

令和 2 年 6 月 18 日現在

機関番号：82706

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2018～2019

課題番号：18K18795

研究課題名（和文）最先端の惑星物質分析システムが紐解く新しい太陽系史

研究課題名（英文）Development of an advanced analytical system for planetary materials:

研究代表者

伊藤 元雄（ITO, Motoo）

国立研究開発法人海洋研究開発機構・超先鋭研究開発部門（高知コア研究所）・グループリーダー代理

研究者番号：40606109

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,900,000円

研究成果の概要（和文）：惑星探査によりもたらされた地球外物質に含まれる地球外有機物と含水鉱物をもつ「太陽系が形成された46億年前の情報」を得ることで、太陽系形成史において解明されていない（1）有機物の起源と進化、（2）太陽系初期の水と地球の水との関連性、そして（3）有機物と共存する鉱物間の関連性の全体像を探索する。その実現のために、「大気非曝露ナノ領域試料加工・分析システム」の構築を行った。汎用的なサンプルホルダーと輸送容器の開発、分析順序の検討、蒸着を含めたサンプル準備、機器ごとに与える試料への影響の評価、炭素質隕石を「はやぶさ2」模擬試料として用いた多機関横断型ナノ領域試料加工・分析システムの高度化を実施した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、2020年に地球に帰還する小惑星リュウグウからのサンプルを複数の研究機関が連携して分析するための基礎的な分析研究基盤の確立を実施した。得られた試料を高解像度・高感度で分析することで、地球に大量に存在する水や有機物の起源の解明が期待できる。確立した個々の分析法や機関間連携分析の技術は、異分野の学術領域や医薬品、先端材料の分析などに利活用できるなど、社会的にも大きな意義を持つ。

研究成果の概要（英文）：In this study, a primary interest is that elucidation of the history of Solar System formation by the systematic investigations of returned samples containing extraterrestrial organics and hydrous minerals by the Hayabusa 2 mission. To archive this, we established the nano-scale sample preparation and micro-analysis system under non-atmospheric exposure. Universal sample holders for multi-instruments and transport vessel, proper analytical sequence were also developed. We test our devices and analytical system through the analyses of Antarctic micrometeorite as an analogue of Hayabusa 2 sample by TEM and NanoSIMS.

研究分野：惑星物質科学

キーワード：小惑星リュウグウ 同位体イメージング 多機関連携分析

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

2020年12月に「はやぶさ2」探査機が小惑星リュウグウから試料を持ち帰る。「はやぶさ2」探査機の分光観測により、小惑星リュウグウには無水・含水鉱物と有機物の存在が示唆され、始原的隕石のうち炭素質コンドライトとの関連性が考えられている (Kitazato et al., 2019; Morota et al., 2020)。また探査機は2度の試料採取(小惑星の表面、および内部)に成功した事が期待されており、試料の獲得量はトータルで100mg程度と考えられている (Tachibana et al., 2014; Arakawa et al., 2020; Morota et al., 2020)。

鉱物には同位体組成や微量元素の分布、鉱物の組み合わせ、微細な構造や組織に、それぞれの形成過程が記録されている。一方、有機物では同位体組成、分子式、化学結合状態や官能基の種別が重要となる。通常、我々が分析する炭素質コンドライトでは、鉱物粒子と有機物が、微小・微細な組織として複雑に共存するため、そこから個々の物質科学的情報を正確に取り出す事は容易ではない。その観点からも、100mgのリュウグウ試料に含まれる有機物、含水鉱物も同様に分析は難しい。さらに地球物質による汚染の可能性があるため、包括的な測定や分析データの解釈は困難である。そのため、ナノ領域における新しい分析・試料加工システムが必要となる (伊藤, 2017)。

2. 研究の目的

本研究の科学目的は、地球外物質がもつ「太陽系が形成された46億年前の情報(太陽系の始原的な情報)」を得ることで(1)有機物の起源と進化、(2)含水鉱物がもつ太陽系初期の水と地球の水との関連性、(3)有機物と共存する鉱物間の関連性の全体像を探求する事である。それらを実現するために、鉱物・有機物などの空間分布を把握可能な研究機関を横断した微小領域分析システムを確立し、地球由来の汚染を最小限にするための大気非曝露機構を開発する。

