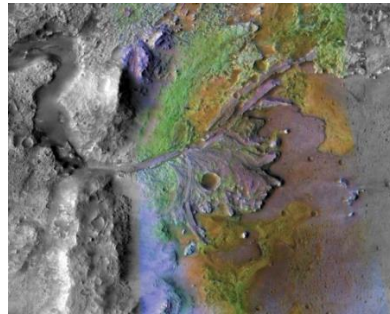


火星に生命はいたか、サンプルリターン計画で大注目の岩石 6 選

サンプル 28 までをすでに採取、NASA の探査車「パーシビアランス」 2025.04.10



火星の古い火山の上空を、水氷の雲が漂っている。しかし数十億年前には、火星の表面はより温暖な環境だった。岩石のサンプルからは、かつて火星に生命が存在したかどうか判明するかもしれない。(Photograph by NASA)
[画像のクリックで拡大表示]

[「ギャラリー：水がつくった火星の美しい風景 写真 8 点」](#) (見出しのクリックで表示)

NASA の火星探査車「パーシビアランス」が着陸した直径約 45km のジェゼロ・クレーターは、かつて湖だったと考えられている。これは NASA の火星探査機マーズ・リコネッサンス・オービターに搭載された 2 つの機器による観測データを合成した画像。ここに見える太古の三角州の跡からは、かつて微生物が存在した証拠が見つかることが期待されている。(PHOTOGRAPH BY NASA/ JPL/ JHUAPL/ MSSS/ BROWN UNIVERSITY)

[\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

NASA の火星探査車「パーシビアランス」は 2021 年から火星の上を動き回り、岩石の収集を続けてきた。いずれはこうして集められた岩石によって、火星の歴史、火星と地球との違い、そして生命の起源についての理解が塗り替えられる日が来るかもしれない。「この探査車に積まれたサンプルの一つひとつが、火星に関する極めて重要な問いへの答えを持っている可能性があります」と、米アリゾナ州立大学の惑星科学者ミーナクシ・ワドワ氏は言う。「火星サンプルリターン (MSR)」と名付けられたこのミッションにおいて、ワドワ氏は主任科学者として、これらの岩石を 1 億キロ以上離れた地球に輸送する計画の立案に携わっている。(参考記事：[「解説：小惑星ベンヌからのサンプルリターンに成功、NASA 探査機」](#))

火星で集められたサンプルには、それがどれくらい古いものか、また「火星の古代環境についての重要な情報」が記録されている可能性がある、と、米カリフォルニア工科大学の地球化学者で、パーシビアランス計画の副主任科学者を務めるケン・ファーリー氏は説明する。

しかし何より注目すべきは、それらのサンプルが、宇宙にはわれわれのほかにも生命体が存在するかどうかを明らかにする力を持っている点だ。この根本的な問いへの答えをもたらす可能性を秘めているサンプルを、以下にいくつか紹介しよう。(参考記事：[「NASA の火星探査計画で活躍する若き日本人」](#))

扇状地デルタ (サンプル 12-13)

パーシビアランスの着陸地点としてジェゼロ・クレーターが選ばれた理由のひとつは、ここに 30 億年以上前に湖に流れ込んでいた川のデルタ地帯 (三角州) があると考えられるからだ。一帯では、流れる水によって堆積物が扇型に広がっている。パーシビアランスは 2022 年から、この扇の上部の探索に取りかかっている。(参考記事：[「20 億年前の火星に大河？ 火星史の見直し迫る発見」](#))

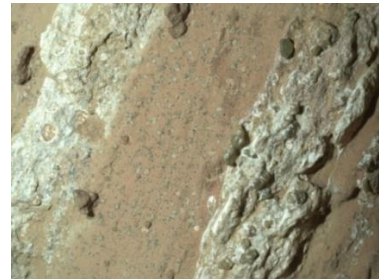
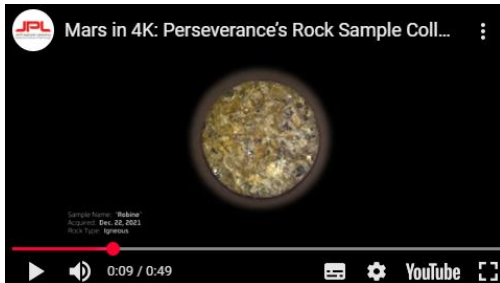
「扇状地の先端部分の探索は、非常に興味深いものでした。なぜなら、われわれは湖底に溜まった古代の泥状の堆積物を探していたからです」と、米パデュー大学の惑星科学者で、パーシビアランス・ミッションの共同調査員・長期計画者のブライオニー・ホーガン氏は説明する。「要するに、さまざまな有機物が混ざり合ってドロドロになったものが湖に流れ込み、底に溜まっているような場所を調べたかったのです」

当初、扇状地の堆積物はドロドロというよりもサラサラしているように見えた。しかし、詳しく調べたところ、サンプルの内部に「[泥質の層](#)」が閉じ込められていることが判明した。

「最初は気づきませんでした。泥の層は、塩分を含む砂でできた板状の層の下に隠されていたからです」とホーガン氏は言う。「しかし、ドリルでさらに深く掘ってみたところ、その下から黒っぽい泥が見つかりました」

地球上では、このような水が干上がって最後に残った泥は、有機物や古代の微生物の化石を保存するのに理想的な場所となる。「湖の底を足で踏んだときに感じる、あのねっとりとした泥を思い出してみてください。そこにはあらゆる生命の痕跡が詰まっています」と氏は言う。「われわれが採取したのは、まさにそうしたものです」。ただし、この火星の泥の中に化石が含まれているかどうかは、まだわかっていない。

[次ページ：クレーターの底部](#)



【動画】「パーシビアランス」が採取したサンプルのコレクション。(NASA/JPL-Caltech)

火星の岩石を集めている探査車はパーシビアランスだけではない。NASA の探査機「キュリオシティ」は 2024 年 6 月、火星で初めて元素硫黄の証拠を発見した。キュリオシティは硫黄の結晶の画像を撮影し、その組成を分析する能力を有するが、パーシビアランスのように地球にサンプルを持ち帰るようには設計されていない。

(Photograph by NASA, JPL-Caltech, MSSS) [画像のクリックで拡大表示]

2024 年 7 月にパーシビアランスが収集したチェヤバ滝のサンプルには、ヒョウ柄に似た模様（写真中央部）とカンラン石が含まれている。(Photograph by NASA, JPL-Caltech) [画像のクリックで拡大表示]

クレーターの底部（サンプル 3）

パーシビアランスがクレーター底部から最初に回収したサンプルは、ジェゼロ・クレーターと火星がどのように、またいつ形成されたのかを理解する鍵となるものだ。

「クレーターの底部で採取したサンプルは、年代を特定するうえで非常に重要です」と、スウェーデンのスウェーデン国立研究所（RISE）の宇宙生物学者で、パーシビアランスの科学チームにも参加しているサンドラ・シーエストロム氏は言う。「なぜなら、もし生命が存在したなら、三角州がいつ、どれくらいの期間にわたって活動していたのかを知ることが極めて重要だからです。ジェゼロ・クレーターで得られる手がかりをもとに推定した年代には、プラスマイナス 5 億年の開きがあります。つまり非常に不正確で、その理由は、出どころがはっきりとわかっている、年代測定可能な岩石が入手できていないからです」（参考記事：[「太古の火星に激流か、わずか 40 万年前に霜も？ 驚きの報告続々」](#)） サンプルがどこで、いつ採取されたのかがわかっていることには、計り知れない価値がある。クレーター底部のサンプルは、溶岩流で形成された火成岩から採取されたものであり、火星内部の成分の解明に役立つと、ワドウ氏は指摘する。これにより、火星がなぜ磁場を失い、不毛の惑星となったのかを解明する手がかりが得られるかもしれない。

炭酸塩の「バスタブリング」（サンプル 23）

衛星の画像からは、全体がかつて湖だったジェゼロ・クレーターの縁に沿って、[炭酸塩](#)と呼ばれる鉱物が堆積していることが見て取れる。「軌道上からは、それはまるでバスタブリング（浴槽の水際に残る湯垢の輪）のように見えました」とホーガン氏は言う。（参考記事：[「火星で炭酸塩を発見、生命存在の証拠？」](#)）

この炭酸塩のリングが正確に何を意味しているのかについては、今も分析が続けられている。一説には、古代の浜辺にできた堆積物ではないかとも言われるが、火星に輝くように白い砂浜があり、そこに青い波が打ち寄せていたという図は想像しにくい。地球においては、こうした炭酸塩は淡水の浅瀬やアルカリ性の湖によくできる。

炭酸塩は火星表面にはほとんど存在しないが、ジェゼロ・クレーターの古代の三角州には豊富に含まれている。そして、一帯にある「マージン炭酸塩ユニット」と呼ばれる特定の領域は、パーシビアランスの探査において最も注目度の高い目的地のひとつだった。パーシビアランスは、このエリアから3つの岩石コアサンプルを採取している。2つは堆積岩、残りの1つはシリカで結合された炭酸塩だ。

「これは生命という観点だけでなく、火星の気候や環境を知るうえでもすばらしい手がかりになります」とホーガン氏は言う。堆積岩のサンプルは、川や湖に沈殿した岩からとられたものである可能性がある、と、ワドワ氏は指摘する。「サンプルからは、古代の火星に存在したさまざまな環境の様子がわかるかもしれません」

[次ページ：チェヤバ滝のサンプル](#)

チェヤバ滝のサンプル（サンプル 25）

2024年7月、パーシビアランスは、かつて流水にさらされていた岩をジェゼロ・クレーター内で採取した。探査車搭載のカメラが撮影した画像からは、「チェヤバ滝」と名付けられたこの岩に「ヒョウ柄」が確認できる。

地球上では、こうした模様は微生物がエネルギー源として利用する化学反応の痕跡とみなされることがある。この岩ではまた、生命の構成要素である有機分子の存在を強く示唆する証拠も確認されている。

