

人は星のかけらでできている。しかし「生命の材料」は宇宙でどう誕生したか？



Forbes JAPAN 編集部



提供：南阿蘇ルナ天文台 [全ての画像を見る](#)

熊本県阿蘇くじゅう国立公園にある宿泊体験型の公開天文台「[南阿蘇ルナ天文台](#)」は、国際的に広まりつつある社会的処方観点から[天文体験が心身に与える影響を調査研究](#)し、ウェルビーイングに資する体験型プログラムの構築、専門人材の育成、オンラインにも拡張した次世代型公開天文台の開発に力を入れる。

同天文台の次世代型天文台開発ディレクターである宇宙物理学者の長井知幸博士に、以下、ご寄稿いただいた。

はじめに：私たちの体の材料はどこから来たのか

「私たちは皆、星のかけらでできている」……の言葉は、ロマンチックな詩ではなく、れっきとした科学的事実です。私たちの体を構成する主な元素、たとえば酸素、炭素、水素、窒素、カルシウム、リンなどはすべて宇宙の中で生まれたものです。でも、それらの元素は、いつ、どこで、どのようにして作られたのでしょうか？ここでは未知の物質ダークマターなどは議論せず「通常の物質（バリオン系と呼ばれたりします）」に注目してお話を進めてみます。

宇宙のはじまりと最初の材料

私達の住むこの宇宙は、約 138 億年前にビッグバンによって始まりました、というのが 2025 年現在でも有力な説とされています。ご存知かもしれませんが、科学的な理論上の話というだけではなく、様々な観測結果がこの説を裏付けています。その一つの例に「ビッグバン元素合成」という現象があります。これは、ビッグバンが実際に起こった場合、その最初の数分間の間に生み出された元素の比率が理論的に予測されているのですが、その予想値と実際の観測が高い精度で合っていることが分かっています。この時にできたのは、主に水素（約 75%）とヘリウム（約 25%）、そしてごくわずかなリチウムや重水素といった軽い元素たちです。中学や高校で習う元素の周期表の最初の 2 つ及び 3 つ目ですね、というとなんとなく思い出す方も多いのではないでしょうか。この宇宙の最初の段階では、酸素も炭素も鉄も存在していませんでした。原始宇宙は、非常にシンプルな軽い元素だけで構成されていたのです。そしてこのような宇宙では生物はおろか、地球のような惑星も存在することができません。では現在の宇宙ではどのような元素の構成になっているのでしょうか？

現在の宇宙に存在している物質の内訳（バリオン系に限る）

宇宙に存在する通常の物質のほとんどは、依然として水素とヘリウムです。元素の質量割合で見ると、現在でも

- ・水素：約 74%
- ・ヘリウム：約 24%
- ・酸素、炭素、鉄などの重元素：合わせて約 2%

となっています。この「たった 2%」の重元素が、私たちの体や惑星、大気、生命活動すべてを主役として形づくっています。つまり、私たちは宇宙の中でも非常に特殊な存在だと言えます。

では、ビッグバンの時にはほぼ存在しなかったこれらの重たい元素はどこからやってきたのでしょうか？

その 2%はどこから来たのか？

(1) 恒星内部の「元素の工場」

星（ここでは厳密に恒星のことですが）の内部では、数千万～数億度という高温高压の環境で、核融合反応が起きています。これがまさに星がまばゆく輝いている理由でもあります。よく「太陽のような恒星は自分で燃

えて光っている」といったような表現を聞きますが「燃えている」と言っても焚き火のような「燃焼」ではなくて「核融合」の反応によって熱と光が作り出されているのです。たとえば、太陽のような恒星は最初、ほとんどが水素でできています。その水素から核融合反応を通してヘリウムが作られ、さらに進化した恒星ではヘリウムから炭素や酸素、ネオンといった元素が合成されます。太陽よりももっと重たい星の内部では、マグネシウムやケイ素、そして鉄も合成されます。星が一生を終えるとき、その内部で作られた元素が宇宙空間にまき散らされます。これが様々な重たい元素の供給源なのですね。

(2) 超新星爆発という「宇宙の大釜」

鉄より重い元素、たとえば金、ウランといった元素は、恒星の内部では作られません。これらは、大質量を持った星が一生を終えるときに起こす「超新星爆発」のような極端な環境のなかで初めて生成されます。

また、さらに重い元素は、中性子星同士の合体（キロノヴァ）など、宇宙で最も激しい部類の現象の中で誕生したと考えられています。キロノヴァによって大量の金や白金など特に重たい元素たちが生成されると考えられています。ちなみにキロノヴァの人類初の観測例は 2013 年のことで、比較的最近のことなんですね。これはガンマ線バーストの観測によって見つかりました。その後もガンマ線バーストを通していくつか観測されています。また重力波の観測を通してキロノヴァが観測されています。このあたりのお話はまた別の機会に触れたいと思います。このように私達の体や地球、ひいては太陽系を支えている元素たちは長い宇宙の進化の中で生成されてきたのですね。

[次ページ > 「私たちは星の子ども」の意味とは一](#)

5. あなたの中には星のかけらがある

酸素も、カルシウムも、鉄も、すべてはかつて星の中で作られ、宇宙空間に放出され、偶然にも地球という星に集まり、そして生命をつくりました。私たちが深呼吸するたび、心臓が鼓動するたび、それはかつて宇宙で輝いていた星の遺産が働いているといえます。 だからこそ 「私たちは皆、星の子どもたち」。

私達は宇宙の中で作られ、生かされているんですね。この事実を知るとは、自分や地球の存在を考える意外な第一歩であり、科学に興味を抱く素晴らしいきっかけであり、そして同時に宇宙とのつながりを感じる感動の入り口でもあるのではないのでしょうか。さて、今回は私達や地球などを形作る「材料」のお話でした。次は私達が生活できている「環境」についてお話したいと思います。



取材者名 (interviewer)

おうし座の M1、通称「かに星雲」は、おうし座にある超新星残骸。西暦 1054 年に地球から観測された超新星爆発 (SN 1054) の名残です。距離は約 6500 光年。爆発時は昼間でも明るく見えていたそうです。これは複数の文化圏で記録されていて人類史に記録された数少ない超新星のひとつであり、観測日を日単位で特定できる非常に稀な天体です。この爆発の残骸である M1 は、現在も拡大中で、中心には高速回転する中性子星「かにパルサー」が存在しています (画像は南阿蘇ルナ天文台で撮影されたもの)。

「創造の柱 (Pillars of Creation)」は、おうし座の M1 (かに星雲) とは対照的に、「これから星が生まれる場所」として知られています。場所はへび座にある M16 わし星雲の中、地球から約 5700 光年の距離にあります。この柱のような構造は、冷たい水素ガスと塵でできた巨大な分子雲の一部で、宇宙空間にそびえ立つ 3 本の「柱」として、ハッブル宇宙望遠鏡の写真で一躍有名になりました。柱の内部には、高密度の領域があり、そこでは重力の作用でガスが集まり、原始星へと進化しています。これらの原始星は、やがて核融合を始め、自ら光り始めることで、新たな恒星となります (画像は南阿蘇ルナ天文台で撮影されたもの)。



長井知幸（ながい・ともゆき）◎宇宙物理学者。大学、大学院とアメリカで高エネルギー宇宙物理関連の教育を受け、物理学 Ph.D.を取得。ハーバード・スミソニアン天体物理学センターが主導する国際的コラボレーション、ガンマ線望遠鏡の天文台建設と運用に参加する。完成後はアリゾナ州の荒野で巨大な望遠鏡郡を操作し、ブラックホール、活動銀河中心、スターバースト銀河などを観測、宇宙における高エネルギー現象を研究。20 年間のアメリカ生活後は九州大学で再生可能エネルギーなどの研究に参加。現在は熊本県阿蘇郡にある公開天文台「南阿蘇ルナ天文台」次世代型天文台開発ディレクター（写真は南阿蘇ルナ天文台に併設されるホテルのレストランで）。



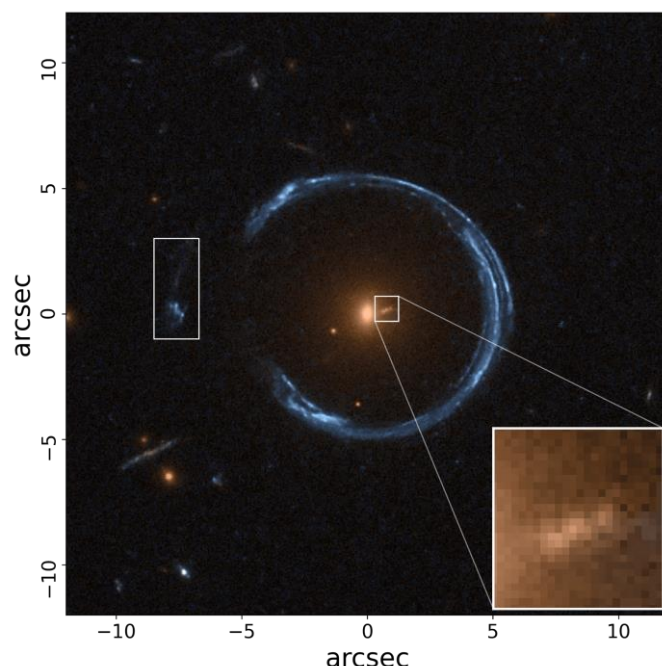
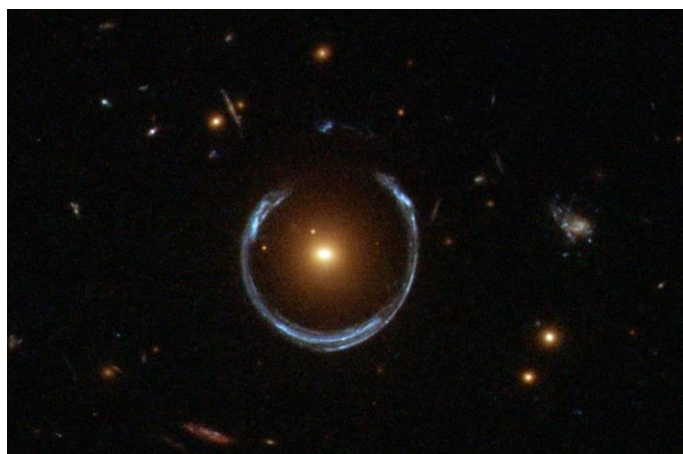
南阿蘇ルナ天文台から見た田んぼと天の川

南阿蘇ルナ天文台：熊本県阿蘇くじゅう国立公園にある宿泊体験型の公開天文台。国際的に広まりつつある社会的処方観点から天文体験が心身に与える影響を調査研究し、ウェルビーイングに資する体験型プログラムの構築、専門人材の育成、オンラインにも拡張した次世代型公開天文台の開発に力を入れる。 文＝長井知幸

<https://wired.jp/article/discovery-of-ultramassive-black-hole-in-cosmic-horseshoe/> 2025.08.13

