

トピックス

2020年5月8日

小惑星リュウグウの軌道の進化史

研究成果

2020年

2019年

2018年

2017年

2016年

2015年

2014年

ウェブリリース

打上げ・実験

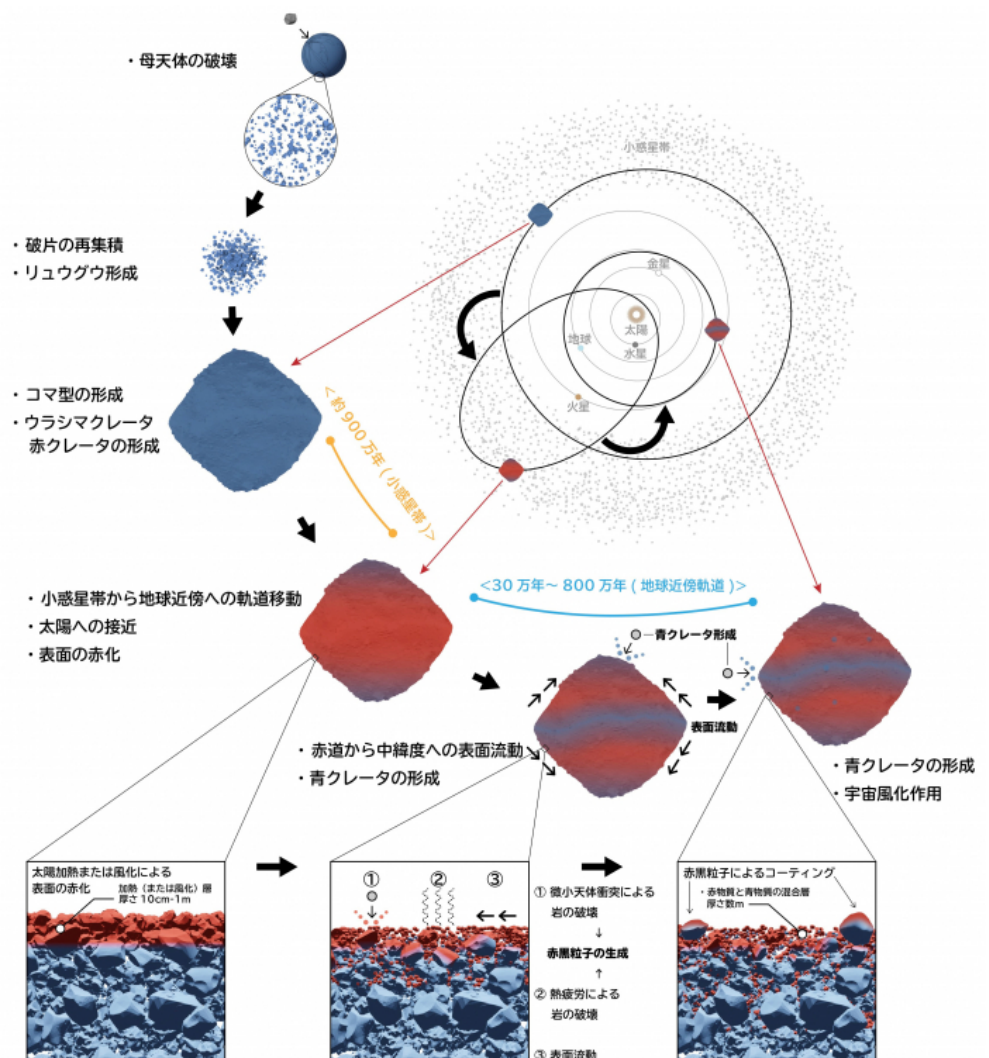
アーカイブ

キーワード

科学衛星・探査機 | 打上げ用ロケット | 観測ロケット | 大気球 | 地上実験・試験 | 銀河・銀河団 | 太陽 | 太陽風 | 水星 | 金星 | 磁気圏 | 月 | 火星 | 火星衛星 | 小惑星 | サンプルリターン | スノーライン | 系外惑星

