

オーロラの色：その原因と変化する理由は何ですか？

デージー・ドブリエビッチ 2024.11.21

オーロラは、緑、ピンク、濃い赤、青、紫、さらには黄色に見えます。しかし、なぜでしょうか？



オーロラの色は大気の組成と高度によって異なります。（画像提供：Ingólfur Bjargmundsson、Getty Images 経由）



[スウェーデンのアビスコ国立公園の上空に映った緑色のオーロラ。](#) (画像提供: デージー・ドブリエビッチ)

最も一般的なオーロラの色は緑です。

[カナダを拠点とする写真家マイク・マクレラン氏が 2023 年 2 月 16 日にケベックで撮影した珍しい赤いオーロラ。](#) (画像提供: マイク・マクレラン)

ジャンプ先: [緑のオーロラ](#) [赤いオーロラ](#) [青と紫のオーロラ](#) [黄色とピンクのオーロラ](#) [太陽活動の役割](#)
[オーロラカラーに関するよくある質問に専門家が回答](#) [追加リソース](#) [文献](#)

オーロラは、北極光（オーロラ・ボレアリス）または南極光（オーロラ・オーストラリス）としても知られ、何千年もの間人々を魅了してきた息を呑むような自然現象です。

この驚くべき光景は[地球](#)の両極付近で発生し、太陽の粒子と地球の大気の相互作用によって生じる、まばゆいばかりの光の舞いとして現れます。オーロラは緑からピンク、青、紫まで、さまざまな色があり、天体観測者を魅了し、また不思議に思わせます。しかし、このオーロラの狂乱には理由があります。この総合ガイドでは、オーロラの色背後にある科学を詳しく調べ、この有名な空のショーが何によって生み出されるのかを探ります。オーロラのさまざまな色について説明する前に、まずオーロラがどのように形成されるかを簡単に思い出してみましょう。

あなたも好きかもしれません [オーロラとは何か、そしてどうやって見るか](#) [オーロラの神話、伝説、誤解](#)

[オーロラは、太陽からのエネルギー粒子が時速 4,500 万マイル \(7,200 万キロメートル\) の速度で地球の上層大](#)

[気](#)に衝突することで発生します。その後、[地球の磁場](#)によって粒子は北極と南極の方向に方向を変えられます。電荷を帯びた粒子は地球の大気圏に入り、[ガス原子と分子を励起し](#)てオーロラを発生させます。このプロセスはネオンライトの仕組みに似ています。分子と[原子が電子](#)によって「励起」されると、元のエネルギー（基底状態）に戻る必要があります、そのエネルギーを光子（光）として放出します。[オーロラの色が大気中のガスの混合比によって決まるのと同じように、ネオンライトの色はチューブ内のガスの混合比によって決まります。](#)

地球の大気は、窒素が約 78%、酸素が約 21%、アルゴンが約 0.93%、二酸化炭素が約 0.04% です。空気中には、微量のネオン、ヘリウム、メタン、クリプトン、オゾン、水素、水蒸気も含まれています。

次のセクションでは、大気の組成と太陽粒子がこれらのガスと衝突する高度がオーロラの色を決定する上でどのように重要な役割を果たすかを探ります。

[毎日更新されるオーロラ予報](#)で、オーロラが最もよく見える時期を知ることができます。

緑のオーロラ

[カナダ宇宙庁](#)（CSA）によると、[緑色のオーロラは通常、高度約 60~190 マイル（100~300 キロメートル）の地球の大気圏にある高濃度の酸素分子と荷電粒子が衝突したときに生成される。](#)

また、人間の目は[緑色のスペクトルに最も敏感](#)なので、緑色のオーロラは他の色よりもよく見えます。

赤いオーロラ

赤いオーロラは比較的頻度が低く、通常は激しい太陽活動と関連しています。

CSA によると、これらは[太陽の粒子が通常 180~250 マイル（300~400 キロ）程度の高高度で酸素と反応したときに発生](#)する。この高度では酸素の濃度が低く、より高い周波数または波長で励起されるため、赤色が見えるようになります。赤いオーロラは、画面のより高い端でよく見られます。



[ノルウェーで撮影された青紫色のオーロラ。\(画像提供: marouan touil、Getty Images 経由\)](#)

[タスマニアのベッツィー島上空のオーロラ。\(画像クレジット: Chasing Light - 写真撮影: James Stone james-stone.com、Getty Images 経由\)](#)

最近のオーロラ探しの旅で、この夢のようなピンクと赤のオーロラを撮影しました。この画像は、ノルウェーのニークヴォーグ近くのビーチで撮影されました。(画像提供: デイジー・ドブリジェビッチ)

青と紫のオーロラ

青や紫のオーロラはさらに珍しいもので、太陽活動が活発な時期に現れる傾向があります。

[オーロラ旅行会社「The Aurora Zone」](#)によると、これらの色は、高度 60 マイル以下の地球の大気圏で太陽の粒子が窒素と衝突したときに生成されるという。青と紫のオーロラは、画面の下部でよく見える傾向があります。

黄色とピンクのオーロラ

黄色やピンクのオーロラは珍しく、通常は太陽活動が活発なときに発生します。これらの色は、[赤色のオーロラと緑色または青色のオーロラが混ざった結果生じます。](#)

太陽活動の役割

[太陽フレア](#)や[コロナ質量放出](#)などの太陽活動は、オーロラの強度、色、頻度を決定する上で重要な役割を果たします。太陽活動が活発な時期には、地球の大気圏はより多くの太陽粒子にさらされ、より鮮やかで多様なオーロラの色彩が見られる可能性が高まります。太陽の活動は 11 年の太陽周期で変動しており、活動がピークとなる期間は太陽活動極大期と呼ばれます。現在、太陽活動は、太陽活動周期 [25](#) で観測されている太陽活動極大期に増

加しています。関連: [オーロラの神話、伝説、誤解](#)

オーロラカラーに関するよくある質問に専門家が回答

エリザベス・マクドナルド博士に、オーロラの色に関するよくある質問をいくつか尋ねてみました。

エリザベス・マクドナルド博士 宇宙物理学者

[エリザベス・マクドナルド博士は、NASA ゴダード宇宙飛行センターの宇宙物理学者であり、市民科学サイト *Aurorasaurus* の創設者の一人です。](#)

低緯度に現れるオーロラはなぜ赤いのでしょうか？

理由は 2 つあります。1 つ目は、赤色は高高度で発生するため、極地から遠く離れた場所でも見ることができることです。時には、地平線から覗く赤色の上端だけが見えることもあります。2 つ目は、非常に大きな嵐のときには、低緯度で発生する、主に赤色の別の種類のオーロラが発生することです。

地球の大気には酸素よりも窒素が多く含まれていますが、窒素によって引き起こされる青/紫色のオーロラが最も一般的ではないのはなぜですか？

オーロラは非常に高い高度で発生するため、私たちがよく知っている空気の混合は 100 km の高度とは異なります。その大気は密度がはるかに低く、重力によって層状に成層しています。窒素層は酸素層の上にあります。

最も珍しいオーロラの色は何ですか？

オーロラの色は絶えず変化する化学混合物と混ざり合っているので、それを特定するのは困難であり、観測されるより珍しい色のいくつかはこのようにして得られるのです。

追加リソース

オーロラを見られる可能性を高めるには、[アラスカ大学フェアバンクス校の地球物理学研究所](#)や米国海洋大気庁 ([NOAA](#)) などの組織が提供するオーロラ予報を監視してください。これらの予報は、地磁気活動に基づいてオーロラが見える可能性を推定し、3 日間と 30 分間の予測を提供します。

熱心なオーロラ追跡者や、世界中の目撃情報について詳しく知りたい場合は、[Aurorasaurus](#) という市民科学サイトにアクセスして、オーロラを目撃情報を報告したり、[情報満載のブログ](#)でオーロラについてさらに詳しく学んだりすることができます。

[最新の宇宙天気](#) 予報を知るには、NOAA の [宇宙天気予報センター](#) を訪れて、米国東部と西部の上空に浮かぶ 同局の GOES 気象衛星からの最新の太陽 X 線データをご覧ください。

文献 カナダ宇宙庁。(2022 年 9 月 27 日) オーロラの色彩。カナダ宇宙庁。

<https://www.asc-csa.gc.ca/eng/astronomy/northern-lights/colours-of-northern-lights.asp>

人間の目の光に対する反応。アイオワ州立大学。(nd)

。 <https://www.nde-ed.org/NDETechniques/PenetrantTest/Introduction/lightresponse.xhtml>

オーロラの科学。オーロラゾーン。(nd) <https://www.theaurorazone.com/about-the-aurora/the-science-of-the-northern-lights>

[デージー・ドブリエヴィッチ](#) 参照エディタ

デージー・ドブリジェビッチは、2022 年 2 月に [Space.com](#) に入社しました。以前は姉妹誌の [All About Space](#) 誌でスタッフライターとして働いていました。入社前は、BBC Sky at Night Magazine で編集インターンシップを修了し、英国レスターにある [国立宇宙センター](#) で勤務し、宇宙科学を一般の人々に伝えることに熱中していました。2021 年にデージーは植物生理学の博士号を取得し、環境科学の修士号も取得しており、現在は英国ノッティンガムを拠点としています。デージーは宇宙に関するあらゆることに情熱を注いでおり、太陽活動と宇宙天気を好みます。天体観光に強い関心があり、オーロラを追いかけるのが大好きです。

<https://www.space.com/the-universe/sun/solar-orbiter-spacecraft-captures-sharpest-views-yet-of-suns-surface-images>

ソーラーオービター宇宙船が太陽の表面のこれまでで最も鮮明な画像を撮影（画像）

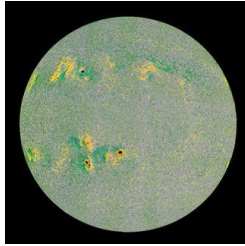
シャルミラ・クトゥヌール 2024.11.21

太陽探査機ソーラー・オービターは、これまでで最も高解像度の太陽表面画像を送信し、よく研究されている私たちの恒星の新たな画像を提供しました。

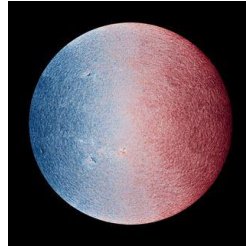
①



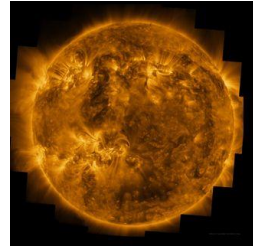
②



③



④



2023 年 3 月 22 日にソーラー オービターが撮影した太陽の目に見える表面。太陽黒点は、滑らかな表面に穴として見えます。(画像提供: ESA および NASA/ソーラー オービター/PHI チーム)

この画像は、太陽の円盤上の磁場の視線方向を示しています。磁場は通常、太陽黒点の内部および周囲に集中しており、外側 (赤) または内側 (青) を向いています。(画像提供: ESA & NASA/Solar Orbiter/PHI チーム)

この速度マップは「タコグラム」とも呼ばれ、太陽の目に見える表面における物質の視線速度と移動方向を示しています。青い領域は宇宙船に向かって移動し、赤い領域は遠ざかっています。マップは太陽が自転していることを明確に示していますが、物質が太陽黒点の周囲にどのように飛び散っているかも示しています。(画像提供: ESA & NASA/Solar Orbiter/PHI チーム)

太陽の上層大気、コロナ。(画像提供: ESA & NASA/Solar Orbiter/PHI チーム)



これらの粒子は対流によって生成される。対流とは、熱いプラズマが太陽の深部から上昇し、冷たいプラズマが沈むプロセスで、沸騰したお湯の中で泡が形成され上昇するのと似ている。これらの細胞は黒点を除いて太陽の表面全体を覆っている。黒点は、滑らかな光球に対して傷のように見える、より暗く冷たい領域である。

あなたも好きかもしれません

太陽探査機ソーラー・オービターは、これまでで最も高解像度の太陽表面画像を送信し、よく研究されている私たちの恒星の新たな姿を提供しました。[欧州宇宙機関](#) (ESA) は水曜日 (11 月 20 日)、探査機が昨年 3 月に太陽から約 4500 万マイル (7400 万キロ) 離れた地点で撮影した 4 枚の新しい画像を公開した。これらの画像は、私

たちが目にする太陽光を放射する層である[光球](#)として知られる太陽の動的でざらざらした表面を詳細に捉えている。宇宙船に搭載された6つの機器のうちの1つである偏光・太陽地震撮像装置（PHI）は、太陽の表面にある粒子を撮影した。粒子は、それぞれがおよそ620マイル（1,000キロメートル）に及ぶ、大きく乱流するプラズマの細胞である。

[ソーラー・オービターが太陽の謎のミニフレアを解読する方法:「私たちが見ているのは氷山の一角に過ぎません」](#)
[シンプルなソーラーオービターカメラハックにより、これまでにない太陽の大気を見ることができます\(ビデオ\)](#)

下の画像②は、PHI が作成した太陽の磁場の新しいマップです。磁場が特に強く、黒点領域に集中していることがわかります。これは、黒点が周囲よりも冷たい理由を説明するのに役立ちます。黒点の強力な磁場はプラズマの通常の対流を制限し、代わりに物質を磁場に從わせます。その結果、熱の一部が表面に到達できなくなり、黒点は太陽表面の他の部分よりも冷たくなります。「太陽の磁場は、私たちの母なる恒星の動的な性質を最小から最大スケールまで理解する鍵となる」と、ESAのソーラー・[オービター](#)・プロジェクト科学者ダニエル・ミュラー氏は声明で述べた。タコグラムと呼ばれる別の新しい地図は、太陽の表面の物質が移動する速度と方向を示しています。下の画像③では、青い領域がソーラー オービターに向かって移動し、赤い領域が遠ざかっており、太陽が自転していることを表しています。黒点領域では磁場が表面を突き抜けているのが見えます。太陽風は太陽の外側の大气であるコロナから吹き出すもので、これもソーラー・オービターに搭載された極端紫外線イメージャー（EUI）装置によって昨年3月に撮影された。下の画像④では、太陽の表面から突き出ている[磁力](#)線が見える。プラズマの糸がこの線に沿って太陽から突き出ており、隣接する黒点を結びつけていることが多い。これらのプラズマのループは定期的に[宇宙空間](#)に放出され、帯電した[太陽風を形成し、地球、火星、その他の惑星で輝くオーロラ現象](#)を引き起こす可能性がある。ESAが運用する宇宙船追跡システムによると、ソーラー・オービターは現在、太陽から約7500万マイル（1億2000万キロ）、[金星の軌道のすぐ外側に位置している。この宇宙船はNASAのパーカー・ソーラー・プローブと共同で、宇宙で太陽風が熱くなり、信じられないほどの速度に加速する仕組みに関する長年の謎に新たな手がかりを最近提供した。](#)ソーラー・オービターは今夏、[水星](#)の軌道内部から、通常は地球に到達するまでに消されてしまう太陽風の流れの中に独特の「足跡」を見つけることで、太陽風の塊を[太陽上の発生源まで追跡](#)するという重要な目的も達成した。ESAによると、最新のモザイク画像はそれぞれ約4時間にわたって撮影された25枚の画像から構成されている。探査機は太陽に近かったため、各画像は太陽の円盤のごく一部しかカバーしていなかったため、太陽全体を撮影するまで探査機を傾けたり回転させたりする必要があった。その後、画像をつなぎ合わせて、円盤全体の8000ピクセルのモザイクが完成した。

「PHIモザイクを取得するために必要だった画像処理は新しく、困難だった」と同局は声明で述べた。「一度完了したので、今後はデータの処理とモザイクの組み立てがより迅速になるだろう」

この探査機は、[太陽の両極](#)のこれまで見たことのない画像を収集するための欧州とNASAの共同ミッションの一環として[2020年に打ち上げられた](#)。これらの画像は、探査機の軌道がより高い傾斜角を達成し、太陽の両極を直接見るようになる2025年初頭まで撮影されない。

[シャルミラ・クトゥヌール](#) Space.com 寄稿者

Sharmila Kuthunur はシアトルを拠点に天文学、天体物理学、宇宙探査を取材する科学ジャーナリストです。X @skuthunur で彼女をフォローしてください。

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20241118-3067146/>

磁気嵐に伴う高度500km付近のヘリウムの急減少、極地研などが観測に成功

掲載日 2024/11/18 11:04 [著者：波留久泉](#)

地球電磁気・地球惑星圏学会、国立極地研究所(極地研)、東北大学、電気通信大学(電通大)、産業技術総合研究所(産総研)の5者は11月15日、北極圏に位置するノルウェー領のスバルバル諸島ロングイヤービンに設置され