太陽の 360 億倍の質量！ 史上最大級の超巨大ブラックホールが発見される

観測史上最大級のブラックホールが、地球から 50 億光年離れた遠方の銀河で発見された。その質量は、何と太陽の 360 億倍。銀河の成長とブラックホールの進化の関係を読み解く新たな鍵となるかもしれない。



Photograph: NASA/ESA

コズミック・ホースシューの別の画像。枠内にあるのが、アインシュタイン・リングの光源となっている別の銀河。中央の銀河の存在が今回の発見を可能にしたという。

Photograph: NASA/ESA/Tian Li(University of Portsmouth)

宇宙に存在するすべての銀河の中心には、太陽の何百万倍から何十億倍の質量をもつ「[超大質量ブラックホール](#)」が存在すると考えられている。銀河のサイズによっては太陽の数百億倍の規模になるとされるが、地球から遠すぎて暗いことから直接観測することは極めて難しい。どうやってそこまで成長したのか、[宇宙](#)にどれほどの数が存在するのか。多くの情報が謎に包まれている。

その答えを探すための手がかりが、地球から 50 億光年の彼方に広がる奇妙な銀河「コズミック・ホースシュー（宇宙の馬蹄）」で見つかった。コズミック・ホースシューは観測史上最大の銀河のひとつで、その大きさのあまり強い重力場で周囲の時空をゆがめている。背後にある別の銀河の光が曲がって見える「[重力レンズ効果](#)」によって、[アインシュタイン・リング](#)と呼ばれる蹄鉄のような像をつくり出していることから、その名で呼ばれるようになった。このコズミック・ホースシューを新たな手法で詳細に解析した英国やブラジルの天文学者による国際研究チームが、その中心部に太陽の約 360 億倍もの質量をもつ超巨大ブラックホールをこのほど[発見した](#)。これは既知のブラックホールのなかでも最大級であり、銀河の成長と[ブラックホール](#)の進化の関係について再考を迫るスケールだという。「これまでに発見されたブラックホールのなかでもトップクラスの質量です」と、ポーツマス大学教授で宇宙論が専門のトーマス・コレットは[説明する](#)。「ブラックホールの質量推定は間接的で正確さに欠けることが多いですが、今回の手法によってはるかに確かな見積もりを得られました」

星々の運動が語る質量

コレットらの研究チームは、[ハッブル宇宙望遠鏡](#)の高解像度画像から重力レンズ像を鮮明に捉えるとともに、ヨーロッパ南天天文台（ESO）の超大型望遠鏡（VLT）に搭載された分光装置「MUSE」からのデータを用いて、銀河内の星々の動きを地図のように可視化した。重力レンズ効果が示す投影質量の情報と、星々の運動から得られる重力場の情報を組み合わせることで、従来は不可能に近かった遠方銀河のブラックホールの質量測定が可能になった。なかでもアインシュタイン・リングの内側に現れるラジアルアークという希少な像には、銀河中心の質量分布が明確に反映されることから、ブラックホールの存在と規模を探るうえで重要な情報が含まれている。研究者たちによると、中心部の星々は毎秒約 400km と極めて高速で運動しており、それを引き起こすためには太陽の数百億倍の規模の重力源が不可欠だという。コズミック・ホースシューは、「化石群銀河」に分類されている。これはかつて複数の巨大銀河だったものが合体を繰り返し、最終的に単一の非常に大きな銀河へと進化した状態を指す。この過程で、それぞれの銀河の中心にあった超大質量ブラックホールも合体し、今回検出されたモンスター級の天体が形成された可能性が高いと考えられる。太陽系が位置する天の川銀河の中心にあるブラックホールは、太陽の約 400 万倍の質量をもつとされる。現在は静穏期にあるが、約 45 億年後にはアンドロメダ銀河と衝突して合体することで、活動を再開して莫大なエネルギーを放つクエーサー（大質量ブラックホールを公転するガスや塵の円盤の摩擦によって生じる現象）となる可能性が高い。コズミック・ホースシューの姿は、その未来像を先取りしているかのようだ。

重力の影に眠る怪物

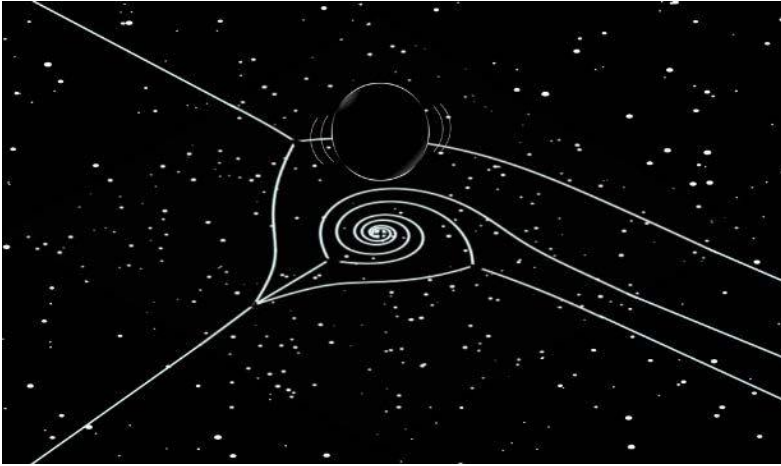
特筆すべきは、今回発見されたブラックホールも活動を一時的に停止した“休眠状態”にあった点だ。通常、この距離にあるブラックホールを質量まで含めて測定できるのは、周囲から物質を取り込んでクエーサーとして輝いている場合に限られる。その光源を一切頼りにせず、純粹に重力の影響だけで検出を実現した意義は大きい。従来の標準的な手法では、天球上における恒星の見かけの動きである固有運動を解析することで、ブラックホールの質量を測定していた。だが、地球から何十億光年も離れた遠方銀河では中心部が極めて小さくしか映らないことから、星々の動きや光の分布を細かく区別できないことが難点だった。その弱点を重力レンズ効果で補い、休眠中のブラックホールの質量を直接的かつ高精度で推定できるようにしたのが、今回の手法である。研究チームは現在、この手法を他の銀河にも適用することで、活動していない超巨大ブラックホールを系統的に探す計画を立てている。ここに[欧州宇宙機関（ESA）](#)の近赤外線宇宙望遠鏡「[ユークリッド](#)」による観測データが加われば、さらに広い範囲の探索が可能になると期待されている。星形成を抑制するブラックホールの役割が、これまで以上に明確に示されることが予想されるからだ。

今回の超巨大ブラックホールの発見は、[暗黒物質（ダークマター）](#)の分布を調べていた研究の副産物だったという。しかし、そこで得られたデータが、宇宙でも極めて稀な怪物ブラックホールの存在を浮かび上がらせた。遠方銀河の重力の謎に迫るこの手法は、今後の観測によって宇宙のブラックホール地図が大きく塗り替えられるきっかけになるかもしれない。

（Edited by Daisuke Takimoto）

ブラックホールの“響き”を高精度で解析、日本の研究チームが初めて成功

ブラックホールが放つ重力波をかつてない精度で解析することに、このほど京都大学と大阪公立大学、理化学研究所の共同研究チームが初めて成功した。その鍵を握るのは、日本で発展した数学的な手法だという。



らせん上で揺れ動くブラックホールのイメージ。Illustration: Kyoto University/Taiga Miyachi

ブラックホールは**宇宙**で最も強力な重力をもち、光さえも脱出できないほど時空を深くゆがめる存在だ。ブラックホール同士が衝突するなどして揺れ動くと、準固有振動と呼ばれる特有の振動パターンの重力波（時空のひずみが波のように伝わる現象）を発する。この“響き”は重力波として地球からも観測でき、ブラックホールの質量や形状の情報を引き出す手がかりになる。だが、衝突によって合体したブラックホールがゆらぎながら小さくなると、重力波の振動は急速に減衰してしまう。この複雑な重力波の性質を体系的に記述することは容易ではなく、ブラックホール研究における長年の課題だった。こうしたなか、数学的な技法である「完全 WKB 解析」を応用して、急速に減衰するブラックホールの準固有振動の周波数構造を精密に捉えることに、このほど京都大学と大阪公立大学、理化学研究所による共同研究チームが**初めて成功した**。「完全 WKB 解析は、日本の数学者が基礎の確立に貢献した技法です」と、大阪公立大学特別研究員の宮地大河は**説明する**。「物理学への応用は近年になって進展し始めたばかりなので、今後のさらなる発展が期待されます」完全 WKB 解析とは、波の性質や動きを数学的にそっくり再現するための計算方法のひとつである。複雑すぎて通常は正確に計算できない波のふるまいを、工夫した手順で可能な限り本物に近いかたちで導き出せる。もともとは数学の分野で発展した手法であり、ブラックホールの研究に応用されたのは今回が初めての事例だという。

数学がつなぐ無限の波

この手法の特徴は、ブラックホールの周囲の空間を実際の 3 次元空間だけでなく複素平面上にまで広げて考える点にある。複素平面とは、複素数を使って新しい座標軸を追加した計算上の仮想空間のようなものだ。この拡張によって、光が抜け出せる境界線である事象の地平線から遠く離れた領域まで、波の動きを途切れなくたどって詳細に解析できるようになる。研究チームは今回、解析の過程で「ストークス曲線」と呼ばれる数学的構造を詳しく調べた。これは波の性質が急変する境界線のようなもので、事象の地平線の近くでは対数らせん状に幾度も巻き付く特異なパターンを描く。このらせんは波の計算に微妙な変化を無限に生じさせることから、従来の方法にとっては大きな誤差の原因だった。このらせん構造の効果を正しく計算に組み込むことで、研究者たちは事象の地平線から無限遠までの波を正確につなぐことを可能にした。これにより、ブラックホールの振動数を決める「量子条件」を誤差なく導き出せるようになったという。完全 WKB 解析の信頼性を検証するために、研究チームは数式で完全に解けることが知られている「調和振動子」や「モースポテンシャル」などの物理モデルを対象にテストした。これらが既知の結果と一致することを確認したうえで、実際のブラックホールを表すシュワルツシルト解に適用した。その結果、過去の研究で得られた振動パターンを再現することにも成功した。「これまで見落とされていたらせん状のパターンが、重要な役割を果たしていることがわかりました」と、宮地は**説明する**。このパターンはブラックホールの“響き”の全体像を理解するうえで欠かせないものであり、観測データと理論をつなぐ架け橋になるという。この方法は、回転するブラックホールや電荷をもつブラックホールにも適用できると、研究者たちは考えている。また、ブラックホールが波を通す度合いや振動

の強さを求めるための計算にも活用できる可能性がある。今回の成果は、幅広い理論モデルにおいてブラックホールの振動を解析するための新たな道を切り拓いたといえる。将来的には重力波観測の精度向上に貢献できるほか、宇宙の本質や幾何学的な構造への理解をより深められるようになることが期待される。

(Edited by Daisuke Takimoto)