3. 研究の方法

(1) 大気非曝露試料加工・分析システムの構築

「はやぶさ2」の試料コンテナは、地球環境下の酸素、水分や有機物などから小惑星試料が汚染されることを防ぐ機構を持つ。非汚染で回収される小惑星リュウグウ試料は、汚染を防ぐシステムがない場合、試料の作成、研究機関間の輸送、機器間の試料搬送や分析時に、大気をはじめとする地球由来の物質の影響を受け、変質する可能性が高い (Okazaki et al., 2017)。それらの物質を正確に分析する場合、試料の前処理・加工から分析までの一連の操作を大気非曝露下(窒素などの不活性ガス雰囲気あるいは真空環境下)で行う必要がある。そのためグローブボックスと大気非曝露対応装置および専用トランスファーベッセルを活用し、サンプリング、試料加工からNanoSIMSによる微小領域分析(微量元素・同位体分析)を大気非曝露下で実施する必要がある。本研究では、NanoSIMS専用の大気非曝露トランスファーベッセル(サンプル搬送機構)の開発、研究機関間の試料輸送用大気非曝露共用試料容器、複数の最先端機器に共通して使用可能な共通試料ホルダの開発を進める。

(2) 「はやぶさ2」模擬試料を使用した分析手法の高度化

「はやぶさ」など小惑星探査による惑星物質のサンプルリターンで得られる試料は極微量である。そのため、高感度かつ高空間分解能の分析機器を使用し、微量、微小な領域から最大の物質化学的情報を取り出すことが非常に重要となる。本研究では、数10ミクロンの岩石質な南極微隕石を「はやぶさ2」模擬試料として使用し、試料加工から分析に至る各プロセスの高度化を実施する。

4. 研究成果

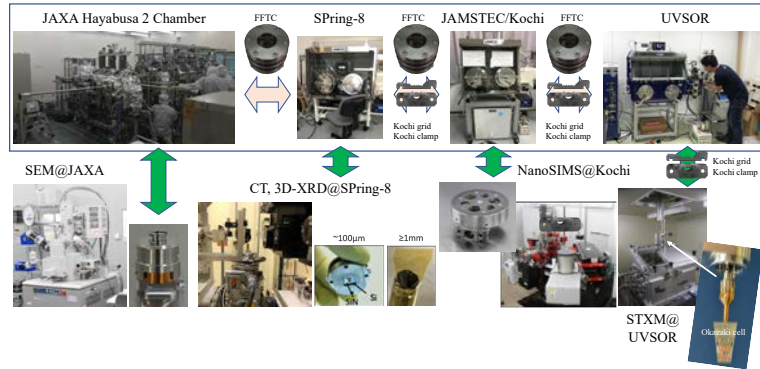
(1) 大気非曝露ナノ領域試料加工・分析システムの構築

「はやぶさ2」の主たる分析対象の有機物や水は地上の汚染に敏感である。試料の準備、輸送時の汚染を避けるだけでなく、試料加工から分析に至るプロセスでも汚染を防ぐ手法を開発する事で、試料の高精度分析が初めて可能となる。そこで、極微小試料取り扱い、試料搬送—加工—分析システムを多機関を横断した分析機器で構築し、地球外物質から「地球とは異なる物質科学的特徴」を取り出すナノ領域試料加工・分析システムを構築した。

地球由来の物質からの汚染を防ぐことのできる大気非曝露環境を試料加工から分析までの各工程において実現するために、図1のようなシステムを検討した。共通のプラットフォームとしてグローブボ

ックスを各拠点に整備し、そこで試料の調整、各分析機器用試料ホルダにマウントする。このシステムをスムーズに行うために、専用の輸送容器、試料保持用ジグを製作した (Ito et al., 2020, submitted)。

