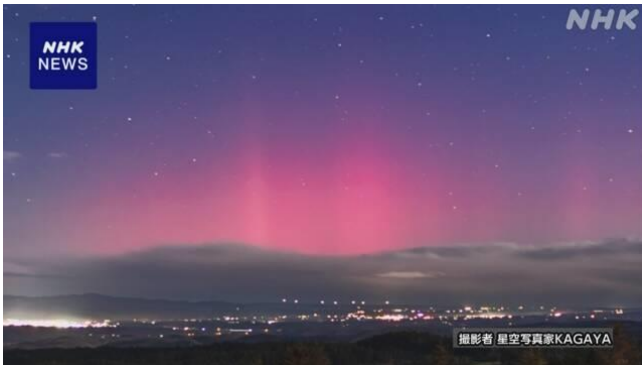


## 北海道各地で「低緯度オーロラ」観測 夜空が薄い赤色に染まる

2023年12月2日 10時31分 [北海道](#)



北海道北部の名寄市で1日夜、低い緯度で発生する「低緯度オーロラ」が観測され、地元の天文台が、夜空がオーロラの光でうっすらと赤く染まる様子を撮影しました。このほか、1日夜はSNSに北海道の各地で「低緯度オーロラ」を目撃したという情報や、映像が相次いで投稿されています。

オーロラは、太陽の表面で起きる爆発現象「フレア」で吹き出した電子が地球の上空の空気の分子にぶつかって光る現象で、規模の大きい「フレア」が起きると、北海道のような緯度の低い場所でもオーロラが観測されることがあり、「低緯度オーロラ」と呼ばれています。

北海道名寄市の「なよろ市立天文台」は、11月29日に「フレア」が発生したことから観測を続けていたところ、1日午後10時ごろ、北の空がオーロラの光で薄い赤色に染まる様子が確認できました。

天文台によりますと、北極圏や南極圏のオーロラの色は青や緑ですが、「低緯度オーロラ」はうっすらと赤く見えるのが特徴で、名寄市でのオーロラの撮影は2015年以来、8年ぶりだということ。

このほかにもSNSには、北海道の各地で「低緯度オーロラ」を目撃したという投稿が相次ぎました。

星空写真家のKAGAYAさんが美幌町で撮影した写真には、夜空をピンク色に染めるオーロラが鮮明に捉えられています。北海道ではことしに入り東部の陸別町で2月と4月、そして11月の3回、「低緯度オーロラ」を観測しています。「なよろ市立天文台」によりますと、再来年にかけて太陽の活動が活発化していくため、今後もオーロラを観測できる可能性があるということです。

<https://www.jiji.com/jc/article?k=2023120200250&g=soc>

## 北海道でオーロラ観測 赤いカーテン、肉眼でも

2023年12月02日 09時05分



北海道陸別町で観測された赤いオーロラ＝1日午後8時29分（銀河の森天文台提供）

北海道各地で1日夜、赤いオーロラが観測された。約2日前に太陽表面で起きた大規模爆発の影響とみられ、赤い光のカーテンが肉眼でもはっきり見えた。[フィンランドフェアでオーロラ再現 佐賀県](#)

オーロラは、宇宙から電子が地球の磁場に沿って地球に入り込む際、上空の酸素や窒素と衝突して光る現象。北極や南極の近くで現れやすいが、今回のような大規模爆発が起きた場合は北海道など低い緯度の場所からも観測され、「低緯度オーロラ」と呼ばれる。

北海道陸別町の「銀河の森天文台」では、1日午後8時20分ごろから北の低い空にオーロラが現れ始め、その後、赤い光が確認できた。同天文台から肉眼で確認できたのは2003年10月以来、20年ぶりという。天文台職員の村田拓也さん（51）は「肉眼でここまで赤くはっきり見えるとは思わなかった。非常に感動的だ」と話した。

<https://news.yahoo.co.jp/articles/ebf02fa5cc9928322f32d8f308e3b4cb05d7b797>

## 北海道でオーロラ観測、夜空赤く染める 2日前の太陽フレア影響

12/2(土) 0:55 配信



[北海道の夜空を彩るオーロラ＝北海道美幌町で2023年12月1日午後8時半ごろ、プラネタリウム映像クリエーターのKAGAYAさん撮影](#)

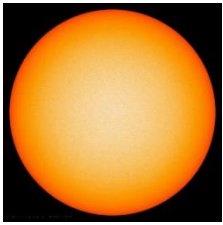
北海道美幌町などで1日夜、赤いオーロラが観測された。肉眼でも見えるほどの鮮やかさで、北の夜空を幻想的に染めた。[【写真】江戸時代にもオーロラ 古文書に描かれ](#) 日本時間11月29日午前に太陽の表面で発生したフレア（爆発）の影響とみられる。太陽から放出されたプラズマが約2日半かけて地球に到達し、地磁気と衝突。磁気嵐を発生させるとともに、大気とぶつかって上空で発光現象を起こした。 オーロラは緑色のイメージがあるが、国立極地研究所の片岡龍峰准教授（宇宙空間物理学）によると、オーロラの高い部分に当たる高度約250～400キロは赤い。北海道のような低緯度の地域からは、水平線上にその高い部分だけが見えるため、赤いオーロラになるという。片岡准教授は「北海道でオーロラが肉眼で見えるのは珍しい。磁気嵐の規模は決して大きくないのに、これだけ見えたことが非常に興味深い」と話した。国内では2015年に3回、北海道の陸別町や名寄市などでオーロラが観測されている。【阿部周一】

<https://sorae.info/astromy/20231126-p-mode.html>

## 太陽の直径は139万1560km 「pモード」による初の計算結果 2023-11-26 [彩恵りり](#)

太陽の直径はどのくらいなのでしょう？これは測定することが困難で、過去に様々な値が提唱されています。東京大学の高田将郎氏とケンブリッジ大学のDouglas Owen Gough氏の研究チームは、太陽の直径の研究としては初めて「pモード」と呼ばれる太陽の振動に基づく計算を行い、太陽の直径を139万1560kmであると算出しました（※）。これは光学的に直接観測された値よりわずかに小さい一方で、太陽の振動に基づく従来

の手法の計算値よりわずかに大きな値です。※...天体の大きさは半径で解説の方がより正確性が高いのですが、この記事では分かりやすさを優先し、太陽の大きさを直径で説明します。



【▲図 1: 2018 年 2 月 1 日に撮影された太陽。太陽の直径は視覚的な太陽の縁と一致する光学的深さに基づいて定義されますが、測定方法によって異なる値が算出されていました (Credit: NASA, GSFC & Solar Dynamics Observatory)】

#### ■太陽の直径の測定方法

太陽系唯一の恒星である太陽の直径はどのくらいの値なのでしょう？ IAU（国際天文学連合）の作業部会が 2015 年に定義した太陽の直径は 139 万 1400km であり、特に断りが無ければ混乱を避けるためにこの値が引用されます。しかし 2009 年の定義では 139 万 2000km と、1891 年に測定された太陽の大きさを 100 年以上採用していました。2015 年に定義値が変わったのは、太陽の大きさを求める試みが続けられた結果です。

ところで、太陽は高温のガスでできているため、地球のように固体の表面を持ちません。このため太陽の直径を求めるには、簡単に言えば、光が通らなくなるほどガスの密度が濃くなる場所を“表面”と見なして測定することになります。これはより正確には「光学的深さ」と呼ばれる手法による定義であり、視覚的な太陽の大きさと一致します。ただし、太陽の正確な直径を光学的に直接測定するのは困難です。太陽は極めて明るい上に、普段の空には太陽と大きさを比べられるものが存在しないためです。数少ない例外として、水星や月が太陽の前を横切る太陽面通過や金環日食の発生している時間を正確に観測し、直径を直接求める方法があります。ただし、これらの天文現象は滅多に起こらない現象である上に、大気の揺らぎなどで測定結果に誤差が生じてしまうため、正確に求めることは困難です。一方で 1960 年代より、太陽の表面に発生する固有の振動が見つかったことで、振動から太陽の直径を求める「日震学」の手法でも太陽の直径が求められています。弦楽器が弦の長さによって固有の音が出せるように、太陽の振動（日震）の周期は太陽の直径によって決まります。つまり振動周期を正確に求めることができれば、太陽の直径を計算により求めることができます。これは太陽の表面を詳細に観測できれば時期に依存せず求めることができます。従来、太陽の直径を振動周期で求めるには「f モード」と呼ばれる振動を利用していました。この振動は太陽の表面に現れやすいため、測定しやすいというメリットがあります。IAU における太陽の直径の定義値も、f モードを元に太陽の直径を計算した研究を元に定められています。しかし、f モードは太陽の表面に正確に表れていないのではないかという見解も一部にあり、その場合、f モードは太陽の直径を正確に反映していないこととなります。実際、光学的に直接観測された太陽の直径と、f モードに基づき計算した太陽の直径にズレがあることは、太陽観測における問題として残されています。例えば国立天文台では、古い値であることを承知の上で、IAU の 2009 年の定義である 139 万 2000km を太陽の直径として引用しています。これは光学的な直接観測による太陽の直径に近い値です。

#### ■「p モード」に基づく太陽の直径を計算

本来、直接観測と計算値には大きなズレが生じないはずですが、現状の問題が発生しているということは、太陽の振動に関する理解が不十分であることを表しています。高田氏と Gough 氏の研究チームは、「p モード」と呼ばれる別の振動モードに基づく太陽の直径の計算を試みました。これはより太陽の表面に近い場所で反射されると考えられており、太陽の正確な直径を反映すると考えられます。また、p モードは太陽内部の活動によって発生した波であり、発生状況が太陽内部の物質密度を正確に反映していると予測されます。このため正確な太陽モデルを用意し p モードに基づく計算を行えば、より正確な太陽の直径を計算できると考えられます。



測定法	測定者	年代	直径	誤差	備考
fモード	国際天文学連合	2015	139万1400 km	(定義値)	多くの場合で使用される値
	Allen	1973	139万1360 km	± 60 km	
光学的測定	国際天文学連合	2009	139万2000 km	(定義値)	Auwers (1891) に基づく
	Schou, et al.	1997	139万1980 km	± 140 km	
pモード	今回の研究	2023	139万1560 km	± 320 km	

【▲図 2: 太陽の直径に関する過去の値と、今回の測定結果との比較 (Credit: 彩恵りり)】

高田氏と Gough 氏の計算の結果、pモードに基づく太陽の直径は 139 万 1560km (±320km) であると算出されました。これは光学的な測定に基づく値である 139 万 2000km よりわずかに小さい一方で、fモードに基づく値である 139 万 1400km よりわずかに大きな値です。pモードでの太陽の直径の算出は初めてです。

#### ■太陽モデルの見直しはこれからの研究次第

今回の研究結果は、振動モードによって算出される太陽の直径が変わってしまったという点から、従来の研究に用いられている太陽のモデルの正確性に疑問符を付ける計算結果となります。ただし、太陽のモデルに対する太陽の振動の現れ方や伝わり方は極めて複雑であるため、この結果だけでは太陽のモデルを書き換えることは困難です。実際、他の研究では異なる太陽の直径が計算されており、これは異なるモデルやデータに基づいて計算しているか、もしくは太陽の直径そのものが活動によって変化している可能性もあります。太陽の直径の研究は、太陽の性質そのものをより深く知ることに繋がり、結果として太陽以外の恒星についての理解を深めることにも繋がるでしょう。

Source [M. Takata & D. O. Gough](#). "The acoustic size of the Sun". (arXiv)

[Carly Cassella](#). "Our Sun Might Not Be Quite as Big as We Thought". (Science Alert) 文／彩恵りり

[https://news.biglobe.ne.jp/domestic/1130/ym\\_231130\\_4996512518.html](https://news.biglobe.ne.jp/domestic/1130/ym_231130_4996512518.html)

## 小惑星リュウグウの砂や石を再現した土で野菜を育てることに成功…宇宙での食糧

### 確保につながるか

2023年11月30日(木) 7時59分 [読売新聞](#)



探査機「はやぶさ2」が小惑星リュウグウで採取し持ち帰った砂や石 (JAXA提供)。岡山大は、この成分を忠実に再現した土で野菜を育てた [写真を拡大](#)

「驚きというか、感激。発芽した時は叫びました」

宇宙航空研究開発機構 (JAXA) の探査機「はやぶさ2」が小惑星リュウグウから持ち帰った砂や石を再現した土で野菜を育てることに成功したと、岡山大が29日の記者会見で明らかにした。宇宙での食糧確保につながる成果だとしており、近く研究成果を正式に発表する。会見したのは、中村栄三特任教授 (物質科学)。中村特任教授のチームはリュウグウの砂や石を分析し、これまで23種類のアミノ酸のほか、多数の有機物やケイ素を中心とする岩石の成分を解明している。チームは今回、これらの成分を忠実に再現した土を作り、ソバやレタス、ルッコラなどの植物を栽培。ソバは花が咲き、レタスは食べられる大きさまで育ったという。たんぱく質を構成するアミノ酸は「生命の材料」と呼ばれ、チームはリュウグウと同じ組成の土でも

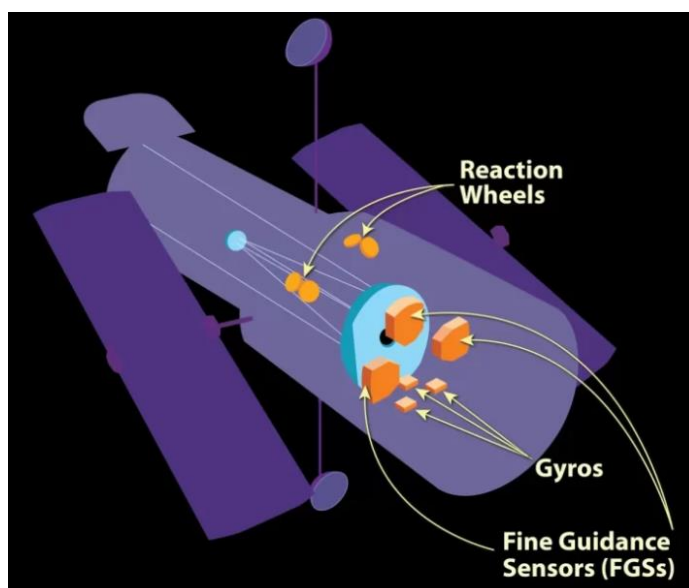
植物の栄養分になることが証明されたとしている。中村特任教授は「驚きというか、感激。発芽した時は叫びました」と笑顔で話した。 チームはまた、米アポロ計画で月から持ち帰った土約10グラムを使い、草を育てる実験も実施。発芽したが、肥料を与えても2〜3週間で枯れたという。中村特任教授は「月に落下した小惑星の土を使えば、月面で野菜を育てて自給自足するシステムを作れるのではないかと述べた。

