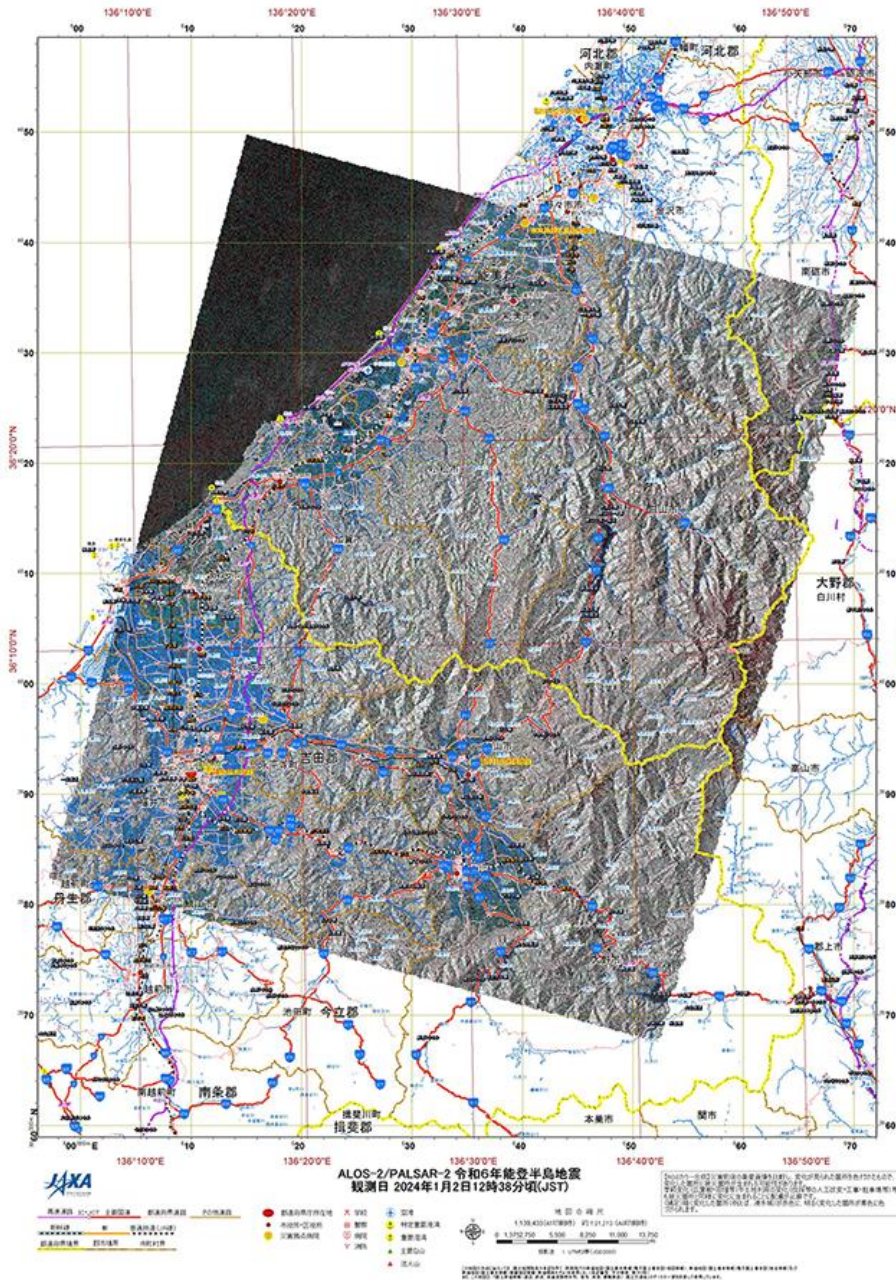


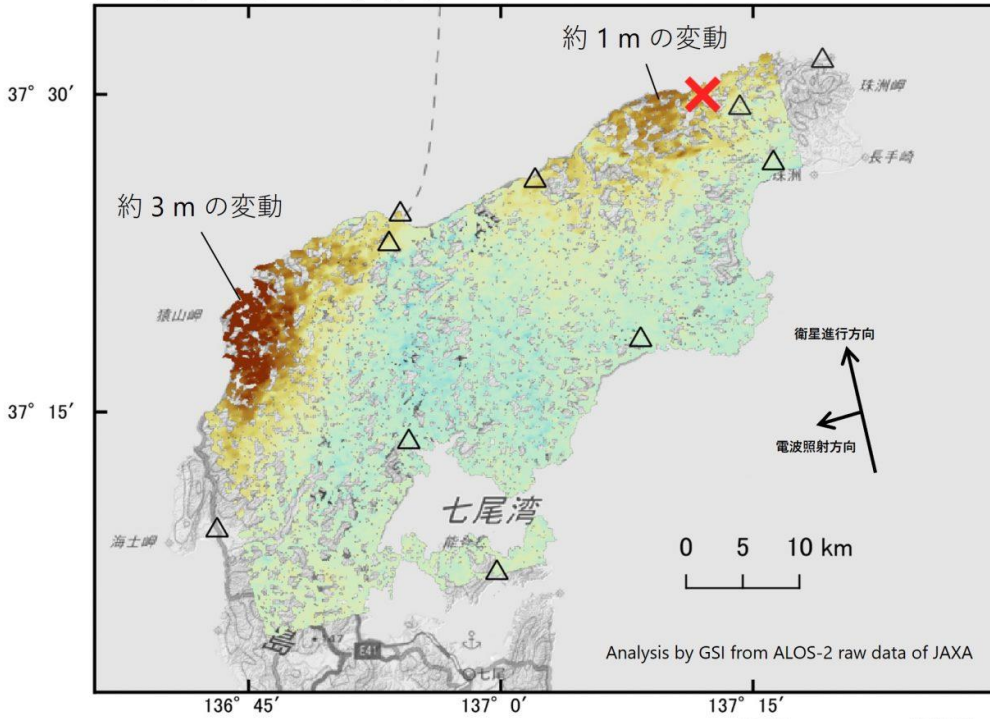
# 国土地理院、だいち 2 号の SAR 衛星画像を用いて能登半島地震・被災地域の地殻変動を解析【宇宙ビジネスニュース】

【2024 年 1 月 2 日配信】一週間に起きた国内外の宇宙ビジネスニュースを宙畑編集部員がわかりやすく解説します。1 月 2 日、国土地理院は陸域観測技術衛星「だいち 2 号 (ALOS-2)」の観測データを使用して解析した、1 日に発生した能登半島地震での地殻変動について発表しました。だいち 2 号は電波で観測を行う合成開合レーダー (SAR) が搭載されています。



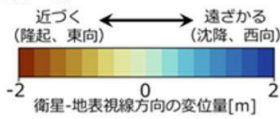
JAXA は 2 日午前 12 時 38 分頃にだいち 2 号で被災地域を観測しました Credit : JAXA  
国土地理院は 2 枚の SAR 画像の精密な位置合わせにより、地表変位を計測する「ピクセルオフセット法」で、珠洲市北部で最大約 1m (暫定値)、輪島市西部で最大約 3m (暫定値) の地殻変動があったことを示しました。 ※今回の結果は速報であり、今後の詳細な分析等により、内容が更新されることがあります。

2022年9月26日～2024年1月1日



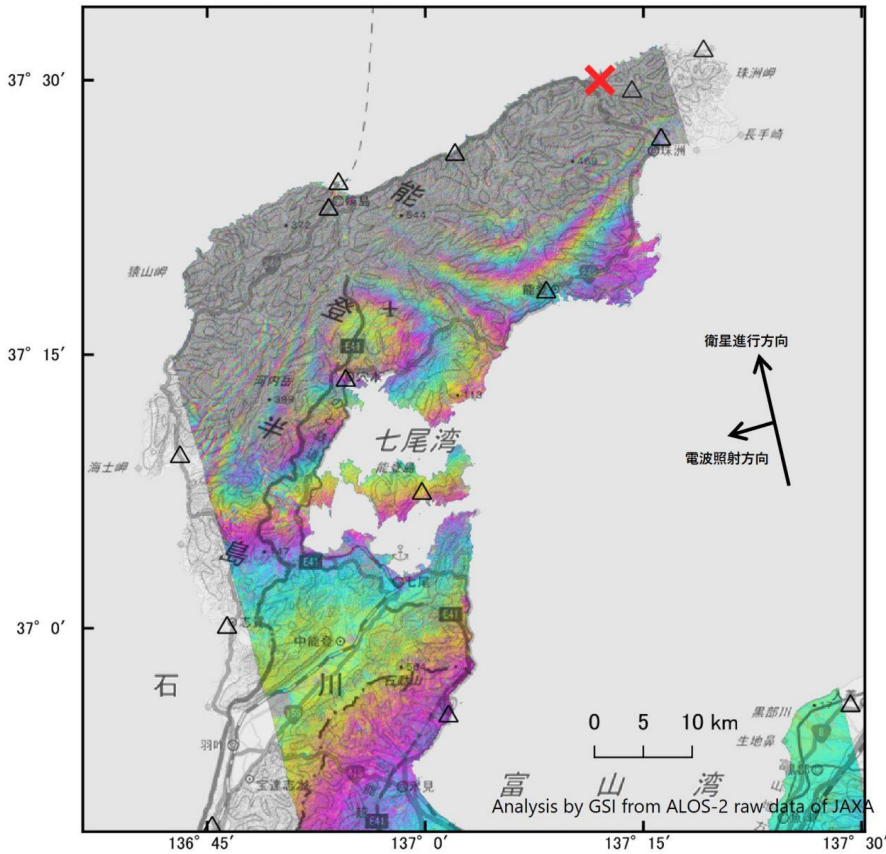
△ 国土地理院GNSS観測点

× 震央 2024-01-01 16:10  
深さ16km M7.6 (気象庁発表)



