

## 人類、“訪れたことのない”火星に膨大な量の宇宙ゴミ投棄

2024年2月6日（火）6時33分 [ナリナリドットコム](#)



[写真を拡大](#)



人類が、訪れたことのない火星にスペースデブリ（宇宙ゴミ）を捨てている。着陸装置、熱シールド、パラシュートなど、ミッションで使用されたスペースデブリが、火星に溜まってきているという。

2003年に行方不明になった探査機ビーグル2号など、人間が作った宇宙船からのゴミが半世紀に渡って火星に捨てられており、現在、その量は推定6.8トン以上とされている。英ウォーリック大学でスペースデブリを調査しているジェームス・ブレイク博士は、これからの火星探査はサステナビリティを考慮しなければならないと警鐘を鳴らしている。「科学的発見と遠い世界の自然環境へのミッションの影響のバランスを取らなければならない中、現在もそれらは残念な関係にあります」そして火星にあるスペースデブリを集積するミッションをブレイク博士は提案、「未来の植民地は、これらの遺物を歴史的なものとして探索する可能性があります」「しかしその時点で私たちはこの惑星をすでに台無しにしている可能性があるのです」と続けた。

<https://www.gizmodo.jp/2024/02/nasa-ingenuity-helicopter-perseverance-final-spot.html>

## 火星探査車パーサヴィアランス、眠りについた相棒ヘリの姿を撮影

2024.02.09 21:00 Passant Rabie - Gizmodo US [\[原文\]](#)（そうこ）



Image: NASA/JPL-Caltech/ASU/Simeon Schmauß

### 火星の地に眠るインジェニユイティの姿

コンビで火星探査を行ってきた、NASAの探査車パーサヴィアランスと探査ヘリインジェニユイティ。バディの関係が終了したのは、今年1月のこと。インジェニユイティがブレード損傷により、運用終了となりました。パーサヴィアランスが撮影し地球に送信した最新画像では、火星の地に眠るインジェニユイティの姿が写っていました。

### R.I.P. インジェニユイティ

画像が撮影されたのは、2月4日。NASAがネットに公開した6つの画像をパノラマで繋げたのは、ビジュアルデザイン専攻の学生 Simeon Schmauss さん。画像を [Xにて公開](#) しています。

インジェニュイティが、バディのパーサヴィアランスとともに火星に降り立ったのは2021年2月。地球以外の惑星を、ヘリが離着陸し飛行するのはインジェニュイティが初めてでした。当初、インジェニュイティは1ヶ月ほどの期間で飛行実験5回が予定されていました。が、想定を大きく上回り運用は3年間にも及び、その間の飛行回数は実に72回。総飛行時間2時間超えと大活躍の結果を残しました。

相棒インジェニュイティが眠りについて、パーサヴィアランスの探検はまだ続きます。空から陸から、お互いの姿をカメラで撮り合ったこともありました。相棒を撮影するのは、これが最後になるのかな…。

パーサヴィアランスに、また新たな空飛ぶバディができる日がくるといいですね。

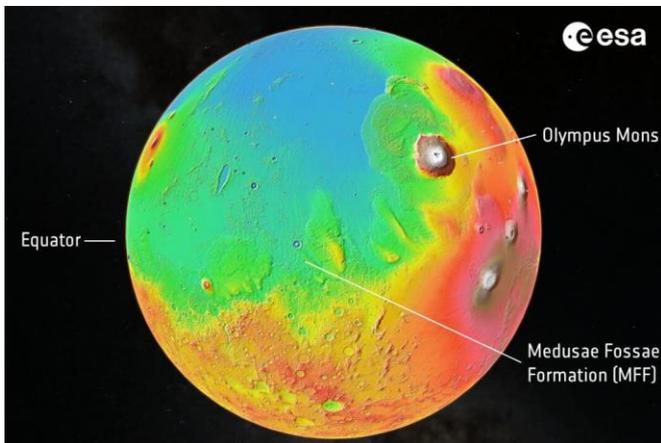
<https://sorae.info/astrometry/20240208-medusae-fossae-formation.html>

## 火星の赤道付近に大量の水を氷として含む堆積層が存在する可能性 推定厚さ最大

3.7km

2024-02-08 [sorae 編集部](#)

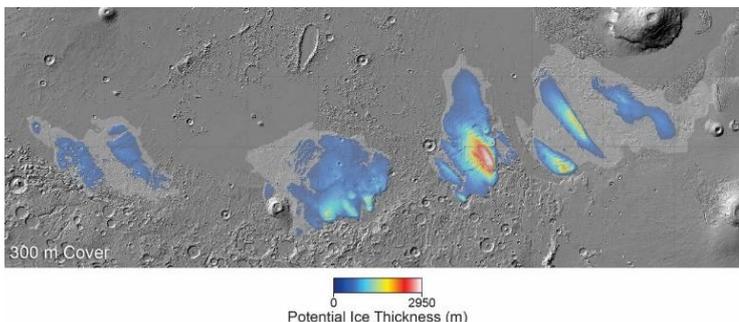
スミソニアン協会の Thomas Watters さんを筆頭とする研究チームは、火星の「Medusae Fossae Formation（メデューサエ溝状層、以下 MFF）」と呼ばれる地域に氷（水の氷）を含む厚い堆積層が存在する証拠を示した研究成果を発表しました。堆積層の厚さは最大で 3.7km に達し、火星全体を深さ 1.5~2.7m で覆えるほど大量の水が氷として存在する可能性があるようです。研究チームの成果をまとめた論文は Geophysical Research Letters に掲載されています。



【▲ 火星のメデューサエ溝状層（Medusae Fossae

Formation : MFF）の位置を示した図。MFF はオリンポス山（Olympus Mons）の南西、赤道（Equator）のすぐ南に位置している。画像の色は標高に応じて着色されている（Credit: ESA）】

欧州宇宙機関（ESA）によると、MFF は風食作用で形成された高さ数 km の地形が差し渡し数百 km に渡って広がる地域で、北半球の低地と南半球の高地のちょうど境界付近にあります。注目はその緯度で、極冠として水や二酸化炭素の氷が堆積している北極や南極とは異なり、MFF は赤道から南に数度しか離れていません。MFF に堆積層が存在することは知られていましたが、何でできているのかまではわかっておらず、火山灰や砂塵（ダスト）が堆積している可能性も考えられていました。

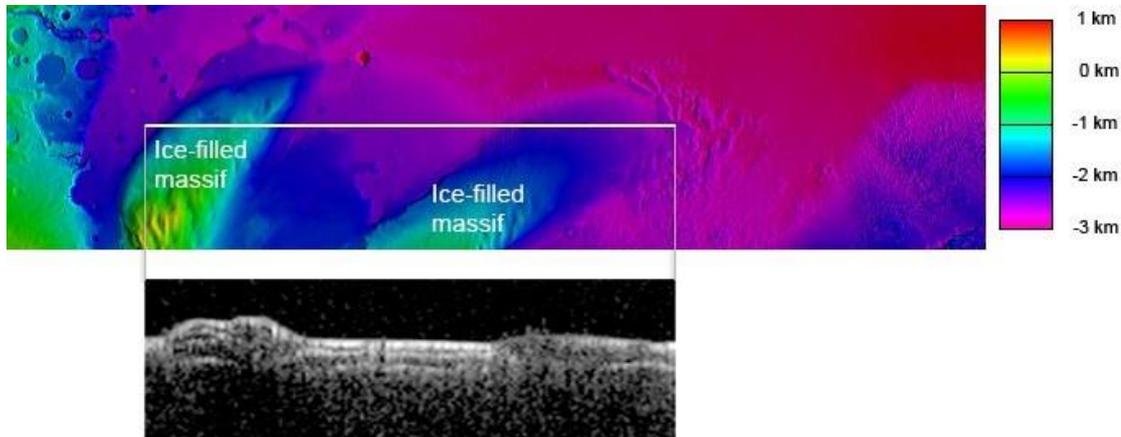


【▲ 火星の赤道付近に埋蔵されているとみられる氷

（水の氷）を含む堆積層の分布と推定される厚さを示した図（堆積層を覆う物質の厚さを 300m と見積もった

場合)。堆積層の厚さは最大で 3km 近くに達していることがわかる (Credit: Planetary Science Institute/Smithsonian Institution)】

2007 年に MFF の堆積層発見を報告した研究チームも率いていた Watters さんは、ESA の火星探査機「Mars Express (マーズ・エクスプレス)」に搭載されている地下探査レーダー高度計「MARSIS」を使って MFF の観測を行ってきました。当初、MARSIS のデータから推定された堆積層の厚さは最大 2.5km でしたが、最新の観測によって南極冠層状堆積物 (SPLD) の最大厚さに匹敵する最大 3.7km であることが明らかになりました。また、堆積物はレーダー波に対して比較的透明で密度が低く、極冠と同様に層状の氷が堆積していることを最新のデータは示しているといえます。

