

地球から 8900 万光年先の銀河で超大質量ブラックホールのペアを発見か

2021-12-03 [松村武宏](#)



【▲ヨーロッパ南天天文台「超大型望遠鏡 (VLT)」の観測装置「MUSE」によって撮影された銀河「NGC 7727」の中心部分。1600 光年の距離を隔てて輝く 2 つの明るい銀河核にはそれぞれ超大質量ブラックホールが存在するとみられている (Credit: ESO/Voggel et al.)】

【▲超大質量ブラックホールのペアが見つかった銀河「NGC 7727」の全体像 (Credit: ESO/VST ATLAS team. Acknowledgement: Durham University/CASU/WFAU)】

【▲口径 8.2m の望遠鏡 4 基で構成されるヨーロッパ南天天文台の「超大型望遠鏡 (VLT)」 (Credit: ESO/H.H.Heyer)】

ストラスブール天文台の天文学者 Karina Voggel さんを筆頭とする研究グループは、「みずがめ座」の方向およそ 8900 万光年先にある銀河「NGC 7727」で超大質量ブラックホールのペアを発見したとする研究成果を発表しました。ヨーロッパ南天天文台 (ESO) によると、今回の発見は地球から既知の超大質量ブラックホールのペアまでの最短距離の記録を更新するとともに、天の川銀河近傍の宇宙には未発見の超大質量ブラックホールがまだ多く存在する可能性を示唆するものとなったようです。

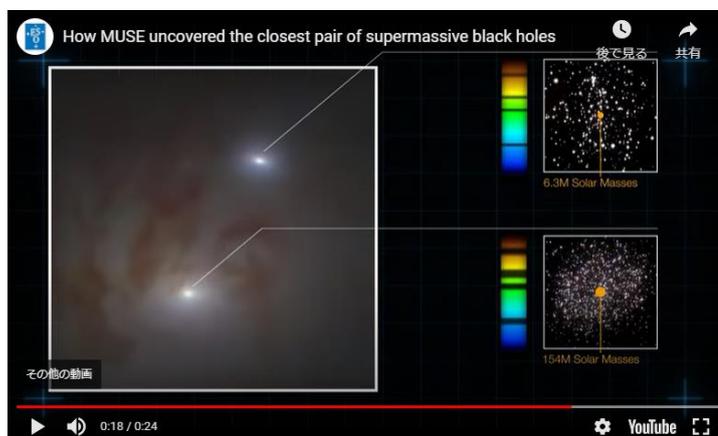
■2 つのブラックホールの質量は太陽の約 1 億 5400 万倍と約 630 万倍と推定

特異な形状を持つことが知られている NGC 7727 は、約 10 億年前に 2 つの銀河が合体することで誕生した銀河 (合体銀河) だと考えられています。研究グループによると、今回見つかった超大質量ブラックホール (質量が太陽の数十万倍以上もある比較的重いブラックホール) のペアは片方の質量が太陽の約 1 億 5400 万倍、もう片方が太陽の約 630 万倍とみられており、観測された 2 つのブラックホールの間隔は 1600 光年とされています。天の川銀河の中心に存在が確実視されている超大質量ブラックホール「いて座 A* (エースター)」の質量は、太陽の約 400 万倍と推定されています。NGC 7727 に存在するとみられる 2 つの超大質量ブラックホールの質量は、軽いほうでも「いて座 A*」の 1.5 倍ほど、重いほうは 40 倍近い質量があることとなります。

多くの巨大な銀河の中心には超大質量ブラックホールが存在すると予想されていますが、銀河が合体するとその中心にあった超大質量ブラックホールどうしも接近し、やがて 1 つに合体してより巨大なブラックホールになると考えられています。研究に参加したクイーンズランド大学教授の Holger Baumgardt さんによると、今回見つかった NGC 7727 の超大質量ブラックホールのペアも例外ではなく、その間隔と速度から今後 2 億 5000 万年以内に合体すると予想されています。ESO によると、これまでに発見された超大質量ブラックホールのペアのうち、地球に最も近いのは約 4 億 7000 万光年先の銀河「NGC 6240」に存在するとみられるのものでした。いっぽう、地球から NGC 7727 までの距離はその約 5 分の 1 となる約 8900 光年先であることから、今回の発見によって地球から既知の超大質量ブラックホールのペアまでの最短距離の記録が更新されたこととなります。 関連:

[合体銀河にひそむ超大質量ブラックホールの周辺をアルマ望遠鏡が精密観測](#) (NGC 6240 に関する研究成果) 発表によると、2 つの銀河が合体してできたとみられる NGC 7727 には超大質量ブラックホールのペアが存在するのではないかとすでに予想されていたものの、活動的なブラックホールのように高エネルギーの電磁波を放出してはいなかったため、これまでその存在を確認することができなかったといいます。そこで研究グループは、

ESO のパラナル天文台（チリ）にある「超大型望遠鏡（VLT : Very Large Telescope）」に設置されている広視野面分光観測装置「MUSE（Multi Unit Spectroscopic Explorer）」を使い、NGC 7727 の中心付近に存在する星々を観測しました。ブラックホールそのものを電磁波で観測することはできませんが、ブラックホールの強い重力がもたらす影響を受けながら周回する恒星を観測することで間接的にブラックホールの存在を検出したり、質量を推定したりすることが可能です。VLT の MUSE に加えて「ハッブル」宇宙望遠鏡による観測データも用いた分析の結果、研究グループは NGC 7727 の中心に超大質量ブラックホールのペアが存在することを確認し、その質量は前述のように「太陽の約 1 億 5400 万倍および約 630 万倍」とであると導き出しました。



▲今回用いられた観測手法のイメージ（動画）▲

ブラックホールを周回する恒星のスペクトル（波長ごとの電磁波の強さ）をもとに質量が推定された
 (Credit: ESO/L. Calçada; VST ATLAS team; Voggel et al.)

Voggel さんは、未発見の巨大なブラックホールを隠し持つ合体銀河はもっと多く存在するかもしれないとした上で、今回の成果は近傍の宇宙における既知の超大質量ブラックホールの総数が 30 パーセント増える可能性を意味するものだと言及しています。また、研究に参加した ESO の天文学者 Steffen Mieske さんは、ESO がチリのセロ・アルマゾネス山で建設を進めている次世代の大型望遠鏡「欧州超大型望遠鏡（ELT : Extremely Large Telescope）」に触れて「今回の超大質量ブラックホール検出はほんの始まりに過ぎません」とコメントし、ELT による超大質量ブラックホールの検出に期待を寄せています。

関連：[大マゼラン雲の若い星団で恒星と連星を組むブラックホールが見つかる](#)

Image Credit: ESO/Voggel et al. Source: [ESO](#) 文／松村武宏

<https://www.newsweekjapan.jp/stories/world/2021/12/post-97583.php>

地球の水の起源を解明！？ 「はやぶさ」が持ち帰った小惑星「イトカワ」の試料を分析

2021 年 12 月 3 日（金）17 時 30 分 [松岡由希子](#)



太陽風が小惑星に衝突すると、岩石の化学組成に影響を与え、岩石中の物質から水が生成される University of Glasgow/YouTube 小惑星イトカワの姿 Space dust analysis could solve mystery of the origins of Earth's water <小惑星イトカワの岩石で水が生成されるプロセスが明らかに>

地球表面の約 71% は水で覆われているが、その起源についてはまだ解明されていない。地球の水の起源については「太陽系の炭素質の小惑星『C 型小惑星』が地球形成期に衝突し、水がもたらされた」との仮説が示されてい

る。しかし、地球に落下した C 型小惑星の炭素質球粒隕石の同位体フィンガープリントを分析した研究結果によると、隕石の水に含まれる水素と重水素の割合が地球のものと一致したのは一部であり、概ね、地球のマンツルや海の水とは異なっていた。つまり、地球の水の一部は C 型小惑星を起源とする可能性があるものの、地球形成期に太陽系の別のどこかからも水がもたらされたと考えられる。

探査機「はやぶさ」が小惑星「イトカワ」の表面から採取した試料を分析

そこで、英グラスゴー大学、豪カーティン大学らの研究チームは、C 型小惑星よりも太陽に近い岩石質の「S 型小惑星」に着目し、2010 年に帰還した宇宙航空研究開発機構（JAXA）の小惑星探査機「はやぶさ」が S 型小惑星「イトカワ」の表面から採取した試料を分析した。一連の研究結果は、2021 年 11 月 29 日、学術雑誌「[ネイチャー・アストロノミー](#)」で発表されている。研究チームは、試料を構成する元素の 3 次元空間分布と化学組成測定を行う最先端の材料分析手法「アトムプローブトモグラフィー（APT）」を用い、イトカワの試料を内側 50 ナノメートルにわたって細部まで分析した。その結果、太陽風によって岩石が変質する「宇宙風化」により、かんらん石の表面下で水が生成されていたことがわかった。研究論文の共同著者でカーティン大学の惑星科学者フィル・ブランド特別教授は、この試料の分析結果をふまえ「岩石 1 立方メートルあたり約 20 リットルの水が存在するだろう」と推測している。空気がない天体の表面では、水素やヘリウムのイオンが太陽から宇宙空間へと絶え間なく流れる「太陽風」によって岩石や鉱物に変質する「宇宙風化」が起こる。太陽風の水素イオンが小惑星の表面に衝突すると、表面から数十ナノメートル下まで浸透して岩石の化学組成に影響を与え、岩石中の物質から酸素原子が放出されて水が生成される。この研究では、イトカワの試料の表面に水素イオンを照射する実験を行い、水分子が生成されることも確認した。

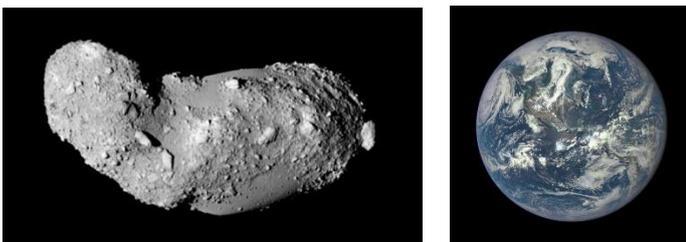
月や小惑星ベスタなど、空気のない他の天体でも起こりうる

研究論文の共同著者で米ハワイ大学マノア校の[ホープ・イシイ博士](#)は「イトカワで水を生成させた宇宙風化のプロセスは、月や小惑星ベスタなど、空気のない他の天体でも起こりうるだろう」と考察。また、研究論文の筆頭著者でグラスゴー大学の[ルーク・ダリー博士](#)は、宇宙飛行士の月面着陸を目指すアメリカ航空宇宙局（NASA）の「アルテミス計画」に言及し、「宇宙風化によって月面にもイトカワと同様の水源があれば、この計画の達成を後押しする貴重な資源となるだろう」と述べている。

<https://sorae.info/astrometry/20211203-itokawa.html>

地球の水の一部は太陽風によって生成された可能性、初代「はやぶさ」が持ち帰ったサンプルの分析結果から

2021-12-03 [松村武宏](#)



【▲JAXA の小惑星探査機「はやぶさ」が撮影した小惑星「リュウグウ」（Credit: JAXA）】

【▲地球に存在する水の一部は過去に太陽風によって生成されたものかもしれない（Credit: NASA）】

グラスゴー大学の Luke Daly 博士を筆頭とする研究グループは、地球の水の起源に関する新たな研究成果を発表しました。今回の研究では、宇宙航空研究開発機構（JAXA）の小惑星探査機「はやぶさ」が訪れ、微量ながらも地球へサンプルを持ち帰ることに成功した小惑星「イトカワ」（25143 Itokawa）のサンプルが用いられています。研究グループによると、私たちが住む地球に存在する水の一部は、太陽から吹き出す太陽風によって生成された可能性があるようです。

■太陽風にさらされた塵の表面直下で水分子が生成された可能性

地球は太陽系の他の岩石惑星と比べて水が豊富で、表面の約7割が海に覆われています。地球の水の起源は長年に渡り研究の対象となっており、近年では初期の地球に有機物や水が豊富なC型小惑星や彗星が衝突したことで水がもたらされたのではないかと考えられています。

小惑星や彗星が水の供給源となった可能性を検証するために、研究者は水素の同位体の比率（同位体比）を調べてきました。水は水素（H）と酸素（O）が結びついてできた水分子（H₂O）の集まりですが、水には水素の同位体である「重水素」（※）と酸素が結びついた「重水」がわずかに含まれています。重水は普通の水よりも重く（区別するために普通の水を「軽水」と呼ぶこともあります）、水に含まれる重水の割合は水が存在する環境に左右されるため、重水の割合が近ければ同じ起源を持つ水だと推測することができます。

※...水素の原子核は陽子1つで構成されるが、重水素の原子核は陽子1つと中性子1つで構成される

発表によると、過去の研究では地球へ落下した隕石のうちC型小惑星に対応する「炭素質コンドライト」と呼ばれる種類を対象に、隕石に含まれる水素の同位体比が地球の水と比較されたものの、同位体比が一致する隕石もあれば一致しない隕石もありました。平均すると、地球の海やマントルに存在する水は炭素質コンドライトと比べて重水素の比率がわずかに低いことから、地球にはC型小惑星や彗星だけでなく別の供給源からもたらされた水が存在するはずだといえます。そこで研究グループは、C型とは異なる岩石質のS型小惑星「イトカワ」のサンプルに注目しました。研究グループがイトカワの微細なサンプルの表面から50ナノメートル（10万分の5ミリメートル）の内部を分析した結果、1立方メートルあたり約20リットルに相当する量の水が含まれていることが明らかになったといえます。研究グループは、この水が太陽風によって生成されたと考えています。太陽から吹き出す太陽風の主な成分は水素イオン（陽子）です。Dalyさんによると、十分な大気を持たず太陽風にさらされる小惑星や月などの表面にある岩石は、表面から数十ナノメートル下まで届く水素イオンによって長い時間をかけて風化（宇宙風化）していくとともに、水素イオンの作用を受けた岩石から放出された酸素原子をもとに水分子が生成されるといいます。Dalyさんは、このプロセスで生成される水分子が軽水（重水素を含まない普通の水）である点が重要だと指摘します。初期の太陽系には塵が大量に存在していたとみられていますが、この塵でも太陽風の作用によって表面直下で水分子が生成されていたことが考えられます。水を豊富に含むこれらの塵が小惑星や彗星とともに降り注いだことで地球に水をもたらし、地球の水の水素同位体比にも影響を与えたかもしれないというわけです。また、太陽風が生成した水は、将来の有人宇宙探査で利用されることになるかもしれません。Dalyさんたちは、月や小惑星といった天体の表面でもイトカワと同じプロセスで水が生成された可能性があると考えており、表層の塵から直接水を得られる可能性に言及しています。水とは無縁に思える月や小惑星の表面ですが、将来は宇宙飛行士の生存に欠かせない水の供給源として利用されるかもしれません。