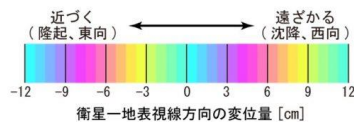
Credit : 国土地理院

2022年9月26日～2024年1月1日



△ 国土地理院GNSS観測点

× 震央 2024-01-01 16:10  
深さ16km M7.6 (気象庁発表)



Credit : 国土地理院

さらに、観測場所の地表面の形やその変化を調べる「SAR 干渉解析」の結果では、能登半島全体に変動が見られ、特に画像の灰色の範囲は変動が大きいと考えられると発表しました。

<https://forbesjapan.com/articles/detail/68334>

2024.01.04

## 「地球に壊滅的打撃を与える天体衝突」確率・防衛策は？ 専門家が解説



[Bruce Dorminey | Contributor](#)



ESA の二重小惑星探査ミッション Hera の想像図 (ESA-ScienceOffice.org)

新年を迎えるこの時期になるといつも、地球最後の日をめぐる最悪レベルの予測が色々出てくるようだ。だが、地球近傍小惑星の地球への衝突に関しては、宇宙防災活動プラネタリーディフェンスのフランスにおける第一人者によると、慎重ながらも樂觀視できる理由があるという。フランス国立科学研究センター (CNRS) の惑星天体物理学者 [パトリック・ミシェル](#) は、ニース天文台にある自身のオフィスで筆者の取材に応じ、文明を崩壊させる規模の地球近傍天体の衝突については、今後 1 億年間は心配する必要はないと語った。ミシェルによると、地球への脅威となるかもしれない小惑星は、全て 140m 以下で、文明を崩壊させる規模のものは 1 つもないという。このサイズの天体が衝突する頻度は、平均で 1 万年に 1 回だ。つまり、私たちが生きている間に、このサイズの天体が地球に衝突する可能性は極めて低いということになる。ゼロではないが、ごくわずかだと、ミシェルは指摘する。ミシェルによると、小惑星の密度と速度にもよるが、もし全長 140m の小惑星がフランスのニース沖に衝突すると、南仏コートダジュール (フレンチリビエラ) 全体が崩壊する可能性が高い。だからこそ、しっかりとした計画を立てておく必要があるのだという。

### 対策は前進中

米航空宇宙局 (NASA) は 2022 年、直径約 160m の小惑星ディモルフォスに、無人探査機を衝突させて軌道を変える、二重小惑星軌道変更実験 (DART) を成功させた。ディモルフォスは、直径が約 780m とより大きい小惑星ディディモスを公転している。DART は期待を上回る成果を上げたが、2024 年 10 月には、欧州宇宙機関 (ESA) が、DART 後のディディモスとディモルフォスを調査するミッションとして、探査機「Hera (ヘラ)」を打ち上げる予定だ。Hera は 2027 年初めにこの二重小惑星とランデブーする見通しだ。

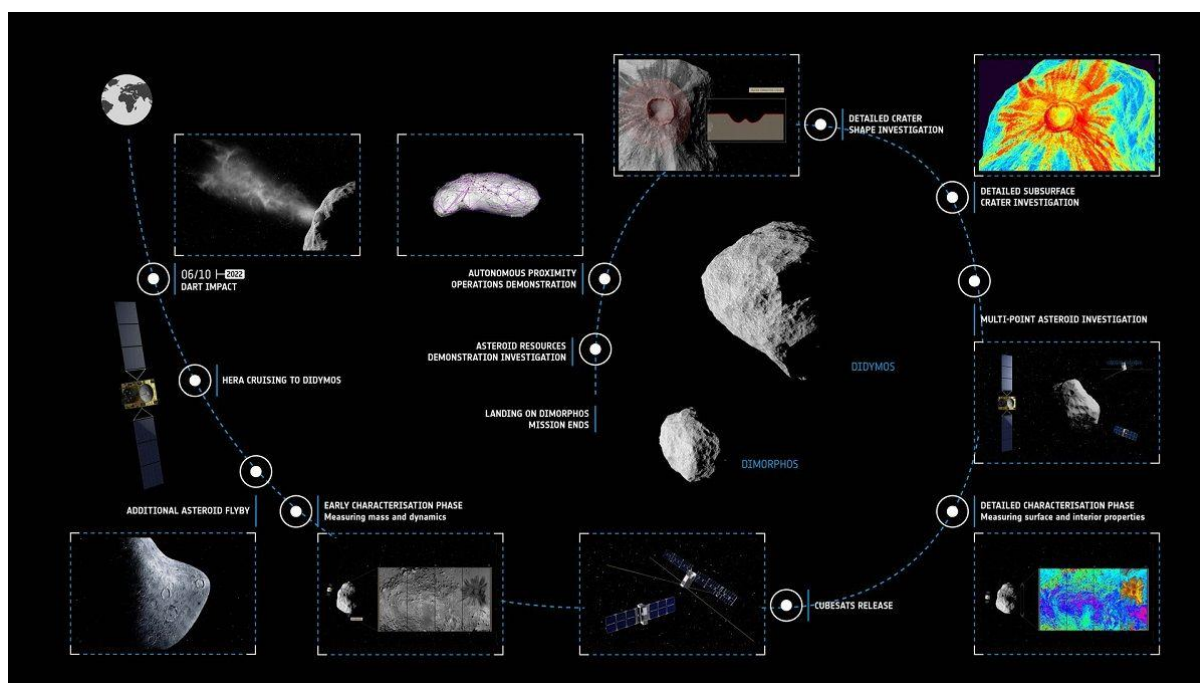
Hera の研究責任者を務めるミシェルによると、今回の軌道変更実験結果を基にその他のシナリオが推定できることを確かめるには、DART の衝突効果の評価に必要なディモルフォスの質量を測定しなければならない。DART から分かったこととして、衝突実験前に小衛星ディモルフォスが主天体を 1 周するのにかかる時間は 11 時間 55 分だったが、実験機を衝突させた後、この軌道が 33 分だけ短くなった。DART が軌道を変化させたことで、公転周期が短縮したと、ミシェルは説明する。

[次ページ > 衝突天体の軌道変更には「核兵器」の使用も](#)

### 拡張可能な軌道変更の仕組みはどこまで進んでいるか？

ミシェルによると、小惑星の軌道変更をより早い段階で実行するほど、進路を逸らすのに必要なエネルギーはより少なくて済む。だが現在のところ、DART のような種類の被害抑止策を採用するには、最低でも 10 年以上

前に天体衝突の事前警告を発する必要があるだろうとのこと。しかし、ミシェルによれば、政治家やメディアと、地球防衛を専門とする科学者との間には、意思の疎通が図れない状況がいまだにあるという。これは、2021年のパニック映画『[ドント・ルック・アップ](#)』繰り返し登場するモチーフだ。この映画では、地球が小惑星ではなく長周期彗星との衝突の危険にさらされるが、この問題に関する政治家やメディアと科学者とのやりとりが正確に描かれていると、ミシェルは指摘する。信用できると思ってもらうことが非常に難しい、とミシェルは言う。この話題と関係ない2つのニュースのコーナーの間で、この複雑な問題を説明する時間が通常2分しかないからだ。問題なのは、科学的知識の全くない政治家たちに、自分の話を信じさせることだ。少なくともNASAには、惑星防衛調整室という部署が設けられているが、例えばフランスのような多くの国では、地球防衛は主要な議題にはならないという。ミシェルによると、『ドント・ルック・アップ』のような公転軌道が大きく傾いた彗星や、140m級の小惑星が予想外の軌道で地球に向かっており、その時点で2年以下の事前警告しかできない場合、唯一の選択肢は核になる。DART型の被害抑止策は単純に機能しないだろう、と彼は言う。この問題に取り組んだ米ローレンス・リバモア国立研究所(LLNL)のチームは、専門誌The Planetary Science Journalに掲載された論文で、壊滅的な小惑星の衝突から地球を守る目的で核兵器を使用する可能性を新たに評価した。LLNLによると、十分な警告を発することが可能な場合は、選択肢が2つある。1つ目の選択肢は、核爆発装置を爆発させて小惑星の進路を逸らす方法。小惑星を破壊せずに、地球に衝突しない軌道へと押しやる。2つ目の選択肢は、小惑星を完全に破壊し、高速で移動する小さな破片にして、地球に衝突しないようにする方法だ。だが、衝突の可能性のある地球近傍天体を破壊するためにこのような方法を用いれば、多数の破片が地球に向かって真っすぐに飛んでくるだろうと、ミシェルは考えている。だからなおのこと、さまざまな被害抑止策に磨きをかけておくべきだ。小惑星は極めて複雑で、極めて多様性に富んでいると、ミシェルは表現している。地球に脅威を及ぼすおそれがある天体には、実際に対処を試みる際に効率的に実行できるように、訓練目的でこの種のミッションを継続的に実施していく必要があると、ミシェルは語った。