「これは非常に粒子の細かい岩であり、一般にバイオシグネチャーを中に閉じ込めて保存するのに適しています」とシーエストロム氏は言う。「バイオシグネチャーとは、岩石の中にあり、生命の存在を示す形態的または化学的な情報のことです」これはしかし、パーシビアランスが火星に太古の生命体の証拠を発見したことを意味するわけではない。それを判断するには、サンプルを地球に持ち帰る必要がある。

クレーターの縁「シルバー・マウンテン」（サンプル 26）

パーシビアランスは2021年2月にジェゼロ・クレーターの底部に着陸し、その後、扇状地デルタに沿って壁を登りながら、徐々にクレーターの外を目指して進んでいった。2024年12月には、ついに高さ500メートルを登り終えて頂上にたどり着いた。2025年1月、パーシビアランスはクレーターの縁から最初のサンプルを採取した。これは「シルバー・マウンテン」サンプルと呼ばれている。このサンプルはジェゼロ・クレーター内で採取されたサンプルよりも古い可能性が高い。実際のところ、パーシビアランスがこれまでに集めた中で最も古いと言ってもいいだろう。「これは重要なことです。なぜなら、過去に遡るほど、火星は生命の居住に適した環境であったと考えられているからです」とシーエストロム氏は言う。「時代が新しくなるほど、利用できる水は少なかったと思われます」（参考記事：[「火星の海は地殻に取り込まれた、新説、火星も青かった」](#)）

残りはあと8本、今後の計画は

この記事執筆している時点で、パーシビアランスは本体内に21本のサンプルチューブを収集・保管している。その中には、地球に由来する汚染物質の有無を確認できる「ウィットネスチューブ」が2本含まれている。パーシビアランスにはまだ、サンプル採取に使えるチューブが8本、ウィットネスチューブが2本残されている。パーシビアランスによって採取された岩石がほんとうに古代のものであるのか、また微生物の化石を含んでいるのかどうかを確認するには、すべてのサンプルを地球で分析する必要がある。「宇宙探査機による遠隔分析ではわからないことも、実験室でサンプルの分析を行うことで明らかになります」と、ワドワ氏は言う。NASAは現在もサンプルをどのように持ち帰るかを検討中であり、科学者がこれらの岩石の調査に取りかけられるのは早くとも2030年代半ばになる見通しだ。それでも、アポロ計画が月から持ち帰った石と同じように、火星の岩石サンプルもまた、科学的に極めて貴重な財産となるだろう。（参考記事：[「火星サンプルリターン計画をNASAが大幅に変更、なぜ？」](#)）「サンプルを持ち帰りさえすれば、それは今後何十年にも、何世代にもわたって手元に残ることになります」とホーガン氏は言う。「アポロのサンプルからは、60年経った今もまだ新しい発見があります。われわれが目指しているのは、これらの火星サンプルを将来世代のための知の貯蔵庫として持ち帰り、火星について学び続けられるようにすることです」文＝Swapna Krishna／訳＝北村京子

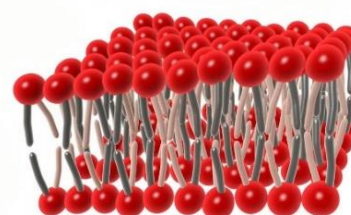
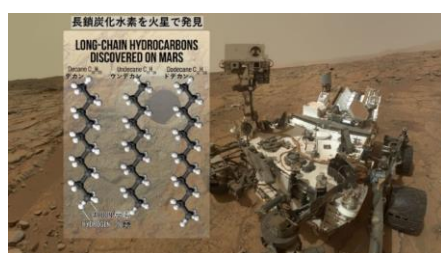
火星表面で過去最大の有機分子を発見 複雑な有機物が長年保存されていることを

示唆

2025-04-06 2025-04-06 [彩恵りり](#)

数十億年前の火星には、独自の生命が誕生していたと考えられていますが、今のところ決定的な証拠は見つかっていません。生命に関連する有機分子は、火星の厳しい環境では分解されてしまい、その痕跡すら残らない可能性もあります。

ヴェルサイユ・サン=カンタン=アン=イヴリーヌ大学の Caroline Freissinet 氏を筆頭とする国際研究チームは、アメリカ航空宇宙局(NASA)の火星探査車「マーズ・サイエンス・ラボラトリー」、愛称「キュリオシティ(Curiosity)」による火星の岩石の分析中に、火星表面で発見された過去最大の有機分子を発見したことを発表しました。今回の有機分子の発見だけでは、火星の生命の証拠だと言うことはできません。しかしこの発見は、太古の火星で生命が誕生しうる化学反応が起きていたことを示唆し、生命が残した複雑な有機物が現代まで残っている可能性を捨てきれないという希望を示すものです。そして今回の研究は同時に、無人機による分析性能の限界も示しており、火星からのサンプルリターンの重要性をさらに高めています。



【▲ 図 1: 今回の研究で見つかった「デカン」「ウンデカン」「ドデカン」の有機分子。(Credit: NASA's Goddard Space Flight Center)】

【▲ 図 2: 「カンバーランド」と名付けられた岩石サンプルには、初期分析の段階で、生命活動でも生成するメタンや、生命に欠かせない塩素硫黄を含む有機化合物も見つかった、興味深いサンプルです。(Credit: NASA's Goddard Space Flight Center)】

【▲ 図 3: 細胞膜断面の模式図。細胞膜には「脂質二重層」と呼ばれる、脂肪酸分子で構成された膜があります。(Credit: NASA's Goddard Space Flight Center)】

火星で生命活動に由来する有機物は見つかるのか？

今から数十億年前の火星は温暖湿潤であり、独自の生命が誕生するだけの環境も時間もあったと考えられています。この考えは近年の火星探査の結果から支持を集めていますが、一方で火星の生命に繋がる決定的な証拠はまだ見つかっていません。仮に、過去の火星に生命がいたとして、どのようにそれを証明するのでしょうか？ 科学者が注目しているのは分子構造が複雑・巨大な有機物です。このような有機物は、生命以外の化学反応（非生物学的プロセス）で生み出すことは難しいため、生命が存在した証拠となり得ます。これを「バイオマーカー」と呼びます。ただし、極端に乾燥し、紫外線やフリーラジカルに満ちている火星表面では、有機物はあっという間に分解されてしまうと考えられます。分解プロセスで生じる小さな有機分子は、生命が関与しない方法でも生成するため、生命の証拠としては不十分となってしまいます。

この点を踏まえると、そもそも現代の火星に、何十億年も前のバイオマーカーが残るのが重要になってきます。仮に、本当に太古の火星に生命がいたとしても、現在までに証拠が消えてしまっているおそれもあるからです。

重要な火星サンプル「カンバーランド」

アメリカ航空宇宙局(NASA)の火星探査車「マーズ・サイエンス・ラボラトリー（愛称「キュリオシティ」）」は、2012年に火星表面に着陸した後、火星表面の探査を続けています。“走る実験室”と言える程、多数の分析装置を持つキュリオシティは、過去の火星探査機では不可能だった分析を次々に行っています。

キュリオシティが着陸し、積極的に探査を行っているのは、火星の赤道付近にある「ゲール・クレーター」です。ここはかつて巨大な湖であったと推定されており、数十億年前の火星表面に大量の水があったことを示す最も有力な証拠を提供しています。2013 年、キュリオシティはゲール・クレーターのイエローナイフ湾と名付けられたエリアにて、「カンバーランド (Cumberland)」と名付けた岩石サンプルを採集しました。初期分析の結果、硫黄や塩素を含む有機化合物、硝酸塩やメタンなど、生命活動に関連していたり、生命に欠かせない元素を含む化合物も見つかっています。これと並んで重要なのは、カンバーランドサンプルは粘土鉱物が豊富に含まれている泥岩であることです。粘土鉱物は液体の水がないと生成されにくい物質であるため、泥が堆積してできたカンバーランドサンプルは、ゲール・クレーターが過去に湖であったことを示す直接的な証拠です。また、粘土鉱物には隙間が多くあるため、分解しやすい有機物を外部環境から保護していることが期待されます。

火星表面で最大となる有機分子を発見！

ヴェルサイユ・サン=カンタン=アン=イヴリーヌ大学の Caroline Freissinet 氏を筆頭とする国際研究チームは、キュリオシティの分析装置「火星サンプル分析装置 (SAM)」での分析手順を改良し、カンバーランドサンプルを再分析しました。SAM は、サンプルを加熱し、蒸発・揮発して出てくる分子を分析する装置です。

この分析は当初、タンパク質の構成部品であるアミノ酸の発見を目的に行われましたが、残念ながらアミノ酸を発見することはできませんでした。しかし思わぬ副産物として、これまで火星では見つかったことのない、大きな有機分子の検出に成功しました。見つかったのは、わずか数億分の 1g (数十ピコ mol) 程度の「デカン (C₁₀H₂₂)」「ウンデカン (C₁₁H₂₄)」「ドデカン (C₁₂H₂₆)」という有機分子です。これらは長鎖アルカンに分類されます。これまでの分析で見つかった最大の有機分子は炭素数が 6 個であり、長鎖アルカンではなかったこと (※1) と比較すれば、今回の炭素数 10~12 個の有機分子の発見は、記録上最大の分子サイズとなります。

※1...これまでの最大記録である炭素数 6 個の有機分子は、ベンゼン環と呼ばれる六角形の構造を持っています。この構造は有機分子としては安定性が高いため、同じ炭素数の長鎖アルカンと比較しても残りやすいと考えられます。長鎖アルkanは、直線的な構造を持つ有機分子です。このような直線構造の分子は、途中部分が切断される形で分解しやすいため、断片にならないまま存在すること自体が驚きです。今回の分析結果は、火星の泥岩が、壊れやすい有機分子を保護している可能性があることを示唆するものです。

そして、今回見つかった直鎖アルkanは、泥岩にその形で埋め込まれていたのではなく、「ウンデシル酸 (C₁₁H₂₂O₂)」「ラウリン酸 (C₁₂H₂₄O₂)」「トリデシル酸 (C₁₃H₂₆O₂)」という脂肪酸 (※2) の熱分解物ではないかと研究チームは予測しています。脂肪酸は、細胞表面の脂質二重層を構成するなど、アミノ酸と並んで生命にとって欠かせない物質です。※2...より厳密には長鎖カルボン酸。注目すべきことに、非生物学的プロセスによって生成される脂肪酸は、通常は炭素数 12 個未満に留まることが多いという点があります。今回見つかった脂肪酸は、まさにその境界部に位置します。ただし、“通常は”と書いた通り、非生物学的プロセスで大きな脂肪酸が生成されないと言い切ることはできません。このため今回のデータだけでは、今回見つかった長鎖アルkanや、そこから予測される脂肪酸が、火星に生命がいた証拠だと主張することはできません。