なお、2021年2月にはJAXAの仲内悠祐さんを筆頭とする研究グループから、大気を持たない月や小惑星などの表面に吹き付けた太陽風によってシンプルな反応で水分子が生成される可能性を示した研究成果が発表されています。これに先立つ2020年10月にはハワイ大学マノア校のCasey Honniballさんを筆頭とする研究グループから、月の南半球にあるクラヴィウス・クレーターにおいて水分子が検出されたとする研究成果が発表されており、月面全体に水が分布している可能性も指摘されています。

関連：[月面で検出された水分子は従来の予想よりもシンプルな反応で生成されている可能性](#)

Image Credit: JAXA Source: [グラスゴー大学](#) / [ハワイ大学マノア校](#) / [カーティン大学](#) 文／松村武宏

<https://jp.techcrunch.com/2021/12/01/2021-11-30-nasa-details-intent-to-replace-the-international-space-station-with-a-commercial-space-station-by-2030/>

NASA、2030年までに国際宇宙ステーションを民間に置き換える意図を詳述



2021年12月01日 by [Darrell Etherington](#), [Hirokazu Kusakabe](#)

NASAのOffice of Audits（内部監査室）は、国際宇宙ステーション（ISS）が退役した後、ISSを1つまたは複数の商業宇宙ステーションに置き換えるというNASAの取り組みについて、詳細な報告書を作成した。ISSの運用終了は2024年に予定されているにもかかわらず、すべて2030年まで延長されることを示している。つまりそれが、軌道上で人間が滞在するための科学施設を民間企業に引き継ぐことができる時期であると、NASAでは想定しているようだ。今回の監査では、基本的に現在のISSの維持・運用コストを詳細に説明するとともに、人間が長期間宇宙に滞在するための実験場となる研究施設や、月面における恒久的な駐留の確立や火星探査を含む深宇宙探査の鍵となる技術を開発・実証するための施設が、今後も必要不可欠であると考えている理由を説明している。結論として、NASAは2028年までに商業宇宙ステーションの運用を開始し、予想されるISSの退役・離脱の前に2年間のオーバーラップ期間を設けたいと考えている。しかし、このスケジュールには明らかリスクがある。NASAによれば、それは「市場の需要が限られていること、資金が不足していること、コスト見積もりが信頼できないこと、まだ要求条件が進化し続けていること」などだ。

一方、良いニュースも報告されている。それは最近、多くの企業が軌道上の商業ステーションの開発に興味を持っているようだということだ。Nanoracks（ナノラックス）とその親会社であるVoyager Space（ボイジャー・スペース）、そしてLockheed Martin（ロッキード・マーチン）のパートナーシップは、2027年までに商業宇宙ステーションを製造し、運用開始することを[目指している](#)。Blue Origin（ブルーオリジン）はSierra Space（シエラ・スペース）とBoeing（ボーイング）とともに、遅くとも2030年までにOrbital Reef（オービタル・リーフ）と名付けられたステーションを打ち上げたいと[望んでいる](#)。Axiom Space（アクシオム・スペース）では、退役前のISSに取り付けるモジュールを打ち上げ、それを2028年までにISSから分離させ、独自のステーションとして自力で軌道に乗せるという計画を[すでに進めている](#)。

関連記事 ・ [Nanoracks など民間3社が2027年までの商業宇宙ステーション立ち上げを計画](#)

・ [ブルーオリジン、ボーイングなどがシエラスペースとの民間商業宇宙ステーション建造を発表](#)

・ [グーグルが宇宙をマネタイズ、Axiom Spaceの民間宇宙ステーションが提供するさまざまなサービス](#)

NASA Office of Auditsによる報告書の全文は以下で読むことができる。

[View this document on Scribd](#) 画像クレジット：AXIOM SPACE [\[原文へ\]](#)

（文：Darrell Etherington、翻訳：Hirokazu Kusakabe）

<https://news.yahoo.co.jp/articles/36d6bef5da39903a2f7cc28f51e5328f17bb4273>

宇宙飛行士に尿路結石のリスク 名市大などが新しい予防法

12/3(金) 19:12 配信  毎日新聞



[国際宇宙ステーションの日本の実験棟「きぼう」から記者会見する星出彰彦（左）、野口聡一両宇宙飛行士＝2021年4月26日午後8時4分、宇宙航空研究開発機構の配信動画から](#)

名古屋市立大と宇宙航空研究開発機構（JAXA）、米航空宇宙局（NASA）などの研究チームは、宇宙に長期滞在する際に問題となる尿路結石の予防に、骨粗しょう症治療薬が有効だとする研究成果をまとめ、米学会誌に掲載された。宇宙では、重力がかからないため骨からカルシウムが溶け出して尿に混じり、尿路結石になるリスクが高い。結石の激痛は宇宙飛行士のミッション失敗や人命に関わる事故につながりかねず、予防法の研究が続いている。名市大の岡田淳志准教授（腎・泌尿器科学）らは、2009～16年に国際宇宙ステーション（ISS）に約半年滞在した国内外の宇宙飛行士17人を対象に研究した。うち7人は骨を溶かす働きを抑制する「ビスホスホネート製剤」の服用と骨密度低下を防ぐ運動を併用し、残る10人は運動のみ行った。その結果、結石の原因となる尿内のカルシウムやシュウ酸、尿酸の数値が、薬を未服用の宇宙飛行士は1.1～1.5倍に増えたが、服用した飛行士は0.6～0.8倍に下がり、尿路結石のリスクを抑えることが分かった。岡田准教授は「宇宙飛行時の予防に加え、地上での研究を進めれば寝たきりや閉経期の女性、ステロイド薬服用者に多い尿路結石の予防や治療にも生かせる可能性がある」と話した。【川瀬慎一郎】

<https://www.asahi.com/articles/ASPD35WKCPD3ULBJ001.html>

ISS 船長を務めた星出飛行士「次は月へ向け頑張りたい」 帰還後会見



小川詩織 2021年12月4日 11時00分

[米ヒューストンからオンラインで会見する星出彰彦](#)

[飛行士=JAXAの配信動画から](#)

[国際宇宙ステーション](#)（ISS）で日本人2人目となる船長を務めて帰還した[星出彰彦飛行士](#)（52）が3日、米ヒューストンからオンラインで会見した。星出さんは「次は月が目標。ぜひ月に向けて頑張っていきたい」と意気込みをみせた。有人月探査をめぐるのは、[宇宙航空研究開発機構](#)（JAXA）が13年ぶりに[飛行士](#)を募集する。「自分は3回目の挑戦で[飛行士](#)になった。まずはチャレンジしてほしい。一緒に試験を受けた人はこれまでの飛行を応援してくれていて、大きな力になっている」と呼びかけた。星出さんは今年4月から約半年、ISSに滞在した。「ISSは老朽化という言葉が使われがちだが、アップグレードしている。カメラも今は4Kで、地上の技術をうまく取り込み、よりいい実験、研究につなげられる施設だと思っている」と話した。

今回乗った米民間宇宙船クルードラゴンについては、米スペースシャトルやロシアの[ソユーズ宇宙船](#)と比べ、「加速や減速を肌で感じることができた。一番大きな違いは帰還時の着水。大きな衝撃もなく、軟らかく確実に降りたと感じた」と振り返った。（[小川詩織](#)）

<https://sorabatake.jp/24299/> 2021/11/29

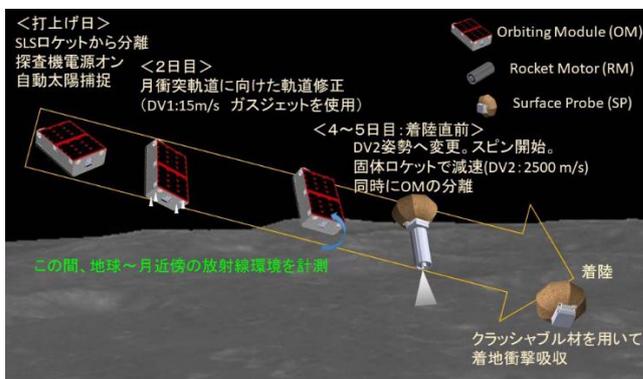
日本初の月面着陸を果たすのは「オモテナシ」か。アルテミス I に搭載する探査機

の詳細を JAXA が発表【宇宙ビジネスニュース】 【2021年11月29日配信】

NASA は、アルテミス計画の一環で、SLS ロケットで月周回軌道にオリオン宇宙船を送り込む無人飛行試験「アルテミス I」の打ち上げを2022年2月12日以降に予定しています。11月25日、JAXA はアルテミス I に搭載する超小型探査機「OMOTENASHI（オモテナシ）」と「EQUULEUS（エクレウス）」の詳細を発表しました。

10機の超小型衛星・探査機が相乗りするアルテミス I

2015年8月、NASA はアルテミス I の打ち上げにあたり、相乗りさせる超小型衛星を国際パートナーに募集しました。条件は、6Uサイズであり、有人探査を推進する技術、科学ミッションを含むこと、ロケット側に悪影響を及ぼさないことです。



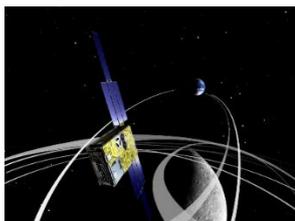
SLS ロケット Credit : NASA OMOTENASHI のミッションシーケンス Credit : JAXA

JAXA は複数のミッションを提案したところ、OMOTENASHI と EQUULEUS が選定。当初は 2018 年に打ち上げる予定であったことから、急ピッチで開発が進められましたが、SLS ロケットの開発の遅れなどにより、打ち上げが延期されていました。アルテミス I には、アメリカ 7 機、日本 2 機、イタリア 1 機の合計 10 機の超小型衛星・探査機が搭載されます。NASA は 2021 年 10 月に、SLS ロケットの組み立てが完了したとアルテミス I の打ち上げを 2022 年 2 月 12 日以降に実施する予定を発表しました。1 月初頭に実施される、SLS ロケットに燃料を充填する試験 (Wet Dress Rehearsal) の結果によって、打ち上げ日が決まると見られています。

超小型探査機「OMOTENASHI」と「EQUULEUS」

ここからは、アルテミス I に搭載される 2 つの衛星について紹介します。超小型探査機「OMOTENASHI」のミッションは、超小型探査機での月面着陸技術の開発・実証および SLS ロケットから切り離されてから月に向かう間の放射線環境の測定です。月には大気がないため、着陸前に落下のスピードを減速するには大きな推進力が必要です。この技術を実証し、低コストの超小型探査機が月面に着陸できるようになれば、大学や中小企業、あるいは個人でも探査が可能となり、月面探査の敷居を下げられるのではないかと期待されています。

また、予定通りに打ち上げが行われた場合は、OMOTENASHI は初めて月面に着陸する日本の探査機になります。



EQUULEUS のイメージ画像 Credit : JAXA

超小型探査機「EQUULEUS」のメインのミッションは、地球-月系のラグランジュ点 L2 点への飛行を通じて、太陽-地球-月圏での軌道操作技術を実証することです。軌道操作技術の獲得は、超小型衛星ミッションの自由度を向上させ、得られる科学成果を拡大することにつながると考えられています。

2022 年はアルテミス I のほか、NASA の商業月面輸送サービス (CLPS) など、多くの衛星や探査機、着陸船が月面に到達すると見られています。その流れの皮切りとなるアルテミス I には、多くの注目が集まるでしょう。

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20211202-2211522/>

日産、JAXA と開発を進める月面ローバの試作機を公開

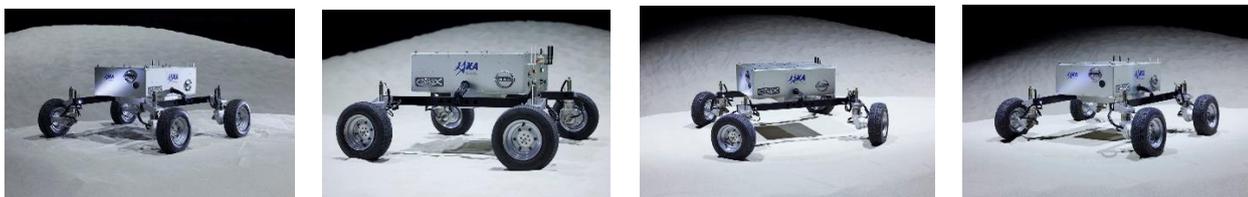
2021/12/02 15:25 著者 : 小林行雄

日産自動車は 12 月 2 日、宇宙航空研究開発機構(JAXA)と共同で研究開発を進めている月面ローバの試作機を公開した。月探査に必要な探査ローバだが、月面はレゴリスと呼ばれる細かな砂で覆われ、さらに起伏に富んだ場所が多く、昼夜の寒暖差も激しいといった過酷な環境であり、そうした諸条件に対応する高い走破性、高効率な走行性能などが求められることとなる。日産は 2020 年 1 月より JAXA 宇宙探査イノベーションハブで進められている共同研究に参画。電気自動車開発で培ってきたモーター制御技術や、電動駆動 4 輪制御技術「e-4ORCE」

を応用する形で、月面ローバの駆動力制御に関する研究を JAXA とともに進めている。

この共同研究では e-4ORCE を進化させ、砂地などの過酷な環境下での走行性能を高める技術開発が進められているという。具体的には、路面状況に応じてタイヤの空転量を最小限に抑え、さまざまな路面環境において走行性能を高める駆動力制御を研究・開発しているという。タイヤの空転量を最小限に抑えることは、砂地でのスタックを回避できるだけでなく、空転によるエネルギーロスをも最小化することにもつながり、結果として走行エネルギーを効率化することにもつながることから、日産では、こうした技術開発が、月面で走るローバだけでなく、地上で走るクルマの走行性能の向上にもつながるとしている。

なお、日産では、今回の共同研究を通じ、テストカーの開発で得た日産の知見と、ローバの研究で得られた JAXA の知見を互いに共有することで、地上を走行するクルマと宇宙探査の両面で技術を進化させることを目指している。



日産が JAXA と共同研究中の月面ローバ試作機

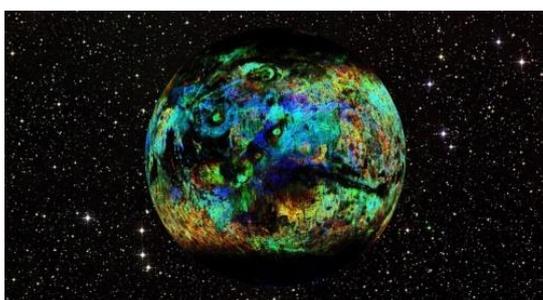


日産と JAXA が共同研究中の月面探査機の試作機

<https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/news/21/112900579/>

110 万年前の火星隕石、火星の出所を推定する驚きの方法が発表

元の絵もわからずにジグソーパズルのピースの位置を特定するような研究 2021.11.30



火星の巨大火山

オリンポス山とタルシス三山は火星最大の火山地帯「タルシス領域」を形成している。



Matthew W. Chwastyk, NGM Staff
Source: NASA/JPL

[画像のクリックで拡大表示]

この火星地図の色は、異なる大きさのクレーターが分布する地域を示している。研究者たちは約 9000 万個の小さな衝突クレーターを特定することで、火星表面のさまざまな場所の年代を計算し、ある種類の火星隕石が 1 つのクレーターに起源をもつことを明らかにした。(PHOTOGRAPH BY LAGAIN ET AL. (2021), NATURE COMMUNICATIONS) [画像のクリックで拡大表示]