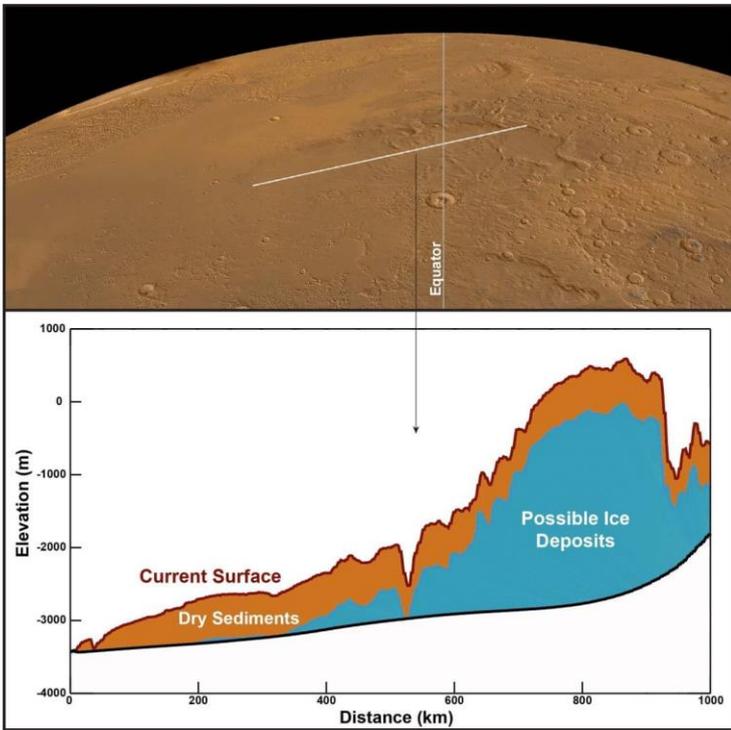


【▲ マーズ・エクスプレスの MARSIS による観測範囲 (上の白線) と観測データ (下) を示した図。表面を乾燥した物質 (砂塵もしくは火山灰) に覆われた 2 つの山塊は氷 (水の氷) で満たされている可能性があるという (Credit: CReSIS/KU/Smithsonian Institution)】

研究チームが新たな観測結果と堆積物のモデルを使って分析したところ、火山灰や砂塵だけが堆積すると自重で圧縮されてしまうため、実際に観測された堆積層の厚さと低密度の両方を説明できないことがわかりました。研究チームは MFF の堆積層について、氷を含む砂塵が厚く堆積した層の上を深さ 300~600m の乾いた物質の層 (砂塵もしくは火山灰) が覆っているのではないかと考えています。

スミソニアン協会によると、MFF に氷として埋蔵されている水の量は北極冠層状堆積物 (NPLD) の最大 50% で、北米大陸の五大湖の総水量を大きく上回り、火星の表面を 1.5~2.7m の深さで覆うのに十分な量と推定されています。MFF に氷を含む堆積層が残された頃の火星は自転軸の傾きが今とは異なり、現在の赤道付近が寒冷で極地が温暖だったと考えられています。関連記事：[火星では“ごく最近”にも液体の水が流れた可能性 気候シミュレーションで判明](#) (2023 年 7 月 10 日)

火星の地下に埋蔵されているとみられる水の氷は様々な観点から注目されています。水は人間の生存や生活に欠かせない物資の一つであり、電気分解して得られる水素と酸素はロケットエンジンの推進剤として利用できることから、将来の有人火星探査では現地で氷を採掘することも検討されています。また、掘り出された氷からは古代の火星の気候に関する情報が得られたり、過去の (場合によっては現在の) 生命の痕跡が見つかったりする可能性もあります。こうした事情もあって、MFF は火星探査において特に注目される地域の一つとなる可能性があります。赤道のすぐ近くに位置する MFF では温度の維持に必要なエネルギーが比較的少なくて済みますし、標高が比較的低いということは大気を利用して探査機や着陸船を減速しやすいこととなります。埋蔵量の多さはスペース X のイーロン・マスク CEO が掲げる火星入植のような事業でも注目されるでしょう。厚さ数百 m の砂塵の下に眠っているかもしれない氷の発見は、将来の火星探査の行方を大きく左右することになるかもしれません。



【▲ 推定されるメデューサエ溝状層（Medusae

Fossae Formation : MFF) の断面図。下の画像が上の画像の白線部分（概ね北北西～南南東）における地下の推定構造を示している。表面（赤）の下には乾いた物質の層（オレンジ）があり、その下には水の氷を含む厚い堆積層（青）が存在するとみられている（Credit: CReSIS/KU/Smithsonian Institution）】

Source [ESA](#) - Buried water ice at Mars's equator?

[Smithsonian Institution](#) - New Study Reveals Evidence of an Ice-Rich Layered Deposit on Mars

[Watters et al.](#) - Evidence of Ice - Rich Layered Deposits in the Medusae Fossae Formation of Mars (Geophysical Research Letters)

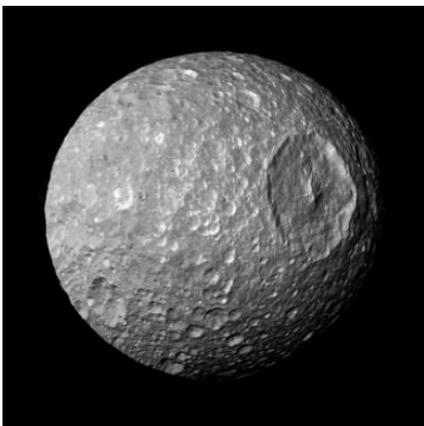
文/sorae 編集部

<https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/news/24/020800082/>

## 土星の衛星ミマスの地下に海、最新研究で判明、別名デス・スター

地下全体に質量のほぼ半分に及ぶ大量の水、「正直なところ、本当に驚きました」

2024.02.08



NASA の土星探査機カッシーニが、土星の衛星ミマスにフライバイし最接近してとらえた画像。巨大なハーシェル・クレーターがあるミマスは、映画『スター・ウォーズ』の宇宙要塞「デス・スター」に似ている。このミマスの地下全体に海がある証拠が示された。（PHOTOGRAPH BY NASA/JPL-CALTECH/SPACE SCIENCE INSTITUTE） [画像のクリックで拡大表示]

ギャラリー：生命を異星の海に探す 写真と図解 17 点（写真クリックでギャラリーページへ）

土星の衛星エンケラドゥス。亀裂の走る氷殻の下には全球を覆う海が存在し、生命に必要な成分がすべて含まれている可能性がある。（疑似カラーのモザイク画像（21点）：NASA/JPL/SPACE SCIENCE INSTITUTE）

[\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

土星の衛星ミマスの地下全体に海がある証拠が発表され、天文学者たちを驚かせている。2004年から2017年にかけて土星探査機カッシーニが行った調査を新たに分析したところ、軌道周回中の「秤動（ひょうどう）」と呼ばれる揺れが、地殻の下が液体の海で占められているためであることが示された。[論文](#)は2月7日付けで学術誌「ネイチャー」に発表された。地下海の存在はすでにいくつかの太陽系の天体でも確認されているが、ミマスもそのメンバーに加わることになる。また、生命が存在する可能性も浮上した。

「正直なところ、本当に驚きました」と、論文の筆頭著者であり、フランスのパリ天文台で土星の衛星のダイナミクスを研究する天文学者、バレリー・レイニー氏は話している。

### 地下海が存在する見込みは薄かった

ミマスには巨大な衝突クレーターがあり、外見が映画『スター・ウォーズ』の宇宙要塞に似ていることから「デス・スター」とも呼ばれてきた。このクレーターは、地球にあてはめるとカナダよりも広い。土星には多くの衛星（最新のデータでは146個）があり、ミマスもそのひとつだが、軌道を周回中に激しく横揺れする点が風変わりだ。このような秤動が生じる要因として2つの仮説が考えられる。ひとつは、空気が抜けたラグビーボールのような形の大きく引き伸ばされたコアがあるという説。もうひとつは、全球規模の海があるという説だ。2014年に、ミマスに地下海がある可能性を初めて示唆した論文が学術誌「サイエンス」に発表された。レイニー氏も、この研究チームの一員だった。（参考記事：[2014年の記事「土星衛星ミマス、地下に水の海か」](#)）しかし、この説はほとんど受け入れられなかった。というのも、同じく土星の衛星であるエンケラドゥスは地下海から宇宙に水蒸気を噴出しているが、ミマスの地表には、地下海の存在を裏づける形跡が何もなかったからだ。（参考記事：[「土星の衛星エンケラドゥスからリンをついに検出、生命に必須の元素」](#)）

だが、最新の論文では、秤動がミマスの軌道をどのように変化させているかを詳細に研究し、ミマスにはたしかに地下海が存在することを明らかにした。ミマスの地下海は土星を周回中に生じる潮汐作用による熱の影響で凍結しない、と研究者たちは説明している。また、地下海の水が大量であることも示唆された。ミマスは比較的小さな衛星だが、レイニー氏によれば、地下海はミマスの質量のほぼ半分を占めている。

「たくさんの方がこの研究結果に注目して、『驚いた、本当に全球規模の地下海があるんだ』と言うでしょう」とレイニー氏は話している。

### [次ページ：「多くの天体に液体の水がありそうです」](#) 地球外生命が存在する可能性は

これまで地下海が存在する明確な証拠が確認されたのは、土星の衛星のエンケラドゥスとタイタン、そして木星の衛星であるエウロパとガニメデだけだった。過去の研究でも示されているように、地球では液体の水がある場所では、生命体が見つかることが多い。したがって、地下海は地球外生命体を探索する最適な場所のひとつであり、熱水噴出孔の周辺で生命が進化する可能性があると考えられている。

今回の論文によれば、ミマスの海はまだ新しく、誕生から200万年～2500万年しか経過していない。天体の歴史から見ると非常に日が浅く、生命が進化するにはまだ時間が足りないとされている。

しかし、レイニー氏によれば、ミマスの地下海は比較的温かく、天然の化学物質が豊富に供給される可能性があり、生命が進化するには適した場所かもしれない。

だが、ドリルで穴を開けて調査するのは困難だとレイニー氏も認めている。ミマスの地下海は非常に深いとみられ、一番浅い部分でも、岩と氷で形成された外殻から20～30キロほどの深さにある。

### 海の進化を解明する手がかりに

他の天体の海の変遷に関する手がかりも、ミマスから得られるかもしれない。

ミマスはエンケラドゥスよりも少し小さいだけで、同じタイプの岩と氷で形成されている。つまり、この2つの衛星の化学的構造と地質学上の特性は似通っている、とレイニー氏は説明する。