お知らせ

イベント



(c) 東京大、JAXA

2019年2月22日(日本時間)、小惑星探査機「はやぶさ2」は小惑星リュウグウの試料採取を目的とした第一回目の着陸(タッチダウン)に成功しました。タッチダウンの際に取得された超高解像度画像から、タッチダウン時に打ち込まれたプロジェタイルとスラスター噴射の影響で、多くの岩石と、岩石表面やその内部の隙間に付着していたと考えられる大量の赤黒い微粒子が舞い上がったことが分かりました。

またクレータの年代とクレータが掘り起こした地下物質の色の関係から、赤黒い物質はリュウグウの表層数メートルの厚さで全球的に層状に存在していること、それらは30万年前から800万年

前の間の短い期間にリュウグウ表面物質が、太陽に焼かれることで変質してつくられたことが分かりました。

この結果は、リュウグウは過去に現在よりも太陽に接近する軌道にいたことを示しています。また、着陸地点の表面には赤黒い物質だけでなく、変成をうける以前の青白い物質も存在していることから、変成を受けていない物質と変成をうけた物質の両方の物質が採取されたと期待されます。

これまでの「はやぶさ2」による観測からは、リュウグウ表面は岩に覆われており、月面のような微粒子の存在は確認されていませんでした。「はやぶさ2」はリュウグウの試料を採取するために、2019年2月22日(日本時間)に第1回のタッチダウン運用を行いました。

図1はタッチダウンの際に広角の光学航法カメラ(ONC-W1)によって取得された画像です。

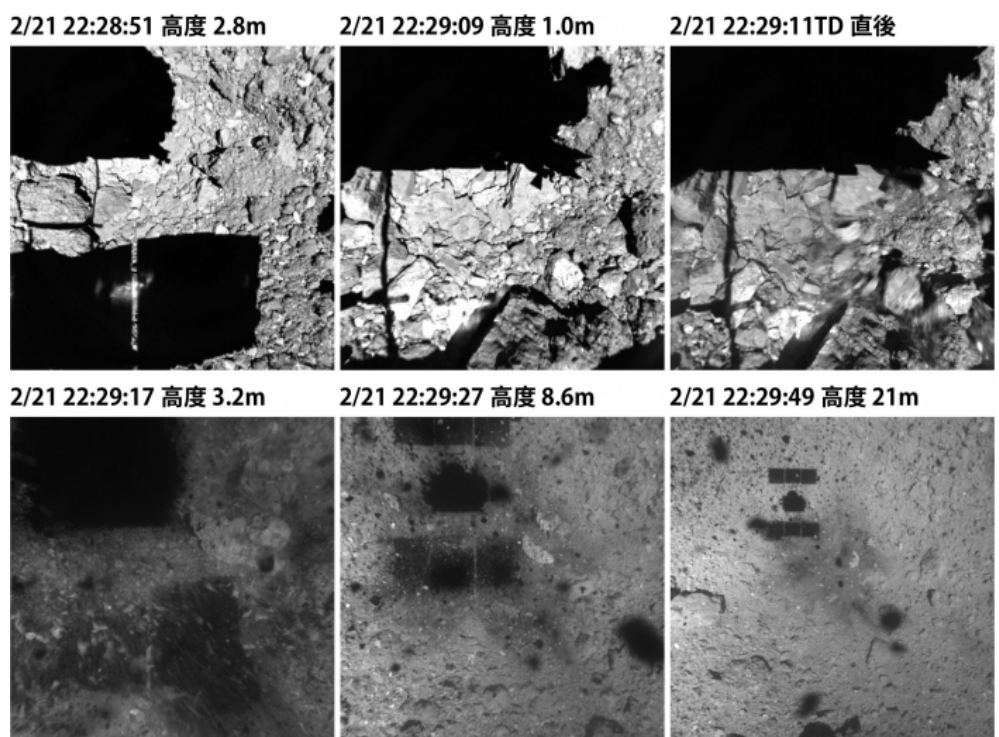


図1 第一回タッチダウンの様子。2019年2月21日撮影(図中の日時は世界標準時)。
(c) JAXA、東京大、高知大、立教大、名古屋大、千葉工大、明治大、会津大、産総研

