



宇宙太陽光発電、欧州の再生可能エネルギーの 80%を占める可能性-天候に左右されず

2025.08.26 15:36 [塚本直樹](#)

宇宙での太陽光発電で欧州連合（EU）の温室効果ガス排出量を 2050 年までに実質ゼロ（ネットゼロ）にできると報告されている。[「Joule」誌に掲載](#)されている論文で英ロンドン大学キングスカレッジと中国・西安交通大学の研究者らは、米航空宇宙局（NASA）による 2 つの[宇宙太陽光発電](#)のコンセプトを分析。その結果、EU の目標であるネットゼロを実現するという 2050 年までに、欧州の再生可能エネルギーの 80%を占める可能性がある」と報告した。 NASA が提案したのは、蜂の巣状に配置された反射鏡群が太陽光を集光器に向け、集光器がエネルギーを収集してマイクロ波で地球に送電する「ヘリオスタット・スウォーム」と、宇宙機の太陽に面した層で太陽光を集め、地球に面した側にマイクロ波送信機を搭載して地球に送電する「プレーナーアレイ」の 2 つだ。研究者らが試算したところ、天候に左右され、発電量が不安定になりがちな地上の再生可能エネルギーに比べて、宇宙太陽光発電には非常に大きな利点があることがわかった。経済的な観点から見ても、電力を送り返すために太陽光パネルのコンステレーションを打ち上げるという考えは、それほど突飛なものではないと述べている。打ち上げコストの低下がこのまま続くと仮定すると、宇宙太陽光発電は地上の太陽光発電システムよりも、7~15%コストが低くなると研究者らは推定。送電が安定しているため、太陽光発電は蓄電池の使用量も 3 分の 2 以上削減できるとしている。

関連情報 [ロンドン大学キングスカレッジ プレスリリース](#) [Joule](#) [Payload](#)

<https://sorabatake.jp/42162/>

2025/8/25

精度は 16%向上！NASA と IBM が宇宙天気を予測する新しい AI モデル「Surya」を発表【宇宙ビジネスニュース】

2025 年 8 月 20 日、NASA は IBM などと協力し、[太陽観測データを活用した新しい AI モデル「Surya Heliophysics Foundational Model」](#)を発表。その概要と意義を簡潔に紹介します。

2025 年 8 月 20 日、NASA は IBM などと協力し、太陽観測データを活用した新しい AI モデル「Surya Heliophysics Foundational Model（以下、Surya）」を発表しました。このモデルは [NASA の太陽観測衛星 Solar Dynamics Observatory（SDO）](#) が 9 年間にわたり取得した膨大なデータを学習しており、衛星や電力網、通信システムを脅かす宇宙天気を予測することを支援します。特に、太陽フレア予測においては 2 時間先まで視覚的に予測する能力を持ち、既存の手法を 16%上回る精度を示しています。大規模な太陽フレアは現代社会に深刻な影響を及ぼす可能性があります。具体的には GPS や通信衛星に誤差や途絶を引き起こすほか、送電網に過電流を生じさせ大規模停電を誘発するリスクもあります。航空機の高高度飛行では通信障害や放射線被曝の危険性が増し、月や火星を目指す宇宙飛行士にとっては命に関わる脅威となり得ます。また、近年急増している低軌道衛星群も、太陽活動の高まりによって大気抵抗が増し、軌道低下や早期再突入のリスクを抱えています。例えば、2022 年 2 月には、SpaceX は Falcon9 で Starlink 衛星 49 機を打ち上げたものの、磁気嵐（大規模な太陽フレアによって引き起こされる地球の磁場が乱れる現象）の影響を受けて最大 40 機が 8 日の時点で大気圏に再突入するか、すでに再突入していると発表ありました。

[衛星宙畑編集部](#) [SpaceX、地磁気嵐の影響で最大 40 機の Starlink 衛星を損失か【宇宙ビジネスニュース】](#)

[衛星佐々木亮](#) [「宇宙天気」を徹底解説！ 数兆円の経済損失を起こしうるそのワケとは](#)

[衛星ソリューション宇宙編集](#)部 [富士通が「宇宙データオンデマンド」「宇宙天気」の2本柱で新たな市場を開拓へ](#) [衛星データ入門・基礎](#) [気象予報士、齊田季実治さんに訊く、異常気象の原因と今後、衛星データ活用可能性](#)

Surya はこうしたリスクに対抗する宇宙天気予報の大きな一歩とされており、今後は人工衛星運用者への早期警告や社会インフラ保護に活用が期待されます。

NASA の科学データ責任者ケビン・マーフィー氏は「私たちは NASA の深い科学的知見を最先端の AI モデルに組み込むことで、データ駆動型科学を前進させています。NASA の太陽物理データで訓練された基盤モデルを開発することで、太陽の複雑な挙動をこれまでにない速度と精度で解析できるようになりました。このモデルは、太陽活動が地球上の重要システムや技術にどのような影響を及ぼすかをより広く理解する力を与えてくれます。」とコメントしています。NASA は HuggingFace でモデルを、GitHub でコードを公開し、研究者や教育者が自由に利用できるようにしました。これにより新たな研究や応用が広がることが期待されます。

宇宙天気予報の取り組みは日本でも活発化

ちなみに、宇宙天気の予報については、日本でもその動きが活発化しています。

2025 年 6 月には、情報通信研究機構 (NICT) が、社会的影響を踏まえた新警報基準に基づく「[宇宙天気イベント通報 \(SAFIR/セイファー\)](#)」を開始。併せて、「宇宙天気情報利用ガイドライン」及び「宇宙天気情報利用の手引き」が公開されています。セイファーの開始に関するリリースには「通信・放送、宇宙システム運用、航空機運航等、それぞれの事業分野において、社会的に大きな影響を与える規模の宇宙天気現象を迅速に把握し、その現象に対してどのように対処したら良いかの指針を示したもの」との記述もあり、全世界での宇宙天気予報の精度向上とその対策の重要性が高まっていることが分かります。

【参考】[NASA, IBM's 'Hot' New AI Model Unlocks Secrets of Sun - NASA Science](#)

[新宇宙天気イベント通報及び宇宙天気情報利用ガイドライン](#)

Writer 株式会社 sorano me

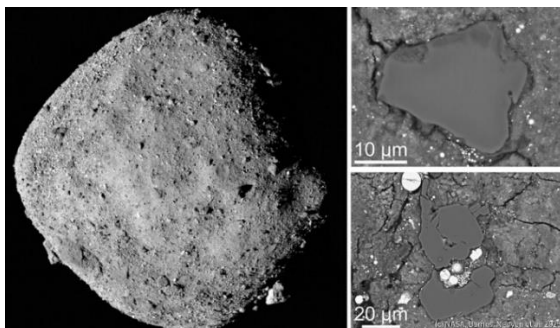
わたしたちの日常を、宇宙ビジネスで豊かにする。をビジョンに掲げ、様々な専門性を持つ多様な人財コミュニティをベースに、様々な宇宙ビジネスの加速支援を行っている。仲間も随時募集中。<https://soranome.com/>

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20250827-3419951/>

初期太陽系の物質大移動 - ベンヌとリュウグウの分析から北大などが確認

掲載日 2025/08/27 17:55

北海道大学(北大)は 8 月 25 日、米国航空宇宙局(NASA)の小惑星探査機「OSIRIS-REx(オサイリスレックス)」が、小惑星「ベンヌ」から採取したサンプルの詳細な分析を行った結果、多様な起源を持つ原材料物質が集まって形成されたことを発見したと発表した。



(左)OSIRIS-RExによって撮影されたベンヌの全景。(右)ベンヌに含まれる、高温環境で生成された鉱物の電子顕微鏡像。鉱物は、北大にて研究されたもの。(c) NASA, Barnes, Nguyen et al. 2025(出所:北大 Web サイト) 同成果は、北大大学院 理学院の川崎教行准教授、同・馬上謙一助教、同・塚本尚義教授、北大 総合イノベーション創発機構の坂本直哉准教授ら国内外の 90 名近い研究者が参加する国際共同研究チームによるもの。北大の研究チームは、特に走査電子顕微鏡によるサンプルの微細構造観察と、同位体顕微鏡(二次イオン質量分析計)による原材料物質の起源の推定を担当した。詳細は、[英科学誌「Nature」系の天文学術誌「Nature Astronomy」に掲載された。](#)

OSIRIS-REx は、2023 年に小惑星ベンヌから 121.6g のサンプルを地球に持ち帰ることに成功した。ベンヌは、

「はやぶさ 2」がサンプルリターンを行った小惑星「リュウグウ」と同じく、炭素質の小惑星である。ただし、炭素質小惑星の中でも、リュウグウは太陽系の小惑星の 75～80%を占めるとされる一般的な C 型に分類されるのに対し、ベンヌは C 型の中でもサブグループの B 型に分類される。サブグループは可視光スペクトルの違いによって分類されており、C 型の中には B、C、Cb、Cg、Cgh、Ch などがある。

ベンヌから持ち帰られたサンプルの初期分析が、NASA や米・アリゾナ大学をはじめとする世界中の研究機関によって行われ、ベンヌがリュウグウや「イヴナ型炭素質隕石」に類似した物質であることは明らかにされていた。しかし、その起源やその原材料物質、そしてリュウグウとの関係には不明な点が多く、より詳細な分析が求められていたとする。そこで、国内外の多数の研究者が参加するベンヌの研究チームの 1 つである元素・同位体分析グループは今回、ベンヌのサンプルの化学・鉱物・同位体分析を実施したという。

分析の結果、ベンヌは、太陽の形成以前に寿命を終えた恒星を起源とする鉱物や、太陽近傍の 1000℃以上の高温環境で生成された鉱物、さらに太陽系の遠方領域などの低温環境で生成された氷や有機物など、多様な原材料物質から形成されたことが判明した。これは、ベンヌの原材料物質の生成環境が広範囲にわたっていたことを示しており、初期太陽系において物質の大規模な移動と混合があったことが示唆されるとした。