た光学機器と大型レーダーの同時観測により、世界共通時 2023 年 2 月 26 日 19 時ごろに発生した磁気嵐によって、地球大気の上層部(高度 500km 付近)に存在するヘリウムが、磁気嵐発生から 1 時間以内に急速に減少する現象を観測することに成功したこと、ならびにその後数日ほど減少が継続したことを確認したことを発表した。同成果は、極地研 先端研究推進系 宙空圏研究グループの西山尚典助教(総合研究大学院大学 複合科学研究科 極域科学専攻 助教兼任)、東北大 惑星プラズマ・大気研究センターの鍵谷将人助教らの共同研究チームによるもの。詳細は、2024 年 11 月 24 日に東京都立川市で行われる「地球電磁気・地球惑星圏学会 第 156 回総会および講演会」にて発表される予定だという。地球の大気圏は対流圏・成層圏・中間圏・熱圏の 4 層構造とする考え方の場合、宇宙空間と接する大気圏の上端はおおよそ 500~800km ぐらいとされる(この上の第 5 層の外気圏まで含めて、高度約 1 万 km までを大気圏とする考え方などもある)。高度 300~500km の領域になると「上部熱圏」と呼ばれ、太陽活動の影響が著しいことで知られる。しかも、この層の高度 400km 付近には国際宇宙ステーション(ISS)が周回するなど、低軌道衛星にとって重要な領域である。また、極域における熱圏上部は、太陽での大規模な「フレア」(表面の爆発現象)の影響で地球の磁場や大気が全球的に乱される「磁気嵐」の影響が大きく、「オーロラ爆発」が頻繁に発生するなどが知られている。

https://news.biglobe.ne.jp/domestic/1119/ym_241119_3805575079.html

「僕は今、死んでも宇宙のエネルギーと一体になれる」…谷川俊太郎さん 92 歳で死去

2024 年 11 月 19 日 (火) 14 時 10 分 [読売新聞](#)



谷川俊太郎さん (2019 年 11 月撮影) [写真を拡大](#)

戦後の日本の詩を牽引してきた[谷川俊太郎](#) (たにかわ・しゅんたろう) さんが 92 歳で死去し、国内外の多くの読者の間で悲しみが広がっている。「二十億光年の孤独」や「朝のリレー」など、70 年以上にわたって親しみやすく柔らかな作品を発表してきた。新潮社などによると、谷川さんは 13 日午後 10 時 5 分、老衰のため東京都内の病院で死去した。葬儀は近親者で済ませた。谷川さんは東京生まれ。1952 年、20 歳の時、詩集「二十億光年の孤独」を出版した。「二十億光年の孤独に／僕は思わずくしゃみをした」などのフレーズに代表される詩は、終戦の傷痕が残る時代に、宇宙的な感覚と生きる喜びを表現した作品として高く評価された。

大岡信、茨木のり子らと詩誌「櫂 (かい)」に参加。戦争の時代を踏まえた硬質な作品が目立つ戦後詩壇の中で、みずみずしい感性を持つ新しい世代の詩人として注目された。

作詞や翻訳など様々な分野でも活躍。アニメ「鉄腕アトム」の主題歌の作詞を手がけ、犬のスヌーピーが登場する米国の人気漫画「ピーナッツ」シリーズの翻訳を続けた。「朝のリレー」の詩は国語教科書やテレビ CM に採用された。93 年「世間知ラズ」で第 1 回萩原朔太郎賞、2010 年「トロムソコラージュ」で第 1 回鮎川信夫賞を受賞。世界 20 か国語以上に詩などが翻訳された功績がたたえられ、19 年に国際交流基金賞が贈られた。

詩人のねじめ正一さん (76) は「詩のグラウンドを広く使えた人で、谷川さんに袋小路はなかった。(戦争体験者を中心とした)『荒地』派が身構えながら硬質な言葉を繰り出したのに対して、柔らかく分かりやすい言葉で難しいことを伝えることができた人だった」としのんだ。「詩を書くしかできないんです」

口にした言葉がそのまま、詩になる人だった。

2019 年 11 月に行われた国際交流基金賞の授賞式。車いすで記者会見の場に現れた谷川さんは、詩を 70 年書き続けた感想を聞かれ、「うんざりしてますけどね……。詩を書くしかできないんです」と周囲を笑わせた。

「僕は権威になるのが嫌。できれば道化役みたいになりたい」と穏やかに語り、「人間の成長を木の年輪にたとえると、中心に生まれた自分がいて、3 歳、5 歳と周りに年輪ができ、最後の年輪が今の自分。自分の中に常に幼児である自分もいる」。みずみずしい詩を生み続ける秘密を明かした。

万有引力とは ひき合う孤独の力である 宇宙はひずんでいる それ故みんなはもとめ合う

「二十億光年の孤独」は1950年、18歳の若さで文芸誌に発表した。一人っ子で大切に育てられた幼年時代、軽井沢の別荘で見た満天の星などを想像させる。戦争の傷痕が残る時代、清新な詩は多くの人に受け入れられた。

でも、谷川さんはどんな自分の言葉も勝手に心から離れ、詩になってしまう哀しみを抱えた人のようにも見えた。〈何ひとつ書く事はない（略）本当の事を云おうか／詩人のふりはしてるが／私は詩人ではない〉。

65年に発表した詩「鳥羽」の一節だ。詩人は言葉を超えた、本当の人の魂との触れ合いや詩情ポエジーを求めてさまよった。家庭生活のうえでは3度の離婚を重ねた。「高村光太郎は智恵子を狂わせ、中原中也は女性トラブルを経験した。詩的な生き方を貫くと、世間とどうしてもぶつかってしまう」と言った。

ひらがなの詩、定型詩、極端に短い詩。様々な技法を試した。本当の詩を探す旅を続け、90歳を超えておむつをつけるようになった自分もまた詩に詠んだ。これを身につけるのは 九十年ぶりだから 違和感があるかと思ったら かえってそこはかとな

懐かしさが蘇ったのは意外だった （「これ」より）

書いた詩は、発表しただけで2500編以上といわれる。「最近、宇宙は目に見えない、ビッグバンのエネルギーに満ちているように見えてきた。僕は今、死んでも宇宙のエネルギーと一体になれると思う」

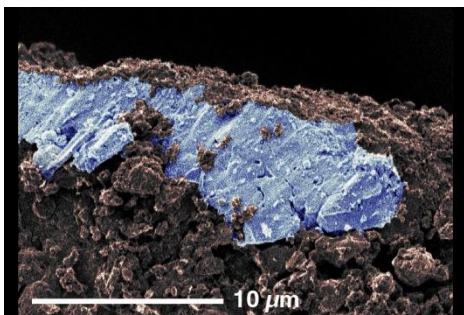
その詩は、日本語の夜空に永遠に瞬き続けるはずだ。 （文化部 待田晋哉）

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20241122-3069965/>

リュウグウの砂粒から見つかった塩の結晶 - 宇宙空間を解き明かす新たな鍵に

掲載日 2024/11/22 18:11 著者：波留久泉

京都大学(京大)、東北大学、高輝度光科学研究センター(JASRI)、分子科学研究所(分子研)の4者は11月21日、探査機「はやぶさ2」が回収した小惑星リュウグウのサンプルを詳細に分析した結果、「ナトリウム炭酸塩」、「岩塩(塩化ナトリウム)」、「ナトリウム硫酸塩」を含む微小な塩の結晶が発見されたと共同で発表した。



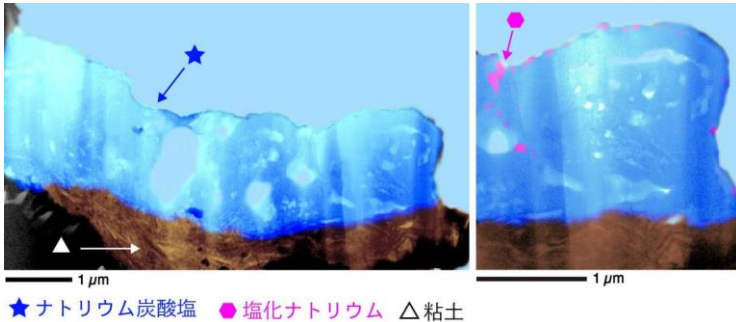
リュウグウの砂表面で見られたナトリウム炭酸塩脈(青色)の擬似カラー電子顕微鏡像(出所:東北大プレスリリース PDF)

リュウグウの砂の光学顕微鏡像。矢印はナトリウム炭酸塩脈が示されている(出所:東北大プレスリリース PDF)
同成果は、京大 白眉センター/理学研究科の松本徹特定助教、京大大学院 理学研究科の野口高教授、同・三宅亮教授、同・伊神洋平助教、東北大大学院 理学研究科の松本恵助教、宇宙航空研究開発機構(JAXA) 地球外物質研究グループの矢田達主任研究開発員、JASRI 放射光利用研究基盤センターの上相真之主幹研究員、同・安武正展研究員、同・上杉健太郎主席研究員、同・竹内晃久主幹研究員、分子研 技術推進部の湯澤勇人技術職員、高エネルギー加速器研究機構 放射光実験施設の大東琢治准教授、分子研 極端紫外光研究施設の荒木暢主任研究員らの共同研究チームによるもの。詳細は、[「Nature Astronomy」に掲載された。](#)

宇宙での姿を保ったサンプルの詳細観察を実施

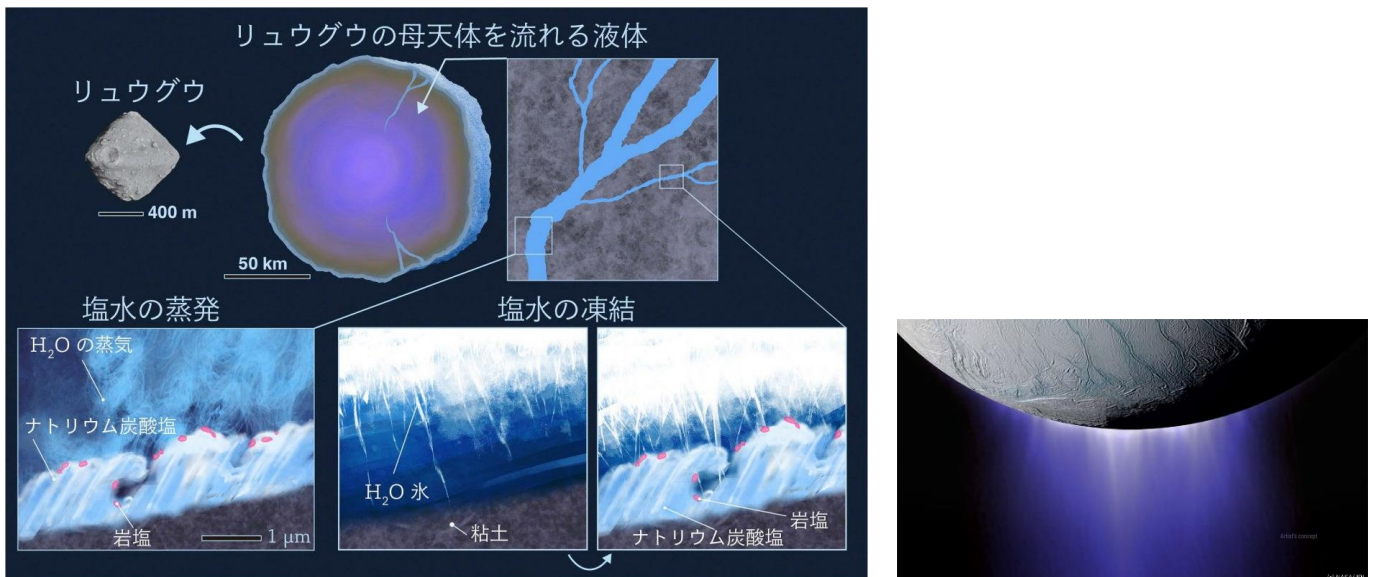
小惑星から直接持ち帰られたサンプルには、地球の大気にさらされてしまった隕石では見られないような、未発見の物質が発見されることが期待されている。その1つが、地球大気下では変質してしまいやすいとされる、水

に溶けやすい、もしくは吸湿しやすい物質だ。そこで今回の研究ではまず、リュウグウのサンプルを大気にまったく触れない状態にした上で観察を実施。すると、表面に小さな白い鉱脈が発達していることが発見されたことから、続いて、それを形成する鉱物が詳細に観察された。その結果、ナトリウム炭酸塩、岩塩の結晶や、ナトリウム硫酸塩がその成分であることが判明したという。



ナトリウム炭酸塩脈の断面の詳細な様子(透過型電子顕微鏡像が擬似着色されている)。粘土(三角印:茶色の部分)の表面にナトリウム炭酸塩(星印:青色の部分)が分布している。100nm 程度の大きさの塩化ナトリウム(六角形印:マゼンタの部分)も含まれる(出所:東北大プレスリリース PDF)

現在のリュウグウは全長 800m ほどだが、太陽系が誕生して間もない約 45 億年前には、数十 km の大きさを持つ母天体の一部だったと推定されている。その内部は放射性元素の崩壊熱によって温められ、100℃以下のお湯で満たされていたとされ、それらの液体はこれまでの研究で、サンプルから溶媒抽出された成分がナトリウムや塩素などに富むことから、塩水だったと推定されていた。そして研究チームは、今回発見された塩結晶も母天体の塩水中で沈殿したものであることが考えられるとしている。



リュウグウの母天体での塩結晶の形成(出所:東北大プレスリリース PDF)

土星の衛星エンケラドスから吹き出す間欠泉。(c) NASA/JPL(出所:東北大プレスリリース PDF)

今回発見された鉱物は、いずれも水に非常に溶けやすい性質を持つ塩の結晶だ。水溶性であることから、液体が極めて少ない上に、塩分濃度が高くなければ結晶が析出できなかったことが予想されるという。そのため研究チームでは、サンプルを構成する多くの鉱物が母天体で沈殿した後、液体の水が失われる現象が存在し、その際に塩の結晶が沈殿したと考察する。

太陽系の水環境を解き明かす手がかりになる可能性も

液体がなくなる現象として考えられる可能性の 1 つは、塩水の蒸発だ。母天体の内部から表層の宇宙空間にまでつながる割れ目が生じると、天体内部の液体は減圧されて蒸発することが考えられる。地球上では大陸内部に取り残された湖が干上がった時に高濃度の塩水が生じ、ナトリウム炭酸塩や岩塩などが析出することが知られている。それらは「蒸発岩」と呼ばれており、リュウグウ母天体でもそれが生まれた可能性があるとする。

もう1つの可能性は、液体の凍結だ。母天体を温めていた放射性元素が乏しくなると天体は冷えてゆき、塩水は徐々に凍結するはずだ。塩水に溶けた陽イオンや陰イオンは氷には取り込まれにくいので、凍結が進むと残された塩水の濃度は高くなり、濃い塩水からは塩結晶が析出する。凍結した氷はやがて現在に至るまでに宇宙空間へと昇華してしまったことが考えられるという。現在のリュウグウに大量の液体は見られず、サンプルも濡れていないため、母天体内の液体の水がどのように失われたのかは不明だった。しかし今回の研究により、リュウグウの母天体では蒸発、もしくは凍結によって液体の失われる現象が起こったことが初めて明らかにされた。

サンプルから発見されたナトリウム炭酸塩は、地球に落下した隕石からは見つかっていないため、研究チームにとって今回の発見はまったくの予想外だったという。一方で、準惑星セレスや木星の衛星エウロパ、土星の衛星エンケラドスなど、地下の内部海の存在が予想される天体では、塩類が検出されている。たとえば、セレスには内部海の物質が凍って吹き出す氷火山があり、ナトリウム炭酸塩は噴出物の主要な成分だ。エンケラドス表層の氷の裂け目から噴き出す間欠泉にも、ナトリウム炭酸塩や塩化ナトリウムが含まれている。種々の塩類は天体の水の成分や進化を反映するため、塩の結晶はリュウグウと太陽系の海洋天体との水環境の共通性や違いを比較できる新しい手がかりになることが期待されるとする。とりわけ、太陽系の水環境に注目することは、生命の材料である有機物の水中での化学反応を理解することにもつながるとしている。

https://www.newsweekjapan.jp/stories/technology/2024/11/525499.php#goog_rewarded

巨大隕石の衝突が「生命を進化」させた？ 地球史初期の新事実

A New View of Earth's Past 2024年11月21日（木）17時30分 トム・ハワース（自然・[科学](#)担当）



隕石衝突が引き起こした栄養分流入が原始生命体の生育に貢献した ROMOLO TAVANI/ISTOCK

＜太古の地球に衝突した恐竜絶滅時の200倍の隕石、その意外な影響が新たな研究で判明＞

およそ32億6000万年前、巨大な隕石が地球に衝突した。その大きさは、恐竜の絶滅につながった隕石の最大200倍。この「S2」と呼ばれる隕石の衝突が残した地質学的痕跡から、初期の地球の姿を解明しようと、科学者チームが研究を進めている。初期地球地質学者で、ハーバード大学地球惑星科学部助教のナディア・ドラボンが率いる研究チームは、南アフリカにある世界最古級の地質構造「バーバートン緑色岩帯」で採取した岩石を分析。先頃、米国科学アカデミー紀要（PNAS）で発表した研究は、S2が地球に衝突した日の出来事を、これまでで最も詳しい形で明らかにしている。直径がエベレスト（チョモランマ）の標高の4倍以上あったS2の衝突は巨大津波を引き起こし、海水が混じり合い、陸地の岩石片などが沿岸地帯に流れ込んだ。衝突で生じた熱で海洋表層は沸騰し、大気温度が上昇。地球は厚いちりの雲に包まれ、光合成作用が一時的に停止した。だが、この大惨事は予想外の展開をもたらした。バクテリアが驚異的な回復力を発揮し、急速によりみがえったのだ。「津波が襲い、海が沸き立ち、空が暗くなっても、初期の生命は立ち直りが早かった」と、ドラボンは本誌に語る。「数年後から数十年後、通常状態に戻った途端に回復しただけでなく、力強く成長した」

