

4-6 物質分子科学研究領域

電子構造研究部門

横山 利彦（教授）（2002 年 1 月 1 日～2026 年 3 月 31 日）＊）

倉橋 直也（特任助教）

杉山 研嗣（特別共同利用研究員）

栗田 佳子（事務支援員）

A-1) 専門領域：表面科学，X線分光学

A-2) 研究課題：

- a) 雰囲気制御型硬X線光電子分光法の開発と不均一触媒その場観察への応用
- b) X線磁気円二色性などを用いた磁性薄膜の磁気構造解析
- c) X線吸収分光を用いた機能合金の局所構造と熱的性質
- d) X線発光分光による固体高分子形燃料電池の電解質に関する研究

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) SPring-8 BL36XU で我々が開発した雰囲気制御型硬X線光電子分光装置により不均一触媒の反応進行中のオペランド観測を行っている。本設備は NEDO 燃料電池プロジェクトにより導入され、固体高分子形燃料電池（PEFC）電極触媒の in situ 測定を行っていたが、NEDO 終了後は、より一般的な不均一触媒等について対象を拡げて研究を遂行しているものである。
- b) 分子研シンクロトン放射光施設 UVSOR-III BL4B を用いた高磁場極低温X線磁気円二色性法（XMCD）を共同利用公開し、様々な磁性薄膜の磁気特性検討について国内外との共同研究を広く実施している。また、磁性薄膜の原子層毎の磁性を解析するべく軟X線共鳴反射測定技術開発を行っているところである。
- c) X線吸収分光を用いて、強磁性などの機能を発現する合金の局所構造と熱的性質を理論計算を含めて検討している。
- d) 遷移金属リン化合物単結晶・薄膜の触媒活性・磁性に関する研究を行っている。

B-1) 学術論文

J. YAHIRO, S. MITSUI, H. SHIMURA, K. OZAKI, M. NAKADA, M. KUNISU, N. KURAHASHI, H. KIUCHI and Y. HARADA, “Hydrogen-Bonded Structure Analysis of Water Molecules in the Subnanoscale Pores of Reverse Osmosis Membrane,” *Langmuir* **41**(45), 30160–30166 (2025). DOI: 10.1021/acs.langmuir.5c03228

Y. UEMURA, K. YAMAMOTO, Y. NIWA, T. BUTTIENS, H. ELNAGGAR, R. -P. WANG, M. LAZEMI, F. DE GROOT, T. KATAYAMA, M. YABASHI, C. J. MILNE and T. YOKOYAMA, “Electronic and Structural Relaxation of Photoexcited WO₃ Observed by Femtosecond Resonant X-Ray Emission Spectra,” *J. Phys. Chem. Lett.* **16**, 6138–6145 (2025). DOI: 10.1021/acs.jpcclett.5c01062

T. FUJINO, M. HISHIDA, M. ITO, T. NAKAMURA, M. ASADA, N. KURAHASHI, H. KIUCHI, Y. HARADA, K. HARANO, R. MAKIURA, K. J. TAKENO, S. YOKOMORI, H. OIKE and H. MORI, “Macroscopic Structural Transition of Nickel Dithiolate Capsule with Uniaxial Magnetic Anisotropy in Water,” *Adv. Sci.* **12(29)**, 2504967 (2025). DOI: 10.1002/adv.202504967

S. NISHIMURA, N. KURAHASHI, S. SHIOMOTO, Y. HARADA and M. TANAKA, “Effects of Hydration Water on Bioresponsiveness of Polymer Interfaces Revealed by Analysis of Linear and Cyclic Polymer-Grafted Substrates,” *Soft Matter* **20**, 9454 (2024). DOI: 10.1039/D4SM00977K

B-3) 総説, 著書

A. -A. HAGHIGHIRAD, R. ICHIKAWA, T. MIYAMACHI, H. ISHII, S. AKAMATSU, E. MASUI, O. ISHIYAMA, H. IWAYAMA, E. NAKAMURA, T. YOKOYAMA, E. INAMI and T. YAMADA, “STM Imaging and Electronic Correlation in van der Waals Ferromagnet Fe_3GeTe_2 ,” *Jpn. J. Appl. Phys.* **64(4)**, 040805 (2025). DOI: 10.35848/1347-4065/adc7be
横山利彦, 「XAFS の理論」, 「XAFS の基礎と応用」, 日本XAFS 研究会 (太田俊明, 朝倉清高, 畑田圭介, 朝倉博行, 片山真祥, 阿部 仁) 編, 講談社, 2 章, 1, 2, 4, 5 節, 9–23, 60–75 (2025).

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員等

日本放射光学会評議員 (2024–2026).

文部科学省, 学術振興会, 大学共同利用機関等の委員等

広島大学 放射光科学研究センター協議会委員 (2020–).

その他

文部科学省マテリアル先端リサーチインフラ・スポーク機関「マテリアルの高度循環のための技術」業務主任者 (2021–2031).

文部科学省マテリアル先端リサーチインフラ・運営機構業務「横断技術領域 (物質・材料合成プロセス)」業務主任者 (2022–2031).

B-10) 競争的資金

科研費若手研究, 「テンダー X 線発光分光法によるプロトン伝導性高分子膜の電子状態解析」, 倉橋直也 (2024 年度–2027 年度).

C) 研究活動の課題と展望

2002 年 1 月着任以降, 磁性薄膜の表面分子科学的制御と新しい磁気光学分光法の開発を主テーマとして, 高磁場極低温 X 線磁気円二色性 (UVSOR) や紫外磁気円二色性光電子顕微鏡の発明, 広域 X 線吸収微細構造 (EXAFS) 法と経路積分法によるインバー等磁性合金の熱膨張などで成果を上げてきた。2011 年度から, SPring-8 の超高輝度硬 X 線を利用した燃料電池の in situ 雰囲気制御型硬 X 線光電子分光の開発を行い, 2017 年度には完全大気圧での光電子分光観測に世界で初めて成功した。光電子分光は, 燃料電池中の各構成成分の電位を電極なしに観測可能な有効手法であることを示し, 今後もこれを中心課題に据えた研究を推進する。さらに, 2013 年度からは放射光や X 線自由

電子レーザーを用いた(超)高速時間分解X線吸収法の開発的研究を行ってきた。2022年度は、SPring-8を用いた雰囲気制御光電子分光等を用いた表面化学反応研究、UVSORを利用した共鳴X線磁気散乱による磁性薄膜解析、KEK-PFを用いた合金のEXAFS局所構造解析等を行った。2023年8月16日に着任した前島尚行特任助教は2025年4月に立命館大に助教として転出した。また、2022年12月に着任した倉橋特任助教は2025年7月にQST NanoTerasuに転出した。2024年10月から2025年9月においては、X線自由電子レーザー SACLAにおいてフェムト秒時間分解X線発光分光・高分解能XAFSの開発とこれを用いた光触媒酸化タングステンのポーラロン形成以前の電子励起状態の解析、ならびに、新報国マテリアル(株)との共同研究としてステンレスインバー合金の局所熱膨張に関する研究で成果が挙げられた。後者に関してはさらに関連研究を進めているところである。

*) 2026年3月31日定年退職