一方、エンケラドスの地下海は約 10 億年が経過しているが、ミマスの地下海ははるかに新しいので、エンケラドスの初期の変化についても、ミマスから手がかりが得られる可能性があるという。

米ユタ州ボルダーにあるサウスウエスト研究所の惑星科学者、アリッサ・ローズ・ローデン氏によれば、ミマスをデス・スターのような形状にした巨大な衝突クレーターも、ミマスの地下海が比較的新しいことを示している。このハーシェル・クレーターは、1789 年にミマスを発見したウィリアム・ハーシェル氏にちなんで命名された。数億年前、直径数キロの物体がミマスに衝突してクレーターが形成されたと考えられている。

(参考記事: [「ハーシェル兄妹、18 世紀の音楽家は天文学に無数の功績を残した」](#))

もし衝突時のミマスに地下海が存在していたら、この衝突はミマスの地殻を突き破っていたはずなので、ハーシェル・クレーターの存在は、当時、まだ地下海がなかったことを意味しているとローデン氏は言う。氏は今回の論文には関与していないが、「ネイチャー」誌でこの論文に関する記事を共同で執筆した。

### 地下海は他の天体にも？

今回の発見で、太陽系の他の天体、特に天王星の衛星や一部のカイパー・ベルト天体（太陽系で海王星軌道の外側にある天体密集領域）にも地下海が存在する可能性が高まった。

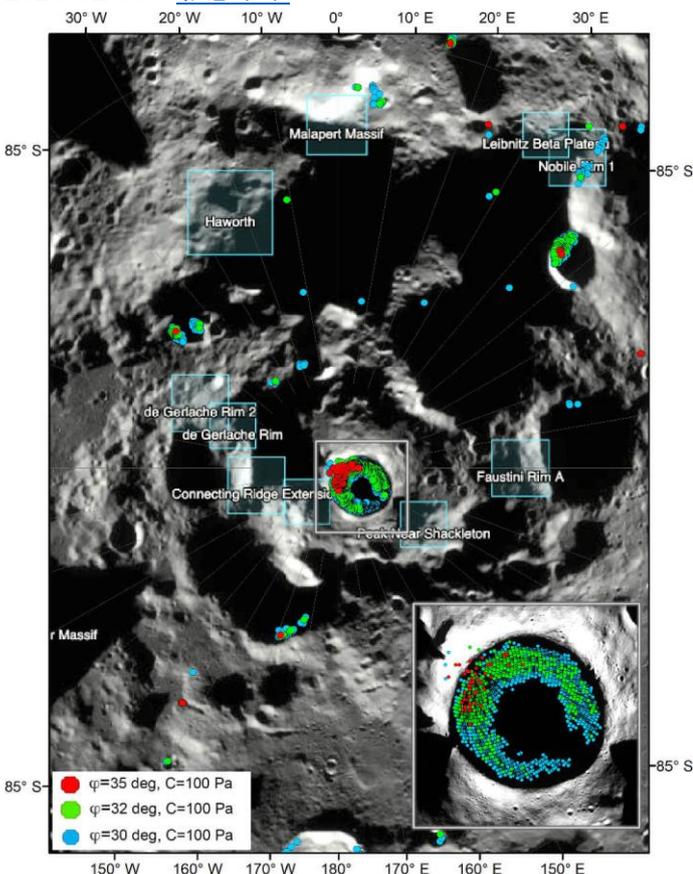
「まったく同じではありませんが、ひとことでいえば、多くの天体に液体の水がありそうです」とレイニー氏は言う。「太陽系で最も水がなさそうなミマスにも、全球規模の海があるのですから」

文=TOM METCALFE/訳=稲永浩子

<https://sorae.info/astronomy/20240209-lunar-south-polar-region.html>

## 月の南極地域は地震と地すべりのリスクあり 興味深い探査候補地に災害リスク

2024-02-09 [彩恵りり](#)



【▲図 1: 今回の研究で推定された、いくつかの斜面の地すべりのリスク (赤・緑・青の丸点)。赤い点であるほど斜面の角度 (内部摩擦角) が高く、月震の際に崩れやすいことを示しています。水色の四角はアルテミス計画での着陸候補地を示しています (Credit: Thomas R. Watters, et al.)】

地球の衛星「月」は、内部が冷えることで徐々に収縮しています。月の表面は硬くて脆い岩石できているため、収縮によって表面には断層や崖が形成されます。スミソニアン博物館の Thomas R. Watters 氏などの研究チームは、月の南極地域の地形の形状から、月の表面を覆うレゴリスの斜面における崩れやすさを推定し、過去に南極地域で発生したことが推定されているマグニチュード 5.3 の月震（月の地震）の影響を調べました

（※）。その結果、中程度から弱い揺れは震源から 50km を越える距離まで到達し、そのような弱い揺れでも容易に地すべり（地這り）が発生する恐れがあることを示しました。重要なことに、特定された断層帯や地すべり発生リスクが高い位置は、アメリカ合衆国政府が出資する有人月探査計画「アルテミス」の着陸候補地の近くにあり、月の南極は月探査計画で注目されている地域の 1 つですが、この研究結果は将来的な探査計画では月震や地すべりのリスクを考慮しなければならないことを示唆しています。

※…マグニチュードには複数の定義があります。後述する N9 事象の規模は、リヒタースケールで約 5、実体波マグニチュードで 5.5 以上と測定されています。今回の解説記事では、揺れの強さを推定した時に使用したモーメントマグニチュード 5.3 を代表値としています。

### ■月の南極地域は興味深い探査対象

地球の衛星「月」は恒久的に地球の近くに存在する天体であるため、宇宙開発の初期から現在に至るまで探査対象として注目されています。特に近年の月探査計画は、月の科学的調査をより重点的に行うものや、将来的に恒久的な有人月面基地を建設するための訓練や準備を兼ねたものが多くなっています。

科学的調査でも有人探査計画でも注目されているのが月の南極地域です。月の極地にはクレーターの内部に日光が一切当たらない「永久影」が生じる場所があります。そのような場所は真空の月面で蒸発しやすい水などの揮発性物質が豊富に残っている可能性があります。これは人々の生存に必須な飲み水や、農業を行うために必要な水を現地で確保できるという有人月面基地のメリットだけでなく、月の表面で蒸発して消えやすい物質が残っている“化石”であるという点で科学的にも重要です。また、南極地域には金属資源が豊富に存在すると考えられており、この点でも月面基地建設や科学的調査で有利となります。

2023 年 8 月 23 日、ISRO（インド宇宙研究機関）の「チャンドラヤーン 3 号」が史上初めて南極地域への着陸に成功しています。また、アメリカ合衆国で連邦政府が出資して計画されている有人月探査計画「アルテミス計画」は、史上初となる有人での南極地域への着陸と探査を予定しています。

関連記事: [【速報】インド月探査機「チャンドラヤーン 3 号」月面着陸成功](#) (2023 年 8 月 23 日)

関連記事: [NASA がアルテミス計画のスケジュールを見直し 有人月着陸は 2026 年 9 月以降に](#) (2024 年 1 月 13 日)

### ■月の長期滞在と月震のリスクは不明瞭

一方で、月面に着陸した無人探査機や有人月面基地が、将来的にどのようなリスクにさらされるのかはあまり良く分かっていません。分厚い大気による気象現象や、プレートテクトニクスによる火山・地震活動が常に起こっている地球とは異なり、月はほぼ真空で、地質学的にも“死んでいる”天体であると思われ、短期的なリスクはほとんどないものと考えられているためです。

しかし、実際には地球ほど激しくはないものの、月にも固有の地震である「月震」が存在します。その原因には天体衝突のような外的要因もありますが、月の構造変化による内的要因もあります。

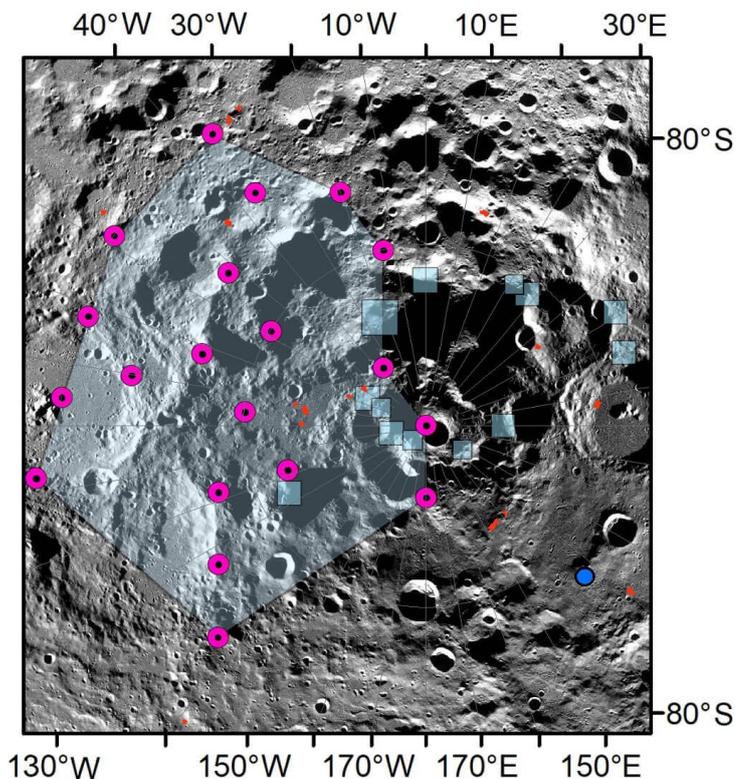
特に発生原因として挙げられるのは、月そのものの縮小です。月の内部は少しずつ冷えていくため、過去数億年で直径が 15m 程度小さくなったと考えられます。この収縮の影響は表面に“しわ寄せ”が来ます。と言っても、月の表面は干しブドウのように柔軟ではないため、表面には多数の断層や崖が生じます。その大きさは最大で高低差 150m、長さ数十 km にもなります。