図1. 大気非曝露環境下を実現した分析プラットフォーム

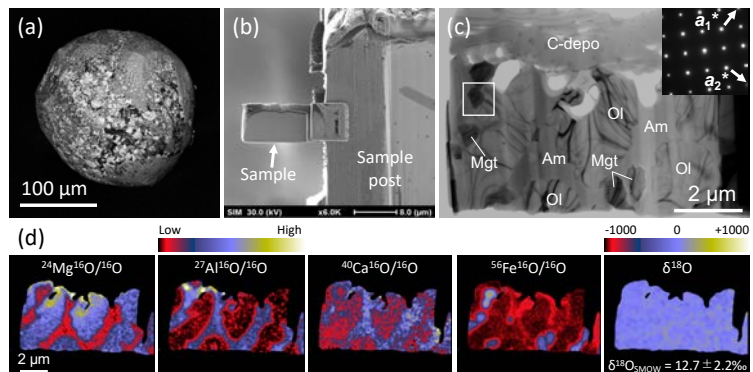


(2) はやぶさ2模擬試料を使用した分析手法の高度化

本研究では、サイズが約 $200\ \mu\text{m}$ (重量約 $13\ \mu\text{g}$, 図2a) の南極微隕石 TT006b101 を、はやぶさ2模擬試料として用い、同一試料部位の試料加工、結晶学的観察、鉱物同定から同位体分析を一貫通貫で行った。微隕石は、日東電工社製のカーボンナノチューブテープ上にのせ、FIBにより試料の超薄切片 ($10 \times 8 \times 0.1\ \mu\text{m}^3$) を作成した (図2b)。

TT006b101 の成因を岩石学的に解明するために、TEM を用い、各鉱物相の主要元素存在度、結晶構造、および微細構造を調べた。その結果、TT006b101 は、かんらん石 $[(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4]$ 、マグネタイト (Fe_3O_4) 、および Ca-Mg-Fe-Al からなるアモルファスケイ酸塩からなることが確認された (図2c)。かんらん石と磁鉄鉱は、数マイクロメートルの大きさを持ち、自形、あるいは半自形の結晶として存在していた。これらの岩石学的観察結果は、TT006b101 の前駆物質は、大規模に加熱されて完全に熔融し、その後急冷されることで部分的に結晶化したことを示唆している。先行研究によると、含水ケイ酸塩を豊富に含む炭素質コンドライトが加熱されると、かんらん石、磁鉄鉱、および SiO_2 に富むアモルファスの鉱物集合体が形成されると報告されている (Toppani et al., 2001)。コンドライト組成を持つ前駆物質中の層状ケイ酸塩は、地球大気への突入中に加熱と脱水のプロセスによっても影響を受けていたとも考えられる。

図2. A thin section of an Antarctic micrometeorite (AMM), (a) back-scattered electron image of the AMM, TT006b101, before focused-ion beam apparatus (FIB) processing, (b) the FIB-thin section attached to a post of the Kochi grid, (c) bright-field TEM image with selected-area electron-diffraction patterns of magnetite as an inset, (d) NanoSIMS elemental ratio and O-isotope maps.



次に NanoSIMS 50L による高解像度イオンイメージング法により、酸素の同位体マップ ($\delta^{18}\text{O}$) と Si、 $^{24}\text{Mg}^{16}\text{O}$ 、 $^{27}\text{Al}^{16}\text{O}$ 、 $^{40}\text{Ca}^{16}\text{O}$ 、 $^{56}\text{Fe}^{16}\text{O}$ の元素濃度マップを同時に取得した (図 2d)。NanoSIMS により取得された元素比マップ (図 2d) は、TEM-EDS により相同定されたかんらん石、磁鉄鉱、および Ca-Mg-Fe-Al 含有アモルファスケイ酸塩の構成鉱物と同様の特徴を示している (図 2c-d)。鉱物相ごとによる明瞭な $\delta^{18}\text{O}$ 値の違いはなく、 $\delta^{18}\text{O} = 12.7 \pm 2.2$ パーミルとほぼ鉱物全体にわたり均一な分布を示した (図 2d の $\delta^{18}\text{O}$ 図)。この $\delta^{18}\text{O}$ 値は、さまざまな AMM の以前の O 同位体組成とおおむね一致し、 ^{18}O 成分の同位体過剰は大気圏突入時の加熱作用または熱変成作用によって引き起こされたことを示唆している (Matrajt et al., 2006; Engrand and Dobrica, 2012)。