地球に降り注ぐ隕石のなかには、火星から飛んできたものがある。小惑星などの天体が火星に衝突したときに宇宙に飛び出した火星の欠片で、「火星隕石」と呼ばれている。火星の歴史を解明する上で、火星隕石が火星のどこから来たのかを明らかにすることはとても重要だが、

科学的には非常に難しい。しかし、11月3日付けの学術誌「Nature Communications」に画期的な手法が発表された。論文では、火星のクレーターを数える機械学習プログラムの助けを借りて、ある種の火星隕石が、太陽系最大の火山領域「タルシス」にある1つのクレーターから来たと推定した。火星のタルシス領域は数千個の火山からなり、面積は約3000万平方キロメートルと、米国の3倍もある。無数のマグマの噴出と溶岩流によって数十億年かけて形成され、非常に重く、これができたせいで地表が元の位置から自転軸に対して20度近くずれてしまったほどだ。(参考記事：[「火星の重力マップ公開、驚きの新事実が明るみに」](#)) この分析結果が確かなら、科学者たちは、火星の地表をずらすほどの巨大な火山領域の途方もない力について、解明の手がかりをつかんだことになる。「火星の理解が大きく変わる可能性もあります」と英グラスゴー大学の隕石専門家ルーク・デリー氏は評価する。なお、氏は今回の研究に参加していない。

火星隕石の起源

今回研究対象とした隕石は、2011年にモロッコに落下した重さ7キログラムの火星隕石をはじめ、今から約110万年前に火星に小惑星が衝突して宇宙に放出されたものだ。こうした火星隕石は十数個見つかっており、希土類元素の含有量が少ないことから「枯渇型シャーゴットイト (depleted shergottite)」と呼ばれる。

火星の隕石の多くは「シャーゴットイト」という種類に分類されている。1865年に隕石の落下が目撃されたインドのシャーゴッティという町にちなんで名付けられた。シャーゴットイトはすべて似たような組成の火山岩だが、中でも枯渇型シャーゴットイトは、化学的特徴から地下深くのマンテルに由来することが知られていた。

(参考記事：[「火星隕石、故郷のクレーターを特定か」](#))

ではまず、マンテルはどのようにして表面近くまで上昇していたのだろうか？

地球の場合、マンテル岩石が地表に出てくる方法は2つある。1つは、2つのプレートが離ればなれになる境界にマンテルが上昇してくる場合。もう1つは、プルームと呼ばれる超高温のマンテル物質が深部から噴水のように上昇してくる場合だ。火星にはプレート運動がなかったと考えられているため、マンテルプルームによって上昇してきた可能性が高い。また、すべての枯渇型シャーゴットイトが比較的若い数億年前の火山性地域から来たということも、分析によりわかっている。隕石の分析からわかることは他にもある。地球に落下したすべての枯渇型シャーゴットイトが1回の小惑星の衝突によって宇宙に放出されたのだとしたら、その衝突は、最小でも直径3キロメートル以上のクレーターを残したほど強力だったにちがいない。

また、そのクレーターは約110万年前にできたはずだ。宇宙に放り出された岩石の表面は宇宙線によって変化していくため、表面を調べることで、宇宙を旅していた時間の長さがわかるのだ。

次ページ：[「絵」がわからなければ「年代」で](#)

しかし、これらの手がかりがあっても、隕石が火星のどこから来ているのかを突き止めるのは非常に難しい。個々の隕石はジグソーパズルのピースのようなもので、もとの環境がわからなければ、火星のどこにあったかを特定することはほぼ不可能だ。「私たち地質学者は、どこで岩石サンプルを採取したかという情報を詳細に記録します。背景が重要だからです」とグラスゴー大学で火星の隕石を研究している博士課程の学生アーニェ・オブライエン氏は話す。氏も今回の研究には参加していない。「火星隕石の場合、背景がわからないので、何が起って形成されたのか、これまでの知見に十分基づいて推測をしなければなりません」そこで、高度な推測を行うために、科学者たちは惑星科学の新しいツールを利用した。機械学習だ。

「絵」がわからなければ「年代」で 高度な推測の手がかりにしたのは、枯渇型シャーゴットイトが故郷を飛び出した110万年前という年代だ。惑星の表面の年代を厳密に決定するには、現物のサンプルを調べるしかない。しかし、火星のサンプルリターンが実現するであろう2030年代まで、それはほぼ不可能だ。とはいえ、研究者は「クレーター・カウンティング」と呼ばれる手法で表面の年代を推定できる。(参考記事：[「【解説】火星の岩石をついに採取、いずれ地球へ、NASA 探査車」](#))

地球と違って地表に水がなく、地質学的に不活発である火星では、かなりの大きさのクレーターが、何億年から何十億年もそのままの状態に残っている。小惑星が衝突する頻度がわかっていたら、火星表面でクレーターの

数が多い場所は、少ない場所よりも古いことになる。クレーターの年代は別の方法でも推定できる。「小惑星が火星表面に衝突すると、たくさんの破片が飛び散ります」とオーストラリア、カーティン大学の惑星地質学者で、今回の論文の筆頭著者であるアンソニー・ラガイン氏は言う。いちど飛び散ってから再び落ちてきた破片は表面に衝突し、最初の衝突クレーター（1次クレーター）の周りに小さな2次クレーターを作る。クレーターが残りやすい火星でも、2次クレーターは数百万年もすれば風に侵食されてしまうため、周りに2次クレーターがある大きなクレーターは、火星の歴史の中ではつい最近できたと考えられる。「表面の年代をより正確に知るためには、より小さなクレーターを調べる必要があります」と、カーティン大学の宇宙地質学者で、今回の論文の共著者であるグレッチェン・ベネディクス氏は言う。小さな衝突は大きな衝突よりも頻度が高く、2つの場所にある小さなクレーターの数のわずかな差を利用すれば、時間軸をより詳細に推定することができる。とはいえ、これを手作業で行うのはたいへんだ。そこで研究チームは、火星探査機が軌道上から撮影した画像データを機械学習プログラムに入力し、直径1km以下のクレーターを見つけるように訓練した。すぐに約9000万個のクレーターが見つかったと、カーティン大学のデータサイエンティストで論文の共著者であるコスタ・セルビス氏は振り返る。研究チームは、このクレーターの年表をもとに、枯渇型シャーゴットタイトの起源を絞り込んでいった。「すべてがぴったり合致しています」データを精査した結果、火星の火山領域にある大きなクレーターのうち19個が、複数の2次クレーターに囲まれていることがわかった。彼らが探す110万年前のクレーターと同じくらい新しいことを示す兆候だ。なかでもいくつかのクレーターは、ほぼ110万年前のものと推定されたが、それだけでは不十分だ。隕石に含まれる鉱物がその場所の地質と一致していなければならない。ここでも研究チームは、クレーターカタログを使って火山平原の年代を比較した。結果、鉱物とその場所の年代が一致するのは「09-00015クレーター」と「トゥーティング・クレーター」の2つだけだった。



特集ギャラリー：火星と地球人、私たちは昔からこの星に夢中だった！ 写真13点（2021年3月号）（写真クリックでギャラリーページへ） 1939年 「火星から来た男」

フランク・R・ポールが雑誌用に描いたイラスト。火星人はテレパシーを使い、凍らないように目と鼻を引っ込められる。（CHRONICLE/ALAMY STOCK PHOTO） [\[画像のクリックで別ページへ\]](#) 特集ギャラリー：時を超えて人類を魅了する「火星」 写真と図解17点（2021年3月号）（写真クリックでギャラリーページへ）

太古の水平線

火星にかつて水が流れていた証拠は2003年に見つかったが、当時の気候に関しては、まださまざまな見解がある。この二つのイラストは、地表に水が存在する火星の気候条件を描いたものだ。専門家は、この両極端な状況が交互に起きていたと考えている。

温暖で湿潤な土地（上） 地球の平均気温14℃に近い温暖な気候で、水が流れ、雨も降っていた可能性がある。嵐の後には大気中のちりが洗われ、青空も見えただろう。ただ、湿度が高く、岩だらけの土地で植物は育たなかったと考えられる。

寒冷な氷の世界（下） 南極大陸より気温が低く、地表水はすべて凍結。高所は氷と雪に覆われたと考えられる。火山の溶岩と蒸気で一時的に気温が高くなる場所があったかもしれない。現在とは違い、土壌は灰色だった可能性がある。（MANUEL CANALES AND MATTHEW W. CHWASTYK, NGM STAFF; ALEXANDER STEGMAIER. イラスト：ANTOINE COLLIGNON 出典：ASHLEY PALUMBO, BROWN UNIVERSITY; ROBIN WORDSWORTH, HARVARD UNIVERSITY; NASA） [\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

[次ページ:「月にも水星にも適用できます」](#)

このうち後者のクレーターは、大量の火星隕石を放出させる強力な「斜め衝突」によって形成されたようだ。「トゥーティング・クレーターには複数の層からなる特殊な堆積物が見られ、小惑星の衝突時に氷か水があったことを示唆しています」と大英自然史博物館の惑星科学者ピーター・グラインドロッド氏は説明する。衝突シミュレーションの結果、氷や水があると、より多くの破片が生じ、十分な勢いがあれば多くの破片が宇宙に飛び出すことがわかっている。なお、氏は今回の研究には参加していない。これらの証拠から、研究チームは、枯渇型シャーゴッタイトの起源の第1候補は直径30キロメートルのトゥーティング・クレーターであるとした。デイリー氏は、「本当によく組み立てられた議論です」と評価する。「すべてがぴったり合致しています」

科学者たちは09-00015クレーターが起源である可能性を完全に否定したわけではないが、「重要なのは、どちらのクレーターもタルシス領域にあることです」とグラインドロッド氏は言う。以前から、タルシス領域には非常に大きなホットスポット（スーパープルーム）があると考えられてきた。枯渇型シャーゴッタイトがどちらのクレーターから飛来したにしても、火星最大の火山領域の歴史を教えてくれることは確かだ。

従来のクレーター・カウンティングにより、タルシス領域の地形の一部は37億年以上前に形成されたことが明らかになっている。対して、今回の枯渇型シャーゴッタイトが結晶化したのはわずか数億年前だ。このことから、タルシス領域のスーパープルームは火星の歴史とほぼ同じくらい古い上に、火星の他の多くの火山領域が死に絶えた後も、マグマを生成し続けていたことが示唆される。地球のマントルプルームと同じく、火星のマントルプルームは、大気の組成を変えるほど大量のガスを噴出し、火星の地形を劇的に変化させながら、火星表面の進化を支えてきた。タルシス・スーパープルームは、ほとんど途切れることなく火星の進化に影響を与えていたのかもしれない。火星の火山活動が活発だった時代はとうに過ぎ去った。しかし、タルシス領域の長期にわたる火山活動は、大昔に内部の熱を失っているはずの小さな惑星であっても、当初の予想よりもはるかに長く火山活動を続けることができるという見方を補強している。

「月にも水星にも適用できます」

ラガイン氏のチームは、今回の発見をきっかけに、他のタイプの火星隕石がやって来たクレーターも特定したいと考えている。最古の火星隕石の起源が明らかになれば、火星に大量の水があった時代について、もっと多くのことがわかるのかもしれない。ただし、今回の研究の結果および将来のクレーター研究の成功は、機械学習プログラムがクレーターを正しく数えられたかどうかにかかっている。クレーター・カウンティングには多くの困難がつきものだ。例えば、小惑星が衝突するペースが時間の経過とともにどう変化したかは推定に頼るしかない。それに、クレーターに似た小さな円形の構造物を、プログラムがクレーターと間違えている可能性もある。

機械学習を「この問題に利用したのは、実に独創的です」と米ジョージア・ホプキンス大学応用物理学研究所の惑星火山学者ローレン・ジョズウィアク氏は言う。氏も今回の研究には関与していない。「この方法がうまくいくことを願っています。他の惑星にも応用できれば素晴らしいことです」

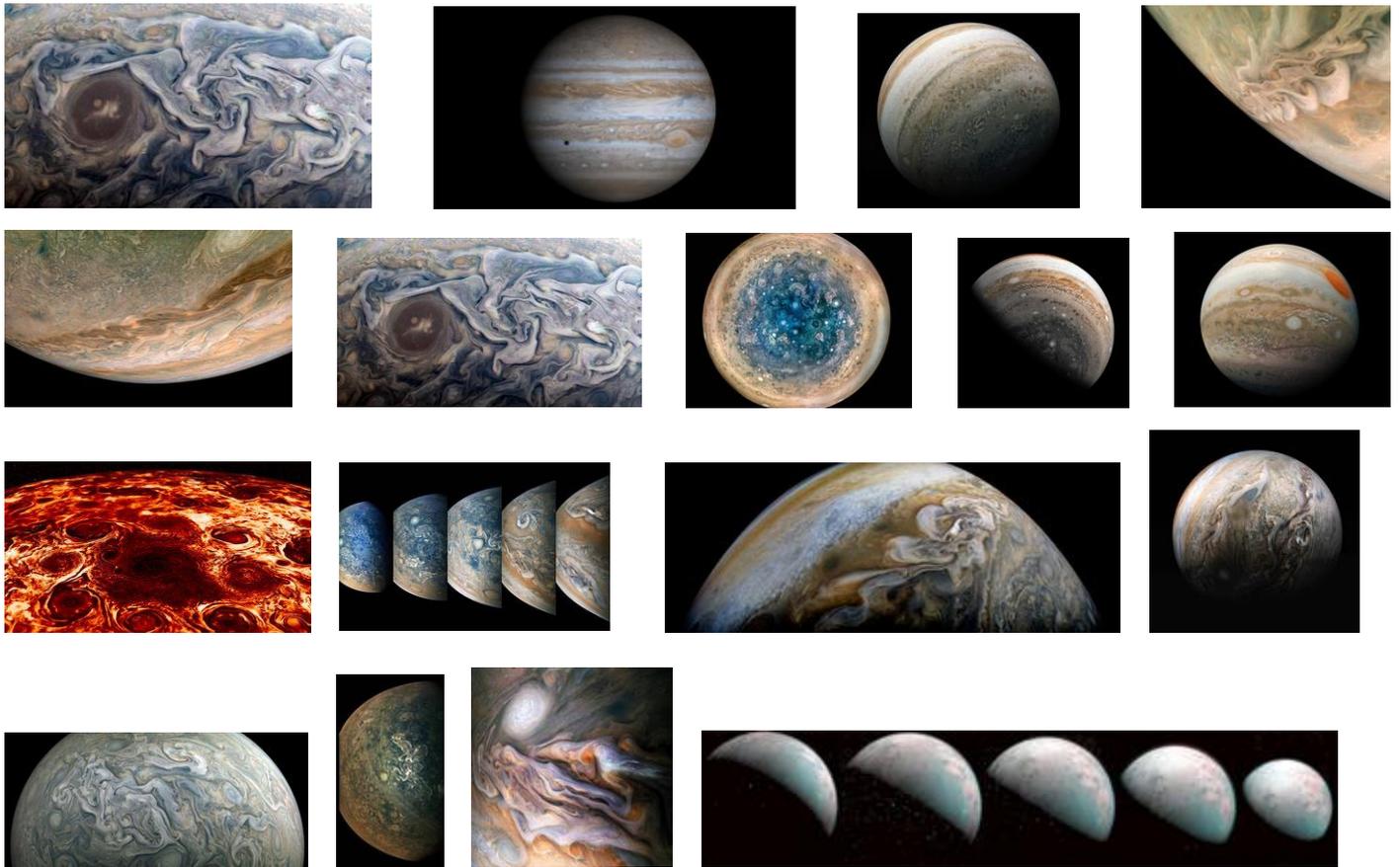
論文を発表した研究チームも同じ意見だ。「火星はクールです」とベネディクス氏は言う。「しかし、このアルゴリズムと方法論は、火星にしか適用できないものではありません。月にも水星にも適用できます」