<https://sorae.info/space/20231201-hubble.html>

## ハッブル宇宙望遠鏡が科学観測を中断 ジャイロスコープの1基に不具合

2023-12-01 sorae編集部

アメリカ航空宇宙局（NASA）は2023年11月29日付で、「ハッブル宇宙望遠鏡（Hubble Space Telescope : HST）」に搭載されている機器の一部に不具合が生じ、望遠鏡がセーフモードに入っていることを明らかにしました。ハッブル宇宙望遠鏡の運用チームは科学観測の再開に向けて取り組んでいるということです。【最終更新：2023年12月1日14時台】



【▲ 地球を周回する「ハッブル」宇宙望遠鏡（Credit: NASA）】

【▲ ハッブル宇宙望遠鏡の姿勢制御に関する機器の配置を示した図。ジャイロスコープ（Gyros）は望遠鏡が向いている方向を検出するために搭載されているセンサーで、望遠鏡の回転速度を測定している（Credit: NASA）】

NASAによると、ハッブル宇宙望遠鏡は2023年11月19日に一度セーフモードに入り、翌日復旧させることに成功したものの、11月23日から再びセーフモードに入っています。原因は望遠鏡が向いている方向を検出するために搭載されているジャイロスコープ（ジャイロセンサー、角速度センサー）の不具合で、3基のジャイロのうち1つが誤った測定値を示したために自動的にセーフモードに切り替わったということです。

現在ハッブル宇宙望遠鏡で使用されているジャイロスコープは、2009年5月に実施された5回目にして最後のサービスミッション（スペースシャトル「アトランティス」によるSTS-125ミッション）で交換されたものです。この時に取り付けられたジャイロは全部で6基ありましたが、現在は問題が生じた1基を含む3基が稼働しています。普段のハッブル宇宙望遠鏡は効率を最大限高めるために3基のジャイロを同時に使用していますが、姿勢を検出する他のセンサー（磁力計、太陽センサー、スタートラッカー）と連携することで、1基のジャイロだけでも科学観測を行うことが可能とされています。NASAによると、ハッブル宇宙望遠鏡の運用チームは解決策を見つけるためのテストに取り組んでいるということです。

ハッブル宇宙望遠鏡の運用状況については新たな情報が入り次第お伝えします。

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20231128-2828531/>

## NTT とスカパーJSAT、Amazon の衛星ブロードバンドサービスを日本で提供へ

掲載日 2023/11/28 17:14 著者：小林行雄

NTT、NTT ドコモ、NTT コミュニケーションズ、スカパーJSAT の 4 社は 11 月 27 日(米国時間)、Amazon.com が提供する低軌道衛星ブロードバンドネットワーク「Project Kuiper(プロジェクトカイパー)」との戦略的協業に合意したことを発表した。今回の協業の一環として、NTT とスカパーJSAT はプロジェクトカイパーを日本の企業や政府機関・自治体に対して提供していくとしているほか、NTT グループ各社でも活用していくとしており、各社はプロジェクトカイパーを活用する形のレジリエンスと冗長性を兼ね備えた通信ネットワークを構築するための選択肢をユーザーに提供する計画だとしている。

一例として、NTT ドコモでは、プロジェクトカイパーを活用することで、山間部や島しょ部などを含めた、これまでサービス提供が難しかった地域において自社のコアネットワークとの接続が可能となり、提供エリアのさらなる拡大を図ることができるようになると説明している。また、企業や政府機関・自治体向けには、これまで通信環境の確保が難しかったエリアにおいて、一次産業における IoT 活用、建設機械の遠隔操作などの高度なソリューションの導入が可能になるとしているほか、プロジェクトカイパー経由で AWS のクラウドサービスにアクセスし、AI や機械学習などを利用することも可能になるともしている。

さらに、NTT とスカパーJSAT、プロジェクトカイパーの 3 者は、地球と宇宙の間のシームレスな通信サービスに関する幅広い協業を模索し、日本のビジネスイノベーションを支援していくとしており、各社の研究開発や技術力、サービスやアセットを活用し、顧客の新サービス創出を支援することで、ヘルスケア、金融サービス、エンターテインメントなど多様な業界のさらなる発展を目指していくとしている。

プロジェクトカイパーは 2023 年 10 月 7 日に試作衛星 2 機の打ち上げに成功。11 月 17 日にはこの 2 機を用いたテストミッションにて、衛星コンステレーションのアーキテクチャと設計の検証やネットワークを介した 4K ビデオストリーミングと双方向ビデオ通話のデモンストレーションなどを 100%の成功率で実施したことを明らかにしており、衛星とネットワークを構成する主要技術が有効であることを検証したことを報告している。



プロジェクトカイパーの試作衛星を載せたロケットのフェアリング。打ち上げはユナイテッド・ローンチ・アライアンス(ULA)の「アトラス V」ロケットにて行われた (C) ULA

なお、Amazon では 2029 年までに約 3200 機の衛星を低軌道に打ち上げることを計画しているほか、2024 年下半期より、一部の顧客やパートナーを対象にベータテスト版サービスの提供を開始する予定としており、この試験に NTT ならびにスカパーJSAT も協業の一環として参加する予定だとしている。

<https://forbesjapan.com/articles/detail/67665>

2023.12.01

## 太陽系「最小」の水星は太陽系「最大の謎」の存在





[Bruce Dorminey | Contributor](#)



NASA 探査機メッセンジャーのデータを用いて作成した水星の着色画像。表面を構成する岩石の性質の違いを示している。画像中央右上は巨大なカロリス盆地（NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington）

[全ての画像を見る](#)

火星や金星が大ニュースを独占する一方、太陽系の最も内側にあるちっぽけな惑星、水星に向けられるわずかな関心は、後回しにされることが多い。太陽の周りを 88 日間で 1 周する、かなり楕円形の公転軌道の上に位置する水星は奇妙で、解明されていない点が多々ある。

直径が地球の約 3 分の 1 で、一見したところ、クレーターのある表面は月に少し似ている。ゆっくりと自転するその表面はクレーターに覆われ、表面を横切ってクネクネと走る高さ約 2km の断崖が散在している。さらに、水星の表面を特徴づけているのは、太陽系最大級の衝突盆地である直径約 1550km のカロリス盆地だ。この惑星の表面は、生命の居住にはほとんど適していない。表面温度が 180~450 度に達するため、水星が過去において、初期の太陽が暗かった時期でさえも、生命居住に適していたと考えている惑星科学者はほとんどいない。何にもまして、水星が謎のままである理由は恐らく、探査が非常に難しいからだ。どんな方法であれ、そこに到達するのは決して簡単ではない。太陽の周りの短い軌道を非常に高速で公転している極めて小型の惑星に探査機が追いつくのは、ニュートンの物理法則により、並外れて難しくなっている。さらには、探査機は水星に到達するとすぐに、重力で捕捉されて安定軌道に投入されるように、十分に減速しなければならない。米航空宇宙局（NASA）の探査機マリナー10号は 1970 年代中頃に、水星へのフライバイ（接近観測）を 3 回成功させた。だが、マリナー10号が撮影できたのは、水星全体の半分に満たなかった。それから 35 年ぶりに水星を訪れ、2011 年に観測を開始した NASA の探査機メッセンジャー（MESSENGER、MErcury Surface, Space ENvironment, GEochemistry, and Ranging）は、水星の周回軌道を 4000 周した。2015 年に推進剤を使い切り、水星に衝突するまで、メッセンジャーは表面の組成と化学的性質の特徴を明らかにし、極域の堆積物は水の氷が大半を占めるといった事実の検証に成功した。

**BepiColombo's journey to Mercury**

5 Dec 2025

後で見る 共有

Launch	20 Oct 2018
<b>Flybys</b>	
10 Apr 2020	- Earth
15 Oct 2020	- Venus
11 Aug 2021	- Venus
01 Oct 2021	- Mercury
23 Jun 2022	- Mercury
20 Jun 2023	- Mercury
05 Sept 2024	- Mercury
02 Dec 2024	- MSubsribe
09 Jan 2025	- Mercury

その他の動画

1:52 / 2:18

YouTube

[次ページ >水星の大きな金属核の謎、原因は天体衝突？形成場所？](#)

## メッセンジャー探査計画の主な要点

米アリゾナ州立大学の宇宙化学者で惑星科学者のラリー・ニトラーは、筆者の取材に応じた電子メールで、水星は酸素が少ない状況で形成されたため、このことが溶解や分離の過程と、マントルや地殻でどのような鉱物が形成される可能性があるかに影響を及ぼしたと説明した。ニトラーによると、水星形成の精密なモデルを作成するには、この2つを的確に説明する必要があり、これまでのところ誰もそれを実行できていない。

宇宙航空研究開発機構（JAXA）と欧州宇宙機関（ESA）の国際共同水星探査ミッション「BepiColombo（ベピコロombo）」の探査機が現在、水星に向かっている。ミッションの目的の1つは、水星の内部構造の特徴を明らかにすることだ。水星は、太陽系の他の惑星に比べて鉄の含有率が高い（合計で体積全体の約85%）ことが知られている。その理由は、まだ誰にもわからないようだ。

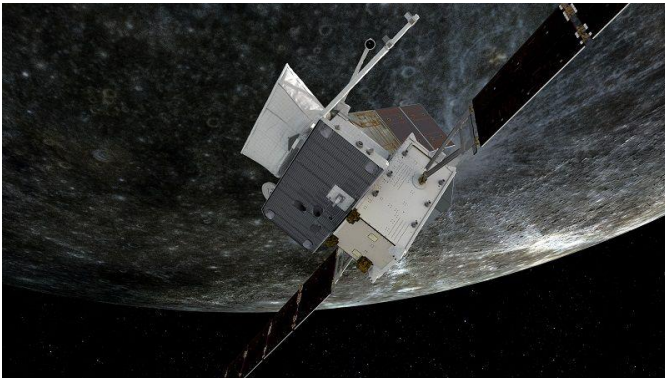
水星の大きな鉄の核はどうやって生まれたのか

コンピュータモデルでは、大量の物質を惑星から剥ぎ取った後、その大半を惑星表面に再降着させないようにするのは困難であることが明らかになっていると、ニトラーは指摘している。

BepiColomboは、水星の内部構造をどのようにして解明するのだろうか。

2018年に打ち上げられたBepiColomboは、水星を6回フライバイした後、2機の相補的な探査機である水星表面探査機（MPO）と水星磁気圏探査機（MMO）を2025年末に水星周回軌道に投入する予定だ。

ESAのチームは、MPOとMMOの両方の周回探査機に働く重力を測定することで、水星の重力場と内部構造モデルから求められた予測値とを比較できるはずだと、ニトラーは述べている。



水星をフライバイ（接近通過）するBepiColombo探査機の想像図（ESA/ATG medialab）

ニトラーによれば、他にも次のような謎があるという。

### 水星の表面にある奇妙な空洞の成因

この空洞は、地球にあるカルスト状地形に似ていると考えられている。カルストは、主に石灰岩やドロマイトなどの水に溶けやすい岩石の溶食によって形成される。

空洞は恐らく、何らかの蒸発しやすい揮発性の構成要素が消失したことにより、岩石が表面下に沈んで形成される可能性が高い。だがニトラーによると、この構成要素が何かは、まだ明らかになっていない。

[次ページ >水星をめぐるさまざまな謎、解明のカギを握るのは？](#)

### 表面下の豊富なグラファイト

ニトラーによると、水星の表面は全体がかなり黒っぽいのが、大規模な天体衝突によって掘り起こされた物質は、なお一層黒っぽい色をしていることが明らかになっている。これは、恐らくグラファイトの形態の炭素が多量に存在することが原因の可能性が高いという。

グラファイトは黒鉛とも呼ばれ、自然に産出する結晶状の炭素だ。

初めに全体が黒鉛でできた地殻があり、それが後にケイ酸塩の溶岩流で覆われたものが、現在の地殻を形成している可能性がある、ニトラーは説明している。水星が形成された直後にマントルが完全に熔融し、炭素が結晶化してできたグラファイトが、まるで氷山のように最上部まで浮上したという興味深い説もあるという。

水星は現在ある場所で形成されたのか、あるいは太陽系のもっと外側か



ニトラーによれば、大きな核を持つことに関して提案されている説明の1つでは、水星は（金星に似た？）他の天体がかすめるように接触する衝突を受け、マンツルの大部分を失った可能性があるとする。この説明では、水星は太陽からさらに離れたところにしばらくの間位置していた必要があるが、その場所で形成されたことは必要条件ではないという。

### ニトラーが考える水星をめぐる最大の謎

それは、水星の起源だという。基本的に、水星の起源を説明するどんなモデルも、大きな核を持つことを説明する必要があると、ニトラーは指摘した。

半世紀にわたる無人機による探査を経ても、水星はいまだにその秘密を守っている。現在進められている探査のペースでは、残念ながら今後数世代にわたり、その謎は続くだろう。 ([forbes.com](https://forbes.com) 原文) 翻訳=河原稔

<https://forbesjapan.com/articles/detail/67577>

2023.11.28

## 水星に「生命が存在」する氷河がある可能性、NASA 支援の研究チームが報告



[Jamie Carter | Contributor](#)