タッチダウンと同時に試料採取のための弾丸発射と探査機上昇のためのスラスター噴射によって、岩石だけでなく大量の黒い微粒子が舞い上がったことがわかりました。飛ばされた岩石の多くは白く変化したことから、もともと黒い微粒子は岩石の表面や内部の隙間に付着していたと考えられます。その後、舞い上がった微粒子はタッチダウン地点を中心に、直径10mの範囲に広がり、表面に堆積しました。図2のように、タッチダウンの前後でタッチダウン地点付近の色が赤黒く変化したことから、タッチダウンと同時に舞い上がった微粒子が赤黒い色をしていたと考えられます。

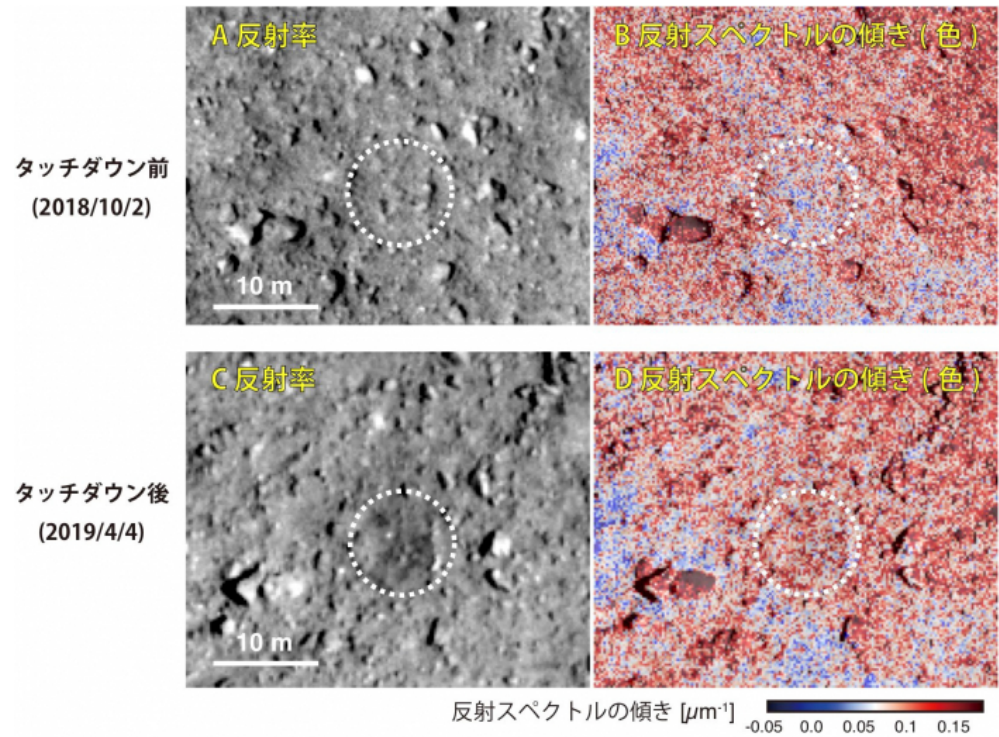
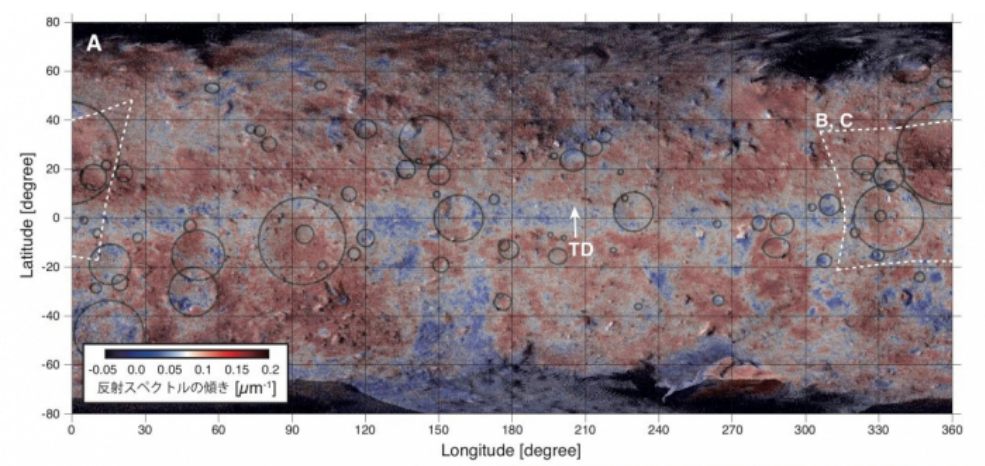


