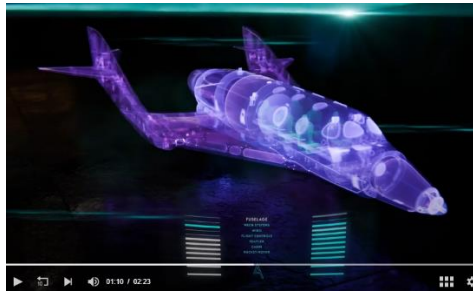


宇宙旅行：メリットとデメリットは何ですか？

ポール・サッター 2024.8.30 宇宙旅行にはファンもいるが、批判する人もいる。



2022年3月にNS-20宇宙観光ミッションを打ち上げるブルーオリジンのニューシェパードロケットの写真。(画像提供：ブルーオリジン)

ヴァージン・ギャラクティックのデルタ宇宙船は「宇宙航路の始まり」 - デザインを見る

ヴァージン・ギャラクティックはデルタ宇宙船を公開した。デルタ宇宙船は前身よりも多くの乗客を乗せてより頻繁に飛行するように設計されている。

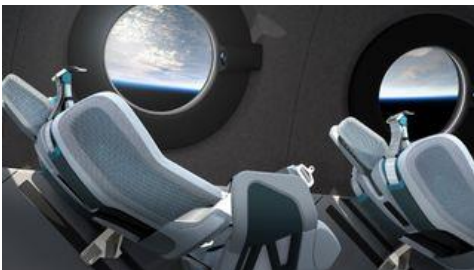
民間企業は、短時間の弾道飛行から[国際宇宙ステーション \(ISS\)](#)での数か月の滞在まで、[地球](#)を離れて飛躍する多くの機会を提供している。しかし、宇宙観光産業の出現は、活発な議論を巻き起こしている。それは、人類を[星々](#)へと推進するのに役立っているのか、それとも、実質的な価値を提供しないまま金持ちにちょっとした楽しみを与えているだけなのか？

宇宙旅行の長所と短所を見てみましょう。

関連: [20年前のスペースシップワンの歴史的な打ち上げがいかにして新たな宇宙観光時代への道を開いたか](#)

宇宙観光のメリット

宇宙旅行者と呼ばれる少数の個人は、国際宇宙ステーション (ISS) やロシアのミール宇宙ステーション行きのチケットを購入することができた。しかし、2011年にスペースシャトル計画が終了すると、NASAはそれ以上の機会をキャンセルした。しかし、イーロン・マスクの[スペースX](#)、ジェフ・ベゾスの[ブルーオリジン](#)、リチャード・ブランソンの[ヴァージン・ギャラクティック](#)など、さまざまな億万長者が率いる民間宇宙飛行会社の出現により、[状況は一変した](#)。3社のうち、ヴァージン・ギャラクティックだけが宇宙観光を促進するという長期目標を掲げており、[カーマンライン](#) (恣意的だが国際的に認められた宇宙の境界) のすぐ上での迅速な弾道飛行を提供している。有料の顧客はブルーオリジンでも同様の体験ができるが、同社は軌道産業に方向転換したいと考えている。スペースXでは軌道上で数日滞在できるが、その機会を得るには多数の政府契約に競い合わなければならない。



窓から地球が見えるヴァージン・ギャラクティック宇宙船の内部。(画像提供: ヴァージン・ギャラクティック)

ヴァージン・ギャラクティックのスペースシップツー宇宙船に搭乗した3人のイタリア人宇宙旅行者。(画像提供: ヴァージン・ギャラクティック)

宇宙旅行の推進者は、この産業のさまざまな利点を示唆している。例えば、多くの宇宙旅行者は、[微小重力が人間の健康](#)、[植物の成長](#)、物質の特性に与える影響を調べるなどの実験を積極的に実行したり、参加したりしてい