これまでの研究で、リュウグウも同様に、太陽以外の恒星起源の鉱物や、高温環境起源の鉱物、低温環境起源の氷や有機物など、高温・低温の量極端な環境で生成された原材料物質から形成されていることが確認されていた。このように、ベンヌとリュウグウ、および同型のイヴナ型炭素質隕石とは非常に類似した物質であることが解明されたのである。このことから、ベンヌはリュウグウと同様に、太陽系の遠方領域で形成された可能性が示唆されるとする。

今回の研究により、ベンヌとリュウグウの共通性が見え始めてきた。今後、北大の研究チームでは、ベンヌを構成する物質の年代測定を実施し、原材料物質の形成年代とベンヌの母天体が形成された年代の解明を試みる計画とする。こうした詳細な分析によって、両小惑星の起源と進化過程の共通性が解明され、惑星形成理論のさらなる進展が期待されるとしている。

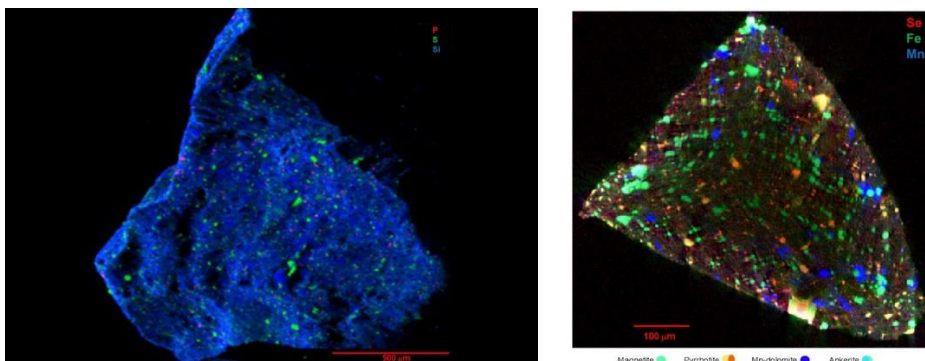
<https://uchubiz.com/article/new65282/>

小惑星「リュウグウ」で地球より古い鉱物を発見-太陽系の重要な歴史を保存

2025.08.27 16:30 塚本直樹、田中好伸（編集部）

日本の探査機「[はやぶさ 2](#)」が探査した小惑星「[リュウグウ](#)」に地球が誕生するよりはるか以前に形成された鉱物が含まれていたと報告されている。

はやぶさ 2 は 2014 年 12 月に「H-IIA」ロケットで打ち上げられ、2019 年 2 月にリュウグウに着陸。その後、2020 年 12 月に試料（サンプル）を搭載したカプセルが地球に帰還し、各国の研究機関で分析が進められている。米エネルギー省（DOE）傘下のブルックヘブン国立研究所などの研究者らは、放射光施設「National Synchrotron Light Source II」（NSLS-II）で X 線を独自に組み合わせた技術を活用して、リュウグウのサンプルの化学組成を分析した（分析に活用した技術は、サンプルを物理的に破壊することなく、外部と内部の両方の化学組成を測定できるという）。小惑星の表面と内部から採取した 2 つの微粒子から、マンガンを含むドロマイトやアンケライトといった炭酸塩鉱物、磁硫鉄鉱や磁鉄鉱のような鉄を豊富に含む鉱物、硫化銅、歯や骨に含まれる鉱物としてよく知られているヒドロキシアパタイト、そして地球上では見つかっていない希少なリン化合物を特定した。



リュウグウのサンプルの化学組成を示す画像。赤のリン（P）、緑の硫黄（S）、青のケイ素（Si）の位置が分か

る（出典：ブルックヘブン国立研究所）

リュウグウのサンプル内部の化学状態を示す画像。仮想的な断面で赤のセレン（Se）、緑の鉄（Fe）、青のマンガ（Mn）の位置が分かる（出典：ブルックヘブン国立研究所）

リュウグウは太陽系の低温の外縁部で形成された、より大きな原始惑星から生まれた可能性が高いと考えられる、炭素を豊富に含む地球近傍小惑星。47 億年以上前に放射性崩壊で穏やかに加熱され、熱が水や二酸化炭素などの氷を溶かし、岩石に浸透する流体を放出した。この流体が化学反応を引き起こし、多様な鉱物の集合体を残した。 科学者は、「地球は絶えず変化しており、時間の経過とともに、太陽系がどのように形成されたかの手がかりが、ほとんどを消え去ってしまった」「リュウグウのような小惑星は、太陽系の歴史のこの重要な一片を保存している」と述べている。 論文は科学誌「Geosciences」に 2024 年 4 月に掲載された。

関連情報 [ブルックヘブン国立研究所 プレスリリース](#) [NSLS-II](#) [Geosciences 掲載論文](#) [Space.com](#)

<https://www.newsweekjapan.jp/minami/2025/08/post-3.php>

火星での生活を実感...日本科学未来館「深宇宙」特別展で体験した「宙」に広がる

新たな仕事とは？

2025 年 08 月 29 日（金）18 時 55 分



Vadim Sadovskii/Shutterstock

会場最寄りのテレコムセンター駅で宣伝される特別展「深宇宙展」 ※特に注記のない写真は筆者撮影
＜東京・お台場の日本科学未来館で開催中の特別展「深宇宙展～人類はどこへ向かうのか」は臨場感あふれる演出で、連日家族連れなどでにぎわっている。「To the Moon and Beyond」の副題が示すように、月から火星、そして遥かなる深宇宙へと連なる人類の冒険の旅路を、日本の貢献や最新技術とともに紹介する＞
JAXA（宇宙航空研究開発機構）や国立天文台、東京大学をはじめとする日本の主要な宇宙研究機関が参画し、宇宙研究開発の最前線を分かりやすく、しかし深く掘り下げて伝える。簡にして要を得た解説と体験型展示を通じ、宇宙に挑み続ける人類の英知と未来の展望を体感できる絶好の機会だ。

圧巻の世界初公開

深宇宙は概して地球から 200 万キロメートル以遠を指すことが多い。

深宇宙展の目玉は、アポロ計画以来約半世紀ぶりの有人月面探査を目指す、米主導の「アルテミス計画」の関連展示。特に、世界初公開となる有人月面探査車「有人月面ローバー」の実物大模型は必見だ。宇宙飛行士が車内で 1 カ月、宇宙服を脱いだ状態で生活しながら探査可能という画期的な仕様となっている。

そのほか、月面に直接設置して土壌の密度などを測定する月面誘電率計測装置（LDA）をはじめとする最新鋭の技術も目を引く。LDA は月の氷などの資源探査への応用が期待され、2027 年半ば以降の「アルテミス計画Ⅲ」で、米国を除き世界で唯一採用された日本が誇る技術である。

[次のページ日本の宇宙開発技術が一堂に](#)



迫力ある世界初公開の有人月面探査車「有人月圧ローバー」実物大模型

日本のロケット開発の原点、嚆矢となったペンシルロケットの実物

小惑星「リュウグウ」の粒子を確認できる顕微鏡

日本の宇宙開発技術が一堂に

深宇宙展では、日本の宇宙開発の歴史が、立ちどころに掴める仕組みになっている。宇宙というやや縁遠い印象を持たれがちだが、日本の宇宙開発史の最初期に名を刻む超小型の「ペンシルロケット」の実物や、最新型ロケットの模型を通じ、宇宙がぐっと身近に感じられるようになり、興味や好奇心が掻き立てられる。

日本の功績として名高い小惑星探査機「はやぶさ」シリーズの展示も目を引く。小惑星「イトカワ」「リュウグウ」から持ち帰った貴重な粒子を顕微鏡で直接観察することもできる。



MMX（火星衛星探査計画）探査機の模型、1/2 サイズ

超小型汎用X線観測衛星の NinjaSat 前澤友作さんが帰還時に搭乗したソユーズ宇宙船帰還モジュールの実機
火星衛星探査計画「MMX」（Martian Moons eXploration）の紹介では、小惑星探査機「はやぶさ 2」に続くサンプルリターンミッションとして、火星の衛星フォボスからの試料採取という新たな挑戦が描かれる。MMXにはNHKの8K4Kカメラが搭載予定で、高精細映像による記録が期待される。

このほか、若手研究者が中心となって開発し、プロジェクト発足からわずか3年で打ち上げを実現した超小型X線観測衛星「NinjaSat」の展示は、教育・研究機関の技術力の高さを窺わせる。

[次のページ貴重な展示がずらり](#)

展示全体としては、オールドスペースからニュースペースへと移行する宇宙産業のダイナミズムが底流にある。すなわち、従来の国家主導型の時代から、米新興のスペースXなど民間企業が主導する新たな時代の潮流に光を当てている。

貴重な展示がずらり

他にも歴史的価値のある展示が目白押しだ。

例えば、日本の民間人として初めて 2021 年に国際宇宙ステーション（ISS）に滞在した実業家、前澤友作さんが実際に帰還時に搭乗したソユーズ宇宙船帰還モジュールの実機は、外壁の焦げ跡や剥落のさまが、役目を終えた今も生々しさを帯び、超高温の大気圏再突入の痕跡を物語る。前澤さんが着用した宇宙服「ソコルスーツ」（実物）や使用されたパラシュートも併せて展示され、有人飛行の現実を伝える。



前澤さん帰還時のソユーズ宇宙船のパラシュートの実物

宇宙船ソユーズの搭乗員の宇宙服「ソコルスーツ」の実物

触って、聴いて

映像展示も秀逸で、大画面映像による火星ツアーや深宇宙ツアーが来場者を未知の世界へ誘う。100 年後の火星生活やブラックホール、銀河衝突など、映し出される宇宙史は荘大なスペクタクルだ。

そうした映像体験や実機、実物大のレプリカといった展示を見て楽しむ、学ぶことができるのはもとより、深宇宙展の醍醐味は、宇宙を「体感」できることにある。普段は JAXA 種子島宇宙センターで展示されている本物のロケット部品など、実物に触れられるコーナーでは、ロケットの重厚さや機構の精密さを肌で感じられる。また、月や火星の表土「レゴリス」の実験用模擬物質が入ったケースを手に取り、その軽重を確かめ、こすれ合う音に耳を澄ませば、遠い宇宙の聲が聴こえてきそうだ。

