

大 東 琢 治 (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)

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) STXM 用の引っ張り応力印加セルの開発を行なった。
- b) STXM 用に開発した大気非暴露試料搬送システムを用いて、リュウグウ帰還試料の有機物分析を行った。

B-1) 学術論文

J. BAROSCH, L. R. NITTLER, J. WANG, C. M. O'D. ALEXANDER, B. T. DE GREGORIO, C. ENGRAND, Y. KEBUKAWA, K. NAGASHIMA, R. M. STROUD, H. YABUTA, Y. ABE, J. ALÉON, S. AMARI, Y. AMELIN, K.-I. BAJO, L. BEJACH, M. BIZZARRO, L. BONAL, A. BOUVIER, R. W. CARLSON, M. CHAUSSIDON, B.-G. CHOI, G. D. CODY, E. DARTOIS, N. DAUPHAS, A. M. DAVIS, A. DAZZI, A. DENISET-BESSEAU, T. DI ROCCO, J. DUPRAT, W. FUJIYA, R. FUKAI, I. GAUTAM, M. K. HABA, M. HASHIGUCHI, Y. HIBIYA, H. HIDAKA, H. HOMMA, P. HOPPE, G. R. HUSS, K. ICHIDA, T. IIZUKA, T. R. IRELAND, A. ISHIKAWA, M. ITO, S. ITOH, K. KAMIDE, N. KAWASAKI, A. L. DAVID KILCOYNE, N. T. KITA, K. KITAJIMA, T. KLEINE, S. KOMATANI, M. KOMATSU, A. N. KROT, M.-C. LIU, Z. MARTINS, Y. MASUDA, J. MATHURIN, K. D. MCKEEGAN, G. MONTAGNAC, M. MORITA, S. MOSTEFAOUI, K. MOTOMURA, F. MOYNIER, I. NAKAI, A. N. NGUYEN, T. OHIGASHI, T. OKUMURA, M. ONOSE, A. PACK, C. PARK, L. PIANI, L. QIN, E. QUIRICO, L. REMUSAT, S. S. RUSSELL, N. SAKAMOTO, S. A. SANDFORD, M. SCHÖNBÄCHLER, M. SHIGENAKA, H. SUGA, L. TAFLA, Y. TAKAHASHI, Y. TAKEICHI, Y. TAMENORI, H. TANG, K. TERADA, Y. TERADA, T. USUI, M. VERDIER-PAOLETTI, S. WADA, M. WADHWA, D. WAKABAYASHI, R. J. WALKER, K. YAMASHITA, S. YAMASHITA, Q.-Z. YIN, T. YOKOYAMA, S. YONEDA, E. D. YOUNG, H. YUI, A.-C. ZHANG, M. ABE, A. MIYAZAKI, A. NAKATO, S. NAKAZAWA, M. NISHIMURA, T. OKADA, T. SAIKI, S. TANAKA, F. TERUI, Y. TSUDA, S.-I. WATANABE, T. YADA, K. YOGATA, M. YOSHIKAWA, T. NAKAMURA, H. NARAOKA, T. NOGUCHI, R. OKAZAKI, K. SAKAMOTO, S. TACHIBANA and H. YURIMOTO, "Presolar Stardust in Asteroid Ryugu," *Astrophys. J. Lett.* **935(1), L3 (2022). DOI: 10.3847/2041-8213/ac83bd**