<引用文献>

- Arakawa M. et al. (2020) An artificial impact on the asteroid 162173 Ryugu formed a crater in the gravity-dominated regime. *Science* 10.1126/science.aaz1701
- Engrand C. and Dobrica E. (2012) Bulk Oxygen isotopic composition of Antarctic micrometeorites: effect of atmospheric entry. *Lunar Planet. Sci* 43, Abstract 2636
- Ito M. et al. (2014) H, C and N isotopic compositions of HAYABUSA Category 3 organic samples. *Earth Planet Space* 66:91
- Kitazato K. et al. (2019) The surface composition of asteroid 162173 Ryugu from Hayabusa2 near-infrared spectroscopy. *Science* 10.1126/science.aav7432
- Kodama Y. et al. (2020) developments in microfabrication of mineral samples for simultaneous EBSD-EDS analysis utilizing a FIB-SEM instrument: study on an S-type cosmic spherule from Antarctica. *J Miner Petrol Sci* (accepted).
- Matrajt G. et al. (2006) Oxygen isotope measurements of individual unmelted Antarctic micrometeorites. *Geochim Cosmochim Acta* 70:4007–4018
- Morota et al. (2020) Sample collection from asteroid (162173) Ryugu by Hayabusa2: Implications for surface evolution. *Science* 368, 654–659
- Okazaki R. et al. (2017) Hayabusa2 sample container: Metal-seal system for vacuum encapsulation of returned samples. *Spa Sci Rev* 208:107–124
- Tachibana S. et al. (2014) Hayabusa2: Scientific importance of samples returned from C-type near-Earth asteroid (162173) 1999 JU₃. *Geochemical J* 48:571–587
- Toppani A. et al. (2001) Experimental simulation of atmospheric entry of micrometeorites. *Meteorit Planet. Sci* 36:1377–1396
- Uesugi M. et al. (2014) Sequential analysis of carbonaceous materials in Hayabusa-returned samples for the determination of their origin. *Earth Planets Space* 66:102
- 伊藤元雄 (2017) はやぶさ 2 探査機がもたらす太陽系始原物質の分析に向けて. *ぶんせき* 9 月号, 403–409.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 6件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Jogo Kaori, Ito Motoo, Wakita Shigeru, Kobayashi Sachio, Lee Jong Ik	4. 巻 54
2. 論文標題 Origin of the metamorphosed clasts in the CV3 carbonaceous chondrite breccias of Graves Nunataks 06101, Vigarano, Roberts Massif 04143, and Yamato 86009	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Meteoritics & Planetary Science	6. 最初と最後の頁 1133 ~ 1152
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/maps.13272	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Morono Yuki, Wishart Jessie R., Ito Motoo, Ijiri Akira, Hoshino Tatsuhiko, Torres Marta, Verba Circe, Terada Takeshi, Inagaki Fumio, Colwell Frederick S.	4. 巻 10
2. 論文標題 Microbial Metabolism and Community Dynamics in Hydraulic Fracturing Fluids Recovered From Deep Hydrocarbon-Rich Shale	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Microbiology	6. 最初と最後の頁 1-14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fmicb.2019.00376	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Kebukawa Yoko, Ito Motoo, Zolensky Michael E., Greenwood Richard C., Rahman Zia, Suga Hiroki, Nakato Aiko, Chan Queenie H. S., Fries Marc, Takeichi Yasuo, Takahashi Yoshio, Mase Kazuhiko, Kobayashi Kensei	4. 巻 9
2. 論文標題 A novel organic-rich meteoritic clast from the outer solar system	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 3169
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-39357-1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Li Xiaobo, Pu Taofei, Taiki Hoshi, Zhang Tong, Xie Tian, Luke Fujiwara Shigeki Joseph, Kitahata Hiroshi, Li Liuan, Kobayashi Sachio, Ito Motoo, Li Xianjie, Ao Jin-Ping	4. 巻 162
2. 論文標題 GaN Schottky barrier diodes with nickel nitride anodes sputtered at different nitrogen partial pressure	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Vacuum	6. 最初と最後の頁 72 ~ 77
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.vacuum.2019.01.030	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Selliez L., Briois C., Carrasco N., Thirkell L., Thissen R., Ito M., Orthous-Daunay F.-R., Chalumeau G., Colin F., Cottin H., Engrand C., Flandinet L., Fray N., Gaubicher B., Grand N., Lebreton J.-P., Makarov A., Ruocco S., Szopa C., Vuitton V., Zapf P.	4. 巻 170
2. 論文標題 Identification of organic molecules with a laboratory prototype based on the Laser Ablation-CosmOrbitrap	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Planetary and Space Science	6. 最初と最後の頁 42 ~ 51
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.pss.2019.03.003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Hanyu Takeshi, Shimizu Kenji, Ushikubo Takayuki, Kimura Jun-Ichi, Chang Qing, Hamada Morihisa, Ito Motoo, Iwamori Hikaru, Ishikawa Tsuyoshi	4. 巻 10
2. 論文標題 Tiny droplets of ocean island basalts unveil Earth's deep chlorine cycle	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 60
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-018-07955-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Uesugi Masayuki, Ito Motoo, Yabuta Hikaru, Naraoka Hiroshi, Kitajima Fumio, Takano Yoshinori, Mita Hajime, Kebukawa Yoko, Nakato Aiko, Karouji Yuzuru	4. 巻 54
2. 論文標題 Further characterization of carbonaceous materials in Hayabusa-returned samples to understand their origin	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Meteoritics & Planetary Science	6. 最初と最後の頁 638 ~ 666
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/maps.13236	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Jogo Kaori, Ito Motoo, Nakamura Tomoki, Kobayashi Sachio, Lee Jong Ik	4. 巻 70
2. 論文標題 Redistribution of Sr and rare earth elements in the matrices of CV3 carbonaceous chondrites during aqueous alteration in their parent body	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 37
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-018-0809-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計25件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 15件）