Shutterstock.com

水星を研究している科学者たちは、この星の極域に氷河が存在する証拠を発見し、それらが生命を維持できるかもしれないと述べている。「今回の画期的な発見は、水星の環境パラメーターについての我々の理解を広げ、この星が生命を維持できるかもしれないことを示唆している」と、11月17日に科学ジャーナル Planetary Science Journal に掲載された論文の主執筆者のアレクシス・ロドリゲス (Alexis Rodriguez) は述べている。論文の著者らは、水ではなく塩でできた氷河が水星の極域の地下数マイルに存在し、そこに地球の極限環境に似た「居住可能なニッチな領域」が存在するかもしれないと考えている。この研究は、NASA のソーラー・システム・ワーキング (SSW) プログラムからの部分的な資金提供を受けている。

この論文は、水星よりも大きな木星の衛星ガニメデに有機物が存在する可能性があることを科学者たちが報告した数週間後に発表された。もしこれが本当なら、水星での氷河の発見は、宇宙における生命の研究であるアストロバイオロジーに新たなフロンティアを開くことになる。この発見は、生命が太陽系全域の極限環境に存在する可能性を示唆するだけでなく、銀河系全域で発見されている水星に似た惑星が、生命を宿す可能性を示唆している。これまでの研究で水星は、生命が存在するためには太陽に近すぎる軌道を回っていると考えられてきた。「我々の発見は、冥王星に窒素の氷河があることを示す他の最近の研究を補完するものだ」とロドリゲスは述べ、氷河が太陽系で最も高温な惑星と最も低温の惑星の両方に存在する可能性があるかと付け加えた。冥王星の氷河は凍った窒素で構成されている。水星に存在すると考えられている氷河は、塩の流れに由来するもので、地下深くに存在していたが、隕石の衝突によって露出したと考えられている。地球では、特定の塩化物が最も過酷な条件下に居住可能なニッチ領域を生み出すことが知られている。

例えば、チリの高地のアタカマ砂漠では、塩分が多く乾燥した環境にもかかわらず、微生物が存在することが知られている。ロドリゲスは「このような考え方に基づいて我々は、水星には過酷な表面よりも住みやすい地下領域が存在する可能性があると考え」と語った。

寒すぎず暑すぎない領域

天文学者たちは、恒星の周りを回る新しい惑星を見つけた場合に、その惑星が恒星のハビタブルゾーンを回っているかどうか、つまり表面に液体の水が存在し、それが沸騰したり凍結していないかどうかを、生命の存在の可能性の基準にすることが多い。この寒すぎず暑すぎない領域は「ゴルディロックスゾーン」と呼ばれている。今回発見された水星の氷河は、水星の表面下にそのような領域が存在する可能性を示唆している。「このケースで重要なのは、恒星からの適切な距離ではなく、惑星表面下の適切な深さにある」とロドリゲスは指摘した。今回の発見はまた、従来の水星の地質学的な歴史の考え方に疑問を投げかけるものでもある。ある理論では、水星の氷河が、火山から放出された水の中で形成された可能性が示唆されている。

([forbes.com](https://forbes.com) 原文) 編集＝上田裕資

<https://sorae.info/astromy/20231130-venus.html>

## 金星の昼側で「原子状酸素」の観測に初めて成功 引退した“空飛ぶ天文台”SOFIA

### の観測成果

2023-11-30 [彩恵りり](#)

「金星」の大気中には「原子状酸素」という、単独の原子の状態となった酸素が存在すると考えられています。これまでの観測では、太陽光の当たる昼側で原子状酸素は見つかっていませんでした。

DLR（ドイツ航空宇宙センター）の Heinz-Wilhelm Hübers 氏などの研究チームは、「SOFIA（成層圏赤外線天文台）」によって金星を観測し、昼側では初めて原子状酸素を観測することに成功しました。その観測結果は、原子状酸素の発生に関する事前の予測と一致します。



【▲図 1: 金星探査機「あかつき」によって赤外線および紫外線で撮影された金星の合成画像（Credit: Kevin M. Gill）】

【▲図 3: NASA と DLR が 2022 年 9 月まで運用していた成層圏赤外線天文台「SOFIA」（Credit: NASA/Carla Thomas）】

### ■金星の原子状酸素の謎

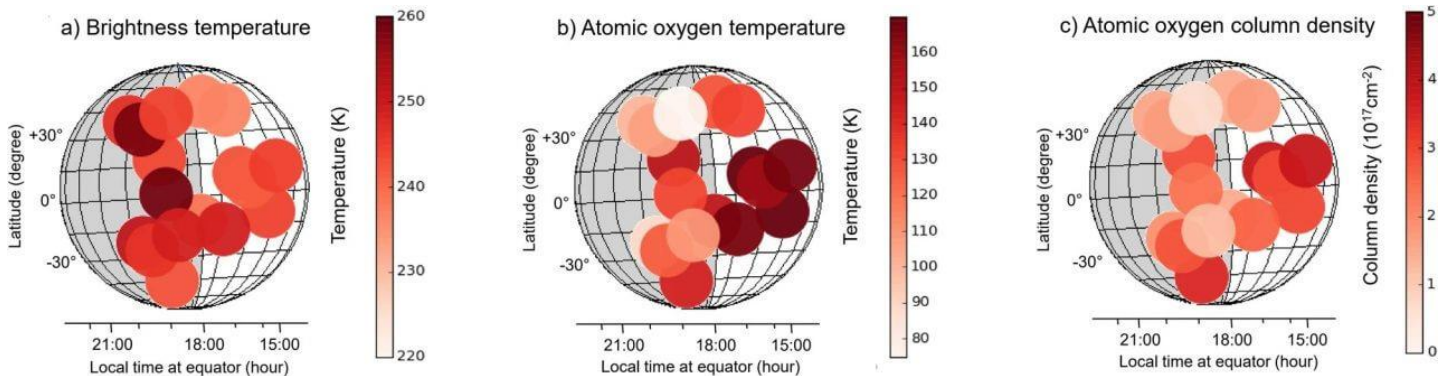
「金星」は、約 97%が二酸化炭素で構成された非常に分厚い大気を持っています。二酸化炭素は化学的に非常に安定した分子であるため、一見すると金星大気内で発生する化学反応は乏しく思えます。

ただし、金星大気の上層では状況が異なります。強力な紫外線を含む強い太陽光に晒された二酸化炭素は分解され、酸素原子が単独の状態が存在する「原子状酸素」の状態になります。原子状酸素は極めて不安定であり、他の分子と出会うと分解や化合などの化学反応を起こすため、金星大気中での化学反応の主因になっていると考えられています。この場合、原子状酸素は太陽光の当たる昼側で多く生成され、その後の大気循環で夜側に輸送されると考えられます。しかし、これまでの観測では原子状酸素は夜側でのみ見つかっており、昼側では見つかっていませんでした。原子状酸素を見つけるには、原子状酸素から放射される固有の波長の光を捉える必要があります。しかし、金星の雲は太陽光を強く反射し、原子状酸素から放たれる微弱な光を隠してしまいます。

### ■「SOFIA」で金星を観測

Hübers 氏らの研究チームは、DLR と NASA (アメリカ航空宇宙局) が共同で運用していた「SOFIA」による金星の観測を行いました。SOFIA は 2.5m の反射望遠鏡を搭載するように改造したボーイング 747-SP で、地表では水蒸気で邪魔されて観測が難しい赤外線領域の観測に適しています。

今回の観測は 2021 年 11 月に 3 回の飛行と観測を行い、分光計「upGREAT」によって金星からの光を詳細に分析しました。今回の観測では、合計で金星の 17 ヶ所からの分光データを取得することができました。内訳は昼側が 7 ヶ所、夜側が 9 ヶ所、昼夜の境目が 1 ヶ所です。



【▲図 2: SOFIA によって観測された金星の輝度温度 (a)、原子状酸素の温度 (b)、原子状酸素の濃度 (c)。昼側 (円の右側) は夜側 (円の左側) と比べて濃度が高い (Credit: DRL, Heinz-Wilhelm Hübers, nature)】

その結果、全ての観測された分光データから原子状酸素の存在を示す光の観測記録を得ることができました。地球の大気にも原子状酸素は含まれていますが、金星からの光はドップラー効果で波長がズレていることから区別が可能であり、また upGREAT の性能が優れているため、原子状酸素からの光が地球のものなのか金星のものなのかを区別することができました。金星の昼側で原子状酸素を観測したのは今回が初めてのことです。今回の観測によって、昼側と夜側で原子状酸素の濃度を比較することもできるようになりました。結果は、夜側より昼側の方が、原子状酸素の濃度が高いという結果となり、これは太陽光で原子状酸素が生成しているという事前の予測とも良く合致します。

#### ■金星大気謎を解く手掛かりに

興味深い観測結果として、今回観測された原子状酸素の温度は、昼側ではマイナス 93°C、夜側ではマイナス 158°Cであると測定されたデータがあります。これはどちらも高度 100km に相当します。金星全体をめぐる大きな大気循環としては、高度 70km のスーパーローテーション(※)と、高度 120km の昼側から夜側への大気の流れがあります。高度 100km はちょうど中間に位置することから、原子状酸素の発生現場と大気循環に何か関連があるのかもしれませんが。

※...天体の自転速度よりずっと高速で循環する大気の流れのことをスーパーローテーションと呼びます。金星のスーパーローテーションはかなり高速である上に、自転の回転方向と逆向きであるという特徴があります。金星の直径や質量は地球と類似しており、時に“兄弟星”と表現されることもありますが、大気の性質は大幅に異なります。大気のどのような違いが地球と金星の運命を分けたのかを知るために、今回の原子状酸素の発見のような詳細な観測が必要となります。

Source

[Heinz-Wilhelm Hübers, et al.](#) “Direct detection of atomic oxygen on the dayside and nightside of Venus”. (Nature Communication)

[Bob Yirka.](#) “Presence of atomic oxygen confirmed on both day and night sides of Venus”. (Phys.org)

[Michelle Starr.](#) “It’s Official: Oxygen Has Been Directly Detected in Venus’ Dayside Atmosphere”. (Science Alert)

[News Staff.](#) “Astronomers Directly Detect Atomic Oxygen on Venus”. (Sci News) 文／彩恵りり

<https://uchubiz.com/article/clo32851/>





解説

## 立ち上がる「軌道上サービス」市場と注目されるスタートアップ 2023.11.28 14:30

[森智司（デロイト トーマツ ベンチャーサポート）](#)

2023年9月、米宇宙軍は、軌道上サービスを開発している[アストロスケール](#)ホールディングスの米法人 AstroScale US と[軌道上での人工衛星燃料補給サービスに関する約 2500 万ドルの契約を締結したと発表した](#)。日本の宇宙スタートアップが、宇宙分野で世界をリードする米国で契約を獲得した事例は少なく、日本の宇宙スタートアップの成功事例として注目を集めている。

日本のスタートアップも今後世界で存在感を高めていくことが期待される軌道上サービスについて、市場を概観するとともに注目のスタートアップを紹介する。

### 軌道上サービスとは

人工衛星に燃料を補給するなどを含む、宇宙ビジネスの成長領域として期待されているのが「[軌道上サービス](#)」である。軌道上サービスとは、高度数百キロ以上の地球軌道上の宇宙空間で価値を提供、創出するサービスのことを指す。具体的には商業宇宙ステーションの他、[宇宙ゴミ（スペースデブリ）](#)除去などが挙げられる。

### 軌道上サービス提供スタートアップ活況の背景

2020年代に入り軌道上サービスが活況となっている要因として、国際情勢や政策による要因の他に、宇宙ビジネスの急成長による、宇宙空間環境の変化や宇宙機器運用時の課題に注目が集まっていることなどが挙げられる。

#### (1) 米政府・軍主導の軌道上サービス開発の推進

軌道上サービス活況の一因として、米政府や軍の政策と支援施策が挙げられる。商業宇宙ステーション分野では、米政府は[国際宇宙ステーション（ISS）](#)運用終了後の宇宙環境利用設備を民間企業が開発、運用する方針を掲げている。この方針の下、米航空宇宙局（NASA）は2021年に「[商用地球低軌道開発（Commercial Low earth orbit Destinations : CLD）](#)」プログラムを[発表](#)し、スタートアップを含む民間企業に対して巨額を投資している。軌道上での人工衛星燃料補給や宇宙機器の組み立て、製造技術（In-Space Servicing, Assembly, and Manufacturing : ISAM）に対しても、2022年12月に[米ホワイトハウスが初の国家戦略（ISAM National Strategy、PDF）](#)を定めており、NASA や米宇宙軍、[米国防高等研究計画局（DARPA）](#)が複数の開発・実証プログラムを実施している。

#### (2) 軌道上人工物の急増

近年、人工衛星の小型化やロケットの打ち上げコストの低下により、軌道上の人工物の数が急増している。これにより生じている課題が、デブリ問題である。デブリは、ロケットの部品や運用が終了した人工衛星のような大きなものから数ミリ以下の断片まで含めて約1億個以上があり、低軌道では秒速約7~8km（時速2万

5200～2万8800km)という高速で漂っている。これらの断片が人工衛星や宇宙船に衝突した場合、機器に致命的損傷を与えるため大きな課題となっており、各国で対応策を開発するスタートアップが出現している。

### (3) 大型で高性能人工衛星の高額な開発コスト

近年、安価な小型人工衛星が注目を集める一方、静止軌道などに投入される大型で高性能な通信衛星は1機あたり数百億円以上の開発コストが現在もかかっている。そのため、衛星運用会社では大型高性能人工衛星が故障し運用不能になった場合、巨額の損失が生じるリスクを抱えている。加えて、特に通信衛星分野では低軌道小型衛星コンステレーションとの競争が激化している中で、人工衛星の運用期間を少しでも長くしたいというニーズが高まっている。各国防衛当局が運営する軍事衛星でも、高額な開発コスト、軌道変更の頻度の多さに起因する燃料消費量の多さ、故障リスクの高さを背景に、軌道上での修理・燃料補給などのサービスへのニーズが高まっていると考えられる。