生命の直接的証拠ではないものの、重要な発見

とはいえ、今回見つかった大きな有機分子が、仮に生命の直接的な証拠でなかったとしても、ガッカリするのは早いかもしれません。これほど大きな有機分子が、分析可能な量で泥岩に埋め込まれていたことは、数十億年前の火星に、大きな有機分子が生成される環境があったことを示唆するからです。大きな有機分子が生成される化学反応が起きるということは、生命の材料となる分子が多量に存在したことも示唆します。従って今回の発見は、数十億年前の火星の生命の直接証拠にはならないにしても、火星で生命が誕生する可能性を裏付ける証拠の 1 つになるかもしれません。また、カンバーランドサンプルには、今回の分析で推定されたものより、もっとサイズが大きな脂肪酸が含まれているかもしれません。ただし、現時点ではこれを実証することはできません。いくら“走る実験室”のキュリオシティと言えども、探査車に搭載できる分析機器ではどうしても分析能力に限界があるためです。この問題を克服するには、地球の研究室でより詳細な分析を行う必要があります。現在、火星探査車

が採集した岩石サンプルを地球へと持ち帰る火星サンプルリターンが計画されていますが、今回の研究で示された限界は、火星サンプルリターンを行うべき理由の1つとして挙げることができるでしょう。リターンされるサンプルの候補には、キュリオシティの後継機である NASA の火星探査車「パーサヴィアランス (Perseverance)」も含まれます。もしかしたら、私たちは火星の生命の決定的な証拠を手中に収めており、測定によってそれが明らかになるかもしれません。もちろんそれは、宝くじの1等を当てるよりも低い可能性です。しかしそのような大当たりを引かずとも、詳細な分析は、火星の過去の環境や生命の可能性について、重要な情報を与えてくれるでしょう。

文／彩恵りり 編集／sorae 編集部

参考文献・出典

[Caroline Freissinet, et al.](#) “Long-chain alkanes preserved in a Martian mudstone”. (Proceedings of the National Academy of Sciences)

[Lonnie Shekhtman.](#) “NASA’s Curiosity Rover Detects Largest Organic Molecules Found on Mars”. (NASA)

[Carolyn Collins Petersen.](#) “Long-chain Hydrocarbons Found on Mars”. (Universe Today)

<https://forbesjapan.com/articles/detail/78348>

2025.04.08 10:30

火星の衛星フォボスとダイモス、謎に包まれたその究極の起源



[Bruce Dorminey | Contributor](#)



火星とその2つの衛星フォボス（中央）とダイモス（右奥）（NASA/JPL-Caltech/GSFC/Univ. of Arizona）

[全ての画像を見る](#)

火星の衛星フォボス。2つの衛星の大きい方で、内側の軌道を周回する。NASAの火星探査機マーズ・リコネサンス・オービターの高解像度カメラ HiRISE で撮影（NASA/JPL-Caltech/University of Arizona）

火星の衛星ダイモス。2つの衛星の小さい方で、外側の軌道を周回する。NASAの火星探査機マーズ・リコネサンス・オービターの高解像度カメラ HiRISE で撮影（NASA/JPL-Caltech/University of Arizona）

火星の謎めいた2つの衛星、ダイモスとフォボスは長年、惑星科学者の頭を悩ませている。2つは火星の重力で捕獲されて周回軌道に入った小惑星にすぎないと、数十年にわたって考えられてきた。だが、ここ10年ほどの間に、2つの衛星の起源に関する最も可能性の高いシナリオとして、巨大な火星衝突天体によってデブリ（天体の破片）の環（リング）が火星の周囲に形成され、このデブリが集まって2つの衛星ができた可能性があるとの説に対する惑星理論研究者の支持が高まっている。また、ダイモスとフォボスは、約46億年前に火星自体を形成したのと同じ物質の円盤から形成された可能性もある。科学誌 The Planetary Science Journal に掲載が受理された今回の[最新論文](#)では、どちらの衛星も火星の重力で捕獲されたわけではないとする説を展開している。現在、衛星の平均軌道半径は、フォボスが9376km、ダイモスが2万3463kmでそれぞれ火星を公転している。それでも、今回の論文では特にフォボスについて、形成された時期が早いか遅いかをめぐっては未だに謎のままとしている。論文の筆頭執筆者で、米SETI研究所の惑星動力学者のマティヤ・チュクは、取材に応じた電子メールで、フォボスは、数十億年前に火星からの距離が現在の2倍以上の場所で形成されたか、もしくは、わずか1億年前に火星から今よりさらに20%ほど離れた場所で形成されたかのどちらかである可能性があるとして述べている。

研究チームの比類のないシミュレーション

チュクによると、今回のシミュレーションには、火星の重力場の「凹凸」だけでなく、太陽の重力全体も組み込んだ。さらに今回のモデルでは、直接数値シミュレーション法を用いている。これは、軌道をゼロからモデル化しており、時間節約のための近似を用いていないことを意味する。それでも2つの衛星はどちらも巨大天体衝突の名残で火星の周囲にできたデブリ円盤から形成されたというのが今や有力な仮説だと、チュクは主張している。**捕獲された小惑星だとする説については、どうだろうか。**

フォボスとダイモスは火星の赤道に近い軌道を周回しており、これは2つが火星を取り巻く物質の円盤から形成されたことを示していると、論文に記されている。すなわち2つはここで形成されたのであり、火星の重力で捕獲されたのではないということだと、チュクは説明した。

[次ページ > フォボスは数千万年以内に「デブリの環」になる？](#)

にもかかわらず、フォボスは特に不可解だ。

チュクによると、フォボスの公転速度は火星の自転速度より速いため、西から昇って東に沈む。そのため、フォボス自体の重力で火星の表面がわずかに変形することにより、徐々にフォボスの軌道が減衰し、火星の表面により近づくことになるという。問題は、フォボスが内向きに移動している期間はどれくらいか、どの場所からなのか、そしていつ形成されたのかだ。チュクによると、これに関しては2つの異なる説がある。1つは、フォボスが数十億年前にダイモスの比較的近くで形成されたとする説で、もう1つは、火星では衛星が破壊されてできた環から新たに衛星が形成されるサイクルを繰り返しているとする説だ。

繰り返されるサイクル？

チュクによると、フォボスは現在、火星に向けて螺旋を描いて降下しつつあり、やがて火星の重力によって粉々になり、数千万年以内にデブリの環になる。このプロセスは何度も繰り返される可能性がある。前世代の螺旋降下する衛星が崩壊するごとに、新たなデブリの環が生じ、そこからまた新たな衛星が形成されるわけだ。これは、フォボスとその前世代の衛星はそれぞれ比較的寿命が短いことを意味する可能性が高いと思われる。

寿命の最終期にあるフォボスを捉えたように思われる理由はこれで説明できるだろうと、チュクは述べている。

まとめ

チュクによると、フォボスとダイモスの現在の軌道だけに基くと、フォボスの年齢や、フォボスの軌道が時間とともにどのくらい変化したかについてはわからない。ダイモスの年齢が数十億年なのはほぼ間違いないが、フォボスの年齢は、40 数億年以上か、または約 1 億～2 億年のどちらかだという。どちらのシナリオもあり得ると、チュクは指摘した。

科学的により興味深いのは、どちらの衛星だろうか。

チュクなら、ダイモスの方を選ぶという。フォボスとは違って、それほど移動していないだけでなく、ダイモスの軌道傾斜角が、過去に火星に別の衛星が存在していた唯一の証拠である可能性があるからだ。

だが、チュクが指摘しているように、最初により多くのことが解明されるのはフォボスの方である可能性が高い。なぜなら、2026 年に日本の火星衛星探査計画 MMX (Martian Moons eXploration) の探査機が打ち上げられるからだ。MMX が成功すれば、NASA が火星表面のサンプルを地球に持ち帰るよりもおそらく数十年先立って、フォボスのサンプルを地球に帰還させることになる。(forbes.com 原文) 翻訳＝河原稔

<https://forbesjapan.com/articles/detail/78354>

2025.04.08 12:30

火星が「三つ星」を形づくり、「ピンクムーン」の満月がスピカと共演する今週の夜空



[Jamie Carter | Contributor](#)



満月と桜 (Shutterstock.com) [全ての画像を見る](#)

2025 年 4 月 9 日午前 0 時ごろ (東京) の西の空での月としし座のレグルスの見え方 (Stellarium)

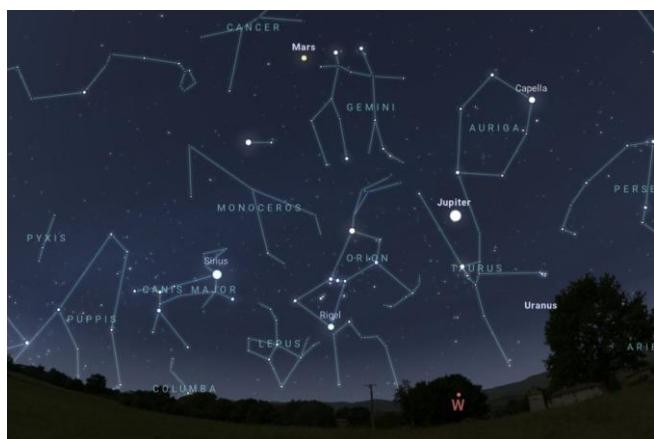
夜空には春の星座が君臨しているが、今週は満ちゆく月の明るさに負けてしまいそうだ。週末には「ピンクムーン」の満月が昇る。それまでは毎晩、宵の口に少し時間をとって南東の空を眺めると、日々ふくらみを増す上弦の月が徐々に光を放ち、夜空を明るく照らしだす様子を観察できる。