次のページ未来の宇宙の仕事



実際に手に取ったり触ったりして重さや手触りを実感できるトラスロッド（実物）

月や火星の模擬レゴリスの解説コーナー

未来の宇宙の仕事

深宇宙展はもちろん大人にとっても多くの学びがあるが、特に子どもにはさまざまな刺激を提供し、好奇心や想像力を惹起すること請け合いだ。

特別展を通じて宇宙への興味が高じ、その道に進みたいといった場合、子どもたちにはどのような職業の選択肢があるだろうか。宇宙に携わる仕事と言えば、宇宙飛行士が今も昔も、洋の東西を問わず夢のあるテッパンの人気職となっている。高い技術力と豊富な専門知識、そして何よりチームワークや勇気が求められ、狭き門として成り手はかなり限られていた。ただ、現代は先述の前澤さんのように、民間人の宇宙旅行が実現し始め、企業間競争により低価格化の傾向にある。これも民間主導の宇宙開発時代の「ニュースペース」の恩恵の 1 つ

と言える。さらに、宇宙旅行プランナーや宇宙建築家といった、将来の宇宙ビジネスの裾野の広がりを感じさせる新職種が芽吹いている。中には、探査機や衛星の破片などの宇宙ゴミ（スペースデブリ）を回収する「スペースデブリハンター」のような未来的な名称の仕事も、今後の宇宙分野の安全性向上と持続可能な成長には欠かせないとして注目を浴びている。宇宙へ行くのが（宇宙的に）そう遠くない将来に一般化すれば、宇宙エレベーターの運行者やスペースシャトルの添乗員といった職業も新たに生まれるポテンシャルを秘める。新しい気付きがあり、自分と宇宙とのつながりを感じられる深宇宙展。会期の9月28日まで、盛況が続きそうだ。



夢が広がる宇宙のお仕事

<https://sorae.info/space/20250826-juice.html>

ESA 木星氷衛星探査機「Juice」8月31日に金星スイングバイ実施へ 7月には一

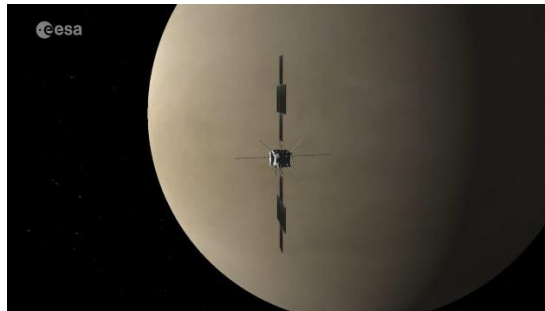
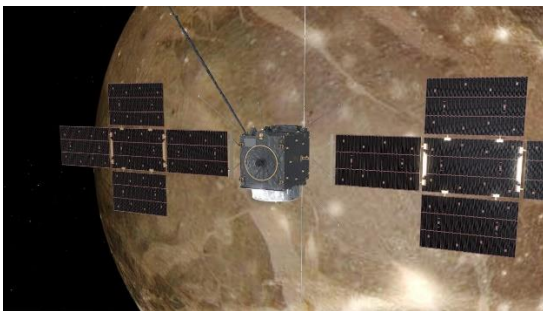
時通信途絶も復旧済み

2025-08-26 2025-08-26 [ソラノサキ](#)

2023年4月に打ち上げられた ESA＝ヨーロッパ宇宙機関の木星系探査ミッション「Juice（Jupiter Icy Moons Explorer）」の探査機は、2031年7月の木星系到着に向けて、2025年8月31日に金星でスイングバイ（太陽を公転する惑星などの重力を利用して軌道を変更する方法）を行います。

JAXA＝宇宙航空研究開発機構も参加する Juice のミッションが 2025 年 7 月に一時的な危機に陥っていたことを、ESA は金星スイングバイの予告とともに報告しています。

Juice とは



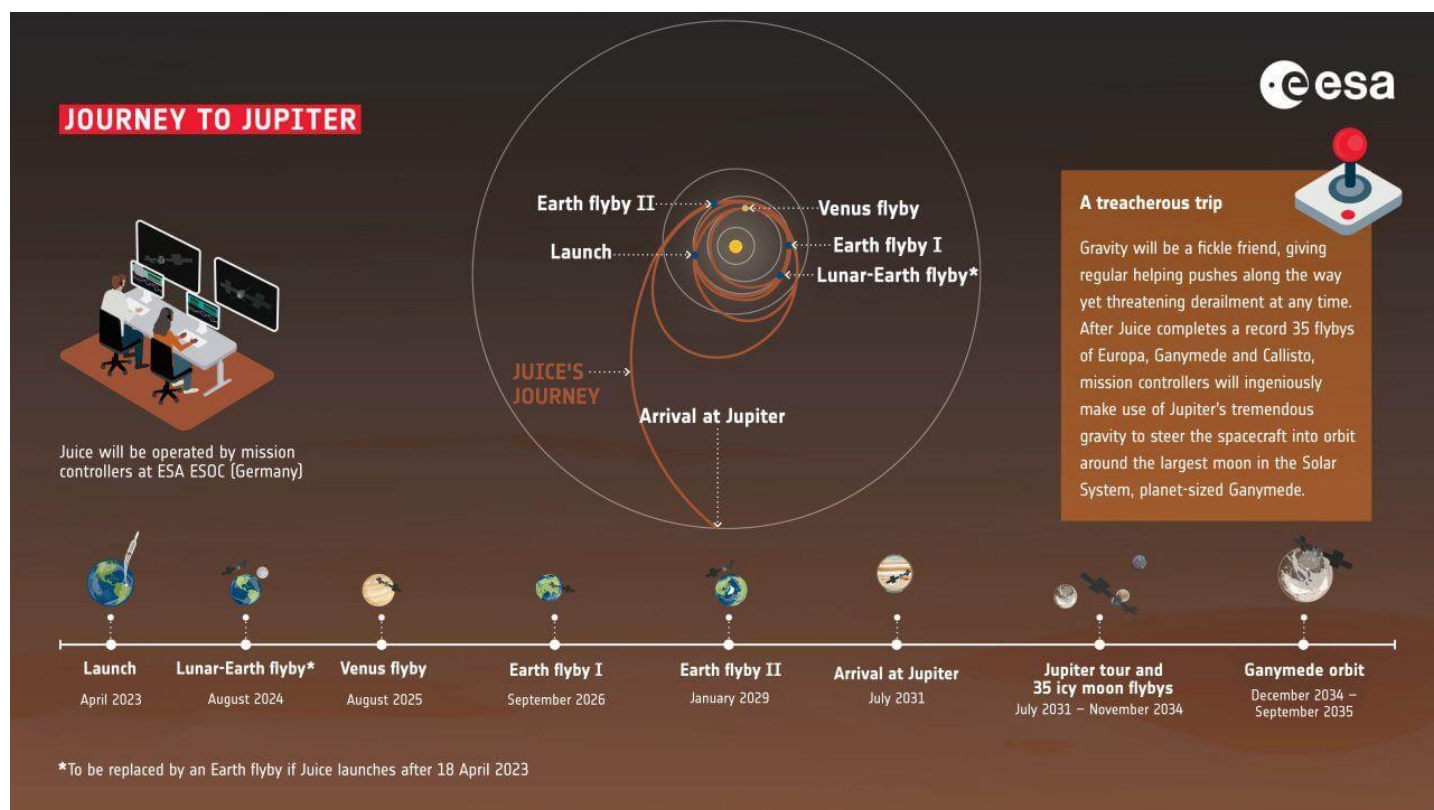
【▲ 木星の衛星 Ganymede（ガニメデ）をフライバイする ESA の木星氷衛星探査機「Juice」の CG イメージ（Credit: ESA (acknowledgement: ATG Medialab)）】

【▲ 金星スイングバイを行う ESA の木星氷衛星探査機「Juice」の CG イメージ。ESA 公開の動画から引用（Credit: ESA/Lightcurve Films/R. Andres）】

Juice はヨーロッパ初の木星系探査ミッションで、日本語では「木星氷衛星探査計画」と呼ばれています。ミッション名が示すように、主な探査目標は木星の衛星 Europa（エウロパ）・Ganymede（ガニメデ）・Callisto（カリスト）です。木星系に到着した Juice 探査機は木星を周回しつつ3つの氷衛星をフライバイ観測し、2034年12月以降は Ganymede の周回軌道に入って観測を行う計画です。ミッションには JAXA、NASA＝アメリカ航空宇宙局、ISA＝イスラエル宇宙局も参加していて、探査機に搭載する観測機器を提供しました。

打ち上げに使用された「Ariane 5（アリアン 5）」ロケットには約 6000kg の Juice 探査機を直接木星に向けて送り出す能力はなかったため、探査機は地球（月を含む）と金星で合計 4 回のスイングバイを行って徐々に軌

道を変更していきます。2024 年 8 月には 1 回目となる地球と月でのスイングバイが行われました。間もなく行われるのはミッション全体で 2 回目、Juice 探査機が金星で唯一行うスイングバイです。金星に最接近するのは日本時間 2025 年 8 月 31 日 14 時 28 分頃。探査機は木星周辺の低温かつ暗い環境で活動するように設計されているため、高利得アンテナを熱シールドの代わりに使用しながら飛行しており、観測機器やカメラは作動されません。なお、全体で 3 回目と 4 回目のスイングバイはどちらも地球スイングバイで、2026 年 9 月と 2029 年 1 月に予定されています。

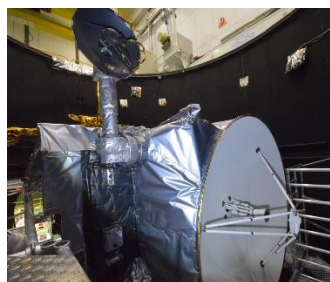


【▲ ESA の木星氷衛星探査機「Juice」の打ち上げ後のタイムラインと飛行経路図（英語）。2025 年 8 月 31 日に予定されている金星スイングバイ（Venus flyby）は全 4 回のうち 2 回目のスイングバイ運用となる（Credit: ESA）】