[次のページ隕石＝絶滅...ではない？](#) 「隕石＝絶滅」ではない

研究チームの分析によれば、S2の衝突後、鉄やリンをエネルギー源とする単細胞生物の数が急増したという。隕石の衝撃は深海をかき回し、浅水域に鉄分を送り込んだと考えられる。一方、リンは隕石自体と、陸で加速する風化や浸食によってもたらされた。この栄養分の流入は、地球の初期生命の在り方を理解する上で重要なカギ

だ。「代謝に鉄を利用するのは、その他の多くの元素より、エネルギー源として好都合だ。鉄を得られるようになり、鉄代謝が優位になったのだろう」と、ドラボンは話す。

大量絶滅を連想しがちな隕石の衝突が、原始生命体の生育や多様化に重要な役割を果たした——そんな可能性を示唆するドラボンらの研究は、隕石衝突と生命の進化の関係をめぐる従来の認識に疑問を投げかける。S2 の衝突が地球表層環境に与えた影響と、初期生命における変化を直接的に関連付けた今回の研究は、太古の地球の理解につながる新たな道を開いている。「当時の地球には巨大隕石が頻繁に衝突していたのだから、これは重要な点だ」と、ドラボンは指摘する。「隕石の衝突は大惨事と見なされることが多い。その最たる例が、恐竜の絶滅だ。だが私たちの研究が示すように、隕石衝突はある程度、初期の生命の進化に幸いしたのかもしれない」

[次のページ今後の調査の方針は？](#)

ドラボンのチームは、バーバートン緑色岩帯で調査を続ける予定だ。この場所には、S2 を含めて少なくとも 8 件の隕石衝突の証拠が残る。今後の研究では、硫黄細菌など、ほかの微生物の隕石衝突への反応を探るつもりだ。

「地球史の初期に起きた S2 以外の隕石の衝突では、環境的变化がどれほど一般的だったのかも調べている」と、ドラボンは言う。「隕石衝突の影響は衝撃の規模や衝撃物の種類、衝突当時の環境と生命の状態が決め手になる」

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20241123-3070037/>

学生ロケット、新たな高みへ！ 南カリフォルニア大学が高度と速度の世界記録を更新

掲載日 2024/11/23 08:35 著者：鳥嶋真也

目次 [アフターショック II の世界記録](#) [学生の宇宙ロケット開発](#)

南カリフォルニア大学(USC)の学生団体「USC ロケット・プロパルション・ラボラトリー(USCRPL)」は 2024 年 11 月 15 日、10 月に打ち上げた「アフターショック II」ロケットの飛行結果を発表した。

最大到達高度は 143.3km、最大速度は秒速 1.61km、マッハ 5.5 で、到達高度と速度の両面で、アマチュア・ロケットの世界記録を塗り替えたとしている。



2024 年 10 月 20 日に打ち上げられた「アフターショック II」ロケット (C) USCRPL

宇宙空間に到達したアフターショック II から撮影された光景 (C) USCRPL

アフターショック II の世界記録

USCRPL は 2005 年に設立された団体で、2019 年に「トラベラーIV (Traveler IV)」ロケットで高度 100km の宇宙空間に到達した(*1)。学生が開発したロケットが宇宙(カーマン・ライン)に到達したのは世界初だった。

*1:ただし、GPS データの記録が不完全だったことから、USCRPL では到達高度は 33 万 9800ft(約 104km)±1 万 6500ft(約 5.02km)とし、「90%の確率で高度 100km を超えたと考えられる」と結論づけている

それ以来、同団体は自らの記録を破るため、新しいロケットの開発を続けてきた。そして 2024 年 10 月 20 日、USCRPL はネバダ州にあるブラックロック砂漠で、「アフターショック II (Aftershock II)」ロケットを打ち上げた。その後、飛行データの分析を行った結果、最大到達高度は 47 万 400ft(143.3km)、最大速度は秒速 5283ft(1.61km)、マッハ 5.5 だったと結論づけられた。分析結果をまとめた論文は 11 月 15 日付けで発表された。

これまで、学生ロケットの最高到達高度は、同団体のトラベラーIV が 2019 年に記録した 33 万 9800ft(104km)だった。また、社会人が参加するアマチュア・ロケットも含めると、2004 年に米国の非営利団体 CSXT(Civilian Space eXploration Team)が開発した「ゴーファスト(GoFast)」ロケットが記録した 38 万 5800ft(117.6km)が最高だった。

アフターショック II は、この両方の記録を破り、また米国連邦航空局(FAA)が定めるアマチュア・ロケットの高度制限である 49 万 2000ft(150.0 km)にも迫った。また、最高速度についても、学生ロケットではトラベラーIV の秒速 4966ft(秒速 1.51km)、アマチュア・ロケットも含めるとゴーファストの秒速 5019ft(秒速 1.53km)が最高だった。したがって、アフターショック II はこの記録も塗り替え、アマチュア・ロケット史上、最も高く、そして速く飛んだロケットとなった。アフターショック II は全長約 4m、直径 0.2m、全備質量 146kg の固体ロケットである。ロケットモーターから電子機器まで、ほぼすべてを USCRPL が内製している。

モーターケースはフィラメント・ワインディングの炭素繊維・エポキシ複合材料製で、固体燃料で飛行するアマチュアのカーボン・ケース・モーターとしては史上最大だという。

固体推進薬には、独自に開発した配合を使用し、原材料から生成した過塩素酸アンモニウム複合推進薬を用いている。ゲイン形状は BATES(ちくわ状)を採用している。また、トラベラーIV で見られた、超音速域での激しいエロージョン(浸食)に対応するため、アフターショック II では機体やフィンなどに、独自に開発したシリコン・ベースのアブレーション(除融)熱保護システムや、チタンコーティングを採用し、耐久性を向上させたという。

さらに、コンピュータ・システムと回路は学生チームによって一から設計、製造され、データをリアルタイムで確認できるようになったという。これにより、飛行中のロケットの位置を追跡し、データを収集したうえで、降下後にロケットを回収することが可能になったとしている。

USCRPL は今年 4 月 20 日、前号機にあたる「アフターショック I」を打ち上げたものの、プログラムのミスと、打ち上げ前の二次チェックを実施していなかったことが原因で、失敗に終わっていた。

USCRPL のエグゼクティブ・エンジニアを務める、同大学のライアン・クレマー氏は、「トラベラーIV で自分たちが達成した記録を超えるには、多くの技術的、運用上の課題を解決する必要がありました」と語る。

「とくに、極超音速での耐熱性は大きな課題でした。私たちが開発した熱防護塗装システムは完璧に機能し、ロケットをほぼ無傷で帰還させることができました。また、フィンの先端は、従来はむき出しのカーボンでしたが、チタン製に置き換えました。チタンは、カーボンのほつれを防いだけでなく、飛行中の高温で陽極酸化し、青く変色しました。これは、私たちのロケットが過酷な条件に耐えたことを示しています」。

学生の宇宙ロケット開発

学生のロケット開発をめぐるのは、2023 年にドイツのシュトゥットガルト大学の団体「HyEnD」のハイブリッド・ロケット「N2ORTH」が、高度 64.4km に到達した。これは、欧州における学生ロケットの最高記録であり、また学生が開発したハイブリッド・ロケットの世界記録となっている。

HyEnD はその後、N2ORTH の 2 号機で高度 100km への到達を目指したものの、打ち上げは失敗に終わった。

また、オランダのデルフト工科大学の学生団体「デルフト・エアロスペース・ロケット・エンジニアリング(DARE)」は、2015 年にハイブリッド・ロケット「ストラトス II+(Stratos II+)」を打ち上げ、高度 21.5km に到達した。2016 年に前述の HyEnD に抜かれるまでは欧州におけるレコード・ホルダーだった。

DARE は現在、宇宙到達を目指した「ストラトス V」を開発している。

参考文献 ・ [Aftershock II - USCRPL](#)

- ・ [USC Student Rocket Group Shatters International Amateur Space Record - USC Viterbi | School of Engineering](#)
- ・ [First Results of the N2ORTH Post Flight Analysis - HyEnD - Hybrid Engine Development](#)
- ・ [Stratos V - Delft Aerospace Rocket Engineering](#)

鳥嶋真也とりしましんや

https://news.biglobe.ne.jp/it/1121/mnn_241121_3006766862.html

“週末、気球で宇宙へ”。2025 年就航めざす、岩谷技研の 2 人乗りキャビンに乗った

2024 年 11 月 21 日 (木) 22 時 15 分 [マイナビニュース](#)



[写真を拡大](#)

ガス気球を使った“宇宙遊覧フライト”の商業サービス提供をめざす岩谷技研。7月の有人飛行試験で使ったキャビン実機を、宇宙ビジネスイベント「NIHONBASHI SPACE WEEK 2024」（東京・日本橋/会期：11月18～22日）に出展している。実際に搭乗できるというので、筆者もさっそく乗ってみた。

これまで「Japan Mobility Show 2023」などで出展していたキャビンは、空を飛んだことのないモックアップだったが、今回同社がSPACE WEEK 2024の会場に持ってきたのは、7月に行った有人飛行試験で実際に使ったキャビン実機。「T-10」と名付けられた機体の10号機で、このときの飛行試験では高度20kmに到達したそうだ。

2人乗り気密キャビンへの搭乗体験に事前申込は不要(先着順)で、参加費も無料。都心のオフィス街でちょっとした“宇宙飛行士気分”を味わえておもしろい体験だ。キャビンをよく見ると、透明な窓部分や金属製の本体などに擦れキズも見受けられ、「本当に宇宙の入口まで飛んだカプセルに乗り込んでいるんだ……」などと、つい感慨に浸ってしまった。キャビンの直径は約1.7mで、説明員によるとサイズ感はこれまでの模型からそれほど変化はないという。パッと見て気付くのは、窓がやや小さくなり、角も取れてさらに丸みを帯びたデザインに変わっていること。窓のはめ込み方もネジ止めを少なくし、つなぎ目もなるべく減らすなど気密性を強化。全体的に改良を加えた機体なのだという。搭乗時は狭いハッチをくぐり抜けるが、シートに座ってみるときゅうくつな感じはあまりなく、想像以上にゆったりと座れた(フライト時はパイロットが同乗するので、そのときはまた印象が変わるかもしれない)。内部のシートも、本番フライトを想定したものを載せている点がこれまでの展示との大きな違いだという。各シートの前には、キャビン内の温度や気圧など空気の状態や、今どこを飛んでいるのか把握するための経路・高度といった情報を表示する縦長ディスプレイが1台ずつ、計2台備わっている。操作に関しては電子制御が前提ではあるが、手動でもある程度できるよう冗長系を持たせており、パイロット側のシートには飛行計器のようなアナログメーターがついているのが見えた。今回展示しているT-10 10号機だが、説明員によればこの機体はもう空を飛ぶことはなく、展示用として“余生”をおくることになる模様だ。

同社では、商業運航時は基本的にひとつの機体につき飛行は1回限りとすることを考えており、同じキャビンに客を次々乗せて繰り返し飛ばすような再利用は今のところ考えていないという。4重の安全系を実装し、“自動車や旅客機並みの安全性”をアピールしているとはいえ、「キャビンが複数回の飛行に耐えられるか検証できていない」のだそうで、繰り返し飛行を実現できるのはおそらく次世代機からになるだろう、とのこと。

気になる宇宙遊覧フライトの料金は2,400万円とのことだが、説明員曰く「正直一人乗りでこの金額ではちょっと赤字。もっと大きくしてたくさんの人に乗ってもらうことで、事業採算性をとっていきたい」とのこと。

同社では既に4人乗り(パイロット1名+乗客最大3名)のキャビンを開発しており、2026年頃の実現をめざしている模様だ。夫婦や親子、友人同士といったさまざまなパターンが考えられ、乗客の幅が広がることに期待を寄せている。岩谷技研では『『週末、宇宙行く?』が実現する世界へ。』をキャッチコピーとして掲げ、同社の気球技術との共創を通じて誰もが楽しめる宇宙遊覧を普及させるプロジェクト“OPEN UNIVERSE PROJECT”を推進。気球による宇宙遊覧の第1期商業フライトは、2025年に就航予定だ。同プロジェクトではJTBや、アサヒビールなどを有するアサヒグループジャパンらをパートナーとして迎え、宇宙遊覧のアセットを活用したさまざまなビジネス展開も進めていく方針。今後の同プロジェクトの動きからも目が離せない。

NASA の CIO（最高情報責任者）が語る「宇宙ミッションと IT 管理」



[Alex Knapp | Forbes Staff](#)



NASA (Shutterstock.com)

米航空宇宙局（NASA）は、米国有数の情報通信機関として膨大なデータを管理している。NASA は、太陽系外にあるボイジャー探査機からのデータや火星探査車が撮影した画像、国際宇宙ステーションや全米 10 カ所の施設からの通信や科学データなど、約 113 ペタバイトにもおよぶデータを処理し、管理している。

これらを統括するのが、NASA の最高情報責任者（CIO）であるジェフ・シートンだ。彼は 10 億ドル（約 1550 億円）の予算を管理し、700 人の職員を率いている。シートンは 1991 年にロボティクスエンジニアとして NASA でのキャリアを開始し、2004 年にバージニア州にあるラングレー研究センターの最高技術責任者（CTO）に就任。その後、同センターの CIO を務めた。そして、2021 年に NASA 全体の CIO に昇進して以来、同機関のデジタル基盤の近代化に注力している。フォーブスは、シートンを全米から 50 人の優れた CIO を選出する年次リストである「[CIO ネクスト](#)」の 2024 年版に選出した。下記に、彼とのインタビューの要約を掲載する。

数十年前の宇宙船のセキュリティ

「NASA は、今もなお 1977 年に打ち上げられたボイジャー探査機の運用を 行なっている。この探査機は人類が作り出した中で最も地球から遠くにある物体になっている。これらの探査機のコンピュータをアップグレードする方法はないが、この探査機が及ぼす潜在的な脅威を緩和するために最善を尽くす必要がある。私たちのミッションに携わる人々は、常にその方法を考えている」

ミッションデータの保護

「私たちが直面する脅威の一部は、システムの脆弱性から発生している。そのため、私たちは多要素認証の導入や可能な限りの暗号化、システムのパッチ適用などを奨励している。私の役割の一部は、ミッションの成功に向けて、これら基本事項の重要性を強調し、それを運営の一部として組み込むことだ。データを収集する際には、そのデータが検証済みで信頼性があることを科学者や研究者に保証しようとしている。データとそれを生成するシステムの保護は、NASA 全体にとっての最重要課題だ」

[次ページ > ウェブ上のプレゼンスの強化](#) ウェブ上のプレゼンスを強化

「私たちは数千ものウェブサイトを持っているが、2019 年頃から、その全体像を見直し、どこに最も関心が集まっているかに焦点を当てるようにした。数年にわたる努力の結果、より現代的で一般市民向けに特化したウェブのプレゼンスを実現できた。この取り組みを通じて、NASA のメッセージを一般の人々がより理解しやすくした。NASA は、かつてテレビを通じてコンテンツを提供してきたが、昨年から『NASA Plus』というストリーミングプラットフォームを立ち上げて、インターネット接続があれば誰でも NASA のビデオコンテンツや番組にアクセスできるようにした」

NASA における AI の取り組み

「NASA は長年にわたり人工知能（AI）を業務に取り入れてきた。1990 年代初頭に私がキャリアをスタートした頃、初めての職場の同僚はニューラルネットワークを使ってロボットデバイスの最適経路を模索していた。アルテミス計画では AI を月面探索に活用する予定だ。現在、火星に配備した探査車は、地上からの指令の合間に AI を使って自律的にナビゲートしている。このようなミッションに特化した AI は、プロジェクト全体のライフサイ

クルに組み込まれている。一方、生成 AI には少し注意が必要だ。このテクノロジーは、私たちの作業を加速するのに役立つが、最終的な検証ステップが必要だ。NASA は、今後の 12~18 カ月間で生成 AI 機能を引き続き試験する予定だが、このテクノロジーが国家のデータを適切に保護しているという確信が必要なため、導入の速度は民間企業よりも遅いかもかもしれない」