る。これは、人類を星々へと推進するために必要な真の科学である。

また、新たに発見された産業に何億ドルもの投資が入るなど、経済的な推進力もあります。企業は宇宙へのチケットを提供できるように、新しい機器、技術、テクノロジーなどを開発しています。そして、私たちが宇宙全般に投資すればするほど、私たちの共同事業はより良くなるでしょう。[ウィリアム・シャトナー](#)のような有名人を含む宇宙旅行者の頻繁な打ち上げは、メディアを賑わせている。これは今度は、一般の人々の関心をさらに高め、さらなる議論、さらなる認識、そしてさらなる資金提供につながる可能性がある。

宇宙旅行の欠点

一方、宇宙旅行の批判者は、この産業が超富裕層だけを対象としていると指摘する。皮肉なことに、これは宇宙に対する一般大衆の幻滅感につながる可能性がある。宇宙をすべての人に開放するのではなく、アクセスのしにくさに人々がうんざりする原因になるかもしれない。基本的に、宇宙旅行は金持ちが金持ちのことをしているだけなのだ。チケット代が数十万ドルから数千万ドルと非常に高額なため、ほとんどの人にとって宇宙観光産業の価値を理解するのは難しい。彼らは宇宙観光に参加できないのだ。

宇宙旅行者の中には、探検中に実験を行った人もいますが、それらの実験は革命的なものではなく、国際宇宙ステーションの宇宙飛行士が実行できないようなものではありません。つまり、宇宙旅行は実際には有人宇宙飛行を大幅に前進させているわけではありません。最後に、宇宙旅行はニッチなビジネスです。この業界に特化した技術を開発している企業もありますが、それらの技術は必ずしも産業や科学の応用など、他の宇宙関連活動に転用できるわけではありません。私たちは、決して大きく成長せず、何にもつながらないビジネスベンチャーに、これだけの時間とお金とリソースを費やしている可能性があります。

結論

結局のところ、宇宙は厳しい。宇宙に行くのは難しく、人間が長時間宇宙に留まるのは困難だ。宇宙旅行会社のほとんどは最初の打ち上げを試みる前に倒産しており、このニッチなビジネスがそれほど成長するかどうかは不明だ。観光客として宇宙に行った人はわずか 60 人ほどで、その大半は数分間の無重力を伴う短時間の弾道飛行を楽しんだだけだ。宇宙観光を目的とした打ち上げは、毎年多くても数回しか行われず、予定されている打ち上げスケジュールを覗いてみると、この数は今後数年間あまり変わらないことがわかります。

関連記事: [—宇宙旅行者は、自分たちが負っているリスクを本当に理解しているのでしょうか？](#)

[—宇宙観光の増加は地球の気候に予期せぬ影響を与える可能性がある」と科学者は懸念している](#)

[—アメリカ人の多くは 2073 年までに宇宙旅行が日常的になると予想しているが、実際に試してみる人はほとんどいない](#)

ほとんどの人は宇宙旅行者になる機会を得ることはないでしょう。宇宙旅行は、一部の非常に裕福な人々を対象としたニッチな産業のままでしょう。宇宙旅行は、いかなる方向においてもゲームチェンジャーにはなりません。宇宙旅行は、人類全体の宇宙への関心の一部であり続けるでしょうが、革新や拡大の大きな原動力にはなりません。でも、もしチャンスが与えられたら、ぜひ挑戦してください！

[ポール・サッター](#) Space.com 寄稿者

ポール・M・サッターは、ニューヨーク州立大学ストーニーブルック校とニューヨーク市のフラットアイアン研究所の天体物理学者です。ポールは、2011 年にイリノイ大学アーバナ・シャンペーン校で物理学の博士号を取得し、パリ天体物理学研究所で 3 年間過ごした後、イタリアのトリエステで研究員として勤務しました。彼の研究は、宇宙の最も空虚な領域からビッグバンの最も初期の瞬間、最初の星の探索まで、さまざまなトピックに焦点を当てています。ポールは「星のエージェント」として、数年間にわたり科学普及活動に熱心に取り組んできました。彼は、人気のポッドキャスト「Ask a Spaceman!」のホストであり、「Your Place in the Universe」や「How to Die in Space」の著者で、テレビにも頻繁に出演しています。その中には、彼が公式宇宙スペシャリストを務めている The Weather Channel も含まれます。