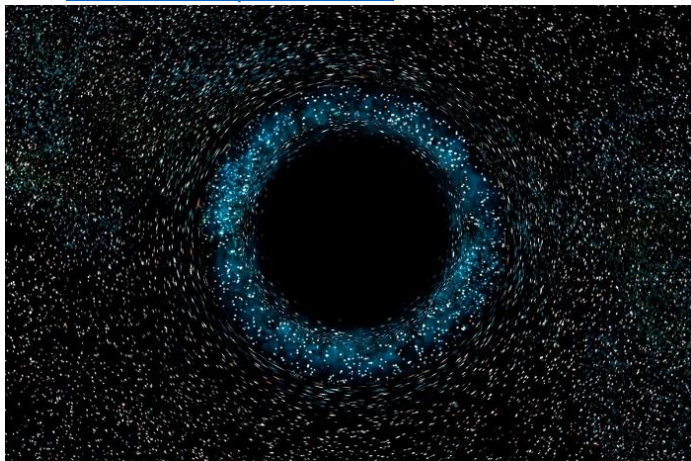
<https://forbesjapan.com/articles/detail/81242>

2025.08.13 18:00

ブラックホール探査計画、超軽量宇宙船でアインシュタインの一般相対論を検証



[Jamie Carter | Contributor](#)



恒星質量ブラックホールを描いた想像図 (European Space Agency, NASA and Felix Mirabel (the French Atomic Energy Commission & the Institute for Astronomy and Space Physics/Conicet of Argentina))

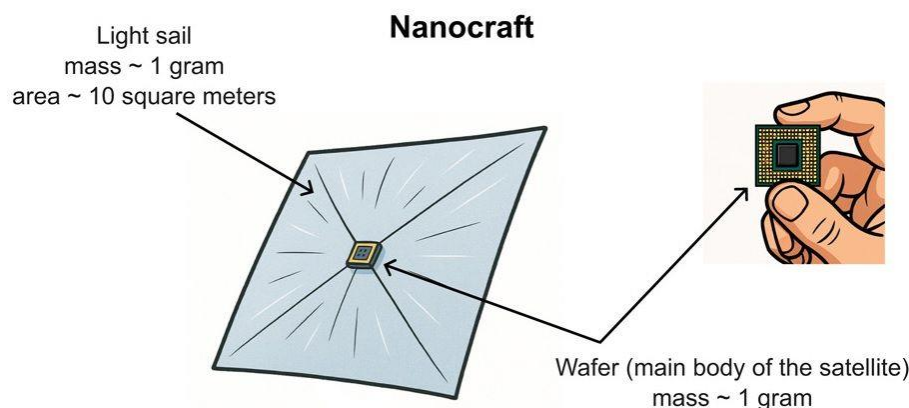
[全ての画像を見る](#)

クリップくらいの重量しかない超軽量探査機がレーザービームで打ち上げられ、知られている最も近くのブラックホールを目指して光速に近い速度で飛行する 100 年の旅に出る。無事に到達できれば、事象の地平線（引き返せなくなる境界線）そのものの近くから観測データを地球に送信する。ここを過ぎるとブラックホールの重力に永久に引き込まれてしまうのだ。これは「アルバート・アインシュタインは正しかったのか」という科学の根本的な問題に対する答えを追い求めている天体物理学者が提案した驚くべき探査計画だ。

ブラックホール探査：アインシュタインの理論を検証

中国・復旦大学のブラックホール専門家のコジモ・バンビは、この探査計画を「推測に基づく」かつ「困難を伴う」もので、さらに費用が約 1 兆ドル（約 148 兆円）に上ると説明するものの、人間の寿命の範囲内でブラックホールに到達できる探査計画の策定が可能になる日も近いと考えている。

学術誌 iScience に 7 日付で[掲載](#)された論文の中で説明されているバンビの構想では、地球から照射するレーザーを推力とする本体重量 1g のナノクラフト（超軽量宇宙船）を探査機として用いる。探査機の任務は、1915 年に発表されたアインシュタインの一般相対性理論の限界を検証することだ。一般相対論は、質量が存在すると時空が歪み、その歪みに沿って質量が移動すると考える。さらには、ブラックホールの存在を予言していた。



ブラックホール探査に用いられるナ

ノクラフト（超軽量探査機）を描いたイラスト (Bambi, iScience 2025)

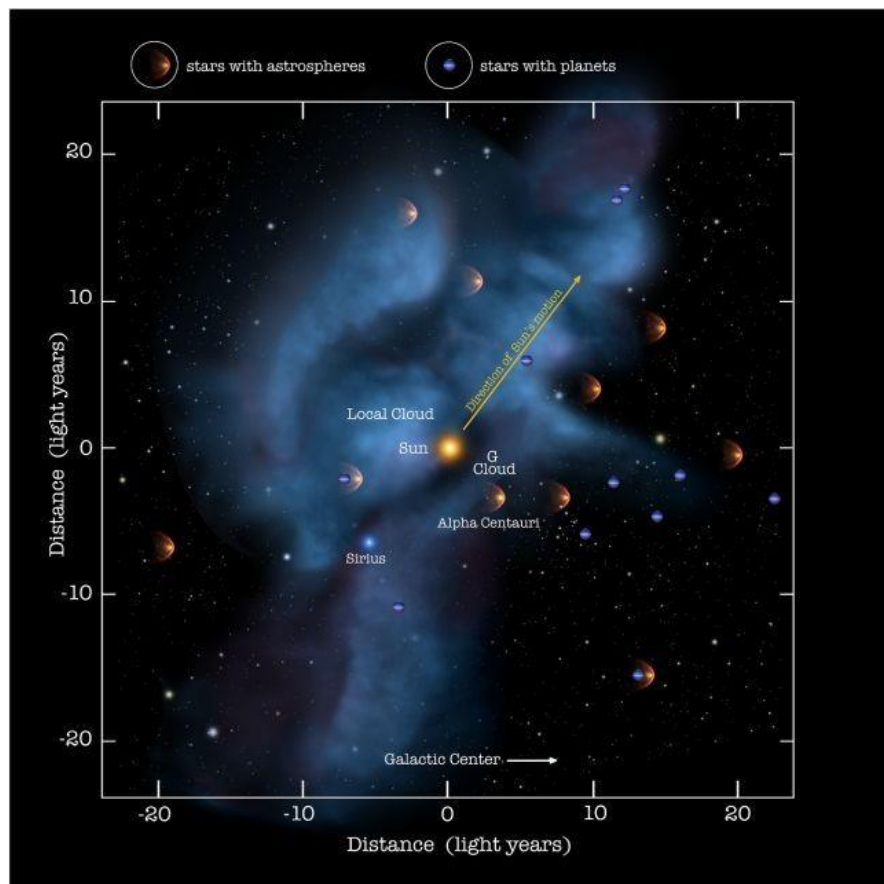
探査機が収集するデータは、一般相対性理論と物理法則に関する科学者の理解に変革をもたらす可能性がある
と、バンビは主張している。

ブラックホール探査：目的地

ブラックホールは、光を含むあらゆるものが脱出できないほど強力な重力を持つ天体によって生じる時空の領域だ。天の川銀河（銀河系）の中心には、超大質量ブラックホールのいて座 A*（Sgr A*）がある。直径は約 3500 万 km で、太陽系から約 2 万 7000 光年の距離にある。2024 年 3 月には、いて座 A* の端から渦巻き状に広がる強い磁場による偏光（偏波）を捉えた画像が新たに[公開](#)された。この偏光画像は、遠方銀河 M87 の中心にあるブラックホールを捉えた 2019 年公開の画期的な画像と、2022 年[公開のいて座 A*](#)の画像に続くものだ。

[次ページ >25 光年以内にある未発見のブラックホールを調査](#)

今回の最新探査計画の目的地は、いて座 A* ではなく、まだ見つかっていない別のブラックホールだ。このブラックホールは、地球から約 20～25 光年以内に存在する可能性が高いと見られている。バンビは「ブラックホールを見つけるための新たな方法は複数ある」として「今後 10 年以内に地球近傍のブラックホールが見つかる」と期待してよいと考えている」と述べている。ブラックホールの検出が困難なのは、実質的に望遠鏡では見えないからだ。近くを通る光や恒星に及ぼされる影響によってその存在を推測することしかできない。



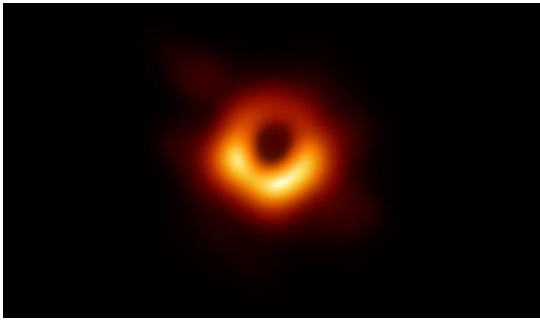
太陽（Sun、中央）から距離 25 光年の範

囲にある天体の分布図。領域内のどこかに 1 個のブラックホールがあると考えられる。特に恒星風バブルや惑星を持つ恒星が記号で示されている。青色の雲は太陽が通過中の局所星間雲（LIC）で、黄色矢印は太陽の進行方向（NASA Goddard/Adler/U. Chicago/Wesleyan, Fig 1 Bambi iScience 2025）

ブラックホール探査：長い待ち時間

太陽系に最も近いブラックホールの位置特定を急ぐ必要はない。現在のところ、このような探査機を打ち上げる方法がないからだ。バンビは「今のところ人類にはその技術がない」として「だが、20～30 年以内には実現するかもしれない」と述べている。マイクロチップ 1 枚と光帆（ライトセイル）で構成されるナノクラフトを、地球から照射するレーザーを推進力として宇宙空間を光速の 3 分の 1 の速度で飛行させる構想だ。この速度では、20～25 光年を移動するのに約 70 年かかる。ブラックホールに到達すると、ナノクラフトは事象の地平線が存在するかどうかや、ブラックホールの近くで物理法則が変化するかどうかを調査する。収集した観測データは地球に送信されるが、このプロセスに 20 年かかるため、探査計画全体で合計約 80～100 年を要することになる。バンビは「本当に突拍子もない、ある意味 SF に近い話だと思われるかもしれない」として「だが、

重力波は弱すぎるため検出できないと言われていたけれども、100 年後には検出された。ブラックホールのシャドウ（ブラックホールの重力で曲げられた光が事象の地平線の周囲をリング状に縁取る中に影として見える部分）は観測できないと考えられていたが、50 年後の今日には 2 つを捉えた画像が得られている」と話している。



世界 8 カ所の望遠鏡をつないで構成された地球サイズの仮想電波望遠鏡イベントホライズン（EHT）によって人類史上初めて撮影された銀河 M87 の中心にある超大質量ブラックホールのシャドウ（影）（Event Horizon Telescope Collaboration）（forbes.com 原文） 翻訳＝河原稔

