thin film", Phys. Rev. Materials **4**, 095001-1-5 (2020).
- II-2 Yujun Zhang, Yong Zheng Luo, Liang Wu, Motohiro Suzuki, Qinghua Zhang, Yasuyuki Hirata, Kohei Yamagami, Kou Takubo, Keisuke Ikeda, Kohei Yamamoto, Akira Yasui, Naomi Kawamura, Chun Lin, Keisuke Koshiishi, Xin Liu, Jinxing Zhang, Yasushi Hotta, X. Renshaw Wang, Atsushi Fujimori, Yuanhua Lin, Cewen Nan, Lei Shen, and Hiroki Wadati: "Interfacial-hybridization-modified Ir ferromagnetism and electronic structure in LaMnO₃/SrIrO₃ superlattices", Phys. Rev. Res. **2**, 033496-1-9 (2020).
- II-3 K. Yamagami, K. Ishii, Y. Hirata, K. Ikeda, J. Miyawaki, Y. Harada, M. Miyazaki, S. Asano, M. Fujita, and H. Wadati, "Localized character of charge excitations for La_{2-x}Sr_xNiO_{4+d} revealed by oxygen K-edge resonant inelastic x-ray scattering", Phys. Rev. B **102**, 165145-1-7 (2020).
- II-4 Kohei Oyama, Akihiro Mitsuda, Hirofumi Wada, Yasuo Narumi, Masayuki Hagiwara, Ryunosuke Takahashi, Hiroki Wadati, Hiroyuki Setoyama, and Koichi Kindo: "Ga substitution effect on the valence transition of Eu₂Pt₆Al₁₅", J. Phys. Soc. Jpn. **89**, 114713-1-7 (2020).
- II-5 Shin-ichi Tanaka, Hiroki Wadati, Kazuhisa Sato, Hidehiro Yasuda, and Hirohiko Niioka, "Red-Fluorescent Pt Nanoclusters for Detecting and Imaging HER2 in Breast Cancer Cells", ACS Omega **5**, 37, 23718-23723 (2021).
- II-6 Akira Chikamatsu, Tsukasa Katayama, Takahiro Maruyama, Miho Kitamura, Koji Horiba, Hiroshi Kumigashira, Hiroki Wadati, and Tetsuya Hasegawa: "Investigation of the electronic states of A-site layer-ordered double perovskite YBaCo₂O_x (x = 5.3 and 6) thin films by x-ray spectroscopy", Appl. Phys. Lett. **118**, 012401-1-4 (2021).
- II-7 Hideki Matsuoka, Stewart Edward Barnes, Jun'ichi Ieda, Sadamichi Maekawa, Mohammad Saeed Bahramy, Bruno Kenichi Saika, Yukiharu Takeda, Hiroki Wadati, Yue Wang, Satoshi Yoshida, Kyoko Ishizaka,