宇宙飛行士の若田光一が語る「民間が拓げる」人類の宇宙活動領域



鈴木喜生 | Official Columnist フリー編集者



アクシオム・スペース社 CTO 若田光一氏(c)SpaceX

米民間宇宙企業アクシオム・スペースの CTO に就任した若田光一氏が登壇。宇宙開発における民間企業の展望に関して語った(c)Y.Suzuki

8 月 22 日、「九州宇宙ビジネスキャラバン 2024」が北九州市小倉で開催された。このシンポジウムには来場者とオンライン合わせて約 750 名が参加。業界内外のキーパーソンによる座談会などが行われたが、この日最後に登壇したのは若田光一氏だった。

若田氏は 32 年間在籍した JAXA を 2024 年 3 月に退社し、4 月からは米国の民間の宇宙開発企業 [アクシオム・スペース社](#)（以下、アクシオム社）に移籍している。今回の講演では「民間主導・地球低軌道ビジネスの現在地と展望」をテーマに、同社事業の進捗と展望を報告した。当記事ではそのスピーチを要約したい。

民間によるブレイクスルー

私はいまアクシオム社のアジア太平洋地域の CTO として、同エリアにおけるビジネス展開や資金調達を担当しています。また、2026 年の打ち上げを目指している弊社の民間宇宙ステーションや、ISS（国際宇宙ステーション）に関する事業、民間宇宙飛行の準備などに宇宙飛行士として取り組んでいます。

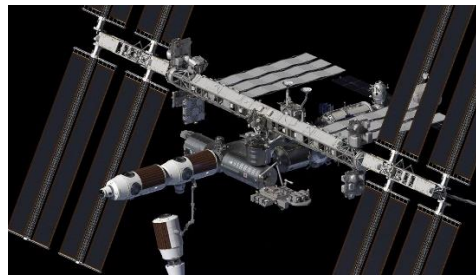
昨年 ISS に滞在したとき、地球から昇る満月を見て、人類は月に導かれていることを実感しました。ただし、1972 年のアポロ 17 号以降、人類は月に立っていません。その状況下においては今後、民間主導による有人宇宙活動が鍵になると考えています。有人活動の歴史を振り返ると、およそ 20 年間隔で活動領域が拡大しています。1960 年代にはガガーリン氏が人類初の宇宙飛行に成功し、アポロ 11 号が月面に着陸するなど、冷戦構造における米ソのもとで有人宇宙活動が発展しました。1980 年代になると、スペースシャトルやソ連のミール宇宙ステーションなどにより、人類は高頻度に、長期に渡って宇宙に滞在する能力を身につけました。2000 年代には日本も重要な役割を果たすようになり、ISS における国際協力ミッションで長期宇宙滞在が実現。中国も独自の宇宙船と宇宙ステーションの運用を開始しました。そして 2020 年代、それまで各国の政府主導で進められてきた有人宇宙活動が、アクシオム社などの民間企業によって活発に行われています。現在 NASA の主導のもとアルテミス計画が進行していますが、そこで使用される月面探査用の宇宙服も、NASA に選定されたアクシオム社が開発しています。このように、スタートアップを含めた異分野融合によって技術的なブレイクスルーが果たされ、その結果として有人宇宙活動の領域が、これまで以上に拡大しようとしています。

有人であることの強み

1996 年、私はスペースシャトル「エンデバー号」に搭乗し、初めて宇宙に行きました。そのとき私は日本の実験観測衛星「SFU」と NASA の「OAST フライヤー」という、軌道上を航行する 2 つの人工衛星をロボットアームによって捕獲し、回収しました。現在運用されている米国の ISS 輸送機「シグナス」もロボットアームで捕獲されますが、当時から現在に至るまで、多くのロボットアームは手動操作によって運用されています。