4 月 8 日 (火) : しし座のレグルスと月が大接近

しし座は春の星座の代表格。逆向きのクエスチョンマークのような形の星の並び(「ししの大鎌」と呼ばれる)さえ知っておけば、夜空で見逃すことは決してない。8 日夜から 9 日未明にかけて、ややふっくらした上弦の月が「ししの心臓」の異名をとる 1 等星レグルスに大接近する。地球から約 77 光年離れた、青白い光を放つこの星は、4 月の夜空で最も明るい星のひとつだ。

4 月 11 日 (金) : ふたご座に「三つ星」ができる

冬の星座の代名詞であるオリオン座はこの時期、日が暮れてすぐに西の地平線に沈んでしまうが、有名な「オリオンのベルト」に代わって私たちの目を楽しませてくれる新たな三つ星が今宵、夜空に出現する。ふたご座で最も明るい 2 つの星、カストルとポルックスの近くで数カ月前から光っていた火星が、宵の西の空で一直線に並ぶのだ。束の間の三つ星が形づくられていく様子を数日前から楽しみたい。



2025 年 4 月 11 日 (東京 : 19 時ごろ) の西の空 (Stellarium)

イタリア・ピサにあるサン・ジョバンニ洗礼堂のドーム屋根の上に立つ聖ヨハネの像の背後に昇る 4 月の満月「ピンクムーン」。2023 年 4 月 5 日撮影 (Lorenzo Di Cola/NurPhoto via Getty Images)

4 月 13 日 (日) : 「ピンクムーン」の満月

米先住民の農事暦で「ピンクムーン」と呼ばれる 4 月の満月が東から昇ってくる様子は、自然現象の中でも屈指の美しさだ。満月の隣には、おとめ座の 1 等星スピカが光っている。

今週の星空マメ知識 : 過越の満月

主だった宗教の多くは、少なくとも部分的に太陰暦を用いている。今週末の満月は、キリスト教の復活祭（イースター）の日取りの決め手となるが、もともとユダヤ教の過越祭（すぎこしのまつり）の初日に当たっていたことから「過越の満月」とも呼ばれる。西方教会（カトリック、プロテスタント）では、グレゴリオ暦で春分の日が過ぎてから最初に昇る満月の直後の日曜日にイースターを祝う。東方正教会では、ユリウス暦に基づいて日取りが決まる。今年はどちらも4月21日に復活祭を迎える。（forbes.com 原文） 翻訳・編集＝荻原藤緒

<https://sorae.info/space/20250411-qps-sar-9.html>

QPS 研究所の小型 SAR 衛星「スサノオ-I」初画像公開 阿蘇・京都・カリフォルニアを観測

アを観測

2025-04-11 2025-04-11 [sorae 編集部](#)

日本企業の株式会社 QPS 研究所は 2025 年 4 月 10 日、同社の小型 SAR（合成開口レーダー）衛星「QPS-SAR 9 号機」、愛称「スサノオ-I」で取得した初画像を公開しました。

高精細モードで取得した阿蘇市・京都市・カリフォルニア州アナハイムの画像を公開

スサノオ-I はアメリカ企業 Rocket Lab（ロケットラボ）の「Electron（エレクトロン）」ロケットで日本時間 2025 年 3 月 15 日 9 時 00 分に打ち上げられ、その翌日となる日本時間 2025 年 3 月 16 日朝には収納型アンテナの展開に成功していました。QPS 研究所の衛星で打ち上げに成功したのはスサノオ-I が 7 機目となります。

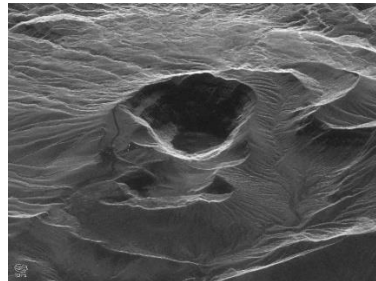
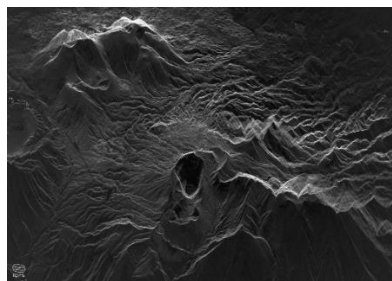
今回公開されたのは分解能 46cm の高精細モードで取得された画像で、日本の熊本県阿蘇市と京都府京都市、アメリカのカリフォルニア州アナハイムを観測したものとなります。観測時の天候は京都市とアナハイムは晴れですが阿蘇市は曇りとなっており、地上の天候に左右されない SAR の強みを実感させます。

QPS 研究所によると、同社の小型 SAR 衛星は高精細モードの他に分解能 1.8m の通常モードでの観測が可能で、スサノオ-I は打ち上げから 1 か月以内に両モードでの観測に成功したということです。

地球上の任意の地点を平均 10 分間隔の“ほぼリアルタイム”で観測することを目指す QPS 研究所は、36 機の小型 SAR 衛星で構成された衛星コンステレーション（※）の構築を進めています。2025 年 3 月 24 日時点で QPS-SAR シリーズの 18 号機までの製造に着手しているといい、同社の大西俊輔 CEO は「コンステレーションの構築に向けて、確実に、そして力強く歩みを進めていることを実感しています」とコメントしています。

※…地球観測や通信サービス提供などを連携して行うための人工衛星群のこと。

熊本県阿蘇市



【▲ QPS-SAR 9 号機「スサノオ-I」の合成開口レーダー（SAR）で日本時間 2025 年 4 月 3 日 15 時 01 分に取得した熊本県阿蘇市の阿蘇山の様子（Credit: QPS 研究所）】

【▲ 阿蘇火山博物館やレストハウスなどがある草千里ヶ浜の拡大図。駐車場に並んでいる車を確認することができる（Credit: QPS 研究所）】

【▲ 阿蘇中岳火口付近の拡大図（Credit: QPS 研究所）】

京都府京都市



【▲ QPS-SAR 9号機「スサノオ-I」の合成開口レーダー（SAR）で日本時間 2025 年 4 月 8 日 13 時 33 分に取得した京都府京都市の様子（Credit: QPS 研究所）】

【▲ 西本願寺・東本願寺周辺の拡大図（Credit: QPS 研究所）】

【▲ 東寺付近の拡大図。五重塔が捉えられているのがわかる（Credit: QPS 研究所）】

カリフォルニア州アナハイム



【▲ QPS-SAR 9号機「スサノオ-I」の合成開口レーダー（SAR）で現地時間 2025 年 4 月 7 日 18 時 34 分に取得したカリフォルニア州アナハイムの様子（Credit: QPS 研究所）】

【▲ ディズニーランド・パーク付近の拡大図（Credit: QPS 研究所）】

【▲ アナハイムコンベンションセンター周辺の拡大図（Credit: QPS 研究所）】

文・編集／sorae 編集部

<https://uchubiz.com/article/new60191/>

スマホと衛星の直接通信「au Starlink Direct」が 4 月 10 日開始—iPhone も対応、

当面無料

2025.04.10 11:38 [藤井 涼（編集部）](#)

KDDI と沖縄セルラーは 4 月 10 日、SpaceX の衛星通信「Starlink」と連携し、スマートフォンと衛星の直接通信を可能にする日本初のサービス「au Starlink Direct」を 4 月 10 日に開始した。当初は衛星モード対応の iPhone（14 以降）と Android（Galaxy や Xperia など）50 機種に対応する。au ユーザーは申し込み不要で、当面は無料で利用できる。



au Starlink Direct は、既存の au 周波数を活用して、au スマートフォンが直接通信に対応する Starlink 衛星とつながり、空が見える状況であれば圏外エリアでも通信できるサービス。まず、テキストメッセージ送受信（SMS／RCS／iMessage）、緊急地震速報などの受信、現在地の位置情報の共有などが可能になる。Android ユーザーは、Google の AI アシスタント「Gemini」なども利用できる。2025 年夏以降にはテータ通信にも対応予定。



＜利用イメージ＞

通常、Starlink の衛星通信を利用するには、専用のアンテナを設置する必要があるため、当然ながらアンテナがない場所では利用できない。今回開始した、Starlink 衛星と au スマートフォンとの直接通信では、Starlink 衛星 1 つ 1 つが基地局の代わりになるため、衛星が通過する場所であればどこでも使えるようになる。なお、通常の Starlink 衛星は地上約 550Km あたりを飛んでいるが、スマートフォン直接通信向けの衛星は約 340Km を飛んでおり、より地上に近い。 同社によれば、au の人口カバー率は 99.9%を超えているが、日本特有の地形により、面積カバー率は約 60%となっている。日本全土をカバーする au Starlink Direct によって、残りの約 40%の面積でも通信可能となり、通信環境の整備が困難な山間部や島しょ部、キャンプ場や海上などでも連絡が取れるようになるとしている。 2025 年 4 月時点の対応機種は 50 機種で、内訳は Android スマートフォンが、Galaxy（20 機種）、Xperia（5 機種）、Google Pixel（5 機種）、Xiaomi（2 機種）、Redmi（2 機種）、AQUOS sense（2 機種）、TORQUE（1 機種）の計 37 機種。iPhone が 14 以降の 13 機種となる。

同社は、2024 年 10 月に沖縄久米島での実証実験で、Starlink 衛星と au スマートフォンの直接通信に初めて成功した。この際には、Android スマートフォンのみに対応しており、iPhone 向けについてはアップルと協議中と説明していたが、サービス開始時には iPhone も間に合ったようだ。



「au Starlink Direct」の当初の対応機種一覧 4 月 1 日付で KDDI 新社長に就任した松田浩路氏イーロン・マスク氏の影響は？

Starlink は SpaceX が提供していることもあり、同日の KDDI の記者発表会では、SpaceX を率いるイーロン・マスク氏の影響についても質問がおよんだ。マスク氏は 3 月に「Starlink を停止すれば、ウクライナ軍の前線全体が崩壊する」と X に投稿し、物議を醸していた。