断層がずれば、地球の地震と同じく月震の原因となります。アポロ計画で設置された月震計は、表面の断層のずれによって生じたと思われるいくつかの月震を記録しています。ただし、地震計の小ささに加えて観測期

間が1969年～1977年と限られたことなどが理由で総合的にデータが不足しているため、どこで発生しているかなど月震の正確な状況がよく分かっていませんでした。

#### ■過去の大きな月震の震源は南極地域

今回新たな研究を行った Watters 氏らの研究チームは、過去にも2019年に、月の南極付近にある断層地形とアポロ計画で記録された月震との関連を調べるための研究を行いました。月の表面はNASA(アメリカ航空宇宙局)の「ルナー・リコネサンス・オービター」によって非常に高精細な画像が得られています。そしてアポロ計画で1973年3月13日に記録されたマグニチュード5程度の月震「N9事象(N9 event)」は、南極地域で発生したことが1979年に推定されています。しかし、データの性質からその精度には限界があり、推定された震源域はかなり広くなりました。そして最も可能性の高いポイントには、月震の規模に対してかなり小さな断層崖しかありませんでした。

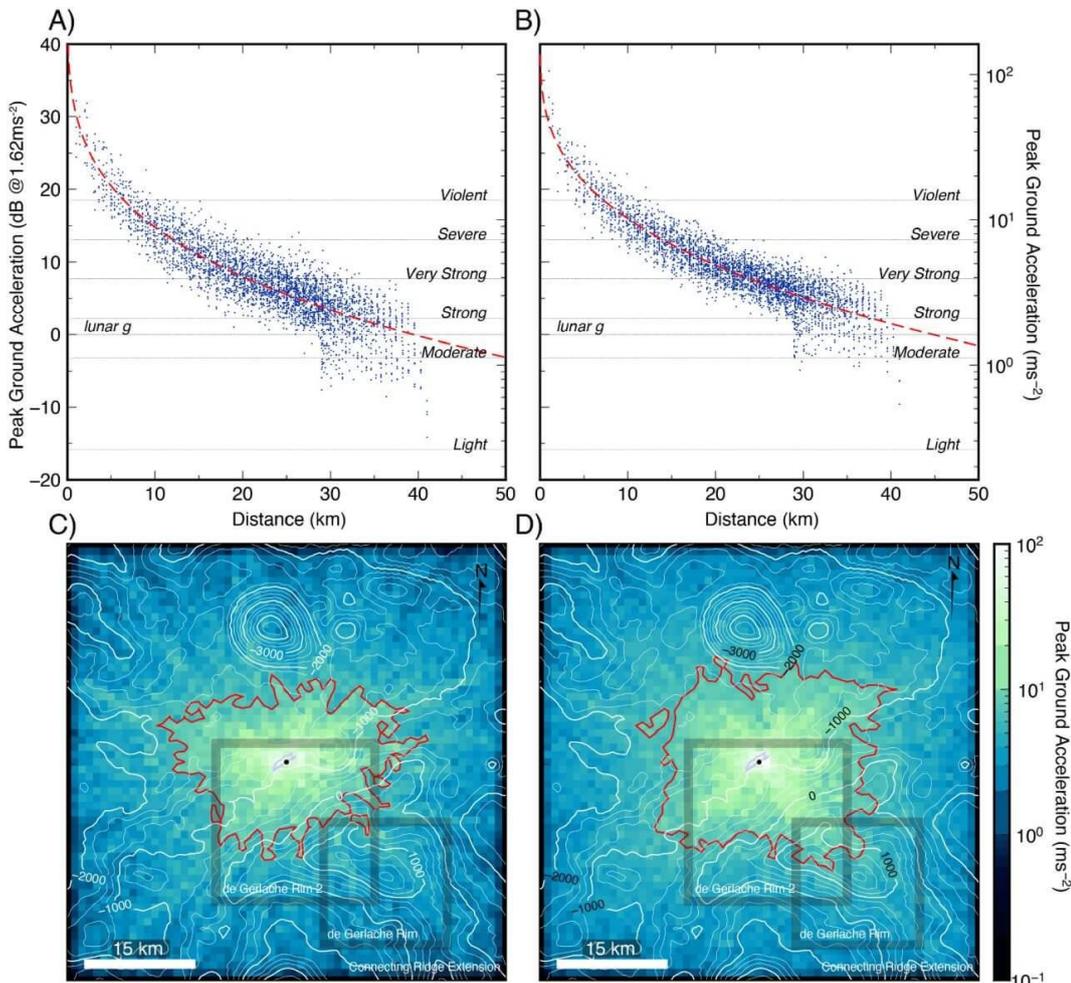


【▲図2: 2019年の研究で示されたN9事象の推定震源地(紫に中黒の点)。青色の点は1979年に推定された、最も可能性の高い震源地(実際にはもっと広い領域が推定されています)。水色の四角はアルテミス計画の着陸候補地です(Credit: Thomas R. Watters, et al.)】

2019年の研究では、Watters 氏らは南極地域にある「ド・ジェラルーシ葉状衝上断層崖(de Gerlache lobate thrust fault scarp)」にN9事象の原因となった活断層が含まれていると考えました。これは1979年に推定された断層崖よりもずっと規模が大きいものです。Watters 氏らは、複数の震源が推定されてしまうものの1つ1つのポイントにおいては精度が高くなるアルゴリズムを使って震源を推定したところ、震源がド・ジェラルーシ葉状衝上断層崖に強く関連づいていることが示されました。

#### ■南極地域には地すべりの高リスク地域があることが判明

Watters 氏らは2019年の研究の続きとして、月の表面を覆う「レゴリス」が大規模な月震で崩れる可能性を推定しました。レゴリスは微小隕石や太陽風によって細かく砕かれた鋭い形状の砂状物質で、お互いの結合力が弱く、レゴリスに覆われた月の表面はとて崩れやすいものとなっています。



【▲図 3: 今回の研究で推

定された、マグニチュード 5.3 の月震による揺れの強さの推定値。震源から 50km を越える距離でも、中程度から弱い揺れが推定されています (Credit: Thomas R. Watters, et al.)】

Watters 氏らは N9 事象の規模をマグニチュード 5.3 と仮定し、月の表面地形や斜面の角度、レゴリスの結合力を元に、N9 事象と同じ月震が起きた際の揺れと地すべりの評価を行いました。その結果、震源からの距離が 40km 以内では強い揺れに襲われる一方、50km を越える場所でも中程度から弱い揺れに襲われることが分かりました。そしてそのような弱い揺れであっても、レゴリスで覆われた斜面は容易に地すべりを起こすことが分かりました。これは、南極地域を調査する将来的な探査計画において懸念事項となるかもしれません。例えば、アルテミス計画の着陸候補地は今回推定された震源域や崩れやすい斜面に対して近い位置にあります。また、地球の地震の揺れは長くても数分しか持続しないのに対し、月の表面で起こる月震の揺れは数時間を超えて続くことが珍しくありません。そして永久影のように科学調査や資源採掘が予定される場所は、地すべりを起こしやすい斜面に位置しています。マグニチュード 5 程度という規模の大きさ、長時間にわたる月震の揺れの長さ、そして地すべり発生の恐れは、長期間または恒久的に月面に滞在する人々や機材にとってリスクとなり得ます。

関連記事: [2025 年の有人月面着陸候補地にも選ばれている月の尾根。NASA 探査機が撮影](#) (2022 年 8 月 25 日)  
ド・ジェラルシー葉状衝上断層崖と似たような断層崖や地形は、月面のあちこちに存在します。また、短期間に月震が複数記録されたことや、断層崖の地形的な新しさは、大きな月震がかなり頻繁に起きていることを示しています。長期間の運用が計画される将来的な月探査計画では、地震や地すべりが計画を妨げる負の事象として検討されるようになるかもしれません。

Source

[T. R. Watters, et al.](#) “Tectonics and Seismicity of the Lunar South Polar Region” . (The Planetary Science Journal)

[Thomas R. Watters, et al.](#) “Shallow seismic activity and young thrust faults on the Moon” . (Nature Geoscience)

[Georgia Jiang.](#) “The Moon is Shrinking, Causing Landslides and Instability in Lunar South Pole” . (The University of Maryland)