しかし今後、ロボットアームは完全に自動化され、または地上から遠隔操作されるに違いありません。ただし、

有人ミッションにも大きな強みがあります。



2023年2月、若田氏は自身5度目のミッションではじめてEVA（船外活動）を体験した。新型の太陽電池アレイを設置するための準備作業を実施(c)NASA

アクシオム・ステーションの白いモジュールが、ISSの機首に接続されていくイメージ図。ISSが退役する際は切り離され、アクシオム・ステーション単独で運用が継続される(c)Axiom Space

[次ページ > 「民間主導が進む宇宙開発」と「ポストISSを担うステーション」](#)

私は2000年に「ディスカバリー号」に搭乗し、やはりロボットアームを使ってISSの組み立てを行いました。その際、電源やカメラにトラブルが発生しました。そうした事態に見舞われたときこそ、有人宇宙活動の強みが表れます。2022年の自身5回目のミッションでは、新しい太陽電池パネルを取り付ける準備のため、船外活動を2回、計14時間ほど行いましたが、設置すべき機材が構造的な干渉で取り付けられない事態に見舞われました。このときも船外活動によるマニュアル操作で問題を解決しています。

自動化が進められる状況においても、生身の人間が介在する有人ミッションによって、危機管理が効率的に実施できます。これが有人ミッションの究極的な強みと言えます。船外活動や、ルーティン化されていない各種実験などでも、クルーによるマニュアル操作は今後も必要とされるはずで

民間主導が進む宇宙開発

私はスペースシャトルのミッションに3回参加しましたが、スペースシャトルはロックウェルという企業が、NASAのコントラクター（下請け業者）として開発・製造・運用を行った宇宙船でした。しかし、2022年に搭乗した宇宙船クルードラゴンは、スペースX社が開発・製造・運用し、NASAがそれをサービス調達するというかたちで利用しています。これは宇宙開発において民間が主導的役割を果たすようになった一例です。

宇宙飛行士の訓練も同様に、パラボリックフライト（放物線飛行）による無重力体験飛行は、以前はNASAが所有するKC-135という飛行機を、NASAのパイロットが操縦することで実施されていました。しかし現在ではこれも民間に移管され、NASAがそのサービスを民間から購入する形式に変わっています。

日本実験棟「きぼう」を利用したミッションにおける民間への事業移管も進み、例えば超小型衛星のISSからの放出に関する事業は、日本のスペースDB株式会社などが代行しています。このように宇宙開発のあらゆるシーンで民営化が進んでいるのです。

ポストISSを担うステーション

ISSは現時点で2030年の退役が予定されています。そこでアクシオム社では現在、新たな宇宙実験拠点となる独自の「アクシオム・ステーション」を開発しており、同機による「宇宙工場」の実現などを目指しています。

2022年にNASAは、民間モジュールをISSに接続できる唯一の企業としてアクシオム社を選定しており、ISS退役後の地球低軌道を商用活用するための、重要なパートナーとして位置づけています。2026年末から2027年初頭にかけて開始する最初のフェーズでは、同ステーションの最初のモジュールがISSに接続する予定です。

[次ページ > アクシオム社が開発を進める月面探査用の宇宙服「AxEMU」](#)

また弊社は、ISSへの民間人ミッション「AX」（アクシオム・ミッション）を、2022年から3回に渡って行うなど、宇宙アクセスの再定義にも取り組んでいます。このAXで最も重要なのは、ISS運用のパートナー国以外にも宇宙への門戸を開いている点にあります。これまでに8カ国とESA（欧州宇宙機関）のクルーがAXによってISSを訪れ、50を超える研究パートナーからの提案による105件の実験を完了しています。

アクシオム・ステーションを新たに運用するには、宇宙飛行士の訓練、実験装置の整備、地上管制スタッフの訓練、さらには各国の宇宙機関との連携などが必要になりますが、AXはそのトレーニングの場としての役割も果たしています。AXによって経験を蓄積し、ISSが退役するときには世界中のユーザーが、私たちが構築した新しい宇宙プラットフォームをすぐに活用できる、そんな状況を目指しています。