探査機との通信が一時途絶える

ESA によると、日本時間 2025 年 7 月 16 日 11 時 50 分にセブレロス局（スペイン）の深宇宙アンテナが Juice 探査機と通信を行う予定でしたが、予定時刻になっても通信は確立できませんでした。

初期チェックの段階では地上局に問題は確認されず、対応を引き継いだ ESOC＝ヨーロッパ宇宙運用センターがニュー・ノーチャ局（オーストラリア）を経由してもアクセスできなかったことから、問題は Juice 探査機にあることが確認されました。通信ができずテレメトリも途絶えてしまったため、エンジニアは Juice 探査機がサバイバルモードに移行した可能性を検討しました。システムで複数の故障が生じた際に移行するサバイバルモードでは、探査機はゆっくりと回転し続け、1 時間に 1 回だけ地球にアンテナが向けられます。しかし、今回のケースではサバイバルモード時に想定される断続的な信号も検出されません。



【▲ 地上試験中の木星氷衛星探査機「Juice」。右下にあるのが高利得アンテナ、左上に立てられているのが中利得アンテナ（Credit: ESA）】

そこでエンジニアは、探査機の通信サブシステムに注目。中利得アンテナの方向がずれてしまったか、信号の

送信機もしくは増幅器が故障してしまった可能性が疑われました。アンテナが地球を向いていなければ通信はできませんし、送信機が故障していれば探査機は信号を送れません。増幅器が故障してしまえば送信される信号は弱くなってしまい、地球では検出できなくなってしまう。復旧方法の選択肢は2つありました。1つ目は、次に Juice 探査機のシステムが自動的にリセットされる14日後を待つ方法。2つ目は、探査機が存在すべき方向に目隠し状態でコマンドを送信し続け、予備として機能する低利得アンテナが受信するのを期待する方法です。金星スイングバイが6週間半ほど後に迫っていたこの時、運用チームは2つ目の方法を選択しました。とはいえ、Juice 探査機は約2億km（地球から太陽までの平均距離の約1.3倍）離れたところを飛行していたので、通信には片道だけでも11分かかり、コマンドが受信されたかどうかを確かめるにはさらに11分が必要です。光の速度にもどかしさを感じてしまいそうな状況の下、通信システムを手動で起動する復旧作業は夜通し行われ、約20時間にわたって継続。ついにコマンドを受信した Juice 探査機が信号増幅器を起動して通信が再開されるとともに、探査機の状態は良好であることが確認されました。

原因はソフトウェアのバグ

ESAによると、今回のトラブルの根本的な原因はソフトウェアのバグでした。

Juice 探査機の信号増幅器は、タイマーに従ってソフトウェアがオンとオフを切り替えています。タイマーは常にカウントアップし続けていますが、16か月ごとに自動的なリセット操作が行われてゼロから再スタートしています。ところが、再スタートの瞬間にタイマーが使用されていた場合、信号増幅器がオフのままになってしまうバグが潜んでいました。同様のトラブルが再発しないようにするため、最善の解決策を複数の選択肢から検討しているということです。文／ソラノサキ 編集／soraie 編集部

関連記事 [ESA 木星氷衛星探査機「Juice」月-地球スイングバイ時のタイムラプス公開](#)

[ESA 木星氷衛星探査機「Juice」月と地球でスイングバイ実施 画像公開](#)

[ESA の木星系探査機「JUICE」打ち上げ成功 8年に渡る旅路がスタート](#)

参考文献・出典 [ESA - Juice team resolves anomaly on approach to Venus](#)

<https://uchubiz.com/article/new65198/>

宇宙での「鼻づまり」、85%の飛行士が経験-耳の痛みなどの影響も

2025.08.26 14:16 [塚本直樹、田中好伸（編集部）](#)

米国の科学者たちは、[宇宙飛行士](#)を悩ませてきた「副鼻腔」（ふくびくう）の問題について注意を喚起している。米テキサス州のヒューストン・メソジスト病院の研究者らは、宇宙飛行士が宇宙滞在中に「鼻づまり」や「顔面の圧迫感・痛み」を経験するかどうかを調査した。研究対象となった宇宙飛行士71人中、85%に相当する60人が、そのような症状を経験したことを認めた。

副鼻腔とは鼻の周囲の頭蓋骨にある空洞で、過剰な粘液で満たされて適切に排出できなくなったり、炎症が起きたりすると、不快な症状を経験する。研究者らは宇宙飛行士の鼻づまりの問題を、微小重力によって副鼻腔内の体液が移動することと関連付けている。論文の筆頭著者である高島庄吉（たかしま・まさよし）氏は、これらの症状が問題解決能力や全体的な健康に影響を与える可能性を警告している。「息苦しくてよく眠れないと、認知機能、反応時間、ミッションの遂行能力が低下する可能性がある」 重力がないことで血液やその他の体液が下に引っ張られるために、よくあることという。船外活動（[EVA](#)）で悪化することもあると説明。鼻づまりに加えて、圧力の変化で耳や副鼻腔の損傷、耳の痛み、聞こえの悪さなどの問題が生じるとしている。宇宙飛行士は、症状を治すために市販薬を服用することが多いという。近い将来、[宇宙旅行](#)がより一般的になるにつれ、今回のような研究はより重要な意味合いを持つだろうとの見方を示している。今回の研究は、8月5日付の学術誌「Laryngoscope Investigative Otolaryngology」に[掲載されている](#)。



Crew-11 を国際宇宙ステーション（ISS）に迎え入れた第73次長期滞在クル

一。11 人いるが、このうち 9 人が鼻づまりを経験していることになる（出典：NASA）

関連情報 [ヒューストン・メソジスト病院 プレスリリース](#)

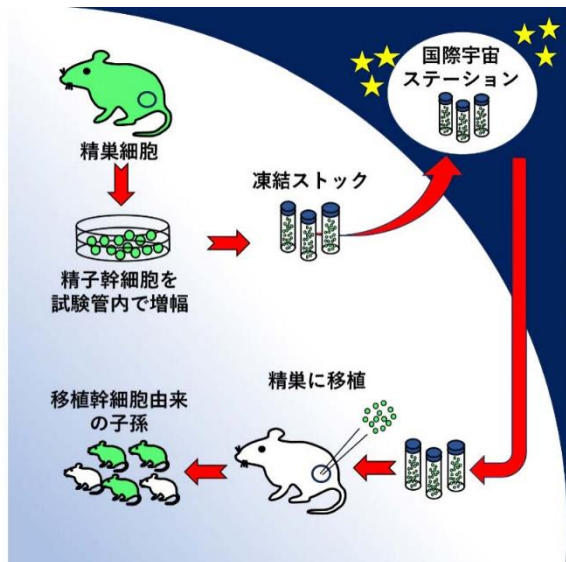
[Laryngoscope Investigative Otolaryngology](#) [Space.com](#)

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20250828-3421848/>

京大、ISS で凍結保存したマウス精子幹細胞由来の健康な子の誕生に成功

掲載日 2025/08/28 19:18

京都大学(京大)は 8 月 27 日、国際宇宙ステーション(ISS)で半年間にわたり凍結保存したマウスの精子幹細胞から、健康な子孫の作出に初めて成功したと発表した。



今回の研究の概要(出所:京大プレスリリース PDF)

同成果は、京大 医学研究科の篠原美都助教、同・篠原隆司教授らの研究チームによるもの。詳細は、[幹細胞を扱う学術誌「Stem Cell Reports」に掲載された。](#)

放射線、微小重力、過重力、概日リズムの乱れといった宇宙環境ストレスは、精子形成の異常など、生物の幹細胞や生殖細胞に悪影響を及ぼすことが、動物実験によりわかっている。しかし、その背景にあるメカニズムは未解明な点が多い。近年の研究から、卵細胞への顕微授精(ICSI)は、生まれた産仔のゲノムインプリンティングに影響を及ぼし、孫世代でも行動異常や奇形を引き起こす可能性が指摘されている。そのほかにも宇宙環境による悪影響が報告されているため、人工生殖技術は宇宙での生殖細胞保存において応用に限界があり、宇宙における生殖保護に懸念が残る状況となっている。

一方で 2017 年の研究では、凍結乾燥保存されたマウスの精子が ISS に輸送され、288 日間にわたり宇宙放射線に曝露された。この凍結乾燥精子から子孫を得ることに成功し、その受精率や出生率に有意な変化がないことが報告されている。精子形成は、自己複製を繰り返しながら多数の精子を生み出す「精原幹細胞」から始まる。そこで今回の研究では、自己複製を促進する重要因子を添加し、精原幹細胞を長期間増殖させた培養細胞「GS 細胞」が使用された。GS 細胞は、刺激により自己複製を促進して数を増やせるだけでなく、2 年以上維持することができ、凍結保存も容易だ。これは、精子とは異なり、GS 細胞は遺伝的多様性を生み出せる新たなリソースであることを意味する。さらに、凍結された GS 細胞は DNA 修復機構が働かないため、細胞に生じる潜在的な損傷を検出するのに感度の高い実験系となる。そこで今回は、宇宙環境での長期凍結保存を調べるため、ISS 上で 6 か月間凍結保存された GS 細胞を用いた研究を行ったという。

まず、地球に帰還した GS 細胞を解凍し、DNA 損傷および遺伝子発現のプロファイルが解析された。GS 細胞は、宇宙環境による相当な損傷が事前に予想されたものの、対照群である地上保管の GS 細胞と大差なく生存し、増殖することが確認された。また、一般的に生殖細胞は放射線照射に弱い、凍結 GS 細胞は比較的抵抗性があることも明らかにされた。遺伝子発現解析や DNA メチル化の異常についても検討されたが、特に大きな変化はなかった。続いて、無精子症マウスの精巣への GS 細胞移植により、その生殖幹細胞としての機能が評価された。8 匹のマウスに移植した結果、そのうちの 3 匹から産仔が誕生し、この成功率は地上保管の GS