### 軌道上サービスの分類

軌道上マーケットを構成する主要なサービスとして、宇宙環境提供サービス、宇宙機器製造・補修サービス、人工衛星燃料補給サービス、宇宙デブリ除去サービス、軌道間輸送サービスが挙げられる。

#### 宇宙環境提供サービス

宇宙ステーションなどの宇宙環境空間下での実証・実験、物質の製造、宇宙旅行の滞在先や動画を撮影、配信するための場を提供するサービスである。微小重力の特性を生かした創薬向けの高品質タンパク質結晶の製造の他、高品質な光ケーブルや半導体結晶の製造、人工臓器の3Dプリンティングが期待されるなど幅広い産業から注目を集めている。

#### 宇宙機器製造・補修サービス

ソーラーパネルやアンテナなどの宇宙機器の大型構造物を軌道上で製造するサービスである。打ち上げのコスト削減や打ち上げ時の構造物故障リスクを低減することが期待されている。

宇宙機器補修サービスは、軌道上で故障した宇宙機器を修理し機能を復旧させるほか、機器をアップグレードさせる。宇宙機器を運用する機関や企業は、軌道上で宇宙機器が故障した場合に修理する手段が無く、機器を放棄せざるを得ず大きな損失を生むリスクを抱えていた。しかし、軌道上での機器の修理が可能となることで、故障時の損失リスクを低減させることができるため、注目を集めている。この他、古い宇宙機器をアップグレードし、使用期間を延長させることも期待されている。

#### 人工衛星燃料補給サービス

人工衛星に推進剤を補給するサービスであり、「宇宙のガソリンスタンド」とも呼ばれる。現状、人工衛星は機器自体が引き続き使用可能であるが、推進剤が無くなることで運用終了となるケースが少なくない。推進剤を補給することで人工衛星の運用寿命を延長させ、人工衛星の収益性を向上させることが期待されている。

#### デブリ除去サービス

主に大型のデブリに対し、レーザー照射させる方法や小型宇宙機をデブリに接触させる方法でデブリを大気圏に突入させて焼却、または他の物体との衝突の恐れがない軌道へ移動させる「[ADR \(Active Debris Removal\)](#)」を提供するサービスである。

#### 軌道間輸送サービス

小型人工衛星などをロケットから投入軌道まで輸送する「宇宙版ラストワンマイル輸送」を提供するサービスである。小型人工衛星を打ち上げる際、打ち上げコストを低減するために大型人工衛星や他の小型人工衛星と相乗りで打ち上げる場合が多く、他の人工衛星の都合で小型人工衛星は投入軌道を自由に選択できないことが課題となっている。軌道間輸送サービスでは「宇宙版タグボート」とも呼ばれる小型宇宙機で、ロケット軌道から投入したい軌道まで輸送する。

#### 軌道上サービスを提供するスタートアップ

		提供サービス				
		宇宙環境提供	宇宙機器製造・補修	人工衛星燃料補給	宇宙デブリ除去	軌道間輸送
地域	米国	<ul style="list-style-type: none"> <li>Axiom Space</li> <li>Voyager Space</li> <li>Vast Space</li> <li>Nanoracks</li> <li>VARDA Space Industries</li> <li>AboveSpace</li> <li>Orbital Outpost X</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Arkisys</li> <li>Orbital Composites</li> <li>Rogue Space Systems</li> <li>Motiv Space Systems</li> <li>ThinkOrbital</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Orbit Fab</li> <li>Starfish Space</li> <li>Obruta Space Solutions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>OrbitGuardians</li> <li>Obruta Space Solutions</li> <li>Starfish Space</li> <li>Kall Morris</li> <li>TransAstra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Firefly Aerospace</li> <li>IMPLUSE SPACE</li> <li>Momentum</li> <li>Rogue Space Systems</li> <li>Intuitive Machines</li> </ul>
	欧州	<ul style="list-style-type: none"> <li>Space Forge</li> <li>Space Cargo Unlimited</li> <li>The Exploration Company</li> <li>ATMOS SPACE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rovial Space</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rovial Space</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SOLSTORM</li> <li>Orbit Recycling</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>D-Orbit</li> <li>Exotrail</li> <li>EXOLAUNCH</li> </ul>
	日本	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elevation Space</li> <li>DigitalBlast</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>GITAI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>アストロスケール</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>アストロスケール</li> <li>Bull</li> </ul>	-

出所：各社WEBサイト等からデロイト・トーマツベンチャーサポート株式会社が作成(2023年9月)

注1)本資料は、軌道上サービスの網羅性を保証するものではありません

注2)本資料は、スタートアップの網羅性を保証するものではありません

注3)スタートアップによっては複数種類のサービスを提供しているため、複数の横軸項目に重複して記載しています

軌道上サービス

スを提供するスタートアップ例（出典：デロイト トーマツ ベンチャーサポート）

ここでは各軌道上サービスの開発を進めるスタートアップを一部紹介する。

#### 宇宙環境提供サービス：[Axiom Space](#)

2016年に米テキサス州で創業し、商業宇宙ステーションサービスの提供を目指している。2020年にNASAから1.4億米ドルで宇宙ステーションの[居住モジュール開発の契約を獲得](#)。技術力や開発力の高さが認められ、民間企業として世界で唯一ISSに宇宙ステーションモジュールをドッキングすることを[許可されており、2026年のモジュール打ち上げに向けて準備を進めている](#)。

#### 宇宙機器製造・補修サービス：Orbital Composites

2014年に設立された米カリフォルニア州のスタートアップ。多様な素材を扱える積層造形技術と積層造形向けのロボティクス技術に強みを有しており、現在宇宙空間でのアンテナなどの構造物の3Dプリント技術を開発している。2023年7月には米宇宙軍と軌道上で3Dプリンターによるブロードバンド通信用アンテナ製造実証実験に関する[契約を締結](#)した。

#### 人工衛星燃料補給サービス：[Orbit Fab](#)

2014年に設立された米コロラド州のスタートアップ。米国の大手防衛メーカーの支援を受け、人工衛星向け軌道上燃料補給サービスを開発している。燃料補給サービスに加え、顧客の収益を最大化する補給ミッションを立案するサービスも提供し、エンドトゥエンドの燃料補給サービスを提供することを強みとしている。米宇宙軍と人工衛星への燃料補給を2025年から開始する[契約を締結](#)している。

#### デブリ除去サービス：[TransAstra](#)

2015年に設立された米カリフォルニア州のスタートアップ。小惑星探掘向けに開発した膨脹式のキャプチャバッグ（物体を包む袋）技術をデブリ除去に転用し、1つのバッグで複数のデブリを回収できる他、高速回転しているデブリも容易に回収できるというシステムの開発を目指している。2023年8月に[NASAと膨脹式のキャプチャバッグ製造に関する契約を締結](#)している。

#### 軌道間輸送サービス：Exotrail

2015年に設立されたフランスのスタートアップ。電気推進器を搭載した小型衛星の軌道間輸送機「SpaceVan」を開発した。輸送機による輸送に加え衛星コンステレーション向けにミッション設計や運用支援のソフトウェアなども含めた、エンドトゥエンドでのサービス展開を目指している。2023年10月にSpace



Exploration Technologies (SpaceX) の「Falcon 9」ロケットで [SpaceVan を打ち上げ、軌道間輸送サービスの提供を予定](#)している。

軌道上サービスは 2030 年に向けて、引き続き米国の民間企業がリードする形で拡大していくと予想される。



デロイト トーマツ ベンチャーサポート コンサルタント 森智司 国立大学 大学院で航空宇宙

分野の研究（流体解析や機械学習を用いた極超音速飛行体の形状設計を専門）し、修士号を取得。デロイトトーマツベンチャーサポートに入社後は、航空宇宙・モビリティ分野の他、ディープテック領域を担当。宇宙分野では、国内ベンチャー企業支援、大企業新規事業立ち上げ支援に従事する他、各種セミナーや講演に登壇。その他、海外航空機事業の事業性検証やモビリティ分野の海外ベンチャー企業調査、自動車保険新サービス立案、ネガティブエミッション技術トレンド調査、起業家育成支援事業などに従事している

<https://sorae.info/astrometry/20231127-ngc6397.html>

## 地球から 2 番目に近い球状星団「NGC 6397」を ESA のユークリッド宇宙望遠鏡

が撮影

2023-11-27 [sorae 編集部](#)

こちらは「さいだん座（祭壇座）」の方向約 7800 光年先の球状星団「NGC 6397」です。球状星団は数万～数百万個の恒星が球状に集まっている天体で、宇宙で最も古い天体のひとつとされています。



【▲ 欧州宇宙機関（ESA）の Euclid（ユークリッド）宇宙望遠鏡で撮影された球状星団「NGC 6397」（Credit: ESA/Euclid/Euclid Consortium/NASA, image processing by J.-C. Cuillandre (CEA Paris-Saclay), G. Anselmi)】

【▲ Euclid（ユークリッド）宇宙望遠鏡で撮影された球状星団「NGC 6397」の一部を拡大した画像（Credit: ESA/Euclid/Euclid Consortium/NASA, image processing by J.-C. Cuillandre (CEA Paris-Saclay), G. Anselmi)】

天の川銀河ではこれまでに約 150 個の球状星団が見つかっています。欧州宇宙機関（ESA）によると、NGC 6397 はそのなかでも地球から 2 番目に近い球状星団なのだといいます（※）。

この画像は ESA の「Euclid（ユークリッド）宇宙望遠鏡」の「可視光観測装置（VIS）」と「近赤外線分光光度計（NISF）」で取得したデータをもとに作成されました。Euclid は可視光線だけでなく人の目では捉えられない赤外線の波長でも観測を行うため、画像の色はデータ取得時の波長に応じて着色されています（700nm 付近を青、1.1 $\mu$ m 付近を緑、1.7 $\mu$ m 付近を赤で着色）。

ESA によると、NGC 6397 はこれまでも「ハッブル宇宙望遠鏡（Hubble Space Telescope : HST）」で明るい中心部分が詳細に観測されたことがあるものの、暗い低質量星が分布している中心から離れた領域全体を観

測しようとする、ハッブル宇宙望遠鏡の狭い視野では長い時間がかかります。一方、Euclid 宇宙望遠鏡は視野が広く、冒頭の画像は1時間の観測で取得することができたといいます。

2023年7月に打ち上げられた Euclid 宇宙望遠鏡は、暗黒エネルギー（ダークエネルギー）や暗黒物質（ダークマター）の謎に迫ることを目的に開発されました。数十億個の銀河の画像化を目指す Euclid の観測データをもとに、暗黒物質が形成したと考えられている宇宙の大規模構造に沿って分布する銀河の立体地図を作成することで、宇宙の膨張を加速させていると考えられている暗黒エネルギーについての理解も深まると期待されています。冒頭の画像は Euclid ミッションにおける初のフルカラー画像の一つとして、ESA から 2023 年 11 月 7 日付で公開されました。過去に起きた銀河との相互作用によって生じた可能性がある球状星団の潮汐尾（潮汐腕、tidal tail）を Euclid 宇宙望遠鏡で探索し、天の川銀河を周回する球状星団の動きを正確に計算することで、天の川銀河における暗黒物質の分布を調べることができると期待されています。

#### ■脚注

※...地球に最も近い球状星団はさそり座（蠍座）の「M4（Messier 4）」とされていて、アメリカ航空宇宙局（NASA）によれば地球からの距離は約 5500 光年です。また、Baumgardt & Vasiliev (2021)は M4 までの距離を約 1.851 キロパーセク（約 6037 光年）、NGC 6397 までの距離を約 2.521 キロパーセク（約 8223 光年）と報告しています。

Source [ESA](#) - Euclid's view of globular cluster NGC 6397 [NASA](#) - Messier 4

[Baumgardt & Vasiliev](#) - Accurate distances to Galactic globular clusters through a combination of Gaia EDR3, HST, and literature data (Monthly Notices of the Royal Astronomical Society) 文/sorae 編集部

<https://sorae.info/astronomy/20231128-ltt-1445ac.html>

## ハッブル宇宙望遠鏡の観測で算出 約 22 光年先の太陽系外惑星「LTT 1445Ac」の

### 直径は地球の約 1.07 倍

2023-11-28 [sorae 編集部](#)

ハーバード・スミソニアン天体物理学センター（CfA）の Emily Pass さんを筆頭とする研究チームは、「ハッブル宇宙望遠鏡（Hubble Space Telescope : HST）」を用いた観測データをもとに、約 22 光年先の太陽系外惑星「LTT 1445Ac」の直径を算出することに成功したとする研究成果を発表しました。研究チームによると、LTT 1445Ac の直径は地球の約 1.07 倍と推定されています。



【▲ 赤色矮星「LTT 1445A」の手前を通過する太陽系外惑星「LTT 1445Ac」の想像図。LTT 1445Ac は黒い影として描かれている。左下は同じ主星を公転する太陽系外惑星「LTT 1445Ab」（Credit: NASA, ESA, L. Hustak (STScI)）】

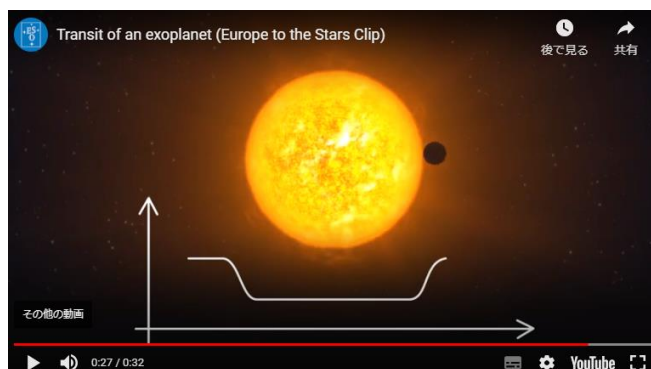
【▲ 地球から見たトランジットの見え方の違いを示した図。系外惑星が主星と完全に重なりながら通過する場合（上）、系外惑星の直径をより正確に算出できる。一方、系外惑星がかすめるように通過する場合（下）、系外惑星の直径は実際よりも小さく算出されてしまう可能性がある（Credit: NASA, ESA, E. Wheatley (STScI)）】