文／彩恵りり

<https://news.yahoo.co.jp/articles/2b3c00e0f35e97e2097f4b03911120191b13c905>

## 宇宙飛行に不可欠「電気推進ロケット」開発、効率よく高い推進力に挑む

2/6(火) 10:10 配信

ニュースイッチ  
日経新聞

大阪産業大、キセノン以外の燃料模索



### 模擬の宇宙空間を作り出せるスペースチャンバー

国内外で宇宙関連の大手企業やベンチャー、大学などが参画し、ロケットや探査機の開発などでしのぎを削っている。地球から飛び出した人類は月、さらに火星や木星など太陽系の外側に探査領域を広げるだろう。宇宙探査にはロケットや探査機が必要で、効率良く推進力が得られるエンジンの開発が重要なテーマだ。電気推進ロケットエンジンの開発を進める大阪産業大学の田原弘一教授の研究室を訪ねた。（東大阪・富井哲雄）【写真】電気推進ロケットエンジンによる木星探査のイメージ 宇宙航空研究開発機構（JAXA）の小惑星探査機「はやぶさ2」の宇宙での飛行には電気推進ロケットエンジンの一種であるイオンエンジンが使われている。燃料となるキセノンをイオン化、強力な磁場で加速し噴射することで推力が得られる。燃費が高効率である一方、パワー不足は否めない。田原教授は「月や火星への有人探査の宇宙機には推力が強い電気推進エンジンが必要」と強調する。田原教授はイオンエンジンなど電気プラズマを利用した宇宙機用エンジンを30年間以上開発してきた。今ではパワーが強い「アークジェットエンジン」や、大型衛星の電気推進に使われる「ホール型イオンエンジン」などの開発を手がける。模擬の宇宙空間を作る試験装置「スペースチャンバー」を複数所有し日々研究を続ける。国内外で多くのエンジンが開発されているが、その燃料のほとんどがキセノンだ。宇宙探査の需要に対しキセノンの量は枯渇すると予想される。田原教授は「水や二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）を活用するなど燃料を多様化する必要がある」と説く。燃料の多様化で調達方法も変わる。今までは地球で宇宙機に燃料を積み宇宙探査を行ってきた。「今後は宇宙機を飛ばしつつ燃料の現地調達が求められる」（田原教授）。原理的に有人で到達可能な木星には水素やヘリウム、メタン、アンモニアなどがあるとされている。探査の途中で調達したガスを宇宙機の燃料として使う可能性も出てくる。電気推進ロケットエンジンによる木星探査のイメージ（JAXA 提供）だが燃料の代替は難しい。キセノンなど従来の燃料の使用を前提にエンジンの構造は最適化され、別の燃料では動かない。そこで田原教授らはキセノンの燃料で最適化されたアークジェットエンジンを改良。CO<sub>2</sub> やメタンなどを代替燃料として1時間程度エンジンを稼働させることに世界で初めて成功した。今後の課題はエンジンの部材となる長寿命の電極だ。水やCO<sub>2</sub>を燃料に使う場合、酸化して電極がもろくなる。そのため酸化に強い電極材料を探している。田原教授は「電極の交換なしで1000時間以上エンジンを作動させることが目標。人工衛星に搭載し、衛星を操作する用途で使いたい」と話す。3—5年後をめどにCO<sub>2</sub> やメタン、水などを燃料とした実機システムの開発を目指す。「あと50年で木星域が人間の生活圏になるか

もしれない」(同)。そんな時代が到来しつつある。人類の生活圏がどこまで広がるのか。宇宙機用エンジンの開発が期待される。

<https://www.gizmodo.jp/2024/02/robotic-surgery-iss-nasa-mira-virtual-incision-jpn.html>

## 遙か彼方でリモート手術？ ロボットアームが国際宇宙ステーションへ

2024.02.07 23:00 Passant Rabie - Gizmodo US [\[原文\]](#) (そうこ)



Image: Virtual Incision

今年の1月末、小さな医療ロボットアームが国際宇宙ステーション (ISS) へと向かいました。アームは NASA のミッション「Northrop Grumman 20th Commercial Resupply」の積荷の1つとして、SpaceX のファルコン9 ロケットで無事打ち上げ完了。

医療ロボットアーム MIRA (Miniaturized In-vivo Robotic Assistant) は、リモート手術を可能にするロボットです。

### 2021 年初手術の医療ロボ

MIRA を開発しているのは、医療系スタートアップの Virtual Incision 社 (Virtual Incision 社は、[2022 年に NASA 研究費を獲得](#)しています)。ロボは2本の腕をもち、手術ツールを持つことができます。現段階では、アームをロボ自らが動かすことはできず、人間によるリアルタイムの操作が必要になります。が、将来的には自動化も視野にあり。

[手術デビューは2021年](#)。患者の手術箇所1箇所を執刀、結腸右半切除手術のアシスタントを務めています。

そして今、地球軌道を飛ぶ ISS へ。いつの日か、宇宙にいる人を手術するときに備えて飛び立ちました。

宇宙で手術をする日のために「NASA 協力のもと、国際宇宙ステーションという最も遠い場所でも MIRA による手術が可能かどうかをテストすることができます」と語る Virtual Incision 社の John Murphy CEO。

ISS での MIRA の手術は、電子レンジほどの大きさのボックス内で行なわれます。切開されるのは、ISS に滞在する宇宙飛行士…ではなくて人間の皮膚に見立てた輪ゴムの束ですって。

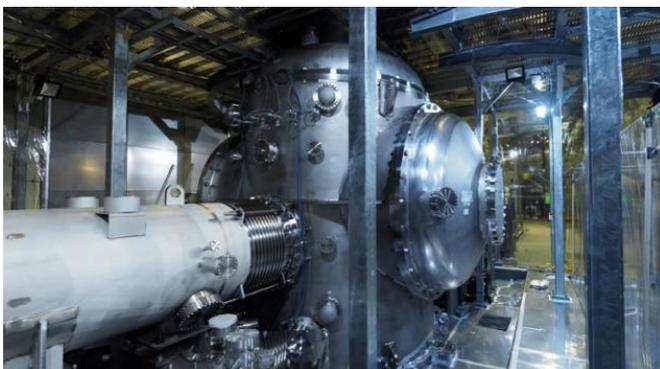
今回の実験は、月や火星に人類が長期滞在し、手術が必要になった場合を想定するきっかけになります。

[https://scienceportal.jst.go.jp/newsflash/20240206\\_n01/](https://scienceportal.jst.go.jp/newsflash/20240206_n01/)

## 重力波望遠鏡「KAGRA」能登半島地震で被災 国際観測への参加、大幅遅れ

2024.02.06

宇宙のかなたから届くわずかな時空のゆがみ「重力波」を捉える観測施設「KAGRA (かぐら)」(岐阜県飛騨市)が、元日の能登半島地震＝マグニチュード (M) 7.6＝で被災し損傷が広がったことが5日、分かった。東京大学宇宙線研究所が発表した。米欧との共同観測を来月から再開する計画だったが、大幅な遅れが必至に。2011年の東日本大震災、20年のコロナ禍に続き、災害がプロジェクトに立ちほだかる局面となった。



地下に建設された「KAGRA」の俯瞰図。L字型トンネルの1辺は3キロ（東京大学宇宙線研究所提供）

サファイアの鏡を冷やす低温真空容器。計4台設置されている＝2019年8月（東京大学宇宙線研究所提供）

KAGRAは重力波を捉えてブラックホールのほか、星の終末の姿である「中性子星」や「超新星爆発」などを観測する施設。重力波望遠鏡とも呼ばれる。東京大学が中心となり、山中の地下約200メートルに2019年に完成させた。1辺3キロのL字型の中央から2方向に発射したレーザー光が、それぞれ鏡に反射して戻るときの時間差を基に、重力波を捉える。4つの鏡には、熱のノイズを抑えるため、冷やしやすいうサファイアの単結晶を採用。観測時はサファイアを零下253度にする。他の鏡も含め、地面の振動を拾わないよう防振装置につるし、重力波を検出する。同研究所によると能登半島地震の際の坑内は震度3。地表の周辺地域は4程度で、飛騨市は最大5弱だった。計20基の防振装置のうち少なくとも9基に、手動の調整が必要な不具合や、部品の脱落が確認された。サファイアの鏡のうち3つで、鏡を制御するための磁石が多数、脱落した。サファイアは地震発生時、零下188度に冷却されていた。これらをいったん常温に戻して真空容器を開けて修理し、再び真空にして冷却する必要がある。防振装置の残り11基は、まだ不具合の有無を確認できていない。

KAGRAは昨年5～6月、米欧との国際共同観測に1カ月にわたり参加した。その後、計画通りに感度向上の作業を進めている中で被災した。来月からの予定だった国際観測への参加は遅れが必至で、今回の観測期間が終わる来年1月までの参加を目指すという。これまでも災害の影響を被ってきた。建設中の2011年、東日本大震災の影響でトンネルの掘削工事が約1年にわたり中断。完成後は国際観測を目指して調整を進め、2020年3月に参加条件の感度を達成した。ところが今度はコロナ禍のため、米欧施設がKAGRAの参加を待たずに観測を中断。これを受けたドイツの別の施設との共同観測も、コロナにより2週間で打ち切られている。

ドイツとの観測では、KAGRAの感度を妨げるノイズが予想以上に大きいことが判明。対策を進め、国際観測にこぎつけたところだった。重力波をまだ捉えられていないが、3月からの観測で兆候を捉える感度の達成を目指し、準備を進めていた。

関連リンク

東京大学宇宙線研究所プレスリリース「[2024年1月1日能登半島地震によるKAGRAの被災状況について](#)」

東京大学宇宙線研究所「[大型低温重力波望遠鏡『KAGRA』](#)」

<https://resemom.jp/article/2024/02/07/75797.html>

## 2025年暦要項、3・9月に日食2回、月食2回 2枚目の写真・画像

国立天文台は2024年2月1日、「2025年（令和7年）暦要項」を発表した。国民の祝日のほか、日食や月食などの予報を掲載。3月14日と9月8日に皆既月食、3月29日と9月22日に部分日食があるという。

国立天文台は、国際的に採用されている基準暦に基づいて、太陽・月・惑星の視位置などを推算した「暦象年表」を発行している。「暦要項」はここから主要な項目を抜粋したもので、毎年2月の最初の官報にて翌年の暦要項を発表。国民の祝日や日曜表、二十四節気と雑節、朔弦望、東京の日出入、日食・月食などを知るこ

とができる。 2025年の国民の祝日は計16日。2月23日は天皇誕生日が日曜日にあたるため、祝日法第3条第2項により2月24日が振替休日となる。5月6日、11月24日も同様。

また、2025年は日食が2回、月食が2回ある。3月14日には皆既月食があり、日本では一部を除く北海道、東北地方、関東地方東部、小笠原諸島で、月食終了間際の欠けた月が昇ってくるという。9月8日の皆既月食は、日本では全国で見ることができるが、3月29日と9月22日の部分日食については、日本で見ることができないとしている。日食や月食の詳しい状況や予報については、暦計算室Webサイトでも調べることができる。日・月の出入り、南中時刻、月齢などの「こよみ」についての情報、こよみの基礎知識、貴重資料展示室などのコンテンツが掲載されている。