細胞と同等だった。次に、生まれた仔の DNA を解析した結果、特に異常な DNA メチル化は確認されず、正常なゲノムインプリンティングパターンが示された。肝臓の遺伝子発現も検討されたが、これも自然交配で得られたマウスと大差はない結果だったという。これらの結果から、ISS で凍結保存された GS 細胞による妊孕性の回復に初めて成功したと判断された。これまで、凍結乾燥精子を用いた保存法は報告されているが、今回の成果により、宇宙環境での新たな生殖細胞の保存が可能となったとする。ただし、宇宙で保存した凍結 GS 由来の子孫の寿命やそのほかの影響については、さらなる評価が必要とのこと。実際に過去の研究では、宇宙飛行後の精子を用いた ICSI により得られたマウスに短命が観察されており、研究チームは、凍結 GS 由来の子孫に対しても長期的なモニタリングが必要だと考えているとした。次の目標としてはまず、ISS で GS 細胞をどの程度保存できるのかを確認することが挙げられるとする。凍結状態では DNA 修復が行われないため、宇宙放射線によるダメージが時間と共に蓄積していく可能性がある。実際、宇宙で保存した GS 細胞では、「Trp53」などの細胞ダメージを示す遺伝子の発現量が上昇傾向にあった。2030 年代のアルテミス計画では、月面に恒久的な有人活動拠点を建設するなど、長期の宇宙滞在が計画されているが、それらを安全に行うためにもこのようなデータは必須となる。2 つ目の目標は、宇宙放射線によるゲノム損傷が、子孫にどのような影響を与えるのかを明らかにすることだ。生まれた子が健康に見えても、DNA 損傷が完全に修復されたのかは不明なため、世代時間が短いマウスを用いて定量的に評価していく必要がある。このように宇宙環境が生殖細胞に与える影響は、長期的な人類の宇宙滞在における重大な課題だ。今後は、GS 細胞を ISS 上で培養し、宇宙放射線の影響や DNA 修復機構をライブで追跡することで、さらに深い知見が得られることが期待されるとしている。

https://sorae.info/space/20250827-starship.html#google_vignette

スペース X が「スターシップ」第 10 回飛行試験を実施 宇宙船はインド洋に着水

成功

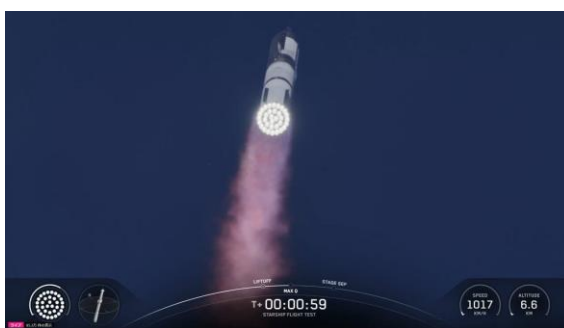
2025-08-27 2025-08-27 [sorae 編集部](#)

アメリカ企業 SpaceX（スペース X）は日本時間 2025 年 8 月 27 日、同社が開発中の新型ロケット「Starship（スターシップ）」による第 10 回飛行試験を実施しました。

ペイロード放出試験等の後にインド洋へ着水成功

1 段目の大型ロケット「Super Heavy（スーパーヘビー）」と、2 段目の Starship 宇宙船はどちらも予定されていた上昇燃焼を終了。Starship 宇宙船は発射から約 9 分後（※発射からの時刻等の情報は SpaceX のライブ配信を参照して確認、以下同様）にエンジンを停止し、2025 年 5 月の第 9 回飛行試験以来となる軌道到達に成功しました。Super Heavy ブースターは帰還時に試験を行うため、今回は発射台には帰還せず、発射から約 6 分後に海上へ着水しました。通常、帰還の最終段階では全 33 基のエンジンのうち中央の 3 基だけが使用されますが、今回は 3 基のうち 1 基を意図的に停止し、その外側にあるエンジンの 1 基をバックアップとして使用する試験が行われました。一方、Starship 宇宙船は発射から約 18 分～25 分後にかけて、SpaceX の衛星インターネットサービス「Starlink（スターリンク）」用の次世代通信衛星と同じサイズ・同じ重量を模倣した「Starlink simulator」8 基の放出試験を実施。発射から約 38 分後には、2024 年 11 月の第 6 回飛行試験以来となる、全 6 基のエンジンのうち 1 基を宇宙空間で再点火する試験も実施されました。その後、Starship 宇宙船は大気圏再突入を開始。発射から約 45 分後には、高度 100km まで降下しました。再突入時の姿勢を制御するため機体の前後に合計 4 枚備わっているフラップのうち、過去の飛行試験の結果からサイズ縮小と位置変更が行われた前方の 2 枚の状態は良好に見えたものの、今回は後方の 2 枚のフラップが損傷。発射から約 47 分後にはエンジン周辺で機体の損傷が発生した様子も捉えられました。機体の一部やフラップが損傷しつつも、Starship 宇宙船は降下を継続。発射から約 1 時間 6 分後にはエンジンを点火して姿勢の変更と減速を行い、インド洋へ着水して飛行を終えました。Starship 宇宙船の着水成功は第 6 回飛行試験以来で、2025 年 1 月の第 7 回飛行試験から導入された新世代の改良版による着水成功は今回が初めてです。Starship 第 10 回飛行試験については、SpaceX から新しい情報が発表され次第お伝えします。【最終更新：2025 年 8 月 27 日 10 時 25 分】

関連画像・映像



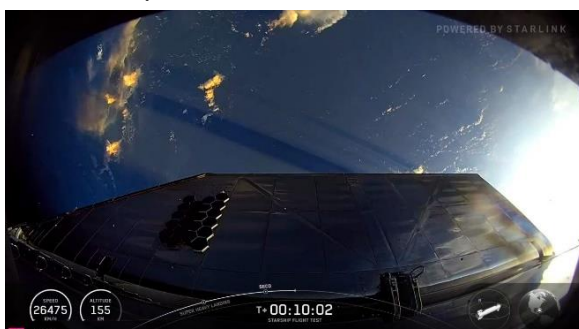
【▲ アメリカ・テキサス州の「Starbase(スターベース)」から第10回飛行試験のために打ち上げられた SpaceX の新型ロケット「Starship (スターシップ)」。SpaceX のライブ配信から (Credit: SpaceX)】

【▲ 上昇する SpaceX の新型ロケット「Starship(スターシップ)」。SpaceX のライブ配信から (Credit: SpaceX)】



【▲ Starship (スターシップ) 宇宙船と Super Heavy (スーパーヘビー) ブースターの分離の様子。SpaceX のライブ配信から (Credit: SpaceX)】

【▲ 着水に向けて減速する Super Heavy (スーパーヘビー) ブースターの様子。SpaceX のライブ配信から (Credit: SpaceX)】



【▲ 宇宙空間を慣性飛行する Starship (スターシップ) 宇宙船のカメラが捉えた景色。SpaceX のライブ配信から (Credit: SpaceX)】

【▲ Starship (スターシップ) 宇宙船のペイロード放出試験の様子。次世代 Starlink 衛星を模した格子状のペイロードが、右奥の細長い開口部から 1 基ずつ船外に放出されていった。SpaceX のライブ配信から (Credit: SpaceX)】



【▲ 大気圏に再突入した Starship (スターシップ) 宇宙船の左前方フラップの様子。SpaceX のライブ配信から (Credit: SpaceX)】

【▲ 大気圏に再突入した Starship (スターシップ) 宇宙船のエンジン周辺で機体の損傷が発生した瞬間の様子。画面右下付近から破片が飛散した。SpaceX のライブ配信から (Credit: SpaceX)】



【▲ 損傷しつつも作動し続ける Starship（スターシップ）宇宙船の左後方フラップ。SpaceX のライブ配信から（Credit: SpaceX）】

【▲ インド洋に着水する Starship（スターシップ）宇宙船。この後、機体は横転して爆発する様子が捉えられた。SpaceX のライブ配信から（Credit: SpaceX）】

Starship とは

Starship は 1 段目の大型ロケット「Super Heavy（スーパーヘビー）」と 2 段目の大型宇宙船「Starship」からなる全長 123m の再使用型ロケットで、打ち上げシステムとしても Starship の名称で呼ばれています。推進剤に液体メタンと液体酸素を使用する「Raptor（ラプター）」エンジンを Starship 宇宙船は 6 基（大気圏内用 3 基・真空用 3 基）、Super Heavy ブースターは 33 基搭載しています。

SpaceX によると、両段を再使用する構成では 100～150 トンのペイロード（搭載物）を打ち上げ可能。2 段目の Starship 宇宙船は単体でも準軌道飛行（サブオービタル飛行）が可能で、地球上の 2 地点間を 1 時間以内に結べるとされています。

SpaceX はアメリカ・テキサス州の同社施設「Starbase（スターベース）」を拠点に Starship を開発していて、Super Heavy ブースターも含めた Starship 打ち上げシステム全体の飛行試験は 2023 年 4 月から実施されています。 文・編集／sorae 編集部 関連記事

[スペース X が「スターシップ」第 9 回飛行試験を実施](#) 宇宙船は軌道到達も姿勢制御喪失

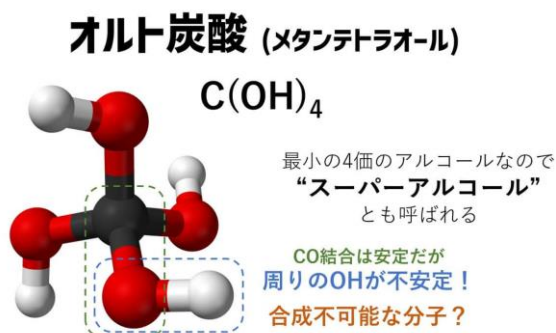
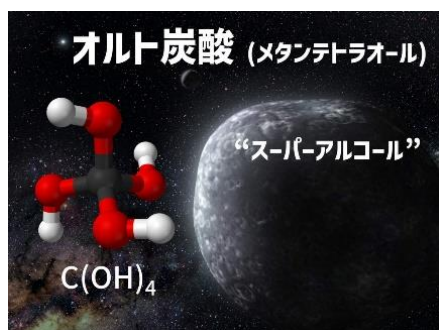
[スペース X が「スターシップ」第 8 回飛行試験を実施](#) ブースター帰還も宇宙船で再びトラブル発生