LTT 1445Ac はエリダヌス座の方向にある赤色矮星「LTT 1445A」を公転しています。ハッブル宇宙望遠鏡を運用する宇宙望遠鏡科学研究所（STScI）によれば、LTT 1445Ac はアメリカ航空宇宙局（NASA）の系外惑星探査衛星「TESS（テス）」の観測によって発見されました。主星の LTT 1445A は直径と質量がどちらも太陽の約 4 分の 1、表面温度は約 3067°C（約 3340 ケルビン）で、他の 2 つの赤色矮星とともに三重連星「LTT 1445」を成しています。

TESS は系外惑星が主星の手前を通過するとき生じる主星の明るさのわずかな変化をもとに系外惑星を検出するトランジット法（後述）を利用しています。STScI によると、地球から観測したトランジット中の LTT 1445Ac はその一部だけが主星の LTT 1445A と重なり、かすめていくように見えている可能性があったといえます。トランジット法の観測データからは系外惑星の直径を推定することができますが、このような位置関係にある場合は正確な直径を求めるのが難しくなります。そこで Pass さんたち研究チームは LTT 1445Ac のトランジットをハッブル宇宙望遠鏡で観測し、得られたデータを分析しました。その結果、前述の通り LTT 1445Ac の直径は地球の約 1.07 倍（ $1.07 \pm 0.10 - 0.07$  倍）、質量は地球の約 1.37 倍（ $1.37 \pm 0.19$  倍）と算出されました。推定される平均密度は 1 立方 cm あたり約 5.9g（ $5.9 \pm 1.8 - 1.5$ g）で、地球のような岩石質の惑星だとみられています。TESS の光学解像度ではトランジット中の LTT 1445Ac が主星の LTT 1445A と完全に重なるように見えるのか、それともかすめていくように見えるのか判断できなかったものの、ハッブル宇宙望遠鏡の観測データは完全に重なりながら通過していることを示しており、LTT 1445Ac の直径を求めることができましたといえます。地球サイズの岩石惑星といえば生命の居住可能性も注目されますが、LTT 1445Ac は主星から約 0.027 天文単位（※1）しか離れていない軌道を約 3.12 日周期で公転しています。主星の LTT 1445A は恒星の中では低温の赤色矮星ですが、STScI によれば LTT 1445Ac の表面温度は約 260°C と推定されているため、地球の生命にとっては厳しい環境と言えます。また、トランジット法で観測できる系外惑星に大気が存在する場合、通過中に惑星の大気を通り抜けてきた主星の光を分光観測（※2）して大気の組成を調べることもできます。地球から LTT 1445Ac までの 22 光年という距離は宇宙のスケールではお隣と呼べるほど短いことから、Pass さんは「ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡（James Webb Space Telescope : JWST）」による観測に期待を寄せています。研究チームの成果をまとめた論文は The Astronomical Journal に掲載されています。

### ■系外惑星の代表的な探査方法「トランジット法」と「視線速度法」

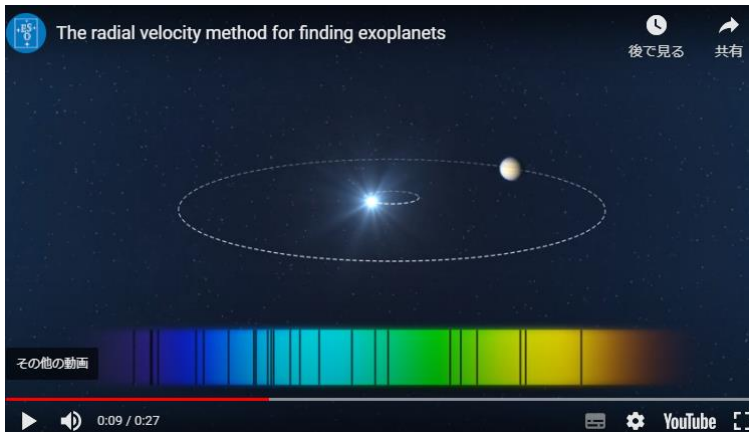
系外惑星の観測では「トランジット法」と「視線速度法（ドップラーシフト法）」という 2 つの手法が主に用いられています。「トランジット法」とは、系外惑星が主星（恒星）の手前を横切る「トランジット（transit）」を起こした際に生じる主星の明るさのわずかな変化をもとに、系外惑星を間接的に検出する手法です。繰り返し起きるトランジットを観測することで、その周期から系外惑星の公転周期を知ることができます。また、トランジット時の主星の光度曲線（時間の経過にあわせて変化する天体の光度を示した曲線）をもとに、系外惑星の直径や大気の有無といった情報を得ることも可能です。



【▲ 系外惑星のトランジットによって恒星の明るさが増減する様子を示した動画】（Credit: ESO/L. alçada）  
もう一つの「視線速度法（ドップラーシフト法）」とは、系外惑星の公転にともなって円を描くようにわずかに揺さぶられる主星の動きをもとに、系外惑星を間接的に検出する手法です。



惑星の公転にともなって主星が揺れ動くと、光の色は主星が地球に近づくように動く時は青っぽく、遠ざかるように動く時は赤っぽくといったように、周期的に変化します。こうした主星の色の変化は、天体のスペクトル（波長ごとの電磁波の強さ）を得る分光観測を行うことで検出されています。視線速度法の観測データからは系外惑星の公転周期や最小質量を求めることができます。



【▲ 系外惑星の公転にともなって主星のスペクトルが変化する様子を示した動画】

(Credit: ESO/L. Calçada)

■脚注 ※1...1 天文単位 (au) は約 1 億 5000 万 km、太陽から地球までの平均距離に由来。0.027 天文単位は約 400 万 km。

※2...電磁波の波長ごとの強さを示すスペクトルを得る観測方法のこと。スペクトルには原子や分子が特定の波長の電磁波を吸収したことで生じる暗い線「吸収線」や、反対に特定の波長の電磁波を放つことで生じる明るい線「輝線」が現れるため、分光観測を行うことで天体の組成などを調べることができる。

Source [STScI](#) - NASA's Hubble Measures the Size of the Nearest Transiting Earth-Sized Planet

[ESA/Hubble](#) - Hubble measures the size of the nearest transiting Earth-sized planet

[Pass et al.](#) - HST/WFC3 Light Curve Supports a Terrestrial Composition for the Closest Exoplanet to Transit an M Dwarf (The Astronomical Journal) 文/sorae 編集部

<https://sorae.info/astrometry/20231129-ceers-2112.html>

## 最も遠い“天の川銀河と似た”棒渦巻銀河「ceers-2112」を発見 2023-11-29 [彩恵りり](#)

天の川銀河の中心部は、恒星が棒状にまとまった構造をしています。このような構造を持つ銀河は「棒渦巻銀河」と呼ばれます。棒渦巻銀河の形成には、シミュレーションによると数十億年かかると考えられています。しかし CAB（スペイン宇宙生物学センター）の Luca Costantin 氏などの研究チームは、誕生から約 21 億年しか経っていない宇宙に、棒渦巻銀河「ceers-2112」を「ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡」の観測データから発見しました。分析により、ceers-2112 は 10 億年以内に棒渦巻銀河になった可能性があることから、これは棒渦巻銀河に留まらず、様々な銀河の構造形成過程の理論を書き換える可能性のある発見です。



【▲図 1: 天の川銀河との類似性を連想させる ceers-2112 の芸術的表現 (Credit: Luca Costantin (CAB & CSIC-INTA) )】

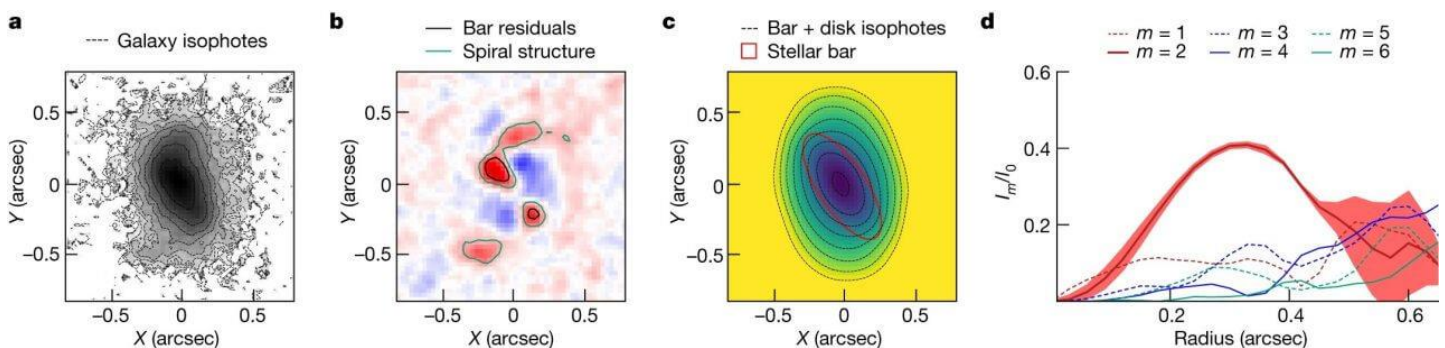
■天の川銀河などの「棒渦巻銀河」はどのように作られたか？

私たちの地球が属する天の川銀河は、全体は渦巻型の円盤構造をしている一方、周りより恒星密度の高い中心部は棒状の構造をしていると考えられています。このような銀河は「棒渦巻銀河」と呼ばれます。全銀河に占める棒渦巻銀河の割合は、近い宇宙では約 65%と多数派である一方で、遠い宇宙では約 20%まで低下します。宇宙は遠くを観測するほど古い時代を観測するのに等しいため、棒渦巻銀河は時間をかけて複雑な構造が形成されたことを示唆しています。棒渦巻銀河がどのように形成されるのかについては、長年のシミュレーション研究で少しずつ明らかにされています。過去のシミュレーション研究によれば、中心部の棒状構造はどんなに早くても 40 億年かかると推定されていました。棒状構造は恒星を生み出す星形成を促進すると考えられているため、棒状構造がどのくらいのスピードで構築されたのかは重要な情報です。

■最も遠い棒渦巻銀河「ceers-2112」を発見

Costantin 氏らの研究チームは、ウェブ宇宙望遠鏡の深宇宙探査プログラムの 1 つ「CEERS (Cosmic Evolution Early Release Science)」のデータから、「ceers-2112」とカタログ名がつけられた銀河の分析を行いました。当初 ceers-2112 は目立った特徴を示すデータが無かったことから、特に注目されていませんでした。しかし Costantin 氏らが、7 つの別々の観測データを元に多角的に分析したところ、ceers-2112 の中心部には棒状構造がある可能性が高いことを突き止めました。驚くべきはその時代です。ウェブ宇宙望遠鏡と「ハッブル宇宙望遠鏡」のそれぞれの観測データに基づくと、ceers-2112 の赤方偏移の値は  $z=3.03$  であり、これは地球から約 213 億光年離れた位置にあり、今から約 117 億年前の宇宙に存在していた棒渦巻銀河であることとなります。この時代は、宇宙誕生から約 21 億年しか経っていません。この研究により、ceers-2112 は発見された最も遠い棒渦巻銀河となりました(※)。 ※...この記事における天体の距離は、光が進んだ宇宙空間が、宇宙の膨張によって引き延ばされたことを考慮した「共動距離」での値です。これに対し、光が進んだ時間を単純に掛け算したものは「光行距離 (または光路距離)」と呼ばれます。また、2 つの距離の表し方が存在することによる混乱や、距離計算に必要な数値にも様々な解釈が存在するため、論文内で遠方の天体の距離や存在した時代を表すには一般的に「赤方偏移 (記号  $z$ )」が使用されます。

関連記事: [80 億年以上前の銀河で棒状構造が見つかった！ ジェイムズ・ウェブ宇宙望遠鏡の観測データを分析](#) (2023 年 1 月 9 日)



【▲図 2: ceers-2112 の観測データを様々な方法で分析し画像化したもの。図 b の黒線で囲まれた赤い部分が中心部の棒状構造の直接観測した構造であると思われたため、これを確かめるための計算や分析を行った結果、図 c の赤い楕円で囲まれた棒状構造が現れました (Credit: Luca Costantin, et al.)】

さらなる観測データの分析により、ceers-2112 は宇宙誕生から約 12 億年後に円盤の形成が始まり、そこから 4 億年後には中心部の棒状構造が完成したことが示唆されました。これは、棒渦巻銀河が 10 億年以内のスピードで形成されるという、従来のシミュレーションより数倍も早い形成過程があることとなります。

■様々な銀河の形成過程に影響を与える発見かもしれない

ceers-2112 が存在した時代までに棒渦巻銀河を形成するプロセスは不明のままです。棒渦巻銀河に限らず、様々な銀河の構造の形成や維持には重力が重要であることが分かっており、そして重力源としてはその正体が不明な「暗黒物質（ダークマター）」が大量に存在することも分かっています。今回の研究結果は、初期の宇宙における暗黒物質の量や分布を制限し、棒渦巻銀河に限らず様々な銀河の構造形成過程に影響を与える可能性もあります。いずれにしても、棒渦巻銀河の棒状構造は、時代をさかのぼるごとにサイズが小さくなり、また見た目の大きさも小さくなります。これまでと比べて異例の感度を持つ宇宙望遠鏡であるウェブ宇宙望遠鏡の性能が無ければ、このような発見はなかったでしょう。今回の研究結果は ceers-2112 に留まらず、他の棒渦巻銀河も観測データに隠れている可能性も示しています。

Source [Luca Costantin, et al.](#) "A Milky Way-like barred spiral galaxy at a redshift of 3". (Nature)

[Iqbal Pittalwala.](#) "Milky Way-like galaxy found in the early universe". (University of California, Riverside)

文／彩恵りり

<https://sorae.info/astromy/20231130-hh-1177.html>

## 大マゼラン雲の若い星を囲む円盤をアルマ望遠鏡で観測 天の川銀河の外にある若い星では初

い星では初

2023-11-30 [sorae 編集部](#)

