6-6 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日着任)

倉橋 直也 (特任助教)

前島 尚行 (特任助教)

泉 善貴 (大学院生)

栗田 佳子 (事務支援員)

A-1) 専門領域：表面磁性, 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
- e) 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

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) 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を始めた。
- e) 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始めた。

B-1) 学術論文

H. ONO, Y. UMEDA, K. YOSHIDA, K. TSUTSUI, K. YAMAMOTO, O. ISHIYAMA, H. IWAYAMA, E. NAKAMURA, T. YOKOYAMA, M. MIZUGUCHI and T. MIYAMACHI, "Intermolecular Interaction Induced Magnetic Decoupling at an Organic-Inorganic Interface," *J. Phys. Chem. C* **127**(49), 23935–23940 (2023). DOI: 10.1021/acs.jpcc.3c05966

T. KOITAYA, K. YAMAMOTO, T. URUGA and T. YOKOYAMA, “Operando Characterization of Copper-Zinc-Alumina Catalyst for Methanol Synthesis from Carbon Dioxide and Hydrogen by Ambient-Pressure Hard X-Ray Photoelectron Spectroscopy,” *J. Phys. Chem. C* **127**(27), 13044–13054 (2023). DOI: 10.1021/acs.jpcc.3c02785

T. KAWAWAKI, Y. MITOMI, N. NISHI, R. KUROSAKI, K. OIWA, T. TANAKA, H. HIRASE, S. MIYAJIMA, Y. NIIHORI, D. J. OSBORN, T. KOITAYA, G. F. METHA, T. YOKOYAMA, K. IIDA and Y. NEGISHI, “Pt₁₇ Nanocluster Electrocatalysts: Preparation and Origin of High Oxygen Reduction Reaction Activity,” *Nanoscale* **15**, 7272–7279 (2023). DOI: 10.1039/d3nr01152f

B-3) 総説, 著書

高木康多, 横山利彦, 「大気圧硬X線線光電子分光によるオペランド計測の現状と展望」, 表面と真空 特集「準大気圧, 大気圧光電子分光法の最近の進展」, **67**(3), 123–128 (2024). DOI: 10.1380/vss.67.123

小坂谷貴典, 山本 達, 松田 巖, 吉信 淳, 横山利彦, 「準大気圧光電子分光法による二酸化炭素水素化のオペランド観測」, 表面と真空 特集「準大気圧, 大気圧光電子分光法の最近の進展」, **67**(3), 117–122 (2024). DOI: 10.1380/vss.67.117

横山利彦, 「大気圧光電子分光の世界初観測と燃料電池の硫黄被毒過程追跡」, *SPring-8 詳細パンフレット 2023*, 18 (2023).

T. YOKOYAMA, “World’s First Photoelectron Spectroscopy under Atmospheric Pressure and Tracking of Sulfur Poisoning Process of Fuel Cells,” *SPring-8 Detailed Brochure*, 18 (2023).

B-4) 招待講演

横山利彦, 「物質科学のための放射光X線分光」, 第26回XAFS討論会, 滋賀県草津市, 2023年9月.

T. YOKOYAMA, “Operando ambient pressure hard x-ray photoelectron spectroscopic studies of working fuel cells and CO₂ reduction catalyst,” 16th Eurasia Conference on Chemical Sciences 2023, Frontiers in Chemical Sciences for Sustainability, Bangkok (Thailand), December 2023.

T. YOKOYAMA, “Thermal vibration and expansion from the view point of local structure,” 4th International Symposium on Negative Thermal Expansion, Padova (Italy), July 2023.

倉橋直也, 「様々な光で解析する高分子電解質膜と水の関係」, 水素・燃料電池材料研究会, 上智大学, 東京, 2024年1月.

倉橋直也, 「広範な波長をフレキシブルに活用した分光分析」, Menicon Future Device Laboratory 講演会, 名古屋工業大学, 名古屋, 2023年9月.

倉橋直也, 「放射光ことはじめ～使ってみるから結果の解釈まで～」, 第3回溶液化学夏期講演会, オンライン開催, 2023年8月.

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員等

日本放射光学会会長 (2021.10–2023.9).

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-).

未来工学研究所「宇宙・海洋・地球・科学基盤分科会」委員 (2023-2024).

名古屋工業大学人事部会外部委員 (2023).

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

科研費基盤研究(A), 「液体を反応場とした動的オペランド硬X線光電子分光システムの開発」, 横山利彦 (2021年度-2023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等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。2022年8月に小坂谷助教が転出, 2023年4月に山本助教が転出, 2022年12月に倉橋特任助教が着任, 公募中であったもう1名の特任助教として2023年8月16日に前島尚行特任助教が着任した。退職まで2年半であるが, 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, 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新たに展開し始めた。