4 月 1 日付で KDDI 新社長に就任したばかりの松田浩路氏は、今回の Starlink との連携を主導してきた人物でもある。松田氏は、国内のメインエリアは自社で対応しており、当初の Starlink はあくまで通信環境の整備が困難なエリアのカバーになると説明する。 また、SpaceX とは長期にわたる信頼関係を構築しており、2024 年の

能登半島地震の際には、SpaceX の日本法人「Starlink Japan」と協力して、Starlink アンテナを避難所などに無償提供するなどして、現地の通信回復に努めたと、両者の関係性をアピールした。

日本での直接通信開始にあたり、SpaceX の President & COO である Gwynne Shotwell 氏は「アジア初、そして世界でも先駆けとなる衛星とスマートフォンの直接通信サービスを、KDDI とともに、日本で実現できることを大変嬉しく思う。au Starlink Direct によって、日本のどこにいても、つながるようになる。災害時や緊急時に命を救うかもしれない、新たな可能性と価値をもたらす」とコメントした。



<https://uchubiz.com/article/new60221/>

NASA 次期長官のアイザックマン氏「月と火星の有人探査を同時進行すべき」-上院

公聴会で発言 2025.04.10 13:53 [塚本直樹](#)、[田中好伸](#)（編集部）

米航空宇宙局（[NASA](#)）の次期長官に指名されている [Jared Isaacman](#)（ジャレッド・アイザックマン）氏は、「NASA は『人類による月への再着陸』と『有人火星ミッション』を同時に進行すべき」との考えを明かした。Isaacman 氏は実業家で、Space Exploration Technologies（SpaceX、スペース X）のロケットと宇宙船を使用した宇宙飛行ミッションを主導した。[Donald Trump 政権で NASA 次期長官に指名された](#)。

米国時間 4 月 9 日に実施された上院商業委員会の承認公聴会で Isaacman 氏は、NASA は月探査計画『[Artemis](#)』（アルテミス）と有人火星探査の両方を同時に進めることが可能だと繰り返し主張した。「我々はアメリカ人宇宙飛行士を火星に送ることを優先し、その過程で自然と月に戻る能力も備えることになる」

ただし Isaacman 氏は、具体的にどのようにして両計画を並行して進めるのかについては、詳細を語らなかった。Artemis の主要要素であるロケット「Space Launch System（[SLS](#)、スペース・ローンチ・システム）」、宇宙船「[Orion](#)」（オリオン）、月周回有人拠点「[Gateway](#)」（ゲートウェイ）についても、当面は支持すると語った。

Isaacman 氏は国際宇宙ステーション（[ISS](#)）について、2030 年の退役予定日まで運用すべきとの考えを明かした。ISS については、SpaceX を率いる [Elon Musk](#)（イーロン・マスク）氏が「[ISS はもはや価値がない」として、即時引退を主張](#)。これについて Isaacman 氏は「その理由を知りたい」と述べるにとどまった。

Musk 氏は、1 月に「月は時間の無駄、我々は火星に一直線だ」と投稿し、月を経由することに疑問を投げかけている。これを受けて、現在長官代行を務めている Janet Petro（ジャネット・ペトロ）氏は「[NASA は月と火星の両方を目指すべき」との見解を示している](#)。Isaacman 氏の次期長官については、NASA の[元宇宙飛行士 28 人ができるだけ早期に承認するよう上院に求めている](#)。



承認公聴会で上院議員からの質問に答える Isaacman 氏（出典：NASA / YouTube）

関連情報 [NASA 長官承認公聴会（動画）](#) [SpaceNews](#)

トランプ政権、NASA 科学予算半減か マスク氏は不快感 北米 2025 年 4 月 12 日 5:40



地上からは困難な精度で天体観測できるハッブル宇宙望遠鏡（NASA 提供）

【ヒューストン=大平祐嗣】米トランプ政権が 2026 年度の米航空宇宙局（NASA）の科学予算の半減を検討していると 11 日、複数の米紙が報じた。科学予算は望遠鏡の開発などに充てられる。足元予算の 73 億ドル（約 1 兆円）が 39 億ドルに減る見込み。米スペース X 創業者のイーロン・マスク氏は同日、「困った」と SNS で不快感を示した。米ワシントン・ポストなどが 11 日に報じた。天体物理学の予算が約 15 億ドルから 4 億 8700 万ドルに減るほか、惑星科学予算は 27 億ドルから 19 億ドルに減る。NASA 全体の年間予算は 250 億ドルで、ロケット開発や月面探査などは今回の削減対象には含まれていないようだ。ハッブル宇宙望遠鏡への予算は継続される見込みだが、現在準備中のナンシー・グレース・ローマン宇宙望遠鏡の打ち上げ中止を示唆している。科学分野を担う NASA のゴダード宇宙飛行センター（メリーランド州）は予算カットで深刻な状況になりかねないという。報道を受けてマスク氏は「Troubling（困った）」と SNS に投稿し、「科学に大賛成だが、残念ながらスペース X は主要な請負業者なので、NASA の予算の議論に参加できない」と続けた。マスク氏はロケット打ち上げで高シェアを持つスペース X の創業者であると同時に米政府効率化省（DOGE）を実質的に率いている。マスク氏は火星探査を重視しており、費用が膨らんだ有人月面探査計画などへの介入が懸念されていた。ただ今回はマスク氏が政権の予算削減案に不快感を示した。マスク氏は関税施策を巡り大統領顧問と罵り合いを繰り広げたばかり。トランプ大統領はマスク氏が数カ月で現在の職務を離れる見通しと言及している。

【関連記事】

- ・ [マスク氏が迫る NASA 改革 職員 1.8 万人、月より火星重視](#)
- ・ [NASA、数百人が退職 マスク氏主導の政府職員削減で](#)

https://news.biglobe.ne.jp/trend/0410/toc_250410_9573637603.html#google_vignette

我々は“10 次元の世界”に生きているのか？物理法則が導く“異次元宇宙”の可能性

2025 年 4 月 9 日（水）11 時 30 分 [tocana](#)



写真を拡大

タテ、ヨコ、高さの 3 次元に時間を加えた 4 次元の世界に我々は生きているが、科学者たちは少なくとももう 1 つの次元が存在すると説明している。

■人間の意識

ハーバード大学で物性物理学の博士号を取得したマイケル・プラビイカ教授は、人間の意識を超次元性の証拠であるとして説明している。我々が夢を見たり、瞑想したり、創造的または知的な作業（芸術を創作したり、哲学を熟考したりするなど）に脳を使うとき、私たちの意識はより高い次元に触れると彼は主張する。

プラビイカ教授によると、こうした瞬間に私たちの意識は隠された次元と同期し、インスピレーションの大津波を浴びるという。言い換えれば、意識の働きとは4次元では説明できない次元に入ることであるということだ。「人間は私たちの意識と良心の本質である魂の観点から見ると、実は高次元の生き物なのです」とプラビイカ教授は英紙「Daily Mail」オンライン版に話している。

意識を持つ我々はすでに4次元以上の存在ということになるのだろうか。

■宇宙の限界

ビッグバン理論とは、宇宙が約140億年前に1つの微小な点から爆発して誕生し、それ以来拡大し続けているという理論である。宇宙と呼ぶこの途方もなく広大な空間は、直径が930億光年あり、地球上での1年ごとに1光年ずつ膨張している。プラビイカ教授によると、宇宙の向こう側に何があるのかは分からないが、宇宙が成長し続けるという事実は、その向こう側に高次元の領域が存在する可能性を示唆しているという。

さらに、宇宙学者は宇宙が完全に平坦ではなく、少なくともわずかに「双曲面」（鞍のような形）または球形であるはずだと推測している。「定義上、これは曲がることのできるより高い次元が存在することを意味します」とプラビイカ教授は語る。宇宙の彼方に高次元の世界があるのだろうか。

■重力

素粒子物理学の標準モデルによれば、自然界には電磁力、強い核力、弱い核力、重力という4つの基本的な力が存在する。不思議なことに、重力はほかの基本的な力よりもはるかに弱い。たとえば冷蔵庫に貼りつけた小さなマグネットは、地球の重力よりも大きな電磁力を生み出しており、したがってマグネットは床に落ちずに済んでいる。ちっぽけなマグネットよりも重力は弱いのである。欧州原子核研究機構（CERN）によれば、重力の影響の一部は余剰次元にまで広がる可能性があるため、我々は重力の影響を完全には感じられていないという。余剰次元が存在するなら、宇宙が予想よりも速く膨張している理由や、重力がほかの自然界の力よりも弱い理由を説明できるかもしれない。また未知の次元は重力波、つまり時空構造の変化を変化させることで、現実には波紋を引き起こす可能性がある。重力は別の次元にも影響を及ぼしているのだろうか。そしてその結果、この世界では重力がかくも弱まっているということなのか。

■弦理論

弦理論（ひも理論）では、現実はいままで考えられていたように素粒子（電子やクォークなど）ではなく、無限に小さい振動する1次元の弦で構成されている。弦理論は、現代物理学の2つの柱である量子力学と一般相対性理論を統合し、宇宙がどのように機能するかについての説得力のある答えを提供する。

しかし物理学者によれば、弦理論が機能するためには、複数の次元、具体的には10次元または11次元が存在する必要があるという。「弦理論では、高次元が存在すると仮定しているが、高次元の中には互いに絡み合っているものもあり、小さすぎるため観測できない」とプラビイカ教授は語る。

「問題は、弦理論が現時点では実験的に検証できないことです」（プラビイカ教授）弦理論が正しければこの世には5次元どころか少なくとも10次元まで存在することになる。このように最先端のサイエンスでは高次元の存在はすでに手ごたえを持って感じられているようだ。何らかのきっかけで“異次元の扉”に迷い込んでしまったとしても何の不思議もないのかもしれない。参考：「Daily Mail」ほか

関連記事（外部サイト）

[原因と結果は逆になります。 真実の因果関係と時間秩序を量子重力理論が暴く！](#)

[「二次元世界でも生命は存在できる」新理論で物理学界に激震！「重力あり、脳も誕生する…」アニヲタ歓喜！](#)

[ついにパラレルワールドの探索が正式開始！ 2018年 LIGO×Virgo が“余剰次元の呼吸”検知へ！](#)