<https://uchubiz.com/article/new64710/>

宇宙開発が趣味のサラリーマンが開発した「音楽作曲演奏衛星」、ISS に-AI が作曲、地上に送信

2025.08.13 09:00

[UchuBiz スタッフ](#)

一般社団法人リーマンサットスペースズ（東京都江戸川区）が取り組む「リーマンサット・プロジェクト」で開発されたキューブサット「RSP-03」（愛称「ハモるん」）が国際宇宙ステーション（[ISS](#)）に打ち上げられる。8 月 8 日に発表した。ISS への物資補給ミッション「SpaceX CRS-33」（SpX-33）として、米 Space Exploration Technologies（SpaceX、スペース X）の無人補給船「Cargo Dragon」に格納されて、米東部時間 8 月 21 日午前 3 時 57 分に SpaceX のロケット「Falcon 9」で打ち上げられる予定。ハモるんは、ISS に運び込まれ、約 1 カ月後に ISS の日本実験棟（JEM）「[きぼう](#)」から軌道に放出される計画となっている。



大きさが 1U（10cm×10cm×10cm）のキューブサットであるハモるん（出典：リーマンサットスペースズ）
（出典：リーマンサットスペースズ）

リーマンサットスペースズは自らを「趣味としての宇宙開発」を掲げる民間宇宙開発団体と説明。夢や好奇心から始まる「人を中心とした宇宙開発」を通じて、誰でも、いつでも、好きなように目指すことのできる宇宙開発の実現を目指しているという。メンバーはほぼ全員が他に本業があるサラリーマンであり、仕事の合間を縫って、人工衛星開発や広報活動に取り組んでいると説明する。

「音楽作曲演奏衛星」であるハモるんのメインミッションは、宇宙空間で取得した星空のデータや衛星周囲の環境情報をもとに AI（人工知能）で自動で作曲し、その楽曲を地上に送信すること。宇宙空間で生成された音楽は、地上にダウンリンクしたのち、専用ウェブサイトで公開される予定。

1 機目となる零号機「RSP-00」は 2018 年 10 月 6 日に、2 機目の初号機「RSP-01」は 2021 年 3 月 14 日に、それぞれきぼうから軌道に投入されている（弐号機である「RSP-02」は 2025 年度に打ち上げ予定。RSP-03 は参考機になる）。

零号機は「宇宙ポスト」として集められた“お願いごと”をデータにして宇宙に届けられ、宇宙ポストで集め

られたお願いごとを音声とテキストにして地球に送信するというミッションだった。初号機は、零号機と同じ宇宙ポストがミッションだが、メインミッションの「宇宙で自撮り」に成功した。

SpaceX CRS-33 は、米航空宇宙局（NASA）が ISS への物資補給を民間企業に有償で委託する「商業補給サービス（Commercial Resupply Services : CRS）」の第 2 フェーズ（[CRS-2](#)）の一環。

関連情報 [リーマンサットスペースズ プレスリリース（PR TIMES）](#) [ハモるん専用ウェブサイト](#)
[ハモるんの作曲プロセス](#) [リーマンサットスペースズ](#) [SpaceX CRS-33](#)

<https://forbesjapan.com/articles/detail/81256>

2025.08.17 09:15

ホーキング博士も選んだ宇宙葬 墓じまい世代に広がる終活の選択肢



[Forbes JAPAN Web-News | Forbes JAPAN 編集部](#)



Getty Images

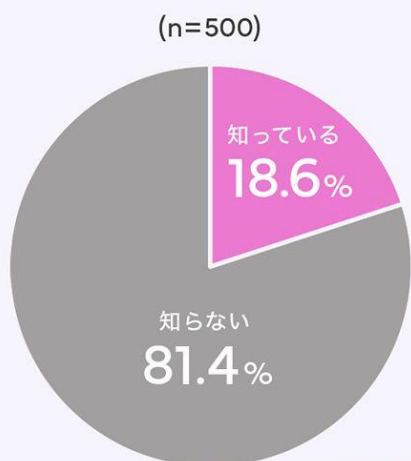
普段はあまり触れたくもないことだが、お盆の時期ぐらい自分の葬儀について考えてみるのもいいだろう。このごろは小規模な家族葬が人気で、葬儀はどんどん縮小する傾向にある。だが、人生最後の晴れ舞台を文字どおり「どーん」と派手にやるのも悪くない。それなら宇宙葬や花火葬がもってこいだ。

SEO などのデジタルマーケティング事業を展開する NEXER（ネクサー）は、全国の男女 500 人を対象に「一風変わった葬儀」についてアンケート調査を行った。そこで登場したのが「宇宙葬」と「花火葬」だ。

宇宙葬の認知度を尋ねると、約 19 パーセントの人が知っていた。このごろでは、スティーブン・ホーキング博士や『スタートレック』のスコッティ役で親しまれた俳優ジェームズ・ドゥーアンが宇宙葬を行って話題になった。遺骨をロケットに乗せて打ち上げ、宇宙に散骨するというものだ。

Q. あなたは「宇宙葬」を知っていますか？

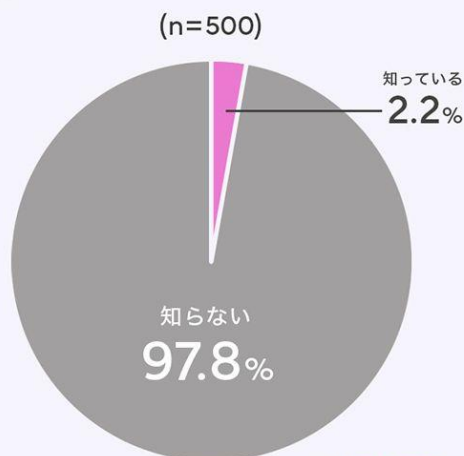
※「宇宙葬」とは、遺灰などを収めたカプセルをロケットに載せて宇宙空間に打ち上げる、散骨の一形態です。



NEXER INC.

Q. あなたは「花火葬」を知っていますか？

※「花火葬」とは、パウダー加工した遺骨を花火玉に込め打ち上げる、散骨の一形態です。



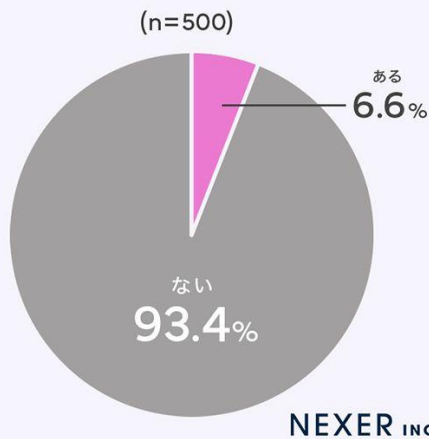
NEXER INC.

宇宙葬に興味があると答えた約 14 パーセントの人たちの意見には、「人が亡くなったら、お星さまになるとよく聞いて育ったので、本当に星になりたいと思う」、「思ってみたら地球は宇宙のごくごくわずかな存在にすぎ

ないので、そこに埋めるより広い宇宙に飛ばしたほうが『終わり』ではあるがロマンがある」と壮大な夢を語る人もいれば、「お墓とかいらないうし納骨堂なども不要だから」と冷めた人もいます。費用も 30 万円ほど思ったほどは高くないので、意外に現実的な選択だ。

次に「花火葬」についてたずねると、知っている人はわずかに約 2 パーセント。ほとんど知られていない。これは、遺灰を花火に入れて空高く打ち上げる散骨の一種だ。花火葬に興味があると答えた人からは、「最後にひと花咲かせたい」、「おくる人が楽しそう」、「あとかたもなく散れそう」といった意見が聞かれた。「やりたくないけど見てみたい」という人もいた。まさに、跡形もなく散りたい人には「散った」感が最大の葬儀になるだろう。

Q. 将来的な自分自身の葬儀について、何か変わったことをしてみたいなど思うことはありますか？



だが、現実には変わった葬儀をしたいと思う人は 1 割に満たない。遺族の悲しみを考えれば遊び感覚で企画するものではないということか、葬儀に関しては保守的な人が圧倒的に多い。自身の葬儀で「何か変わったこと」をしたいと望むわずかな人たちからも、自分の灰を「どこかに捨ててほしい」、「森林にひっそりと埋葬してほしい」、「骨を肥料に混ぜて樹木育成などに活かしてほしい」など、派手な方向ではなく、むしろお金をかけずに地味にやりたいという意向が多く聞かれた。墓の維持が困難になり「墓じまい」をする人が増加傾向にある。だが墓じまいにも相当な費用がかかるため思うに任せない。それなら、花火葬で「どーん」と散ってしまえば後の心配も無用だ。花火葬を行っている葬儀社はまだ少ないが、合同プランなら 50 万円程度からあるようだ。意外に理に適っているかもしれない。 [プレスリリース](#) 文 = 金井哲夫

<https://uchubiz.com/article/new64731/>

南相馬市を「宇宙実証の聖地」にー福島スペースカンファレンス 2025 現地レポート

2025.08.14 08:00 [藤井 涼（編集部）](#)

福島県南相馬市で、東北最大級の宇宙ビジネスカンファレンス「[福島スペースカンファレンス 2025](#)」が 8 月 8 日に開催された。2023 年から年 1 回のペースで開催されており、今年で 3 回目となる。県内外から 300 名近くが訪れ、JR 常磐線の小高駅周辺に設けられた 3 カ所の会場を行き交いながら目的のセッションに参加した。



3 回目の開催となった「福島スペースカンファレンス 2025」

3つの会場が用意され、参加者は目的のセッションに合わせて会場を行き来した

カンファレンスでは、政府や福島県が6月に取りまとめた「[復興の青写真](#)」において示された、福島沿岸を「実証の聖地」とするという構想を実現するにはどうするべきか、行政、宇宙スタートアップ、地元住民らがそれぞれの立場から議論した。その中で多くのキーパーソンらが語った福島、特に南相馬市の強みは、(1) 広大な土地があること、(2) 行政の意思決定が早いこと、(3) 復興を目的とした補助金制度があること、(4) 宇宙スタートアップの集積地になりつつあることだ。

「広大な土地」や「行政の熱意」に強み

広大な土地を生かした施策としては、2020年に南相馬市に全面開所した実証施設「[福島ロボットテストフィールド](#)」がある。敷地内には、「無人航空機エリア」「インフラ点検・災害対応エリア」「水中・水上ロボットエリア」「開発基盤エリア」「滑走路エリア」などが設けられている。これまでにドローンやロボットを中心に1200件を超える実証が行われており、まだ事例は少ないが宇宙企業による実証も行われている。