図2 タッチダウン地点周辺の色の变化。(A), (B) タッチダウン前(2018/10/2)と(C), (D) タッチダウン後(2019/4/4)の反射率と反射スペクトルの傾きの变化。点線の円の中心がタッチダウン地点。(c) Morota et al. 2020から一部改変

一方で全球的な観測から、リュウグウ表面は赤道ではやや青白く、中緯度では赤黒く、両極では特に青白いことがわかっていました(図3)。本研究でさらにクレータ同士が重なっている領域の色の分布を詳細に調べてみると、他のクレータよりも下にあるクレータ、つまり相対的に古いクレータの内部は周囲と同程度の赤さを持つのに対して、上にあるクレータ、つまり若いクレータの内部は周囲よりも青くなっていることがわかりました(図3)。



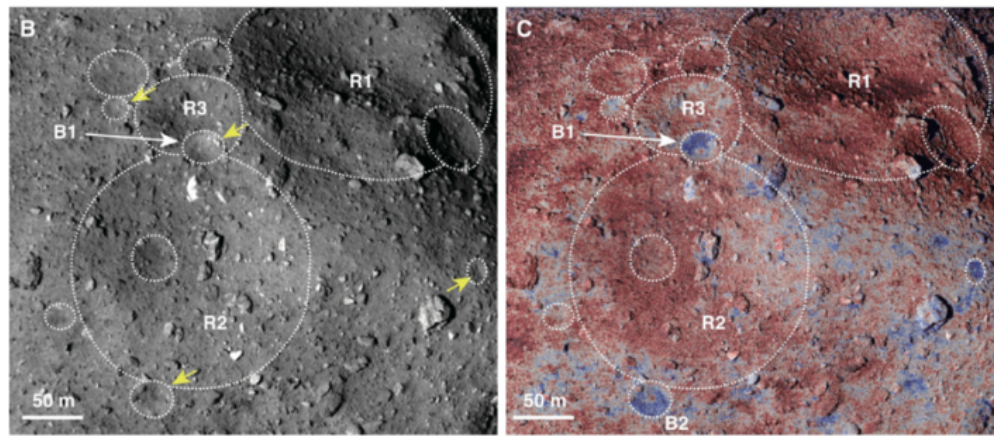


図3 リュウグウ表面の反射スペクトルの傾きマップ。上の図の黒丸、下の図の白丸はクレータを表す。内部が青いB1やB2クレータは他のクレータよりも上にあることから若いクレータであることがわかる。(c) Morota et al. 2020から一部改変