元日	1月1日
成人の日	1月13日
建国記念の日	2月11日
天皇誕生日	2月23日
春分の日	3月20日
昭和の日	4月29日
憲法記念日	5月3日
みどりの日	5月4日
こどもの日	5月5日
海の日	7月21日
山の日	8月11日
敬老の日	9月15日
秋分の日	9月23日
スポーツの日	10月13日
文化の日	11月3日
勤労感謝の日	11月23日

ReseMom

国立天文台は2024年2月1日、「2025年（令和7年）暦要項」を発表した。国民の祝日のほか、日食や月食などの予報を掲載。3月14日と9月8日に皆既月食、3月29日と9月22日に部分日食があるという。

2024.2.7 Wed 17:15 画像出典：国立天文台国民の祝日

## 国立天文台が「2025年の暦要項（れきようこう）」を発表 2024-02-07 [sorae 編集部](#)

国立天文台は2024年2月1日、日々の暮らしに欠かせない暦と関わりの深い2025年（令和7年）の「暦要項（れきようこう）」を発表しました。毎年2月最初の官報に掲載される暦要項は日本における公式な暦と言えるもので、翌年の国民の祝日や日曜日の一覧、二十四節気および雑節、朔弦望（月齢）、東京における日の出と日の入の時刻、日食や月食が見られる日時が記載されています。



【▲ 2017年1月に撮影された満月（Credit: 国立天文台/長山省吾）】

### ■暦要項には祝日、月齢、日食や月食のタイミングなどを記載

国民の祝日がいづになるのかは「国民の祝日に関する法律」によってほとんどが定められていますが、太陽の位置をもとに定められる「春分の日」と「秋分の日」については前年の暦要項で発表されることになっています。今回発表された暦要項によると、2025年の春分の日は3月20日（木）、秋分の日は9月23日（火）です。また、2025年は天皇誕生日（2月23日）、みどりの日（5月4日）、勤労感謝の日（11月23日）が日曜日なので、2月24日（月）・5月6日（火）・11月24日（月）が振替休日になります。

soraeとしては日食や月食の情報が気になる場所ですが、2025年に起きる2回の日食と2回の月食のうち、日本では月食を2回とも見ることができます。このうち2025年3月14日（金）の皆既月食は北海道・東北地方（一部を除く）・関東地方東部・小笠原諸島で月が欠けたまま昇る月出帯食（げつしゅつたいしょく）となりますが、月全体が地球の本影に入る皆既食が終わってから昇ってくるため、日本で見られるのは後半の部分食の終わり頃以降となります。一方、2025年9月8日（月）の皆既月食は2時30分頃～3時53分頃にかけて全国で皆既食を見ることができます。日曜日に夜ふかしするか月曜日に早起きするか悩ましいタイミングですが、2年10か月ぶりに日本で皆既食が見られる皆既月食なので、是非楽しみたいところです。

なお、2025年は3月29日（土）と9月22日（月）に部分日食が起こりますが、2回とも日本から見ることはできません。

### ■2024年に見られる日食・月食は？

ちなみに、今年2024年の暦要項は1年前の2023年2月1日に発表されています。今年は2回の日食と1回の月食が起きるものの、残念ながら日本からはどれも見ることはできません。

4月9日（火）の皆既日食は太平洋～北米大陸～北大西洋にかけての地域、10月3日（木）の金環日食は太平洋～南米南部～南大西洋にかけての地域でそれぞれ見ることができます。また、9月18日（水）の部分月食は日本が昼の時間帯（日本時間9時39分～13時49分）に起きるため、北米・南米・欧州・アフリカなどで見ることができるということです。

関連記事：[国立天文台が「2024年の暦要項（れきようこう）」を発表](#)（2023年2月3日）

[https://news.biglobe.ne.jp/economy/0206/prt\\_240206\\_2905796007.html](https://news.biglobe.ne.jp/economy/0206/prt_240206_2905796007.html)

## 教師主体の宇宙教育推進プロジェクト「みらい宇宙教室」 株式会社日本旅行との

提携スタート！

2024年2月6日（火）12時16分 [PR TIMES](#)



[写真を拡大](#)

～2024年度に向けて全国小・中学校での授業実践校を先着50クラスで募集開始！～

一般社団法人日本文化教育推進機構（所在地：東京都中央区、代表理事：田代綾）は、全国の小・中学校の教師からの熱い要望に応え、企業・団体様のご協賛のもと、宇宙関連事業の最先端を教材化し、全国の子どもたちに無料でお届けするための「みらい宇宙教室」プロジェクトを2023年9月に立ち上げました。

この度、株式会社日本旅行様のご協賛を得て、同社が中学・高校生に向けて展開する探究体験プログラム「ミライ塾」をみらい宇宙教室内で展開させていただき運びとなりました。2024年4月からの授業実践に向けて、全国の小学校・中学校からのお申し込みを先着50クラスでお待ちしております。

《みらい宇宙教室 公式サイト》 <https://www.mirai-universe.site/>

### 【みらい宇宙 4つのポイント】

#### 1. 企業と教師が協働で宇宙関連事業の取り組みを授業化

企業の宇宙関連事業に関する最先端の取り組みを授業化するため、現職の教師たちと共に、「アクティブ・ラーニング」を取り入れた形での教育プログラムを制作します。教育プログラムは全国の小学校の教師がすぐに授業できるようにデジタル教材化され、教師指導用の指導案、児童・生徒用のワークシートをセット化されています。

#### 2. 日本中の小・中学校で授業実践

教材は制作されるだけではその真価は発揮されません。日本文化教育推進機構で、全国の小・中学校の先生にご案内し、授業実践のための推進活動を展開いたします。3. 企業—学校—家庭がつながる仕組み「みらいタイムズ」を開発

「みらいタイムズ」は、いま、教育現場で起きていることや全国の宇宙教育実践活動を配信するメディアです。日本文化教育推進機構では、みらい宇宙教室の活動の様態をみらいタイムズ内に掲載し、学級を通して保護者の皆さまに活動内容をお届けいたします。企業—学校—家庭が教育を通して繋がります。

[画像 1: <https://prtimes.jp/i/91203/16/resize/d91203-16-5c941eebe1836ff71679-5.png>] 4. 全国の宇宙関連情報が集約するオンラインプラットフォームを設置

みらい宇宙教室で開発された教育プログラムや、企業の最先端の情報を掲載し、それを教師や児童・生徒にお

届けするため、オンラインプラットフォームを立ち上げました。本プラットフォーム立ち上げには、経済産業省・中小企業庁の事業再構築補助金が採択されています。

#### ■コンテンツ内容

- ・宇宙の最前線を授業できる「授業コンテンツ」
- ・宇宙事業に取り組む「企業のご紹介」
- ・宇宙について調べる「宇宙ミュージアム」
- ・全国の情報を1か所で見られる「全国科学館・博物館 MAP」
- ・学級通信で家庭とつながる「みらいタイムズ」
- ・宇宙をやりたい先生同士が繋がる「みらいスクールラボ」

#### ■プラットフォーム URL <https://www.mirai-universe.site/>

##### 【中学高校向け探究体験プログラム「ミライ塾」概要】

「ミライ塾」は、コロナ禍にスタートした、株式会社日本旅行と先端科学技術を取り扱う企業と協業で開発した出張授業プログラムです。約2万人を超える生徒に対し宇宙体感プログラムを提供しており、17のプログラムの他、学校の要望に応えたオリジナルプログラムの開発も可能です。

#### ■ポイント

- ・宇宙開発や先端技術を通して、未来を生きる力を育む探究体験を実施
- ・知識だけではなく全員参加のワークショップをセットで提供
- ・文系・理系に関わらず興味を持てるテーマプランニング
- ・経験豊富なスタッフが実施運営

#### ■みらい宇宙教室での提供コンテンツ

##### 1.ロケット製作ワークショップ

ペットボトルと牛乳パックを使ってロケットの製作をします。製作後、実際に屋外で打上げを行います。

【授業目的】ホンモノのロケットと同じ原理で飛行するペットボトルロケットを制作する。

【対象学年】小学校高学年～（学年によって難易度の調整が可能） 【対象教科・時数】

対象教科：総合学習 所要時間：3コマ 100～150分

推奨人数：40名（1回あたりの最大人数80名）※80名を超える場合にはグループごとに実施などを検討

【詳細サイト】 URL <https://www.mirai-universe.site/class/rocket-ws>

##### 2.リアル天文教室

天文シミュレーションを使った宇宙・星空講義後、野外で望遠鏡を使った星空観賞を行ないます。

【授業目的】天体望遠鏡や天体シミュレーションソフトを使って星空の観察をする

【対象学年】小学校高学年～（学年によって難易度の調整が可能） 【対象教科・時数】

所要時間：1～2コマ 90分

推奨人数：40名～240名（望遠鏡最大人数20名）※80名を超える場合にはグループごとに実施を検討

【詳細サイト】 URL <https://www.mirai-universe.site/class/tenmon-kyositu>

##### 3.NASA ゲーム

月に不時着した際に生存・帰還のためになにが必要か、NASAカードを使って優先順位をつけていきます。最初は個人の答えを出し、その後グループで話し合っって答えを導き出します。最終的にはNASAの回答とグループの答え見比べてゲームは終了です。

【授業目的】カードゲームを使って、チームで話し合っって答えを導き出す

【対象学年】小学校高学年～（学年によって難易度の調整が可能） 【対象教科・時数】

対象教科：総合学習 所要時間：1コマ 50分

推奨人数：40名～240名（1グループ5～6名でのグループワーク）

【詳細サイト】 URL <https://www.mirai-universe.site/class/nasagame-ws>

[画像 2: <https://prtimes.jp/i/91203/16/resize/d91203-16-aeaa9a5fe5e311a9f2fc-8.png> ]

[画像 3: <https://prtimes.jp/i/91203/16/resize/d91203-16-fcae6e05786792bba5dd-9.jpg> ]

