

【岡山大学】小惑星リュウグウの起源と進化―地球化学総合解析による太陽系物質進化の描像



<2022年6月10日 岡山大学プレスリリース>

◆研究成果の概要

日本の小惑星探査機「はやぶさ2」の探査対象であった小惑星リュウグウから回収された16粒子を用いて、詳細な地球化学総合解析を行いました。

その結果、小惑星物質試料が太陽系形成前から現在に至る複雑な物理化学過程の証拠を保持していることがわかり、生命の起源を含む太陽系物質進化の新しい描像を導くに至りました。

◆研究のポイント

- ・ 有機物を多く含むと考えられていたC型小惑星リュウグウのサンプルリターンを実施し、回収された試料の地球化学総合解析を、世界に先駆けて実施した。
- ・ 試料は地球上の汚染を最も受けていない小惑星物質である。小惑星リュウグウの二地点から回収されたこれらの試料に対して、地質学的観点で踏まえた分析をおこなった。
- ・ 試料は主に含水層状ケイ酸塩鉱物から構成され、空隙率は約50%である。
- ・ 小惑星リュウグウの化学組成はCIコンドライトと類似している。またリュウグウ最表面からだけでなく、人工クレーター形成に伴って噴出した内部物質を採取出来ていたことが確認された。
- ・ 採取に用いたタンタル製弾丸による汚染が一部試料において確認されたが、人工クレーターを作成するために用いた銅製衝突体（SCI：搭載型小型衝突装置）に起因する汚染は認められなかった。
- ・ 水素、炭素および窒素同位体異常を示す星間雲を起源とするミクロンサイズの有機物質が検出された。
- ・ 生命の起源に結びつくアミノ酸やその他の有機物が検出された。
- ・ 原始太陽系を構成した星間物質や太陽系前駆物質を含む始原的な特徴が保持されていた。
- ・ 小惑星リュウグウの前駆天体は、太陽系外縁部において有機物およびケイ酸塩を含む氷に富むダストが集積した氷天体である（氷前駆天体）。
- ・ 氷前駆天体の大きさは数十キロメートルであり、太陽系形成後約260万年までの期間に水質変質を被った。
- ・ 氷前駆天体は破碎され、大きさ数キロメートル程度の彗星核が形成された。その後これは地球近傍軌道に移動した。彗星核から氷が昇華し、天体サイズの縮小および固体―ガスジェットに伴う物質の再堆積によって、空隙の多い低密度物質が形成された。
- ・ 有機物は試料に普遍的に存在し、これらは宇宙線および太陽風の照射による宇宙風化を被り、

小惑星表面のアルベド特性を決定している。

◆研究の意義と今後の展開や社会的意義など

これまでの太陽系の起源および進化に関する物質科学的研究は、起源があいまいかつ地球上での汚染が避けられない隕石の解析が主でした。しかし探査機「はやぶさ」、「はやぶさ2」に代表される地球外物質サンプルリターンミッションは、現産地において地質学的に記載され、地球上での汚染が最小化された試料を人類にもたらしめました。そのような試料を、本研究のように詳細かつ総合的に解析することにより、太陽系における物質進化の物理化学的過程の理解が格段に進歩することでしょう。

本研究により取得した分析データの詳細は、試料デポジトリシステム (DREAM:

<https://dream.misasa.okayama-u.ac.jp/>) 上で一般に公開されます。この情報を基盤として P2C-

PMLにおけるより詳細な解析、そして地球惑星物質総合解析システム (CASTEM) を活用した国際公募研究など様々な共同研究が展開されることとなります。本研究成果によって太陽系物質科学研究への新しい扉を開いたことの社会的意義は極めて大きいと考えます。

◆論文情報

タイトル: On the origin and evolution of the asteroid Ryugu: A comprehensive geochemical perspective