ESAの二重小惑星探査ミッションHeraの解説図 (ESA-ScienceOffice.org) ([forbes.com 原文](#))

<https://forbesjapan.com/articles/detail/68344>

2024.01.04

スペース X が「宇宙の携帯基地局」打ち上げに成功、日本の KDDI も対応へ

[Robert Hart | Forbes Staff](#)



Shutterstock.com

イーロン・マスクが率いるスペース X は 1 月 3 日、世界中のあらゆる地域に携帯電話サービスを提供するための最初のスターリンク衛星を打ち上げたと発表した。2 日に打ち上げられた 21 基のスターリンク衛星のうちの 6 基は、携帯電話にダイレクトに接続が可能だとスペース X は述べている。

同社の公式サイトによれば、これらの衛星はスペース X にとって初の「Direct to Cell (ダイレクト・トゥ・セル)」型と呼ばれる携帯電話と直接接続が可能な衛星で「宇宙における携帯基地局」として機能するよう設計されている。この衛星はまず、米国のスペース X の提携先の T-モバイルの通信サービスのテストに使用されるという。この通信サービスは、すでに幅広く利用されている 4G LTE に対応したスマートフォンで、特別な機器を必要とせず、利用可能になるという。

スターリンクは、今年後半にはこの技術を使ったテキスト・メッセージング・サービスを始動し、2025 年にはより広範な音声やデータ、IoT サービスを展開する予定だと述べている。[Elon Musk@elonmusk](#)

First launch of Starlink Direct-to-Phone satellites



[午後 0:54 · 2024 年 1 月 3 日](#)

マスクは衛星の打ち上げ成功を祝い、この衛星が「地球上のあらゆる場所でモバイルネットワークへの接続を可能にするものだ」と述べた。しかし、彼はこの技術には限界があると指摘した。「このソリューションは、携帯電話が繋がらない地域にとっては素晴らしいものだが、既存の地上のネットワークと比較すると、実質的な競争力はない」とマスクは述べ、広域に広がる帯域幅が比較的限定的であることを指摘した。

スターリンクはまた、このサービスのユーザーは「空が見えるところならどこでも」接続が可能だと述べている。スターリンクは最終的にダイレクト・トゥ・セルのサービスを世界中の顧客に展開する計画で「顧客はシームレスな接続を維持できる」と述べている。同社は、米国の T-モバイルに加え、オーストラリアの Optus (オプタス) やカナダの Rogers (ロジャース)、ニュージーランドの One NZ (ワンエヌジー)、日本の KDDI、スイスの Salt (ソルト)、チリとペルーの Entel (エンテル) など、世界中の通信事業者との提携を発表している。これらのサービスがいつ展開されるのか、また、国内外での接続のスペックがどのようなものになるのかはまだ明かされていない。スターリンクは、世界中のあらゆる場所に高速インターネットサービスを提供することを望んでおり、すでにその衛星を使って戦争に苦しむウクライナの人々をつないでいる。

マスクは、最終的に 4 万 2000 基の衛星を宇宙に送り込むと述べており、現状では 1 万 2000 基の衛星コンステ

レーションを目指していると報じられている。スターリンクの打ち上げデータを集計したレポートによると、2023 年末までにすでに 5000 基以上が軌道に投入されている。（[forbes.com](https://forbes.com) 原文）編集＝上田裕資

<https://sorae.info/astromy/20240106-hawking-stars.html>

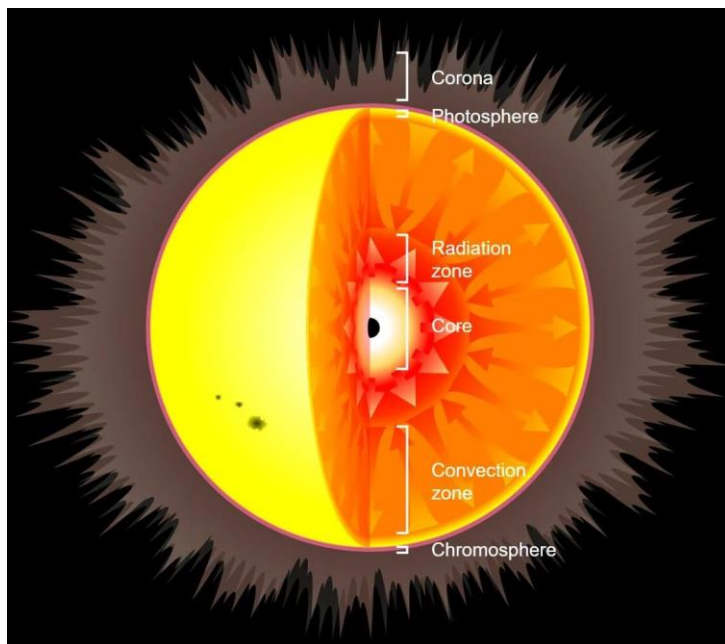
## もしも太陽の中心に原始ブラックホールがあったら？ 「ホーキング星」の可能性

### を探索

2024-01-06 [彩恵りり](#)

宇宙誕生の直後、非常に小さな質量の「原始ブラックホール」が生成されたという説がありますが、その実物は現在 1 つも発見されていません。では仮に、恒星が原始ブラックホールを捕獲し、中心部に保持した場合、どのようなことが起こるのでしょうか？

マックス・プランク天体物理学研究所の Earl P. Bellinger 氏などの研究チームは、太陽の中心部に原始ブラックホールがあると仮定した場合にどのような影響があるのかをシミュレーションしました。その結果、原始ブラックホールが小さい場合には、太陽に観測可能な変化を及ぼすことなく存在できることが分かりました。また、条件によっては恒星に変化をもたらすことも分かったため、恒星の観測を通じて、間接的に原始ブラックホールの数を推定することができるようになるかもしれません。



【▲図 1: 恒星の中心部に原始ブラックホールが存在するホーキング星の模式図（Credit: Max-Planck-Institut für Astrophysik）】

#### ■原始ブラックホールとは？

「原始ブラックホール」とは、誕生直後の宇宙で発生した局所的な高密度空間で生成されたと考えられている、非常に小さなブラックホールです。通常のブラックホールは軽くとも太陽の数倍程度の質量を持ちますが、原始ブラックホールは恒星質量よりもずっと小さく、最も小さいものは小さな山程度の質量を持つと考えられています（※）。

※...理論的には、原始ブラックホールは約 0.02mg（プランク質量）より大きな任意の質量を持つと考えられています。しかし、宇宙誕生から現在までの時間経過により、ホーキング放射によって質量を失うため、現在まで生き残っている原始ブラックホールの質量は約 1000 万トン以上であると考えられています。

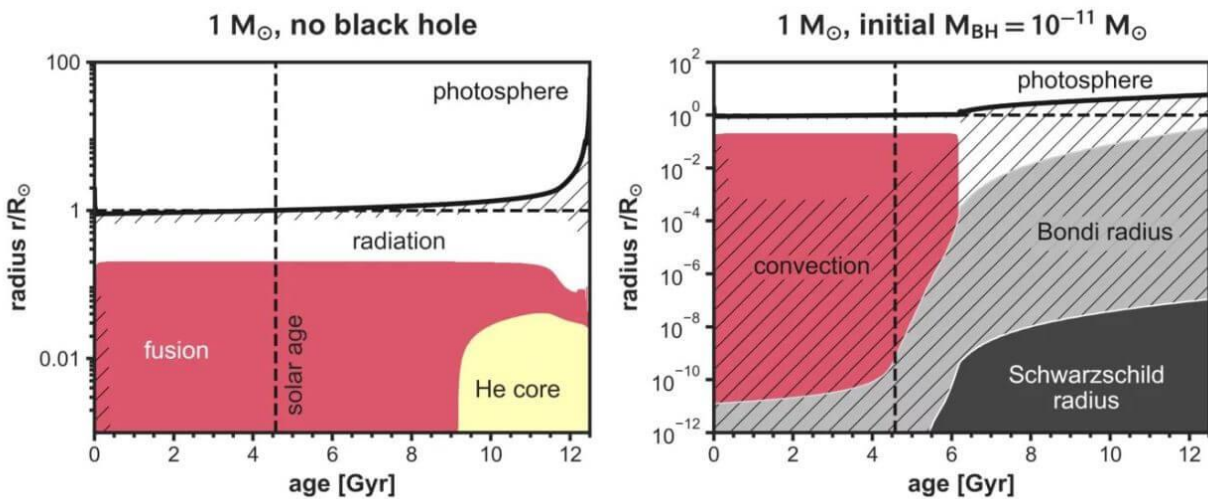
原始ブラックホールは、重力以外の方法では観測できない謎の重力源「暗黒物質（ダークマター）」の候補の 1 つです。他の多くの暗黒物質の候補とは異なり、原始ブラックホールには現代物理学の理論を書き換えずに存

在を仮定することができるという利点があります。一方で、原始ブラックホールの観測には現在でも成功しておらず、本当に存在するのか、仮に存在するとした場合どれくらい数が現存するのかは分かっていません。