福島ロボットテストフィールド（出典：福島イノベーション・コースト構想推進機構）

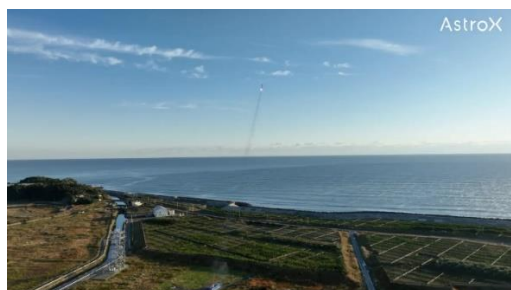
また同テストフィールドの近くには、三菱倉庫が2025年に開設した宇宙に特化したインキュベーション施設「MLC SPACE LAB」もある。現在はAstroX、ElevationSpace、SPACE WALKERの3社が入居している。なお、MLC SPACE LAB内ではないが、インターステラテクノロジズや将来宇宙輸送システムも南相馬市に福島支社を構える。宇宙実験プラットフォームを開発するElevationSpace代表取締役CEOの小林稜平氏は「宇宙産業に大事なのは開発環境の整備。クリーンルームや振動試験などの環境をスタートアップが最初から構築するのは大変」と、MLC SPACE LABの一区画を借りられるメリットを語る。



三菱倉庫が開設した宇宙特化のインキュベーション施設「MLC SPACE LAB」。AstroX、ElevationSpace、SPACE WALKERの3社が入居している

入居のメリットを語るElevationSpace代表取締役CEOの小林稜平氏（右）

沿岸部から実際にロケットの打ち上げ実証ができることも強みだ。2024年にはロケットスタートアップのAstroXが2回、神奈川大学が1回、合計3回のロケットが打ち上げられた。またElevationSpaceは、ヘリコプターを使って大気圏再突入カプセルを上空から落下させる試験を南相馬市沖の海域で2回ほど実施している。



AstroX が 2024 年 11 月にロケットを打ち上げた（出典：AstroX）

AstroX 代表取締役 CEO の小田翔武氏

さらに、行政の意思決定の早さや、復興を目的とした補助金制度などが決め手となり、多くの宇宙スタートアップを誘致することに成功した。AstroX 代表取締役 CEO の小田翔武氏は「昨年 4 月に南相馬市に宇宙室ができて、8 月と 11 月にはロケットの打ち上げ実証ができた。ものすごいスピード感」と振り返り、仮に他の地域で取り組んだ場合 1~2 年遅れていた可能性もあると話す。

SPACE WALKER の創業者である眞鍋顕秀氏は、もともと会計士として福島の復興に携わっていた過去を語りつつ、震災後しばらくは現地で見られなかった「福島から宇宙産業を生み出す」という機運がここ数年で急速に高まっており、行政の二人三脚で取り組む熱意にも打たれたことで、南相馬市に本社を移転することを決めたと経緯を明かした。



SPACE WALKER の創業者である眞鍋顕秀氏 LAND INSIGHT 取締役の遠藤嵩大氏

福島を「実証の聖地」にするには？

福島沿岸を実証の聖地として確固たるものにするにはどうすべきか。そのためには 2024 年に福島県が指定された「国家戦略特区（新技術実装連携“絆”特区）」をもっと活用すべきだと、宇宙スタートアップ各社は口を揃えた。たとえば、国内でロケットを打ち上げる際には、各省庁への煩雑な申請が必要になり、リソースに限りがあるスタートアップには大きな負担となっている。そこで、国家戦略特区の福島県に関しては米国の FAA（連邦航空局）のように申請を一本化できることが望ましいと AstroX の小田氏は話す。衛星データによって農業行政の現地確認業務の負担軽減を進める LAND INSIGHT の取締役である遠藤嵩大氏は、「いずれ衛星やドローンで確認しましょうというルールに変えるフェーズがどこかで来ると思うが、国が一気に変えるのは難しい」と指摘。まず福島県でこの仕組みをいち早く作り、それを全国に広げていければと思いを語った。

技術開発の側面が強い実証だが、スタートアップとしての実績作りをする上でも、実証環境は役立つと SPACE WALKER 創業者の眞鍋氏は話す。「実績はあるんですか？どこで使われましたか？とよく言われるが、スタートアップは実績がないのが当たり前。（南相馬市が）実績作りの地になってくれると、社会実装までスピード感を持って進められるし、競争力が出てくるのではないかと」（眞鍋氏）。また、民間事業が具体化してこなければ法整備なども進まないことから、国を動かすためにも実証による実績づくりは重要になると強調した。

カンファレンスでは、他の地域との連携の可能性についても触れられた。たとえば東京都では、スタートアップの成長支援プログラム「Tokyo Innovation Base（TIB）」に注力しており、多数のスタートアップが参画している。都内に実証環境を設けることは難しいため、実証の場として福島ロボットテストフィールドを提供することで相互にメリットを作れるのではないかと、経済産業省 大臣官房 福島復興推進グループの加島優氏や、東京都 スタートアップ戦略推進本部の直井亮介氏は展望を語った。



福島と東京など地域連携の可能性について議論 インターステラテクノロジズ取締役の中山聡氏（右）
宇宙を「地域に愛される」産業に

新たな宇宙開発の地として注目を集める南相馬市だが、忘れてはならないのが地域住民の思いだ。国や県だけで議論し、福島沿岸の地域住民や企業を置き去りにしてほしくはないと、南相馬航空宇宙産業研究会の高山慎也会長は苦言を呈す。また、県外企業だけでなく、地元企業への支援策の拡充なども求めた。

宇宙スタートアップの集積地となりつつある一方で、中長期的には地元企業とのサプライチェーンをいかに構築していくかが課題となる。各社ともにまだ量産フェーズにないため定期発注は難しいが、インターステラテクノロジズ取締役の中山聡氏は「サプライヤーが宇宙をやりたい時に、（開発したものが）宇宙で使えるかどうかを我々が評価することはできる」と語り、当初はできる範囲から連携を模索していきたいと話した。

本当の意味で「実証の聖地」となるには、宇宙と関係のない住民も巻き込み、地域に愛される産業に育てていく必要がある。すでにインターステラテクノロジズや将来宇宙輸送システムが地元の学校を訪れて出前授業などもしているが、今後はさらに実証実験の様子なども積極的に公開するなどして、住民の理解を得られるよう努めていく必要があると登壇者らは語った。

<https://uchubiz.com/article/new64952/>



2025.08.15 15:00

[塚本直樹](#)、[田中好伸](#)（編集部）

トランプ大統領、宇宙での商業活動を促進させる大統領令に署名-宇宙港の建設を迅速化

Trump（トランプ）米大統領は米国時間 8 月 13 日、規制による遅延を大幅に削減し、国内の打ち上げインフラを拡大する新たな大統領令に署名した。米メディア Space.com が[報じている](#)。

「[商業宇宙産業における競争の促進](#)」と題された、この大統領令は、複数の連邦機関に対し、打ち上げライセンス供与の合理化、[宇宙港](#)建設の迅速化、そして新たな宇宙空間産業の支援強化を指示するものだ。

大統領令では、運輸省（[DOT](#)）に対し、ロケット開発スケジュールのボトルネックとなっていた環境審査を短縮し、打ち上げと再突入の承認プロセスを簡素化するように求めている。また、重複している許可手続きを撤廃し、新たな宇宙港建設をより迅速に認可するよう各機関に促している。

大統領令の下では、軌道上での燃料補給や微小重力下での製造といった新たな宇宙技術のために、合理化された承認システムが創設される。米航空宇宙局（[NASA](#)）、運輸省、商務省（[DOC](#)）の宇宙商務局、国防総省（DOD）は、それぞれの審査プロセスを統合的に合理化する。 今回の大統領令では、運輸省での商業宇宙担当顧問の設置、米連邦航空局（[FAA](#)）の商業宇宙担当責任者の政治任命ポスト化、商務省の宇宙商務局の長官室直轄化も明記している。Space.com は「宇宙政策の策定での商務省の発言力を強化する」と指摘している。

大統領令では、テキサス州南部の沿岸端にある、米 Space Exploration Technologies（SpaceX、スペース X）が開発しているロケット「Starship」（スターシップ）の打ち上げ施設「Starbase」（スターベース）のような商業宇宙港プロジェクトへの沿岸域管理法による干渉や州レベルの環境関連の障害も問題視している。

署名に同席した、運輸長官と NASA 暫定長官を兼務する [Sean Duffy](#)（ショーン・ダフィー）氏は「次のイノ

ベーションの波を解き放ち、軌道上での米国の長期的なリーダーシップを確保するための極めて重要な動きである」と称賛した。Space.com は、今回の大統領令での NASA の位置付けについて「主導機関というよりは調整機関としての役割が中心」と説明。NASA は「審査を効率化し、イノベーションを加速させる道筋を評価するという同じ指示を負っているが、新たな権限は付与されていない」と解説する。

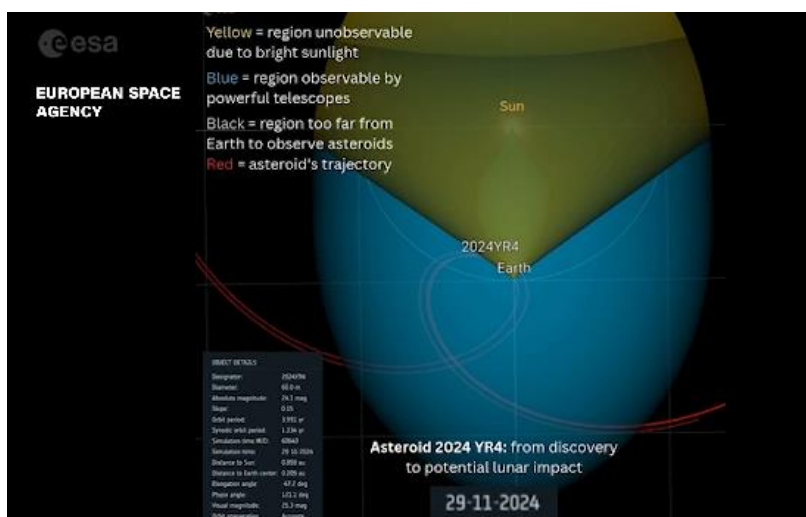
Duffy 氏は、大統領令による措置は「NASA と民間事業者との協力を支援し、打ち上げインフラへのアクセスを改善する」と話している。しかし、Space.com は「規制する権限は実際のところ、運輸省や商務省の宇宙商務局、FAA に移っている」と指摘している。「大統領令は、NASA の統制を超えた新たな権力基盤が出現し、商業主導の宇宙開発への動きが継続していることを示している」(Space.com)

関連情報 [大統領令「商業宇宙産業における競争の促進」](#) [NASA プレスリリース](#) [Space.com](#)