アルテミス計画に向けた課題

「NASA は、進化し続ける商業宇宙産業との連携も含め、多くのパートナーと協力し、太陽系内の別の天体に持続可能なプレゼンスを築く方法を模索している。しかし、通信やネットワークの観点からだけでも、多くの課題がある。私たちは、現在知られている課題の解決に取り組むだけでなく、まだ明らかになっていない課題を特定するために、多くのパートナーと連携している。それは月を超えて火星へと探索を続ける上で非常に有益だ。アルテミス計画の最もエキサイティングな点は、この計画が惑星探査のレガシーを受け継ぎ、それを継続させていくものである点だ」

(forbes.com 原文) 編集＝上田裕資

<https://www.afpbb.com/articles/-/3547619>

中国は広大な宇宙で「宇宙の夢」と「中国の夢」をつづる

2024 年 11 月 21 日 12:00 発信地：中国 [[中国](#) [中国・台湾](#)] **PEOPLE'S DAILY**



甘肅省酒泉市にある 1969 航天（宇宙飛行）科学技術体験館で、宇宙服を着て記念撮影をする来館者（撮影日不明）。(c)People's Daily/陳坤

【11月21日 People's Daily】中国の宇宙ステーションの天宮（[Tiangong](#)）は重量が 100 トン級に達し、作業と生活のための空間は 100 立方メートルを超えた。

「小さな一歩はすべてが夢への大きな一歩だ。中国の宇宙ステーションは永遠に期待する価値がある」——。劉洋（[Liu Yang](#)）宇宙飛行士は 2022 年 9 月 2 日に初めての船外活動を終えた際に、思わずこう口にした。

湯洪波（[Tang Hongbo](#)）飛行士は、「宇宙ステーションに入って最初に、とても大きくて奥行きがあると感じました。二つ目の感想は、睡眠エリアの騒音が非常に小さいことです。三つ目は、景観部屋で感じました。私は休憩時間になるたびに、急いで携帯電話を手にとって、窓の外の感動的な光景を撮影しました。最も重要な感想は、私が滞在したのはわが国の宇宙科学実験プラットフォームということです。実験の機会はめったになく、操作の体験は貴重です。私は非常に誇りに思っています」と語った。

中国の有人宇宙飛行は当初から世界の先進レベルを目指した。基幹技術の重要な成果を達成し、宇宙との往復や船外活動、宇宙船のドッキングなどの難題を解決した。宇宙ステーションで必要となるロボットアームも独自開発した。部品や中核的なコンポーネントの国産率は 100%に達した。中国は 2021 年 4 月末にコアモジュールの天和（[Tianhe](#)）を打ち上げてからわずか 20 か月足らずで、宇宙ステーションの建設を完了した。宇宙ステーション建設の最速記録だ。一連の成果の背後には、110 以上の研究機関と 3000 以上の研究所、数十万人の研究者が力を合わせて協力して「宇宙の大家族」が形成されていることがある。宇宙関連では応用も極めて重要だ。例えば宇宙空間に農作物の種を持ち込めば、宇宙線などの影響で突然変異が多く発生する。そして地上に戻してから、農業にとって都合の良い品種を選別できる。中国は宇宙を利用して水稻やキュウリやトマトなど品種改良を実施してきた。宇宙を利用した品種改良、年間約 260 万トンの食糧増産に結び付いた。

また、無重力状態で長期間暮らす宇宙飛行士のために開発された骨喪失対抗器などは、骨粗しょう症や筋萎縮の防止に応用できる。中国宇宙ステーションでは 2023 年 8 月までに 100 件以上の研究開発などを実施した。そして、4000 件以上の成果が各業界で広く応用されるようになった。

北斗（[Beidou](#)）による衛星ナビゲーションシステムの構築、嫦娥（[Chang'e](#)）による月探査、天問（[Tianwen](#)）による火星探査、羲和（[Xihe](#)）による太陽探査など、中国の宇宙関連の総合実力は絶えず向上している。宇宙探査の範囲はより深く、より広くなりつつある。中国の宇宙飛行士は広大な宇宙で、宇宙の夢と中国の夢をつづる壮麗な一章を書き続けている。(c)People's Daily/AFPBB News

https://news.biglobe.ne.jp/domestic/1120/ym_241120_8952009023.html

トランプ氏、マスク氏と宇宙船「スターシップ」視察…有人月探査「アルテミス計画」

でも使用予定

2024 年 11 月 20 日（水）11 時 24 分 [読売新聞](#)



19日、テキサス州で宇宙船「スターシップ」の飛行試験をマスク氏（左）と視察

するトランプ氏（中央）＝ロイター [写真を拡大](#)

【ワシントン＝富山優介】米国のトランプ次期大統領は19日、テキサス州で、実業家イーロン・マスク氏が率いるスペースXの打ち上げ試験を視察した。新政権で設立される「政府効率化省」のトップに就く予定のマスク氏は、宇宙分野でも[トランプ氏](#)への影響力を示した。

打ち上げられたのは開発中の宇宙船「スターシップ」で、今回が6回目の無人飛行試験となった。トランプ氏はマスク氏らから説明を受け、試験の様子を見守った。マスク氏は大統領選でトランプ氏を全面支援し、勝利に貢献したことで関係を深めた。トランプ氏は打ち上げ前、SNSに「この素晴らしいプロジェクトに関わるマスク氏と愛国者らの成功を祈る」と投稿し、マスク氏を持ち上げた。スターシップは1期目のトランプ政権で始まった米国主導の有人月探査「アルテミス計画」で、月着陸船としても使われる予定だ。

<https://nordot.app/1231782777998590835?c=110564226228225532>

欧州宇宙防衛産業は協力強化を、トランプ政権 2 期目控え各社幹部

2024/11/20



Tim Hephner Andrew Gray

[ブリュッセル 19日 ロイター] - 欧州の航空宇宙産業各社は欧州各国政府に対し、トランプ米次期政権の発足に備えて欧州業界の協力を強め、自立性を高めるよう促している。

トランプ政権は欧州の安全保障への関与を弱めると懸念されている。

欧州の宇宙産業はまた、米実業家イーロン・マスク氏が率いるスペースXとの競争や、トランプ氏がちらつかせる新たな関税にも直面しており、改めて業界統合の必要性を訴え始めている。

航空機大手エアバスのギヨム・フォーリ最高経営責任者（CEO）は19日、業界団体がブリュッセルで主催し

た記者会見で、欧州の航空宇宙業界は再編と統合が必要だと発言。「米国だけでなく、中国でもいくつか巨大企業
が出現している世界において、われわれはバラバラだ」と述べた。欧州では以前にも業界統合の動きがあったが、
関係者らによると欧州連合（EU）欧州委員会が競争阻害の観点から反対した。フォーリ氏は、「競争は重要だが、
規模も非常に重要だ」と語った。スウェーデン防衛大手サーブのミカエル・ヨハンソンCEOは、欧州各国は防
衛面での協力を強化するとともに、欧州のサプライヤーからの購入を増やす必要があると主張。協力を強めなけ
れば「米国やその他と競うことは決してできない」と強調した。© ロイター

https://news.biglobe.ne.jp/trend/1121/nrn_241121_4912841543.html

オーストラリア初の女性飛行士が確信「宇宙人は間違いなくいます」

2024 年 11 月 21 日（木）6 時 37 分 [ナリナリドットコム](#)



[写真を拡大](#)

オーストラリア初の女性飛行士キャサリン・ベネル＝ペッグ氏（39 歳）は、宇宙人の存在を確信しているという。
オーストラリア宇宙庁（ASA）の宇宙技術部長を務めるペッグ氏によると、データと統計が地球外生命体の存在
を示しているようだ。シドニーで開催されたカンファレンス、サウス・バイ・サウスウエストでペッグ氏はこう
語る。「宇宙人は間違いなくいます。宇宙人が私たちの間を歩いているとは時々感じることはあっても、考えはし
ませんが」「宇宙の規模を考えるとそこには 100 兆から 200 兆の星があると考えられています」

「これは地球上の全てのビーチにある砂粒の数に近いです」

過去 6 年間に「6000 個の太陽系外惑星」が発見され、その多くが生命を維持する能力があるとペッグ氏は続ける。
「私たちは宇宙望遠鏡で太陽系外惑星を調べ始めたばかりですが、この 6 年間で 6000 個近くの太陽系外惑星を
発見しました」「その多くがハビタブルゾーンであり得るのです」「生命が存在する可能性は高いです。興味深い
のは、もしいたとして、私たちはそれと交信できるのかということ。誰にもわからないことです」

<https://www.space.com/the-universe/mars/nasas-curiosity-rover-captures-360-degree-view-of-mars-and-finds-strange-sulfur-stones>

NASA の探査車「キュリオシティ」が火星の 360 度画像を撮影し、奇妙な硫黄の石

を発見 [ジュリアン・ドセット](#) 2024.11.21

360 度の眺めにより、ゲディズ溪谷の底からの新たな謎が明らかになります。

12 年間、私たちはキュリオシティが火星の岩だらけの表面を這い進み、赤い惑星の謎を解き明かし、奇妙な火星
の環境からの写真やデータを本国に送信する様子を見守ってきました。

NASA の[ジェット推進研究所](#)（JPL）が製造した火星探査車は、2014 年以來、ゆっくりとシャープ山に登ってき
た。公式には「エオリス山」と名付けられたこの山は、1970 年代に発見された。その異質な風景の中には、岩だ
らけのゲディズ溪谷の水路が切り込まれており、一部の科学者はこれを古代の川床だと考えている。

[キュリオシティは今年初めにゲディズ溪谷](#)に到達した。そして昨日、JPL は[火星](#)愛好家にとって本当に嬉しいも
の、ゲディズ溪谷水路の 360 度パノラマ画像を公開した。

YouTube ビデオを再生しながら、携帯電話を動かして、気の利いたインタラクティブ機能を使うことができます。
または、デスクトップ PC を使用している場合は、マウスを使ってビデオを移動できます。

"Specks in the sequence of images in this video were caused by charged particles from a solar storm hitting one of the navigation cameras aboard NASA's Curiosity Mars rover." - NASA/JPL-Caltech

他の動画

SPACE 00:18 / 01:04

戻る

ビデオを保存

火星探査機キュリオシティは、2024年5月20日に太陽嵐を乗り越えなければならなかった。探査機が撮影したビデオに映っている斑点は、「太陽嵐からの荷電粒子によって生じた」とNASAは述べている。NASA



(画像提供: NASA/JPL-Caltech/MSSS)

あなたも好きかもしれません

[「砂漠のオアシス」: NASA の探査車キュリオシティが火星の岩石に純粋な硫黄を発見](#)

[NASA の探査車キュリオシティが火星の素晴らしい景色を公開](#)

関連: [NASA の火星探査車パーセベランスが発見した小さな火星の「雪だるま」\(写真\)](#)

キュリオシティ・ローバーがゲディズ・ヴァリス・チャンネルを出発 (360°ビュー) - YouTube



[視聴する](#)

この画像には、クケナン・ビュート、ピナクル・リッジ、テクソリ・ビュート、さらには遠くにゲイル・クレーターの縁も見えるなど、ゲディズ溪谷の海峡を取り囲む火星の特徴が数多く写っています。この水路がどのようにしてできたのかは、現在、科学者の間で議論されている。何億年も前に水が流れた可能性もあるし、強風が形成の原因である可能性もある。あるいは、シャープ山の高所から流れ落ちた地滑りがゲディズ溪谷を作ったのかもしれない。これで、キュリオシティが航海中に発見した巨石や残骸を説明できるかもしれない。

残骸の中には謎の白い硫黄の石があり、JPL が提供したパノラマ画像にはその石の名前が記されている。探査車はまた、白い石の 1 つを転がして割った。砕けた石の中には黄色い硫黄の結晶があった。地球上の硫黄は温泉や火山から発生するが、どちらも火星では発見されていないため、JPL チームは火星に硫黄が存在する理由をまだ説明できていない。

「私たちは硫黄原をあらゆる角度から、上からも横からも観察し、硫黄と混ざり合ってそれがどのように形成さ

れたかの手がかりになるものを探しました」とキュリオシティのプロジェクト科学者アシュウィン・ヴァサバダ氏は[声明](#)で述べた。「私たちは大量のデータを集めました。そして今、解くべき楽しいパズルがあります。」



NASA のキュリオシティは、2024 年 11 月 2 日、ミッションの 4,352 日目（火星日）にゲディズ溪谷海峡から西へ離れる途中、マストカメラを使用してこのパノラマ写真を撮影しました。右側には、岩だらけの地形を横切る火星探査車の軌跡が見えます。（画像提供: NASA/JPL-Caltech/MSSS）

10 年以上の過酷な旅を経て、キュリオシティは火星の厳しい地表で[多少傷んでいるものの、まだ機能している](#)。[探査機の次の目的地は、シャープ山のさらに先にある「ボックスワーク」と呼ばれる網状の模様の地層だ](#)。2006 年に [NASA のマーズ・リコネッサンス・オービター](#)によって初めて目撃されたボックスワークは、6～12 マイルに及び、山の表面の割れ目に水が運んだ鉱物によってできたものかもしれない。「これらの尾根には、地下で結晶化した鉱物が含まれている。そこはより暖かく、塩分を含んだ液体の水が流れていただろう」と、この地域を研究しているキュリオシティの科学者、キルステン・シーバッハ氏は声明で述べた。「初期の[地球](#)の微生物は、同様の環境で生き延びていた可能性がある。そのため、ここは探索するのに刺激的な場所となっている」

キュリオシティが箱型の構造物を調査する旅を始めると、JPL の科学者たちは受け取ったデータを使用して、ゲディズ溪谷の水路内の地形がどのように形成されたかについての理論をまとめる予定です。現在、科学チームは、キュリオシティが旅の間に観察したものに基づいて、出来事のタイムラインを作成しています。

[ジュリアン・ドセット](#) ジュリアン・ドセットは、ニューメキシコ州サンタフェ在住のフリーランスライターです。主にロケット産業と宇宙探査をカバーしており、科学記事の執筆に加えて、ニューメキシコ マガジンに旅行記事を寄稿しています。2022 年と 2024 年には、彼の旅行記事が IRMA 賞を受賞しました。以前は、CNET のスタッフライターとして働いていました。2011 年にサンマルコステキサス州立大学を卒業し、哲学の学士号を取得しました。1960 年代の SF パルプ雑誌の膨大なコレクションを所有しています。

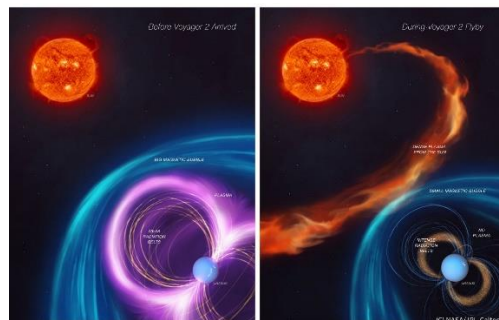
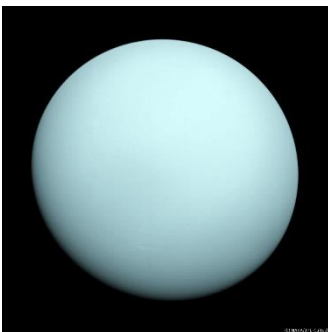
<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20241119-3068078/>

探査機「ボイジャー2」のデータが明かす天王星の謎、38 年越しの科学的発見

掲載日 2024/11/19 17:41 [著者：鳥嶋真也](#)

いまから 38 年前、探査機「ボイジャー2」が天王星を探査した際、その磁気圏で、説明できない奇妙な現象が観測された。長らく科学者の頭を悩ませる謎となっていたが、最近の研究により新たな光がもたらされた。当時のデータをあらためて分析した結果、それがわずかに約 4%の確率でしか発生しない現象を、偶然捉えたものであったことが明らかになったのである。

研究をまとめた論文は、[2024 年 11 月 11 日付けの『ネイチャー・アストロノミー』誌に掲載された](#)。



ボイジャー2 が 1986 年に撮影した天王星 (C) NASA/JPL-Caltech

ボイジャー2 がフライバイする前の天王星の磁気圏(左)と、1986 年にフライバイ中に起こったと考えられる、太

陽風によって異常な条件となった磁気圏(右)の想像図 (C) NASA/JPL-Caltech

天王星の磁気圏の謎

天王星は、太陽系の第7惑星で、巨大な氷の惑星である。直径は地球の約4倍、質量は約14.5倍もあり、太陽系で3番目に大きい惑星である。最も特異な点は自転軸で、その傾きは約98度、すなわちほぼ横倒しの状態で自転している。1986年、ボイジャー2は天王星を史上初めて、そして間近で探査した。その観測データから、新しい衛星や環が発見された一方で、科学者たちは磁気圏をめぐる不可解な謎に直面した。磁気圏は、惑星の磁場が及んでいる領域のことで、太陽から吹き出している太陽風(プラズマ)から惑星を保護する役割を果たしている。磁気圏の働きについて学ぶことは、地球のような惑星だけでなく、探査が難しい太陽系の外縁にある天体や、太陽系外惑星を理解する上で重要となる。謎のひとつは、天王星の磁気圏内に、きわめて高い電子放射線帯があったことである。その強さは、太陽系で最も強い木星に次ぐほどだった。しかし、その放射線帯に供給されるエネルギー粒子の供給源が何なのかはわからなかった。実際、天王星の磁気圏のほかの部分にはプラズマがほとんど存在しなかった。また、プラズマがない部分があることも大きな謎だった。なぜなら、天王星の磁気圏内にある主要な5つの衛星は、他の外惑星のまわりにある氷の衛星と同様に、活動によって水イオンが供給され、そこからプラズマが生成されるはずだと考えられたためである。そのため、当時の科学者たちは、この観測結果を説明するために、「これらの衛星は活動していない、不活性なものである」と解釈した。