[この宇宙には超微小サイズの“余剰次元”が隠れている!? 2018年末、「量子重力」観測で異次元の存在が証明さ](#)

https://news.biglobe.ne.jp/economy/0409/prt_250409_8284039951.html

爆発的天体は高エネルギー宇宙のエネルギー源なのか —IceCube 実験による宇宙

ニュートリノ 多重事象観測の挑戦—

[国立大学法人千葉大学](#)

2025 年 4 月 9 日 14 時 00 分

宇宙では、超新星爆発（注 1）や超巨大ブラックホールによる潮汐破壊現象（注 2）など、多くの莫大なエネルギーを爆発的に放出する天体現象が起きています。これらの現象が宇宙の「エンジン」としてプラズマを光速にまで加速させる役割を持ち、宇宙線陽子や電子といった宇宙粒子に極めて高いエネルギーを与える主要なエネルギー供給源となっている可能性が議論されてきました。しかし、こうした爆発的天体現象が宇宙にどの程度存在し、宇宙全体の放射エネルギー総量を担っているのか否か、という重要な問いはいまだに解明されていません。

千葉大学ハドロン宇宙国際研究センターの清水信宏助教らの研究チームは、宇宙ニュートリノ（注 3）の多重事象（multiplet）（注 4）を用いたユニークな新しい観測手法でこの問いの解明に挑みました。さらにニュートリノ観測と望遠鏡による可視光観測を組み合わせた「マルチメッセンジャー観測（注 5）」で、より高感度な探査を実現する道筋を示すことに成功しました。宇宙線粒子のエネルギー供給元は、極めて稀にしか起こらない天体現象ではなく、ある程度普遍的に存在する現象であることを、ニュートリノ観測は示唆しています。本研究により、超新星爆発や潮汐破壊現象が高エネルギー宇宙のエネルギー供給源であるために満たすべき必要条件を初めて明らかにしました。 本研究成果は、2025 年 3 月 10 日に米国学術誌 *Astrophysical Journal* に掲載されました。

■研究のポイント：

- ・IceCube 実験は、2020 年 6 月に同方向から 3 つのニュートリノが飛来する「三重信号 (triplet)」を含む興味深い多重事象を検出しました。
- ・ニュートリノ放射の起源は、非常に明るいごく稀にしか起こらない天体現象ではなく、暗いけれどもある程度普遍的に起こる現象であることを示しました。
- ・ニュートリノ多重事象を引き起こす天体は、比較的近距离(典型的には 15 億光年以内)に存在する必要があります。この距離条件を利用することで、可視光などによる追観測で候補天体を絞り込むことが可能になります。

■研究の背景：

IceCube ニュートリノ観測実験（注 6）は 2011 年の観測施設完成以来、宇宙ニュートリノの観測を続けています。ニュートリノを放射する天体は、陽子や原子核といった超高エネルギー宇宙線にエネルギーを供給する天体であることを意味します。13 年以上に及ぶ膨大な観測データの取得とその解析により、高エネルギー宇宙ニュートリノの総量や、宇宙ニュートリノが持つエネルギーの総和が明らかになりつつあります。しかし、IceCube の観測によって具体的に同定されたエネルギー供給源天体は、ブレーザーと呼ばれる活動銀河核である TXS 0506+056 と、セイファート銀河である NGC1068 の 2 種類のみであり、高エネルギー宇宙のエネルギー供給源となる天体の多くはいまだ特定されていません。 エネルギー供給源天体の有力な仮説は、星を形作る物質に覆われた環境で発生した重力崩壊型超新星爆発(図 1)や、超巨大ブラックホールの強烈な潮汐力によって星が破壊されることで起こる潮汐破壊現象です。しかし、この仮説を検証するには、次の 2 つの障壁がありました。障壁 1. こうした天体は爆発して初めてその存在が確認できるため、どこで、いつ発生するかを予測できません。障壁 2. 可視光でも明るく輝くため、ニュートリノを検出した後にその方向を望遠鏡で追観測する「マルチメッセンジャー観測」が有効ですが、可視光で観測できる帯域ではニュートリノ放射と無関係な変光星や Ia 型超新星（注 7）も頻繁に検出されてしまいます。

これらの障壁を克服したのが、本研究成果であるニュートリノ多重事象観測です。

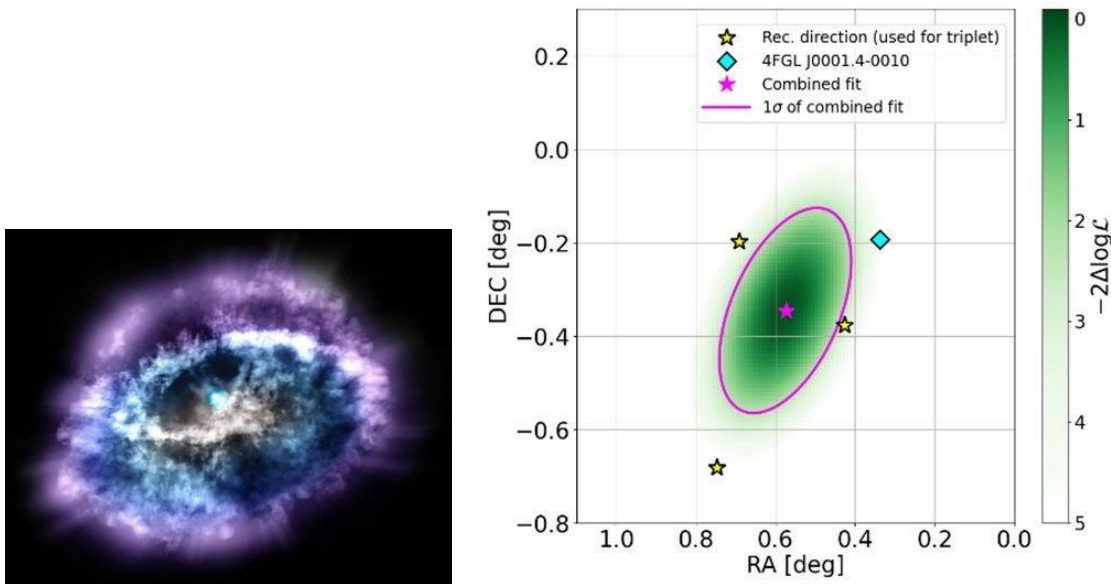


図1 衝撃波との相互作用による超新星（Shock-Interacting Supernova）のイメージ 画像提供：Kavli IPMU
超新星爆発の衝撃波が、爆発前に放出された星周物質と衝突することで、強い電磁波や高エネルギー粒子を放射する。

図2 2020年6月に観測されたニュートリノ3重信号 triplet の到来方向の分布図

黄色い星印は検出されたニュートリノの推定到来方向、緑の部分はニュートリノ放射天体が存在する方向の確率分布を示している。

■研究の成果：

エネルギー供給源候補となる天体は、数日から1か月程度の間に爆発的に輝くことが予想されており、その期間中に同じ方角から複数のニュートリノが検出されることが期待できます。これを「ニュートリノ多重事象 (multiplet)」と呼びます。IceCube 実験のニュートリノ観測は常時全天を観測しています。つまり事前に発生場所を知らなくても、あらゆる方角で発生した多重事象を一定の感度で検出することができます(障壁1の克服)。研究チームは30日という比較的長い爆発期間にも対応した多重事象観測を、世界で初めて実現しました。本研究では、世界最大のニュートリノ観測装置である IceCube 実験が2011年以降11年強にわたる観測期間内に取得した膨大なデータの中に潜む多重事象を探索し、その結果、2020年6月に同方向から3つのニュートリノが飛来した事象(3重信号”triplet”)をはじめ、いくつかの興味深い多重事象の発見に成功しました。

この triplet 事象の到来方向の分布を図2に示します。黄色の星印が3事象それぞれの到来方向(推定値、誤差は含まない)、緑の領域が、triplet 事象から見積もられた爆発天体の方向の確率分布を示しています。紫の楕円は68%の確率でこの範囲内に存在することを示す境界線です。この領域に近い既知の天体には、NASAが運用するフェルミガンマ線望遠鏡衛星で観測された活動銀河核、FBQS J0001-0011があります(水色の菱形)。

現在の IceCube 実験の感度では、遠距離天体からの複数のニュートリノを検出することはできないため、ニュートリノ放射天体が比較的近距离に存在しない限り、多重事象を検出することはできません。一方、この多重事象観測の距離限界を逆手に取ることで、ニュートリノ発生爆発天体の距離に制限を設けることができます。多重事象天体は15億光年以内に存在しなければなりません、FBQS J0001-0011は約85億光年の距離にあり、多重事象を引き起こすには遠すぎるため候補天体ではないと結論づけることが可能なのです。放射天体までの距離を制限できるという多重事象観測の特性は、上記の障壁2の克服につながります。可視光観測で超新星爆発や潮汐破壊現象を捉える際、同方向から多数の無関係な爆発天体が検出されますが、多重事象源観測ではその中の近距离にある天体のみを探せばよいので、多くの背景天体を取り除くことが可能となります。本研究は、ニュートリノと可視光観測を組み合わせたマルチメッセンジャー天文学観測の困難の一つであった無関係な背景天体の

除去を可能とする新たな手段を提供しました。また本研究成果は、エネルギー供給源天体の種類に関する「多数派仮説」を支持する裏付けとなりました。これまでの IceCube 実験の観測から宇宙全体に存在するニュートリノの総量は判明しているため、探すべき未知の天体種は、数が多いが一つ一つの明るさは特筆すべきものではないもの(「多数派仮説」)か、非常に稀ではあるものの一つ一つは強力なもの(「少数精鋭仮説」)のいずれかであると考えられます。現在の観測感度において、多重事象をより多く作り出すのは「少数精鋭仮説」です。しかし本研究では、多重事象は数多く観測されなかったため、この観測データは「多数派仮説」のほうを支持していると言えます。エネルギー供給源の爆発天体の数は 10 億光年立方あたり年間で 0.03 個以上という条件を導き出しました。超新星爆発はこの条件を満たしますが、潮汐破壊現象の場合、プラズマジェットを伴い、宇宙線陽子を超高エネルギーにまで加速できるような強力な種類のものは、一桁下の数しかありません。もし潮汐破壊現象がニュートリノ放射源であるならば、ジェットを伴わない多数派の種類である必要があります。これは、本研究のニュートリノ観測がもたらした初めての知見と言えます。