このことから、過去にリュウグウ表面は赤く変化するイベントがあったこと、内部が赤いクレータはリュウグウ表面の赤化が起きる前につくられたものであり、内部が青いクレータは表面の赤化が起こった後につくられ、地下の新鮮な青い物質を露出させたものであることがわかりました。表面の赤さ分布に緯度依存性があり、また、赤いクレータと青いクレータが明瞭に二分されることから、リュウグウ表面の赤化イベントは太陽による加熱または風化によるものであり、それは短期間で起こったことを意味しています。このことから、過去にリュウグウは一時的に太陽に接近した軌道にあったと考えられます。青いクレータは表面赤化が起こってからつくられたものなので、その数密度から表面赤化の年代を推定することができ、30万年から800万年の年代が推定されました。図4はこれらの結果から推定されたリュウグウの進化史をまとめたものになります。

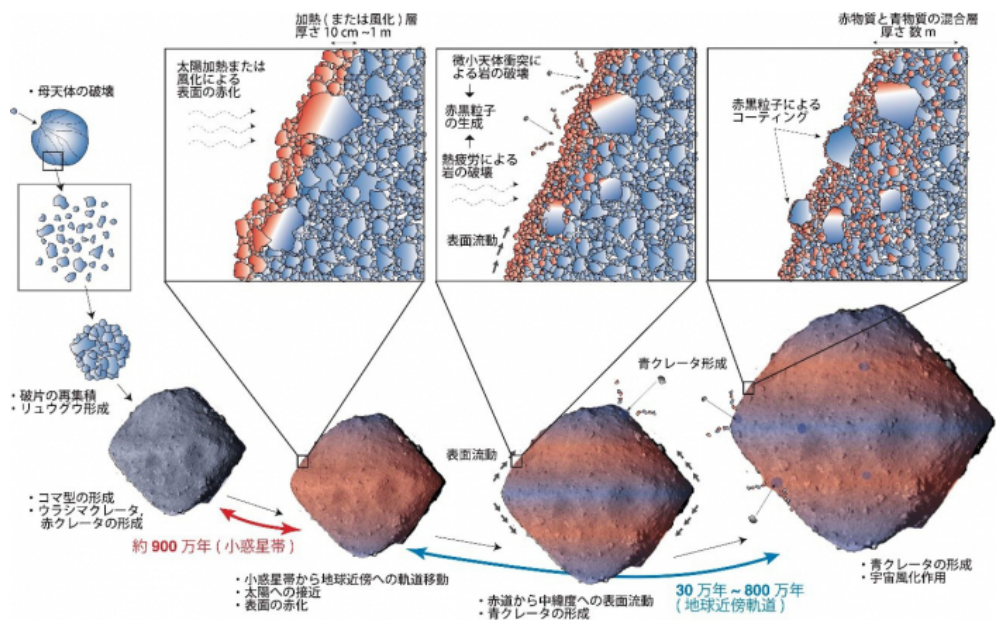


図4 推定されたリュウグウの進化史。(c) Morota et al. 2020から一部改変

タッチダウンで観測された赤黒い微粒子は、この太陽接近の際に変成を受けた物質が破碎されたものであると考えられます。また、着陸地点の表面には赤黒い物質だけでなく、変成をうける以前の青白い物質も存在していることから、変成をうけていない物質と変成をうけた物質の両方の物質が採取されたと期待されます。

論文情報

論文タイトル： Sample collection from asteroid 162173 Ryugu by Hayabusa2: implications for surface evolution

