

2025 年 12 月 3 日

国立大学法人東北大学
国立研究開発法人海洋研究開発機構
国立大学法人北海道大学
国立大学法人九州大学
学校法人帝京大学
株式会社堀場アドバンスドテクノ
株式会社堀場テクノサービス

小惑星ベヌーの砂に生命を構成する「糖」が存在 —アミノ酸、核酸塩基に並ぶ主要な生命材料分子を検出—

【発表のポイント】

- NASA の小惑星探査計画「OSIRIS-REx（オサイリスレックス）^{（注1）}」によって小惑星ベヌー（Bennu）^{（注2）}から持ち帰った砂を分析しました。
- 核酸のうち RNA を構成するリボース^{（注3）}と、生命代謝の主要なエネルギー源であるグルコースを含む 6 種類の糖を検出しました。
- 地球外に生命を構成する糖が存在し、地球に降り注いでいたという決定的な証拠が得られました。

【概要】

小惑星のカケラである隕石からは、生命の材料分子であるアミノ酸、核酸塩基、糖が検出されています。このことから、隕石によって宇宙から地球にもたらされた分子が、生命の材料として使われたという仮説が提案されています。日米の小惑星サンプルリターン計画「はやぶさ 2」と「OSIRIS-REx」では、地球物質の混入がない小惑星試料から、核酸（DNA と RNA）の構成分子である核酸塩基とリン酸、タンパク質の構成分子であるアミノ酸の存在を明らかにし、隕石による生命材料分子の供給を裏付けました。しかし、核酸の材料となる分子群のうち糖だけは見つかっていませんでした。

東北大学大学院理学研究科の古川善博准教授らの研究グループは、炭素質小惑星ベヌー（図 1）から持ち帰った小惑星の砂（図 2）から、核酸のうち RNA を構成するリボースと、生命代謝の主要なエネルギー源であるグルコースを含む 6 種類の糖を検出しました（図 3）。この結果は、地球外に生命を構成する糖が存在し、地球に降り注いでいたことの決定的な証拠です。また、宇宙におけるグルコースの存在を示した初の証拠となり、宇宙にはこれまで考えられていた以上に生命活動を支える分子が存在することが明らかになりました。

本研究結果は、2025 年 12 月 2 日（火）公開の科学誌 Nature Geoscience に掲載されました。

【詳細な説明】

研究の背景

2023 年 9 月、アメリカ航空宇宙局（NASA）が主導する小惑星サンプルリターン計画「OSIRIS-REx」（主任研究者：ダンテ・ローレッタ教授（アリゾナ大学））によって、炭素質 B 型小惑星（101955）ベヌー（Bennu）から 121.6 g の岩石や砂を持ち帰ることに成功しました。OSIRIS-REx チームが 2025 年 1 月に出版した論文により、小惑星ベヌーには多種類のアミノ酸、全 5 種の核酸塩基など生命構成分子を含む様々な有機分子が含まれることが明らかになりました。また、日本が主導した「はやぶさ 2 計画」で小惑星リュウグウから持ち帰った試料の分析でも同様の結果が得られています。一方で、地球物質の混入がない小惑星試料からは、生命システムを支える主要な生体高分子である核酸とタンパク質の材料となる分子群のうち、糖だけが見つかっていない状況でした。

今回の取り組み

東北大学大学院理学研究科の古川善博准教授、角南沙己大学院生、海洋研究開発機構の高野淑識上席研究員、古賀俊貴研究員、平川祐太研究員、北海道大学の大場康弘准教授、九州大学の奈良岡浩教授、帝京大学の三枝大輔准教授らは、OSIRIS-REx を主導するダンテ・ローレッタ教授（アリゾナ大学）、ハラルド・コノリー教授（ローワン大学）、ダニエル・グレイビン博士（NASA）、ジェイソン・ドワーキン博士（NASA）と共に、小惑星ベヌーに含まれる糖の分析を進めてきました。2024 年 6 月に 603.4 mg の均質化したベヌーの粉末試料の配分を受け、可溶性有機物を抽出し、その中から糖類を精製し、化学処理を行い、分析を実施しました。

その結果、リボースとグルコースを含む 6 種類の糖が検出されました。リボースは核酸のうち RNA を構成する糖であるため、本研究成果によって、小惑星試料から見つかっていなかった最後の核酸構成分子群が見つかり、小惑星に RNA を構成するすべての分子が存在することが明らかになりました。一方で、DNA を構成するデオキシリボースは検出されず、生命誕生期には RNA が重要な働きをしたとする RNA ワールド仮説を支持する結果となりました。また、グルコースとガラクトースは、宇宙に存在することが初めて明らかになった糖であり、特に、グルコースは生命代謝の主要な原料であるため、宇宙にはこれまで考えられていた以上に生命活動を支える分子が存在することが明らかになりました。