<https://www.cnn.co.jp/fringe/35236736.html>

小惑星「2024 YR4」、地球ではなく月に衝突する可能性 そのとき何が起こるのか？＜上＞

2025.08.16 Sat posted at 18:04 JST



アポロ11号の乗組員が月の裏側で目撃したように、月面は「ダイダロス」のようなクレーターで覆われている/NASA

European Space Agency

(CNN) 小惑星「2024 YR4」は見えない位置に飛び去ったものの、依然として科学者の頭から離れていない。「2024 YR4」はビルほどの大きさの天体で、当初は地球に衝突する可能性があると言われていた。現在は、太陽周回軌道上の望遠鏡では観測不可能な位置を移動中だ。しかし、YR4が再び見える位置に戻ってくるのを科学者が待つ間、その軌道は修正され、今度は月に衝突する可能性に注目が集まっている。2024年末に発見されたYR4は当初、32年12月22日までに地球と衝突する恐れがあると見られていた。衝突の確率は観測のたびに変化し、今年2月にはピークとなる3.1%を記録。観測史上最も危険な小惑星になった。天文学者がYR4のサイズや軌道を絞り込むうえで重要な役割を果たしたのが、地上望遠鏡や宇宙望遠鏡だ。より正確な測定を行った結果、最終的に地球衝突の可能性を排除することができた。

米航空宇宙局(NASA)によると、YR4が見えなくなる前の6月上旬に行われた観測により、7年後のYR4の位置に関する天文学者の知見は20%近く向上したという。

このデータによると、地球との直接衝突は回避されても、YRが32年後半に月に衝突して脅威を及ぼす可能性は残る。衝突が起きれば、人類は希少な観測機会を得ることになるが、細かい月の物質が地球に飛来する可能性もある。万一YR4が月に衝突しても地球に大きな物理的危険はないが、その時点で月面にいる宇宙飛行士やインフラは危険にさらされる可能性がある。航法や通信など、生活に不可欠な側面のスムーズな運用を支える地球周回衛星にも危険が及びかねない。低軌道上の宇宙探査機も破片の進路に入る可能性があるが、国際宇宙ステーション(ISS)に関して言えば、衝突の可能性が指摘される時期より前に軌道離脱する予定だ。当初、YR4は「惑星防衛」という重要な研究の必要性を示す事例と目されていた。惑星防衛研究では小惑星の発見と追跡を行い、どの小惑星に地球衝突の可能性があるかを判断する。いま天文学者の間では、YR4の

存在によってこの研究分野が扱うリスクの範囲が再定義を迫られ、研究対象を拡大して、月へ向かう可能性を秘めた小惑星も監視に含める必要が出てくるかもしれないとの声が出ている。

「もしかしたら、防御の盾をもう少し遠くまで展開する必要があるのかもしれない。我々はそのことに気づき始めている」。そう語るのは、カナダのウェスタン・オンタリオ大学で天文学と物理学を研究するポール・ウィーガート教授だ。「現在は地球からやや離れた場所にも守る価値のある物が存在するので、できれば我々の視野を少し広げ、そうしたものも視野に入れていきたい」現状、研究者たちはY R 4の月衝突によって生じうる混乱の規模や、それを軽減する策が何かあるかを見極めているところだ。



太陽を周回する小惑星を描いた想像図/ESA

「シティーキラー」が月へ

脅威となるこの岩塊は、天文学の強力な観測機器の数々をもってしても、小さな光の点にしか見えない。稼働中の宇宙望遠鏡で最も強力なジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡を使った今年3月の観測によると、実際には、Y R 4の直径は60メートルほどである可能性が高い。

ウェッブ望遠鏡でY R 4を観測したマサチューセッツ工科大学（MIT）のジュリアン・デ・ウィット准教授（惑星科学）は、「大きさはエネルギーに等しい」と説明。「Y R 4の大きさを知ることによって、爆発がどれほどの大きさになりうるか理解できた」と振り返る。



ウェッブ望遠鏡は今年3月、搭載する観測機器「NIRCам」と「MIRI」を使用してY R 4の画像を撮影した/A Rivkin/Webb/STScI/CSA/NASA/ESA

米ジョンズ・ホプキンス大学応用物理研究所の惑星天文学者、アンディ・リブキン氏によると、天文学者は「惑星キラー」に分類される地球近傍小惑星の大半をすでに発見したと考えている。惑星キラーとは、文明に終わりをもたらす可能性を秘めた直径1キロ以上の宇宙の岩を指す。6600万年前に地球に衝突し恐竜を絶滅させた「惑星キラー」は、直径およそ10キロだったと推定されている。

発見後に俗に「シティーキラー」と呼ばれるようになったY R 4のような比較的小さな小惑星でも、地球に衝突すれば地域一帯を壊滅させる可能性がある。NASAによると、直径140メートル超1キロ未満の地球近傍天体（より広い範囲を破壊する可能性がある）の場合、特定されているのは4割ほどだという。

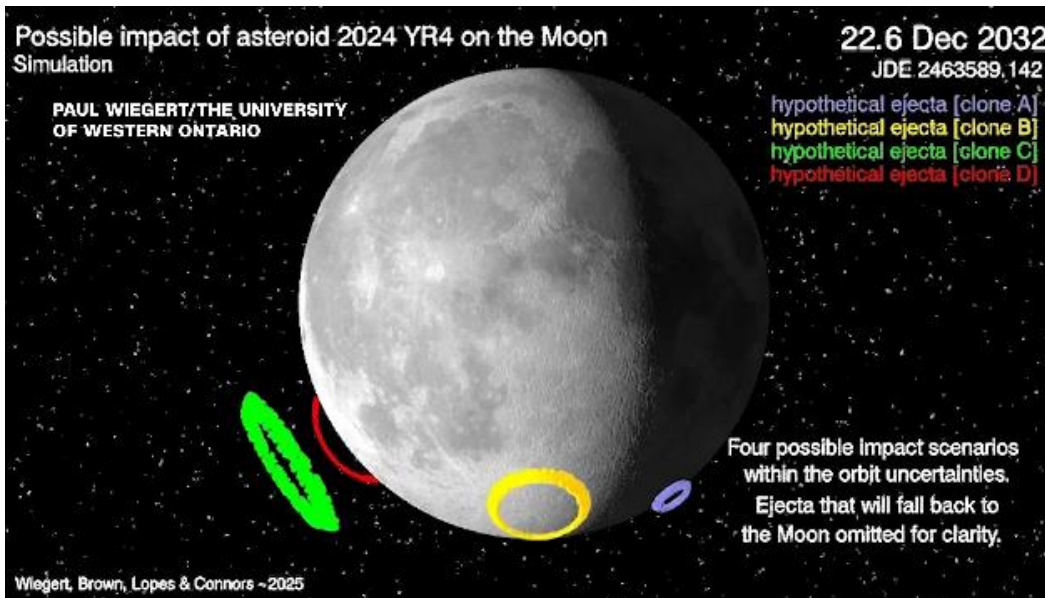
しかしウィーガート氏によれば、天文学者はいまだかつて、これほどの規模の衝突が月で起こるのをリアルタイムで観測したことはない。Y R 4が見えなくなる前の6月3日に行われた最後の観測では、月衝突の確率が

4. 3%に上がることが判明した。これは低い確率とはいえ、その場合に起こりうるシナリオを科学者が検討するには十分な数字だった。

目を見張る流星群が発生か、危険も

初期段階の計算では、衝突は地球から見える月の表側で起きる可能性が最も高い。

ウェブ望遠鏡によるY R 4の調査を主導してきたリブキン氏は、「Y R 4は非常に暗く小さい。このため我々はズーム・ウェブ宇宙望遠鏡を使うことで、地上から観測するよりも長い期間、位置を測定することに成功した」「そのおかげで、我々はY R 4の軌道をはるかに正確に算出できるようになった。今ではY R 4が将来どこに向かうか、向かわないかを高い精度で把握できている」と話す。ウィーガート氏によれば、衝突によって数秒間、肉眼で見えるほど明るい閃光（せんこう）が発生する可能性もある。ウィーガート氏が筆頭著者を務めた論文は米天文学会の学術誌に最近提出され、月衝突の可能性について分析している。



新たな研究により、Y R 4が衝突する可能性のある月面の4カ所がモデル化された(Paul Wiegert/Western University)

衝突が起きた場合、月に推定1キロの幅のクレーターを形成する可能性がある、ウィーガート氏は指摘。リブキン氏の補足によれば、これはアリゾナ州のメテオクレーターに匹敵する大きさだという。ウィーガート氏の研究のモデリングによれば、月への衝突としてはここ5000年で最大規模になるとみられ、月の岩石や塵（ちり）を最大1億キロ分放出する可能性がある。

数十センチ程度の大きさの破片でも、月にいるかもしれない宇宙飛行士や、研究や居住を目的に建設された構造物にとっては脅威になり得ると、ウィーガート氏は話す。月には大気がないため、衝突で生じた破片は月面の広い範囲に飛び散る可能性があるとも言い添えた。

NASAによれば、地球から月までの距離は平均38万4400キロ。

破片は信じられないほど高速で移動するため、小惑星の衝突から数日～数カ月で大きめの砂粒ほどのサイズ(0.1～10ミリ)の月物質が地球に到達し、目を引く激しい流星群を生み出す可能性もあるという。

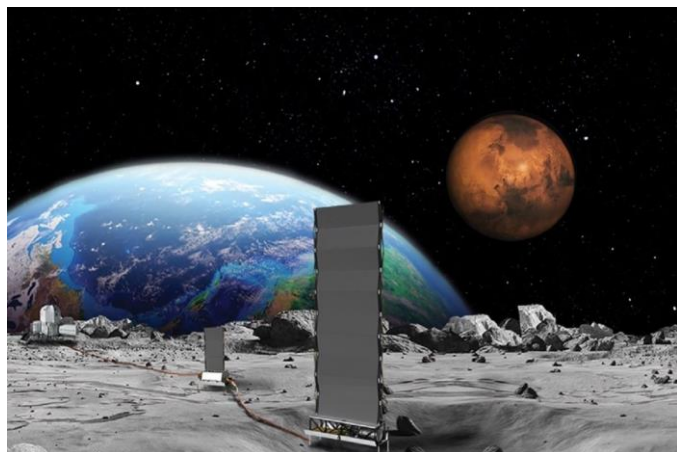
「地上の人には全く危険がない」とウィーガート氏。「大きな岩、あるいは角砂糖以上の大きさの物が飛来するとは考えていない。地球の大気が良い具合に我々を守ってくれるだろう。ただ、弾丸を上回る移動速度になることから、人工衛星に衝突した場合、一定の損傷を引き起こす可能性はある」と指摘する。

ただし米セントルイス・ワシントン大学によれば、地球に到達する月の破片全てがこれほど小さいわけではなく、衝突の角度やタイプによっても左右される。宇宙の岩は何百万年にもわたって月面に衝突しており、この結果、地球上では様々な大きさの月隕石（いんせき）が発見されている。

<https://forbesjapan.com/articles/detail/81303>

2025.08.15 10:30

米「月面原子炉」建設計画、NASA はすでに準備を進行中



NASA の月面原子炉計画の構想を描いた想像図（NASA）

米航空宇宙局（NASA）の暫定長官を務めるショーン・ダフィーは 5 日、トランプ米政権が実用可能な核分裂反応炉を 2030 年までに月面に設置する意向であることを明らかにした。「米国は月開発競争の只中にある。中国との月の開発競争だ」と、ダフィーは述べている。