著者名： T. Morota^{1,2}, S. Sugita^{1,3}, Y. Cho¹, M. Kanamaru⁴⁺, E. Tatsumi^{1,5,6}, N. Sakatani⁷⁺, R. Honda⁸, N. Hirata⁹, H. Kikuchi⁷, M. Yamada³, Y. Yokota^{7,8}, S. Kameda¹⁰, M. Matsuoka⁷, H. Sawada⁷, C. Honda¹¹, T. Kouyama¹², K. Ogawa^{9,13}, H. Suzuki¹⁴, K. Yoshioka¹, M. Hayakawa⁷, N. Hirata¹¹, M. Hirabayashi¹⁵, H. Miyamoto^{1,21}, T. Michikami¹⁶, T. Hiroi¹⁷, R. Hemmi¹, O. S. Barnouin¹⁸, C. M. Ernst¹⁸, K. Kitazato¹¹, T. Nakamura¹⁹, L. Riu⁷, H. Senshu³, H. Kobayashi², S. Sasaki⁴, G. Komatsu²⁰, N. Tanabe¹, Y. Fujii⁸, T. Irie², M. Suemitsu², N. Takaki¹, C. Sugimoto¹, K. Yumoto¹, M. Ishida¹⁰, H. Kato¹⁰, K. Moroi¹⁰, D. Domingue²¹, P. Michel²², C. Pilorget²³, T. Iwata^{7,24}, M. Abe^{7,24}, M. Ohtake^{7,11}, Y. Nakauchi⁷, K. Tsumura^{18,25}, H. Yabuta²⁶, Y. Ishihara²⁷, R. Noguchi⁷, K. Matsumoto^{24,28}, A. Miura⁷, N. Namiki^{24,28}, S. Tachibana¹, M. Arakawa⁹, H. Ikeda²⁹, K. Wada³, T. Mizuno^{7,24}, C. Hirose²⁹, S. Hosoda⁷, O. Mori⁷, T. Shimada⁷, S. Soldini^{7,30}, R. Tsukizaki⁷, H. Yano^{7,24}, M. Ozaki^{7,24}, H. Takeuchi^{7,24}, Y. Yamamoto^{7,24}, T. Okada^{7,1}, Y. Shimaki⁷, K. Shirai⁷, Y. Iijima^{7§}, H. Noda^{24,28}, S. Kikuchi⁷, T. Yamaguchi^{7#}, N. Ogawa⁷, G. Ono²⁸, Y. Mimasu⁷, K. Yoshikawa²⁹, T. Takahashi^{7§}, Y. Takei^{7,29}, A. Fujii⁷, S. Nakazawa⁷, F. Terui⁷, S. Tanaka^{7,24}, M. Yoshikawa^{7,24}, T. Saiki⁷, S. Watanabe^{2,7}, and Y. Tsuda^{7,24}.

著者所属:

1. The University of Tokyo, Tokyo 113-0033, Japan.
2. Nagoya University, Nagoya 464-8601, Japan.
3. Planetary Exploration Research Center, Chiba Institute of Technology, Narashino 275-0016, Japan.
4. Osaka University, Toyonaka 560-0043, Japan.
5. Departamento de Astrofísica, Universidad de La Laguna, 38206 La Laguna, Tenerife, Spain.
6. Instituto de Astrofísica de Canarias, 38205 La Laguna, Tenerife, Spain.
7. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA), Sagami-hara 252-5210, Japan.
8. Kochi University, Kochi 780-8520, Japan.
9. Kobe University, Kobe 657-8501, Japan.
10. Rikkyo University, Tokyo 171-8501, Japan.
11. University of Aizu, Aizu-Wakamatsu 965-8580, Japan.
12. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Tokyo 135-0064 Japan.
13. JAXA Space Exploration Center, Japan Aerospace Exploration Agency, Sagami-hara 252-5210, Japan.
14. Meiji University, Kawasaki 214-8571, Japan.
15. Auburn University, Auburn, AL 36849, USA.
16. Kindai University, Higashi-Hiroshima 739-2116, Japan.
17. Brown University, Providence, RI 02912, USA.
18. Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, Laurel, MD 20723, USA.
19. Tohoku University, Sendai 980-8578, Japan.
20. International Research School of Planetary Sciences, Università d'Annunzio, 65127

Pescara, Italy. 21. Planetary Science Institute, Tucson, AZ 85719-2395, USA.

22. Université Côte d'Azur, Observatoire de la Côte d'Azur, Centre National de la Recherche Scientifique, Laboratoire Lagrange, 06304 Nice, France.