機械学習によって本当に火星隕石の謎が解明されたのだとしたら、私たちがこれまで夢にも思わなかったような、さまざまな可能性への扉を開くことになる。「機械学習の惑星科学への応用は始まったばかりです」とグラインドロッド氏は言う。文＝ROBIN GEORGE ANDREWS／訳＝三枝小夜子

<https://news.yahoo.co.jp/articles/49be7a68c2ed649ba84329f824ca922499c34882>

NASAの木星探査機「ジュノー」が魅せる、太陽系最大の惑星の姿 15選

※本記事は、2020年8月9日に掲載した記事の再掲です 2016年7月5日に木星に到着し、今もなお観測を続けている [NASA](#) の木星探査機「ジュノー」(Juno)。 [【全画像をみる】NASAの木星探査機「ジュノー」が魅せる、太陽系最大の惑星の姿 15選](#)



ジュノーはこれまで、約 53 日周期で木星に近づいたり離れたりしながら、搭載されている可視光カメラ「JunoCam」で幾度となく木星の姿を撮影してきた。そしてその度に、私たちは太陽系最大の惑星の驚きの素顔に直面してきた。NASAの資料によると、ミッションが完全に終了するのは、2021年7月31日だ。約1年後、ジュノーは木星のまわりを周回するそれまでの軌道から、木星へ墜落する軌道へと進路を修正する。そして、秒速77kmというミッション中最大速度で木星大気へと侵入し、最期は燃え尽きることになる。2016年8月5日に地球を旅立ったジュノー。10年に渡る長い旅路の終わりが見えてきた今、これまでに撮影された木星の美しい姿を、あらためて振り返ってみよう。かつて、これほど美しい木星を見たことはあるだろうか。大気の細かい流れまでもがはっきりと見える。この精度で撮影された数々の画像によって、木星の謎が次々と明らかにされている。木星の1日は、約10時間だ。巨大な天体が高速で自転することで、木星にはジェット気流が発生している。水面に垂らした絵の具のような複雑な斑模様。木星の雲の構造は非常に複雑だ。ジュノーは史上初めて木星の北極と南極の様子を撮影した探査機となった。同じ「巨大なガス惑星」である土星の極ともまるで異なる様子に、世界が驚いた。南極近くには無数のサイクロンが。赤道の近くでは、雲がフィラメント状になっている。北極点には8つの小さな渦に囲まれている巨大な渦があった。北極と南極でも大気の様子はかなり違う。木星から放たれる強力な放射線を避けるために、ジュノーは木星を南北に縦断するような軌道で近づいている。木星の直径は地球の約11倍。木星の特徴でもある巨大な高気圧「大赤斑」は、地球2、3個分の大きさにもなる。木星の大気は赤道に平行に、層のように積み重なっている。まるで巨大な川のような。層状になった大気の流れはジェット気流によって作られる。画像の上部から下部にかけて謎の筋が見える。科学者たちも、この筋がなぜできるのかよく分かっていない。白い渦は巨大な高気圧だ。木星にはいたるところに巨大な高気圧が見える。美しいマーブル。宇宙の暗闇の中にあられる宝石のようだ。史上初めて木星の衛星「ガニメデ」の北極をとら

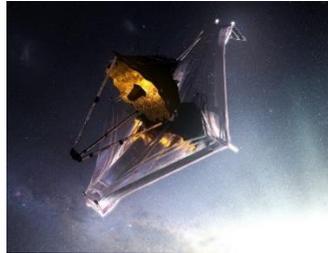
えた。ジュノーはときおり、周囲にある衛星も撮影している。（文・三ツ村崇志）

<https://sorae.info/space/20211129-jwst.html>

トラブルによるダメージなしと判断、新型宇宙望遠鏡「ジェイムズ・ウェッブ」12

月 22 日に打ち上げへ

2021-11-29 [松村武宏](#)



【▲ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡打ち上げの様子を描いた想像図（Credit: ESA – D. Ducros）】

【▲宇宙望遠鏡「ジェイムズ・ウェッブ」を描いた想像図（Credit: Adriana Manrique Gutierrez, NASA Animator）】

【▲ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡の打ち上げに使われるアリアン 5 ロケットの組立作業の様子（Credit: ESA/CNES/Arianespace）】

アメリカ航空宇宙局（NASA）は現地時間 11 月 24 日、打ち上げ準備中にトラブルが発生した新型宇宙望遠鏡「ジェイムズ・ウェッブ」について、宇宙望遠鏡に損傷はなかったと判断されたことを明らかにしました。準備が再開されたウェブ宇宙望遠鏡の打ち上げは、日本時間 2021 年 12 月 22 日 21 時 20 分が予定されています。

[既報の通り](#)、ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡はギアナ宇宙センターがあるフランス領ギアナのクールで打ち上げに向けた準備が進められていましたが、打ち上げに使われる欧州のロケット「アリアン 5」の上段（第 2 段）へ搭載するためのアダプターと結合する準備が行われた際に、アダプターの固定機構が予期せず突然解放され、宇宙望遠鏡全体を揺さぶる振動が発生しました。事態を受けて招集された NASA 主導の審査委員会によって、ウェブ宇宙望遠鏡が振動によるダメージを受けていないかどうかを確実に判断するべく追加試験が実施されることになり、この時点で 2021 年 12 月 18 日に予定されていた打ち上げは 12 月 22 日へと延期されていました。

関連：[新型宇宙望遠鏡「ジェイムズ・ウェッブ」打ち上げ予定日が数日延期される](#)

NASA によると、技術者による追加試験の結果、審査委員会はウェブ宇宙望遠鏡の構成部品がこの出来事による損傷を受けなかったと結論。NASA はウェブ宇宙望遠鏡への推進剤の充填開始を承認しました。充填作業は現地時間 11 月 25 日から約 10 日間で予定されています。

NASA／欧州宇宙機関（ESA）／カナダ宇宙庁（CSA）の新型宇宙望遠鏡であるジェイムズ・ウェッブは、六角形の鏡を 18 枚組み合わせた直径 6.5m の主鏡を持ち、赤外線の波長で天体を観測する宇宙望遠鏡です。宇宙最初の世代の星（初期星、ファーストスター）や最初の世代の銀河、太陽系内の惑星・衛星や太陽系外惑星などの観測を通して、宇宙の未解決の謎を解く鍵を得ることがウェブ宇宙望遠鏡には期待されています。

ESA が「これほど待ち望まれている宇宙科学ミッションはそうありません」と表現するように、数多くの研究者から観測開始が待ち望まれているウェブ宇宙望遠鏡は、2007 年打ち上げという当初の計画から様々な理由で延期が繰り返されてきました。打ち上げ予定日まで残すところ 3 週間半、無事に打ち上げられることを願うばかりです。 関連：[ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡が観測する原始惑星系円盤とは？](#)

Image Credit: ESA – D. Ducros Source: [NASA](#) / [アリアンスペース](#) 文／松村武宏

<https://sorae.info/astrometry/20211129-ngc7635-sonification.html>

NASA がハッブル 26 周年記念画像の「バブル星雲」を音に変換



【▲ハッブル宇宙望遠鏡が撮影した散光星雲「NGC 7635」、別名「バブル星雲 (Bubble Nebula)」 (Credit: NASA, ESA, Hubble Heritage Team)】

▲Sonification of the Bubble Nebula▲ (Credit: Sonification: SYSTEM Sounds (M. Russo, A. Santaguida))
 こちらは「カシオペア座」の方向およそ 7100 光年先にある散光星雲「NGC 7635」です。画像は「ハッブル」宇宙望遠鏡の「広視野カメラ 3 (WFC3)」が 2016 年 2 月に取得した観測データから作成されたもので、ハッブル宇宙望遠鏡の打ち上げ 26 周年記念画像として同年 4 月に公開されました。画像の色は青が酸素、緑が水素、赤が窒素の分布に対応しています。印象的な球形の構造が泡のように見えることから、NGC 7635 は「バブル星雲 (Bubble Nebula)」とも呼ばれています。ハッブル宇宙望遠鏡を運用するアメリカの宇宙望遠鏡科学研究所 (STScI) によると、泡の幅はおよそ 7 光年。太陽から最寄りの恒星「ケンタウルス座アルファ星」までの距離が約 4.3 光年ですから、バブル星雲はその 1.5 倍ほどに渡って広がっていることになります。

このバブル星雲を「音」に変換して短い動画にまとめた作品が、アメリカ航空宇宙局 (NASA) のゴダード宇宙飛行センターから公開されました。まずは音に変換されたバブル星雲の神秘的な音色をお楽しみ下さい。非言語音を使って画像などの情報を伝えるこのような手法は「ソニフィケーション」(可聴化)と呼ばれています。動画では画像の縦方向が時間の流れに置き換えられた上で、音の高さで画像の色が、音の強弱で明るさが表現されています。前半は画像左上に広がる赤やオレンジ色に対応する低い音が響きますが、再生部分がバブル星雲に差し掛かると青に対応する高い音が強く奏でられるようになります。

なお、バブル星雲を特徴付けている泡状の構造は、泡の中にある恒星「BD +60°2522」(SAO 20575) から恒星風として吹き出したガスが星の周囲に広がる冷たい星間ガスに衝突し、星間ガスを押しよけたことで形成されたと考えられています。冒頭の画像では、この星は泡の中心から見て左上に赤い光点として写っています。STScI によると、BD +60°2522 は質量が太陽の 40 倍以上もある非常に明るく短命の星で、誕生してから約 400 万年が経ったと推定されています。この星では外層の水素の大半が失われてヘリウムの核融合反応が進んでいるとみられており、1000 万年から 2000 万年後には超新星爆発を起こすと予想されています。

関連：[宇宙の蝶を耳で聴く。NASA がハッブル撮影の「バタフライ星雲」を音に変換](#)

Image Credit: NASA, ESA, Hubble Heritage Team Sonification Credit: SYSTEM Sounds (M. Russo, A. Santaguida) Source: [ゴダード宇宙飛行センター](#) 文／松村武宏

https://news.mynavi.jp/techplus/article/dokodemo_science-221/

宇宙望遠鏡の世界 2021/12/01 07:00 著者：東明六郎

[宇宙望遠鏡といえばハッブル宇宙望遠鏡\(HST:Hubble Space Telescope\)](#) [ハッブル宇宙望遠鏡だけじゃないよ宇宙望遠鏡](#) [あー、全然終わんない](#) [たくさんありすぎるよ宇宙望遠鏡](#)

NASA および ESA は、この 2021 年 12 月 22 日に、「ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡(JWST)」を打ち上げると発表しました。直径 6.5m 相当の巨大な鏡で、天体からのかすかな赤外線光をとらえ、宇宙の誕生のころに生まれたはずのファースト・スターや太陽系外のほかの恒星系の惑星の生命活動を発見してやろうというしるもので

す。今回は、まもなく打ち上げられる、このスーパー宇宙望遠鏡を理解するため、宇宙望遠鏡の世界を知ったかぶりをしちやいます。宇宙望遠鏡といえばハッブル宇宙望遠鏡(HST:Hubble Space Telescope)

宇宙望遠鏡というと、そんなに天文宇宙に詳しくないと「え？ 望遠鏡って宇宙みるんでしょ？ 天体望遠鏡と何が違うの？ かつこつけなの？」と思ってしまいがちでございます。これは言語の Space Telescope、宇宙空間においた望遠鏡を縮めたのでそんなことになっているだけです。

宇宙望遠鏡は、地球の大気圏の外(宇宙空間)で、地球の大気や重力、震動の影響を排除して観測できる望遠鏡なのでございますな。ちなみに大気の影響というのは、大気によって天体からの光が吸収されて暗くなる。紫外線はオゾン層で、赤外線の一部は水蒸気カットされちゃって観測できな一い。

大気によって空気がゆらゆら揺れて光が散らされちゃう。星が瞬くのはきれいだけど、観測データが安定しない。ぼやけて暗くなっちゃう。細かいところがぼやけて見えな一い。そもそも天気が悪いとアウト。大気がなければ雲ないのに。といったことでございます。まあ、せめて空気が薄ければということで、天文台は高い山の上にあったりしますな。日本のすばる望遠鏡があるハワイのマウナケア山は 4000m、世界最大の電波望遠鏡 ALMA などがあるアンデスのアタカマ砂漠は 5000m、欧州の大望遠鏡が集まるカナリア諸島のラ・パルマは 2400m でございます。ただ、これはもう高山病と闘いながらの観測になります。最近は大分自動観測やリモート観測になっておりますが、それでも精密大型機械を完全無人で運用するのは難しいのでございますな。それから重力、振動の影響で、むっちゃ大きな望遠鏡だと支えるの無理一、それを動かして天体に向け続けるの無理一、無理だから一。ということでございます。ということで「じゃー、大気と地面がない宇宙空間に望遠鏡をおいたらいいじゃない」というのが、大気圏外望遠鏡、宇宙望遠鏡の発想なんですな。その代表選手が 1990 年に打ち上げられ、なんと 21 世紀の今も(2021 年)も活躍中の 30 年選手。ハッブル宇宙望遠鏡なのでございます。



宇宙空間でのハッブル宇宙望遠鏡。2009 年の宇宙空間の修理のさいの一コマ (C)NASA

ハッブル宇宙望遠鏡は大気と重力と振動がないのを武器に、とてつもなく鮮明な映像を届け続けています。[こちら](#)でござらんください。ほとんど[パブリックドメインで自由に使ってよい](#)こともあり、そこらじゅうでその画像を見かけますな。あ、私、直接宇宙望遠鏡研究所で聞いてきたので間違いないです。研究者でもないのに、わざわざボルチモアの研究所に行ったことがあるのが「まさかのあんな研究者と知り合い」だからです。