#### ■太陽に原始ブラックホールがあったとしても気づかない？

Bellinger 氏らの研究チームは、恒星の中に原始ブラックホールが存在するとした場合、恒星の進化に影響があるのかどうかをシミュレーションしました。恒星が原始ブラックホールを保持する可能性は、1971年にスティーヴン・ホーキングによって提唱されており、Bellinger 氏らはこのようなタイプの恒星を「ホーキング星 (Hawking stars)」と呼ぶことを提案しています。恒星が原始ブラックホールを取り込む状況は稀であると考えられますが、もしそれが起きた場合、原始ブラックホールは恒星の中心へと少しずつ落ち込み、そこで少しずつ恒星を飲み込んで成長していきます。しかし、恒星の中心部は放射が極めて強く、原始ブラックホールの重力を振り切って運動する物質が大半であるため、恒星は極めてゆっくりとしか消費されないと考えられます。Bellinger 氏らは、太陽が原始ブラックホールを取り込んだ場合に、太陽の性質や進化がどのように変化するのかを検討しました。様々な質量の原始ブラックホールでシミュレーションすることで、太陽の様子が標準的な状況から外れる可能性を検証できます。

シミュレーションの結果、恒星内部に存在するブラックホールの質量が太陽の 100 万分の 1 以下 (地球の約 3 分の 1) の場合、太陽の明るさやニュートリノの発生量などに観測可能な影響が現れないことが判明しました。この程度の質量を持つ原始ブラックホールが誕生する可能性は理論的にも検討されています。



【▲図 2: 通常 (左側) と、中心部に太陽の 1000 億分の 1 の質量の原始ブラックホールがある場合 (右側) との、太陽の明るさの時系列変化。通常の恒星は赤色巨星になる前でも少しずつ明るさが増大しますが、原始ブラックホールがある場合には、核融合の停止後により急激に明るさが増大します (Credit: Earl P. Bellinger, et al.)】

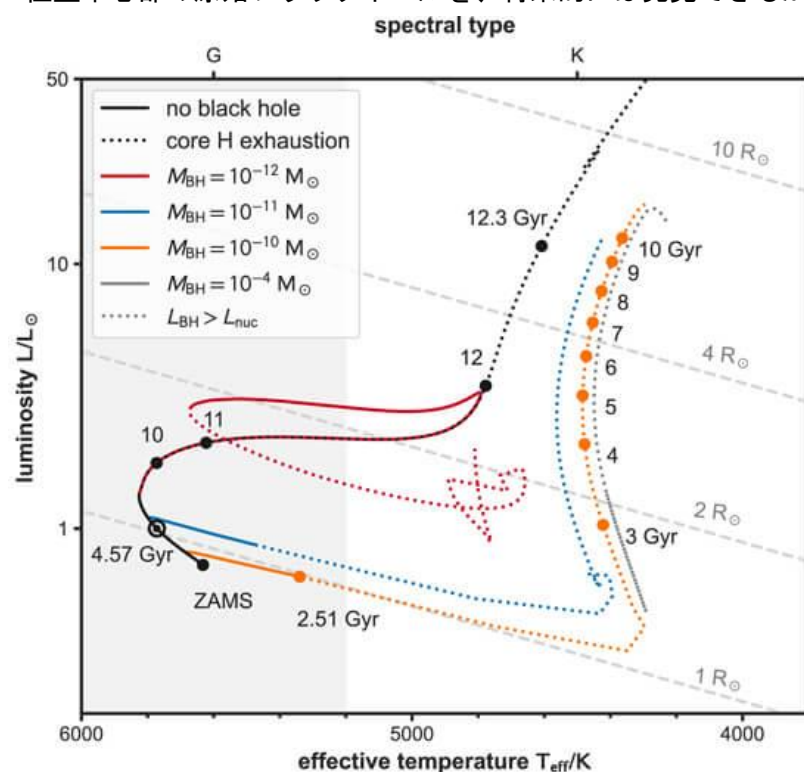
ただし、今は観測可能な影響が現れないと言っても、原始ブラックホールの重さによっては、太陽の未来は大幅に変更されるでしょう。標準的な恒星進化論で考えると、太陽は今から約 70 億年後 (誕生から約 120 億年後) には赤色巨星となり、外層が地球を飲み込むほど膨張した後、少しずつ離れて行き、最終的には白色矮星を残すと考えられます。太陽の 1000 億分の 1 の質量 (大きめの小惑星や衛星に匹敵する質量) を持つ原始ブラックホールが太陽の誕生直後から中心部に存在するシナリオの場合、今から約 14 億年後 (太陽誕生から約 70 億年後) のブラックホールの質量は太陽の 1000 分の 1 まで成長していると考えられます。中心部の物質が失われることで核融合が停止した太陽はブラックホール化する一方で、ブラックホールへと吸い込まれる物質の流れ (ボンディ降着流) による放射が生まれるため、太陽の明るさは核融合で輝いていた時以上になります。また、中心部付近での部分的な核融合によって中心部から表面までの対流が起こるため、表面では大量のヘリウムが検出されるでしょう。この対流によって、太陽は通常の恒星進化論で想定される赤色巨星と比べてずっ

と小さなサイズ (約 450 万 km) にしか膨張しません。地球は太陽に飲み込まれる運命を回避しますが、放射の増大によって海が沸騰するほど加熱される運命までは避けられないと考えられます。

一方、先ほどより 10 倍大きな質量の原始ブラックホール (太陽の 100 億分の 1) で開始したシナリオの場合、誕生から約 20 億年で太陽がブラックホールに置換されてしまいます。シミュレーション結果は「取り込まれたブラックホールの質量が太陽の 100 万分の 1 以下であれば観測可能な影響を与えない」ことを示しているものの、このように「太陽の誕生直後に取り込まれたブラックホールの質量が太陽の 100 億分の 1 だった場合は 20 億年で太陽がブラックホール化してしまう」ため、仮に太陽の中心にこの質量のブラックホールがあるとしても、それは誕生直後から取り込まれたのではないことになります。

これとは逆に、最初のシナリオと比べて 10 分の 1 の質量の原始ブラックホール (太陽の 1 兆分の 1) で開始したシナリオの場合、影響が現れるのは赤色巨星に進化してからとなるため、小さな原始ブラックホールほど影響はより小さいことが予想されます。ただし、どの程度の影響があるのかを正確な影響を評価するには、短時間で劇的に変化する恒星の後期段階の進化を詳しく検討する必要があるため、さらなる研究が必要となるでしょう。

■恒星中心部の原始ブラックホールを、将来的には発見できるかもしれない



【▲図 3: 中心部に原始ブラックホールがある場合 (赤・青・黄・灰) での放射強度と表面温度の変化を、通常の恒星 (黒) と比較したもの。進化の途中で通常の恒星の進化から外れた、稀なタイプの恒星として存在するため、将来的には観測を通じて発見できる可能性があります (Credit: Earl P. Bellinger, et al.)】

今回の研究では、ホーキング星の状態となった恒星の性質の変化がホーキング星の発見に繋がり、間接的に原始ブラックホールを検出する可能性も示しています。原始ブラックホールを取り込んだ恒星は、進化の後期段階で「準準巨星 (Sub-subgiant)」や「赤色はぐれ星 (Red straggler)」と呼ばれる稀なタイプの恒星と似たような明るさや温度を示すことが今回の研究で明らかにされました。これらの恒星は詳しく研究されており、どのような環境条件でそのようなタイプの恒星が現れるのかも知られています。つまり、標準的ではない環境でこれらのタイプの恒星が見つかった場合、それは原始ブラックホールを取り込んだ恒星である可能性があります。ホーキング星の探索は、間接的に原始ブラックホールの数を推定する重要な要素となるかもしれません。ただし、恒星が原始ブラックホールを取り込んでいる確率は、現状では極めて低いと考えられるため、実際に恒星が原始ブラックホールを取り込んでホーキング星になるかどうかは、より詳しい検証が必要となるで



しょう。恒星が原始ブラックホールを取り込む状況は、お互いの相対速度が極めて遅いという状況を仮定しないといけません。典型的な原始ブラックホールはかなりの速度であり、このような状況が発生する確率は極めて低いと考えられます。また、仮に原始ブラックホールが恒星に取り込まれたとしても、原始ブラックホールが恒星の中心部へ落ち込むまでにはかなりの時間がかかると推定されています。原始ブラックホールは極めて小さく、運動速度を減少させて中心部に落下する原因となる抵抗力をほとんど受けないためです。そのうえ、恒星は中心部以外の場所では物質密度が小さく、原始ブラックホールはほとんど物質を吸い込まないため、恒星の進化にほとんど影響を及ぼしません。この進行の遅さから、原始ブラックホールが中心部に落下する前に恒星が寿命を迎えてしまうこともあり得ます。一方で Bellinger 氏らは、恒星が持つ固有の振動である「星震学」の手法で、ホーキング星を見つけられる可能性も示しています。原始ブラックホールの影響は恒星の表面に現れにくいいため、恒星の内部の様子を知ることができる星震学の手法は、ホーキング星の探索に役立つ可能性もあります。ただし、その手法は最近になって考案されたものであるため、実際に利用できるかどうかを含めてさらなる研究が必要になるでしょう。

Source

[Earl P. Bellinger, et al.](#) “Solar Evolution Models with a Central Black Hole”. (The Astrophysical Journal)

[Earl Patrick Bellinger & Selma E. de Mink.](#) “Was passiert, wenn man ein schwarzes Loch in die Sonne steckt?”. (Max-Planck-Institut für Astrophysik)

[Stephen Hawking.](#) “Gravitationally Collapsed Objects of Very Low Mass”. (Monthly Notices of the Royal Astronomical Society)