原子炉の設置は、月の塵の中に旗を立てるよりも効力がある。ダフィーは、原子炉の周囲を「立入禁止区域」にする案に言及した。立入禁止区域を設ければ、氷水があるクレーターなどの望ましい領域の領有権を有効に主張できる。

ダフィーの 5 力年計画は野心的すぎるように思われるだろうか。NASA と請負企業の多くが長年、原子力に依存していることを考えると特にそうでもない。1960 年代以降、NASA は原子力（放射性同位体）電池を用いて、アポロ計画、宇宙探査機、火星着陸機に電力を供給してきた。原子力電池は、プルトニウム 238 や他の放射性同位体が崩壊する際に放出する熱を電気エネルギーに変える。アポロの原子力電池は今も月面にあるほか、太陽系を離れた初の人工物である探査機のボイジャーやパイオニアにも原子力電池が搭載されている。

だが、これらの電池の出力はわずか 100 ワット（W）以下だ。ダフィーが言及しているような核分裂反応炉の方がはるかに複雑だ。この反応炉はウラン燃料の核分裂で熱を発生させ、100 キロワット（kW）の電力を出力できる。これは地球の一般家庭数十世帯分の電力需要に相当するにとどまる。月面基地に電力を供給するには多数の核分裂炉が必要になるだろう。

月面に原子炉は必要なのか。NASA は 10 年前、答えはイエスだと判断した。月面では多くの場所で夜が 14 地球日の間続くため、太陽光パネルは頼みにならない。また、石油や石炭や天然ガスは、たとえ軌道に乗せることができても、真空中では燃焼させることは不可能だ。

NASA はまず、「キロパワー計画」を通じてマイクロ（超小型）原子炉技術を検証した後、2022 年には 40kW 発電システムの設計を完成させる目的で、3 つのコンソーシアム（共同企業体）と 500 万ドル（約 7 億 4000 万円）の開発契約を交わした。[月面原子力発電（FSP）計画](#)の仕様の要求事項としては、システムは総重量が 6 トンで、円筒状容器（直径約 4m、全長約 6m）に格納可能なこと、自動制御で 10 年間稼働可能なこと、整備や燃料補給が不要なことなどが挙げられている。

これは厳しい要件になっていると、米アイダホ国立研究所（INL）で FSP 計画を率いるセバスチャン・コルビシエロは指摘する。コルビシエロのチームは、1 年にわたり NASA 発電システムの設計案を開発した 3 つの企業体を選定した。「地球では、原子炉が軽量で小型になるように設計されることはない。宇宙空間では、ロケットに積載できるようにできるだけ質量を小さくする必要がある」と、コルビシエロは説明している。

月面原子炉は、火星の植民地を維持できるシステムの開発に向けた重要で不可欠な第一歩となると、コルビシエロは強く考えている。コルビシエロのチームが [2023 年に明らかに](#)したように、「月面原子力発電は月での持続可能な滞在に必須」なのだ。

[次ページ > NASA 暫定長官「米国が最初に到達し権利を主張したい」](#)

2022 年の設計開発契約のためにコルビシエロのチームが選定した共同企業体は次の 3 つだ。1 つ目は米航空大手ロッキード・マーチンで、BWX テクノロジーズ（BWXT）と Creare と提携する。ロッキードと BWXT のチームはすでに、原子炉を動力源とする NASA の 5 億ドル（約 740 億円）の実証宇宙船 [DRACO](#)（Demonstration

Rocket for Agile Cislunar Operations) 開発プロジェクトに取り組んでいる。2つ目は実績豊かな原子炉開発企業の米ウェスチングハウス(WE)で、エアロジェット・ロケットダインと提携する。WEは既存の同社製マイクロ炉eVinciを改造する計画だ。3つ目は小型モジュール炉を開発するスタートアップのXエナジー(X-Energy)で、Maxarと米ボーイングと提携する。Xエナジーは現在、[アマゾン](#)と米化学大手[ダウ・ケミカル](#)のマイクロ原子炉開発プロジェクトに取り組んでいるが、NASAの指示書で求められている規格化されたHALEU(高純度低濃縮ウラン)燃料ではなく、自社独自の規格外の燃料源を用いようとしている。

コルビシエロはそつがなく、どの企業体のアプローチを選ぶかについての憶測を述べようとはしない。最終的なシステムは、核分裂の熱エネルギーを電気に変換する[スターリングエンジン](#)を採用し、メルトダウンを防ぐ液体ナトリウム循環ループを搭載する可能性が高い。月面に原子炉を5年以内に設置することが可能だろうか。

「はい、実行可能だと私は考えている」と、コルビシエロは答えている。だがそれは、NASA有人月面探査「アルテミス」計画の飛行システムの残りの部分の開発続行(初の有人飛行[アルテミス2](#)計画は2026年初めに実施予定)と、NASAがその資金を調達できるかどうかにかかっている。

地球では、マイクロ原子炉の建設費用は数十億ドル(数千億円)に及ぶ。NASA暫定長官のダフィーによると、トランプ政権はできるだけ早く月面に原子炉を設置しないわけにはいかないのだ。中国は月面探査機「嫦娥(じょうが)8号」を2029年に打ち上げる予定だ。その目的は、2030年代中頃までにロボットと3Dプリンターを用いて月面基地を建設する方法をテストするためだ。ダフィーによると中国も米国も、月の極域付近にある太陽光が常に降り注ぐ領域の最も優良な月の土地を独占したいと考えている。「そこには氷があり、太陽光が降り注いでいる。米国はそこに最初に到達し、自国の領有権を主張したいと考えている」と、ダフィーは述べている。(forbes.com 原文) 翻訳=河原稔

<https://wired.jp/article/lunar-trailblazer-mission-cause-revealed/>

2025.08.15

NASAが運用停止した月面探査衛星「ルナ・トレイルブレイザー」の知見は、“月面の水”を探る挑戦の礎となる

NASAが運用を停止した月面探査用の小型衛星「ルナ・トレイルブレイザー」について、打ち上げ翌日に通信が途絶した原因が明らかになった。月面の水分布を可視化する計画は中断を余儀なくされたが、その知見は将来の探査に生かされることになる。



ソーラーパネルのひとつを展開した状態でクリーンルームで検査を受けている月探査衛星「ルナ・トレイルブレイザー」。2025年2月に打ち上げられたが、通信が途絶えたことでミッション終了を余儀なくされた。

Photograph: Lockheed Martin Space

月面の水分布を高精度でマッピングする予定だった小型衛星「[ルナ・トレイルブレイザー](#)」は、その任務を果たすことなく深宇宙へと消えていった——。カリフォルニア工科大学の管制チームがこの衛星と最後に交信できたのは、打ち上げ当日の夜のことだった。ところが、翌日に通信が途絶えたまま回復しない状況が続き、米航空宇宙局(NASA)はルナ・トレイルブレイザーによる月面探査ミッションの終了を7月31日に発表したのである。ルナ・トレイルブレイザーがフロリダ州のケネディ宇宙センターから打ち上げられたのは、2025年2

月 26 日午後 7 時 16 分（米東部時間）のことだった。それから約 48 分後に予定通りロケットから分離され、午後 8 時 13 分に最初の通信が確立されている。管制室が受信した信号は正常で、ミッションは順調な滑り出しに見えた。ところが翌日になって突然、ルナ・トレイルブレイザーからの応答が途絶える。その後の調査で直前に受信できていた僅かなデータを解析したところ、ソーラーパネルが太陽の方向に適切に向いていなかったことが明らかになった。これにより、バッテリーの電力を急速に消費してシステムの停止に至ったことが、ルナ・トレイルブレイザーとの双方向通信が失われた原因と考えられている。結果として管制チームは、機体の状態を十分に診断することも、軌道修正に必要なスラスター噴射を実行することもできなくなった。

「望んだ結末ではありませんでしたが、この経験は将来の低コスト小型衛星による革新的な科学探査のリスク低減につながります」と、NASA 科学ミッション局で副局長を務めるニッキー・フォックスは[説明する](#)。「月面での持続的な有人活動を見据えた重要な一歩でした」

月面の“水の地図”を求めて

ルナ・トレイルブレイザーのミッションは、[月](#)の表面に存在する[水](#)を高解像度で観測し、その位置や形態、量、時間による変化を明らかにすることが目的だった。こうして月面の“水の地図”を描き出せば、将来のロボット探査や有人探査の計画立案に役立つだけでなく、太陽系内の大気をもたない天体における水の循環を理解する手がかりにもなるはずだった。通信が途絶した後、世界各地の協力機関は数カ月をわたってルナ・トレイルブレイザーからの電波の受信を試みた。しかし、地上レーダーや光学観測で位置情報を追跡し続けて判明したのは、ルナ・トレイルブレイザーがゆっくりと回転しながら月を離れ、すでに深宇宙へと旅立っているという事実だった。NASA ジェット推進研究所（JPL）のプロジェクト・システムエンジニアであるアンドリュー・クレシュによると、ルナ・トレイルブレイザーが月の周回軌道から大きく外れた後にソーラーパネルに太陽光が当たってバッテリーが充電され、通信機能が復活する可能性に賭けていたという。しかし、その期待も虚しく時間の経過とともに通信可能距離を超え、やがて信号は極めて微弱になっていった。

次世代の挑戦への礎

ルナ・トレイルブレイザーは、カリフォルニア工科大学が科学調査と運用を統括し、JPL がシステム設計を担当、ロッキード・マーティンが探査機の製造と統合作業を請け負ったプロジェクトだった。NASA の小型革新型惑星探査ミッション（SIMPLEx）に選定された低コスト探査機で、Intuitive Machines による第 2 次ロボット月着陸ミッション「IM-2」に相乗りするかたちで打ち上げられた。

その機体には、JPL が開発した「高解像度揮発性物質および鉱物月面マッパー（HVM3）」と、英国のオックスフォード大学が開発した「月面熱マッパー（LTM）」が搭載されていた。HVM3 は水や鉱物の分布を可視化するための分光計で、LTM は温度データからケイ酸塩鉱物や土壌組成を解析して水分変動の要因を解明するための装置だ。これらの技術は、NASA が今後打ち上げる「UCIS-Moon」にも搭載される予定で、より高解像度の観測が実現することが期待されている。SIMPLEx は、リスク許容度を高く設定して管理要件を緩和することで、革新的な探査手法を実証することを目的としている。ルナ・トレイルブレイザーは、その象徴的な試みであり、失敗のなかにも次世代探査の芽が息づいている。短命に終わったミッションだが、技術や知見が消えることはない。今回の経験は、月面の水を探る挑戦の礎となるはずだ。深宇宙の静寂を漂う小さな探査機は、人類の探究心を象徴している。（Edited by Daisuke Takimoto）

<https://uchubiz.com/article/new64947/>

2025.08.15 13:30 [塚本直樹](#)