この望遠鏡の名前の元になった(エドウィン・)ハッブルは 20 世紀初頭のアメリカの天文学者で「アンドロメダ銀河は銀河系の外の天体」「天体がすべて遠ざかっている(宇宙が膨張している)」といった天文学上の大発見を連発したスーパー天文学者です。日本では平安時代の天文学者の安倍晴明から名前をとった、[せいめい望遠鏡](#)がございしますが、まあ人の名前をつけるってのは欧米っぽいですな。軍艦の名前は大統領の名前にしちゃったりしますからね。ということで、宇宙望遠鏡といえば、ハッブル宇宙望遠鏡なのですが、実は反対もありました。まずは馬鹿高い。3000 億円です。同じ価格で、性能的にはハッブル宇宙望遠鏡なみの地上の天文台(空気、重力、振動の影響はありますが)が 10 や 20 は作れます。望遠鏡が一度に観測できるのは 1 コマですから、まあ反対もありますわな。だいたい、宇宙空間にあげてしまうと、修理もメチャクチャ費用がかかります。ちょっとした故障をスパナ握って直すとかできません。実際、打ち上げた時点で不良箇所が見つかり、まともに性能を発揮したのは 3 年後の修理後でございました。スペースシャトルで近くに行って、11 日間の有人修理。これは人類史上最も困難な宇宙修理だったそうです。また、当然ながら「調子悪くなったセンサー換えるわ」とか「いい加減コンピュータ古いから更新するわ」とか簡単にはできないわけです。でも実際は 2009 年まで 4 回修理と更新を行っております。2009 年の時は「もうやんない」「ハッブル宇宙望遠鏡はもう止める」と最初は発表していて、アメリカ国民やらが「え一っ！！！！」となったため「やっぱやるわ」というミッションでございました。

ハッブル宇宙望遠鏡だけじゃないよ宇宙望遠鏡

さて、宇宙望遠鏡ですが、1990年のハッブル宇宙望遠鏡が初めてではありません。宇宙空間から天体観測をするということなら、日本では1979年！打ち上げの「はくちょう」からはじまる [X線天文衛星のシリーズ](#) があります。宇宙のレントゲン写真ですな。最新のものでは2016年打ち上げ(残念ながらすぐ故障してしまった)「ひとみ」まで、多数のX線天文衛星を打ち上げ、この分野で世界屈指の成果を上げ続けてきました。次は2022年打ち上げ予定の「[XRISM](#)」です。NASAやESAとの共同ミッションの予定です。一方、世界に目を向けると、米、欧そして最近では中国が宇宙望遠鏡を打ち上げています。X線天文衛星といえば、[UHURUが世界初です](#)。1970年！から1973年まで運用されました。それまで気球や観測ロケット(人工衛星にならない)でやっていた紫外線観測を一変させる成果をあげています。宇宙望遠鏡のエポックは、米欧英共同プロジェクトの[紫外線宇宙望遠鏡 IUE](#) です。地上からは大気に吸収されるため観測しにくい紫外線での天体観測を行うもので、1978年に打ち上げられ、設計寿命3年を大きくこえて1996年まで運用されました。木星のオーロラの検出、超新星1987Aの元の天体の検出などのヒット成果をあげています。ジャイロホイールで姿勢制御をすることで長期間使えることを証明したもので、同じ方式を採用したハッブル宇宙望遠鏡のお手本といえるものです。写真を撮影する望遠鏡ではなかったのであまり有名じゃないですが、偉大な先駆者なのでございます。

紫外線で写真を撮影する宇宙望遠鏡としては2003年～2013年に米国の諸大学と韓国が共同で打ち上げた[GALAX](#) があります。GALAXの[紫外線画像](#)は精細で、明るいところは高いエネルギーを出しているところと思うと、趣がございませぬ。また、赤外線では、日本でも有名になったものに米蘭英の[赤外線宇宙望遠鏡 IRAS\(あいらす\)](#) がありますな。この60cmの鏡を持った宇宙望遠鏡の1983年の10ヶ月だけの活動は、冷媒の液体ヘリウムがなくなるまでということ。多数の赤外線天体、銀河の発見、彗星の発見、ふたご座流星群の母天体である小惑星ファエトンの発見などで天文ファンのお話になりました。特に、彗星や小惑星をどんどん見つけるので、それを生きがいにしていた天文マニアが「IRASにはかなわん」とため息をつくことになりました。まあ10ヶ月の寿命でしたが、赤外線宇宙望遠鏡は、その後も様々なものが打ち上げられています。欧州のISO(1995-1998年運用)はIRASの後継で、さらに大型化したものとなります。日本では、2006年-2011年運用の「あかり」があります。そして決定版といえるのが2003年～2020年！運用の米国の[スピッツァー宇宙望遠鏡](#) です。星の誕生する様子などを[精密な画像でとらえました](#)。宇宙望遠鏡のアイデアを提唱し、実現に尽力した科学者ライマン・スピッツァーの名前がつけられています。また欧州ではハッブル宇宙望遠鏡以上の巨大な[宇宙天文台ハーシェル](#)を運用していますが、これも赤外線望遠鏡ですな。ほかに有名なものとしては、[ケプラー宇宙望遠鏡](#)を忘れるわけにはいきませぬ。太陽系外の惑星を発見する専用の宇宙望遠鏡で2009年～2018年まで運用されました。3000個近くの惑星を発見するという大成果をあげています。またこのケプラー宇宙望遠鏡の観測のデータは公開され、それを解析した京都大学の学部学生のグループが天体の巨大爆発を見つけ、それが(プロの科学者でもなかなか論文が載せられない)[ネイチャー誌に載る](#)という成果があがっています。また天体の位置を精密測定することで成果をあげたヒッパルコス衛星にGaia衛星。宇宙のマイクロ波を測定したCOBE衛星、プランク、WMAPなども、それぞれ特筆すべき宇宙望遠鏡です。あー、全然終わんない たくさんありますよ宇宙望遠鏡 ということで書いてきましたが、いつのまにか通常の倍の量ですな。ネタがありすぎでございませぬ。しかも後半、かなりはしょってこれです。12月22日打ち上げの、ジェームズ・ウェッブ望遠鏡に言及しないまま終わってしまいました。ということで。TO BE CONTINUE！東明六郎

<https://sorae.info/astrometry/20211129-how-to-identify-that-light-in-the-sky.html>

あれは惑星？航空機？それとも人工衛星？ 空の光を識別するチャート

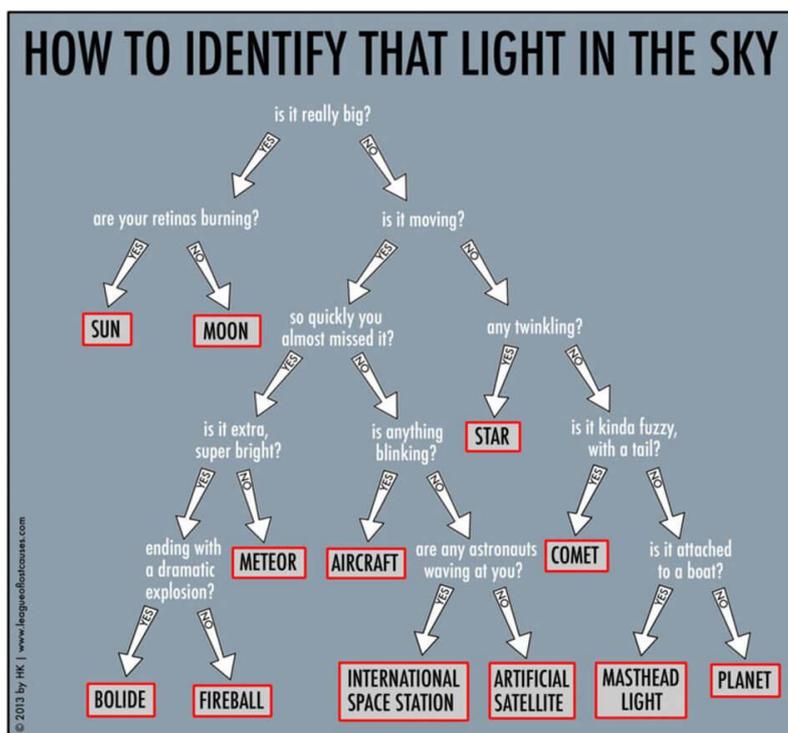
2021-11-29 [吉田 哲郎](#)



【▲参考：サルデーニャ島の星空と海岸（Credit: FrancescoM）】

空（とくに夜空）では、さまざまなものが光を放ち、その輝きに魅せられることもしばしばです。

古来、人々は、あの光は何なんだろうと思いを巡らしてきました。現代人もまた同じ疑問を持ち続けています。一つ違うのは、天文学や科学技術の進歩によって、不思議な光の実体が解明され、それを識別する術（すべ）を知ったことです。その光を観察し、いくつかの質問に答えることで、その光が何であるかを知ることができるかもしれません。このチャートはそのためのものです。



【▲「空の光を識別する方法」（英語版）（Credit: HK (The League of Lost Causes)）】

例えば、それは動いていますか、点滅していますか？

もしそうであって、あなたが都市の近くに住んでいるならば、答は一般的に航空機です。なぜなら、航空機は非常に数が多く、人工的な都市の光の中で見えるほどの明るい星や人工衛星はほとんどないからです。

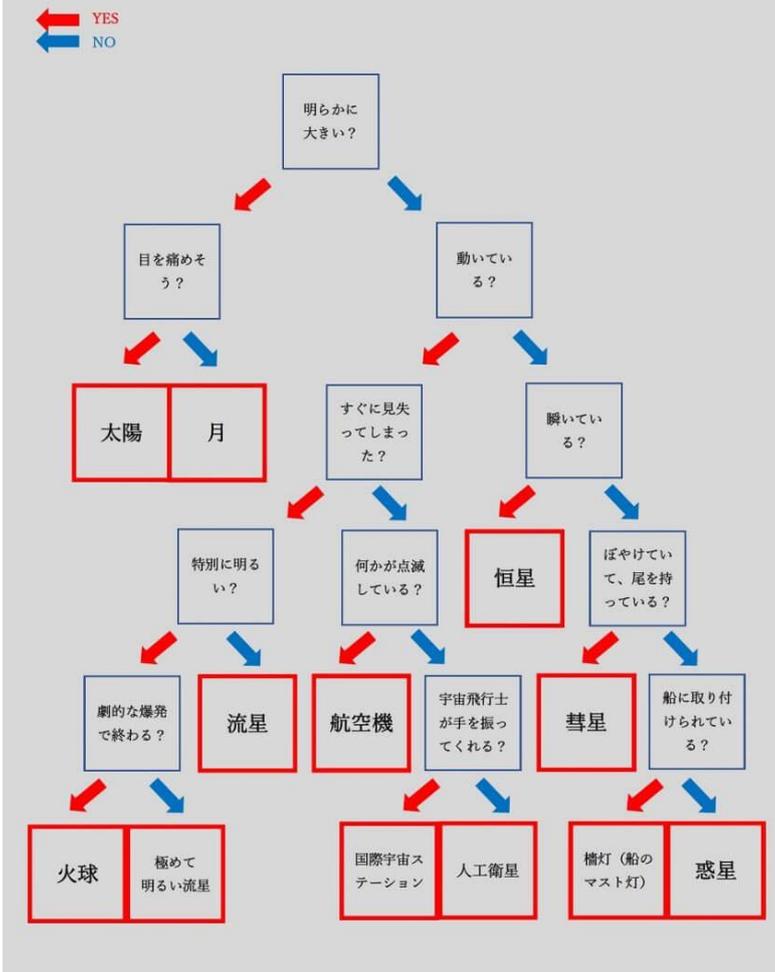
もしそうでなくて（動いても点滅もしていなくて）、あなたが都市から遠く離れた場所に住んでいるなら、その明るい光は金星や火星などの惑星である可能性があります。地平線近くに見える遠方の航空機は、見かけの動きが小さいため、明るい惑星と区別がつかないことがあります。その場合でも、数分間その動きを観察すれば、航空機かどうか見分けることができます。

このチャートは、時にユーモアを交えながらも、空の光をかなり正確に識別してくれると思います。

また、こちらのチャートは英語版を簡単な日本語に訳し、新たに作成してみました。

このチャートを使ってみて、よくわからなかったり、疑問に思うこともあるでしょう。そんな時は、いつも空を見上げている熱心な空の愛好家に聞いてみてください。また、空の愛好家の方々には、適切な修正をしていただくと嬉しく思います。この「空の光を識別する方法」が、空に興味を持つきっかけになれば良いなと思います。

空の光を識別する方法



【▲「空の光を識別する方法」(日本語訳)(Credit: sorae / Tetsuro Yoshida)】

Image Credit: HK (The League of Lost Causes)、sorae / Tetsuro Yoshida Source: [APOD](#) 文／吉田哲郎

<https://www.afpbb.com/articles/-/3378524>

ISS に「宇宙ごみ接近通知」 NASA、船外活動延期

2021年12月1日 10:49 発信地：ワシントンD.C./米国 [[米国](#) [北米](#)]



スペースシャトル「ディスカバリー」から撮影した国際宇宙ステーション (ISS)。米航空宇宙局 (NASA) 提供 (2011年3月7日撮影)。(c)NASA/AFP

【12月1日 AFP】米航空宇宙局 (NASA) は11月30日未明、国際宇宙ステーション (ISS) への「宇宙ごみ接近通知」を受けて、宇宙飛行士2人によるISS船外活動を延期した。トーマス・マーシュバーン (Thomas Marshburn)、ケイラ・バロン (Kayla Barron) 両飛行士は同日、6時間半にわたり船外活動を行い、故障した無線通信アンテナを交換する予定だった。しかし、NASAはツイッター (Twitter) でISSへの「宇宙ごみ接近通知」を受けたと明かし、「宇宙飛行士に及ぼすリスクを適切に評価する機会がないため、11月30日の船外活動をさらなる情報が得られるまで延期することに決定した」と発表した。11月にはロシアが人工衛星をミサイルで破壊する実験を行った。NASAはこの実験で生じた宇宙ごみの雲について、「ISSへの脅威を増加させた」として

いる。 船外活動延期の原因となった宇宙ごみがロシアの実験で生じたものかは不明。(c)AFP

<https://www.afpbb.com/articles/-/3377867>

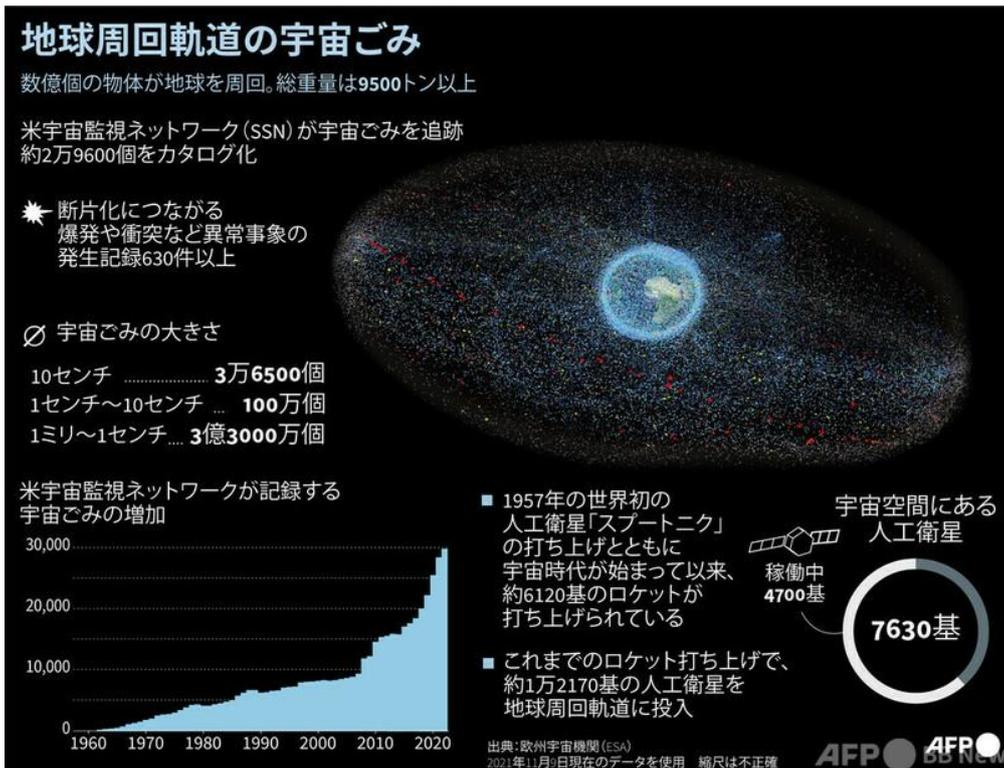
【図解】地球周回軌道の宇宙ごみ

2021年11月29日 10:25 発信地：ワシントンD.C./米国 [米国 北米]