文／彩恵りり

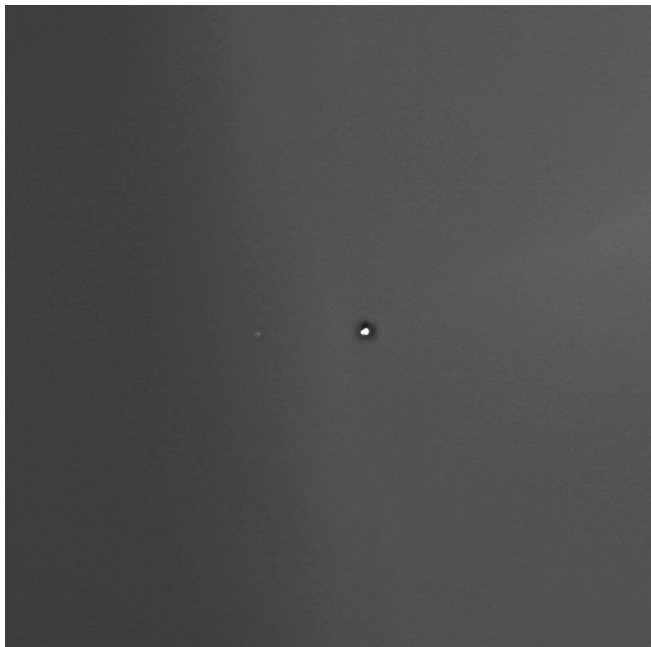
<https://sorae.info/astronomy/20240102-mars-express.html>

## 欧州の火星探査機マーズ・エクスプレスが撮影した 3 億 km 先の地球と月

2024-01-02 [sorae 編集部](#)

こちらは 2023 年 5 月 15 日から同年 6 月 2 日にかけて火星の周回軌道で撮影された 4 枚の画像を使って作成したアニメーション画像です。中央の明るい点は地球で、左から右へと移動していく暗い点は月。撮影期間が半月間に渡るため、月が地球の周りを半周する様子が捉えられています。

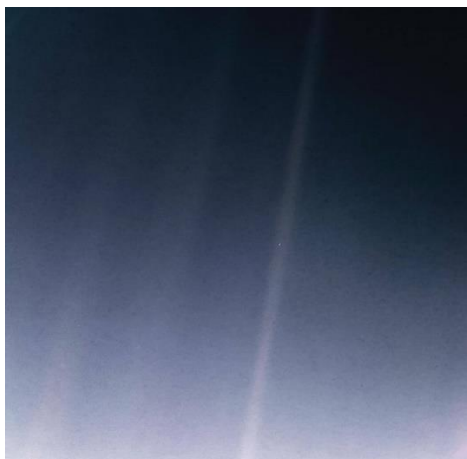
撮影に使用されたのは欧州宇宙機関（ESA）の火星探査機「マーズ・エクスプレス（Mars Express）」に搭載されている「高解像度ステレオカメラ（HRSC）」です。撮影は 2003 年 6 月 2 日に打ち上げられたマーズ・エクスプレスのミッション開始 20 周年を記念して実施されました。ESA によると、画像の解像度は 1 ピクセルあたり約 2570km、撮影期間中の地球から火星までの距離は 2 億 7918 万 6624km から 3 億 101 万 6265km へと変化しました。マーズ・エクスプレスが地球を撮影したのは今回が初めてではありません。打ち上げから 1 か月後、2003 年 7 月 3 日に火星へ向かう途上で振り返るようにして撮影された地球と月の画像が 20 年前に公開されています。この時の地球からの距離は約 800 万 km で、陸地や雲といった地表の様子も識別できます。はるか深宇宙に旅立った探査機のカメラは時折地球を捉えることがあります。世界的に有名なのはアメリカ航空宇宙局（NASA）の惑星探査機「ボイジャー 1 号（Voyager 1）」が 1990 年 2 月 14 日に撮影した地球の画像でしょう。木星と土星の接近観測を終えて太陽系の外へと飛び続けるボイジャー 1 号は探査機の寿命を延ばすためにカメラをシャットダウンすることになりましたが、当時ボイジャー計画に携わっていた天文学者のカール・セーガン博士はその前に太陽系の各惑星を収めた「太陽系の家族写真（Family Portrait of the Solar System）」の撮影を提案しました。実際に撮影できたのは 9 惑星（当時）のうち 6 つで、地球が写った 1 枚は「ペイル・ブルー・ドット（Pale Blue Dot：淡く青い点）」として知られることとなります。



【▲ 欧州宇宙機関（ESA）の火星探査機「マーズ・エクスプレス」の高解像度ステレオカメラ（HRSC）で撮影された地球と月のアニメーション画像。2023年5月15日・5月21日・5月27日・6月2日に撮影された4枚の画像を使って作成（Credit: ESA/DLR/FU Berlin）】



【▲ 欧州宇宙機関（ESA）の火星探査機「マーズ・エクスプレス」の高解像度ステレオカメラ（HRSC）で2003年7月3日に撮影された地球と月（Credit: ESA/DLR/FU Berlin）】



【▲ 参考：2020年に公開された「ペイル・ブルー・ドット」。1990年に公開された画像を最新の画像処理技術により再構成したもの（Credit: NASA/JPL-Caltech）】

関連記事：[宇宙に浮かぶ”点”の様な地球。ボイジャーが 60 億 km 先から撮影した「ペイル・ブルー・ドット」](#)

(2020 年 2 月 14 日)

マーズ・エクスプレスのチームの一員であり、打ち上げ 20 周年という特別な機会にあわせて冒頭のアニメーション画像を作成したバスク大学／ソルボンヌ大学の Jorge Hernández Bernal さんは、生命の存在が唯一知られている地球を振り返り、互いを思いやることの責任を強調し、人類の故郷である地球の保護に気を配るというカール・セーガン博士の思いを、気候の悪化と生態系の危機に直面する現在に復活させたかったと振り返ります。「私たちはペイル・ブルー・ドットに気を配らなければなりません、代わりは存在しないのですから」

(Hernández Bernal さん)

冒頭のアニメーション画像は ESA から 2023 年 7 月 12 日付で公開されたもので、ESA の X (旧 Twitter) 公式アカウントが 2023 年 12 月 28 日に改めて紹介しています。

<https://twitter.com/esa/status/1740024746840842478>

Source [ESA](#) - Earth and Moon seen from Mars

文／soraie 編集部

<https://uchubiz.com/article/new36178/>

## 【写真】これが木星の衛星「イオ」-鮮明な新画像、NASA が公開

2024.01.04 16:33 [塚本直樹](#)

米航空宇宙局 (NASA) が運用する探査機「Juno」(ジュノー) が、木星の衛星「イオ」の新たな画像を撮影した。



ジュノーは 2011 年 8 月に打ち上げられ、2016 年 7 月から木星を周回観測している。2023 年 12 月には過去 20 年間のどのミッションよりもイオに接近し、地表からわずか 1500km の距離を飛行した。

この接近時にジュノーは、探査装置「JunoCam」を用いて、計 6 枚の写真を撮影した。同ミッションの主任研究者である Scott Bolton 氏は「今回のフライバイのデータから、イオの火山がどのように変化するかを研究している」と語った。ジュノーは 2024 年 2 月 2 日にもイオに再度接近し、1500km 以内を通過する予定だ。また、2025 年 9 月には延長ミッションを終了し、木星の大気圏に突入して生涯を終えることになる。

イオは太陽系で最も活発な火山活動を持つ天体の 1 つで、表面は火山から噴出した硫黄分に覆われている。イオの火山活動は、木星の強い重力による潮汐加熱が主な原因とされており、これがイオ内部を融解させ、地表にマグマを押し上げている。 [関連リンク NASA Solar System / X](#)

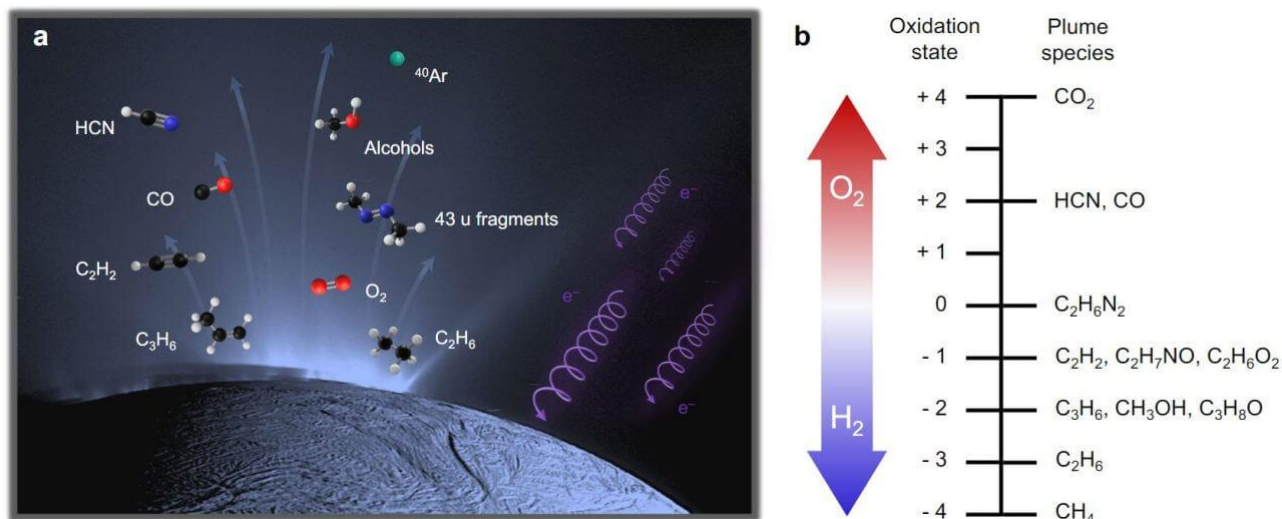
<https://soraie.info/astromy/20240105-enceladus-plume.html>