- I. KERRAOUCH, Y. KEBUKAWA, A. BISCHOFF, M. E. ZOLENSKY, E. WÖLFER, J. L. HELLMANN, M. ITO, A. KING, M. TRIELOFF, J. ALIX BARRAT, P. SCHMITT-KOPPLIN, A. PACK, M. PATZEK, R. D. HANNA, T. FOCKENBERG, Y. MARROCCHI, M. FRIES, J. MATHURIN, E. DARTOIS, J. DUPRAT, C. ENGRAND, A. DENISET, A. DAZZI, K. KIRYU, M. IGISU, T. SHIBUYA, D. WAKABAYASHI, S. YAMASHITA, Y. TAKEICHI, Y. TAKAHASHI, T. OHIGASHI, Y. KODAMA and M. KONDO, “Heterogeneous Nature of the Carbonaceous Chondrite Breccia Aguas Zarcas—Cosmochemical Characterization and Origin of New Carbonaceous Chondrite Lithologies,” *Geochim. Cosmochim. Acta* **334**, 155–186 (2022). DOI: 10.1016/j.gca.2022.07.010
- J. LI, W. LIU, D. CASTARÈDE, W. GU, L. LI, T. OHIGASHI, G. ZHANG, M. TANG, E. S. THOMSON, M. HALLQUIST, S. WANG and X. KONG, “Hygroscopicity and Ice Nucleation Properties of Dust/Salt Mixtures Originating from the Source of East Asian Dust Storms,” *Front. Environ. Sci.* **10**, 897127 (2022). DOI: 10.3389/fenvs.2022.897127
- M. C. LIU, K. A. MCCAIN, N. MATSUDA, A. YAMAGUCHI, M. KIMURA, N. TOMIOKA, M. ITO, M. UESUGI, N. IMAE, N. SHIRAI, T. OHIGASHI, R. C. GREENWOOD, K. UESUGI, A. NAKATO, K. YOGATA, H. YUZAWA, Y. KODAMA, K. HIRAHARA, I. SAKURAI, I. OKADA, Y. KAROUJI, S. NAKAZAWA, T. OKADA, T. SAIKI, S. TANAKA, F. TERUI, M. YOSHIKAWA, A. MIYAZAKI, M. NISHIMURA, T. YADA, M. ABE, T. USUI, S. WATANABE and Y. TSUDA, “Incorporation of ^{16}O -Rich Anhydrous Silicates in the Protolith of Highly Hydrated Asteroid Ryugu,” *Nat. Astron.* **6**(10), 1172–1177 (2022). DOI: 10.1038/s41550-022-01762-4
- M. ITO, N. TOMIOKA, M. UESUGI, A. YAMAGUCHI, N. SHIRAI, T. OHIGASHI, M.-C. LIU, R. GREENWOOD, M. KIMURA, N. IMAE, K. UESUGI, A. NAKATO, K. YOGATA, H. YUZAWA, Y. KODAMA, A. TSUCHIYAMA, M. YASUTAKE, R. FINDLAY, I. FRANCHI, J. MALLEY, K. MCCAIN, N. MATSUDA, K. MCKEEGAN, K. HIRAHARA, A. TAKEUCHI, S. SEKIMOTO, I. SAKURAI, I. OKADA, Y. KAROUJI, M. ARAKAWA, A. FUJII, M. FUJIMOTO, M. HAYAKAWA, N. HIRATA, N. HIRATA, R. HONDA, C. HONDA, S. HOSODA, Y. IJIMA, H. IKEDA, M. ISHIGURO, Y. ISHIHARA, T. IWATA, K. KAWAHARA, S. KIKUCHI, K. KITAZATO, K. MATSUMOTO, M. MATSUOKA, T. MICHIKAMI, Y. MIMASU, A. MIURA, O. MORI, T. MOROTA, S. NAKAZAWA, N. NAMIKI, H. NODA, R. NOGUCHI, N. OGAWA, K. OGAWA, T. OKADA, C. OKAMOTO, G. ONO, M. OZAKI, T. SAIKI, N. SAKATANI, H. SAWADA, H. SENSU, Y. SHIMAKI, K. SHIRAI, S. SUGITA, Y. TAKEI, H. TAKEUCHI, S. TANAKA, E. TATSUMI, F. TERUI, R. TSUKIZAKI, K. WADA, M. YAMADA, T. YAMADA, Y. YAMAMOTO, H. YANO, Y. YOKOTA, K. YOSHIHARA, M. YOSHIKAWA, K. YOSHIKAWA, R. FUKAI, S. FURUYA, K. HATAKEDA, T. HAYASHI, Y. HITOMI, K. KUMAGAI, A. MIYAZAKI, M. NISHIMURA, H. SOEJIMA, A. IWAMAE, D. YAMAMOTO, M. YOSHITAKE, T. YADA, M. ABE, T. USUI, S. WATANABE and Y. TSUDA, “Hayabusa2 Returned Samples: A Unique and Pristine Record of Outer Solar System Materials from Asteroid Ryugu,” *Nat. Astron.* **6**, 1163–1171 (2022). DOI: 10.1038/s41550-022-01745-5
- R. C. GREENWOOD, I. A. FRANCHI, R. FINDLAY, J. A. MALLEY, M. ITO, A. YAMAGUCHI, M. KIMURA, N. TOMIOKA, M. UESUGI, N. IMAE, N. SHIRAI, T. OHIGASHI, M.-C. LIU, K. A. MCCAIN, N. MATSUDA, K. D. MCKEEGAN, K. UESUGI, A. NAKATO, K. YOGATA, H. YUZAWA, Y. KODAMA, A. TSUCHIYAMA, M. YASUTAKE, K. HIRAHARA, A. TEKEUCHI, S. SEKIMOTO, I. SAKURAI, I. OKADA, Y. KAROUJI, S. NAKAZAWA, T. OKADA, T. SAIKI, S. TANAKA, F. TERUI, M. YOSHIKAWA, A. MIYAZAKI, M. NISHIMURA, T. YADA, M. ABE, T. USUI, S. WATANABE and Y. TSUDA, “Oxygen Isotope Analysis of Ryugu Particles: Fresh Evidence for Hydration of Earth by CI Chondrites,” *Nat. Astron.* **7**, 29–38 (2023).