明らかになった謎

この天王星の特異な磁気圏をめぐるのは、長らく科学者の頭を悩ませる謎となり、それゆえに天王星は「太陽系の異端者」とも呼ばれた。ところが最近になり、科学者がボイジャー2のデータをあらためて分析した結果、新たな光がもたらされた。鍵となったのは、このときの太陽風の動きだった。観測したタイミングは、太陽からのプラズマが異常だった時期にあたり、それによって磁気圏の働きを一時的に強め、電子を注入して放射線帯に供給したと考えられるのだという。太陽風はまた、天王星の磁気圏を激しく叩いて圧縮したことで、プラズマを天王星系から追い出したと考えられるという。そのため、磁気圏のほかの部分にはプラズマがほとんど見られなかった可能性が高いこともわかった。論文の主執筆者を務めた、JPLのジェイミー・ジャシンスキー氏は「ボイジャー2がほんの数日早く到着していたら、天王星の磁気圏はまったく違ったものとして観測されていたでしょう。ボイジャー2は、わずか4%程度でしか発生しない条件下の天王星を、偶然にも観測したのです」と語る。

また、ボイジャー2のプロジェクト・サイエンティストを務めるLinda Spilker氏は「私たちは天王星の磁気圏の異常さの説明を探していました。ボイジャー2が観測した磁気圏は、ある瞬間のスナップショットにすぎませんでした。この新しい研究は、一見矛盾しているように見えるもののいくつかの謎を説明し、天王星に対する私たちの見方を再び変えることでしょう」と語っている。この発見は、天王星の主要な5つの衛星を研究するにあたって朗報となるかもしれない。すなわち、これまではプラズマが見られないことから、それらの衛星は地質学的な活動をしていないと解釈されてきたが、プラズマの消失が一時的だったということは、衛星は活動しており、磁気圏にイオンを供給し続けている可能性もある。天王星に探査機が訪れたのは、現在のところボイジャー2が最初で最後である。ただ、米国の全米アカデミーは2022年に、惑星探査における次の10年計画「ディケイダル・サーヴェイ」において、探査のターゲットとして天王星を選んでおり、現在実現に向けた検討が続いている。一方、ボイジャー2は現在、地球から約210億km離れた恒星間空間を飛んでいる。

参考文献 ・ [Mining Old Data From NASA's Voyager 2 Solves Several Uranus Mysteries | NASA Jet Propulsion Laboratory \(JPL\)](#)

・ [The anomalous state of Uranus's magnetosphere during the Voyager 2 flyby | Nature Astronomy](#)

鳥嶋真也とりしましんや

<https://www.space.com/the-universe/somewhere-in-the-multiverse-dark-energy-is-helping-stars-and-life-form>

多元宇宙のどこかで、ダークエネルギーが星や生命体を助けている

キース・[クーパー](#) 2024.11.21

この発見は、私たちの宇宙が実際どれほど精密に調整されているのかという疑問を提起する。



多元宇宙の他の宇宙では、星や生命の形成に最適化した暗黒エネルギーの値を持っているのでしょうか？ (画像提供: Mark Garlick/Science Photo Library/Getty Images)

多元宇宙のどこかに、私たちの宇宙よりも星、そしておそらく生命を形成する傾向がある宇宙があるかもしれない。そして、新たな研究により、それはすべて、最もありそうもない容疑者、つまりダークエネルギーのおかげであることが示された。

[科学者のチームが、ダークエネルギー](#)の強さが[星](#)の形成のしやすさに直接影響する方法を研究した結果、私たちの宇宙におけるダークエネルギーの強さは、最も効率的な星の工場を生み出すことにはつながらないことが判明しました。実際、研究者たちは、[多元宇宙](#)のどこからでも無作為に観測者を選んだ場合、その観測者は私たちの宇宙よりもダークエネルギーの強さがはるかに強い宇宙から来た可能性が高いと述べています。「それは私にとって非常に驚きでした！」と、この研究を率いたダラム大学のダニエレ・ソリーニ氏は Space.com に語った。ダーク エネルギーは、宇宙の膨張を加速させる謎の力です。ダーク エネルギーの最も一般的なモデルは、膨張する宇宙の加速の原動力となっている空の[空間](#)の固有エネルギーを表す[宇宙定数](#)であると示唆しています。ダーク エネルギーの強さは歴史を通じて同じままであると考えられるため、これが「一定」であると言えます。あなたも好きかもしれません [私たちが知っている生命は、古くて冷たい宇宙の雲にその起源があるかもしれない](#) [AI は暗黒物質を探している](#) しかし、ダークエネルギーの強さが違って、宇宙の膨張が加速したり遅くなったりしたと仮定しよう。ソリーニは、エディンバラ大学のジョン・ピーコック、ジュネーブ大学のルーカス・ロンブライザーとともに、ダークエネルギーをこのように変化させることが星の形成にどのような影響を与えるか、また星は生命にとって不可欠であることから、宇宙の居住可能性にどのような影響を与えるかをモデル化した。

多元宇宙へ！

乗組員は多元宇宙へと目を向けた。多元宇宙の概念は、私たちの宇宙が、おそらく無限の宇宙の集合体の一部として存在し、それぞれの宇宙が独自の特徴を持ち、暗黒エネルギーの強さも異なる可能性があるとして仮定しています。宇宙に生命が存在するには、少なくとも私たちが知っている生命が存在するためには、その宇宙には、生命が生きられるよう、軌道を回る惑星に熱とエネルギーを供給する恒星が必要です。ソリーニ、ピーコック、ロン

ブライザーは計算により、最も効率的に恒星を形成する宇宙はダークエネルギーの強さ、つまりダークエネルギーの密度、または空間の小さな各部分に含まれるエネルギー量と呼ばれる強さ、を持っていることを発見しました。これは私たちの宇宙のダークエネルギーの値の 10 分の 1 です。つまり、より効率的な宇宙では、空間の膨張は依然として加速しているものの、その速度は 10 分の 1 に過ぎないということです。したがって、これらの宇宙のすべての物質は、私たちの宇宙よりもはるかに密集していることになります。

研究チームによれば、このような宇宙では、宇宙の歴史を通じて、そのガスの 27% が恒星に変わるということになるという。一方、私たちの宇宙では、そのガスの約 23% が恒星に変わると予想されている。

しかし、この話には意外な展開があります。多元宇宙のどこからランダムに観測者を選んだとします。観測者(または少なくとも私たちが知っている生命)は、星を形成する宇宙にしか存在できません。そのランダムな観測者に、多元宇宙の彼らの住む場所の暗黒エネルギーの強さを説明するように頼んだ場合、その観測者は私たちの宇宙よりも暗黒エネルギーが強い宇宙に住んでいる可能性が高いです。

ちょっと待って、何？

これは矛盾しているように聞こえます。弱い暗黒エネルギーを持つ宇宙が最も星の形成に優れているとしたら(最も効率的な宇宙の暗黒エネルギーの強さは私たちの宇宙の 10 分の 1 であることを思い出してください)、より強い暗黒エネルギーを持つ宇宙に最も多くの観測者がいるとどうして期待できるのでしょうか？

すべては統計によるものですが、ソリーニは役立つ例え話を持っています。

「1 から 100 までマークされた箱がたくさんあり、それらの箱にビー玉を入れていると仮定します」と彼は言いました。最も多くのビー玉、たとえば 100 個を箱 2 に入れるとします。他の箱には、それより少ないビー玉、おそらく 10 個ずつ入れます。ソリーニの例えでは、最も多くのビー玉が入っている箱 2 は、暗黒エネルギー密度が私たちの宇宙の 10 分の 1 である星形成効率のピークに相当します。すると、私たちの宇宙は、たとえばビー玉が少ない箱 4 または 5 に相当することがわかります。しかし、3 から 100 までの番号が付けられた箱には、それぞれ箱 2 よりも少ない数のビー玉が入っていますが、すべてを合計すると、箱 3 から 100 までの合計のビー玉の数は箱 2 だけに入っているビー玉の数より多くなります。したがって、ビー玉をランダムに選択する場合、そのビー玉は 2 より大きい番号の箱から出てくる可能性が高くなります。「多元宇宙でも同様です」とソリーニ氏は言う。言い換えれば、最も効率的に星を形成する宇宙はダークエネルギーの値が低い、はるかに高い値を持つ宇宙が数多く存在し、それほど効率的ではないものの、それでも星を生成し、居住可能な宇宙となる。ただし、これはある程度までしか当てはまりません。理論上は、ダーク エネルギーが非常に強くなりすぎて星が形成される機会がまったくなくなるか、星が形成された直後に宇宙が引き裂かれることもあります。このような宇宙は、ソリーニの例えでは、箱 101 以降で表され、各箱にはビー玉がまったく入っていません。

効率は低く、品質は高い

星形成は、巨大なガス雲が崩壊するとき起こります。[銀河は](#)、この星形成ガスの巨大なハローの中に形成されます。これらのハローのサイズは、星形成の物理と宇宙の大規模構造の成長との相互作用によって決まります。大規模構造は、暗黒エネルギーが弱いときにはより速く成長し、暗黒エネルギーが強いときにはよりゆっくりと成長します。これは、強い暗黒エネルギーの方がすべてをより速く引き離すのが容易だからです。

しかし、「興味深い結果は、ダークエネルギーの値が高い場合、個々のハローはより効率的に星を形成する銀河をホストできるということです」とソリーニ氏は述べた。その理由は、暗黒エネルギーが強くなるにつれて、ハローの半径は小さくコンパクトになるからです。これは、ハローの半径がハローの質量とハッブル定数の両方に比例するためです。ハッブル定数は、宇宙の膨張率を定量的に表します。ハローがコンパクトになると、ハロー内の星形成ガスの密度が高くなります。また、ガスの密度が高いほど、ガスの冷却が速くなります。そのため、ハローでは星形成が促進され、ガスが重力で崩壊して星になるには低温(絶対零度より 10 度以下)が必要になります。しかし、暗黒エネルギーは大規模構造の形成に逆らって働くため、そのような宇宙では形成される銀河の数は少なくなります。つまり、全体的な星の数も少なくなります。

星は寿命を迎えると、その内部深くで[核融合反応によって生成された重元素を放出し、宇宙の化学組成を豊かにします](#)。地球上の生命の生化学は、水素、炭素、窒素、酸素、リンの 5 つの元素に基づいています。これらの元素は、DNA を構成するヌクレオチドの化学的構成要素を構成します。ビッグバンで生成された水素を除いて、これらすべての元素は星によって生成されます。これらの元素やその他の重い元素は、惑星を構成する材料でもあります。惑星は、私たちが知っている生命に必要な光と熱を受け取るために、星の周りを回る必要があります。星が形成されるほど、これらの元素の数が増え、生命を支えることができる惑星の数が増えます。

人類原理に反する？

1998 年に謎の加速力が発見されて以来、宇宙の暗黒エネルギーの強さは科学者にとって不安の種となってきました。ほとんどの理論では、宇宙の宇宙定数は大きな値を持つはずだと予測されていますが、現実には、宇宙で観測される暗黒エネルギーの強さは予測値の 10^{120} 分の 1 です。これは大きな違いです。私たちの最も優れた理論は本当にそれほど間違っているのでしょうか？ 我々の宇宙におけるダークエネルギーがそれほど弱いことは幸運だと考えるべきだ。もしダークエネルギーが理論で言われているほど強かったら、宇宙は暴走し、はるか昔に「ビッグリップ」で時空構造が引き裂かれ、生命は存在できなくなっていただろう。我々はボックス 101 に入っていただろう。しかし、ダークエネルギーは、宇宙において生命を維持するのに好都合と思われる唯一のパラメータではありません。[光の速度](#)、電子の電荷、[陽子の質量](#)、[重力](#)の強さ、強い力など、すべてが絶妙なバランスを保っているように見えます。それらの値がほんの少しでも異なっていたら、宇宙は変化し、より住みにくい場所となり、星や生命は形成も発達もできなくなります。さらに、私たちが測定している値がなぜそれらにあるのかもわかりません。わかっているのは、もしそれらの値がなかったら、私たちが測定するためにここにいることは無いということです。このパラドックスは人類原理と呼ばれ、これらの価値観が生命にとって非常に細かく調整されていると測定する選択効果を説明するものです。なぜなら、これらの価値観が細かく調整されていない宇宙には私たちは存在できないからです。これらの価値観は私たちの存在に不可欠なものなのです。

提案されている解決策の 1 つは、私たちの宇宙は多元宇宙の中の 1 つの宇宙に過ぎず、[多元宇宙](#)はそれぞれ異なる値の基本定数を持つ、おそらく無限の並行宇宙の集合体で構成されているというものです。私たちは、生命に優しい宇宙ではなく、生命に優しい宇宙の 1 つに住むことになるでしょう。

[ダークエネルギー](#)の強さは、特に理論と観測の間に不可解なほど大きな食い違いがあることから、人類原理の細かく調整されたパラメータの 1 つであると想定されてきた。しかし、ソリーニ、ピーコック、ロンブライザーの発見は、他の宇宙ではダークエネルギーの強さがさらに有利になる可能性があることを示しているため、人類原理の推論と完全には一致していないようだ。「人類学的推論を適用する際には注意が必要だというのが、ここでの重要な教訓だと思います。なぜなら、この問題は表面的に見えるよりも実は微妙だからです」とソリーニ氏は言う。「私たちの研究結果は、この議論を、その背後にある仮定についてもっと慎重に推論することなく、逃げ道として使うべきではないことを示唆しています。」しかし、彼らの研究結果にはいくつかの注意点がある。第一に、彼らはダークエネルギーは宇宙定数であり、[時間の経過とともに強さが変化する](#)スカラー場ではないと仮定している。また、彼らは星形成の特定の天体物理学モデルも仮定しているが、異なるモデルでは異なる結果になるかもしれない。あるいは、多元宇宙が現実のものならば、ダークエネルギーの特定の値が何らかの理由で他の値よりも優勢である可能性があり、それはソリーニの箱の例えで言えば、より多くの箱に 10 個のビー玉ではなく 100 個のビー玉が入っているような、より複雑な多元宇宙を考慮する必要があることを意味する。

空の海に浮かぶ孤立した島々

他の可能性のある宇宙の方が生命が存在する可能性が高いかもしれませんが、それらの宇宙が私たちの宇宙よりも生命体が多いかどうかはわかりません。結局のところ、生命の出現には、宇宙が星を形成する効率だけでなく、はるかに多くの要因が関係しています。私たちの宇宙とは異なる暗黒エネルギーの強さを持つこれらの宇宙の 1 つに生命が存在したとしたら、その宇宙の住人は何を見るのでしょうか？暗黒エネルギーは[時間](#)の経過とともに宇宙の膨張を加速させているため、暗黒エネルギーが弱い宇宙では銀河や銀河団がより接近し、暗黒エネルギーが

強い宇宙では私たちの宇宙よりもはるかに大きな膨張を経験し、銀河同士がより遠く離れているはずです。

「形成される構造は、何もない海に浮かぶ孤立した島々となるだろう」とソリーニ氏は言う。「すべてが私たちから切り離されるため、他の銀河を見ることさえできなくなるかもしれない。私たちは、私たちの銀河が全宇宙で唯一の銀河であるという幻想に陥るだろう。」したがって、私たちがあまり最適化されていない宇宙に存在していることはある意味幸運なことかもしれませんが、何もない海の中の島にいるよりは、空が銀河で満たされているほうがはるかに望ましいように思えます。この研究は 11 月 13 日、[月例王立天文学会誌](#)に掲載された。

[キース・クーパー](#) 寄稿者

キース・クーパーはイギリスのフリーランス科学ジャーナリスト兼編集者で、マンチェスター大学で物理学と天体物理学の学位を取得しています。『The Contact Paradox: Challenging Our Assumptions in the Search for Extraterrestrial Intelligence』（ブルームズベリー・シグマ、2020 年）の著者であり、多数の雑誌やウェブサイトに天文学、宇宙、物理学、宇宙生物学に関する記事を執筆しています。