## 「エンケラドゥス」のプルームからアミノ酸の源となる分子「シアン化水素」を検出

2024-01-05 [彩恵りり](#)

土星の衛星「エンケラドゥス」のプルームに含まれる物質は、NASA（アメリカ航空宇宙局）の土星探査機「カッシーニ」によって分析されており、その中には生命との関連が指摘されている炭素化合物がいくつか見つかっています。一方で、プルームを分析した機器の1つである「INMS（イオン・中性質量分析器）」のデータから推定される分子の種類と組み合わせは無数にあるため、これまでの研究では議論の余地が少ないいくつかの物質が同定されているのみでした。

JPL（ジェット推進研究所）のJonah S. Peter氏、Tom A. Nordheim氏、およびKevin P. Hand氏の研究チームは、INMSのデータを分析し、無数に考えられる分子の組み合わせの中から最も妥当と思われるものを決定しました。今回の研究で一番注目されるのは、アミノ酸の源として重視されている「シアン化水素」を発見したことです。他に発見された多種多様な分子の存在も合わせると、エンケラドゥスの氷の下の環境は極めてエネルギーギッシュであり、生命誕生の環境条件が存在する可能性は一段と高まったこととなります。



【▲図：今回の研究で検出されたプルーム中の分子の例（Credit: Jonah S. Peter, Tom A. Nordheim & Kevin P. Hand.）】

#### ■「エンケラドゥス」のプルームには未同定の物質が含まれている

土星の衛星「エンケラドゥス」は、表面全体が氷で覆われた低温の天体ですが、南極付近に間欠泉があり、水のプルームが噴き出しているのが観測されています。この活発な表面活動から、エンケラドゥスは土星や他の衛星の重力の影響で潮汐力を受けて地質活動が活発化し、氷の下に海と火山活動があるのではないかと考えられています。エンケラドゥスのプルームはNASAの土星探査機「カッシーニ」によって分析され、水の中に二酸化炭素、メタン、アンモニア、水素が含まれていることが判明しています。これらはエンケラドゥスの氷の下に火山活動がある証拠ではないかと見られています。また、プルームには塩化ナトリウムやリン化合物の他、多種多様な炭素化合物が含まれていることが示唆されています。これらが生命活動に直接関連しているかは不明ですが、生命が誕生・生息しやすい環境があるのではないかと希望を持たせる発見です。しかし、カッシーニの観測機器の1つ「INMS」のデータについては、これまで同定されていない無数の分子があることが分かっています。INMSのデータから推定される分子の種類と組み合わせは無数にあり、候補となる物質が複数存在していました。INMSのデータから実際にプルームに含まれている分子を同定するには、いくつかの候補を仮定してデータ分析をする必要がありますが、その候補が数多くありすぎるため、これまで同定する作業が進んでいませんでした。

#### ■プルームから「シアン化水素」など多数の分子を検出

JPLのPeter氏、Nordheim氏、Hand氏はINMSのデータを分析し、正体不明の分子の同定を試みました。データを分析するに当たっては、含まれていると思われる候補の分子を仮定するだけでなく、その候補が含まれていないと仮定した場合も考慮されました。候補分子が含まれていると仮定した場合の分析結果と比べて、候補分子が含まれていないと仮定した場合の分析結果が良くない場合、候補分子は実際に存在する可能性が高ま

るからです。3氏は分析の結果、いくつかの分子が含まれている可能性が極めて高いことを突き止めました。今回の研究で新たに発見された分子の中で特に注目されるのは「シアン化水素」です。シアン化水素は窒素を含む単純な炭素化合物であり、同じく窒素が重要な構成部品となるアミノ酸の素となると考えられています。地球やその他の天体における生命誕生の研究において、シアン化水素はアミノ酸の生成過程でほぼ必ずと言っていいほど現れる分子です。生命の存在が議論されているエンケラドゥスにおいて、シアン化水素の発見は極めて重要です。今回の分析では、その他にアセチレン、プロピレン、エタンなど、いくつかの有機化合物が同定されました。また、同定精度は低くなるものの、ブタノールと思われる大きな分子の有機化合物や、アルゴン40、硫化水素、ホスフィンなど、地質活動に関連しているいくつかの分子も見つかりました。

エンケラドゥスのプルームに関する分析初期の段階では、二酸化炭素・メタン・水素の組み合わせが見つかったことが注目されていました。これらの分子は、海底の熱水噴出孔のような、化学エネルギーを大量かつ継続的に与える環境が整っていることを示唆するためです。

しかし、今回3氏の研究で示された多種多様な化合物の存在は、エンケラドゥスの化学エネルギー供給源はこれまでの推定よりもずっと活発であることを示しています。エンケラドゥスの生命の存在を考える上では、これは朗報とも言える発見です。

Source

Jonah S. Peter, Tom A. Nordheim & Kevin P. Hand. "Detection of HCN and diverse redox chemistry in the plume of Enceladus". ([Nature Astronomy](#)) ([arXiv](#))

Gretchen McCartney, Karen Fox & Alana Johnson. "[NASA Study Finds Life-Sparking Energy Source and Molecule at Enceladus](#)". (Jet Propulsion Laboratory) 文／彩恵りり

<https://sorae.info/astrometry/20240102-macs-j0138-0-2155.html>

## 重力レンズで歪んだ銀河の像に超新星が出現 ウェブ宇宙望遠鏡で観測

2024-01-02 [sorae 編集部](#)

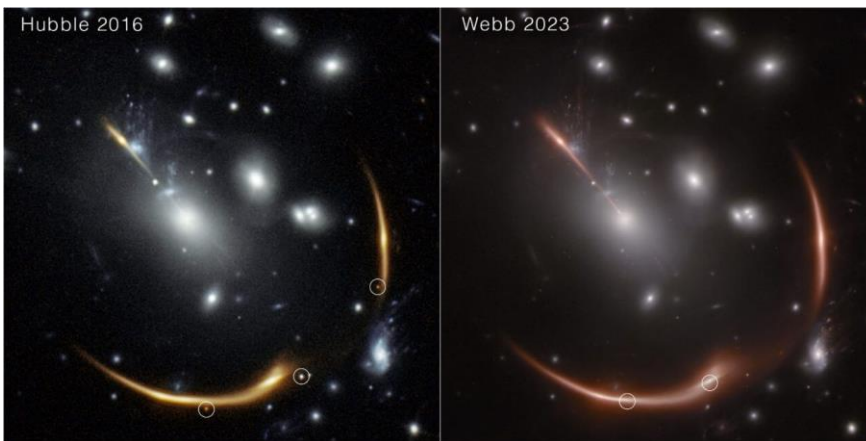
こちら画像、左は「くじら座」の方向約40億光年先の銀河団「MACS J0138.0-2155」、右はその銀河団による重力レンズ効果を受けて像が歪み分裂して見えている約100億光年先の銀河「MRG-M0138」の像の一つを拡大したものです。

この画像は「ジェームズ・ウェブ宇宙望遠鏡（James Webb Space Telescope : JWST）」の「近赤外線カメラ（NIRCam）」で2023年12月5日に取得した観測データをもとに作成されました。ウェブ宇宙望遠鏡は人の目で捉えることができない赤外線の波長で主に観測を行うため、公開されている画像の色は取得時に使用されたフィルターに応じて着色されています。



【▲ 左：ウェブ宇宙望遠鏡の近赤外線カメラ（NIRCam）で観測した銀河団「MACS J0138.0-2155」。右：重力レンズ効果を受けた銀河「MRG-M0138」の像の1つを拡大したもの、2つの丸印は超新星の像が見えている位置を示している（Credit: NASA, ESA, CSA, STScI, Justin Pierel (STScI), Drew Newman (CIS)）】

重力レンズとは、手前にある天体（レンズ天体）の質量によって時空間が歪むことで、その向こう側にある天体（光源）から発せられた光の進行方向が変化し、地球からは像が歪んだり拡大して見えたりする現象です。何百億～何千億もの星々の集まりである銀河が何百～何千と集まった銀河団の質量は途方もなく大きいため、地球から見てたまたま銀河団の向こう側に位置する遠方銀河の像はこのように強く歪むことがあります。ウェブ宇宙望遠鏡を運用する宇宙望遠鏡科学研究所（STScI）によると、MRG-M0138 の場合は像が5つに分裂もしています。注目は拡大像の丸印で示されたところにある2つの小さな光点です。STScIによれば、これはMRG-M0138 で発生した超新星爆発の像であり、重力レンズによって2つに分裂して見えているのだといいます。STScIのJustin Pierelさんを筆頭とする研究チームによると、この超新星は白色矮星が関わる「Ia型超新星」であることが確認されています。研究チームは2023年11月17日にウェブ宇宙望遠鏡で取得されたMRG-M0138の観測データからこの超新星を偶然発見し、「アンコール（Encore）」と名付けました。実は、MRG-M0138で超新星が見つかったのは今回が初めてではありません。2019年には別の研究チームが、2016年に「ハッブル宇宙望遠鏡（Hubble Space Telescope：HST）」で取得されたMRG-M0138の観測データから像が3つに分裂した超新星を発見しています。ハッブル宇宙望遠鏡が捉えた超新星もまたIa型超新星だったとみられており、「レクイエム（Requiem）」と名付けられました。今回ウェブ宇宙望遠鏡の観測で見つかったのは同じ銀河でわずか7年後に観測された超新星だったことから「アンコール」というわけです。次の画像はハッブル宇宙望遠鏡で2016年に観測したMRG-M0138（左）と、ウェブ宇宙望遠鏡で2023年12月に観測したMRG-M0138（右）を比較したものです。超新星の像の位置は丸印で示されています。