23. Institut d'Astrophysique Spatiale, Université Paris-Sud, Orsay, France.

24. SOKENDAI (The Graduate University for Advanced Studies), Hayama 240-0193, Japan.

25. Tokyo City University, Tokyo 158-8557, Japan.

26. Hiroshima University, Higashi-Hiroshima 739-8526, Japan.

27. National Institute for Environmental Studies, Tsukuba 305-8506, Japan.

28. National Astronomical Observatory of Japan, Mitaka 181-8588, Japan.

29. Research and Development Directorate, JAXA, Sagami-hara 252-5210, Japan.

30. The University of Liverpool, Liverpool L69 3BX, UK.

† Affiliation from April 2020: Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA), Sagami-hara 252-5210, Japan.

‡ Affiliation from April 2020: Rikkyo University, Tokyo 171-8501, Japan

§ Deceased.

Current affiliation: Mitsubishi Electric Corporation, Kamakura 247-8520, Japan.

\$ Current affiliation: NEC Corporation, 1-10 Nisshin-cho, Fuchu, Tokyo 183-0036, Japan.

雑誌名: *Science*

DOI: [10.1126/science.aaz6306](https://doi.org/10.1126/science.aaz6306) 

関連リンク

リュウグウは太陽に焼かれることで変質していた! (「はやぶさ2」プロジェクト) 

小惑星探査機「はやぶさ2」観測成果論文のScience誌掲載について (JAXAプレスリリース) 

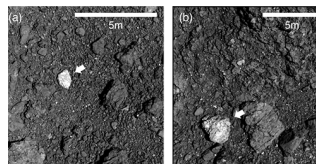
はやぶさ2のタッチダウンで観測された小惑星リュウグウ表面の擾乱と それから示唆される表層と軌道の進化史 (東京大学) 

関連トピックス



ここに注目! 「はやぶさ2」地球帰還へ

2020年10月13日 | ウェブリリース



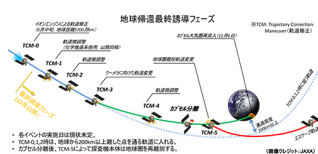
リュウグウ表面に発見された明るい岩塊から明らかになった S 型小惑星との衝突

2020年9月23日 | 研究成果

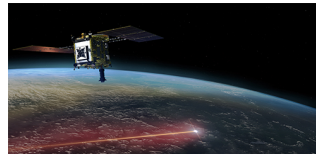


「はやぶさ2」への応援メッセージを募集します

2020年9月2日 | ウェブリリース



小惑星探査機「はやぶさ2」搭載カプセルの豪州への着陸許可について
2020年8月19日 | ウェブリリース



小惑星探査機「はやぶさ2」のカプセル帰還に関する 豪州宇宙庁 (ASA) との共同声明の発表について



小惑星リュウグウでの人工クレータ形成実験から分かったこと
2020年3月23日 | 研究成果

関連トピックスをもっと見る

ツイート いいね！

ミッション	ギャラリー	読むISAS	トピックス	広報・イベント	宇宙科学研究所とは
科学衛星・探査機	ギャラリー一覧	宇宙科学最前線	研究成果	お知らせ	概要
運用中	今週の1枚	宇宙・夢・人	ウェブリリース	イベント	研究領域マップ
開発中	ペーパークラフト	「みお」つくし	打上げ・実験	メディアの方へ	所長より
将来計画		近日参上「はやぶさ2」		よくある質問	歴代所長
運用終了		ERGプロジェクトリレー		見学案内	ビジョン
その他		トーク		宇宙科学講演と映画の会	組織
打上げ用ロケット		前略、こちら地上系		特別公開	関連施設
観測ロケット		特集		宇宙学校	宇宙科学研究所賞
大気球		記事一覧		講師派遣	大学院教育
				パンフレット	研究教育職員
				ISASニュース	歴史
				イトカワ微粒子巡回展	年次要覧
				模型貸出し	外部評価委員会報告
				きみっしょん	広報活動