

## 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)

小板谷 貴典 (助教)

山本 航平 (助教)

倉橋 直也 (特任助教 (分子科学研究所特別研究員))

BUTTIENS, Thomas (インターンシップ)

小林 明斗 (特別共同利用研究員)

石川 あずさ (事務支援員)

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

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線反射率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。

B-1) 学術論文

**T. YOKOYAMA**, "Metallic Bonds and Thermal Vibration in Brass," *Phys. Chem. Chem. Phys.* **25**, 3413–3419 (2023). DOI: 10.1039/D2CP05035H

**K. KAWAGUCHI, T. MIYAMACHI, T. GOZLINSKI, T. IIMORI, Y. TAKAHASHI, T. HATTORI, K. YAMAMOTO, T. KOITAYA, H. IWAYAMA, O. ISHIYAMA, E. NAKAMURA, M. KOTSUGI, W. WULFHEKEL, T. YOKOYAMA and F. KOMORI**, "Layer-Resolved Magnetic Moments in N-Surfactant Assisted FeNi Ordered Alloy Thin Films," *Jpn. J. Appl. Phys.* **61(SL)**, SL1001 (2022). DOI: 10.35848/1347-4065/ac66c1

**Y. YAMADA, K. MORITA, T. SUGIURA, Y. TOYODA, N. MIHARA, M. NAGASAKA, H. TAKAYA, K. TANAKA, T. KOITAYA, N. NAKATANI, H. ARIGA-MIWA, S. TAKAKUSAGI, Y. HITOMI, T. KUDO, Y. TSUJI, K. YOSHIZAWA and K. TANAKA**, “Stacking of a Cofacially Stacked Iron Phthalocyanine Dimer on Graphite Achieved High Catalytic CH<sub>4</sub> Oxidation Activity Comparable to That of pMMO,” *JACS Au* **3**, 823–833 (2023). DOI: 10.1021/jacsau.2c00618

**K. YAMAMOTO, T. TSUYAMA, S. ITO, K. TAKUBO, I. MATSUDA, N. PONTIUS, C. SCHÜSSLER-LANGEHEINE, M. MINOHARA, H. KUMIGASHIRA, Y. YAMASAKI, H. NAKAO, Y. MURAKAMI, T. KATASE, T. KAMIYA and H. WADATI**, “Photoinduced Transient States of Antiferromagnetic Orderings in La<sub>1/3</sub>Sr<sub>2/3</sub>FeO<sub>3</sub> and SrFeO<sub>3-δ</sub> Thin Films Observed through Time-Resolved Resonant Soft X-Ray Scattering,” *New J. Phys.* **24(4)**, 043012 (2022). DOI: 10.1088/1367-2630/ac5f31

**Y. ZHANG, T. KATAYAMA, A. CHIKAMATSU, C. SCHÜSSLER-LANGEHEINE, N. PONTIUS, Y. HIRATA, K. TAKUBO, K. YAMAGAMI, K. IKEDA, K. YAMAMOTO, T. HASEGAWA and H. WADATI**, “Photo-Induced Antiferromagnetic-Ferromagnetic and Spin-State Transition in a Double-Perovskite Cobalt Oxide Thin Film,” *Commun. Phys.* **5(1)**, 50 (2022). DOI: 10.1038/s42005-022-00823-4

B-2) 国際会議のプロシーディングス

**H. T. FUJII, N. SAKAGUCHI, K. ONA, F. URAGUCHI, Y. HAYANO and T. YOKOYAMA**, “Low Thermal Expansion at Cryogenic Temperature in Fe<sub>39-x</sub>Co<sub>49+x</sub>Cr<sub>10</sub>Ni<sub>2</sub> Alloy Used for Astronomical Telescopes,” *Proc. SPIE, Advances in Optical and Mechanical Technologies for Telescopes and Instrumentation V*, 1218806 (2022). DOI: 10.1117/12.2626196

B-3) 総説、著書

高木康多, 横山利彦, 「大気圧硬X線光電子分光による燃料電池電極の触媒反応分析」, *放射光*, **35(3)**, 191–199 (2022).  
**S. YAMAMOTO, Y. TAKAGI, T. KOITAYA, R. TOYOSHIMA, M. HORIO, I. MATSUDA, H. KONDOH, T. YOKOYAMA and J. YOSHINOBU**, “Materials Science Research by Ambient Pressure X-Ray Photoelectron Spectroscopy Systems at Synchrotron Radiation Facilities in Japan: Applications in Energy, Catalysis, and Sensors,” *Synchrotron Radiat. News* **35(3)**, 19–25 (2022). DOI: 10.1080/08940886.2022.2082168

B-4) 招待講演

横山利彦, 「燃料電池のその場X線光電子分光と次世代放射光への期待」, 触媒学会次世代放射光WG 公開シンポジウム, 仙台, 2022年6月.

横山利彦, 「雰囲気制御硬X線光電子分光と燃料電池・触媒反応その場観察への応用」, 2022年度立命館大学SRセンター研究成果報告会, 草津, 2022年9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).

日本放射光学会評議員 (2020–2022).

触媒学会次世代放射光ワーキンググループ委員 (2021–2022). (小坂谷貴典)

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-).

北海道大学触媒研究所 触媒科学計測共同研究拠点運営委員会委員 (2022-2023).

その他

文部科学省マテリアル先端リサーチインフラ「マテリアルの高度循環のための技術 スポーク機関」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「運営機構横断領域(物質・材料合成)」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」(代表: 横山利彦), 小坂谷貴典(研究分担者), 山本航平(研究分担者) (2021年度-2023年度).

科研費基盤研究(C), 「オペランド分光測定による二酸化炭素の電気化学還元反応機構の解明」, 小坂谷貴典 (2022年度-2024年度).

科研費若手研究, 「共鳴X線磁気反射率測定による磁性体多層膜の内部構造の解明」, 山本航平 (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。本年度は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(予定), 2022年12月に倉橋特任助教が着任, もう1名の特任助教を公募中であり, 人の移動が激しかった。退職まで3年であるが, 非弾性共鳴X線散乱等を視野に入れた新たな展開を検討中である。