【▲ 左：ハッブル宇宙望遠鏡で2016年に観測したMRG-M0138。右：ウェブ宇宙望遠鏡で2023年に観測したMRG-M0138。丸印は超新星の像が見えている位置を示している（Credit: Hubble image: NASA, ESA, STScI, Steve A. Rodney (University of South Carolina) and Gabriel Brammer (Cosmic Dawn Center/Niels Bohr Institute/University of Copenhagen); JWST image: NASA, ESA, CSA, STScI, Justin Pierel (STScI) and Andrew Newman (Carnegie Institution for Science)）】

#### 関連記事

- ・ [銀河団の重力が歪めた100億光年彼方の銀河の像、ハッブル宇宙望遠鏡が撮影](#)（2021年7月19日）
- ・ [2037年に出現？ 1つの超新星の4つ目の光が予測される](#)（2021年11月15日）

真の明るさが判明している天体や現象は、実際に観測された見かけの明るさと比較することで地球からの距離を求めることができます。このような天体や現象は「標準光源」と呼ばれています。Ia型超新星も真の明るさが一定だと考えられているため、標準光源の一つとして重要視されています。

超新星はもともと明るい現象ですが、MRG-M0138 で発生した「レクイエム」や「アンコール」のように重力レンズ効果を受けている場合、より遠方で起きた場合でも観測することが可能になります。宇宙の加速膨張の原因と考えられている暗黒エネルギー（ダークエネルギー）や、銀河の質量の大半を占めているとされる暗黒物質（ダークマター）の性質に迫る機会も得られることから、特に遠方の宇宙で起きた Ia 型超新星は研究者から注目されています。Pierel さんによると、「レクイエム」は観測から発見までに時間が経っていたので宇宙の膨張に関する十分なデータを得ることができなかったものの、2030 年代半ばに 4 つ目の像が出現すると予測されています。同じタイミングで放射された超新星の光が重力レンズ効果を受けて進行方向を変化させられると、地球へ届くまでの間に伝わる距離も変化し、長い距離を伝わるようになった光ほど地球に遅れて届くようになるからです。超新星は通常であればどこで発生するのかわからない現象ですが、「レクイエム」と「アンコール」は遅れて出現する像の発生場所と時期を予測できるという幸運に恵まれました。2035 年頃に出現するであろう最後の像を観測することで、宇宙の現在の膨張率を示すハッブル定数の正確な値が新たに算出されるだろうと Pierel さんは期待を寄せています。ウェブ宇宙望遠鏡で観測した MRG-M0138 の画像は STScI から 2023 年 12 月 21 日付で公開されています。なお、本記事の執筆時に参照したのは STScI が紹介した進行中の研究内容であり、まだ査読プロセスを経ていない点をご留意下さい。

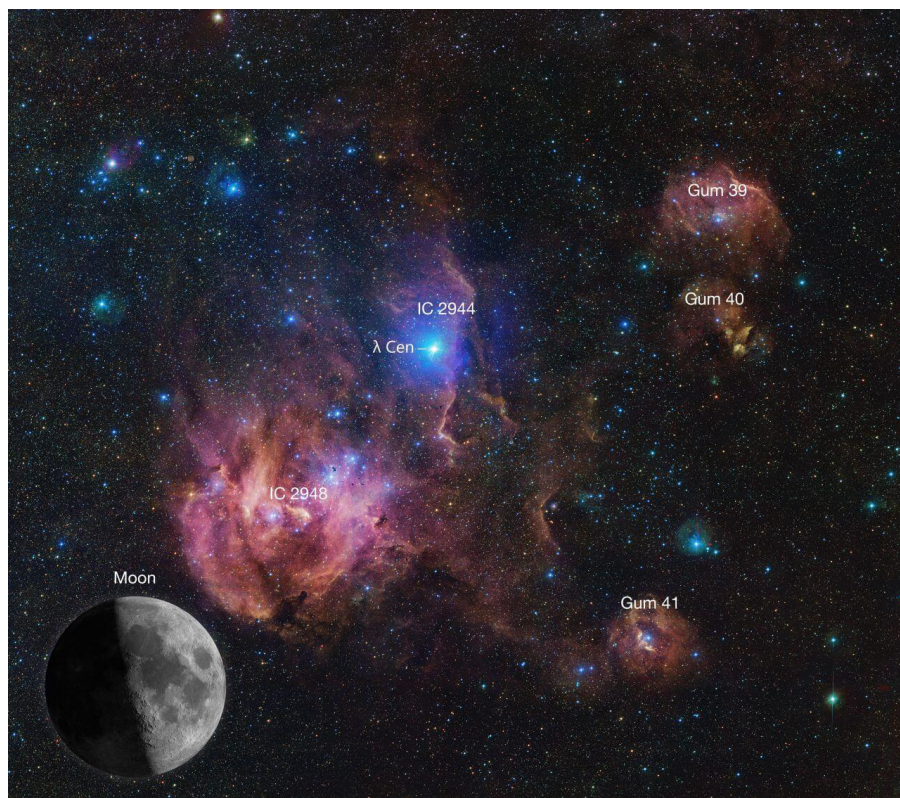
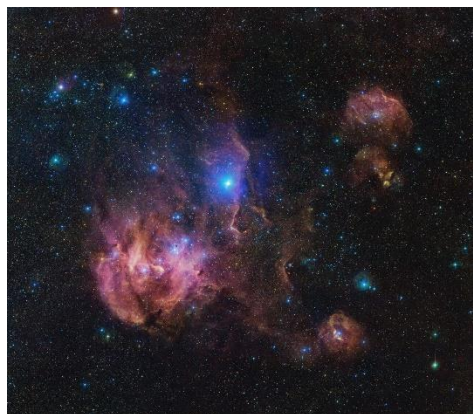
Source [STScI](#) - NASA's Webb Spots a Second Lensed Supernova in a Distant Galaxy 文/sorae 編集部

<https://sorae.info/astromy/20240104-running-chicken-nebula.html>

## 南天の夜空を駆ける「走るニワトリ星雲」ヨーロッパ南天天文台の望遠鏡で撮影

2024-01-04 [sorae 編集部](#)

こちらは「ケンタウルス座」の方向約 6500 光年先の輝線星雲をともなう散開星団「IC 2944」とその周辺の様子です。海外では別名「Running Chicken Nebula（走るニワトリ星雲）」とも呼ばれています。



【▲ VLT サーベイ望遠鏡（VST）の OmegaCAM で観測された「走るニワトリ星雲」。複数の輝線星雲や星団が集中する領域が捉えられている（Credit: ESO/VPHAS+ team. Acknowledgement: CASU）】

【▲ VLT サーベイ望遠鏡 (VST) の OmegaCAM で観測された「走るニワトリ星雲」。冒頭の画像に天体名の注釈やサイズ比較用の月の画像を追加したもの (Credit: ESO/VPHAS+ team. Acknowledgement: CASU)】

輝線星雲は若い大質量星から放射された紫外線によって電離した水素ガスが光を放っている星雲で、HII (エイチツー) 領域とも呼ばれています。ヨーロッパ南天天文台 (ESO) によると、“走るニワトリ星雲” は実際には幾つかの輝線星雲に分かれており、縦横の幅がそれぞれ満月の視直径の約 5 倍に相当する領域を捉えたこの画像にはその全てが写っているといえます。

画像の中央付近で明るく輝く青い星は「ケンタウルス座ラムダ星 ( $\lambda$  Cen)」で、そのすぐ近くに見える上下に伸びた柱状の構造が IC 2944 です。星雲で最も明るい左下の部分は「IC 2948」と呼ばれていて、人によってニワトリの頭に見えたりお尻に見えたりするのだとか。また、画像の右側にある 3 つの輝線星雲は「Gum 39」「Gum 40」「Gum 41」と呼ばれています。

この画像は ESO が運営するチリのパラナル天文台にある「VLT サーベイ望遠鏡 (VST)」に搭載されている広角カメラ「OmegaCAM」で取得したデータ (5 種類の光学フィルターを使用) をもとに作成され、2023 年 12 月 21 日付で公開されています。VST によるこの領域の観測は、星がどのようにして生まれて死んでいくのかを理解するために恒星や星雲を可視光線の波長で観測する ESO の大規模サーベイ「VPHAS+」(VST Photometric H alpha Survey of the Southern Galactic Plane and Bulge) の一環として実施されたということです。