こちらは「HH 1177」と呼ばれる若い星（若い星状天体、Young Stellar Object : YSO）の様子を描いた想像図です。中心で輝く大質量の若い星は降着円盤（周回しながら落下するガスや塵でできた円盤状の構造）から物質を取り込んで成長しつつ、両極方向にジェット（細く絞られた高速のガスの流れ）を噴出させています。



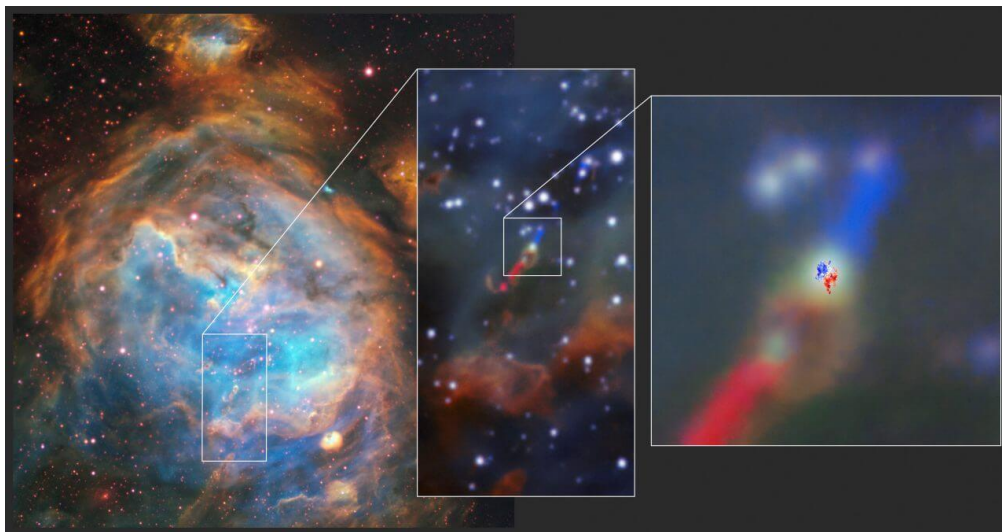
【▲ 大マゼラン雲で見つかった若い星状天体「HH 1177」の想像図（Credit: ESO/M. Kornmesser）】

この想像図は、ダラム大学の Anna McLeod さんを筆頭とする研究チームによる最新の研究成果を元に描かれました。実は、HH 1177 は天の川銀河の外、地球から約 16 万 8000 光年先の大マゼラン雲（大マゼラン銀河とも）にある HII（エイチツー）領域（※1）「LHA 120-N 180B」で見つかった天体です。これまでの観測では長さ約 33 光年に渡るジェットが捉えられていましたが、電波望遠鏡群「アルマ望遠鏡（ALMA）」を使用した研究チームによる今回の観測で円盤が検出されました。

若い星を取り囲む円盤の中ではやがて惑星が形成されると考えられています。ヨーロッパ南天天文台（ESO）によると、惑星の形成につながるこのような円盤が天の川銀河の外にある若い星で検出されたのは今回が初めてだということです。研究チームの成果をまとめた論文は Nature に掲載されています。

次の画像は LHA 120-N 180B の全体像（左）、ESO が運営するチリのパラナル天文台にある「超大型望遠鏡（VLT）」の広視野面分光観測装置「MUSE」で取得された HH 1177 の画像（中央）、MUSE で取得した HH 1177 の画像にアルマ望遠鏡の観測結果を重ね合わせた画像（右）の 3 点を合成したものです。



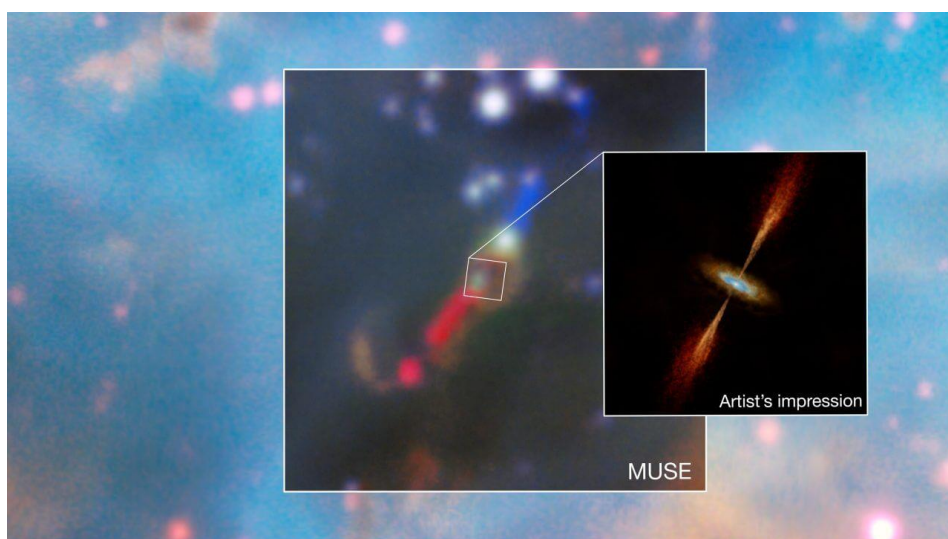


【▲ 左：HII 領域「LHA 120-N 180B」の全体像、中央：超大型望遠鏡（VLT）の広視野面分光観測装置「MUSE」で観測した HH 1177、右：中央の画像にアルマ望遠鏡の観測結果を重ね合わせたもの（Credit: ESO/ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)/A. McLeod et al.）】

中央の画像に示された HH 1177 のジェットは、青と赤の 2 色で着色されています。この色は地球に対するジェットの運動方向に対応していて、青色のジェットは地球に向かう方向へ、赤色のジェットは地球から遠ざかる方向へ噴出していることを示しています。ジェットの運動方向は分光観測（※2）を通して光のドップラー効果を調べることで知ることが可能です。救急車のサイレン音が変わって聞こえるのと同じように、近付いてくる光源から放射された光の波長は短く、遠ざかる光源から放射された光の波長は長くなるからです。

右の画像の中央部分に示されたアルマ望遠鏡による観測結果もまた、青と赤で塗り分けられています。この色は円盤の回転運動に対応していて、青色の部分は地球へ近づくように、赤色の部分は地球から遠ざかるように動いていることを示しています。「アルマ望遠鏡のデータに回転構造の証拠を見た時は、天の川銀河外の降着円盤を初めて発見したことが信じられませんでした。それは特別な瞬間でした」（McLeod さん）

新しい星は密度の高い分子雲の中でガスや塵を材料にして形成されますが、ESO によれば大マゼラン雲で星が形成される環境には天の川銀河と比べて塵の含有量が低いという特徴があります。観測されている HH 1177 は塵を豊富に含む繭のような雲にはすでに包まれておらず、星や惑星が形成されていく様子を調べようとする天文学者の視界は妨げられていないといえます。McLeod さんは「私たちは天文施設の技術が急速に進歩する時代にいます。これほど遠く離れた別の銀河で星がどのように形成されるのかを研究できるなんて、とてもエキサイティングです」とコメントしています。



【▲ 超大型望遠鏡（VLT）の広視野面分光観測装置「MUSE」で観測した HH 1177 の画像（中央）と、HH 1177 および降着円盤の位置をその想像図（右）で示したもの（Credit: ESO/A. McLeod et al./M. Kornmesser）】

#### ■脚注

※1...若い大質量星から放射された紫外線によって電離した水素ガスが光を放っている領域。ガスと塵を材料に星が形成される星形成領域でもあり、新たな星が誕生する現場であることから“星のゆりかご”と呼ばれることもある。

※2...電磁波の波長ごとの強さを示すスペクトルを得る観測方法のこと。スペクトルには原子や分子が特定の波長の電磁波を吸収したことで生じる暗い線「吸収線」や、反対に特定の波長の電磁波を放つことで生じる明るい線「輝線」が現れる。吸収線と輝線は合わせて「スペクトル線」と呼ばれる。分光観測を行うことで天体の組成を調べたり、スペクトル線のずれ具合をもとに視線方向の運動速度を割り出したりすることができる。

Source

[ESO](#) - Astronomers discover disc around star in another galaxy for the first time

[ESO](#) - Bubbles of Brand New Stars

[McLeod et al.](#) - A probable Keplerian disk feeding an optically revealed massive young star (Nature)

文/sorae 編集部

<https://sorae.info/astronomy/20231130-ngc5364.html>

## 見事な渦巻腕が示す銀河の関係 おとめ座の渦巻銀河「NGC 5364」

2023-11-30 [sorae 編集部](#)

こちらの画像、左上に写っているのは「おとめ座（乙女座）」の方向約 5000 万光年先の渦巻銀河「NGC 5364」です。明るい中心部分から伸びたよく目立つ 2 本の青い渦巻腕（渦状腕）が、見事な渦巻き模様を描いています。



【▲ 渦巻銀河「NGC 5364」（左上）とレンズ状銀河「NGC 5363」（右上）（Credit: Dark Energy Survey/DOE/FNAL/DECam/CTIO/NOIRLab/NSF/AURA; Image processing: R. Colombari and M. Zamani (NSF's NOIRLab)）】

米国科学財団（NSF）の国立光学・赤外天文学研究所（NOIRLab）によると、NGC 5364 はハッキリと目立つ渦巻腕がある「グランドデザイン渦巻銀河」（grand design spiral galaxy）に分類されています。グランドデザイン渦巻銀河は渦巻銀河全体のうち約 10 パーセントを占めていて、その整った形態から渦巻銀河の典型例とみなされています。ただ、見事な渦巻きを描いているように見える NGC 5364 も、他のグランドデザイン渦巻銀河に比べれば渦巻腕が非対称になっているといいます。NGC 5364 の渦巻腕に歪みが生じている理由は、画像右上に写っているレンズ状銀河「NGC 5363」との重力を介した相互作用による影響だと考えられています。

この画像はチリのセロ・トロロ汎米天文台にあるブランコ 4m 望遠鏡に設置された観測装置「ダークエネルギーカメラ (DECam)」の観測データ (可視光線と近赤外線フィルタを使用) をもとに作成されました。DECam はその名が示すように暗黒エネルギー (ダークエネルギー) の研究を主な目的として開発された観測装置で、画素数は約 520 メガピクセル、満月約 14 個分の広さ (3 平方度) を一度に撮影することができます。当初の目的である暗黒エネルギー研究のための観測は、2013 年から 2019 年にかけて実施されました。冒頭の画像は NOIRLab の“今週の画像”として 2023 年 11 月 22 日付で公開されています。

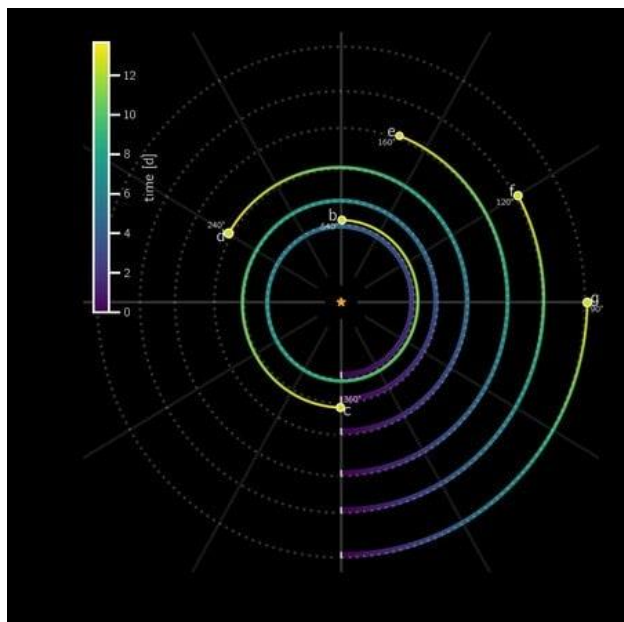
Source [NOIRLab](#) - A Grand Design of Imperfections

文/sorae 編集部

<https://www.jiji.com/jc/article?k=2023113000059&q=soc>

## 「六つ子」の惑星を発見 誕生以来、軌道安定か—東大など

2023 年 11 月 30 日 01 時 09 分



東京大などが参加する国際共同研究チームが発見した六つの惑星の軌道図。公転周期の比率が簡単な整数比となっており、内側から 2 番目の惑星の 1 周を基準にすると、最も内側の惑星は 1 周半、6 番目の惑星は 4 分の 1 周するという (ベルン大学 Hugh Osborn 博士提供)

東京大などが参加する国際共同研究チームは 30 日、地球から約 100 光年離れた恒星の周囲を回る六つの惑星を発見したと発表した。いずれも隣り合う惑星同士の公転周期の比が簡単な整数比になっており、惑星系の形成過程を知る手掛かりになるという。論文は同日、英科学誌ネイチャーに掲載された。

### [過去最大のプロミネンス観測 太陽の 100 倍規模—京都大など](#)

東京大の成田憲保教授らは、太陽系外にある惑星 (系外惑星) の観測を行う米航空宇宙局 (NASA) の惑星探査衛星「TESS」などを使い、かみのけ座の方角にある恒星「HD 110067」を観測。惑星が恒星の前を通り過ぎる際の減光の幅や周期などから、三つの惑星を発見した。公転周期は内側から 9.11 日、13.67 日、20.52 日で、内側とすぐ外側の惑星の公転周期の比はいずれも 2 対 3 だった。

こうした関係は、惑星同士の重力の相互作用によって生じることから、研究チームは四つ目以降の惑星の公転周期を推測。地上望遠鏡のデータを加えるなどして分析を進めた結果、30.79 日 (2 対 3)、41.06 日 (3 対 4)、54.77 日 (同) で公転する惑星が見つかった。

[https://scienceportal.jst.go.jp/newsflash/20231201\\_n01/](https://scienceportal.jst.go.jp/newsflash/20231201_n01/)



## 宇宙初期の酸素急増、初めて捉える 新宇宙望遠鏡で解明 東大など 2023.12.01

宇宙誕生後まだ5億～7億年しか経っていない時代の銀河で、酸素が急増していたことが、昨年観測を始めた「ジェームズウェッブ宇宙望遠鏡」の赤外線データから分かった。東京大学、国立天文台などの研究グループが発表した。宇宙初期に酸素が急増した様子を初めて捉えた。生命に不可欠な元素とされる酸素が、宇宙史の中で生まれた経緯をひも解く重要な手がかりになりそうだ。