[画像 4: <https://prtimes.jp/i/91203/16/resize/d91203-16-8736a6b5cb8afd40c1b7-10.jpg> ]

#### ■各教育プログラムの申込方法

下記リンクより必要事項を記載のうえ、お申し込みください。プログラムは全て無料でご参加いただけます。お申し込み後のご連絡は、日本旅行担当者よりさせていただきます。

<https://www.mirai-universe.site/class>

#### 【株式会社日本旅行】

社 名:株式会社日本旅行 代 表:代表取締役社長兼執行役員 小谷野 悦光（こやの よしてる）

所在地:東京都中央区日本橋 1-19-1 日本橋ダイヤビルディング 12 階

概 要 :1905 年創業の日本で最も歴史のある総合旅行会社です。長年、宇宙開発における渉外業務などに携わり、2020 年に宇宙事業推進チームを設置しました。地域活性化事業や宇宙をテーマにしたイベントの企画・実施、教育事業や星空観光人材の育成など「宙と人の架け橋」になることを目指して様々な取り組みを行っています。

#### 【一般社団法人日本文化教育推進機構】

社 名 : 一般社団法人 日本文化教育推進機構 代表理事 : 田代 綾

所 在 地 : 東京都中央区日本橋兜町 17-1-706

事業内容 : 当機構は、日本文化教育の推進を目的とし、その目的に資するため次の事業を行います。

(1)乳幼児から高齢者向け社会教育・家庭教育事業の開発・普及販売に関わる業務全般

(2)キャリア教育事業の開発及び普及推進活動

(3)メンタル強化プログラム事業の開発・普及販売促進活動

(4)上記事業推進関連の研究会、学術集会等の運営事務局の受託業務全般

(5)宣伝活動、広報支援活動、イベント支援活動、イベント開催、調査・コンサルティング業務・販売促進関連等全般業務 設 立 : 2013 年 4 月 22 日 Mail : [info@nichibunkyo.or.jp](mailto:info@nichibunkyo.or.jp)

URL : <https://www.nichibunkyo.or.jp/>

【本件に関するお問い合わせ先】一般社団法人 日本文化教育推進機構内 〔担当〕田代、都築

Mail : [info@nichibunkyo.or.jp](mailto:info@nichibunkyo.or.jp) 電話 : 03-4400-2682

PRTIMES

<https://uchubiz.com/article/new38759/>

## 日本旅行の探究体験プログラム「ミライ塾」、「みらい宇宙教室」で提供

2024.02.06 12:05 [UchuBiz スタッフ](#)

一般社団法人の日本文化教育推進機構は宇宙の最先端を教材化し、子どもたちに無料で届ける「みらい宇宙教室」プロジェクトを 2023 年 9 月に立ち上げ、日本旅行が中学生や高校生を対象に展開する探究体験プログラム「ミライ塾」をみらい宇宙教室内で展開させる。2 月 6 日に発表した。

2024 年 4 月から提供する。小学校や中学校からの申し込みを[ウェブで受け付ける](#)。先着 50 クラスまで。プログラムはすべて無料で参加できる。申込後は日本旅行の担当者から連絡する。

[みらい宇宙教室](#)は、企業の宇宙関連事業での最先端の取り組みを授業化するため、現職の教師たちとともに「アクティブ・ラーニング」を取り入れた形で教育プログラムを制作する。教育プログラムは全国の小学校の

教師がすぐに授業できるようにデジタル教材化され、教育指導用の指導案、児童や生徒用にワークシートをセット化しているという。 未来宇宙教室では、教育現場で起きていることや宇宙教育実践活動を配信するメディア「未来タイムズ」を制作。未来宇宙教室の活動の様相を未来タイムズに掲載し、学級を通して保護者に活動内容を届けるといったことも展開している。

未来宇宙教室で開発された教育プログラムに加えて、企業の宇宙関連事業の最先端の動きの情報を掲載し、児童や生徒、教師に届けるために[オンラインプラットフォーム](#)を立ち上げた。オンラインプラットフォームには以下のようなコンテンツが掲載されている。

宇宙の最前線を授業できる「授業コンテンツ」

宇宙事業に取り組む「企業のご紹介」

宇宙について調べる「宇宙ミュージアム」

全国の情報を1カ所で見られる「全国科学館・博物館MAP」

学級通信で家庭とつながる「未来タイムズ」

宇宙をやりたい先生同士がつながる「未来スクールラボ」

[日本旅行](#)が手掛ける[ミライ塾](#)は、同社と先端科学技術を取り扱う企業と協業で開発した出張授業プログラム、これまでに2万人以上の生徒に宇宙体感プログラムを提供しており、17のプログラムのほかに学校の要望に応じたオリジナルプログラムを開発している。ミライ塾の特徴を以下のように説明する。

宇宙開発や先端技術を通して、未来を生きる力を育む探究体験を提供

知識だけではなく全員参加のワークショップをセットで提供

文系か理系かに関わらず興味を持てるテーマプランニング

経験豊富なスタッフが運営

未来宇宙教室で提供されるコンテンツは（1）ロケット制作ワークショップ（2）リアル天文教室、（3）NASAゲーム——の3つ。



ロケット制作ワークショップ風景（出典：日本文化教育推進機構）

（1）[ロケット制作ワークショップ](#)は、ペットボトルと牛乳の紙パックを使ってロケットを制作する。制作したロケットは屋外で実際に打ち上げる。（2）[リアル天文教室](#)は、PCの天文シミュレーションソフトを使った講義の後で野外で望遠鏡を使った星空鑑賞を行う。

リアル天文教室風景（出典：日本文化教育推進機構）

（3）[NASAゲーム](#)は、月に不時着した時に生存するため、帰還するために何が必要か、NASAカードを使って優先順位を付けていく。最初は個人の答えを出し、その後グループで話し合って答えを導き出していく。最終的にはNASAの回答とグループの答えを見比べてゲームは終了となる。

NASAゲーム風景（出典：日本文化教育推進機構）

関連リンク [日本文化教育推進機構プレスリリース（PR TIMES）](#)

## 星の素になるガス、銀河から噴き出す…観測チームの北大助教「放出が初期宇宙の銀河成長に影響」

2024年2月7日(水) 13時55分 [読売新聞](#)



星の材料となるガスが銀河中心部から噴き出す様子のイメージ=ALMA (ESO/NAOJ/NRAO) 提供 [写真を拡大](#)

約129億光年離れた銀河で、星の材料となる低温・高密度のガスが銀河の外側へ激しく噴き出す様子を観測したと、北海道大や筑波大などの研究チームが発表した。銀河形成のメカニズムの解明につながる成果だという。論文が科学誌アストロフィジカル・ジャーナルに掲載された。

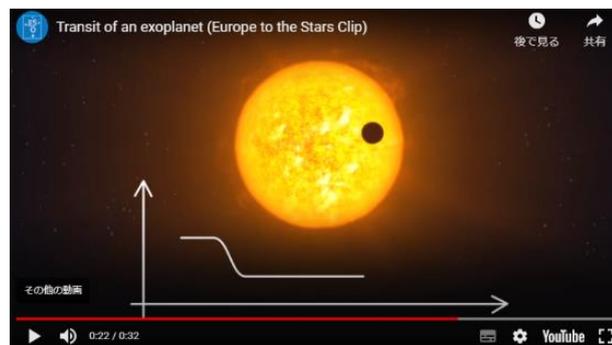
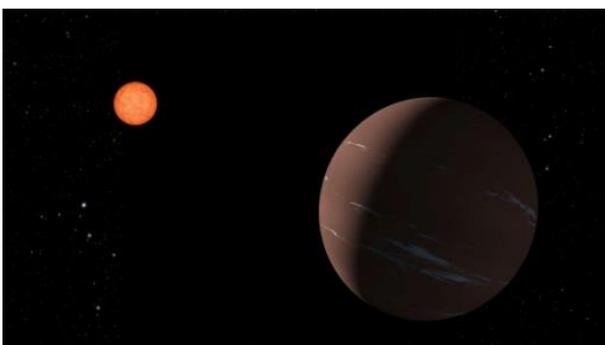
星は、水素やヘリウムなどのガスが集まって形成される。銀河はこうした星の集まりで、銀河内では星が活発に誕生するが、生まれにくくなる時期があり、その仕組みは謎だった。チームは、南米チリにあるアルマ望遠鏡で、約138億年前の宇宙誕生から10億年未満の若い巨大銀河を観測。銀河中心にあるブラックホールにガスが降り注ぐことで明るく輝く「クエーサー」と呼ばれる天体に着目した。

<https://sorae.info/astromy/20240206-toi-715.html>

## “保守的な”ハビタブルゾーンを公転する太陽系外惑星を発見 直径は地球の約1.55倍

2024-02-06 [sorae 編集部](#)

バーミンガム大学の Georgina Dransfield さんを筆頭とする研究チームは、「とびうお座(飛魚座)」の方向約137光年先の恒星「TOI-715」を公転する太陽系外惑星を発見したとする研究成果を発表しました。この系外惑星はTOI-715のハビタブルゾーン内にあるとみられており、「ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡(James Webb Space Telescope: JWST)」などによる追加観測に期待が寄せられています。