今後の展開

今回の研究成果によって、生命に関連する糖が宇宙に存在することは決定的になりました。しかし、これまでに存在が明らかになったのは小惑星ベヌーと 2 つの隕石に限られます。他の小惑星や彗星などの小天体における存在が明ら

かになることで、宇宙における糖の普遍性と多様性が明らかになり、原始地球に降り注いだ糖の種類や量の理解にも繋がるのが期待できます。OSIRIS-RExの有機物分析チームでは、小惑星ベヌーの試料に含まれる様々な有機分子の分析を実施しており、今後の研究やリュウグウ試料、隕石試料との比較で、初期の太陽系で起こった分子の進化や、地球にもたらされた生命関連分子の多様性と起源がより一層明らかになることが期待されます。

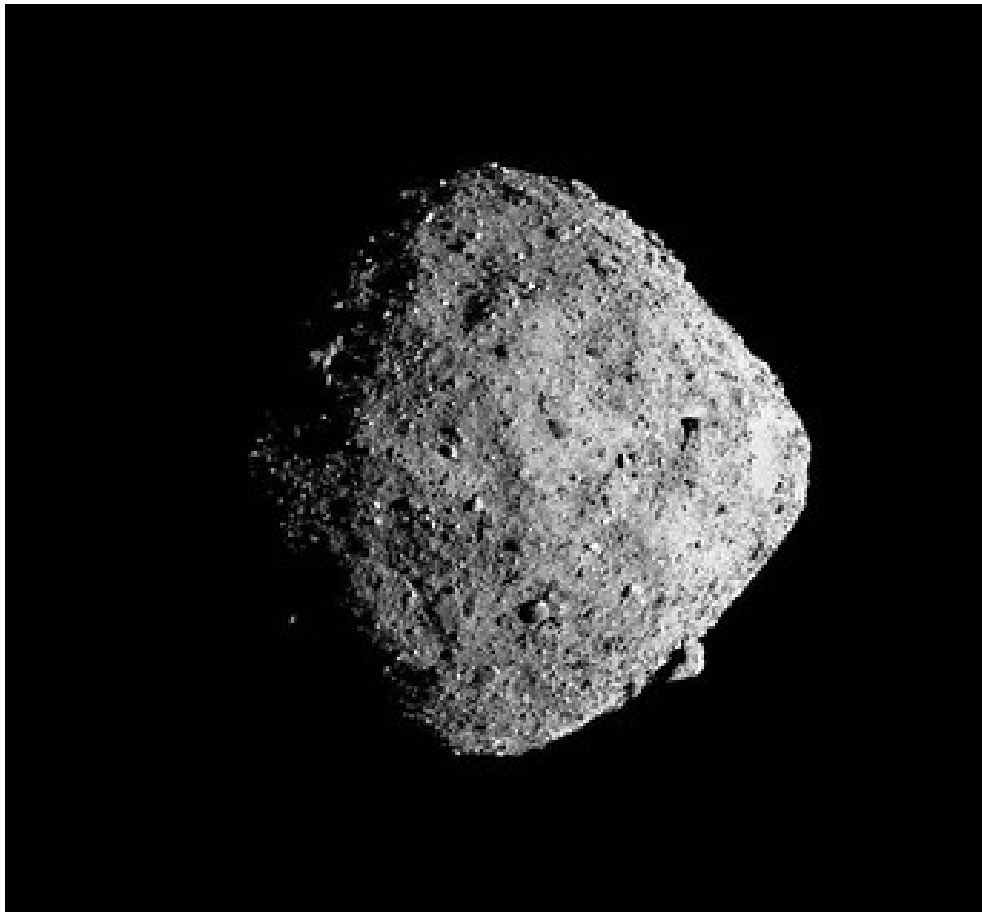


図 1. OSIRIS-REx がサンプルを採取した小惑星ベヌー

Credit: NASA/Goddard/University of Arizona

<https://www.flickr.com/photos/gsfcr/53141331019/in/album-72177720310727975>



図 2 . 糖が検出されたベヌーの試料

Credit: NASA

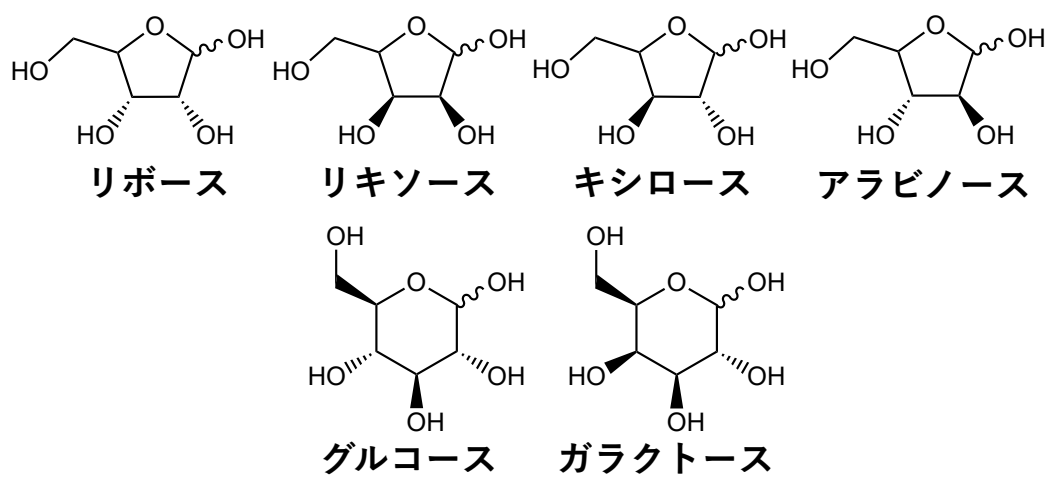


図 3 . 小惑星ベヌーから検出された糖

【用語説明】

注1. OSIRIS-REx (Origins, Spectral Interpretation, Resource Identification, Security, Regolith Explorer) (オサイリスレックス) : アメリカ航空宇宙局 (NASA) が主導する小惑星サンプルリターン計画。ベヌー (Bennu) から 121.6g の岩石や砂を持ち帰ることに成功した。

OSIRIS-REx 計画の情報について

<https://science.nasa.gov/mission/osiris-rex/>

注2. 小惑星ベヌー (Bennu) (図 1) : OSIRIS-REx 探査機がサンプルを採取し地球に帰還した直径約 500 メートルの小惑星。

注3. リボース : 核酸のうち RNA を構成する分子の一つであり、糖の一種。宇宙物質からは少数の隕石で見つまっている。

【謝辞】

本研究は New Frontier 計画を通じて NASA から交付された助成金 NNH09ZDA007O および契約 NNM10AA11C に基づく活動を基に実施されました。本研究は、JSPS 科研費 JP18H03728, JP22H00165, JP21KK0062 の助成および、JAXA/ISAS からのサポートを受けて実施されました。本論文は「東北大学 2025 年度オープンアクセス推進のための APC 支援事業」の支援を受け、Open Access となっています。