参考文献・出典 [SpaceX - Starship's Tenth Flight Test](#) [SpaceX \(X\)](#)

<https://sorae.info/science/20250828-super-alcobol.html>

合成困難な“スーパーアルコール”「オルト炭酸」を初合成 宇宙の氷に含まれる？

2025-08-28 2025-08-28 [彩恵りり](#)



【▲ 図 1: “スーパーアルコール”こと「オルト炭酸」は、構造こそかなり単純ですが、不安定であり合成が困難、もしくは不可能だと考えられてきた分子です。（Credit: Benjah-bmm27（分子模型） / 彩恵りり（全体の構成））】

非常に単純な構造を持ちながら、合成が極めて難しい化学分子はいくつもあります。合成困難な分子のうち単純なものは、かなり特殊な環境であれば自然界に存在する可能性がある一方、そのような化学分子はどのような条件でも合成不可能だという指摘もあります。ハワイ大学マノア校の Joshua H. Marks 氏などの研究チームは、単純な構造を持ちながら合成不可能だと思われていた、“スーパーアルコール”の愛称を持つ「オルト炭酸（メタンテトラオール / $C(OH)_4$ ）」を初めて合成したと報告しました。ほぼ宇宙を再現したような環境で合成

されたため、オルト炭酸は宇宙の氷の中に存在する可能性があります。

分子は「単純だったら合成できる」とは限らない

化学者の長年の研究により、私たちは様々な化学分子を合成しています。しかし、非常に単純な構造を持ちつつも、極めて特殊な条件でのみ安定して存在するものや、未だに合成されることがない分子も多数存在します。例えば「炭酸」は、身近な飲料として存在するように、水溶液中ならば安定して存在する分子です。しかし水溶液から取り出そうとすると、周辺に水分子が1個でも存在すれば、水と二酸化炭素に分解してしまう不安定な存在となります。このため純粋な炭酸を取り出すには、宇宙空間に匹敵する極めて特殊な環境を整えなければなりません。とはいえ、炭酸は特定条件下では安定して存在する分子という点で、いくぶんかマシです。分子の中には、合成そのものが極めて困難と予想されているものもあります。そういった分子は、基本的な部分が共通している派生した形の分子（誘導体）は簡単に合成できるのに、余計な部分を削ぎ落した単純な形の分子の方が合成できない、というようなものもあります。

“スーパーアルコール”「オルト炭酸」は合成不可能？

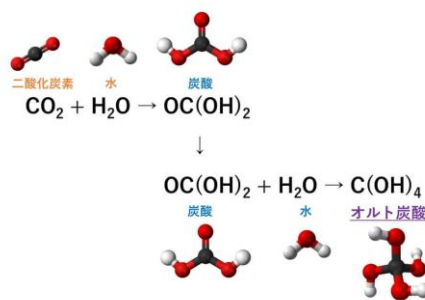
今回の解説記事の主役である「オルト炭酸（メタンテトラオール）」も、合成が極めて困難であると見なされてきた分子です。オルト炭酸は4つの水酸基を持つ炭素化合物であり、定義上最小の4価アルコールであることから、“スーパーアルコール”という愛称を持ちます。

オルト炭酸テトラエチルなど、オルト炭酸を骨格に持つ分子は市販されているほど簡単に合成できます。ではなぜオルト炭酸は合成されていないのでしょうか？

炭素を中心として4つの酸素原子が結合しているオルト炭酸の正四面体構造（CO₄）は安定しています。これが、オルト炭酸を骨格に持つ分子が実在する理由となっています。しかし、オルト炭酸の末端部である水酸基（OH）は不安定であり、他の分子と反応して安定化しようとします。これがオルト炭酸の不安定化に繋がります。また、想定されるオルト炭酸の合成ルートは、途中で不安定な状態を挟むという困難もありました（※1）。
※1...炭酸に含まれる炭素と酸素の二重結合（カルボニル基）は、2本の炭素と酸素の単結合よりも結合エネルギーが高いという性質があり、脱水してカルボニル基になりやすいという性質があります。

このためオルト炭酸は、地球より大きな惑星の内部にあるような高温高压環境であれば存在するものの、実験室で実現可能な通常的环境では合成不可能なのではないかとする予想もありました。“合成不可能”という表現はやや大げさにも聞こえますが、そう言われるだけの理由があったことになります。

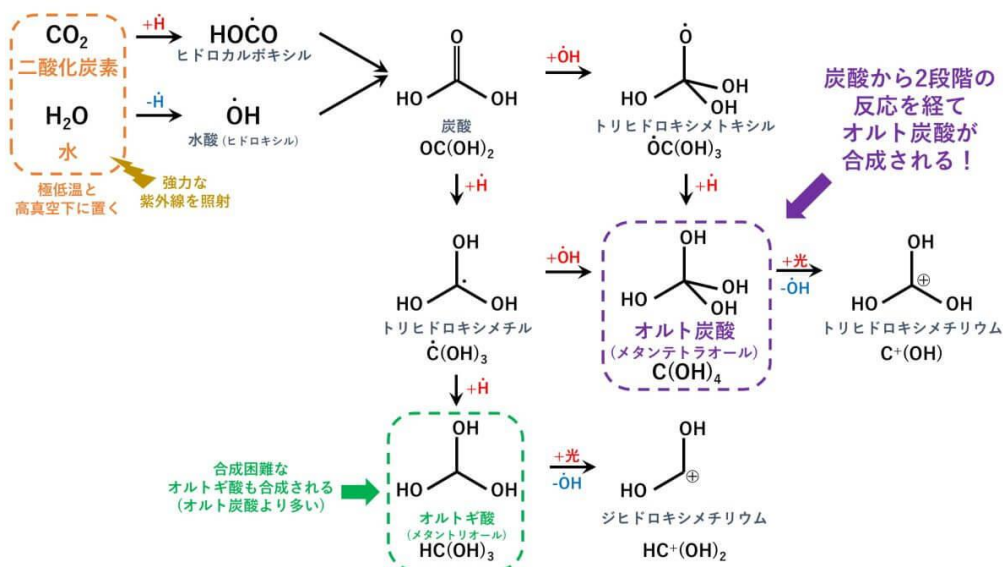
合成不可能と思われたオルト炭酸を初めて合成！



【▲ 図 2: 今回の合成実験で使われた上海・ハワイ・合肥先端研究センターのビームライン。(Credit: National Synchrotron Radiation Laboratory)】

【▲ 図 3: 水と二酸化炭素からオルト炭酸が合成される反応は、簡略化するとこうなりますが、実際には図 4 で示す通り極めて複雑な反応を経由しています。(Credit: Jynto & Benjah-bmm27 (分子模型) / 彩恵りり (全体の構成))】

ハワイ大学マノア校の Joshua H. Marks 氏などの研究チームは、そのような課題が山積しているオルト炭酸の合成を試みました。今回の合成実験では、高純度の水と二酸化炭素からなる氷を、-263℃（10K）以下の極低温と 10 兆分の 1 気圧以下の高真空中に置き、ほとんど X 線と言えるほどの強力な紫外線を照射しました（※2）。この実験のセットアップには、上海・ハワイ・合肥先端研究センターのビームラインが使用されました。この実験環境は、ほぼ宇宙空間を再現していると言えます。実際この研究は、単純にオルト炭酸の合成を試みるだけでなく、宇宙空間でオルト炭酸が生じる可能性も検証しています。※2...厳密には、光を直接生成して照射したのではなく、高エネルギーの電子線から間接的に生じる光（シンクロトロン放射）を使っています。



【▲ 図 4: 今回の合成実験結果を踏まえた、オルト炭酸の推定反応経路。この反応ではオルトギ酸も合成されています。(Credit: 彩恵りり)】

Marks 氏らは今回の実験を通じて、オルト炭酸が合成されたことを報告しました。これはスペクトルによる直接的な検出に加え、合成に必要なエネルギーを下回る光の照射では生成されないこと、昇華温度が予想の範囲内にあることが根拠とされました。興味深いことに、今回の実験ではオルト炭酸に加えて、オルト炭酸より水酸基が1つ少ない「オルトギ酸 (オルト蟻酸 / メタントリオール / $\text{HC}(\text{OH})_3$)」も確認されました。オルトギ酸は、オルト炭酸と同じく非常に不安定で合成困難な分子であり、今回の研究と同じく Marks 氏らの研究チームが、2024年に世界で初めて合成した分子です。ただし今回の場合、前回の合成報告とは異なる原料で合成しており (※3)、前回より実際の宇宙空間に近い環境でオルトギ酸を合成できたという点も重要な発見です。

※3...2024年の合成報告では、シンクロトロン放射を使った点は同じであるものの、使用された原料物質はメタノールと酸素でした。なお、今回の実験では、オルト炭酸よりもオルトギ酸の方が数十倍も多く生成されました。この生成量の差は、今回の実験で予想される化学反応の経路と矛盾しない結果です。

オルト炭酸は宇宙に豊富に存在するかも？



【▲ 図 5: 今回の実験結果を踏まえると、彗星などの宇宙の氷にはオルト炭酸

が含まれている可能性があります。(Credit: NASA, ESA & G. Bacon)】

先述した通り、このオルト炭酸の合成実験は、宇宙空間を模した環境で行われています。実験で使用された水や二酸化炭素は、分子雲や彗星など、宇宙に普遍的に存在する物質です。そして地上では不安定な炭酸も、宇宙には存在する証拠もみついています。このことから、水と二酸化炭素が原料となって、炭酸を経由してオルト炭酸が合成される反応経路は、宇宙空間でも自然に発生している可能性があります。