- Yoshihiro Iwasa, and Masaki Nakano, "Spin-Orbit-Induced Ising Ferromagnetism at a van der Waals Interface", *Nano Lett.* **21**, 1807-1814 (2021).
- II-8 K. Yamagami, Y. Fujisawa, B. Driesen, C. H. Hsu, K. Kawaguchi, H. Tanaka, T. Kondo, Y. Zhang, H. Wadati, K. Araki, T. Takeda, Y. Takeda, T. Muro, F. C. Chuang, Y. Niimi, K. Kuroda, M. Kobayashi, and Y. Okada, "Itinerant ferromagnetism mediated by giant spin polarization of the metallic ligand band in the van der Waals magnet Fe_5GeTe_2 ", *Phys. Rev. B* **103**, L060403-1-6 (2021).
- II-9 Haruka Yoshino, Kohei Yamagami, Hiroki Wadati, Hirona Yamagishi, Hiroyuki Setoyama, Sayuri Shimoda, Akio Mishima, Benjamin Le Ouay, Ryo Ohtani, and Masaaki Ohba, "Coordination Geometry Changes in Amorphous Cyanide-Bridged Metal-Organic Frameworks upon Water Adsorption", *Inorg. Chem.* **60**, 3338-3344 (2021).
- II-10 山神光平, Driesen, 藤澤唯太, H. Hsu, 川口海周, 田中宏明, 黒田健太, 近藤猛, Y. Zhang, 和達大樹, 荒木恒星, 武田崇仁, 小林正起, 竹田幸治, 室隆桂之, C. Chuang, 岡田佳憲、軟 X 線磁気円二色性で観測したファンデルワールス強磁性体 Fe_5GeTe_2 の混成由来による配位子のスピンの偏極状態、日本物理学会 2020 年秋季大会 (2020 年 9 月 8 日)
- II-11 芝田悟朗, 毛司辰, 池田啓祐, 和達大樹, 齋藤智彦, 片山司, 長谷川哲也, 藤森淳、薄膜化により磁気転移温度を上昇させたマルチフェロイック物質 $\text{Fe}_2\text{Mo}_3\text{O}_8$ の X 線磁気円・線二色性、日本物理学会 2020 年秋季大会 (2020 年 9 月 8 日)
- II-12 高橋龍之介, 永澤延元, 池田修悟, 小林寿夫, 和達大樹, EuSn_2As_2 の合成と超伝導物性、日本物理学会 2020 年秋季大会 (2020 年 9 月 10 日)
- II-13 山神光平, 石井賢司, 山本航平, 岡本淳, Di-Jing Huang, 山岸弘奈, 井口弘章, 高石慎也, 山下正廣, 和達大樹、共鳴非弾性軟 X 線散乱を用いたハロゲン架橋ニッケル錯体 $[\text{Ni}(\text{chxn})_2\text{Br}]\text{Br}_2$ の磁気励起分散、日本物理学会 2020 年秋季大会 (2020 年 9 月)
- II-14 高橋龍之介, 谷佳樹, 永澤延元, 池田修悟, 北尾真司, 瀬戸誠, 大槻太毅, 吉田鉄平, 高木康多, 保井晃, 山口明, 住山昭彦, 小林寿夫, 和達大樹、 EuSn_2As_2 の合成と Eu 価数の探索、日本物理学会第 76 回年次大会 (2021 年 3 月 13 日)
- II-15 小野瀬雅穂, 高橋英史, 齊藤高志, 神山崇, 高橋龍之介, 和達大樹, 北尾真司, 瀬戸誠, 佐賀山基, 山崎裕一, 佐藤拓朗, 賀川史敬, 石渡晋太郎、ペロブスカイト型鉄酸化物 $(\text{Sr}_{1-x}\text{Ba}_x)_{2/3}\text{La}_{1/3}\text{FeO}_3$ におけるスピン・電荷変調の解明、日本物理学会第 76 回年次大会 (2021 年 3 月 13 日)
- III-1 R. Tanaka, T. Sakamaki, E. Ohtani, H. Fukui, S. Kamada, A. Suzuki, S. Tsutsui, H. Uchiyama, and A.Q.R. Baron. The sound velocity of wüstite at high pressures: implications for low-velocity anomalies at the base of the lower mantle. *Progress in Earth and Planetary Science* **7**, 23 (2020).
- III-2 H. Fukui, A. Yoneda, S. Kamada, H. Uchiyama, S. Tsutsui, N. Hirao, A.Q.R. Baron. Elasticity of single-crystal NaCl under high pressure: Simultaneous measurement of x-ray inelastic scattering and diffraction.

High Pressure Research **40**, 465-477 (2020).

- III-3 H. Fukui. Oxygen K-edge X-ray Raman spectroscopy for solid oxygen up to 140 GPa with hard X rays. SPring-8/SACLA Research Frontiers 2019, 40-41 (2020).
- III-4 藤原佑気、福井宏之、有馬 寛、大高 理、竹内 晃久 高傾斜ラミノグラフィによる不完全トモグラフィイメージの補完. SPring-8/SACLA 利用研究成果集 **8**, 483-488 (2020).
- III-5 H. Fukui “Single crystal elasticity of minerals under high-pressure conditions determined by inelastic x-ray scattering” JpGU-AGU joint meeting 2020, オンライン 2020年6月12-16日
- III-6 福井宏之、米田明、鎌田誠司、内山裕士、平尾直久、バロン アルフレッド:「X線非弾性散乱による NaCl B1 相の単結晶弾性定数の圧力変化」, 第 61 回高压討論会, オンライン 2020年12月2-4日

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 の 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 (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
- 3 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
- 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: 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
- 5 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
- 6 科学研究費補助金 (2020~2022 年度) 基盤研究(A) 課題番号: 20H00187
研究課題 地球核領域での絶対圧力スケールの構築
研究代表者 大谷栄治
研究分担者 福井宏之
- 7 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

- 8 山田科学振興財団 研究援助（2019～2020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
- 9 日立金属・材料科学財団 研究助成（2020年度）
研究課題 ナノイメージングのための金属ナノ粒子強磁性の放射光X線による追究
研究代表者 和達大樹
- 10 旭硝子財団 研究助成(若手継続グラント)（2020～2022年度）
研究課題 スピンドYNAMICS解明のための時間空間元素分解軟X線カー効果の開発
研究代表者 和達大樹
- 11 三菱財団 自然科学研究助成（2020～2021年度）
研究課題 実験室レーザーの高次高調波軟X線で解明するレーザー励起磁化反転
研究代表者 和達大樹