【▲ 保守的なハビタブルゾーンに位置するとみられる太陽系外惑星「TOI-715 b」(右)の想像図(Credit: NASA/JPL-Caltech)】

【▲ 参考動画: 系外惑星のトランジットによって恒星の明るさが変化する様子を示した動画(Credit: ESO/L. Calçada)】

研究チームが発見を報告した系外惑星は「TOI-715 b」と呼ばれています。直径は地球の約 1.55 倍で、主星である TOI-715 を約 19.29 日周期で公転しているとされています。TOI-715 は太陽と比べて直径は約 0.24 倍・質量は約 0.22 倍、表面温度は約 2800°C（約 3075 ケルビン）の M 型星です。TOI-715 b はトランジット法を利用して系外惑星を捜索しているアメリカ航空宇宙局（NASA）の系外惑星探査衛星「TESS（テス）」の観測データから見つかり、チリのセロ・パチョンにあるジェミニ天文台の「ジェミニ南望遠鏡」など地上の望遠鏡による観測で確認されました。研究チームによると、TOI-715 b は恒星の周囲に広がるハビタブルゾーンの中でも条件がより厳しい“保守的なハビタブルゾーン”（conservative habitable zone、惑星の歴史の大半の期間を通して表面に液体の水が存在し得る領域）に位置していて、推定される表面の平衡温度（※）は約マイナス 39°C（約 234 ケルビン）です。TESS の観測によって保守的なハビタブルゾーン内の系外惑星が見つかったのは TOI-715 b が初めてだとされています。※…大気の影響を考慮せず、主星から受け取るエネルギーと惑星から放射されるエネルギーだけを考慮した温度。たとえば地球の平衡温度は約マイナス 18°C ですが、温室効果によって平均気温は約 14°C に保たれています。また、TOI-715 b とは別の系外惑星が存在する可能性も研究チームは指摘しています。2 つ目の系外惑星候補は直径が地球の約 1.07 倍で、TOI-715 を約 25.61 日周期で公転している可能性があります。仮にこの惑星が実在する場合、公転軌道は TOI-715 のハビタブルゾーン外縁のすぐ内側に位置することから、TESS の観測で発見されたハビタブルゾーン内の最小の惑星となるかもしれないといえます。ただ、TOI-715 b は質量の値を含む詳しい性質がまだわかっておらず、地球のような岩石惑星だけでなく、表面を厚い水の層に覆われた海洋惑星の可能性も考えられるようです。質量を知るための視線速度法による詳細な観測や、ウェブ宇宙望遠鏡による（存在するかもしれない）大気の透過スペクトルの観測を通して、より詳しい性質が明らかにされることが期待されています。

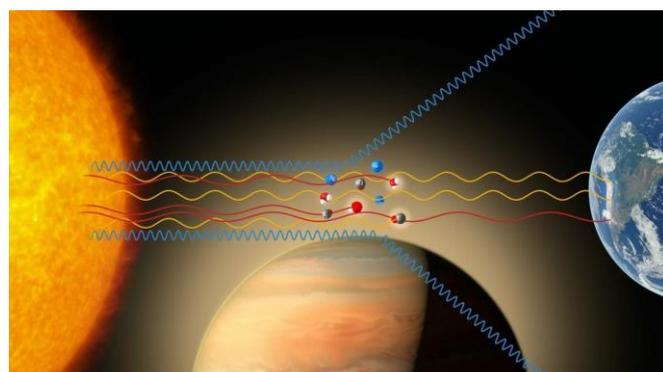
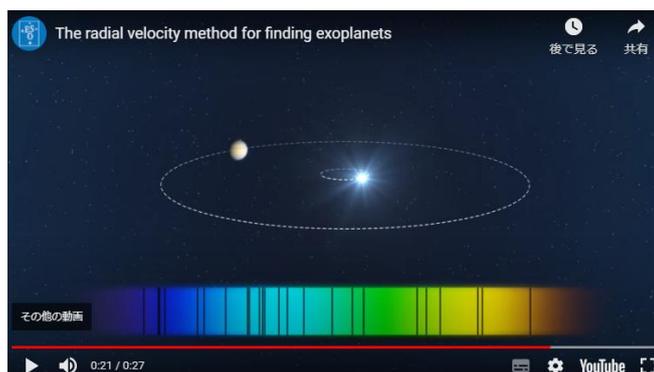
研究チームの成果をまとめた論文は Monthly Notices of the Royal Astronomical Society に掲載されています。

#### ■トランジット法・視線速度法・透過スペクトル

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。

もう一つの「視線速度法」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。



【▲ 参考動画：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)

【▲ 参考画像：恒星（左）の光を利用して系外惑星（中央下）の大気組成を調べる手法のイメージ図。系外惑星の大気を構成する物質が一部の波長を吸収するため、大気を通過して地球（右）に届いた主星の光のスペクトル（透過スペクトル）を分析することで、惑星の大気組成を調べることができる。また、大気にヘイズ（もや）がある場合は青い光が散乱して、通過した光は少し赤くなる（Credit: ESO/M. Kornmesser）】

また、系外惑星がトランジットを起こしている時の主星の光には、系外惑星の大気（存在する場合）を通過してきた光もわずかに含まれています。惑星の大気を通過してから届いた主星のスペクトルは「透過スペクトル」と呼ばれていて、系外惑星の大気に含まれる物質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」が現れます。透過スペクトルを通常のスペクトルと比較すればどのような吸収線が現れているのかわかるので、系外惑星の大気組成を調べることができます。

Source [NASA](#) - Discovery Alert: A 'Super-Earth' in the Habitable Zone

[Dransfield et al.](#) - A 1.55 R<sub>⊕</sub> habitable-zone planet hosted by TOI-715, an M4 star near the ecliptic South Pole (Monthly Notices of the Royal Astronomical Society) 文/sorae 編集部

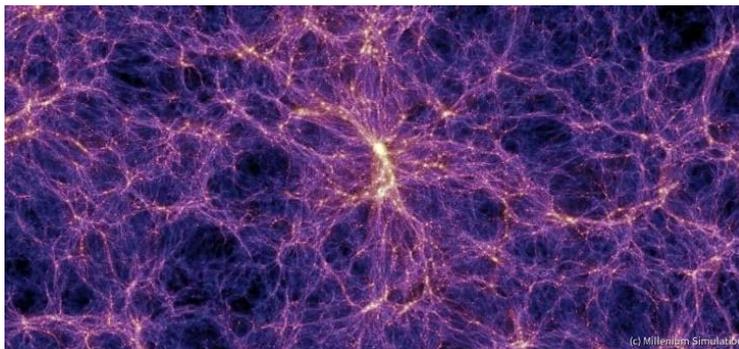
<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20240209-2880563/>

## すばる望遠鏡、かみのけ座銀河団の「ダークマターの糸」の観測に成功

掲載日 2024/02/09 17:57 著者：波留久泉

国立天文台 ハワイ観測所は2月8日、すばる望遠鏡を使った観測で、かみのけ座銀河団から数百万光年にわたって延びるダークマターの様子が捉えられたことを発表した。

同成果は、韓国・延世大学の James Jee 博士らの研究チームによるもの。詳細は、[英科学誌「Nature」系の天文学術誌「Nature Astronomy」に掲載された。](#)



宇宙の大規模構造のシミュレーション。ダークマターはこのように網目状に分布すると考えられている。ダークマターの「糸」が何本も交わる「節」の部分には銀河団が形成される。(c) Millenium Simulation(出所:すばる望遠鏡 Web サイト)

かみのけ座銀河団の領域で検出されたダークマターの分布(緑色)。背景はHSCで撮影された画像。弱重力レンズ効果が精密測定され、ダークマターの分布が明らかにされた。この画像では、銀河団の中心部(画像中央)からダークマターが放射状に延びる様子が捉えられている。(c) HyeongHan et al.(出所:すばる望遠鏡 Web サイト)

宇宙の全エネルギーは、そのおよそ7割が宇宙膨張に関わる未知のダークエネルギーで占められており、残りのおよそ3割は物質で、そのうち我々が認識できる通常物質は15%ほどしかない。観測可能な「宇宙の地平線」までの範囲内(直径およそ940億光年)にはおよそ2兆個の銀河があると推定されており、それぞれの銀河には平均すれば1000億の星があるとされる。星間ガスや星間塵などもあり、通常物質だけでもとてつもない量に思えるが、それでもたったの15%しかなく、残りのおよそ85%は電磁波による観測ができないため、今もつ

てその正体がわからない物質であるダークマターである。一般的に通常物質は、衛星や惑星などある程度以上の質量を持つサイズになると、丸くなる(液体の場合、微小重力環境下なら小さくても丸くなる)。しかし、ダークマターの場合は、銀河や銀河団が網の目構造を形成している「宇宙の大規模構造」の"骨格"になっていると考えられており、細長い糸状の「コズミックウェブ」の形で存在しているとされる。ただし、ダークマターは通常物質とは重力でしか相互作用をしないため、もちろん実際にダークマターそのものが糸状となっているのが確かめられたわけではない。上述したように、ダークマターの強い重力によって集積した通常物質が網目構造を作っていることで、間接的な証拠とされているのである。

銀河団同士をつなぐダークマターの糸は「フィラメント」と呼ばれており研究チームは今回、それを検出するため、かみのけ座銀河団に着目することにしたという。

かみのけ座銀河団は、地球から最も近い大規模な銀河団の1つで、うすく広がったダークマターの構造を検出するのにうってつけの対象とされるが、唯一の問題として見かけの広がり方がとても大きいため、研究に必要な領域を十分にカバーできる望遠鏡がほとんどないとされている。

その数少ない広い領域を高感度かつ高解像度で観測できるのが、すばる望遠鏡の超広視野主焦点カメラ「Hyper Suprime-Cam」(ハイパー・シュプリーム・カム:HSC)。今回、HSCの優れた性能が遺憾なく発揮され、かみのけ座銀河団から延びるダークマターの姿を初めて捉えることに貢献した。今回の研究では、HSCで撮影された銀河の形状が、ダークマターの存在によってごくわずかに歪められる「弱重力レンズ効果」を精密測定して、ダークマターの分布が調べられた。その結果、数百万光年にもわたって延びているダークマターは、この構造がコズミックウェブの一部であることを明確に示しているという。

研究チームのJee博士は、現在広く受け入れられている宇宙の構造形成理論(標準理論)を検証する上で、今回の研究成果は重要な証拠になるものとしている。