■今後の展望：

本研究成果は、IceCube 実験が 11 年以上かけて蓄積した過去のデータを解析することで得られたもので、この解析結果をもとに将来に向けた道筋を示すことに成功しました。つまり、ここからが本格的な多重事象観測の手法によるマルチメッセンジャー観測の本番といえます。これからは、過去のデータではなく、未来のデータを即時に解析していくことを目指します。これまで IceCube 実験では、興味深いニュートリノ事象が観測されると、その方向や時刻などの情報を「アラート(速報)」として他の望遠鏡などの観測施設に共有してきました。例えば、可視光望遠鏡でニュートリノが来た方向を観測(追観測)することで、その場所に爆発的天体現象がなかったかを調べます。可視光による観測は、天体種の同定や天体までの距離の測定が可能となるため、ニュートリノ発生天体同定の強力な手段となるのです。しかし、ニュートリノ放射とは無関係の天体も多く検出されてしまうため、これまでに追観測が成功したケースはごくわずかです。放射天体の距離を制限できる多重事象観測はこの困難を避けることができ、追観測による天体同定をより容易にするほか、可視光観測の情報とニュートリノ多重事象観測から計算される距離情報を組みわせることで、エネルギー供給源天体として考えられている様々な仮説を検証することができます。実際にこの戦略に基づいて、東北大学を中心とする研究グループが米国パロマー山で運用中の広視野可視光観測施設 Zwicky Transient Facility(ZTF)を用いて、本研究で報告したニュートリノ 3 重信号の追観測注 8)を行っています。ニュートリノ多重事象観測によるアラート発出システムの運用は、2025 年度に開始予定です。

■用語解説

注 1) 超新星爆発 (Supernova Explosion) : 大質量の星がその一生の終わりに起こす大規模な爆発現象。爆発時に大量のエネルギーと物質が放出される。

注 2) 潮汐破壊現象 (Tidal Disruption Event, TDE) : 超巨大ブラックホールが近くの星を強力な重力で引き裂く現象。これにより、星の物質がブラックホールに降着し、高エネルギーの放射が観測される。

注 3) ニュートリノ (Neutrino) : これ以上小さく分けることができないと考えられている素粒子の一つ。電荷を持たず電子の 100 万分の 1 以下の重さで、透過力が極めて高いため、遠方宇宙からも飛来できる。

注 4) 多重事象 (Multiplet) : ある時間幅(最大 30 日間)、同じ方向に 2 つ以上のニュートリノが観測される事象。タブレット信号(2 つ以上の検出)、トリプレット信号(3 つ以上の検出)などの総称。

注 5) マルチメッセンジャー観測 (Multi-messenger Astronomy) : ニュートリノ、電磁波(可視光、X 線、ガンマ線など)、重力波を組み合わせて天体現象を解析する観測手法。

注 6) IceCube ニュートリノ観測実験 (IceCube Observatory) : 南極点直下の氷中 1500 m から 2500 m の深さ、一立方キロメートルにわたり直径約 33 cm の球状の光検出器を 5160 個埋め込み宇宙から飛来する高エネルギーニュートリノを検出する国際共同プロジェクト。2011 年より本格運用開始。

注 7) Ia 型超新星 (Type Ia Supernova) : 連星を構成する白色矮星が限界質量を超え爆発する現象。

注 8) ZTF による可視光追観測：この連携観測による結果は論文にまとめられ Astrophysical Journal に投稿中。プレプリントは arxiv 上で公表されています(<https://arxiv.org/abs/2504.04741>)。

■論文情報 タイトル：Search for neutrino doublets and triplets using 11.4 years of IceCube data

掲載誌：Astrophysical Journal 981 159 (2025) 著者：IceCube Collaboration

DOI：10.3847/1538-4357/adb312

<https://forbesjapan.com/articles/detail/78407>

2025.04.10 09:00

新たな彗星を発見、「C/2025 F2 (SWAN)」と命名 観測のポイントは？



[Jamie Carter | Contributor](#)



イタリア・マンチアーノにある Virtual Telescope Project のリモート望遠鏡を使って天文学者のジャンルカ・マシが 2025 年 4 月 8 日に撮影した C/2025 F2 (SWAN) 彗星 (Gianluca Masi/The Virtual Telescope Project)

[全ての画像を見る](#)

新たな彗星が夜空に見つかった。「C/2025 F2 (SWAN)」と命名された彗星は現在、双眼鏡でその姿を確認でき、2025 年 5 月 1 日ごろに最も明るくなると予想されている。3 月下旬に発見された彗星は当初「SWAN25F」の仮称で呼ばれていた。現在の明るさは 8 等級で、当初より著しく明るさを増しているが、肉眼では見えない。望遠鏡や大型双眼鏡 (10×50mm 程度) を使えば、北半球からのみ日の出の 1 時間前の薄明時に、北東の地平線上に見つけられる。ペガサス座の「大四辺形 (秋の四角形)」を形づくる 4 つの星の 1 つ、ペガサス座 β 星 (シェアト) のすぐ下を探すとよい。星空観察アプリの [Star Walk](#) を使うと見つけやすい。英国のアマチュア天文家デイブ・イーグルが運営するウェブサイト [Star-Gazing](#) によると、C/2025 F2 (SWAN) はアンドロメダ座に移動する 4 月中旬まで北半球から観測できるとみられる。その後は、太陽に近づくにつれて薄明の中に消えていくだろう。太陽に最も接近する近日点には、5 月 1 日に到達する。これ以降は日没後の夜空に姿を現すが、南半球からしか観測できない。近日点通過後は、肉眼ではぎりぎりだが双眼鏡でならよく見える 5 等級の明るさになる見込みだ。

天文学者も注目

4 月 8 日にイタリア・マンチアーノからこの彗星を撮影した天体観測サイト Virtual Telescope Project の天文学者、ジャンルカ・マシは「見事なイオンの尾を引いて、微細な構造が見える」と[述べている](#)。

天体写真家のマイク・オラソンも、米アリゾナ州ツーソンから撮影した彗星の画像を天文情報サイトの [Sky&Telescope](#) に投稿。経験豊富な彗星写真家のミヒャエル・イエーガーとゲラルド・レーマンも、オーストラリア・バイセンキルヒェンから撮影した写真を X (旧ツイッター) で[公開](#)した。

彗星の名前が変わる理由

彗星は発見当初、仮称で呼ばれる。世界中のアマチュア天文家の協力を得て公転軌道を確認できるまでは、その発見は正式のものではないからだ。この作業が完了すると、国際天文学連合 (IAU) の[小惑星センター](#) (MPC)

によって新たな彗星の発見が公式に発表され、正式名称が付与される。



2025 年 4 月 7 日に 8 インチ F4 望遠鏡で撮影した

C/2025 F2 (SWAN) 彗星 (C messier, CC BY-SA 4.0 , via Wikimedia Commons)

C/2025 F2 (SWAN) は 3 月下旬、オーストラリアの天文学者マイケル・マティアッツォが発見した。すでに太陽に比較的接近した状態にあり、太陽観測衛星 SOHO (Solar and Heliospheric Observatory) に搭載された太陽風観測装置「SWAN」の画像から検出されたことから、SWAN25F の仮称で呼ばれていた。

発見が遅れたのは、突然の爆発によって明るさが急上昇したためと思われる。米航空宇宙局 (NASA) と欧州宇宙機関 (ESA) が共同運用する SOHO は、約 30 年前に打ち上げられ、太陽の観測を続けている。

(forbes.com 原文) 翻訳・編集＝荻原藤緒

<https://forbesjapan.com/articles/detail/78432>

2025.04.11 10:30

わずか 48 光年先に新種の系外惑星「スーパービーナス」、CO₂ に富む大気を持つ可

能性



[Jamie Carter | Contributor](#)



中心星の前を横切る太陽系外惑星エナイポシャ (GJ 1214 b) の想像図 (NAOJ) [全ての画像を見る](#)

国立天文台 (NAOJ) や米アリゾナ大学スチュワード天文台などの天文学者チームが、ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡 (JWST) の観測データを用いて、太陽系には見られない特異な種類の太陽系外惑星の存在を明らかにした。「エナイポシャ (Enaiaposha)」と命名されたこの系外惑星 GJ 1214b は、地球からの距離がわずか 48 光年で、太陽系のすぐ近傍にある。地球の約 3 倍の半径と約 8 倍の質量を持つエナイポシャは十分近くにあることから、天文学的観測で大気の有無と種類を確認できる。研究チームが今回実施したこの種の観測では、予想外のことが明らかになった。

「スーパービーナス」

エナイポシャ (GJ 1214b) の最新観測データは、二酸化炭素 (CO₂) に富む大気を持つことを示唆しており、このサイズの系外惑星の組成に関する従来説に異を唱える結果となっている。