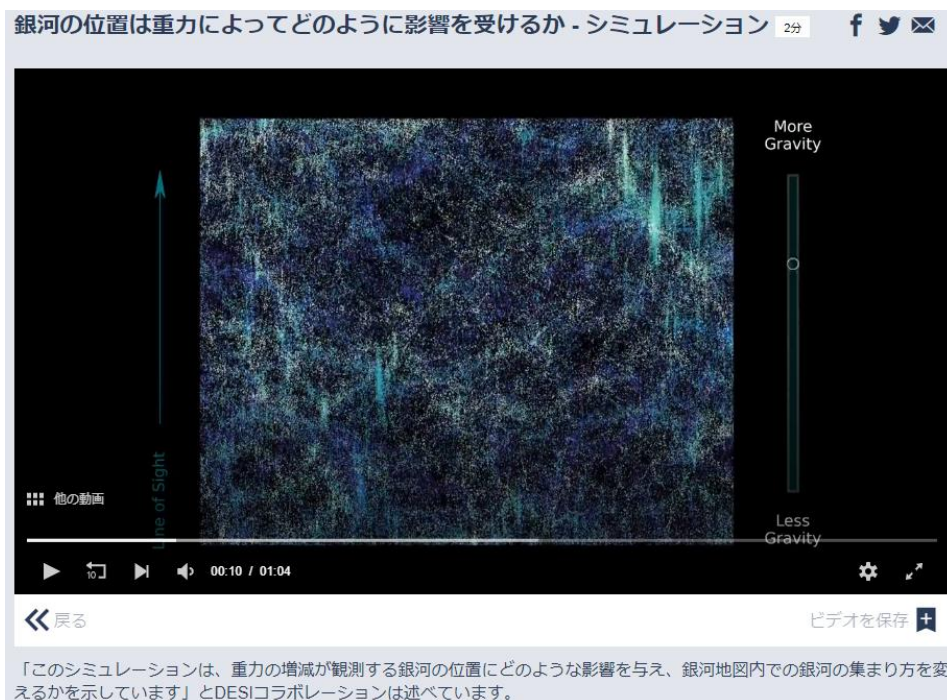
<https://www.space.com/desi-einstein-gravity-dark-energy>

「衝撃的な」ダークエネルギー計測器の結果は、アインシュタインが重力について正しかったことを再び示している

[ロバート・リー](#) 著 2024.11.21

「銀河の形成速度を研究することで、私たちの理論を直接検証することができ、これまでのところ、宇宙規模で一般相対性理論が予測するものと一致しています。」

一般相対性理論は、暗黒エネルギー分光装置（DESI）によって収集された過去 110 億年間の宇宙の進化の観測により、これまでで最も正確なテストの 1 つに合格しました。

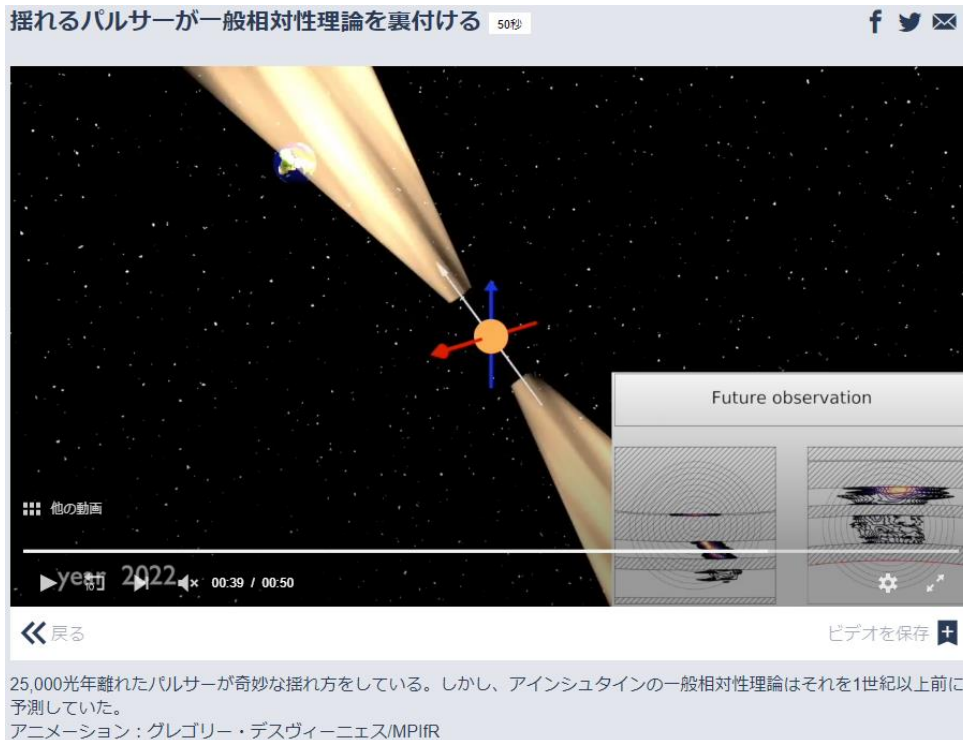


アルバート・アインシュタインが 1915 年に提唱した[一般相対性理論](#)は、過去 100 年間、人類が重力について最もよく説明した理論であり続けている。宇宙学者は一般相対性理論を使って、宇宙がどのように進化してきたか（その始まりから現在の状態まで）をモデル化し、重力がどのようにして小さな物質の塊を集めて巨大な銀河や銀河団を形成したかを示してきた。しかし、一般相対性理論は比較的小規模に適用されたすべてのテストに合格している一方で、非常に大規模なテストでそれを覆すものはほとんどない。

科学者たちは、DESI を使って、そのような大規模なテストを 1 つ実行しました。彼らは、約 600 万個の銀河

とクエーサーを観測しました。クエーサーは、超大質量ブラックホールからのエネルギーを吸収して動く銀河の明るい中心です。驚くことではないかもしれませんが、宇宙の進化を約 30 億年前から追跡したこのテストは、一般相対性理論が重力の正しい「レシピ」であることを再び示しました。

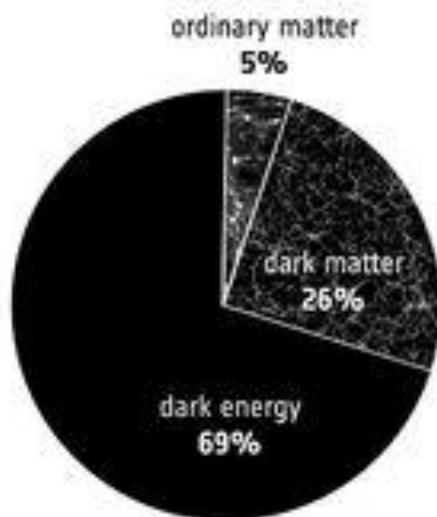
「一般相対性理論は太陽系の規模では十分に検証されているが、われわれの仮説がもっと大きな規模でも成り立つかどうかを検証する必要があった」と、研究の共同リーダーでフランス国立科学研究センター（CNRS）の宇宙学者、ポーリン・ザルーク氏は[声明で述べた](#)。「銀河の形成速度を研究することで、われわれの理論を直接検証することができ、これまでのところ、宇宙規模では一般相対性理論が予測するものと一致している」



Wobbling Pulsar Confirms General Relativity

A pulsar 25,000 light-years away is wobbling in a weird way. But Einstein's theory of general relativity predicted it more than a century ago. Animation by Gregory Desvignes/MPIfR

0 seconds of 50 secondsVolume 0%



あなたも好きかもしれません

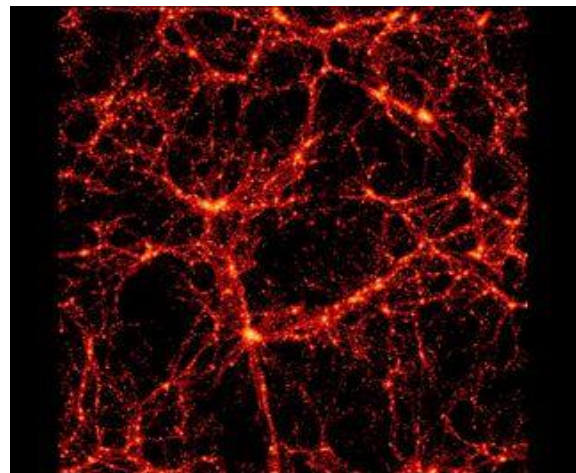
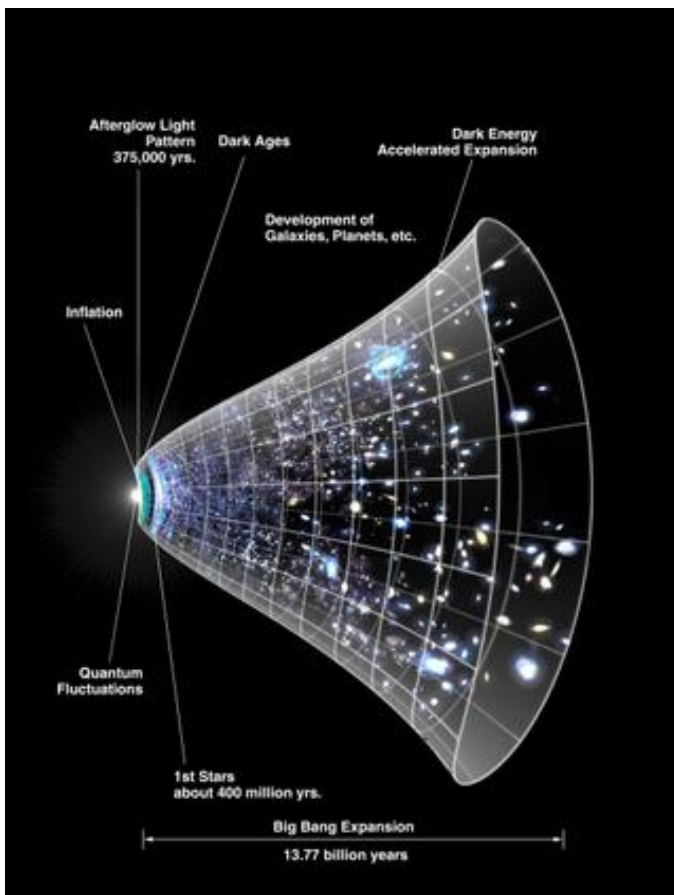
[アインシュタインの重力理論が新たなテストに合格したが、ダークエネルギーは謎のままである](#)
[宇宙の重力の「不具合」はアルバート・アインシュタインの最大の理論に挑戦するのでしょうか？](#)

[キットピーク国立天文台](#)のニコラス・U・メイオール 4 メートル望遠鏡に搭載された DESI は、5,000 個の「ロボットの目」で構成された最先端の装置です。この実験は現在、5 年間の天体観測プロジェクトの 4 年目にあたり、最終的には約 4,000 万個の銀河とクエーサーを観測する予定です。

天体調査データは、[暗黒エネルギー](#)と[暗黒物質](#)を理解するために不可欠である可能性がある。暗黒エネルギーと暗黒物質は、星、惑星、月など、私たちが日常的に目にするあらゆるものを構成する「日常物質」の粒子よりも重い、実質的には目に見えない謎の物質である。暗黒エネルギーと暗黒物質はまとめて「暗黒宇宙」と呼ばれ、私たちが宇宙で理解しているすべてのものは、その内容のわずか 5%を占めるに過ぎないことを示唆している。宇宙のエネルギー物質予算への推定寄与を示す図。暗黒エネルギーの優位性を示しています。(画像提供: ESA)

「暗黒物質は宇宙の約 4 分の 1 を占め、暗黒エネルギーは残りの 70 パーセントを占めているが、どちらも何なのかはよくわかっていない」と、バークレー研究所とカリフォルニア大学バークレー校の博士課程の学生で、チームメンバーのマーク・マウス氏は声明で述べた。「宇宙の写真を撮って、こうした大きな根本的な疑問に取り組むことができるという考えは衝撃的だ」

宇宙の幽霊を計量する



ビッグバン以降の宇宙の歴史と進化を示す図。(画像提供: NASA/WMAP 科学チーム/アート: Dana Berry)

このコンピューターで生成された画像は、宇宙の骨格、つまり非常に大きなスケールでの物質の組織を明らかにしています。(画像提供: The Virgo Consortium)

一般相対性理論は重力を最もよく説明する理論かもしれないが、現在観測されている宇宙のあらゆる要素、特に加速する空間膨張と暗黒物質の重力効果を説明することはできない。空間膨張の加速は、現在、一般相対性理論に基づく宇宙論モデルでは説明できない暗黒エネルギーと呼ばれる「仮置き」の力によるものとされている。

暗黒エネルギーを説明できなかったため、一部の科学者は、アインシュタインの最高傑作理論に取って代わられた[アイザック・ニュートンの重力理論](#)の調整に基づいた、一般相対性理論に代わる理論を提唱するに至った。これらの理論は一般に「修正重力理論」と呼ばれ、暗黒エネルギーのような未知のものを導入する必要なく宇宙の観測を説明する。[DESI の発見は](#)、一般相対性理論に基づく宇宙の主要モデルであるラムダ冷暗黒物質 (LCDM)

モデルの検証に貢献しただけでなく、修正重力理論のいくつかを除外するのにも役立ちました。さらに、DESI からの同じ結果は、いわゆる「ゴースト粒子」、つまり [ニュートリノ](#) の質量に上限を設けるのに役立ちました。ニュートリノは電荷を持たず、質量がほとんどないことから、粒子動物園の幽霊として知られています。あなたがこの文章を読んでいる間にも、何兆個ものニュートリノ粒子がほぼ [光速](#) であなたの体内を通り抜け、検出されずにいます。ニュートリノは、私たちが発見した基本粒子の中で、科学者によって質量が正確に定義されていない唯一の粒子です。これまでの実験ではニュートリノの質量の下限が定義されていましたが、DESI の結果では上限が設定され、研究者はニュートリノが存在するべき質量の範囲をより明確に定義できるようになりました。

新たな結果は、2024 年 4 月に発表された DESI データの最初の 1 年間の拡張分析から得られたものです。このデータは、これまでに作成された宇宙の最大の 3D マップを形成しました。これらの結果は、[ダークエネルギーの強さが時間の経過とともに変化していることを示しているようで、すでに注目に値します。](#)

[4 月の DESI の結果は、大規模構造の成長を可能にする物質密度の重粒子音響振動 \(BAO\) と呼ばれる銀河クラスタリングの要因に焦点を当てたものでした。](#) これらの結果のこの新しい調査には、研究者が「フル シェイプ分析」と呼ぶものが含まれており、銀河と物質が宇宙全体のさまざまなスケールでどのように分布しているかをさらに調査しました。 関連記事: [— 中性子星の衝突は暗黒物質を説明できる新たな物理学を示唆している](#)
[— 「ありえない」中性子星が奇妙な閃光を説明できるかもしれない](#)
[— 中性子星の衝突により地球に金やその他の貴金属が溢れた経緯](#)

DESI 運用の 2 年目と 3 年目のさらなる結果は、2025 年春に発表される予定です。「BAO の結果も、完全な形状の解析も、どちらも素晴らしい」と、ミシガン大学の共同研究リーダーであるドラガン・フテラー氏は声明で述べた。「DESI が宇宙構造の成長を調べたのも今回が初めてだ。我々は修正重力を調べ、ダークエネルギーのモデルに対する制約を改善する驚異的な新しい能力を示している。そして、これは氷山の一角にすぎない」DESI の結果は火曜日 (11 月 19 日) に研究リポジトリ サイト [arXiv で公開されたいくつかの論文に記載されています。](#)

[ロバート・リー](#) シニアライター

Robert Lea は英国の科学ジャーナリストで、Physics World、New Scientist、Astronomy Magazine、All About Space、Newsweek、ZME Science に記事を掲載しています。また、Elsevier や European Journal of Physics で科学コミュニケーションに関する記事も執筆しています。Rob は英国の Open University で物理学と天文学の理学士号を取得しています。Twitter で @sciencefirst をフォローしてください。

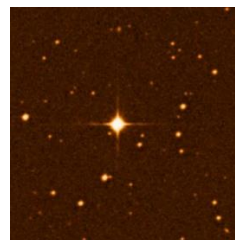
<https://www.space.com/23821-qliese-581g.html>

「潜在的に居住可能な」惑星グリーゼ 581g (および d と f) に何が起こったのでし

ょうか?

