

大 東 琢 治 (助教) (2011 年 8 月 1 日～2022 年 1 月 31 日)\*)  
(准教授) (2022 年 2 月 1 日着任)  
(クロスアポイントメント；KEK 物質構造科学研究所)

稲垣 いつ子 (事務支援員)  
石原 麻由美 (事務支援員)  
加茂 恭子 (事務支援員)

A-1) 専門領域：X線光学

A-2) 研究課題：

- a) 走査型透過軟X線顕微鏡ビームラインの発展
- b) 走査型透過軟X線顕微鏡を用いた応用手法の開発

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 高次光フィルター機能を備えた高効率の集光光学素子 (Fresnel zone plate, FZP) の開発により, リチウム K 吸収端 (~55 eV) の高分解能吸収分光を可能とした。この際にビームラインの高次光強度を定量的に測定する手法の開発を行い, 含有高次光強度を測定したところ, 0.1%以下まで除去されていることがわかった。これに伴って, FZP の回折限界である空間分解能 72 nm を達成した。
- b) 昨年度まで開発を行ってきた大気非曝露試料搬送システムを用いて, 100% 充電状態のリチウムイオン電池の, 大気曝露下での劣化条件のプロセスの解明を行った。

B-1) 学術論文

**H. SUGA, K. SUZUKI, T. USUI, A. YAMAGUCHI, O. SEKIZAWA, K. NITTA, Y. TAKEICHI, T. OHIGASHI and Y. TAKAHASHI**, “A New Constraint on the Physicochemical Condition of Mars Surface during the Amazonian Epoch Based on Chemical Speciation for Secondary Minerals in Martian Nakhilites,” *Minerals* **11**(5), 514 (25 pages) (2021). DOI: 10.3390/min11050514

**G. GERMER, T. OHIGASHI, H. YUZAWA, N. KOSUGI, R. FLESCHE, F. RANCAN, A. VOGT and E. RÜHL**, “Improved Skin Permeability after Topical Treatment with Serine Protease: Probing the Penetration of Rapamycin by Scanning Transmission X-Ray Microscopy,” *ACS Omega* **6**(18), 12213–12222 (2021). DOI: 10.1021/acsomega.1c01058

**N. SHIRAI, Y. KAROUJI, K. KUMAGAI, M. UESUGI, K. HIRAHARA, M. ITO, N. TOMIOKA, K. UESUGI, A. YAMAGUCHI, N. IMAE, T. OHIGASHI, T. YADA and M. ABE**, “The Effects of Possible Contamination by Sample Holders on Samples to Be Returned by Hayabusa2,” *Meteorit. Planet. Sci.* **55**(79), 1665–1680 (2020). DOI: 10.1111/maps.13480

**T. HARANO, Y. TAKEICHI, T. OHIGASHI, D. SHINDO, E. NEMOTO, D. WAKABAYASHI, S. YAMASHITA, R. MURAO and M. KIMURA**, “Azimuthal-Rotation Sample Holder for Molecular Orientation Analysis,” *J. Synchrotron Radiat.* **27**, 1167–1171 (2020). DOI: 10.1107/S160057752000990X

- J.-J. V. VÉLEZ, Y.-Y. CHIN, M.-H. TSAI, O. J. BURTON, R. WANG, S. HOFMANN, W.-H. HSU, T. OHIGASHI, W.-F. PONG and C.-H. CHUANG, “Evidence of Synergistic Electrocatalysis at a Cobalt Oxide–Graphene Interface through Nanochemical Mapping of Scanning Transmission X-Ray Microscopy,” *Chin. J. Phys.* **76**, 135–144 (2022). DOI: 10.1016/j.cjph.2021.09.018
- Y.-A. CHEN, H.-W. SHIU, Y.-J. HSU, L. E. MUNDT, W.-T. HUNG, T. OHIGASHI, M.-H. LI and P. CHEN, “Effect of the Large-Size A-Site Cation on the Crystal Growth and Phase Distribution of 2D/3D Mixed Perovskite Films via a Low-Pressure Vapor-Assisted Solution Process,” *J. Phys. Chem. C* **125**(48), 26601–26612 (2021). DOI: 10.1021/acs.jpcc.1c07795
- J. S. D. RODRIGUEZ, T. OHIGASHI, C.-C. LEE, M.-H. TSAI, C.-C. YANG, C.-H. WANG, C. CHEN, W.-F. PONG, H.-C. CHIU and C.-H. CHUANG, “Modulating Chemical Composition and Work Function of Suspended Reduced Graphene Oxide Membranes through Electrochemical Reduction,” *Carbon* **185**, 410–418 (2021). DOI: 10.1016/j.carbon.2021.09.015
- S. MITSUNOBU, Y. OHASHI, H. MAKITA, Y. SUZUKI, T. NOZAKI, T. OHIGASHI, T. INA and Y. TAKAKI, “One-Year In Situ Incubation of Pyrite at the Deep Seafloor and Its Microbiological and Biogeochemical Characterizations,” *Appl. Environ. Microbiol.* **87**(23), e0097721 (2021). DOI: 10.1128/AEM.00977-21
- H.-T. WANG, J.-W. CHIOU, K.-H. CHEN, A. R. SHELKE, C.-L. DONG, C.-H. LAI, P.-H. YEH, C.-H. DU, C.-Y. LAI, K. ASOKAN, S.-H. HSIEH, H.-W. SHIU, C.-W. PAO, H.-M. TSAI, J.-S. YANG, J.-J. WU, T. OHIGASHI and W.-F. PONG, “Role of Interfacial Defects in Photoelectrochemical Properties of BiVO<sub>4</sub> Coated on ZnO Nanodendrites: X-Ray Spectroscopic and Microscopic Investigation,” *ACS Appl. Mater. Interfaces* **13**(35), 41524–41536 (2021). DOI: 10.1021/acsami.1c08522
- M. ITO, Y. TAKANO, Y. KEBUKAWA, T. OHIGASHI, M. MATSUOKA, K. KIRYU, M. UESUGI, T. NAKAMURA, H. YUZAWA, K. YAMADA, H. NARAOKA, T. YADA, M. ABE, M. HAYAKAWA, T. SAIKI, S. TACHIBANA and HAYABUSA2 PROJECT TEAM, “Assessing the Debris Generated by the Small Carry-On Impactor Operated from the Hayabusa2 Mission,” *Geochem. J.* **5**(4), 223–239 (2021). DOI: 10.2343/geochemj.2.0632
- M. YOSHIDA, M. MIYAHARA, H. SUGA, A. YAMAGUCHI, N. TOMIOKA, T. SAKAI, H. OHFUJI, F. MAEDA, I. OHIRA, E. OHTANI, S. KAMADA, T. OHIGASHI, Y. INAGAKI, Y. KODAMA and N. HIRAO, “Elucidation of Impact Event Recorded in the Lherzolithic Shergottite NWA 7397,” *Meteorit. Planet. Sci.* **56**(9), 1729–1743 (2021). DOI: 10.1111/maps.13735
- Y. KEBUKAWA, M. E. ZOLENSKY, C. A. GOODRICH, M. ITO, N. O. OGAWA, Y. TAKANO, N. OHKOUCHI, K. KIRYU, M. IGISU, T. SHIBUYA, M. A. MARCUS, T. OHIGASHI, J. MARTINEZ, Y. KODAMA, M. H. SHADDAD and P. JENNISKENS, “Organic Matter in Carbonaceous Chondrite Lithologies of Almahata Sitta: Incorporation of Previously Unsourced Carbonaceous Chondrite Lithologies into Ureilitic Regolith,” *Meteorit. Planet. Sci.* **56**(7), 1311–1327 (2021). DOI: 10.1111/maps.13713