【図解】地球周回軌道の宇宙ごみ 地球を周回する宇宙ごみについてまとめた図（2021年11月16日作成）。
(c)SOPHIE RAMIS, PATRICIO ARANA / AFP

【11月29日 AFP】地球周回軌道には数億個の宇宙ごみがあり、総重量は9500トンを超える。米国によると、ロシアが今月行った人工衛星破壊実験では、宇宙ごみ1500個以上が発生した。

米宇宙監視ネットワーク（SSN）は、約2万9600個の宇宙ごみをカタログ化している。地球周回軌道にある宇宙ごみについて図にまとめた。(c)AFP



<https://news.yahoo.co.jp/articles/ff2da72662e51ff8ff39e03cd1c01f3be32c18fb>

物理学者が解き明かす、いずれ終末を迎える宇宙で私たちが生きる意味

12/3(金) 7:02 配信 現代ビジネス



[photo by gettyimages](#) [photo by gettyimages](#) [photo by gettyimages](#) [photo by gettyimages](#)

----- 「なぜこの宇宙は存在するのか？」という究極の問いを超ひも理論で解き明かそうとした世界的ベストセラー『エレガントな宇宙』。サイエンス好きなら書名を覚えている人も多いだろう。その著者でもあり、理論物理学者でもある**ブライアン・グリーン**の久々の新作『時間の終わりまで』が刊行された。なぜ物質が生まれ、生命が誕生し、私たちが存在するのか。膨張を続ける「進化する宇宙」は、私たちをどこへ連れてゆくのか。時間

の始まりであるビッグバンから、時間の終わりである宇宙の終焉までを壮大なスケールで描き出し、このもっとも根源的な問いに答えていく第一級のポピュラーサイエンス、その冒頭部分を紹介する。-----

宇宙の法則は数学の言葉でできている？

「僕が数学をやるのは、いったん定理を証明してしまえば、その定理は二度と揺るがないからだ。永遠にね」。シンプルでズバリ核心を突いたその言葉に、私はハッとした。当時私は大学の二年生で、心理学の課題として、人間の動機というテーマでレポートを書いていた。そのことを、長年にわたり数学のさまざまな分野について教えてもらっていた年上の友人に話したのだった。彼のその返答は、私を一変させた。私はそれまで、数学のことを多少なりともそんなふう考えたことはなかった。私にとって数学とは、平方根や、ゼロによる割り算といったトピックを面白いが奇妙なコミュニティで行われる、抽象的な正確さを競う不思議なゲームだった。ところが、彼の言葉を聞いたとたん、歯車のようなものがカチリと噛み合った。「そうか、それが数学のすごさなんだ」と私は思った。論理と公理に拘束された創造性の指し示すところに従い、さまざまな概念を操作したり組み合わせたりすることで、揺るぎない真実があらわになる。[ピタゴラス](#)以前から描かれ、遠い未来にも描かれるであろう直角三角形のすべてが、ピタゴラスの名前を冠した有名な定理を満たすのだ。例外はひとつもない。もちろん、前提を別のものに取り替えて、バスケットボールの表面のような曲面上に描かれた三角形といった新しい領域を探ることはできるし、そんな領域ではピタゴラスの結果は成り立たない。しかし、前提をひとつに定めれば、そして自分の仕事にミスがないことをきちんと確かめ、再度確かめ直すなら、あなたが得た結果は永遠に残る。高い山に登ったり、砂漠をさまよったり、地下世界を征服したりする必要はない。あなたは机に向かって椅子に掛け、紙と鉛筆、そして透徹した頭脳を使って、時間を超越した何かを作ることができるのだ。この見方は、私の世界を大きく広げた。それまで私は、自分はなぜ数学や物理学に心惹かれるのだろうかと考えたことはなかった。問題を解くのは前々から好きだったし、宇宙がどうやってできたのかも知りたかった。しかし今や私は、自分が数学と物理学に心惹かれるのは、これらの分野は、儚い日常を超越しているからだ納得がいったのだ。若者らしい感受性ゆえに数学と物理学にのめり込んだ面もあったかもしれないが、私は突如として、あまりにも基本的なので永遠に変わりようがない洞察を得る旅に参加したいという自分の思いにはっきりと気がついた。政治体制の浮き沈みも、ワールドシリーズの勝敗の行方も、映画やテレビや舞台上で評判の作品も、なるようになればいい。私は生涯をかけて、何か超越的なものを垣間見たいと思ったのだ。

[次ページは：科学は、人間が死を恐れるがゆえに発展した](#) 科学は、人間が死を恐れるがゆえに発展した

その間も、私はまだ心理学のレポートにてこずっていた。その課題の狙いは、人類はなぜ諸々の営みに取り組むのかを説明する理論を作ることだったが、いざ何か書こうとすると、そのテーマはあまりにも漠然としすぎているような気がしたのだ。もっともらしく聞こえるアイデアをそれらしい言葉で書き綴れば、不出来なレポートでもそれなりに取り繕えるだろう。私は寮で夕食を摂っているときに、ふとそんなことを口にした。すると、ひとりのレジデント・アドバイザー[アメリカの大学で、学生寮の監督にあたり、寮生の生活をサポートし、相談にも乗ってくれる人]が、[オズワルド・シュペングラー](#)の『西洋の没落』を読んでみたらどうかと勧めてくれたのだ。ドイツの歴史学者にして哲学者でもあるシュペングラーは、数学と科学のどちらにも長年興味を持ち続けた人物で、レジデント・アドバイザーがその本を薦めてくれたのも、まさにそのためだったに違いない。その著作については[毀誉褒貶](#)があり、その原因となった部分はたしかに大いに問題があるし、悪質なイデオロギーを支えるために利用されもしたが(シュペングラーの本は、西洋の政治的な内部崩壊を予言したとしてもはやされたり、暗にファシズムを擁護しているとして非難されたりした)、私は問題意識があまりにも狭すぎたせいで、そのあたりのことは何ひとつ記憶に残っていない。そのかわりに私が興味を引かれたのは、大きく異なるさまざまな文化を縦断して存在する「隠れたパターン」をあらわにするための、包括的な一組の原理があるというシュペングラーの構想だった。その隠れたパターンは、物理学と数学の知識を一変させた微積分やユークリッド幾何学によって詳しく記述されたパターンと本質的に同じだった。シュペングラーは私と同じ言葉話を話していたのだ。歴史について書かれたものが、数学と物理学を進歩の典範として称揚するのも興味深く思われた。

しかし、私が心底驚かされたのは、その本の少し後ろのほうで現れる次の言葉だった。「人間は、死を知る唯一の生物である。生物はすべて老いるが、人間以外の生物は、その生物にとっては永遠のように見えているに違いない瞬間だけに限定された意識を持って老いる」のであり、自分はいずれ死ぬという、人間だけが持つ知識ゆえに、「死に直面して、本質的に人間だけのものである恐れ」が、おのずと立ち現れるのである、と。そして、シュペングラーはこう結論づけた。「すべての宗教、すべての科学研究、すべての哲学は、その恐れに由来する」。私はこの一行を熟読したのを覚えている。そこには人間の動機に関するひとつの考えが示されており、私にはその考えが妥当なものに思われた。数学の証明に魅力があるのは、それが永遠に成り立つからなのかもしれない。自然法則が心に訴えかけるのは、それが時間を超越した特性を持つからなのかも。では、時間を超越したものの探究、永遠に保たれるかもしれない特質の探索へと、われわれを駆り立てているものはいったい何なのだろう？もしかすると、人は時間を超越していないということ、人生には限りがあることをわれわれは知っているということが、すべての始まりなのだろうか？この考えは、少し前に気づいたばかりの、数学と物理学と永遠の魅惑に関するひとつの見方と響き合っ、ずばり的に射ているように思われた。それは、誰もが知っている死というものへの当然の反応に基礎づけられた、人間の動機を理解するためのひとつのアプローチだった。それは、思いつきのような間に合わせのアプローチではなかった。シュペングラーの引き出した結論について考えるうちに、私にはそれが何かもっと壮大なことを述べているような気がしてきた。シュペングラーが言うように、科学は、人生はいずれ終わると知ってしまったことへのひとつの反応なのだろう。宗教と哲学もまた、そんな反応なのだろう。しかし、科学と宗教と哲学だけなのだろうか。フロイトの初期の弟子で、人間の創造のプロセスに興味を持っていた[オットー・ランク](#)に言わせれば、それだけのはずがない。ランクの見るところ、芸術家とは創造への衝動を持つ者であり、「その衝動は、儂い人生を永遠の命に変えようとする試み」だった。ジャン=ポール・サルトルは、そこからさらに進んで、人間が「自分は永遠に存在し続けるという幻想を失うとき」、人生そのものから意味が失われると述べた。そうだとすれば、これらの思想家たちや、彼らに続く他の思想家たちに通底するのは、芸術の探究から科学の発見まで、人類の文化のかなりの部分は、限りある生命の本性について思索する生命によって駆動されているという考えだ。これは、うかつに答えの出せる問題ではなかった。数学と物理学の幅広い領域に夢中になっているうちに、ふと気がつけば、生と死の奥深い二重性に駆り立てられた人間文明の統一理論などという考えにはまり込もうとは、誰が予想しただろう？

[次ページは：衰退を運命づけられた宇宙と、われわれが生きる意味](#)

衰退を運命づけられた宇宙と、われわれが生きる意味

さてさて、少々気持ちが高ぶってしまったようだ。大学二年生だった大昔の自分に対し、ちょっと頭を冷やせと忠告すると同時に、今の私もここで一息入れるとしよう。とはいえ、あのとき私が感じた興奮は、天真爛漫な一過性の知的驚きなどではなかった。あれから四〇年近い時間が流れたが、これらのテーマは、意識にのぼることさえない小さな炎のゆらめきのように、つねに私とともにあった。日々の仕事は、物理学の統一理論と宇宙の起源を解明することだが、科学の進展のより大きな意味に思いをめぐらすうちに、ふと気がつけば、われわれひとりひとりに割り振られた時間には限りがあるという問題へと、心は繰り返し立ち返るのだった。今の私は、科学者として身につけてきた態度と、持ち前の気質のために、すべてを説明する答えがひとつだけあるという考えに懐疑的だ——物理学には、力を統一すると称して発表された理論の屍が累々と転がっている。人間の行動という複雑な領域に大胆にも踏み出すなら、すべてを説明する答えがひとつだけしかないとは、さらに考えにくい。実際、私の場合についていえば、自分がいずれ死ぬという知識には一定の影響があるにせよ、私の行動のすべてがそれで説明できるわけではない。それと同じことは、多かれ少なかれ誰にでも当てはまるだろう。それでも、人はみな死ぬという知識が、さまざまな方面に触手を伸ばしているのは間違いないし、実際、その触手がとくに鮮明に見て取れる領域がひとつあるのだ。さまざまな文化と時代を通じて、われわれは永久不変であることに絶大な価値を与えてきた。価値を与えるやり方は、それこそ人それぞれだ。絶対的真理を探し求める者もいれば、不朽の遺産を残そうとする者や、壮大な記念碑を建設する者もいるし、不変の法則を追究す

る者もいれば、後世に残る何かを生み出すことに情熱を傾ける者もいる。そんなことに取り憑かれたように取り組む人々を見るなら、永遠性は、自分の身体がいずれ滅びることを意識する人たちに、強い引力を及ぼしているのは明らかだろう。われわれの時代には、実験、観察、そして数学的解析という装備を手にした科学者たちが、未来へと向かう新たな道を切り開いてきた。その道は、歴史上はじめて、宇宙の終わりの顕著な特徴を、遠くからではあるけれど、望ませてくれた。霧や霞がかかってあちこちぼやけてはいるが、その眺望のおかげで、思考する生物であるわれわれが、壮大な時間の流れのどのあたりにいるのかを、かつてないほど正確に知ることができるようになった。そこで本書では、衰退を運命づけられた宇宙の内部に、星と銀河から生命と意識まで、さまざまな秩序構造をもたらす物理原理を見ていながら、宇宙の年表に沿って未来へと向かうことにしよう。人の寿命は限られているが、宇宙における生命と心という現象もまた、限られた時間しか存在しないことを明らかにする議論も見ていこう。実のところ、ある時点から先には、組織化された物質は存在できそうにない。それがわかれば、内省する生物である人間は、どうしたってのんきではいられない。その不安に対し、人がどう向き合うのかも見ていこう。われわれ人間は、われわれが理解する限りにおいて時間を超越している法則から生じたにもかかわらず、人間がこの宇宙に存在できる時間は短い。われわれは、目的地がどこであろうと頓着しない法則に導かれているにもかかわらず、自分たちはどこに向かっているのかとたえず自問する。われわれは根本的な理由など気にしない法則によって形づくられているにもかかわらず、意味と目的を執拗に欲しがらる。要するに、時間の始まりから、終末といえそうな何かに至るまで、宇宙を詳しく見ていこうというわけだ。そして、休みなく活動する創意に満ちた頭脳が、万物の根本的なはかなさを明らかにし、そうした明らかになった事実に対し、驚くべき応答をする様子も見ていこう。この探究の旅を導いてくれるのは、さまざまな科学分野で得られた洞察だ。読者のみなさんには、わずかばかりの背景知識があれば大丈夫。旅に必要なことはすべてアナロジーとメタファーを使って説明するし、専門用語は使わない。とくに難しい概念については、みなさんが道に迷わず旅を続けられるよう、ざっくりと要点を説明しよう。巻末には詳しい説明や数学的詳細を与える。参考文献と、さらに知りたい人のための読み物ガイドもつけよう。テーマが壮大でページ数は限られているので、私は細い道を行くことにした。大きな宇宙の物語の中で、今どのあたりにいるかを押さえておくために重要だと思われる分岐点では、立ち止まって一息入れるとしよう。ここに語られるのは、自然科学を原動力とし、人文科学に意義づけられた旅であり、われわれを豊かにしてくれる気概にあふれたひとつの冒険の源泉である。(翻訳:青木 薫) *本記事は『時間の終わりまで 物質、生命、心と進化する宇宙』をもとに作成しました。----- 時間の終わりまで 物質、生命、心と進化する宇宙 著:ブライアン グリーン 訳:青木 薫 世界的ベストセラー『エレガントな宇宙』著者の最新作 なぜ物質が生まれ、生命が誕生し、私たちが存在するのか? 進化する宇宙は私たちをどこへ連れてゆくのか? ビッグバンから時空の終焉までを壮大なスケールで描き出す! この進化する宇宙の中で、ほんの束の間、まったく絶妙な瞬間に存在する私たち人間を基点に、時間の始まりであるビッグバンから、時間の終わりであるこの宇宙の終焉までを、現代物理学の知見をもとに、「存在とは何か」という根源的な問いから描き出す。第一級のポピュラーサイエンス! -----