キース・[クーパー](#) 2024.11.21

地球に最も似ている惑星として知られていたグリーゼ 581g がゴミ箱行きになるまでの物語は、太陽系外惑星ハンターにとって教訓となる物語です。



赤色矮星グリーゼ 581 の周りの惑星系の想像図。(画像提供: ESO)

グリーゼ 581e の想像図。この惑星は恒星に最も近い。(画像クレジット: ESO/L Calçada)

赤色矮星グリーゼ 581。(画像提供: Digital Sky Survey)

ジャンプ先: [グリーゼに関するよくある質問](#) [グリーゼ 581 の惑星](#) [グリーゼ 581f とグリーゼ 581g の発見](#)
[Gliese 581g に何が起ったのでしょうか?](#) [グリーゼ 581d に関する疑問](#) [物語はこれで終わりではない](#)
[追加リソース](#)

2010 年、天文学者たちは赤色矮星を周回する、当時知られていた惑星候補の中で最も地球に似ていると思われるものを発見した。現在、天文学者たちは、[グリーゼ 581g と名付けたこの惑星も、その近隣の惑星も、実在するとは考えていない](#)。これは、グリーゼ 581g に何が起ったかという物語です。これから説明するように、星自体が嘘をつくことがあるため、太陽系外惑星の発見をすべて額面通りに受け止めてはいけないことを私たちに思い出させる警告の物語です。[グリーゼ 581 は](#)、地球から約 20 光年離れた[赤色矮星](#)です。[2005 年から、ヨーロッパ南天天文台 \(ESO\) の天文学者たちは、チリにある ESO のラ・シヤ天文台の 3.6 メートル望遠鏡に搭載された高精度視線速度惑星探査装置 \(HARPS\) 分光器を使用して、グリーゼ 581 を周回する太陽系外惑星の検出を開始しました。視線速度は](#)、惑星が親星の重力によってどのように検出されるかを表します。星とその惑星は両方とも、それらの間の共通の質量の中心を周回します。星はシステムの質量の大部分を占めているため、質量の中心は星の中にありますが、重要なことに、星の中心ではありません。その結果、星はこの質量の中心の周りで揺れているように見えます。この揺れは、ドップラー効果で説明されるように、星の光の微妙な[赤方偏移と青方偏移](#)として現れ、質量の中心の周りで揺れながら、星が私たちに近づいたり遠ざかったりします。

あなたも好きかもしれません [グリーゼ 581g、居住可能な可能性のある 5 つの太陽系外惑星のリストのトップに居住可能な可能性のある惑星グリーゼ 581g の存在に疑問](#)

このドップラー効果の程度から惑星の質量がわかり、また、揺れの周期から惑星の公転周期がわかります。グリーゼ 581 の周囲にあるように、系内に複数の惑星がある場合、解明すべき視線速度信号が多数あります。後で説明するように、問題を混乱させる可能性のある恒星自体に固有の他の影響もあります。

グリーゼ 581 の惑星はすべて視線速度測定によって発見されています。残念ながら、グリーゼ 581 系は、惑星が恒星の表面を横切って移動し、恒星の光の一部を遮る[様子](#)を観測できるような配置になっていません。

グリーゼに関するよくある質問

グリーゼ 581 とは何ですか? [グリーゼ 581 は](#)、[天秤座](#)にある、地球から約 20 光年離れた赤色矮星です。肉眼で見るとは暗すぎます。近いとはいえ、赤色矮星は小さくて冷たいため、それほど明るくないからです。

グリーゼ 581 の周囲には惑星がいくつありますか? グリーゼ 581 の周囲には、地球よりも質量が大きい 3 つの惑星が知られています。他に 3 つの候補がありましたが、最終的には除外されました (ただし、まだ議論が続いています)。グリーゼ 581 には、非常に密度の高い[彗星](#)の帯もあります。

グリーゼ 581g と他の惑星はいつ発見されましたか? グリーゼ 581 の周囲に最初の惑星候補が発見されたのは 2005 年です。それから 2010 年までの間に、グリーゼ 581f やグリーゼ 581g など他の惑星候補も検出されましたが、それらはもはや存在しないと考えられています。

グリーゼ 581 の惑星の中に居住可能なものはありますか?

存在すると主張されている惑星のうちの 2 つ、グリーゼ 581d と 581g は、ハビタブルゾーン内にあった。ハビタブルゾーンとは、惑星に大気があると仮定した場合、液体の水が存在できる温度にちょうど適した恒星からの距離である。しかし、現在ではどちらの惑星も存在しないと考えられている。

グリーゼ 581 まで旅行できますか? いいえ、グリーゼ 581 へは行けません。たとえ[光速](#)で移動できたとしても (もちろん[不可能](#)ですが)、そこに到達するには 20 年かかります。現在最も速い宇宙船は[パーカー・ソーラー・プローブ](#)で、[金星の重力の助けを](#)借りて時速 394,736 マイル (635,266 km/h) まで加速しました。この速度で移動すると、グリーゼ 581 に到達するまでに 34,850 年かかります。

グリーゼ 581 の惑星

グリーゼ 581 を周回する最初の太陽系外惑星は[グリーゼ 581b](#)である。これは海王星サイズの世界であり、質量は地球の少なくとも [15.8 倍](#)で、5.4 日ごとに 370 万マイル (597 万キロメートル) の距離を主星の周りを回って

いる。[居住可能領域は主星から 1090 万マイル（1750 万キロメートル）](#)の距離から始まることが示されているため、グリーゼ 581b は赤色矮星に近すぎるため、居住可能とは見なされない。

次に登場したのは、2007 年 4 月に発表された 2 つの「スーパーアース」、[グリーゼ 581c と 581d](#) です。グリーゼ 581c も高温のため居住可能領域には入りません。グリーゼ 581c は恒星から 670 万マイル（1070 万キロ）離れた軌道を回っています。しかし、グリーゼ 581d の方が興味深いです。グリーゼ 581d は恒星から 2030 万マイル（3270 万キロ）離れた軌道を 66.5 日で回っており、居住可能領域にぴったり収まっています。質量は地球の 5.6 倍以上でしたが、それでもその時点で発見された惑星の中で最も地球に似ているとみなされていました。

4 番目の惑星、[グリーゼ 581e は 2009 年に発見されました。この惑星は恒星に最も近い惑星で、わずか 260 万マイル（420 万 km）の距離を 3.2 日で周回しており、質量は地球の約 2.5 倍です。](#)

これらの惑星のどれにも、太陽系内に直接類似するものではありません。[太陽](#)に近い海王星サイズの惑星や、地球の数倍の質量を持つ岩石惑星はありません。そのため、グリーゼ 581 の世界は私たちにとって非常に異質です。

グリーゼ 581f とグリーゼ 581g の発見

2010 年、別のチームが[グリーゼ 581 系でさらに 2 つの惑星を発見した](#)と発表しました。グリーゼ 581f とグリーゼ 581g と名付けられたこれらの惑星は、カリフォルニア州リック天文台のステイブン・フォクト氏とワシントン DC のカーネギー科学研究所のポール・バトラー氏が率いるチームによって発見されました。主張された惑星の 1 つであるグリーゼ 581g は非常に有望でした。その発見は、ハワイのマウナケア山頂にある[WM ケック天文台の HIRES 機器](#)によって収集された 11 年間の視線速度データと、HARPS による 119 回の個別観測から得られた 4.3 年間分のデータに基づいています。さらに、グリーゼ 581g は、その主星の居住可能領域内に完全に位置しているようだ。大気がなければ、その温度は華氏マイナス 35 度から 12 度（摂氏マイナス 37 度から 11 度）になる。しかし、大気があれば、地球の[大気](#)のように熱を保持できるため、原理的には、表面に液体の水が存在できるほど暖くなる可能性がある。したがって、グリーゼ 581g は、質量（少なくとも地球の 3.1 倍）と、36.6 日ごとに 1,350 万マイル（2,180 万 km）の距離を公転し、主星から受け取る熱量の点で、当時知られている太陽系外惑星の中で最も地球に似ている惑星でした。[581d と合わせると](#)、グリーゼ 581 には居住可能領域内に 2 つの惑星があることを意味しました。

Gliese 581g に何が起こったのでしょうか？

ほぼすぐに、グリーゼ 581f と g の存在を主張する議論に亀裂が生じ始めた。その存在に最初に疑問を投げかけたのは、グリーゼ 581 の周囲に最初の 4 つの惑星を発見した同じヨーロッパの天文学者チームによる[研究だった](#)。視線速度法で惑星を検出するのは、恒星の光の中で交互に現れる赤方偏移と青方偏移を見つけるほど簡単ではありません。恒星は激しく揺れ動く怪物であり、恒星には赤方偏移と青方偏移を[模倣する](#)固有の特性があり、軌道を回る惑星のような[錯覚を引き起こします](#)。

たとえば、太陽の光球と彩層には、[プラージュ](#)のようにより高温で明るい（したがって「より青い」）部分と、太陽黒点のようにより低温で暗い（したがって「より赤い」）領域が[あり](#)ます。グリーゼ 581 などの赤色矮星は、太陽のような恒星の中で[最も磁場が強く](#)、たとえば太陽よりもはるかに頻繁に、はるかに大きな黒点を生成することがあります。すべての恒星はある程度この種の活動を行っているため、視線速度の測定結果には常にそれが表れている。大きな恒星黒点ではなく惑星が検出されたと確信するには、信号が統計的に有意でなければならない。しかし、ヨーロッパの天文学者たちは、HARPS による 121 の新しい視線速度観測と、フォクトとバトラーの当初の研究で使用された 119 の HARPS 測定結果を組み合わせた結果、どちらの惑星についても統計的証拠は見つからなかったと主張した。同時期に発表された[2 番目の論文](#)では、ベイズ統計を使用して同じ結論に達している。つまり、惑星は 4 つしか存在せず、グリーゼ 581f とグリーゼ 581g は存在しないという結論である。フォクトとバトラーはヨーロッパの研究結果を否定した。彼らは、チームが 4 惑星モデルに合わないデータを無視しており、4 惑星モデルは力学的に不安定で不可能だと主張した。その代わりに、フォクトとバトラーは HARPS データを再分析し、グリーゼ 581g の[強力な証拠](#)を発見したと考えた。ただし、グリーゼ 581g の最小質量は、こ

れまで報告されていた地球の 3.1 倍ではなく、地球の 2.2 倍であり、公転周期は 36 日ではなく 32 日であるなど、若干異なる特性がある。それでも、この想定される惑星は依然としてその恒星の居住可能領域にあり、サイズが小さいため、地球にさらに似ているだろう。

グリーゼ 581d に関する疑問

グリーゼ 581f とグリーゼ 581g の惑星の存在を主張する主張は、これですべてでした。2014 年、ペンシルベニア州立大学の[ポール ロバートソン氏が率いる研究は](#)、グリーゼ 581 の居住可能領域で恒星の活動が惑星を装っているという結論に達しました。彼らは、恒星の自転周期を 130 日プラスマイナス 2 日 ([後に 132 日に修正](#)) と測定し、恒星が自転するにつれて視界に入ったり消えたりする恒星黒点は、惑星 f と g だけでなく、疑わしいことに、公転周期が恒星の測定された自転周期の半分であると主張している惑星 d も模倣していました。つまり、攻撃対象には 3 つの惑星があったことになります。議論は行ったり来たりだった。惑星 d も失われる可能性があったため、賭け金はより高くなった。「GJ[グリーゼ]581d の存在（あるいは不在）は、他の恒星の周りの「ゴルドロック」ゾーンで発見された最初の地球型惑星であり、ドップラー法のベンチマークケースであるため、重要です」と、ロンドン大学クイーン・メアリー校の天文学者、ギエム・アングラダ・エスクデ氏は 2015 年の[声明](#)で述べた。惑星 d をめぐる論争は、2016 年にドイツのカール・シュヴァルツシルト天文台の天文学者アーティ・ハツェスが、66.7 日周期でこの恒星から放出[される水素アルファ放射](#)が、惑星 d の想定軌道と 180 度ずれていることを示したことで、急速に終結した。言い換えれば、恒星の活動から生じるこれらの水素アルファ放射の周期が、およそ 66.5 日周期で周回する惑星があるという錯覚を生み出していたのだ。

1 年後、惑星 f と g の物語も終わりを迎えました。スペインのカラル・アルト[天文台の視線速度測定装置 CARMENES](#) (近赤外線および光学エシェル分光器による M 型矮星と太陽系外惑星の高解像度探索)による調査で、グリーゼ 581 を周回する惑星は b、c、e の 3 つだけであることが確認されました。

物語はこれで終わりではない

このすべてから得られる教訓は、天文学者が太陽系外惑星を発見したと話すとき、それは通常、望遠鏡を通して自分の目で見たという意味ではないということを覚えておくことです。太陽系外惑星の存在は通常、間接的に推測され、信号は非常に微弱な場合が多いため、惑星がそこに存在することを統計的に確信するには複数回の観測が必要です。そのため、「[惑星候補](#)」というフレーズをよく目にするかもしれません。これは、視線速度または通過から得られる信号で、惑星であると考えられているものの、観測ではまだ統計的有意性が得られていないか、あるいは通過と視線速度の両方で確認されていない信号です。この 2 つの独立した方法は、互いにある程度の検証を提供します。そして、確信していると思っても、グリーゼ 581 のケースは、これらの太陽系外惑星の観測がいかに難しいかを思い出させてくれます。実際、グリーゼ 581 の惑星の物語はまだ終わっていない。2024 年 1 月、テキサス大学アーリントン校の天文学者マンフレッド・カンツとペンシルベニア州ヴィラノバ大学のスコット・エンゲル、エドワード・ギナンは、グリーゼ 581 の自転、ひいてはその恒星活動の分光測定が不正確である疑いがあると[報告した](#)。彼らの計算によると、恒星は 148.7 日ごとに自転しており、これはこれまで想定されていた周期より 16 日以上長い。惑星 d は、その公転周期が恒星の当初の計算による自転周期の半分であり、その信号が恒星の活動と関連していたため、当初は除外されていたことを思い出してほしい。しかし、恒星の自転の新しい値が正しければ、これは当てはまらない。カンツ、エンゲル、ギナンは、惑星 d が存在すると主張しているのではなく、惑星を除外する主な理由が不正確であることが示されたと言っているだけである。

Gliese 581d の物語はこれで終わりではありません。次に何が起こるか、引き続きお楽しみに!

追加リソース

[NASA の太陽系外惑星カタログ](#)とヨーロッパの[太陽系外惑星系百科事典](#)を通じて、新しい太陽系外惑星候補と惑星の確認を監視します。

欧州宇宙機関の太陽系外惑星探査ミッションである PLATO (Planetary Transits and Oscillations of Stars) の[計画をご覧ください](#)。

文献 NASA; 「グリーゼ 581」、<https://science.nasa.gov/resource/gliese-581/>

ESO; 「HARPS: 惑星ハンター」、<https://www.eso.org/sci/facilities/lasilla/instruments/harps/overview.html>

ESO; 「3.6 メートル望遠鏡」、<https://www.eso.org/public/teles-instr/lasilla/36/>

ESO; 「ラシーラ天文台: ESO の最初の天文台」、<https://www.eso.org/public/teles-instr/lasilla/>

Xavier Bonfils 他「HARPS による南半球系外惑星の探査 パート VI: 近傍 M 型矮星 Gl 581 の周囲を周回する海王星質量の惑星」、天文学と天体物理学、第 443 巻

(2005 年) <https://www.aanda.org/articles/aa/abs/2005/45/aahh223/aahh223.html>

太陽系外惑星の発見と分類方法、NASA、<https://science.nasa.gov/exoplanets/how-we-find-and-characterize/>

トランジットとは何か?、NASA、<https://science.nasa.gov/exoplanets/whats-a-transit/>

NASA 系外惑星: グリーゼ 581b、<https://science.nasa.gov/exoplanet-catalog/gj-581-b/>

P. von Paris 他「グリーゼ 581 系における居住可能性に関する大気研究」天文学と天体物理学、第 532 巻 (2011 年) https://www.aanda.org/articles/aa/full_html/2011/08/aa16058-10/aa16058-10.html

ステファン・ウドリー他「HARPS による南半球系外惑星の探査 パート XI: 3 惑星系内のスーパーアース (5Me および 8Me)」、天文学と天体物理学、第 469 巻

(2007 年) <https://www.aanda.org/articles/aa/abs/2007/27/aa7612-07/aa7612-07.html>

ミシェル・マヨール他「HARPS による南半球系外惑星の探査パート XVIII: GJ 581 惑星系の地球質量惑星」天文学と天体物理学、第 507 巻 (2009 年) https://www.aanda.org/articles/aa/full_html/2009/43/aa12172-09/aa12172-09.html

スティーブン・S・ヴォクト他「リック・カーネギー系外惑星調査: 近傍の M3V 星グリーゼ 581 のハビタブルゾーンにある 3.1Me の惑星」天体物理学ジャーナル、第 723 巻、第 1 号 (2010 年)

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0004-637X/723/1/954>

HIRES ホームページ、WM ケック天文台、<https://www2.keck.hawaii.edu/inst/hires/>

Y. Hu および F. Ding、「太陽系外惑星 Gliese 581c および Gliese 581d の居住可能性に対する放射制約」、天文学と天体物理学、第 526 巻 (2011 年) https://www.aanda.org/articles/aa/full_html/2011/02/aa14880-10/aa14880-10.html

T. Forveille 他「HARPS による南半球系外惑星の探査 XXXII: GJ-581 系には 4 つの惑星のみ」、<https://arxiv.org/abs/1109.2505>

「色が変化する星: 視線速度法」、惑星協会、<https://www.planetary.org/articles/color-shifting-stars-the-radial-velocity-method>