実験結果からすると、オルト炭酸が生じるにはある程度強いエネルギーが必要となります。このようなエネルギーは、低密度な分子雲や惑星系誕生の現場では生じにくいと考えられます。一方で惑星系が形成された後ならば、彗星などの表面にある氷に宇宙線が衝突することにより、今回と同じような環境が生成されと考えられます。今回の実験からは、宇宙の氷にはオルト炭酸やオルトギ酸のような不安定な分子が、これまでの予想よりさらに豊富に含まれているかもしれない、ということが示唆されます。オルト炭酸の骨格そのものは安定であるため、宇宙ではオルト炭酸から派生した複雑な分子が生じている可能性があります。

今回の研究結果は、今まで見逃されてきた宇宙空間での化学反応に光を当てるかもしれません。特に、オルト

炭酸などは複雑な有機化合物の骨格となるため、有機化合物の塊である生命との関わりも否定しきれないことになります。

ひとことコメント

このアルコールで酔うことはできないけど、“酔いしれる”にふさわしい合成報告と言えるよ！（筆者）

文／彩恵りり 編集／soraе 編集部

関連記事 [地球由来の高エネルギー電子が月面で水を生成？ 太陽風以外の主要な供給源である可能性](#)（2023年9月30日）

[星間分子から初めて「炭酸」を発見 カルボン酸を含む分子の発見は半世紀で3番目](#)（2023年9月6日）

[アミノ酸の生成は「ガンマ線」がカギ？ 太陽系初期の化学反応を実験室で再現](#)（2022年12月17日）

[ダイヤモンドより硬い「ロンズデイル石」は天然の“化学蒸着”でできる可能性が判明](#)（2022年10月14日）

参考文献・出典

[Joshua H. Marks, et al. “Methanetetrol and the final frontier in ortho acids”. \(Nature Communications\)](#)

[“‘Super alcohol’ created by UH scientists in space-like lab reveals cosmic secrets”. \(University of Hawai‘i at Mānoa\)](#)

[Clara Turnage. “Chemists Explore ‘Super Alcohol’ That May Point to Cosmic Life”. \(University of Mississippi\)](#)

[Gabriele Saleh & Artem R. Oganov. “Novel Stable Compounds in the C-H-O Ternary System at High Pressure”. \(Scientific Reports\)](#)

[Joshua H. Marks, et al. “Methanetriol—Formation of an Impossible Molecule”. \(Journal of the American Chemical Society\)](#)

<https://forbesjapan.com/articles/detail/81271> 2025.08.25 14:15

NASA、新型核燃料「アメリシウム 241」発表 有人宇宙活動に革命か



Forbes JAPAN 編集部



太陽系探査の競争が激化する中、NASA は宇宙開発における新たなフロンティアに踏み出そうとしている。これは宇宙そのものだけでなく、そこに到達するための“動力源”に関してもだ。同機関が発表したのは、長年使われてきた「プルトニウム 238」に代わる新たな核燃料「アメリシウム 241」。より安価で寿命が長く、過酷な宇宙空間に耐え得る新型燃料として、今後のロボット探査や有人ミッションに革命をもたらす可能性が期待されている。今年、オハイオ州のクリーブランドにある NASA のグレン研究センターは、英国レスター大学と連携し、アメリシウム 241 の熱出力を模擬したシステムを使ってスターリング発電機の実証試験を実施した。この試験では実際の放射性物質は扱わず、科学者の被曝を避けた上で、現実 に即した性能評価が可能となっている。従来の熱機関とは異なり、このスターリング変換器にはクランクシャフトや回転軸でなく、浮遊型ピストンを使用している。そのため、機械的な摩耗は最小限に留まり、数十年単位の連続運転が可能だ。さらに、ひとつのユニットが故障しても他が稼働し続ける設計となっており、地球から遠く離れた深宇宙ミッションには不可欠な仕様だ。NASA グレン研究センターの機械技術者サルヴァトーレ・オリティは、構想から実機までの開発スピードに関して、「国際的な専門家との強力な協力関係が進捗を加速させた」と述べている。

初期の試験結果は極めて良好で、現在はより軽量かつ高効率な次世代プロトタイプの開発が進行中だ。振動・極端な温度差・真空など、宇宙環境に必要な各種ストレス耐性の試験も視野に入れている。

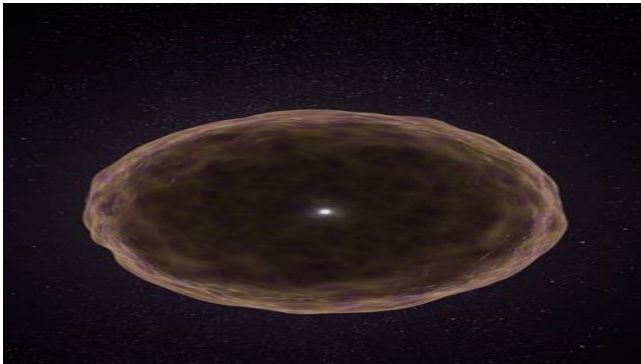
アメリシウム 241 が注目される最大の理由は、432 年という極めて長い半減期にある。これにより、長期間にわたる深宇宙ミッションでも安定した電力供給が可能。加えて、プルトニウム 238 よりも調達が容易でコストも低いという実用面での強みがある。太陽光が届かない月面の永久影や、木星・土星の氷衛星などでは、この

ような原子力電源が不可欠となる。過去、ESA（欧州宇宙機関）が進めてきたアメリシウムの宇宙応用研究にNASAが新たな推進力を与えたことで、構想は現実味を帯びてきた。将来的には、メンテナンスなしで数十年稼働し続ける発電機として、探査機・月面基地・観測装置の中核を担う可能性がある。（本稿は英国のテクノロジー特化メディア「Wonderfulengineering.com」8月1日の記事からの翻訳転載である）

<https://www.cnn.co.jp/fringe/35237184.html>

新たな種類の超新星を観測、「これまで見たことのない現象」と天文学者

2025.08.27 Wed posted at 11:43 JST



巨大な恒星からケイ素、硫黄、アルゴンが放出される様子を描いたイメージ図/Adam Makarenko/W. M. Keck Observatory

巨大恒星からケイ素、硫黄、アルゴンが放出された直後に超新星爆発が起こる様子/Adam Makarenko/W. M. Keck Observatory

（CNN）天文学者らが新たな種類の超新星とみられる現象を観測した。爆発寸前の恒星の奥深くで何が起こっているのかについて、これまでにない知見を得られた形となっている。

驚きの発見を詳細に記した論文は、20日付の科学誌ネイチャーに掲載された。巨大な恒星は、天上のタマネギに例えられる。一番外側の層は水素やヘリウムといった軽量の元素で構成される一方、内側にはより重い元素の層が存在する。太陽の10～100倍の質量を持つこれらの恒星は、核融合によって活動している。核融合の過程で、軽い部類の元素は結合してより重い元素が作られる。恒星の最初の化学組成は約75%の水素と25%のヘリウム、この他少量の炭素、窒素、ケイ素などの元素で構成される。米ノースウェスタン大学の助教で論文共著者のアダム・ミラー氏はそう述べた。核融合は恒星の中心で起こる。そこでは温度と密度が最も高くなり、水素がヘリウムに作り変えられ、タマネギ構造の外側の層を形成する。恒星の一生が過ぎる間このプロセスは継続し、比較的軽い元素が結合してより重い元素を形成。やがて内側の層にはケイ素や硫黄、酸素、ネオン、マグネシウム、炭素が、ヘリウムと水素の下に加わる。恒星が一生を終えるまさにその時、全てのガス状の層が作られた後で、恒星の鉄の核が形成されると、ミラー氏は説明する。

核融合で放たれるエネルギーが生み出す圧力は、恒星が重力によって自ら崩壊するのを防ぐとミラー氏。ただ恒星が中心の鉄を融合してより重い元素を生成しようとする時には、十分なエネルギーが得られず圧力を供給し続けられない。結果として、恒星の核は重力によって崩壊し、恒星の爆発を引き起こす。

ところが今回、天文学者らは全く予想外の展開を見せた超新星を観測した。初めて見る種類のこの超新星は「SN2021yfr」と名付けられた。爆発するずっと前のある時点で、この恒星は既に外側の水素、ヘリウム、炭素の層を失っていた。そして爆発直前、通常は内側に隠れた層を形成するケイ素、硫黄、アルゴンといった比較的重い元素を放出した。このような元素が死にゆく恒星の中で観測されることは少ない。

恒星の爆発は、放出されたケイ素、硫黄、アルゴンの層を「輝かせた」。こんなことはそれまで見たことがなかったと、ミラー氏は振り返った。ノースウェスタン大学の天体物理学学際探査研究センターの研究員、ステーブ・シュルゼ氏は声明で、「恒星が事実上、その骨に当たる部分まではぎ取られるのを目の当たりにしたのはこれが初めてだった」と述べた。「今回の観測は、恒星がどのように構成されているのかを示す他、爆発前に多くの物質が失われる場合もあることを証明するものだ。最も外側の層を失う可能性があるだけでなく、完全に下層まではぎ取られてもまだ見事な爆発を起こすことができる。極めて遠い距離にいる我々が観測できるほどの爆発を」発見により、巨大な恒星の内部構造に関する直接的な証拠がもたらされた。それは長く仮説として