1. 発表者名 Motoo Ito
2. 発表標題 Search for evidences of the extraterrestrial water in direct samples from the S-type asteroid "Ryugu"
3. 学会等名 The 1st International Workshop for Aquaplanetology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Motoo Ito
2. 発表標題 The OKEANOS: Small Body Exploration to a Jupitar Trojan Asteroid.
3. 学会等名 Hayabusa symposium 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Suga, M. Miyahara, M. Ito, Y. Takeichi, H. Yabuta, A. Yamaguchi, Y. Takahashi, E. Ohtani
2. 発表標題 THE MARTIAN CARBONACEOUS MATERIALS IN THE NORTHWEST AFRICA 7034
3. 学会等名 50th Lunar and Planetary Science Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Okada, T. Iwata, J. Matsumoto, T. Chujo, Y. Kebukawa, M. Ito, J. Aoki, Y. Kawai, S. Yokota, Y. Saito, K. Terada, M. Toyoda, H. Yabuta, H. Yurimoto, S. Matsuura, et al.
2. 発表標題 OKEANOS- A Solar Power Sail Mission to a Jupiter Trojan Asteroid and Its Updated Science Mission Proposal
3. 学会等名 50th Lunar and Planetary Science Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y. Kebukawa, M. E. Zolensky, M. Ito, C. A. Goodrich, M. A. Marcus, A. L. D. Kil- coyne, T. Ohigashi, Z. Rahman, M. H. Shaddad and K. Kobayashi
2. 発表標題 INVESTIGATION OF ORGANIC MATTER IN CARBONACEOUS CHONDRITE LITHOLOGIES OF ALMAHATA SITTA
3. 学会等名 50th Lunar and Planetary Science Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ito M., Tomioka N., Uesugi M., Uesugi K., Ohigashi T., Yamaguchi A., Imae N., Karouji Y., Shirai N., Yada T., Abe M.
2. 発表標題 PHASE 2 CURATION “TEAM KOCHI ” FOR HAYABUSA2 RETURNED SAMPLE: IN-DEPTH.
3. 学会等名 50th Lunar and Planetary Science Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ito M., Tomioka N., Uesugi M., Uesugi K., Ohigashi T., Yamaguchi A., Imae N., Karouji Y., Shirai N., Yada T., Abe M.
2. 発表標題 A perspective of Phase 2 Curation “Team Kochi ” for Hayabusa2 returned sample: in-depth analysis of a single grain utilizing linkage microanalytical instruments
3. 学会等名 Hayabusa symposium 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takano A., Kobayashi S., Kodama Y., Usui T., Ito M
2. 発表標題 Mineralogical and H isotope study of jarosites in Yamato 000593 nakhlite.
3. 学会等名 The Ninth Symposium on Polar Science (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Matsumoto M., Matsuno J., Miyake A., Nakato A., Tsuchiyama A., Ito M., Tomioka N., Kodama Y., Vaccaro E.