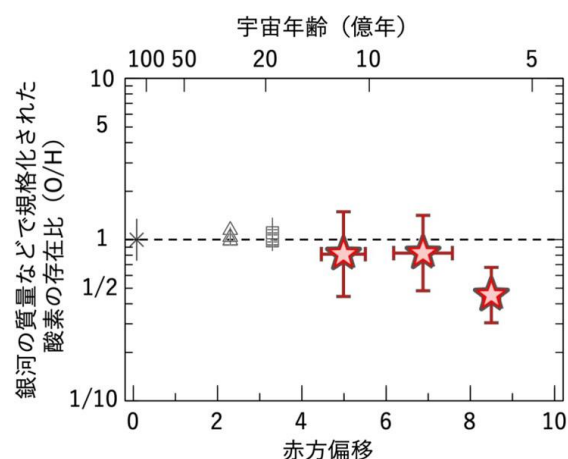
酸素が明らかに少ないことが分かった、131億～133億年前の銀河たち（米航空宇宙局＝NASA、欧州宇宙機関、カナダ宇宙庁、中島王彦氏など提供）

ジェームズウェッブ宇宙望遠鏡の想像図（NASA 提供）

宇宙は138億年前に大爆発「ビッグバン」で始まった。その直後には水素、ヘリウムなどの軽い元素しかなかった。その後、酸素や窒素、ケイ素、金属のような比較的重い元素が、恒星の核融合反応などを経て合成され、質量の大きい恒星が終末に起こす「超新星爆発」などで銀河内に散らばったと考えられている。

光は到達するのに時間がかかるため、例えば人類が100億光年離れた天体を観測することは、その天体の100億年前の姿を見ることになる。過去の宇宙に酸素が存在したかどうか、遠くの銀河のガスを光で観測して調べる。これまでに、宇宙誕生後約20億年の時点で酸素が豊富にあったことが分かっている。さらにさかのぼって酸素の起源に迫るには、赤外線を精度よく捉える必要がある。宇宙が膨張を続けているので、光は長く飛び続けるうちに波長が伸び、可視光から赤外線に変わるためだ。米欧とカナダが、130億年以上先まで赤外線観測ができる同望遠鏡を開発し、2021年末に打ち上げた。

研究グループは、同望遠鏡の公開された観測データから、従来は捉えられなかった122億～133億年前の銀河を138個見つけ、酸素の量の把握に挑んだ。解析法を独自に開発し、データの質を向上させることに成功した。その結果、今から131億年前までの銀河には、質量などに応じ、今と変わらない水準の量の酸素があったことが分かった。一方、131億～133億年前で見つかった7つ全ての銀河では、酸素は今の半分ほどの水準しかなかった。この時代、つまり宇宙誕生後5億～7億年の銀河では、酸素が急増する過程にあったことを突き止めた。



縦軸が現在を基準（1）とした、銀河の酸素の存在比（水素に対する比率）。横軸が時間で、右に行くほど過去。黒い印が過去の研究成果、赤い星印が今回。宇宙誕生後5億～7億年には半分程度と少ないことが分かった（中島王彦氏ら提供）

生命などに重要な元素である酸素の誕生時期をめぐっては、2010年に欧州の研究グループが、地上の望遠鏡の観測を基に、120億年前に急増した可能性を示した。これに対し今回のグループは14年、当時の赤外線観測の水準が不十分で、誤差の恐れがあると指摘していた。結果的に、この指摘が正しかったとみられるという。



（左）会見する中島王彦特任助教、（右）大内正己教授＝東京都文京区の東京大学

研究グループの国立天文台の中島王彦（きみひこ）特任助教（銀河天文学）は会見で「酸素がいつできたかの見方は、理論ごとにまちまちだった。今回しっかりした観測により、歴史を明らかにした。生命に必須の元素がどう作られたのかは、非常に根本的な知的探究の一つ。その理解を劇的に深めた」と話した。

東京大学宇宙線研究所の大内正己教授（宇宙物理学）は「（同望遠鏡により）あたかも近場の天体を観測したかのような質の高いデータが、130億年以上も昔の光から得られた。従来の考えよりずっと早く酸素が増えており、驚いた。成果は銀河形成の理論モデルにも重要な影響を与えそうだ」とした。

この時代に酸素が急増した理由は未解明。中島氏は「銀河がベビーブームのように多く生まれ、星の形成が効率よく進み、星の内部で酸素が作られ増えた可能性がある」との見方を示した。大内氏は「最初に生まれた星は、水素やヘリウムなどしかない中で生まれた。宇宙の年齢が5億～7億年の時、だんだん酸素が混じってきた。そこを今回見たのだろう」とした。今後は同望遠鏡の別の観測装置のデータも使い、さらに昔の銀河の酸素を分析するとともに、他の重い元素の誕生についても調べていく意向という。

研究グループは国立天文台、東京大学、千葉大学で構成。成果は米天体物理学誌「アストロフィジカル・ジャーナル・サプリメントシリーズ」に11月13日掲載された。

関連リンク 東京大学などプレスリリース「[初期の宇宙で急激に酸素が増加した痕跡を捉える](#)」

NASA「[James Webb Space Telescope](#)」（英文）

ESA「[webb](#)」（英文）

<https://sorae.info/astrometry/20231201-uhz-1.html>

## 観測史上最も遠い超大質量ブラックホール「UHZ-1」を発見

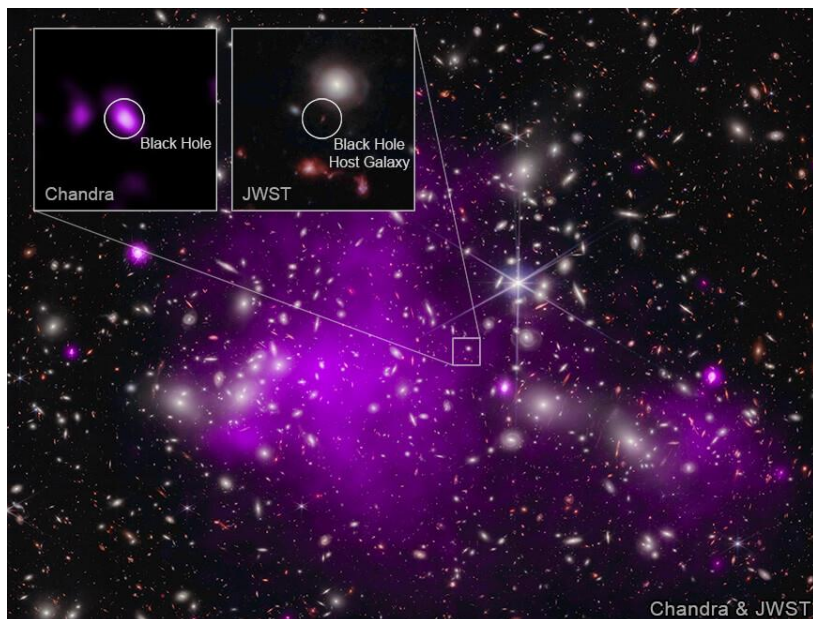
2023-12-01 [彩恵りり](#)

多くの銀河の中心部に存在する「超大質量ブラックホール」の起源は多くの謎に包まれています。長年の研究で、超大質量ブラックホールは小さなブラックホールから成長して形成されたと考えられるようになってきましたが、その“種”となるブラックホールは、恒星の重力崩壊（※1）によって生じた軽いブラックホールであるという説と、初期の宇宙にあった巨大なガス雲の重力崩壊で生じた重いブラックホールであるという説の2つが対立していました。

※1...重力があまりにも強くなり、他の力（電磁相互作用や縮退圧など）で重力に対抗できず、無限に潰れてしまう状態を重力崩壊と呼びます。

プリンストン大学のAndy D. Goulding氏などの研究チームは、以前から注目されていたクエーサー（※2）「UHZ-1」を「ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡」で観測し、詳細なデータを得ました。その結果、UHZ-1は宇宙誕生から約4億6000万年後の時代に存在した銀河であること、中心部にあるブラックホールの質量が太陽の1000万～1億倍であることを明らかにしました。この発見は、最も遠い超大質量ブラックホールであるだけでなく、超大質量ブラックホールの“種”は巨大なガス雲の重力崩壊で生じたという説を後押しするものです。

※2...クエーサーは、その活発な活動から、中心部に超大質量ブラックホールがあるとされている天体であり、銀河の初期形態であるとも考えられています。資料によっては UHZ-1 を活動銀河核 (AGN) と表現するものもありますが、ほとんど同じような構造をしている天体であるため、この記事では UHZ-1 の分類をクエーサーとします。



【▲図 1: チャンドラとウェッブ宇宙望遠鏡それぞれが撮影した UHZ-1 の画像 (Credit: NASA, CXC, SAO & Ákos Bogdán (チャンドラの X 線画像) / NASA, ESA, CSA & STScI (ウェッブ宇宙望遠鏡の赤外線画像) / NASA, CXC, SAO, L. Frattare & K. Arcand (画像処理))】

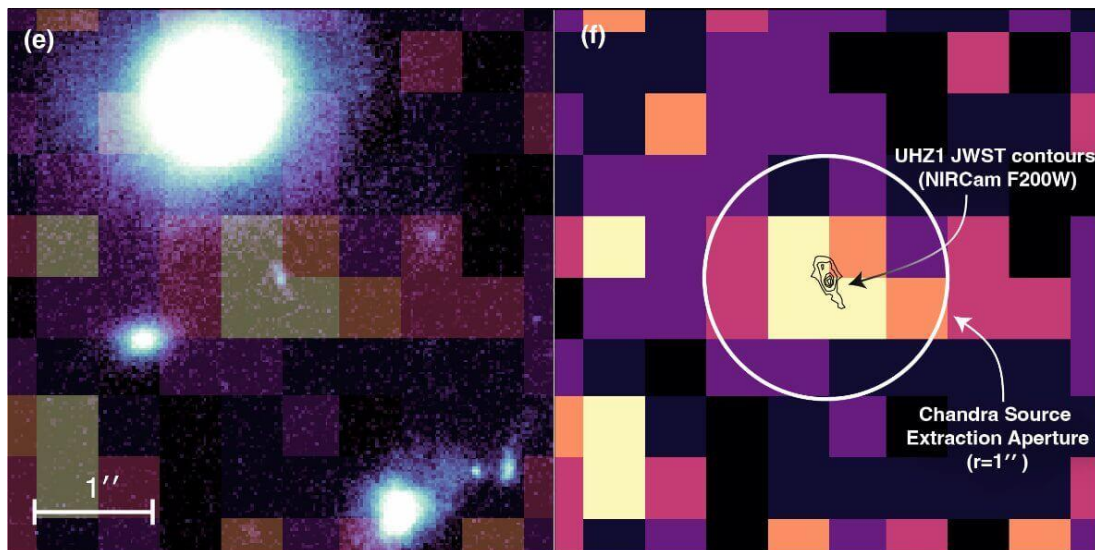
#### ■超大質量ブラックホールの“種”は何か？

私たちの天の川銀河を始め、多くの銀河の中心部には太陽の数百万倍から数百億倍もの質量を持つ「超大質量ブラックホール (超巨大ブラックホール)」が存在します。ブラックホールの生成過程としてよく知られている、恒星の中心核の重力崩壊で生じる「恒星ブラックホール (恒星質量ブラックホール)」は、太陽の数倍から数十倍の質量しかないため、超大質量ブラックホールとはスケールに大幅な差があります。

超大質量ブラックホールがどのように形成されたのかは大きな謎です。遠方の宇宙、つまり初期の宇宙を観測すると「クエーサー」が見つかるため、超大質量ブラックホールは宇宙の誕生から間もないころに、あまり時間をかけずに形成されたと考えられています。では、超大質量ブラックホールはどのように作られたのでしょうか？長年の研究から、超大質量ブラックホールはもっと小さなブラックホールがガスなどを吸収して質量を増やしたというシナリオが有力視されています。その場合、超大質量ブラックホールへと成長するための“種”となるブラックホールの起源が問題となります。これまでの研究で有力視されている“種”についての説は2つあります。1つ目は、初期の宇宙に存在した非常に重い恒星から生じたブラックホールであるという説です。この場合、初期の質量は太陽の10~100倍とかなり小さな値となります。この説は、恒星の重力崩壊というよく知られているシナリオから生じるため、多くの詳細が判明しています。しかし一方で、どんなに速くても成長に数億年かかるという問題もあり、一部のクエーサーはこのシナリオでは時間的に間に合わない初期の宇宙に存在します。2つ目は、「直接崩壊ブラックホール (Direct collapse black hole)」と呼ばれるブラックホールであるとする説です。初期の宇宙には非常に巨大で濃密なガス雲が存在していたと考えられており、自身の重力で崩壊してブラックホールを生じる場合もあります。この場合、恒星の質量限界を大幅に超える、最大で太陽の10万倍もの質量を持つブラックホールが生じます。この説は、1つ目の説よりも素早く質量の大きなブラックホールが形成されるという利点があります。しかし一方で、巨大なガス雲が巨大なブラックホールを生み出す環境を整えるには、いくつかの厳しい条件を満たす必要があるため、条件を満たしたガス雲が数多く存在するのか不明であるという問題があります。



## ■「UHZ-1」に最も遠い超大質量ブラックホールを発見



【▲図2: チャンドラとウェブ宇宙望遠鏡それぞれが撮影した UHZ-1 の画像を重ねたもの。チャンドラが非常に大きな正方形で表される解像度であるのに対し、ウェブ宇宙望遠鏡は UHZ-1 の細かい構造を示している。(Credit: Ákos Bogdán, et al.)】