ブライアン グリーン (コロンビア大学物理学・数学教授)

https://news.biglobe.ne.jp/it/1203/giz_211203_8286662250.html

ビッグバンの前の宇宙ってどうなったの? だいたい3方向の考え方

12月3日(金) 18時0分 [GIZMODO](#)

宇宙はビッグバンで始まった、って言われています。でも当然ですが誰かビッグバンを見たわけでも、その光景を動画に撮ったりしてたわけはありません。だからふと、「ビッグバンが最初って言ってるけど、ほんとはその前にも何かあったんじゃないの?」という疑問が浮かんできます。



Image: NASA/CXC/SAO

Image: Jason Torchinsky

爆発する超新星。

親の宇宙から生まれる赤ちゃん宇宙のイメージ。

2017年2月18日の記事を編集して再掲載しています。

実際、理論物理学者や宇宙学者たちが、「ビッグバンの前にも何かあったんじゃないか」と浮気を追求する配偶者みたいな問いを追いかけています。その問いにまだ答えはありません。が、さまざまなデータや理論を元に推測はできます。以下、カリフォルニア工科大学の教授で、今年1月の米国天文学会で「ビッグバン以前の可能性」について語った Sean Carroll さんのガイドによって、今どんな考え方が出ているのかを超ざっくりとまとめます。ただし、これらはまだ推測であって、確立された理論ではありません。「現在の私の考えは、我々が理解する物理法則として確立されたものでも、何らかの方法で検証されたものでもありません」と Carroll さん自身言っています。以前に、コロンビア大学の理論物理学者 Peter Woit さんもこう言っていました。「物理学者に関する一般的なアドバイスは、彼らが『何が起きているかわからない』と言うとき、彼らは本当に、本当にわかっていないのです。本当に闇の中にいるんです」

前段：エントロピーの謎

まず、宇宙のもっとも奇妙な性質のひとつは、そのエントロピーが非常に低いということです。エントロピーとは、超ざっくり言うと「ごちゃごちゃ度」みたいなもので、それが低いということは、きれいに整理されている、ということです。コロンビア大学の博士課程学生 Stefan Countryman さんは次のように説明してくれます。仮にビッグバンが、何もなかったところで砂をぎっしりつめた爆弾が爆発するみたいな現象だとします。だとしたら、爆発後には砂が四方八方まんべんなく散らばっていきそうなのですが、宇宙にはすぐ、砂の城ともいべきかたまりがたくさんできました。どうしてそうなったかは、わかっていません。ビッグバンの後にはもっとエントロピーの高い、ごちゃごちゃした状態ができていた（というか多分そうだったはず）かもしれないのです。でも実際今の宇宙には星系や銀河や銀河星団といった天体、そしてそれらの間の空間という、きれいな秩序があります。エントロピー、または無秩序状態は、時間とともに増大していきます。外的な力がなくても、砂の城は勝手に崩れていきます。にもかかわらず、現在の宇宙のエントロピーはまだまだとても低いのです。つまり Carroll さんいわく、初期の宇宙のエントロピーはさらに低くて、今よりさらに秩序立っていたと考えられるんです。

そのことから、ビッグバン以前の宇宙のあり方がうかがえます。「多くの人が、初期の宇宙はシンプルで滑らかで何もなくて、小さな波があるだけで、それが宇宙の始まりとして自然だと思われていました」と Carroll さん。「でもエントロピーについて考えると、見方を変えて別の説明を付け加える必要があると気づくのです」エントロピー以外にも、ビッグバン以前について考えるとき、現在の宇宙との整合性を考慮すべきことはたくさんあります。そんなビッグバンの前の宇宙について説明するアイデアと、それぞれの視点についてみていきましょう。

1.はずむ宇宙ひとつの考え方は、今あるエントロピーの低い宇宙は、その前にあった宇宙が壊れていくところから始まったというものです。この考えは「ビッグバウンス（大きなはずみ）」とも呼ばれています。この考え方は、元々存在していた宇宙が、重力が無限となる特異点に達するまで内向きに崩壊していったことを想定しています。この考え方は1960年代にはすでに存在していましたが、1980年代～90年代初頭にかけてより真剣に検討されるようになりました。さらにこの現象は1回でなく、複数回あった可能性もあります。つまり宇宙はアコーデオンのように、膨張と収縮を無数に繰り返しているかもしれないんです。ただし、ビッグバウンス説には問題があります。特異点で爆発するという考え方が、重力の働きの法則であるアインシュタインの一般相対性理論と矛盾するのです。この宇宙でも、ブラックホールの中に特異点が存在すると考えられていますが、物理

法則では別の宇宙が崩壊して特異点に達したら爆発するという仕組みは説明できません。ビッグバウンスを説明するには、相対性理論に代わる新たな理論とともに新たな粒子や場が必要になります。「一般相対性理論の中には『宇宙は特異点に達したらバウンドする』と示すようなものが何もないのです」と Carroll さんは言います。さらに大きな問題は、宇宙がバウンドするとしたら、そこでは時間とともにエントロピーが減少していく必要があることです。でもエントロピーは、これまで確立された物理法則においては、時間とともに必ず増大します。だからそれは、宇宙が今までバウンドしたことがない、という意味ではなく、現在の理論が不完全なだけかもしれないかもしれません。今までの理論は、人間に観測できる宇宙のことしかカバーしていないんです。

2.冬眠する宇宙一方で、宇宙は物理学者 Kurt Hinterbichler さんらが提唱したような、ゆっくりと進化する固定した空間だったかもしれないという考え方もあります。この考えでは、ビッグバン前の宇宙は準安定、つまり「より安定した状態がある」と気づくまでの仮の状態、だったのかもしれない。

それはたとえていえば、山のわきにあるくぼみの中で、ボールがゆらゆら動いているようなものです。つまり、ちょっとした衝撃でボールは谷に向かって転がり始めるんです。宇宙の場合でいえば、のんびり冬眠していたのが、ちょっとした刺激でビッグバンに向かっていった、ということです。でも、この「冬眠する宇宙」説にも問題があると Carroll さんは言います。というのはこの説でも、我々の宇宙の始まりはエントロピーが低かったことになっていて、その理由の説明がないのです。でも上記の Hinterbichler さんは、それを問題視していないようです。「我々はただ、今我々が見ている状態がなぜこうなのかがわかるような、ビッグバン前の説明を求めているのです。それが最大限望めることなんです」でも Carroll さんは、エントロピーの低い宇宙を説明できる別の理論があると考えています。それが以下の多元宇宙論です。

3.多元宇宙論 Carroll さんによれば、ビッグバウンス説の「時間とともにエントロピーが減少する」問題を回避するとともに、我々が今見ているエントロピーの低い宇宙を説明する考え方が、多元宇宙論です。この考え方は、広く受け入れられてはいるものの未完成のインフレーション理論から派生したものです。

インフレーション理論とは、マサチューセッツ工科大学 (MIT) のアラン・グースさんが 1980 年に発表したもので、そこでは宇宙空間はビッグバン直後、超光速で膨張したとされています。量子力学では空間のエネルギーにはつねにランダムかつ小さな変動がありますが、インフレーションの間はこれらエネルギーの上下が非常に大きくなったとされます。そしてそれによって、今宇宙にある大規模かつ低エントロピーの銀河や宇宙空間といった構造ができたとされています。インフレーション理論は、宇宙マイクロ波背景放射 (CMB) の観測によって発展してきました。CMB はビッグバンの始まりから数十万年後、我々が観測できる中で一番古く、一番遠くから来る光です。そしてインフレーション理論は、CMB の観測結果とぴったり一致しているのです。

多元宇宙は、インフレーションの結果だと考える人もいます。それは巨大な膨張するスプーで、そこから小さな、エントロピーの低い宇宙が泡のように飛び出してくるのです。これら宇宙はお互いにコミュニケーションをとることはできません。PBS Nova の Marcus Woo さんは次のように説明しています。

1980 年代前半、物理学者たちはインフレーションが永遠に続くこと、宇宙の一部においてのみ止まることを発見した。だがこれらの隙間でもインフレーションは続き、光より高速に拡大していった。そのためこれらの泡はお互いから引き離され、独自の物理法則を持つ、事実上孤立した宇宙となっていった。

Carroll さんはこの記事で紹介したアイデアの中でも、この多元宇宙モデルが一番適切だと考えています。でも彼の考える多元宇宙は上記とはちょっと違って、「(自分の考えは)多元宇宙論のひとつのバージョンですが、違うのはエントロピーの低い宇宙が生まれるとき、親の宇宙のエントロピーは大きくてもいいということです」と言っています。このモデルが示唆するのは、ビッグバンの前に巨大な膨張する空間があり、そこから我々の宇宙や他の宇宙が生まれてきたということです。他の宇宙は我々側から検知することができず、またその始まりは、我々の宇宙より前かもしれないし、後かもしれません。ただ前出の Woit さんは、多元宇宙論はポピュラー・サイエンスとしてキャッチーであるものの、これによって物理学者が根本的な問いかけを止めてしまうことを懸念しています。「理論家たちは、宇宙は無数にあるのではないかというアイデアを持っていました。そして、(粒子の

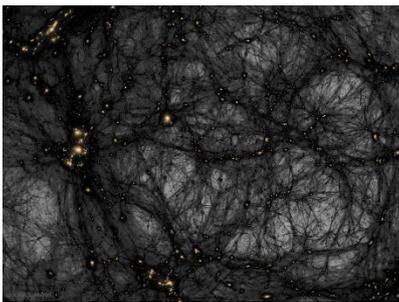
性質などを表す) 数字が宇宙ごとにみんな違っているようなモデルを考えることは可能です」と Woit さんは言います。ただ彼は、「なんでもあり」だからといって、我々が今ある宇宙は「たまたまこうなったんだ」として説明をあきらめてはいけないと考えています。でも Carroll さんは、ビッグバン以前の研究について楽観的です。「私たちにもわかっていないんです」と釘を刺しながらも、彼はこう語ります。「これらは今やっと真剣に受け止められるようになっている推測的アイデアですが、希望はあります。続けていけばきっと、本当に理解できるようになると考えています」 Image: NASA, ESA, CXC, NRAO/AUI/NSF, STScI, and G. Ogrea (Stanford University)
Source: Sean Carroll, e-LUMINESCIENCES, IOP Science, INSPIRE HEP, PBS Nova

<https://sorae.info/astromy/20211204-dark-matter.html>

幽霊のような物質「ダークマター」のマップ アメリカ自然史博物館プラネタリウム

ムで紹介

2021-12-04 [吉田 哲郎](#)



【▲アメリカ自然史博物館のヘイデンプラネタリウムで紹介された「ダークマター」のマップ (Credit: Tom Abel & Ralf Kaehler (KIPAC, SLAC), AMNH)】

目に見えない幽霊のような物質「ダークマター」(暗黒物質) !

いまやダークマターなしに宇宙を語ることはできなくなっています。例えば、銀河の回転速度や銀河団の高速移動、重力レンズ現象などはダークマターによる強い重力が主な原因と考えられています。また、宇宙マイクロ波背景放射との関わりも指摘されています。

アメリカ自然史博物館のヘイデンプラネタリウム (Hayden Planetarium) の宇宙ショー「ダークユニバース」で紹介されている画像は、ダークマターがわたしたちの宇宙の至る所に広がっている様子を示しています。

詳細なコンピュータシミュレーションによるこの画像では、黒で示されたダークマターの複雑なフィラメントがクモの巣のように宇宙に散らばっている一方で、比較的まれなバリオン物質 (原子からなる通常の物質) の塊がオレンジ色で示されています。これらのシミュレーションは、天文学的な観測結果と統計的によく一致しています。ダークマターはまだまだ解明すべき未知の存在ですが、もはや宇宙で最も奇妙な重力源ではないと考えられています。この「名誉ある地位」は、現在ではダークエネルギーに引き継がれています。ダークエネルギーは、反発力 (斥力) を持つ重力源であり、宇宙全体の膨張を支配しているように思われています。

関連: [ダークエネルギーを検出か? ダークマター検出器「XENON1T」の研究成果](#)

ところで、冒頭の画像は 2021 年 10 月 31 日付けの APOD (Astronomy Picture of the Day) に掲載されました。10 月 31 日といえばハロウィン。ハロウィンといえば幽霊を連想するので、幽霊のような物質「ダークマター」とかけたのでしょうか、近年 10 月 31 日を「ダークマターデー」(DARK MATTER DAY) として祝い、さまざまなイベントも行われているようです。日本でも、高エネルギー加速器研究機構では特設サイトを設け、ダークマターの説明とともに、[とても可愛い「ダークマター」](#)が動き回っています。

Image Credit: Tom Abel & Ralf Kaehler (KIPAC, SLAC), AMNH

Source: [APOD](#)、[DARK MATTER DAY](#)、[高エネルギー加速器研究機構](#) 文/吉田哲郎



[地球から約30光年離れた赤色矮星（わいせい）の周りを回る惑星「GJ367b」の想像図（画像左上）。大半が鉄などの金属核できていると推定された（ドイツ航空宇宙センター惑星研究所、パトリシア・クライン氏提供）](#)

地球から約30光年離れた赤色矮星（わいせい）の周りで、大半が鉄などの金属核できているとみられる惑星が見つかったと、ドイツ航空宇宙センター惑星研究所などの国際研究チームが3日付の米科学誌サイエンスに発表した。太陽に相当する赤色矮星との距離が非常に近く、表面温度は最高1500度程度に熱くなる。このため主に鉄の金属核を取り巻く岩石のマントルが融解し、ほとんど失われた可能性が考えられるが、形成過程は謎だという。【写真特集】「月食」赤く染まった神秘的な月 太陽系外の惑星を探索する米衛星「TESS（テス）」や欧州南天天文台の大望遠鏡による観測により、この惑星「GJ367b」は半径が地球の72%、質量が55%で、密度は純粋な鉄に近いと判明。金属核の割合が水星のように大きい、惑星半径に対する金属核の半径は86%で、水星を上回ると推定された。

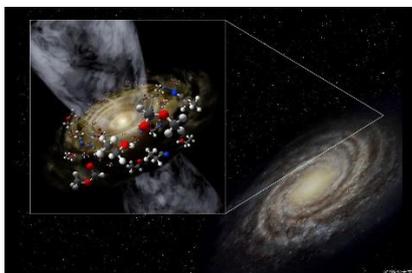
<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20211202-2211818/>