掲載誌: Proceedings of The Japan Academy, Series B. Vol.98, No.6, pp.227-282

著者: Eizo Nakamura¹, Katsura Kobayashi¹, Ryoji Tanaka¹, Tak Kunihiro¹, Hiroshi Kitagawa¹, Christian Potiszil¹, Tsutomu Ota¹, Chie Sakaguchi¹, Masahiro Yamanaka¹, Dilan M. Ratnayake¹, Havishk Tripathi¹, Rahul Kumar¹, Maya-Liliana Avramescu¹, Hidehisa Tsuchida¹, Yusuke Yachi¹, Hitoshi Miura², Masanao Abe^{3, 4}, Ryota Fukai³, Shizuho Furuya^{3, 5}, Kentaro Hatakeda³, Tasuku Hayashi³, Yuya Hitomi^{3, 6}, Kazuya Kumagai^{3, 6}, Akiko Miyazaki³, Aiko Nakato³, Masahiro Nishimura³, Tatsuaki Okada^{3, 5}, Hiromichi Soejima^{3, 6}, Seiji Sugita^{5, 7}, Ayako Suzuki^{3, 6}, Tomohiro Usui³, Toru Yada³, Daiki Yamamoto³, Kasumi Yogata³, Miwa Yoshitake^{3, †}, Masahiko Arakawa⁸, Atsushi Fujii³, Masahiko Hayakawa³, Naoyuki Hirata⁸, Naru Hirata⁹, Rie Honda¹⁰, Chikatoshi Honda⁹, Satoshi Hosoda³, Yu-ichi Iijima^{3, †}, Hitoshi Ikeda¹¹, Masateru Ishiguro¹², Yoshiaki Ishihara³, Takahiro Iwata^{3, 4}, Kosuke Kawahara³, Shota Kikuchi^{3, 7}, Kohei Kitazato⁹, Koji Matsumoto¹³, Moe Matsuoka^{3, 14}, Tatsuhiko Michikami¹⁵, Yuya Mimasu³, Akira Miura³, Tomokatsu Morota¹⁶, Satoru Nakazawa³, Noriyuki Namiki¹³, Hirotomo Noda¹³, Rina Noguchi^{3, 17}, Naoko Ogawa^{3, 18}, Kazunori Ogawa³, Chisato Okamoto^{8, †}, Go Ono¹¹, Masanobu Ozaki³, Takanao Saiki³, Naoya Sakatani¹⁹, Hirotaka Sawada³, Hiroki Senshu⁷, Yuri Shimaki³, Kei Shirai^{3, 8}, Yuto Takei³, Hiroshi Takeuchi³, Satoshi Tanaka^{3, 4, 20}, Eri Tatsumi^{5, 21}, Fuyuto Terui^{3, 22}, Ryudo Tsukizaki³, Koji Wada⁷, Manabu Yamada⁷, Tetsuya Yamada³, Yukio Yamamoto³, Hajime Yano³, Yasuhiro Yokota³, Keisuke Yoshihara³, Makoto Yoshikawa^{3, 4}, Kent Yoshikawa¹¹, Masaki Fujimoto³, Sei-ichiro Watanabe¹⁶, Yuichi Tsuda^{3, 5}

所属: *1 岡山大学惑星物質研究所 PML、*2

名古屋市立大学大学院理学研究科・総合生命理学部、*3

宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、*4 総合研究大学院大学 (葉山)、*5

東京大学大学院理学系研究科、*6 株式会社マリン・ワーク・ジャパン、*7

千葉工業大学惑星探査研究センター、*8 神戸大学大学院理学系研究科、*9

会津大学コンピューター理工学部、*10 高知大学理工学部、*11
宇宙航空研究開発機構研究開発部門、*12 ソウル国立大学物理天文学学科、韓国、*13
国立天文台、*14 パリ天文台、フランス、*15 近畿大学工学部、*16
名古屋大学大学院環境学研究科、*17 新潟大学理学部、*18
宇宙研究開発機構国際宇宙探査センター、*19 立教大学理学部、*20
東京大学大学院新領域創成科学研究科、*21
ラ・ラグーナ大学カナリア宇宙物理学研究所、スペイン、*22 神奈川工科大学工学部
現アドレス：東洋大学
‡ 現アドレス：特許庁
太字：責任著者
DOI：10.2183/pjab.98.015
URL：https://www.jstage.jst.go.jp/article/pjab/98/6/98_PJA9806B-01/_article