2. 発表標題 Three-dimensional microstructure of a presolar silicate in the Acfer 094 carbonaceous chondrite.
3. 学会等名 The Ninth Symposium on Polar Science (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Zolensky M.E., Fries M., Chan Q.H.-S., Kebukawa Y., A. , R.J. Bodnar, M. Ito, D. Nakashima, T. Nakamura, R.Greenwood, Z. Rahman, L. Le, D.K. Ross, K. Ziegler, W. Bottke, J. Martinez
2. 発表標題 Outer solar system material in inner Solar System regolith breccias
3. 学会等名 81st Annual Meeting of The Meteoritical Society (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Matsumoto M., Tsuchiyama A., Matsuno J., Nakato A., Miyake A., Ito M., Tomioka N., Kodama Y., Uesugi K., Takeuchi A., Nakano T., Vaccaro E.
2. 発表標題 AN ULTRA POROUS LITHOLOGY IN THE PRIMITIVE CARBONACEOUS CHONDRITE ACFER 094: INVESTIGATION FOR PRISTINE PLANETRY MATERIALS
3. 学会等名 81st Annual Meeting of The Meteoritical Society (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Noel Grand, Arnaud Buch, Cyril Szopa, Jun Aoki, Yosuke Kawai, Yoko Kebukawa, Motoo Ito, Herve Cottin, Michisato Toyoda, Tatsuaki Okada, Osamu Mori
2. 発表標題 Gas chromatography High Resolution Mass Spectrometry to reveal the chemical composition of a Trojan asteroid with the OKEANOS space mission
3. 学会等名 American Geophysical Union Fall Meeting 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yusuke Soda, Taku Matsuda, Sachio Kobayashi, Motoo Ito, Yumiko Harigane, Takamoto Okudaira
2. 発表標題 Would phase separation be a new grain-size reduction process in the lower crustal conditions?
3. 学会等名 American Geophysical Union Fall Meeting 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tatsuaki Okada, Takahiro Iwata, Hajime Yano, Yoko Kebukawa, Motoo Ito, Jun Aoki, Yosuke Kawai, Shoichiro Yokota, Ayako Matsuoka, Shuji Matsuura, Daisuke Yonetoku, Jun Matsumoto, Toshihiro Chujo, Osamu Mori, Stephan Ulamec, Ralf Jaumann, Jean-Pierre Bibring, Ernesto Palomba, Jorn Helbert, et al
2. 発表標題 OKEANOS - Jupiter Trojan Asteroid Rendezvous and Landing Mission using the Solar Power Sail.
3. 学会等名 The 42nd COSPAR Scientific Assembly. (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Moriyama Hamada, Hikaru Iwamori, Philipp A. Brandl, Takayuki Ushikubo, Kenji Shimizu, Motoo Ito, He Li, Ivan P. Savov
2. 発表標題 Temporal Evolution of Proto-Izu-Bonin-Mariana Arc Volcanism: Constraints from Statistical Analysis of Melt Inclusion Composition.