天の川銀河の最外縁部に赤ちゃん星とそれを包む有機分子の雲を発見、アルマ望遠鏡

2021/12/02 19:17 著者：波留久泉

新潟大学と国立天文台(NAOJ)は、アルマ望遠鏡を使った観測により、天の川銀河の最外縁部を観測し、これまで知られていなかった新たな原始星を発見したこと、ならびにこの星には水や複雑な有機分子を含む化学的に豊かな分子ガスが付随していることを明らかにしたことを発表した。同成果は、新潟大 研究推進機構超域学術院の下西隆研究准教授、NAOJの古家健次特任助教、同・安井千香子助教、台湾中央研究院 天文及天文物理研究所の泉奈都子博士後研究員らの国際共同研究チームによるもの。詳細は、米天体物理学専門誌「[The Astrophysical Journal](#)」に掲載された。恒星や惑星を生み出すには、星間ガスや星間塵が集積した分子雲が-260℃程度の極低温である必要があるとされており、その炭素・窒素・酸素などを含む分子の多くは凍った状態で存在し、「星間氷」と呼ばれている。しかし星が誕生して、周囲の物質が-150℃～室温程度に温められ、「ホットコア」と呼ばれる状態になると、星間氷は解けてガス状態で放出されるようになる。そしてこの過程において、塵の表面やガス中での化学反応により、複雑な有機分子が生成されると考えられており、こうした現象は、惑星系の材料物質の化学進化にも大きな影響を与えるとされている。このような原始星周囲の多様な有機分子を含むガス雲のホットコアには、一酸化炭素や水のような単純な分子から、生命関連物質の材料となり得る複雑な有機分子まで、化学的に豊かで多様な分子がこれまでの観測により検出されている。天の川銀河は一般的に直径10万光年といわれるが、渦状腕があることからわかるように、物質の偏りが存在することから、より外側の13万光年ほどまで天の川銀河のテリトリーが広がっていると見積もられている。その中で太陽系は、星が密集した中心部から2万6000光年ほど離れた“郊外”にあるが、中心からの距離がおおよそ4万4000光年以上になると、「外縁部」と呼ばれるようになり、より外側の6万光年以上離れた場所は、「最外縁部」とされる。最外縁部は、炭素や酸素、窒素といった(宇宙誕生時から存在する元素以外を天文学的に指す)重元素が、太陽系近傍よりも少ないことが知られているほか、銀河系の星形成の主要な場となっている銀河の腕(渦状腕)も最外縁部までは伸びておらず、

星の数も少なく、元素も乏しい僻地であると考えられてきたが、こうした特徴は、銀河系の形成初期に存在していた原始的な環境と共通していると考えられていることから、太陽系が誕生した 46 億年前、またはそれ以前の宇宙において、現在の太陽系に見られるような有機物に富んだ姿は普遍的だったのか、それとも特殊だったのか、また有機物に富んだ惑星系へと進化するための条件は何だったのか、といった問いに答える上で銀河系の最外縁部は重要な研究対象とされている。近年の観測から、最外縁部にも分子雲や原始星候補天体がいくつか見つかっているが、太陽系近傍の星形成領域に比べて研究が進んでおらず、星・惑星材料物質の化学組成の研究に至ってはほとんど未開拓の領域だという。そこで研究チームは今回、アルマ望遠鏡を用いて、中心から約 6 万 2000 光年と遠く離れた最外縁部の星形成領域「WB89-789」の観測を実施。観測の結果、同領域に生まれたばかりの星を発見することに成功した。

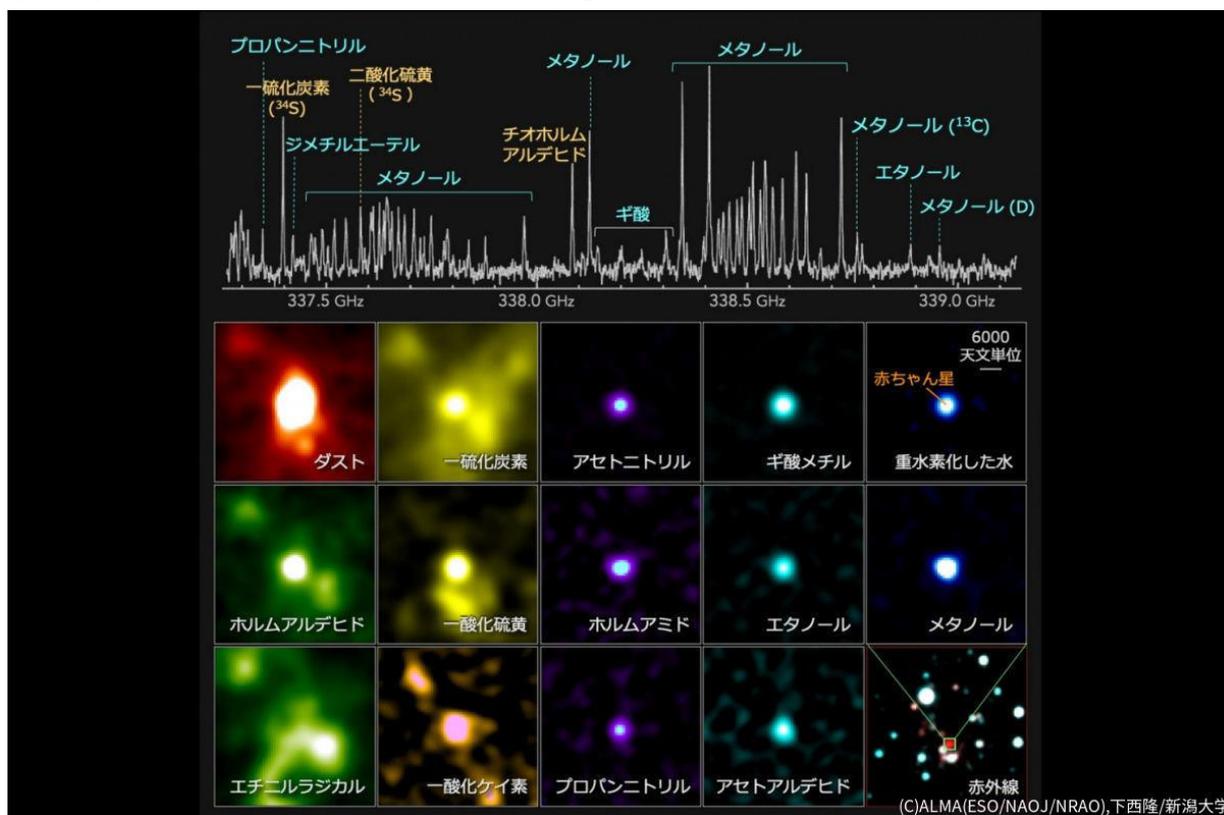


銀河系の最外縁部に発見された原始星とそれを取り巻く有機分子の雲の想像

図 (C)新潟大学 (出所:国立天文台 Web サイト)

また、その星から検出された分子輝線の解析を行ったところ、同天体には水や複雑な有機分子などを含む化学的に豊かな分子ガスが付随していることが判明。銀河系最外縁部において、原始星やそれを取り囲む有機分子の雲が発見されたのは今回が初めてのことだという。

検出された 30 種類以上の分子の中には、エタノール、ギ酸メチル、ジメチルエーテル、アセトアルデヒドなど、星間空間では比較的大きな有機分子に加え、アセトニトリルやプロピオニトリルなどの窒素を含む有機分子など、多種多様なものが含まれていたとするほか、発見された天体の化学組成を、天の川銀河の内側にある同様の天体のものとの比較したところ、複雑な有機分子の存在割合が類似していることが判明(今回はメタノール分子の割合を比較)。これは、銀河系最外縁部のように重元素量が少ない原始的な環境においても、複雑な有機分子が銀河系の内側と同じような効率で生成されることを示唆するものだとしている。

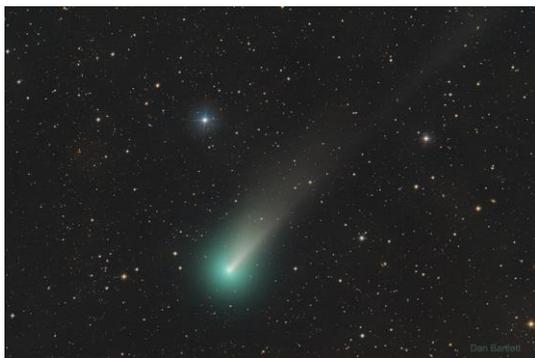


(上)アルマ望遠鏡により発見された銀河系最外縁部の原子星の電波スペクトル。(下)原始星の分子輝線分布の一例。右下には観測された領域の赤外線 2 色合成画像(赤が 2.16 μm 、青が 1.25 μm 、2MASS データベースより)が示されており、今回の原始星は緑色の四角で囲まれた領域に位置する (C)ALMA(ESO/NAOJ/NRAO),下西隆/新潟大学 (出所:国立天文台アルマ望遠鏡 Web サイト) なお、研究チームでは、今回発見された天体について、さまざまな有機分子が検出されたものの、こうした化学的に豊かな姿が銀河系の最外縁部にあるほかの原始星にも存在するかどうかは不明であるほか、どのような条件が揃えば、生命関連物質の材料ともなり得る複雑な有機分子に富んだガスをまとう原始星へと進化していくのかもまだよくわかっていないとしており、今後、アルマ望遠鏡などを用いて、同様の天体の探査観測が進むことで、銀河系の原始的な環境下における星形成・物質進化の詳細な様子が、より多くの天体について明らかになることが期待されるとしている。

<https://sorae.info/astrometry/20211130-leonard.html>

レナード彗星がやってくる どこまで明るくなるか、年末の彗星に注目！

2021-11-30 [吉田 哲郎](#)



【▲2021 年 11 月中旬に米国で撮影されたレナード彗星 (Credit: Dan Bartlett)】

まもなくレナード彗星「C/2021 A1 (Leonard)」がやってきます。

2021 年 1 月に火星付近を通過した際に、かすかな染みのような天体として発見されましたが、その巨大な氷の玉は軌道に乗って太陽系内を進み、12 月には地球と金星の近くを通過、その後 2022 年 1 月初めには太陽に最接近します。彗星の予測は難しいとされていますが、レナード彗星はしだいに明るさを増し、12 月には肉眼で見えるようになるとのこと。冒頭の画像は 2021 年 11 月 21 日付けの APOD (Astronomy Picture of the Day) に掲載されたレナード彗星の写真で、その 1 週間前に撮影されました。すでにグリーンのコマとダストテイルを持っています。今回の画像は、中程度の望遠鏡で撮影した 62 枚の画像から構成されており、彗星を追跡するセットと背景の星を追跡するセットから成っています。撮影場所は米国カリフォルニア州のジュンレイク (June Lake) 付近、イースタンシエラ (Eastern Sierras) 山脈上空の暗い空です。彗星は 12 月中旬に地球の近くを通過した後、北天から南天に移動します。昨年 (2020 年) 夏はネオワイズ彗星「C/2020 F3 (NEOWISE)」に注目が集まりましたが、この年末はレナード彗星がどのような姿を見せてくれるか、期待したいものです。

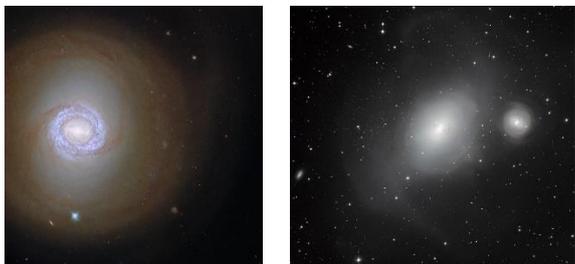
関連：[グリーンのコマから三色の尾を引くネオワイズ彗星の希有な姿](#)

Image Credit: Dan Bartlett Source: [APOD](#) 文／吉田哲郎

<https://sorae.info/astrometry/20211201-ngc1317.html>

幻想的なリング状構造の渦巻銀河 ハッブルが撮影した「NGC 1317」

2021-12-01 [松村武宏](#)



【▲渦巻銀河「NGC 1317」(Credit: ESA/Hubble & NASA, J. Lee and the PHANGS-HST Team)】

【▲ラ・シヤ天文台の MPG/ESO 2.2m 望遠鏡で撮影された NGC 1316 (中央) と NGC 1317 (右) (Credit: ESO)】

こちらは南天の「ろ座」(炉座)の方向およそ 5500 万光年先にある渦巻銀河「NGC 1317」です。塵の豊富なダストレーン(ダークレーン)が渦を描き出したぼんやり輝く銀河円盤の中央で、明るく輝く銀河バルジを取り囲んだリング状の構造が目立ちます。画像左側の一部は写っていませんが、銀河全体とリング状構造で二重の円を描いているような姿が印象的です。

「ハッブル」宇宙望遠鏡によって撮影されたこの画像は、観測プロジェクト「PHANGS」の一環として取得されました。ハッブル宇宙望遠鏡をはじめ、チリの電波望遠鏡群「アルマ望遠鏡(ALMA)」やヨーロッパ南天天文台(ESO)のパラナル天文台にある「超大型望遠鏡(VLT)」が参加した PHANGS プロジェクトでは、近傍宇宙にある 90 の銀河が 5 年以上の歳月をかけて高解像度で観測されています。

関連：[まるで花火！近隣銀河の星形成領域の鮮明で美しい地図帳](#)

欧州宇宙機関(ESA)によると、このプロジェクトにおいてハッブル宇宙望遠鏡は若い星からなる星団の位置を特定して星団の年齢や質量を測定し、アルマ望遠鏡は近傍宇宙に存在する膨大な量の冷たい星間ガスの分布を特定しました。ハッブルとアルマの観測データを組み合わせることで、天文学者は若い星とそれを生み出す冷たい星間ガスの関係を理解することができたといいます。冒頭の画像はハッブル宇宙望遠鏡の「広視野カメラ 3(WFC3)」による可視光線・赤外線・紫外線の観測データから作成されたもので、ハッブル宇宙望遠鏡の今週の一枚「One of a Pair」として、ESA から 2021 年 11 月 29 日付で公開されています。

なお、NGC 1317 はより大きな別の銀河「NGC 1316」とペアを組んでいることが知られています(冒頭の画像に NGC 1316 は写っておらず、画像に向かって左上の撮影範囲外に位置しています)。最後に掲載した両銀河の画像を公開する ESO によると、NGC 1317 は目立った変化なく過ごしてきたとみられるものの、通常とは異なるダストレーンの様子や長く伸びたかすかな尾のような構造を持つ NGC 1316 は、幾つもの銀河と合体した荒々しい歴史を辿ってきたと考えられています。

関連：[“うお座”で輝く「1つの銀河の3つの像」ハッブル宇宙望遠鏡が撮影](#)

Image Credit: ESA/Hubble & NASA, J. Lee and the PHANGS-HST Team

Source: [ESA/Hubble](#) / [ESO](#) 文／松村武宏