Source [ESO](#) - New 1.5-billion-pixel ESO image shows Running Chicken Nebula in unprecedented detail  
文/sorae 編集部

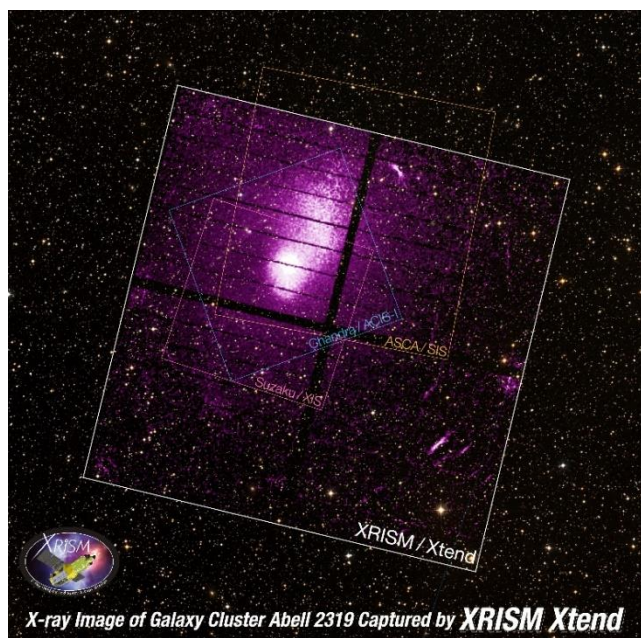
<https://sorae.info/space/20240106-xrism.html>

## JAXA の天文衛星「XRISM」がファーストライト 銀河団と超新星残骸の観測データ

を公開

024-01-06 [sorae 編集部](#)

宇宙航空研究開発機構 (JAXA) は 1 月 5 日、2023 年 9 月に打ち上げられた X 線分光撮像衛星「XRISM (クリズム)」のファーストライト (望遠鏡や観測装置の性能を確認するための最初の観測) で得られた観測データを公開しました。【最終更新: 2024 年 1 月 5 日 13 時台】



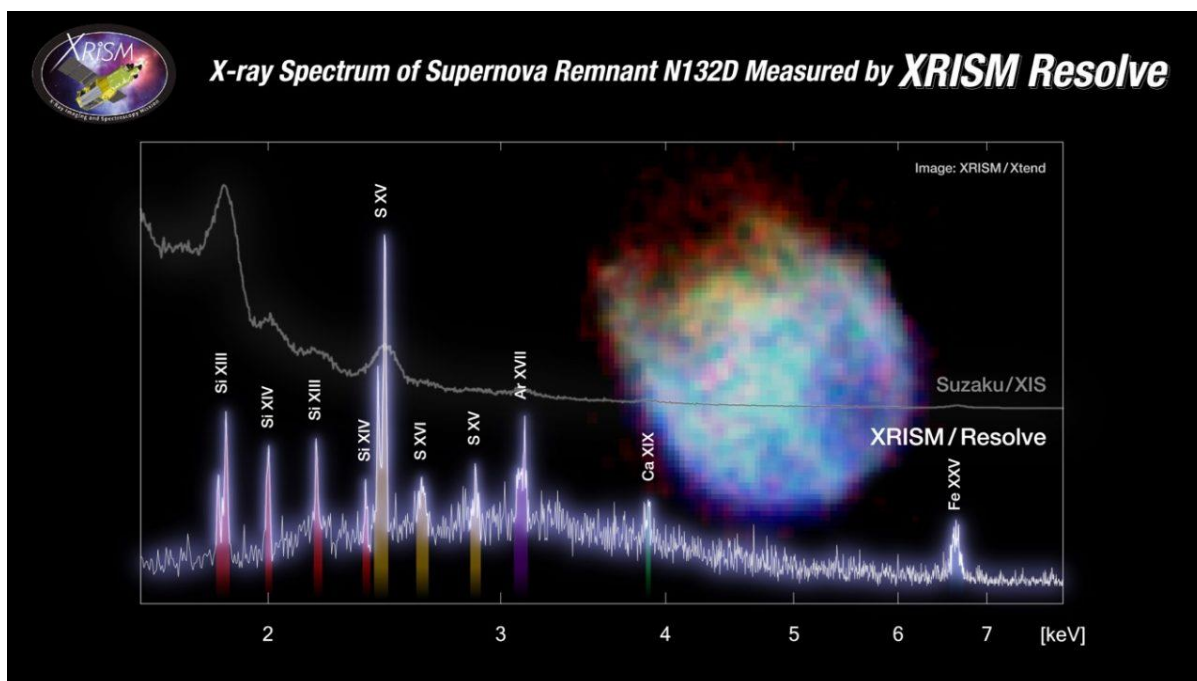


【▲ X線分光撮像衛星「XRISM」の軟X線撮像装置「Xtend」で観測した銀河団「Abell 2319」。可視光線で取得された画像を背景に、Xtendの観測データ（紫色）が重ねられている。白色の四角はXtendの視野を示す（Credit: X線: JAXA、可視光線: The Digitized Sky Survey）】

こちらはXRISMに搭載されている軟X線撮像装置「Xtend（エクステンド）」で観測された銀河団「Abell（エイベル）2319」です。Abell 2319は「はくちょう座（白鳥座）」の方向約7億7000万光年先にあり、2つの銀河団が衝突していると考えられています。画像は可視光線の観測データにXtendで取得された観測データ（紫色）を重ねたもので、X線を放射する高温プラズマの分布が捉えられています。

アメリカ航空宇宙局（NASA）の「Chandra（チャンドラ）」や日本の「すざく」といった従来のX線宇宙望遠鏡は1回で観測できる視野が限られていて、銀河団全体の様子を知るためには複数回の観測が必要でした。一方、XRISMのXtendは1回の観測で銀河団全体の様子を捉えています。

JAXAによると、銀河団同士の衝突の全貌を探るには銀河団の中央から外側に渡る広範囲の観測が必要となります。銀河団の衝突を理解することは宇宙の大規模構造の進化を理解することにつながることから、Xtendの今後の観測に期待が寄せられています。



【▲ X線分光撮像衛星「XRISM」の軟X線分光装置「Resolve」で取得された超新星残骸「N132D」のスペクトル。白色のスペクトルがResolveで、灰色のスペクトルはX線天文衛星「すざく」で取得されたもの。背景はXtendで観測されたN132D（Credit: JAXA）】

こちらはXRISMに搭載されている軟X線分光装置「Resolve（リゾルブ）」で取得された超新星残骸「N132D」のスペクトル（電磁波の波長ごとの強さ）を示した図です。N132Dは天の川銀河の伴銀河（衛星銀河）の1つ「大マゼラン雲」（大マゼラン銀河とも）にあり、地球からは約16万光年離れています。

Resolveのような分光装置で取得される天体のスペクトルには、原子や分子が特定の波長の電磁波を吸収したことで生じる暗い線「吸収線」や、反対に特定の波長の電磁波を放つことで生じる明るい線「輝線」が現れます（吸収線と輝線は合わせて「スペクトル線」と呼ばれます）。分光観測を行うことで天体の組成を調べたり、スペクトル線のずれ具合をもとに視線方向の運動速度を割り出したりすることが可能です。

図に示されているのは1800～1万eV（電子ボルト）の帯域に渡るN132Dのスペクトルで、白色はXRISMのResolveで取得されたもの、灰色は「すざく」で取得されたものです。どちらも様々なイオンから放射された輝線を捉えています。Resolveは「すざく」では見分けられなかった幾つもの輝線を分離することに成功しています。これらの元素は超新星を起こした恒星内部の核融合反応や超新星爆発で形成されたものとされています。

ます。JAXAによると、Resolveは要求以上のエネルギー分光精度を発揮していることが軌道上で確認できたとい  
い（要求7eVに対して5eV以下）、発表ではこの帯域における輝線感度が世界最高であることは明らかだと  
されています。高い性能が確認されたResolveの観測を通して、恒星や惑星だけでなく生命のもととなる元素  
の生成や流転に関する新たな知見が得られると期待されています。



【▲ X線分光撮像衛星「XRISM」。2023年7月21日撮影（Credit: JAXA）】

XRISMは2016年に打ち上げられたX線天文衛星「ひとみ」（運用終了）の後継機として、NASAや欧州宇宙  
機関（ESA）などとも協力して開発された科学衛星です。XRISMのXtendとResolveは星間空間や銀河間空間  
を吹き渡るプラズマに含まれる元素やプラズマの速度を画期的な精度で測定可能とされており、星や銀河だけ  
でなく銀河の集団が形作る大規模構造の成り立ちに迫ることが期待されています。

JAXAによれば現在XRISMの状態は正常で、2024年2月からは定常運用の段階へ移行する予定です。なお、  
観測開始までの間にResolveを保護する役割を果たす保護膜が所定の手順では開放できていないものの、より  
適切な環境条件に変更した上で開放を再実施することが計画されています。保護膜はエネルギーが約2000eV  
以下のX線を遮蔽しており、開放すれば300eVからの観測が可能になるとのことですが、閉じた状態でも画期  
的な観測成果が期待できるということです。



【▲ 宇宙航空研究開発機構（JAXA）によるX線分光撮像衛星「XRISM」の紹介ビデオ】  
（Credit: JAXA）

Source [JAXA](#) - X線分光撮像衛星（XRISM）のファーストライトと運用状況について 文/sorae編集部