

PRESS RELEASE

文部科学記者会、科学記者会、他
岡山大学記者クラブ
名古屋教育医療記者会と同時発表

令和4年3月18日

公立大学法人 名古屋市立大学

国立大学法人 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～

The Astrophysical Journal Letters、2022年1月31日公開

研究成果の概要

名古屋市立大学大学院理学研究科の三浦均准教授は、岡山大学惑星物質研究所の中村栄三教授、国広卓准教授との共同研究を実施し、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がかつて彗星であった可能性を初めて理論的に指摘しました。現在、「はやぶさ2」がリュウグウ表面から採取した小惑星物質の詳細分析が進められており、本成果は、これらの小惑星物質が過去どのような物理的・化学的環境に置かれていたのかを推測する筋道を提示することで、太陽系における物質進化過程の解明に貢献することが期待されます。この論文は、三浦准教授を筆頭著者として国際宇宙物理学専門誌『The Astrophysical Journal Letters』に2022年1月31日に掲載されました。

【研究のポイント】

- ・ 小惑星リュウグウの形成過程はよくわかっていませんでした。
- ・ 本研究では、小惑星リュウグウの「彗星起源説」に基づき、彗星が小惑星へと至る一連の過程を理論的にモデル化しました。
- ・ 短い期間で彗星から小惑星に至ることを示しました。
- ・ 現在のリュウグウの形状を説明するのに必要な自転速度を達成可能であることを示しました。
- ・ 本研究で示した理論モデルは、小惑星探査機「はやぶさ2」が地球に持ち帰った小惑星物質の分析結果と照らし合わせることで、太陽系における物質進化過程の解明に貢献することが期待されます。

【背景】

小惑星リュウグウは、日本の小惑星探査機「はやぶさ2」が探査対象とした小惑星であり、初代「はやぶさ」が表層物質の採取に成功した小惑星イトカワよりも多くの有機物を含んでいると考えられています。「はやぶさ2」はリュウグウの表層物質を大量に地球に持ち帰ることに成功しており、現在、岡山大学惑星物質研究所 PML グループを含む分析チームによって詳細分析が精力的に進められて

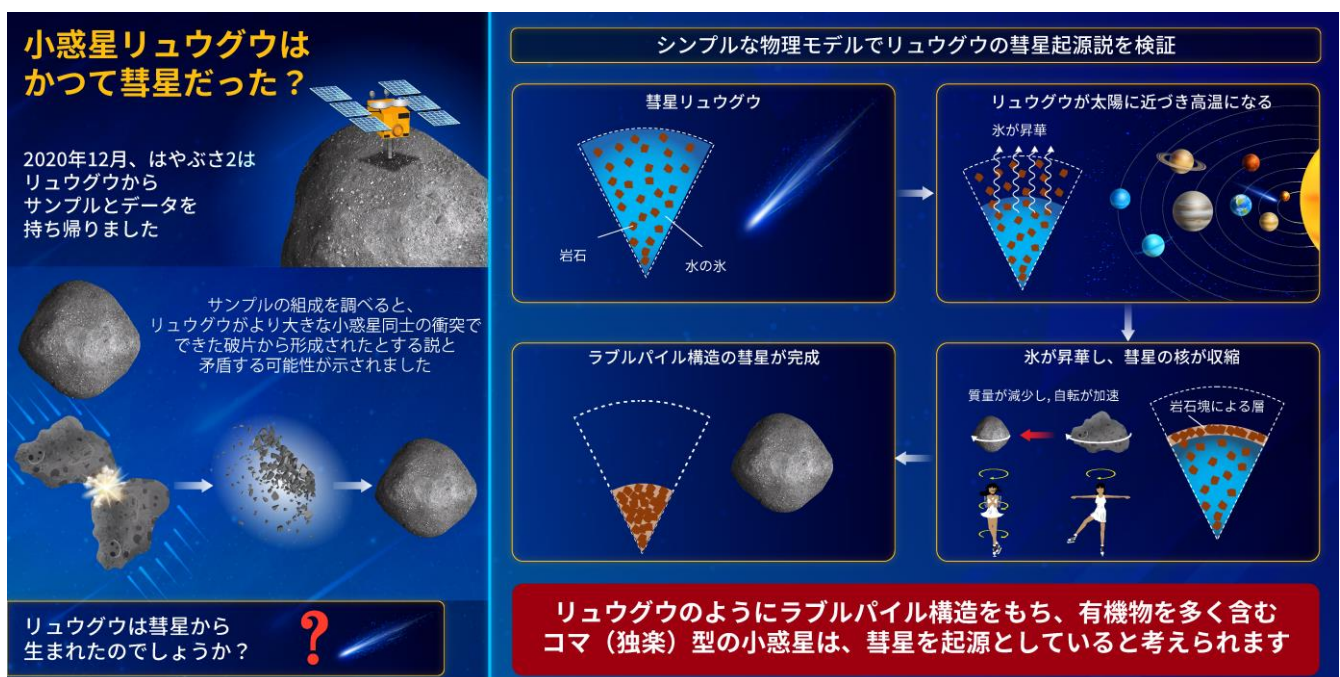
います。近い将来、太陽系における岩石物質や生命起源物質の形成・進化過程に関する新たな発見が期待されます。しかしながら、小惑星リュウグウ本体がどのように形成されたのかについてはよく分かっていませんでした。