は存在していたものの、実際に観測するのは困難だった。また天文学者が恒星の進化を理解する従来の方法に対しても、異を唱える結果となっている。

恒星の猛烈なライフサイクル

今回の超新星爆発の前にどのような種類の恒星が存在していたのか、論文著者らは正確には把握していないが、シュルゼ氏とミラー氏によれば、その質量は太陽のおよそ60倍だったとみられる。しかし外側の水素の層が爆発前に既にはぎ取られていたため、恒星の質量は超新星になった時点で誕生時よりも小さかった公算が大きいとミラー氏は付け加えた。巨大な恒星は外側の物質の層を爆発前に放出することが知られているものの、今回の恒星が失った部分はこれまで観測された事例を大幅に上回っていた。例えば水素の層をはぎ取られる恒星は過去にも複数観測されたが、それらはまだヘリウム、炭素、酸素の層に覆われていた。「恒星は極めて強力な不安定状態に見舞われる」「こうした不安定状態は非常に猛烈で、恒星の収縮を引き起こす可能性がある。やがて恒星は突然大量のエネルギーを解放し、最も外側の層を放出する。こうした現象が何度も起こり得る」(シュルゼ氏) 巨大恒星の爆発においては、ケイ素や硫黄のような元素が他のあらゆる元素と「混合した」状態で観測される場合もある。これらは排出された物質の一部を形成する。しかしそうした元素が超新星より前に観測されたことはこれまでなかったと、ミラー氏は述べた。研究チームの推計によれば、当該の恒星がケイ素と硫黄の殻を残すにはその生涯の間で太陽の3倍の質量を放出する必要があったと考えられる。これは一部の恒星について、生涯の後半で極端な質量の喪失を経験するケースがあることを示唆する。今回の特異な超新星で、チームは分厚いケイ素と硫黄の殻が恒星の死の直前に放出されるのを観測した。恒星が爆発すると、中心から放たれた物質がガス状のこれらの殻と衝突。衝突による熱がケイ素と硫黄の層を輝かせた。

宇宙の偶然

研究チームが当該の超新星を発見したのは2021年9月。米カリフォルニア州南部のパロマー天文台にあるツビッキー掃天観測システムで検出した。超新星の証拠データを確認するうち、シュルゼ氏が急速に明るさを増す、地球から22億光年の天体に気付いた(1光年は光が1年間に進む距離を表す。従ってこの明るさの増大は実際には22億年前に起こったことになる)。自分たちが検出したものをより詳しく把握するため、チームは対象となる現象のスペクトルを確認したいと考えた。スペクトルは光を分光器で分解して波長の順に並べたもので、それぞれの光の色により異なる元素が表される。ツビッキーではスペクトルを捉えることができなかったものの、当該の現象はハワイ島にあるW・M・ケック天文台でも観測、スペクトルを捉えていた。ミラー氏によると、通常超新星を探す際は、ツビッキーのような小型の望遠鏡で光度を測定し、その後ケック望遠鏡のようなより大型の望遠鏡を駆使して爆発で排出されたガスの化学組成を検証するという。スペクトルによる分析がなければ、これが奇妙かつ特異な爆発だったことが全く認識できなかったかもしれないと、ミラー氏は振り返る。研究チームは当該のスペクトルをイスラエルのワイツマン科学研究所の粒子物理学教授、アビシャイ・ガルヤム氏と共有した。論文共著者で、超新星の専門家でもある同氏は、スペクトルの不思議な特徴をケイ素、硫黄、アルゴンによるものだと突き止めた。シュルゼ氏が明らかにした。



超新星の後に発生した元素の輝きのイメージ図/Adam Makarenko/W. M. Keck Observatory

恒星の謎は続く

恒星がケイ素と硫黄の殻を放出した原因が何なのか、研究チームは現時点で確証を得ていない。現在は潜在的な伴星との相互作用や、異常に強い恒星風、超新星前に起きた巨大爆発の可能性を検証している。

ただ論文著者らは、恒星自体が分裂したとの見方に傾いている。

原因が何であれ、チームは今回の発見を完全に新しい種類の超新星と断定。呼称はI e n型の超新星とした。ミラー氏が明らかにした。超新星は異なる元素の存在に基づいて分類される。II型超新星は水素を含む。一方、I b型はヘリウムを含むが水素を含まない。I c型は酸素を含むが、ヘリウムも水素も含まない。どの型の超

新星も、恒星のより深い層が露（あら）わになる。

巨大な恒星は元素の重さに従った階層を形成するものと考えがちだが、今回の新たな型ではケイ素、硫黄、アルゴンといった巨大恒星の最深部にしか存在しないような元素を観測したと、ミラー氏は述べた。

ある超新星の型が一つの事例しか存在しないという現状は、別の事例の観測を通じてその特徴に関する知見を深める必要性を浮き彫りにすると、ミラー氏は指摘する。

「自分にとっての大きな疑問は、今回のような爆発が宇宙ではどのくらいの頻度で起きるのかという点だ」「とても信じられないような幸運をたまたま手にしたのか？ それともこのような現象は実際に数多く起きており、これまで正しい手法で探していなかったから見つからなかっただけなのか？」（ミラー氏）

<https://forbesjapan.com/articles/detail/81520>

2025.08.26 10:30

観測史上最大級、太陽の 360 億倍「極大質量ブラックホール」を新たに発見



[Jamie Carter | Contributor](#)



「宇宙の馬蹄」重力レンズ系をハッブル宇宙望遠鏡が捉えた画像。背後のはるか遠方にある青色の銀河からの光が、手前にある赤橙色の銀河の巨大な質量によって生じた時空の歪みで曲げられて馬蹄形のリングを形成。赤橙色の銀河の中心に、新たに検出された極大質量ブラックホールがある（NASA/ESA）

[全ての画像を見る](#)

観測史上最大の質量を持つ可能性のあるブラックホールを、天文学者チームが検出した。このブラックホールは、宇宙の馬蹄（Cosmic Horseshoe）と呼ばれる銀河内で見つかった。この銀河は現在知られている最大級の質量を持ち、周囲の時空を歪めているため、そこを通る光がリング（円環）状に近い像を形成している。

重要な事実

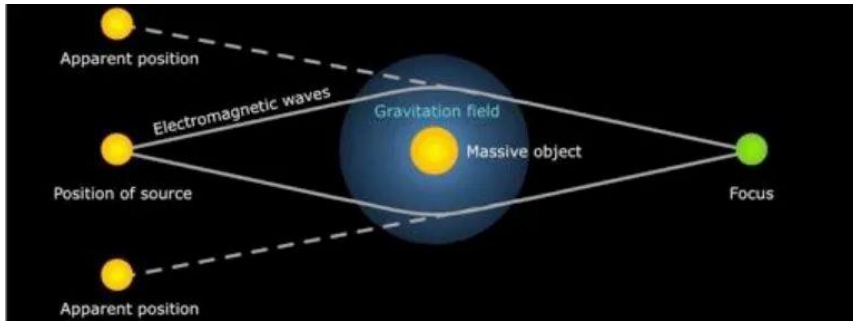
今回新たに発見されたブラックホールは、太陽約 360 億個分の質量を持つ。これは、銀河系中心に位置する超大質量ブラックホール「いて座 A*（Sgr A*）」の約 1 万倍に相当する。宇宙に存在できる理論的な上限に近い規模の超巨大ブラックホールだ。ブラックホールの母銀河である宇宙の馬蹄銀河の巨大な質量によって歪められた時空を、背後にある銀河の光が通ることで曲げられ、大きな馬蹄形のアインシュタインリングを形成している。このブラックホールは約 50 億光年の距離にある。大質量ではあるが、休眠状態にあるようだ。このブラックホールを検出できたのは、周囲の恒星に及ぼされている莫大な重力の作用のおかげだ。

宇宙に存在する銀河には全て中心に超大質量ブラックホールがあり、大型の銀河ほどより大きな超大質量ブラックホールを持っていると、科学者は考えている。

「宇宙の馬蹄」銀河とは

記録史上最大級の質量を持つ銀河の 1 つである宇宙の馬蹄銀河は、米ニューメキシコ州にあるスローン・デジタル・スカイサーベイ（SDSS）計画の望遠鏡の観測データを用いて 2007 年に最初に発見された。後にこの銀河を NASA のハッブル宇宙望遠鏡（HST）で撮影した画像のキャプションでは、銀河系の約 10 倍の質量を持つと説明されている。宇宙の馬蹄は、アインシュタインリングの典型的な一例だ。物理学者アルバート・アインシュタインが予言したように、質量によって時空が歪められることにより、地球から見て手前にある銀河がレンズとして機能し、背後の銀河を拡大している。光源とレンズと地球が一直線に並ばなければならないため、非常に珍しい現象となっている。画像では、青色の馬蹄形をしているのが遠方にある銀河で、その中の赤い銀

河が手前に位置している。天文学者にとってより興味深いのは、青い馬蹄形の銀河だ。なぜならこの場合、137億年前に宇宙を生成したと考えられるビッグバンから約 30 億年後に形成された、より古い銀河だからだ。



重力レンズ効果の説明イラスト。左の遠方

天体から発せられた光が、中央の大質量天体によって歪められた時空を通ることで曲げられ、右の地球(Focus)に到達している。その結果、遠方天体が複数の像に分かれたり、円弧(アーク)状や円環(アインシュタインリング)状に見えたりする(NASA)

[次ページ > 物質降着のない休眠ブラックホールの検出・質量測定が可能に](#)

史上最大のブラックホールはどのようにして見つかったか

宇宙の馬蹄のブラックホールは、重力レンズ効果と、銀河内の恒星がブラックホールの周囲をどれくらいの速度で、どのように移動しているかの解析結果を組み合わせることで検出された。今回の研究結果をまとめた論文は、英国王立天文学会の学会誌 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society に[掲載](#)された。論文の共同執筆者の1人で、英ポーツマス大学教授のトーマス・コレットは「今回の研究では、ブラックホールが及ぼす2通りの影響を検出した。ブラックホールの近くを通る光の進路を変えることと、母銀河の内部領域の恒星群を極めて高速で移動させることだ」と[説明](#)する。問題の恒星群は秒速 400km 近い速度で移動している。



しし座にある2つの銀河で構成される重力レンズ系「宇宙の馬蹄」(中央

右)の周辺領域を、ハッブル宇宙望遠鏡の広視野カメラ3が可視光と赤外線で見つけた画像から作成された合成画像(ESA/Hubble & NASA)

宇宙の馬蹄は、衝突合体した太古の銀河からなる「化石銀河群」であると考えられている。コレットは「当初は伴銀河内にあった超大質量ブラックホールの全てが合体して、今回検出された1つの極大質量ブラックホール(Ultra-Massive Black Hole、UMBH)を形成した可能性が高い」として「今回の研究では、銀河形成の最終段階とブラックホール形成の最終段階を目の当たりにしているわけだ」と話した。

([forbes.com 原文](#)) 翻訳＝河原稔