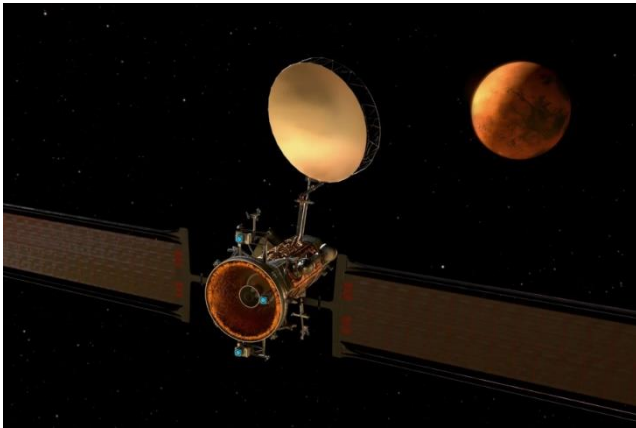
ブルーオリジン、火星と地球の通信を中継する「火星通信衛星」を発表

米 [Blue Origin](#)（ブルーオリジン）は米国時間 8 月 13 日、[火星](#)を周回しながら火星と地球の通信を中継する衛星「Mars Telecommunications Orbiter（MTO）」を発表した。

MTO は他の火星探査機よりもはるかに大容量の通信帯域を提供することで、火星表面や軌道上での無人探査、将来の有人火星探査を支援することが目的。衛星は 2028 年の打ち上げを計画している。

現在、火星からのほとんどのデータは、米航空宇宙局（NASA）が運用している「Mars Reconnaissance Orbiter（MRO）」や「Mars Atmosphere and Volatile Evolution（MAVEN）」、欧州宇宙機関（ESA）が運用している「Trace Gas Orbiter（TGO）」などで通信されている。これらの宇宙機が運用を終了した場合、MTO はそのギャップを埋めることになる。MTO は Blue Origin のモジュラー衛星バス「[Blue Ring](#)」（ブルーリング）をベースに構築されている。同社によれば、MTO は電気推進と化学推進を活用したハイブリッドスラスターシステムで運用

され、その機動能力とミッション寿命を拡大すると説明する。Blue Originによれば、MTOは「広域をカバーするブロードビームに支えられた、複数の操縦可能な高速リンク」を運用する。さらに、火星低軌道に展開式の極超短波（UHF）リレー衛星を配置することで、性能を增強できるとしている。



MTO イメージ（出典：Blue Origin）

関連情報 [Blue Origin 公式 X（旧 Twitter）アカウント投稿](#) [Blue Origin プレスリリース](#) [Space.com](#)

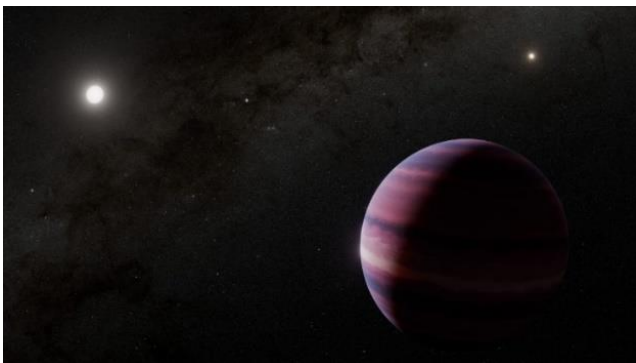
<https://sorae.info/astrometry/20250814-alpha-centauri-a.html>

太陽系に最も近い4.3光年先の恒星で木星サイズの太陽系外惑星候補を直接撮像か

2025-08-14 2025-08-14 [ソラノサキ](#)

太陽系に最も近い恒星系として知られる約4.3光年先の三重連星「ケンタウルス座アルファ星（アルファ・ケンタウリ）」。

ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡（JWST）による観測を行ったところ、この星で新たに木星サイズの太陽系外惑星が直接撮像で発見されたかもしれない……そんな研究成果が、学術誌「The Astrophysical Journal Letters」に掲載されました。



【▲ ケンタウルス座アルファ星 A（左上）を公転している可能性がある太陽系外惑星候補（右下）の想像図（Credit: NASA, ESA, CSA, STScI, Robert L. Hurt (Caltech/IPAC)）】

サイズは木星程度・質量は地球の100倍前後と推定

惑星候補が検出されたのは、三重連星を構成する星のひとつである、太陽に似た恒星「ケンタウルス座アルファ星 A」です。NASA/JPL＝アメリカ航空宇宙局のジェット推進研究所およびカリフォルニア工科大学の Charles Beichman さん、カリフォルニア工科大学の博士課程学生 Aniket Sanghi さんなどが参加した研究チームは、ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡の中間赤外線観測装置「MIRI」を使用して、2024年8月と2025年2月・4月にケンタウルス座アルファ星 A の周辺を観測しました。その結果、2024年8月の観測時に、ケンタウルス座アルファ星 A から約1.5秒角離れた場所で何らかの天体が検出されました。この天体の中間赤外線での明るさは、ケンタウルス座アルファ星 A と比べて1万分の1しかありません。この天体がケンタウルス座アルファ星 A と同じ距離にあると仮定した場合、星から約2天文単位（太陽から地球までの距離の約2倍）離れていることになります。綿密に計画された観測、分析結果、コンピューターモデリングをもとに、研究チームはこの天体が偶然写り込んだ遠方の銀河や太陽系内の小惑星などではなく、太陽系外惑星の可能性が高いと考えています。しかし、2025年2月と4月に行われた観測では、この天体は検出されませんでした。そこで、研究

チームは 2019 年に発表された論文（ESO＝ヨーロッパ南天天文台の超大型望遠鏡「VLT」で観測を実施したもの）や、ケンタウルス座アルファ星 A と連星をなすもう 1 つの太陽に似た恒星「ケンタウルス座アルファ星 B」の重力、それにジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡で得られた新しい観測データを考慮したシミュレーションを実施。2024 年 8 月に検出された天体が 2025 年 2 月・4 月に検出されなかったのは、惑星が公転して位置が移動し、地球から見てケンタウルス座アルファ星 A に近くなりすぎたために検出できなくなったからだ結論付けました。



【▲ 左：地上の望遠鏡

で撮影されたケンタウルス座アルファ星。中央：ハッブル宇宙望遠鏡（HST）が観測したケンタウルス座アルファ星 A（下）と同 B（上）。右：ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡（JWST）の中間赤外線観測装置「MIRI」で観測したケンタウルス座アルファ星 A の周辺、「S1」のラベルが付けられているのが検出された天体。ケンタウルス座アルファ星 A そのものからの光はコロナグラフを使って遮られている（星の位置は★印で示されている）（Credit: Science: NASA, ESA, CSA, Aniket Sanghi (Caltech), Chas Beichman (NExSci, NASA/JPL-Caltech), Dimitri Mawet (Caltech); Image Processing: Joseph DePasquale (STScI)）】

研究チームはこの惑星候補について、ケンタウルス座アルファ星 A から 1～2 天文単位離れた楕円軌道を公転していて、直径は木星の 1～1.2 倍、質量は土星に近く（地球の 90～150 倍）、表面温度は約 225 ケルビン（約マイナス 48℃）と推定しています。

ケンタウルス座アルファ星を構成する星のうち、太陽よりも小さな赤色矮星「プロキシマ・ケンタウリ」では、恒星の動きの変化をもとに、これまでに 3 つの惑星発見が報告されています（うち 1 つは惑星候補）。

ケンタウルス座アルファ星 A で検出された天体が実際に惑星だった場合、恒星の明るさや動きの変化をもとにした間接的な検出ではなく、MIRI による直接的な検出例となります。今後の観測で惑星の存在が確認されれば、太陽系に最も近い恒星系での直接撮像による惑星の発見として記録されるだけでなく、太陽系外惑星の研究に大きな影響を与えることでしょう。また、ケンタウルス座アルファ星を巡っては、レーザー推進で加速した超小型の無人探査機を 20 年程度で送り込む「ブレイクスルー・スターショット（Breakthrough Starshot）」と呼ばれる探査プロジェクトも構想されています。新たな惑星の発見は、こうしたプロジェクトにとって“追い風”となるかもしれません。

文／ソラノサキ 編集／sorae 編集部

関連記事

[系外惑星「プロキシマ・ケンタウリ b」は“ハビタブル”ではない？ 強烈な恒星風にさらされている可能性](#)

[太陽系に最も近い恒星「プロキシマ・ケンタウリ」へのバーチャルツアー](#)

[太陽から最も近い恒星「プロキシマ・ケンタウリ」の新たな系外惑星候補が報告される](#)

[目標は「ケンタウルス座アルファ星」 恒星間宇宙航行に挑戦するプロジェクト](#)

参考文献・出典

[NASA - NASA's Webb Finds New Evidence for Planet Around Closest Solar Twin](#)

[Beichman et al. - Worlds Next Door: A Candidate Giant Planet Imaged in the Habitable Zone of \$\alpha\$ Centauri A. I.](#)

[Observations, Orbital and Physical Properties, and Exozodi Upper Limits \(The Astrophysical Journal Letters\)](#)

[Sanghi et al. - Worlds Next Door: A Candidate Giant Planet Imaged in the Habitable Zone of \$\alpha\$ Centauri A. II.](#)

[Binary Star Modeling, Planet and Exozodi Search, and Sensitivity Analysis \(The Astrophysical Journal Letters\)](#)

<https://news.yahoo.co.jp/articles/aeaf173b1aa859b631f4dbb53bb0855b16e73325>

青森上空に激レア「流星クラスター」発生 約 1 秒間に 19 個の流れ星



[流星クラスター。天文台の監視カメラの動画から、流星の複数の画像を重ね合わせた=2025 年 8 月 13 日午前 0 時 57 分、青森県弘前市、星と森のロマンティア天文台「銀河」提供](#)

13 日未明、青森県上空で短時間に大量の流れ星が出現する「流星クラスター」が発生、青森県弘前市の「星と森のロマンティア天文台『銀河』」が撮影に成功した。活動中のペルセウス座流星群に由来し、非常にまれな現象とされる。天文台の SNS 投稿が大きな反響を呼んでいる。 [【動画】青森の天文台が撮影に成功した「流星クラスター」=星と森のロマンティア天文台「銀河」撮影](#) 天文台敷地内に設置した監視カメラがとらえた。天文台解説員の山下諄（しゅん）さんによると、13 日午前 0 時 57 分ごろ北東から南西方向、1 秒ほどの間に 19 個が流れた。「レアな事象が見られてラッキー」と軽い気持ちで投稿、「想像以上に反響があり大変驚いた」としている。 山下さんが投稿した X（旧ツイッター）では、14 日午後 7 時現在で 302 万件の閲覧があり、2.1 万件の「いいね」がついた。 国立天文台の渡部潤一上席教授によると、流星クラスターは、1997 年のしし座流星群で初めて観測。「流れ星は、そのまま地球に飛びこんでくると思われたが、宇宙空間を飛んでいる間に分裂しバラバラになるようだ。その直接的な証拠と言える」と話す。分裂する原因は分かっていないという。これまで世界で 10 件ほどしか観測例はないという。朝日新聞社