【研究の成果】

研究グループは、小惑星リュウグウがかつて彗星であったとする「彗星起源説」に着目し、主に水の氷からなる彗星の核から氷が昇華して小惑星へと至る一連の過程を世界で初めて理論的にモデル化しました。その結果、以下に示すリュウグウの主な3つの特徴をすべて定性的に説明できることを明らかにしました：(1) 岩石の塊が弱く集合した多孔質な内部構造（ラブルパイル構造）、(2) 高速自転による変形を示唆するコマ型の形状、(3) 有機物に富む組成。

彗星核は、主に水の氷からなる多孔質な小天体であり、内部には岩石の塊を含んでいると考えられています。彗星核が太陽に近づいて加熱され、氷が昇華して宇宙空間に流出すると、残された岩石塊が彗星核の中心に向かって落下し、彗星核全体が収縮します。本研究では、氷が昇華しつつある彗星核内部の水蒸気圧分布を解析的に解くことで水蒸気流出率を決定し、それをを用いて、彗星核全体が収縮する過程を数値的に計算しました。その結果、彗星核が200 Kまで加熱された場合、彗星核内部の氷は約数万年という比較的短い期間でほぼ完全に消失し、主に岩石塊からなるラブルパイル構造の小惑星になることを示しました。さらに、彗星核全体が収縮すると、フィギュアスケーターが広げた腕を自身の身体に巻き付けることによってスピナップするのと同様に、自転が加速します。水蒸気流出に伴う角運動量損失と彗星核自身の収縮による慣性モーメントの変化を計算したところ、天体の自転角速度が最終的に約4倍にまで加速することを示しました。現在の太陽系に存在する彗星の典型的な自転周期は約12時間であり、リュウグウの元になった彗星核が氷昇華前にこれと同程度の自転周期を持っていたとすると、氷昇華後の自転周期は約3時間にまで短縮されることとなり、高速自転による変形を引き起こすのに必要な自転周期（約3.5時間）を達成することができます。また、彗星核を構成する氷には星間空間に存在した有機物が含まれており、これらの一部は氷昇華後もその場に留まり、天体内に濃縮すると考えられます。

これらの結果は、リュウグウがかつて彗星であったことを強く示唆しており、「はやぶさ2」が持ち帰った小惑星物質が経験したであろう物理的・化学的環境を推測する上でひとつの筋道を示します。



【研究の意義と今後の展開や社会的意義など】

理論と分析・実験は、自然科学の両輪です。本研究で示した小惑星リュウグウの理論モデルは、小惑星探査機「はやぶさ2」が地球に持ち帰った小惑星物質の分析結果と比較検討することで、太陽系における物質の起源や進化に関する我々の理解を飛躍的に進歩させることができると考えています。

【研究助成】

本研究は、科学研究費補助金（三浦均, 19H00820, 20K05347）、大幸財団（三浦均）の研究助成、内閣府「国立大学イノベーション創出環境強化事業」（中村栄三）の支援を受け実施されました。

【論文タイトル】

The asteroid 162173 Ryugu: a cometary origin

【著者】

三浦 均¹, 中村 栄三^{2,3}, 国広 卓²

所属 1) 名古屋市立大学大学院理学研究科, 2) 岡山大学惑星物質研究所, 3) 岡山大学自然生命科学
研究支援センター

【掲載学術誌】

学術誌名 : The Astrophysical Journal Letters

DOI 番号 : <https://doi.org/10.3847/2041-8213/ac4bd5>

【研究に関する問い合わせ】

名古屋市立大学 大学院理学研究科 准教授 三浦 均

住所 : 名古屋市瑞穂区瑞穂町山の畑 1

E-mail : miurah@nsc.nagoya-cu.ac.jp

【報道に関する問い合わせ】

名古屋市立大学 事務局企画広報課広報係

名古屋市瑞穂区瑞穂町字川澄 1

TEL : 052-853-8328 FAX : 052-853-0551

E-mail : ncu_public@sec.nagoya-cu.ac.jp