#### B-4) 招待講演

大東琢治, 「はやぶさ2 帰還試料の顕微有機物分析とアウトリーチ活動」, ビーム物理若手の会, online, 2021 年 5 月.

大東琢治, 「走査型透過 X 線顕微鏡による分光イメージングの最前線」, SR セミナー, 立命館大学 SR センター, 草津, 2021 年 7 月.

大東琢治,「はやぶさ2帰還試料の顕微有機物分析」, ILC 技術セミナー & 岩手大学加速器科学連続セミナー, online, 2021年8月.

大東琢治,「走査型透過X線顕微鏡による有機物分光イメージングの現状」, 高分子学会, online, 2021年9月.

大東琢治,「走査型透過X線顕微鏡による顕微分析の先端研究——はやぶさ2, ドラッグデリバリー, アポトーシス——」, 日本分析化学会, online, 2021年9月.

大東琢治,「走査型透過軟X線顕微鏡による高分解能化学状態解析」, 格子欠陥フォーラム, online, 2021年9月.

大東琢治,「宇宙の中のミクロ, ミクロの中の宇宙 はやぶさ2帰還試料のナノ有機物分析」, 分子科学研究所一般公開, online, 2021年10月.

大東琢治,「UVSOR におけるはやぶさ2帰還試料の有機物分析」, OPJ2021, online, 2021年10月.

大東琢治,「走査型透過X線顕微鏡による分光イメージングの最前線」, あいちSR講演会, あいちシンクロトロン光センター, 瀬戸, 2021年12月.

#### B-7) 学会および社会的活動

学会の組織委員等

SpectroNanoscapy Workshop, Organizing Committee (2014- ).

X線結像光学研究会幹事 (2015- ).

第35回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム座長 (2022).

応用物理学会シンポジウム「軟X線イメージングの描く未来」座長 (2021).

学会誌編集委員

*Synchrotron Radiation News*, Editor (2017-2021).

その他

とよた科学体験館「X線で見るととても小さな物質の宇宙～ドラッグデリバリーからはやぶさ2まで～」講演 (2021).

中日文化センター「はやぶさ2で帰還した石の有機物分析」講演 (2022).

#### B-8) 大学での講義, 客員

立命館大学 SR センター, 特別研究員, 2011年8月-.

#### B-11) 産学連携

共同研究, (株)住友ゴム工業,「走査型透過X線顕微鏡を用いたポリマー中の薬品・添加剤の分散及び化学状態解析」, 大東琢治 (2017年-2021年).

#### C) 研究活動の課題と展望

ナノバブルは直径 180 nm 程度の泡であり, 気圧より高いとされる内部圧力や, 表面電荷を有しているなど, 独特の物性を持つ。すでに半導体の洗浄などの応用利用がされてはいるものの, サイズが小さい上に, 内部が気体の泡であることによる測定の難しさから, それらの物性やメカニズムは未解明の部分が多い。そこで軟X線領域において, エネルギーに対する変化は吸収より屈折の方が大きいことに着目し, STXM を用いてX線微分位相差顕微光学系の構築を行う。これにより得られる情報は, 試料の2次元微分位相分布である。これをエネルギーを走引して測定を

行うことにより、スペクトロスコーピーに応用したDiffraction Anomalous Fine Structure (DAFS)測定を行う。DAFSはKramers-Kronigの関係より吸収スペクトルへと変換されるので、化学的解釈が可能である。特に軟X線領域においては、適切な測定手法がこれまでなかったことから、報告例は著者の知識の限りでは未だ存在しない。今後の主題として、X線位相微分相差顕微光学系の構築に伴う位相分布測定手法の確立を行う。またこの手法を応用して、ナノバブルの物性解明を行なっていく予定である。

＊) 2022 年 2 月 1 日高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所准教授