【論文情報】

タイトル : Bio-essential sugars in samples from asteroid Bennu

著者 : Yoshihiro Furukawa*, Sako Sunami, Yoshinori Takano, Toshiki Koga, Yuta Hirakawa, Yasuhiro Oba, Hiroshi Naraoka, Daisuke Saigusa, Takaaki Yoshikawa, Satoru Tanaka, Daniel P. Glavin, Jason P. Dworkin, Harold C. Connolly, Jr., and Dante S. Lauretta

*責任著者 東北大学大学院理学研究科 准教授 古川善博

掲載誌 : Nature Geoscience

DOI : 10.1038/s41561-025-01838-6

URL : <https://doi.org/10.1038/s41561-025-01838-6>

【問い合わせ先】

（研究に関すること）

東北大学大学院理学研究科地学専攻

准教授 古川 善博（ふるかわ よしひろ）

TEL : 022-795-3453

Email : furukawa@tohoku.ac.jp

（報道に関すること）

東北大学大学院理学研究科 広報・アウトリーチ支援室

TEL : 022-795-6708

Email : sci-pr@mail.sci.tohoku.ac.jp

海洋研究開発機構 海洋科学技術戦略部報道室

TEL : 045-778-5690

Email : press@jamstec.go.jp

北海道大学 社会共創部広報課

TEL : 011-706-2162

Email : jp-press@general.hokudai.ac.jp

九州大学 総務部広報課

TEL : 092-802-2130

Email : koho@jimu.kyushu-u.ac.jp

帝京大学 本部広報課

TEL : 03-3964-4162

Email : kouhou@teikyo-u.ac.jp

堀場アドバンスドテクノ、堀場テクノサービス

株式会社堀場製作所コーポレートコミュニケーション室

TEL : 075-325-5073

Email : shunichi.amai@horiba.com