K. A. MCCAIN, N. MATSUDA, M.-C. LIU, K. D. MCKEEGAN, A. YAMAGUCHI, M. KIMURA, N. TOMIOKA, M. ITO, N. IMAE, M. UESUGI, N. SHIRAI, T. OHIGASHI, R. C. GREENWOOD, K. UESUGI, A. NAKATO, K. YOGATA, H. YUZAWA, Y. KODAMA, K. HIRAHARA, I. SAKURAI, I. OKADA, Y. KAROUJI, S. NAKAZAWA, T. OKADA, T. SAIKI, S. TANAKA, F. TERUI, M. YOSHIKAWA, A. MIYAZAKI, M. NISHIMURA, T. YADA, M. ABE, T. USUI, S. WATANABE and Y. TSUDA, “Early Fluid Activity on Ryugu Inferred by Isotopic Analyses of Carbonates and Magnetite,” *Nat. Astron.* **7**, 309–317 (2023).

A. YAMAGUCHI, N. TOMIOKA, M. ITO, N. SHIRAI, M. KIMURA, R. C. GREENWOOD, M.-C. LIU, K. A. MCCAIN, N. MATSUDA, M. UESUGI, N. IMAE, T. OHIGASHI, K. UESUGI, A. NAKATO, K. YOGATA, H. YUZAWA, Y. KODAMA, K. HIRAHARA, I. SAKURAI, I. OKADA, Y. KAROUJI, S. NAKAZAWA, T. OKADA, T. SAIKI, S. TANAKA, F. TERUI, M. YOSHIKAWA, A. MIYAZAKI, M. NISHIMURA, T. YADA, M. ABE, T. USUI, S. WATANABE and Y. TSUDA, “Insight into Multi-Step Geological Evolution of C-Type Asteroids from Ryugu Particles,” *Nat. Astron.* **7**, 398–405 (2023).

W. ZHANG, E. HOSONO, D. ASAKURA, H. YUZAWA, T. OHIGASHI, M. KOBAYASHI, H. KIUCHI and Y. HARADA, “Chemical-State Distributions in Charged LiCoO₂ Cathode Particles Visualized by Soft X-Ray Spectromicroscopy,” *Sci. Rep.* **13**, 4639 (2023). DOI: 10.1038/s41598-023-30673-1

D. ASAKURA, E. HOSONO, M. KITAMURA, K. HORIBA, E. MAGOME, H. SETOYAMA, E. KOBAYASHI, H. YUZAWA, T. OHIGASHI, T. SAKAI, R. KANEGA, T. FUNAKI, Y. SATO and A. OHIRA, “Redox Reaction in Ti-Mn Redox Flow Battery Studied by X-Ray Absorption Spectroscopy,” *Chem. –Asian J.* **18**(1), e220201047 (2022). DOI: 10.1002/asia.202201047

B-4) 招待講演

大東琢治, 「軟 X 線顕微鏡のこれまでとこれから ナノバブルの化学状態分析への挑戦」, 日本マイクロ・ナノバブル学会第 10 回学術総会, 東北大学, 仙台, 2022 年 12 月.

大東琢治, 「A cosmic cradle for water and organic molecules; spectro-microscopic analysis in Hayabusa2 project」, 淡江大学, 台湾, 2023 年 3 月.

T. OHIGASHI, “A cosmic cradle for water and organic molecules; spectro-microscopic analysis in Hayabusa2 project,” Academia Sinica Seminar, Taipei (Taiwan), March 2023.

大東琢治, 「A cosmic cradle for water and organic molecules; spectro-microscopic analysis in Hayabusa2 project」, NSRRC (台湾), 2023 年 3 月.

B-7) 学会および社会的活動

学会の組織委員等

第 27 回日本放射光学会年会シンポジウム組織委員会, 座長 (2022–2023).

SpectroNanoscopy Workshop, Organizing Committee (2014–).

X 線結像光学研究会幹事 (2015–).

理科教育活動

日本天文教育普及研究会講演「宇宙のゆりかご, 地球へ～はやぶさ 2 帰還試料の有機物分析」慶應大学日吉キャンパス (2022).

B-8) 大学等での講義, 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フィラー周囲の化学状態解析」, 大東琢治 (2017年度-2022年度).

C) 研究活動の課題と展望

タイヤゴムにおいて, その破断や損傷の主な原因の一つが, その形状変形の際に内部にかかる応力である。その化学的メカニズムおよび形状の変化の観察を行うため, in-situ で試料に引っ張り応力を印加するための, STXM 用の試料セルのテスト機の開発を行なった。現在, 問題点を改善すべく改良中であり, 今後のビームタイムにて実際に運用し, 分析研究を進める予定である。

惑星探査機はやぶさ2が小惑星リュウグウから持ち帰った試料について, STXM を用いて高分解能有機物分析を行なってきた。リュウグウ試料にはX線照射に対して非常に弱い有機物が含まれており, 特に有機物に対する観察時の試料ダメージが小さいとされるSTXMでも, その化学変化が確認されたため, その変化の過程の解明を行なってきた。この試料は2023年4月をもってJAXAに返還しており, 現在は研究成果を論文として執筆中である。