太陽系外惑星はスーパーアース (地球より大きく半径が地球の 2 倍までの岩石惑星) か、ミニネプチューン (ス

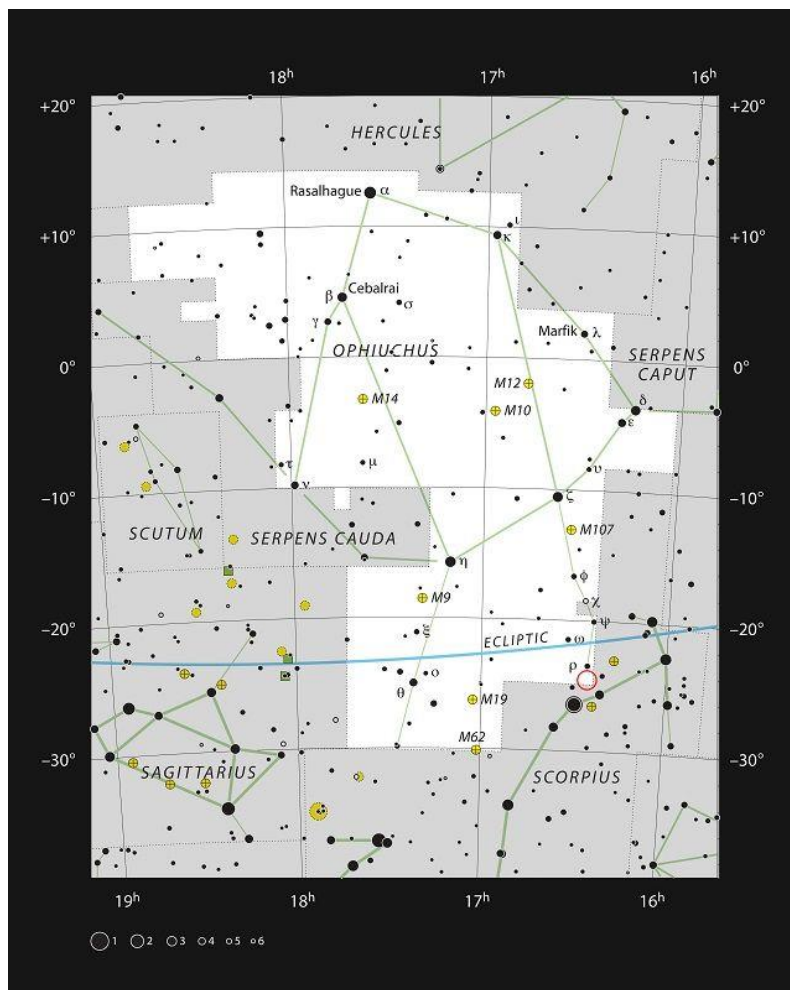
ーパーアースより大きいが海王星型惑星より小さい氷惑星）に分類される場合が多いが、エナイポシヤは CO₂ を主成分とする大気を持つことから「スーパービーナス（金星）」に分類される可能性が高い。

研究を共同で主導した国立天文台の大野和正は「今回の初めての観測で検出された CO₂ 信号は微弱なため、本物であることを確認するために慎重な統計的解析が必要だった」と述べている。



岩石惑星の地球（最左）と巨大氷惑星の海王星（最右）と系外惑星のサイズを比較したイラスト。中央右が「スーパービーナス」のエナイポシヤ（GJ 1214 b）、中央左はサブネプチューンの TOI-421 b（NASA, ESA, CSA, Dani Player (STScI)）

海洋惑星ではない？



へびつかい座（Ophiuchus）周辺の星図。水色線は黄道（ESO, IAU and Sky & Telescope）

エナイポシャは 2009 年の発見以来、詳細な調査が行われてきたが、JWST の登場によってようやく天文学者は、表面を覆う厚い雲を透過して観測することが可能になった。エナイポシャは中心星の光の多くを反射する厚い雲に覆われているため、予想されるよりも温度が低くなっていると考えられている。

エナイポシャを対象とする過去の研究では、JWST の中赤外線観測装置（MIRI）を用いた大気の観測を行っていた。[英オックスフォード大学](#)などの研究チームは 2023 年 5 月、当時はミニネプチューンとされていたエナイポシャが中心星の周りを 1 周期公転する間に放射する熱（赤外線）の変化を測定する位相曲線の観測を実施した。

[次ページ >金星に匹敵する高濃度の二酸化炭素](#) 分析の結果、エナイポシャの昼側と夜側の温度差が大きいことに加えて、大気は水素を主成分とするものではなく、メタンや水（水蒸気）などの、水素より重い分子を豊富に含むことがわかった。だが今回の最新観測では、エナイポシャの大気の主成分は水素や水蒸気ではなく、太陽系の金星の濃密な CO2 大気に匹敵するほど高濃度の CO2 であることが示された。

13 番目の星座

エナイポシャは、大きな夏の星座のへびつかい座に位置している。へびつかい座は黄道上にある 13 星座のうちの 1 つだ。他の 12 星座は黄道十二宮としてよく知られているが、へびつかい座はなぜ含まれていないのだろうか。古代バビロニア人は、黄道（天球における太陽の見かけの通り道）を中心角 30 度の扇形 12 個に等分割し、それぞれに黄道と交差する 12 星座の 1 つを割り当てた。13 は不吉な数とされるため、1 つを除外した。太陽は 11 月 29 日から 12 月 17 日まで（いて座と一般に考えられているが、太陽がいて座内にあるのは 12 月 17 日～1 月 20 日）の長い間、へびつかい座内に位置するにもかかわらず、弾き出されてしまったのだ。

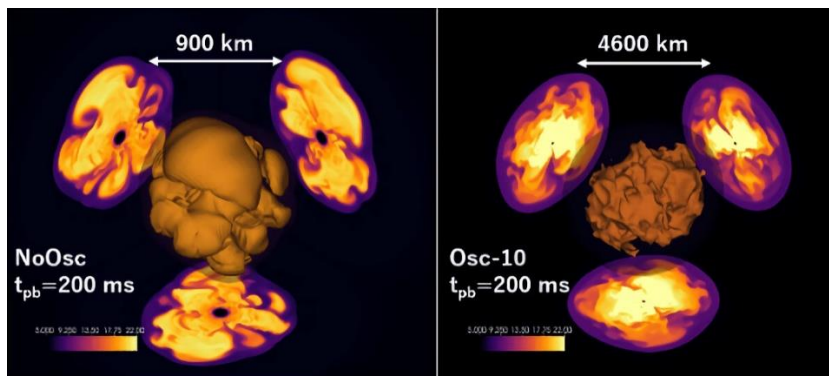
[\(forbes.com 原文\)](#) 翻訳＝河原稔

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20250411-3181871/>

国立天文台、超新星の「爆発エネルギー不足問題」の解決の糸口を発見

掲載日 2025/04/11 13:32 著者：波留久泉

国立天文台(NAOJ)は 4 月 10 日、「ニュートリノ集団振動」を現象論的に取り扱う手法を採用することにより、集団振動を考慮した 3 次元超新星爆発シミュレーションを開発して計算した結果、物質の加熱に寄与する電子型反ニュートリノのエネルギーが従来の超新星モデルより大きくなるため、超新星の爆発エネルギーが従来の予言に比べて数倍から 10 倍ほど増大することを明らかにしたと発表した。



今回の研究で開発された三次元超新星モデルの様子。(左)集団振動が考慮されていないモデル。(右)集団振動が考慮に入れられたモデル(出所:NAOJ 科学研究部 Web サイト)

同成果は、NAOJ 科学研究部の森寛治研究員(日本学術振興会特別研究員)、同・滝脇知也准教授らの研究チームによるもの。詳細は、[日本天文学会が刊行する学術誌「Publications of the Astronomical Society of Japan」に掲載された。](#)

超新星爆発は、主に 2 種類存在する。1 つは、連星系における白色矮星が伴星から質量を奪い、チャンドラセカ

ール限界(太陽質量の約 1.4 倍)を超過することで核融合反応が暴走して発生する Ia 型だ。もう 1 つは、太陽のおよそ 8 倍以上の質量を持つ大質量星が、一生を終える際に迎える重力崩壊による Ib 型(水素がない)、Ic 型(水素とヘリウムがない)、II 型(水素がある)である。超新星爆発では、星の内部で核融合反応によって合成されたさまざまな元素を星間空間へと放出し、それが新たな星や惑星などの材料となる。さらに、超新星爆発の際に発生する強い衝撃波は周囲の星間ガスを圧縮し、新たな星の誕生を促すこともある。このように、超新星爆発は宇宙における物質の進化を大きく左右する、まさにエンジンともいえる存在だ。このことから、宇宙を構成する物質の起源をより深く理解するためには、超新星爆発のメカニズムを詳細に解明することが極めて重要と考えられている。そんな超新星爆発は、生物の存在する惑星近傍で発生した場合、その惑星の生物を絶滅させるほどの極めて危険な破壊力を持つ。ビッグバン以降の宇宙における爆発現象としては、「ガンマ線バースト」に次ぐ強力さである(ガンマ線バーストは謎の多い現象だが、その一部はハイパーノバ(極超新星)に起因すると考えられている)。超新星の爆発メカニズムにおいて、透過力の高い素粒子であるニュートリノが重要な役割を果たすことが知られている。ニュートリノは、電子・ミュー・タウの 3 種類のフレーバーを持ち、空間伝播中に互いにフレーバーが変化する「ニュートリノ振動」という現象を示す。かつて質量がないと考えられていたニュートリノが振動していたことは、質量を持つことを示唆する極めて重要な発見であり、この功績によって東京大学の梶田隆章博士が 2015 年にノーベル物理学賞を受賞したことは広く知られている。近年の理論的研究によれば、超新星内部のような極限的な高密度環境下では、ニュートリノ間の自己相互作用により、特異なニュートリノ振動、つまりニュートリノ集団振動が生じ、超新星爆発のメカニズムに大きな影響を及ぼす可能性が示唆されている。しかし、集団振動を第一原理的に取り扱う手法は計算負荷が過大であるため、それを考慮に入れた三次元超新星爆発シミュレーションはこれまで実現されていなかった。そのため、ニュートリノ振動を考慮しない従来の多次元超新星シミュレーションでは、観測される超新星爆発イベントと比較して爆発エネルギーが小さいという問題が指摘されていた。そこで研究チームは今回、ニュートリノ集団振動を現象論的に取り扱う手法を採用し、集団振動を考慮に入れた三次元超新星爆発シミュレーションを開発したという。開発されたニュートリノ集団振動を扱う三次元超新星爆発シミュレーションを用いた計算の結果、物質加熱に寄与する電子型反ニュートリノのエネルギーが従来の超新星モデルと比較して増大し、超新星爆発のエネルギーが従来の予測と比べて数倍から 10 倍程度まで増加することが示された。今回の研究成果により、超新星物理学における長年の懸案事項だった「爆発エネルギー不足問題」が、ニュートリノ振動により解決される可能性が示唆された。研究チームは今後、ニュートリノ振動をより精密に取り扱う手法を追求すると同時に、多様な親星モデルや星の自転などを考慮に入れたシミュレーションを実行し、超新星爆発のメカニズムに対するニュートリノ振動の影響の全容解明を目指すとしている。