◆研究資金

本研究は、文部科学省「共同利用・共同研究拠点経費」、内閣府「国立大学イノベーション創出環境強化事業」の支援を受け実施しました。

また、平成28年10月21日

に発生した鳥取中部地震により先端設備が甚大な被害を受けましたが、文部科学省（施設整備費補助金）による整備支援いただいたことにより、今回の成果に大きく繋がりました。

◆詳しいプレスリリースについて

小惑星リュウグウの起源と進化ー 地球化学総合解析による太陽系物質進化の描像

https://www.okayama-u.ac.jp/up_load_files/press_r4/press20220610-1.pdf

◆参考

・岡山大学惑星物質研究所（IPM）

<http://www.misasa.okayama-u.ac.jp/jp/>

・岡山大学惑星物質研究所 The Pheasant Memorial Laboratory（PML）

<https://pml.misasa.okayama-u.ac.jp/home.php>

・試料デポジトリシステム（DREAM）

<https://dream.misasa.okayama-u.ac.jp/>

◆参考情報

・【岡山大学】小惑星リュウグウがかつて彗星であった可能性を理論的に指摘 小惑星探査機「はやぶさ2」が採取した小惑星物質の起源解明へ

[https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000573.000072793.html](https://prt看imes.jp/main/html/rd/p/000000573.000072793.html)

・【岡山大学】3億キロ離れた小惑星「リュウグウ」から採取した試料をイベントに合わせて一般公開しました！

<https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000170.000072793.html>

・【岡山大学】惑星物質研究所の中村栄三教授が「令和2年度星取県推進功労者知事表彰」を受賞

<https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000060.000072793.html>

・「スペースサイエンスワールド星取県」基調講演／スペシャルトークセッションに中村栄三特任教授が登壇

<https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000152.000072793.html>

・内閣府「国立大学イノベーション創出環境強化事業」に採択
イノベーションエコシステムの構築を加速（令和2年10月20日 付岡山大学プレスリリース）
https://www.okayama-u.ac.jp/tp/news/news_id9724.html

◆本件お問い合わせ先

岡山大学自然生命科学研究支援センター 特任教授 中村栄三
（勤務地：岡山大学惑星物質研究所〔〒682-0193 [鳥取県東伯郡三朝町山田827](#)〕）
TEL：0858-43-1215 （代）
E-mail：eizonak@misasa.okayama-u.ac.jp
※@を◎に置き換えています
<https://pml.misasa.okayama-u.ac.jp/home.php>

<岡山大学の産学官連携などに関するお問い合わせ先>

岡山大学研究推進機構 産学官連携本部
〒700-8530 [岡山県岡山市北区津島中1-1-1](#) 岡山大学津島キャンパス 本部棟1階
TEL：086-251-8463
E-mail：sangaku@okayama-u.ac.jp
※ ◎を@に置き換えて下さい
<https://www.orzd.okayama-u.ac.jp/>

岡山大学メディア「OTD」（アプリ）：
<https://prt看imes.jp/main/html/rd/p/000000011.000072793.html>
岡山大学メディア「OTD」（ウェブ）：
<https://prt看imes.jp/main/html/rd/p/000000215.000072793.html>
岡山大学SDGsホームページ：<https://sdgs.okayama-u.ac.jp/>
岡山大学Image Movie（2020）：

「岡大TV」（YouTube）：https://www.youtube.com/channel/UCi4hPHf_jZ1FXqJfsacUqaw
産学共創活動「岡山大学オープンイノベーションチャレンジ」[2022年6月](#)
期共創活動パートナー募集中：
<https://prt看imes.jp/main/html/rd/p/000000691.000072793.html>

岡山大学『THEインパクトランキング2021』総合ランキング
世界トップ200位以内、国内同列1位!!
<https://prt看imes.jp/main/html/rd/p/000000070.000072793.html>
岡山大学『大学ブランド・イメージ調査2021～2022』「SDGsに積極的な大学」中国・四国1位!!
<https://prt看imes.jp/main/html/rd/p/000000373.000072793.html>
岡山大学『企業の人事担当者から見た大学イメージ調査2022年度版』中国・四国1位!!
<https://prt看imes.jp/main/html/rd/p/000000122.000072793.html>

国立大学法人岡山大学は、国連の「持続可能な開発目標（SDGs）」を支援しています。また、政府の第1回「ジャパンSDGsアワード」特別賞を受賞しています