Goulding 氏らの研究チームは、地球から見て「ちょうこくしつ座」の方向にあるクエーサー「UHZ-1」の研究を行いました。UHZ-1 は既に NASA (アメリカ航空宇宙局) の X 線天文台「チャンドラ」によって観測されており、興味深い対象として見られていたものの、解像度の限界や正確な距離など、詳しい研究を行うためのデータが不足しているという問題がありました。Goulding 氏らは、ウェブ宇宙望遠鏡で UHZ-1 を観測し、詳細なデータを収集して分析を行いました。その結果、UHZ-1 の赤方偏移は  $z=10.073\pm 0.002$  と計測されました。これは地球から 315 億光年離れた位置にある、今から 133 億 2000 万年前の時代、つまり宇宙誕生から 4 億 6000 万年後の時代に存在した天体であることを意味します(※3)。

※3...この記事における天体の距離は、光が進んだ宇宙空間が、宇宙の膨張によって引き延ばされたことを考慮した「共動距離」での値です。これに対し、光が進んだ時間を単純に掛け算したものは「光行距離(または光路距離)」と呼ばれます。また、2つの距離の表し方が存在することによる混乱や、距離計算に必要な数値にも様々な解釈が存在するため、論文内で遠方の天体の距離や存在した時代を表すには一般的に「赤方偏移(記号  $z$ )」が使用されます。そして、UHZ-1 は毎秒  $5\times 10^{38}$  のエネルギーを放出しており、このことから UHZ-1 には太陽の 1000 万～1 億倍の質量のブラックホールがあると推定されました。これは観測史上最も遠い超大質量ブラックホールの発見です。また、UHZ-1 に属する恒星の総質量は太陽の 1 億 4000 万倍と推定されており、UHZ-1 の恒星と超大質量ブラックホールの質量はほぼ同じと、ブラックホールが占める割合が非常に高い銀河であることを示しています。このような極端な比率は、巨大なガス雲が重力崩壊してブラックホールが生じた状況に良くあてはまります。そして、UHZ-1 の観測データは典型的なクエーサーや活動銀河核とは異なるものであることも分かりました。これは、UHZ-1 のブラックホールが濃い塵に隠されていること、そして星形成が進んでいることと一致します。

### ■初期宇宙の謎を次々に明らかにするウェブ宇宙望遠鏡

今回の UHZ-1 の観測データは、超大質量ブラックホールがガス雲の重力崩壊で発生したブラックホールを“種”にしている可能性を高める発見です。しかし、初期宇宙にはまだ多くの謎があり、その謎を解くとされるウェブ宇宙望遠鏡の観測も始まったばかりです。今回の UHZ-1 の観測データを含め、さらなる研究は初期宇宙の様子という究極の疑問に答えるために重要です。

Source

Ákos Bogdán, et al. “Evidence for heavy-seed origin of early supermassive black holes from a  $z \approx 10$  X-ray quasar”. ([Nature Astronomy](#)) ([arXiv](#))

[Andy D. Goulding, et al.](#) “UNCOVER: The Growth of the First Massive Black Holes from JWST/NIRSpec—Spectroscopic Redshift Confirmation of an X-Ray Luminous AGN at  $z = 10.1$ ”. ([The Astrophysical Journal Letters](#))

“[Webb Telescope Gets a Closer Look at the Massive Black Hole Enigmatic UHZ-1](#)”. ([James Webb Discoveries](#))

“[NASA Telescopes Discover Record-Breaking Black Hole](#)”. ([Chandra X-ray Observatory](#)) 文／彩恵りり

[https://news.biglobe.ne.jp/trend/1201/kpa\\_231201\\_9733800033.html](https://news.biglobe.ne.jp/trend/1201/kpa_231201_9733800033.html)

## アポロ 17 号が持ち帰った月の岩石から水素を検出。将来の月探査で利用できる可能性 はてなブックマーク

2023 年 12 月 1 日（金）20 時 10 分 [カラパイア](#)



NASA 最後の有人月面着陸となったアポロ 17 号のミッションで持ち帰られた月の岩石を分析したところ、そこに水素が含まれていることが判明したようだ。

アポロ 17 号最初の船外活動で月面車を運転する[ユージン・サーナン](#)宇宙飛行士 / image credit:NASA・月の極地以外でも水が使用できる可能性

この発見が非常に重要なのは、将来行われる月でのミッションで、北極や南極以外でも水を利用できるかもしれないからだ。そうした水は、宇宙飛行士の生命維持に欠かせないだけでなく、地球-月間の往来や、それよりもっと遠くの宇宙へ行くためのロケットの燃料にもなると期待されている。

・アポロ計画最後のミッションの手土産、月の岩石

水素が見つかったのは、公式上アポロ計画の最後の飛行、1972 年 12 月に行われたアポロ 17 号ミッションで月から持ち帰られた「79221」と呼ばれる土壌サンプルだ。そこに含まれていた水素は、常に月面に吹き付けられている太陽風や、彗星の衝突などによって作られたものと考えられている。その重要性について、月の水素は将来のミッションで使われる貴重な資源であると、アメリカ海軍研究所の地質学者キャサリン・バージェス氏は、[プレスリリース](#)で述べている。月面で恒久的な設備が置かれるようになれば、水素にはそこで直接利用できる資源となる可能性が秘められています

月に向かう前に資源を見つけ、それを集める方法を考案するのは、宇宙探査にとってとても大切なことです

NASA の試算によると、水のびん 1 本を月へ打ち上げるには数十万円かかる。そうした多額の費用を削減するためのアイデアが、月の氷から水を現地調達することだ。

水は宇宙飛行士が月に滞在するために絶対不可欠だけでなく、水素と酸素に分解すれば、月と地球を往復するロケットの燃料として使うこともできるし、火星やさらに遠くへ行くためにも使えるかもしれない。

これまで、そうした月の氷の大半は、北極や南極にあるクレーター内の永遠に日が当たらない領域（永久影）で確認されてきた。だが 2020 年、NASA の飛行天文台「SOFIA」のデータから、月の水はじつは[月面全](#)

[体に氷として点在している可能性](#)が明らかになった。そして興味深いことに、アポロ 17 号の宇宙飛行士たちが採取した月のサンプルは、各国が進出を目指す南極付近ではなく、赤道付近からのものだ。

こうしたことから、発見された水素は「月の極地以外の地域でも、水素分子が安定して持続的に存在するだろうことを示す重要なもの」と、『[Communications Earth & Environment](#)』（2023 年 11 月 15 日付）の論文で説明されている。

References:[Hydrogen Detected in Lunar Samples, Points to Resource Availability for Space Exploration >U.S. Naval Research Laboratory >NRL News/](#) written by hiroching / edited by / [parumo](#)

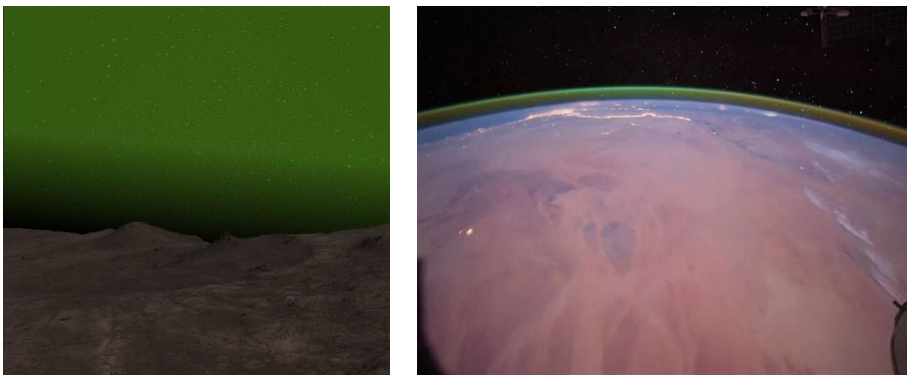
<https://sorae.info/astromy/20231202-mars.html>

## 火星の夜は緑色？ 火星の夜側で初めて可視光線領域の「大気光」の観測に成功

2023-12-02 [彩恵りり](#)

大気分子が発光する「大気光」は、大気を持つ様々な惑星で観測されています。その中でもこれまで観測されていなかったものの1つとして、火星の夜側での可視光線領域の大気光があります。

リエージュ大学の J.-C. Gérard 氏などの研究チームは、ESA（欧州宇宙機関）とロスコスモスの火星探査機「TGO（トレース・ガス・オービター）」の観測データから、夜側では初めて可視光線領域の大気光を観測することに成功しました。大気光は酸素原子（原子状酸素）が酸素分子（O<sub>2</sub>）へと結合することによって放たれる緑色の光であり、場所によっては夜間に視認可能なほど明るいことが分かりました。



【▲図 1: 今回観測された火星の大気光を地上から見た時の想像図。条件が良ければ、夜空が緑色に見えるほど明るいと推定されています（Credit: NASA, JPL-Caltech, Cornell University & Arizona State University– E. W. Knutsen）】

【▲図 2: 国際宇宙ステーションから見た地球の大気光。このような可視光線の大気光は他の惑星にもあると想像されていたものの、火星の夜側ではこれまで未確認でした（Credit: NASA）】

### ■大気のわずかな発光現象「大気光」

新月の日に街明かりがない場所で夜空を見上げても、完全に暗い空を観測することはできません。大気分子が放つ「大気光（Airglow）」が、わずかながら大気を照らしているためです。夜間に観測可能なため「夜光（Nightglow）」とも呼ばれますが、実際には昼夜を問わずに発生しています。

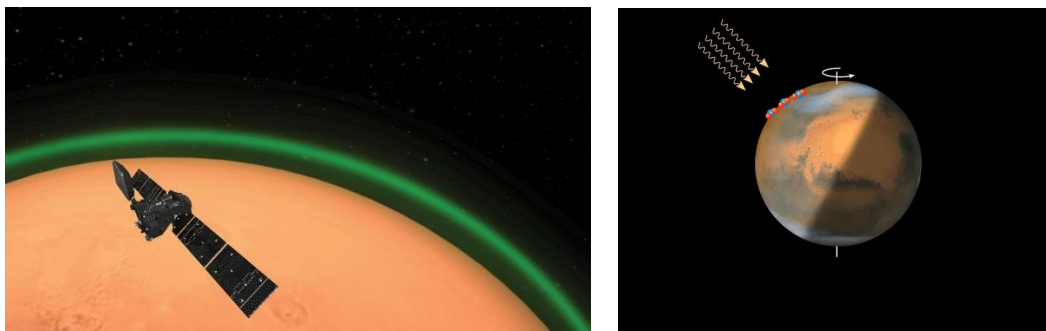
大気光の発生理由は様々ですが、代表的な発生源は太陽光によって分解された大気分子が再度結合する際に放つ光です。そしてこの発生過程による大気光は地球だけでなく、金星や木星でも観測されています。

一方、火星では赤外線および紫外線の大気光がすでに知られています。また、可視光線である緑色の光も昼側では観測に成功しています。これは大気の主成分である二酸化炭素が日光によって分解される過程で発生するものであり、高度 40~150km で発光しています。しかしこれまでに、火星での夜光と言える、夜側での可視光線の大気光は観測されたことがありませんでした。

■火星の緑色の大気光の観測に初成功！



Gérard 氏らの研究チームは、ESA とロスコスモスの火星探査機「TGO」で、火星における可視光線領域の大気光の観測を試みました。TGO には観測機器の 1 つとして、赤色から紫外線までの光を波長別に観測することができる分光器「NOMAD」が搭載されています。しかし高性能な NOMAD を駆使しても、夜光はかなり弱いことが予想されるため、火星の夜側の縁を見るように観測機器を向けました。



【▲図 3: 火星の大気光観測のイメージ図。TGO による大気光の観測では、弱い光を観測できるように火星の縁に焦点を当てました (Credit: ESA)】

【▲図 4: 火星の夜側の大気光の発光メカニズム。昼側で二酸化炭素分子が日光によって分解されることで発生した酸素原子は、夜側に輸送されて酸素分子へと再結合する際に緑色の光を放つと考えられています (Credit: ESA)】

観測データを分析した結果、火星の夜側で初めて可視光線領域の大気光を観測することに成功しました。観測されたのは緑色の光であり、これは 2 個の酸素原子が結合して 1 個の酸素分子になる過程で放出される光です。この大気光は地球や金星では観測されたことがあるものの、火星では初めて観測に成功しました。

酸素による緑色の大気光は、火星の冬半球の極地、高度 40~60km で最も強く輝いていることが分かりました。その明るさは、地球で見た月明かりに照らされる雲と同程度です。もしも火星の極地に人がいれば、良く晴れた夜空が緑色に輝いているのを観察できるでしょう。

#### ■惑星の大気循環を探る指標に

この研究結果は、単に火星の夜が緑色であることを示しただけに留まらず、火星全体の大気循環を追跡するために重要な情報を提供します。緑色の光の元となる酸素原子は、昼側での大気光の原因となる二酸化炭素分子の分解で発生したと考えられます。そして二酸化炭素分子の分解は太陽光の作用によって進むため、最も分解が進むのは夏半球の昼側ということになります。

一方で大気光が強く輝いている、つまり酸素原子が結合しているのは、冬半球の夜側です。つまり酸素原子は、火星をほぼ半周して移動していることになります。この推定は、火星の半年後 (地球の約 340 日後) に同じ観測を行った結果でも裏付けられています。半年後には北半球と南半球で季節が逆転し、夜間の大気光が最も強い側も入れ替わることが観測されているためです。

酸素原子は不安定で、すぐに他の分子と結合しようとするのを考えると、大気中の輸送は興味深い発見です。同じような輸送は金星でも発見されているため、この研究結果は地球と似た惑星での大気循環を探る上での基礎的な情報となるでしょう。また、直接観測が困難な他の大気分子の輸送や化学反応を推定する上でも、このデータは役立つはずで

Source

[J.-C. Gérard, et al.](#) “Observation of the Mars O<sub>2</sub> visible nightglow by the NOMAD spectrometer onboard the Trace Gas Orbiter”. (Nature Astronomy)

[Lauriane Soret& Jean-Claude Gérard.](#) “Glow in the visible range detected for the first time in the Martian night”. (Université de Liège)

[“A green glow in the martian night”.](#) (ESA)

文／彩恵りり