3. 学会等名 16th International Symposium on Experimental Mineralogy, Petrology and Geochemistry (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松野 淳也, 松本 恵, 三宅 亮, 中藤 亜衣子, 土山 明, 伊藤 元雄, 富岡 尚敬, 兒玉 優, バッカロエピファニオ
2. 発表標題 STEM-EDS-tomographyによる太陽系外起源輝石の三次元形状観察
3. 学会等名 日本顕微鏡学会第74回学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 兒玉 優, 富岡 尚敬, 伊藤 元雄, 今栄 直也
2. 発表標題 トリプルビームFIBによるEBSD試料加工法の開発および南極微隕石試料への応用
3. 学会等名 日本顕微鏡学会第74回学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大東琢治, 湯沢勇人, 上根真之, 伊藤元雄, 富岡尚敬
2. 発表標題 UVSOR BL4Uにおける施設間大気非暴露試料搬送システムの構築
3. 学会等名 第32回日本放射線光学会年会放射光化学合同シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 菅 大暉, 宮原 正明, 伊藤 元雄, 武市 泰男, 山口 亮, 藪田 ひかる, 大谷 栄治
2. 発表標題 火星隕石ブラックビューティー (NWA 7034) 中の有機物分析
3. 学会等名 日本地球化学会第65回年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 癸生川 陽子, 内村 絵梨花, 武市 泰男, 菅 大暉, 大東 琢治, 伊藤 元雄, 近藤 正志, 高橋 嘉夫, Michael E. Zolensky, 小林 憲正
2. 発表標題 隕石の有機物はユニークか? - 軟X線顕微鏡による微小領域分析
3. 学会等名 日本地球化学会第65回年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡田 達明, 癸生川 陽子, 青木 順, 河井 洋輔, 横田 勝一郎, 斎藤 義文, 寺田 健太郎, 豊田 岐聡, 伊藤 元雄, 藪田 ひかる, 垾本 尚義, 岡本 千里, 松浦 周二, 津村 耕司, 米徳 大輔, 三原 建弘, 松岡 彩子, 野村 麗子, 矢野 創, 平井 隆之, 中村 良介ら
2. 発表標題 OKEANOS - the Solar Power Sail Mission for Science exploration of Jupiter Trojan Asteroid by Rendezvous and Landing.
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 癸生川 陽子, 岡田 達明, 青木 順, 伊藤 元雄, 河井 洋輔, 横田 勝一郎, 松本 純, 垾本 尚義, 矢野 創, Cottin Herve, Grand Noel, 森 治
2. 発表標題 Analysis of Isotopic and Molecular Compositions of Materials from a Jupiter Trojan Asteroid Using High Resolution Mass Spectrometry (HRMS) in the Solar Power Sail OKEANOS Mission.
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岩田 隆浩, 松浦 周二, 津村 耕司, 矢野 創, 松岡 彩子, 野村 麗子, 米徳 大輔, 三原 建弘, 岡田 達明, 癸生川 陽子, 伊藤 元雄, 吉川 真, 松本 純, 中条 俊大, 森 治
2. 発表標題 ソーラー電力セイルOKEANOSによる太陽系ディスク構造探査
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松本 恵, 土山 明, 松野 淳也, 中藤 亜衣子, 三宅 亮, 伊藤 元雄, 富岡 尚敬, 兒玉 優, 上杉 健太郎, 竹内 晃久, 中野 司, バッカロ エピファニオ
2. 発表標題 始原的炭素質コンドライトAcfer 094マトリクスの微細組織観察: 太陽系始原物質の探索
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 伊藤元雄
2. 発表標題 Research infrastructures at Kochi Institute for Core Sample Research JAMSTEC: How do we live with our Toys
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	富岡 尚敬 (TOMIOKA Naotaka) (30335418)	国立研究開発法人海洋研究開発機構・超先鋭研究開発部門(高知コア研究所)・主任技術研究員 (82706)	
研究分担者	上栢 真之 (UESUGI Masayuki) (20426521)	公益財団法人高輝度光科学研究センター・分光・イメージング推進室・主幹研究員 (84502)	
研究分担者	癸生川 陽子 (KEBUKAWA Yoko) (70725374)	横浜国立大学・大学院工学研究院・准教授 (12701)	