Jean C. Costes 他「長期的な恒星活動の変動と視線速度測定への影響」、王立天文学会月報、第 505 巻、第 1 号 (2021 年) <https://academic.oup.com/mnras/article/505/1/830/6253203>

デビッド・ハサウェイ、「太陽物理学: 彩層の特徴」、NASA マーシャル宇宙飛行センター (2014) <https://solarscience.msfc.nasa.gov/feature2.shtml>

デビッド・ハサウェイ、「太陽物理学: 光球面の特徴」、NASA マーシャル宇宙飛行センター (2014) <https://solarscience.msfc.nasa.gov/feature1.shtml#Sunspots>

D. Shulyak 他「CARMENES 調査による M 型矮星の磁場」天文学と天体物理学、626 (2019) https://www.aanda.org/articles/aa/full_html/2019/06/aa35315-19/aa35315-19.html

M. Tuomi、「グリーゼ 581 の視線速度のベイズ再解析: 伴惑星が 4 つだけであることを支持する証拠」、天文学と天体物理学、528 (2011) https://www.aanda.org/articles/aa/full_html/2011/04/aa15995-10/aa15995-10.html

SS Vogt, RP Butler, N. Haghighipour、「GJ 581 アップデート: ハビタブルゾーンにあるスーパーアースの追加証拠」、天文学ノート、第 333 巻、第 7 号 (2012) <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/asna.201211707>

ポール・ロバートソン他「M 型矮星グリーゼ 581 のハビタブルゾーンにおける惑星を装った恒星活動」、

サイエンス、第 345 巻、第 6,195 号 (2014 年) <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1253253>
Sarah E. Dodson-Robinson 他「マグニチュード 2 乗コヒーレンス: ドップラー惑星発見を恒星活動から切り離す強力なツール」The Astronomical Journal、第 163 巻、第 4 号
(2022 年) <https://iopscience.iop.org/article/10.3847/1538-3881/ac52ed>
ロンドン大学クイーン・メアリー校、「これまでノイズとして無視されてきた居住可能な惑星 GJ 581d はおそらく存在する」(2015) <https://www.qmul.ac.uk/media/news/2015/se/habitable-planet-gj-581d-previously-dismissed-as-noise-probably-does-exist.html>
AP Hatzes、「GL 581 の周期的な Ha 変動: GL 581d の活動起源のさらなる証拠」、天文学と天体物理学、第 585 巻 (2016 年) https://www.aanda.org/articles/aa/full_html/2016/01/aa27135-15/aa27135-15.html
T. トリフォノフ他「M 型矮星周辺の太陽系外惑星の CARMENES 探査」、天文学と天体物理学、第 609 巻 (2018 年) https://www.aanda.org/articles/aa/full_html/2018/01/aa31442-17/aa31442-17.html
CARMENES 楽器、<https://carmenes.caha.es/ext/instrument/index.html>
NASA; 「詳細: 太陽系外惑星」、<https://science.nasa.gov/exoplanets/facts/#h-confirmed-vs-candidate>
マンフレッド・カンツ、スコット・G・エングル、エドワード・F・ギナン、「一度は否定されたハビタブルゾーンのスーパーアース、グリーゼ 581d は実際に存在するかもしれない!」AAS 研究ノート、第 8 巻、第 1 号 (2024 年) <https://iopscience.iop.org/article/10.3847/2515-5172/ad1de4>

[キース・クーパー](#) 寄稿者

キース・クーパーはイギリスのフリーランス科学ジャーナリスト兼編集者で、マンチェスター大学で物理学と天体物理学の学位を取得しています。『The Contact Paradox: Challenging Our Assumptions in the Search for Extraterrestrial Intelligence』(ブルームズベリー・シグマ、2020 年)の著者であり、多数の雑誌やウェブサイトにて天文学、宇宙、物理学、宇宙生物学に関する記事を執筆しています。

<https://www.space.com/supermassive-black-hole-physics-big-bang>

超大質量ブラックホールは物理法則を曲げて巨大なサイズに成長した

[ロバート・リー](#) 著 2024.11.21

「我々が得た結果は本当に予想外のものであり、すべてがブラックホールの超エディントン型成長メカニズムを示唆しています。我々は大当たりしたと言ってもいいでしょう!」



輝くガスと塵の円盤に囲まれた、エネルギーを蓄えている超大質量ブラックホール。(画像提供: Emanuela Tortosa)

科学者たちは、ビッグバンから 10 億年も経たないうちに存在していたブラックホールが物理法則に反して巨大なサイズに成長した可能性があるという証拠を発見した。この発見は、宇宙科学における最も差し迫った謎の一つ、「初期宇宙の超大質量ブラックホールはどのようにしてこれほど急速に大きく成長したのか」を解明する可能性がある。太陽の何百万倍、あるいは何十億倍もの質量を持つ[超大質量ブラックホールは、あらゆる大型銀河の中心に存在します。ブラックホールは、次第に大きくなるブラックホール](#)同士の合体によって成長し、時には周囲の物質を餌として食べることで成長すると考えられています。[超大質量ブラックホールが餌を食べると、ブラックホールを取り囲む物質 \(「降着円盤」と呼ばれる平らな雲\) が非常に明るく輝き、はるか遠くからでも見えるようになります。このような明るい天体は「クエーサー」と呼ばれ、その銀河にあるすべての星の光を合わせた光よりも明るく輝くことがあります。しかし、ブラックホールが「超大質量状態」に達することを可能にするプロセスは、約 10 億年以上のタイムスケールで発生すると考えられています。つまり、\[ジェイムズ・ウェッブ宇宙\]\(#\)](#)

[望遠鏡](#)（JWST）が行っているように、[ビッグバン](#)から約5億年後に超大質量ブラックホールをエネルギー源とするクエーサーを観測することは、科学者が取り組むべき大きな問題（あるいは超大質量問題？）となります。



この謎を解明するため、研究チームは [XMM ニュートン](#) と [チャンドラ](#) 宇宙望遠鏡を使用して、X線光でこれまでに発見された最古のクエーサー21個を調査した。その結果、宇宙の初期の時代「[宇宙の夜明け](#)」に形成されたと考えられるこれらの超大質量ブラックホールは、激しい摂食、つまり「集積」の爆発によって、急速に巨大な質量に成長した可能性があることが判明した。

あなたも好きかもしれません

[巨大な星の残酷な「ブラックホールによる死」は、この種のイベントとしては最大かつ最も明るいものである](#)
[ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡が超大質量ブラックホール付近の衝撃波を発見（画像）](#)

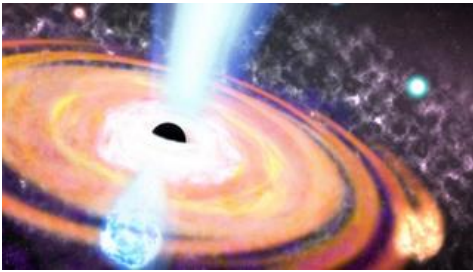
この発見は、究極的には、超大質量ブラックホールが初期宇宙でクエーサーとしてどのように存在していたかを説明する可能性がある。「我々の研究は、宇宙の最初の10億年の間に形成された最初のクエーサーの中心にある超大質量ブラックホールが、実際には物理法則に反して非常に急速に質量を増やした可能性があることを示唆している」と、研究を率いたイタリア国立天体物理学研究所（INAF）の科学者アレシア・トルトーザ氏は[声明](#)で述べた。これらの初期の超大質量ブラックホールが行っていたと思われる急速な摂食は、「[エディントン限界](#)」と呼ばれる法則により、法則を逸脱していると考えられている。

答えは風に吹かれて

[エディントン限界とは、宇宙で物質を集積しているあらゆる物体の場合、発生した光の放射圧が重力に打ち勝ち、物質を押し除けて集積物体への物質の落下を止めるまでに到達できる最大光度が存在するというものです。](#)言い換えれば、急速に食料を蓄えているブラックホールは、周囲から大量の光を発生させ、自身の食料供給を断ち切り、自身の成長を停止させるはずだ。このチームの研究結果は、エディントン限界が定義可能であり、超大質量ブラックホールが「[超エディントン集積](#)」段階に入る可能性があることを示唆している。この結果の証拠は、これらのクエーサーから放出されるX線スペクトルの形状と、そこから吹き出す強力な物質風の速度（毎秒数千マイルに達することがある）との関連性から得られた。

この関連性は、クエーサーの風速と、その特定のクエーサーに関連する中心ブラックホールに最も近い位置にあるX線を放射するガスの温度との間に関連があることを示唆している。低エネルギーX線放射を持つクエーサー、

つまり低温のガスは、風の動きが速いようである。



このイラストは、初期の超大質量ブラックホールから流れ出る強力な物質の風を示しています。(画像提供: ロベルト・モラー・カンダノサ/ジョンズ・ホプキンス大学)

一方、[高エネルギーX線クエーサーは、風の動きが遅いようである。](#) ブラックホールに近いガスの温度は、ブラックホールが物質を集積するメカニズムと関連しているため、この状況は、超大質量ブラックホールが激しく摂食し、急速に成長する超エディントン段階を示唆している。これは、宇宙が10億年になる前の初期宇宙で超大質量ブラックホールがどのように存在するようになったかを説明できるかもしれない。「X線放射と風の関連性の発見は、これほど巨大なブラックホールがいかにして短期間に形成されたかを理解するために極めて重要であり、現代天体物理学の最大の謎の一つを解く具体的な手掛かりとなる」とトルトサ氏は語った。

関連記事:

— [暗黒物質は、初期の宇宙でブラックホールがモンスターサイズに成長するのを助けたのでしょうか？](#)

— [衝突するブラックホールは超高輝度クエーサーの光の中に隠れている可能性がある](#)

— [初期宇宙の「宇宙の正午」に合体する2つの超大質量ブラックホールが発見される](#)

チームが使用した XMM-ニュートンのデータは、INAF の研究者であるルカ・ザッパコスタ氏が指揮する複数年 XMM-ニュートン遺産プログラムと、宇宙の夜明けにおける[超高輝度クエーサーの研究を目的とする HYPERION プロジェクトの一環として、2021 年から 2023 年の間に収集された。](#)

「HYPERION プログラムでは、2 つの重要な要素に焦点を当てました。1 つは、観測するクエーサーを慎重に選択し、可能な限り最大の質量を蓄積したクエーサー、つまり巨人を選択することです。もう 1 つは、宇宙の夜明けにこれほど多くの物体を対象に試みられたことのない、X 線におけるクエーサーの特性の詳細な研究です」とザッパコスタ氏は声明で述べています。「私たちが得た結果は本当に予想外のものであり、すべてがブラックホールのスーパー エディントン型成長メカニズムを示唆しています。」「大当たりだったと言ってもいいでしょう！」チームの研究は水曜日（11 月 20 日）に[天文学と天体物理学の雑誌に掲載された。](#)

[ロバート・リー](#) シニアライター

Robert Lea は英国の科学ジャーナリストで、Physics World、New Scientist、Astronomy Magazine、All About Space、Newsweek、ZME Science に記事を掲載しています。また、Elsevier や European Journal of Physics で科学コミュニケーションに関する記事も執筆しています。Rob は英国の Open University で物理学と天文学の理学士号を取得しています。Twitter で @sciencefirst をフォローしてください。

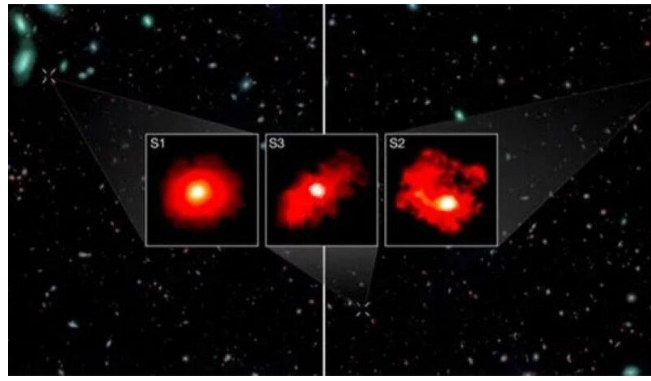
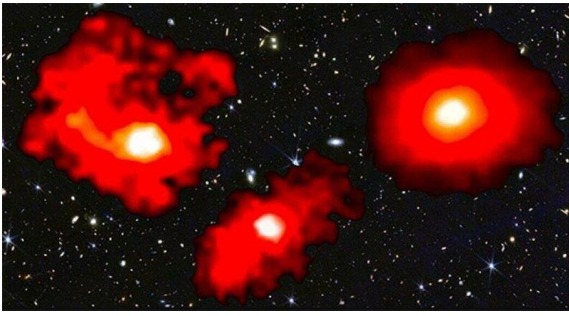
https://news.biglobe.ne.jp/trend/1118/kpa_241118_9767740704.html

存在自体がありえない3つの巨大な赤い銀河が発見される

2024 年 11 月 18 日（月）21 時 0 分 [カラパイア](#)

宇宙で赤いときけば、赤い彗星シャアがすぐに頭に浮かんでしまう同世代のおともだち、ごきげんよう。

この度、ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡によって、存在するはずがない赤く輝く巨大な3つの銀河が発見されたようだ。「レッドモンスター」と名付けられたこれらの銀河トリオは、それぞれがここ天の川銀河とほぼ同じ質量（太陽質量1000億倍）を持っている。



Credit: NASA/CSA/ESA, M. Xiao & P. A. Oesch (University of Geneva), G. Brammer (Niels Bohr Institute), Dawn JWST Archive

初期宇宙で発見された銀河トリオ「レッドモンスター」 /Image credit: NASA/CSA/ESA, M. Xiao & P. A. Oesch (University of Geneva), G. Brammer (Niels Bohr Institute), Dawn JWST Archive

問題は、それらがビッグバンから 10 億年も経過していない、128 億年前に誕生していたことだ。これまでの宇宙理論によるなら、銀河はこれほどの速さで成長するはずがないのだ。 ということは、このたび発見されたこれら初期宇宙の銀河トリオによって、従来の銀河形成モデルがくつがえされるかもしれない。

銀河成長スピードの限界を突破する 3 つの赤い怪物

英国バース大学の天文者ステイン・ヴィツ教授は、「このような巨大な赤い怪物「レッドモンスター」が 3 つ見つかったことで、素晴らしい謎が突きつけられています」と、プレスリリース [<https://www.eurekalert.org/news-releases/1064617>] で語る。 銀河の進化についての従来の理論では、銀河は暗黒物質の巨大なハローの中で産声を上げるとされている。 その巨大な重力によってガスや塵などが引き寄せられ、圧縮されることで星々が誕生するのだ。 だが、通常そうしたプロセスはかなり非効率的と考えられている。星になるのは、集められたガスのせいぜい 20%程度のものだ。 それなのにレッドモンスターでは、ガスの 80%が星になっているように見える。 「レッドモンスターは、何らかの方法でその限界を突破したようです」とヴィツ教授は話す。

初期の銀河の成長の秘密を解明するヒントに

なぜそのように効率的に星々が形成されたのか？ それはレッドモンスターを詳しく観察することでヒントを得られるだろうと期待されている。 ジュネーブ大学のシャオ・メンユアン氏は、「レッドモンスターは、初期宇宙研究における新たな時代の始まりに過ぎません」と語る。 レッドモンスターは、ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡に搭載された近赤外カメラ (NIRCam) で、初期宇宙の塵におおわれた深奥を覗き込むことで発見された。

今後研究チームは、ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡にくわえ、チリにある ALMA 望遠鏡 (アタカマ大型ミリ波サブミリ波干渉計) でも、レッドモンスターの観測を行う予定であるという。

宇宙が誕生してまもない頃の様子はいくつもの謎 [<https://karapaia.com/archives/52332935.html>] に包まれている。今回の発見は、そうした謎について理解を深める手がかりになるはずだ。

この研究は『Nature』 [https://www.nature.com/articles/s41586-024-08094-5.epdf?sharing_token=_FDy-HVHelur_YhPz9R1C9RgN0jAjWel9jnR3ZoTv0M4xGvyF6JU3n_8WMwJuap0w7SbRUh6NRxBGop1Hrem-eJjR2c9ZVpgP8NbA5y3hf8PC8Q65mmP2hX9-aW06gGb0Qi5wsHM2Lld1eXnHqIF0LWW9VgkwC7508d-VFaDPR-D6DGQMqntwkmC6HUqBjY77lxo-EmGn8UOYZ6lrxGzHiHPRXHEKaT7qVStOcsEUh4=&tracking_referrer=www.livescience.com)] (2024 年 11 月 13 日付) に掲載された。

References: Astronomers discover mysterious ‘Red Monster’ | EurekAlert! [<https://www.eurekalert.org/news-releases/1064617>] / James Webb Space Telescope discovers mysterious 'red monster' galaxies so large they shouldn't exist | Live Science [<https://www.livescience.com/space/james-webb-space-telescope-discovers-mysterious-red-monster-galaxies-so-large-they-shouldnt-exist>] 関連記事 (外部サイト)