アクシオム社の宇宙服



アクシオム社が開発中の月面用船外活動服。通信開発ベンダーであるノキアとのコラボレーションにより、ポータブル生命維持システム（バックパック）に高速 4G/LTE ネットワークシステムが搭載される(c)Axiom Space 私たちアクシオム社では、月面探査用の宇宙服「AxEMU」（アクシオム船外活動ユニット）も開発しています。2026 年にアルテミス 3 計画で米国人宇宙飛行士が月に降り立つときに着用するのこの AxEMU です。

私は先週ヒューストンでフィットチェックを行ってきたのですが、ISS での船外活動とは違い、月面では試料を拾うなどの動作をする必要があります。AxEMU ではその体勢が取りやすいよう設計されているなど、従来品とのさまざまな違いを実感できました。また、既存の宇宙服よりもサイズ調整の幅も広がっています。AxEMU に搭載される 4G の通信機はフィンランドのノキア、またデザインはプラダが担当するなど、さまざまなコラボも実現しています。つい 1 カ月ほど前には、アクシオム社は新たな契約を NASA と結び、ISS での船外活動用の宇宙服を開発するパートナーに選定されました。その宇宙服は月面用宇宙服のアーキテクチャを活用しつつ開発しており、ISS などの宇宙ステーションで使用できる仕様となります。その開発によって生じる知的財産はアクシオム社が持つことになり、NASA はこの宇宙服をアクシオム社からサービス調達することになります。そのため近い将来、JAXA の宇宙飛行士もこの宇宙服を着て月面に立つことになります。日本の宇宙戦略基金では、低軌道自律飛行型モジュールシステムも検討されています。そのため、将来的にアクシオム・ステーションが、「きぼう」の後継機となる日本モジュールと連結されることも十分にあり得ると考えています。日本はこれまでに「きぼう」や ISS を通して、有人宇宙活動におけるさまざまな技術を獲得し、人材を育ててきました。今後はその技術を継承しつつ、月探査でも重要な役割を果たすことになります。私たちアクシオム社などが担う民間主導による地球低軌道での活動は、日本の将来的な宇宙開発に対して多いに寄与できると考えています。この九州宇宙ビジネスキャラバン 2024 に参加された方々に、いつかアクシオム社のアセットを活用していただけることを願っています。編集＝安井克至

<https://www.afpbb.com/articles/-/3535254>

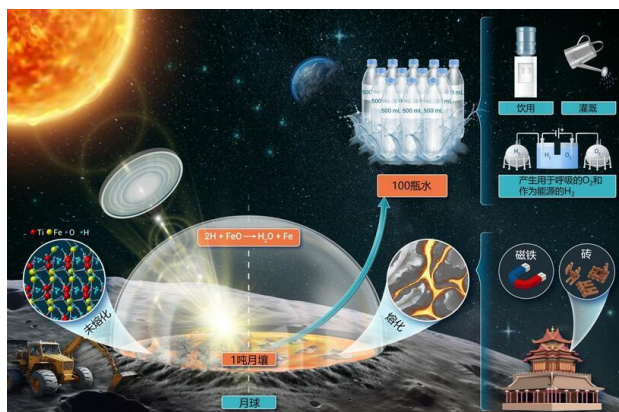
中国の研究チーム、月の土壌から水を生成する手法を開発

2024 年 8 月 26 日 14:00 発信地：中国 [[中国](#) [中国・台湾](#)]



【8 月 26 日 Xinhua News】中国の研究チームはこのほど、高温酸化還元反応方法を用いて月探査機「嫦娥 5 号」が 2020 年に持ち帰った月の土壌から水が生成できることを発見した。未来の月面研究ステーションや宇宙ステーション建設の設計を行う上での重要な根拠となる可能性がある。研究成果は 22 日、国際的学術誌「イノベーション」に掲載された。研究は、中国科学院寧波材料技術・工程研究所（浙江省）の非晶質合金磁電機能特性研究チームが中国科学院物理研究所（北京市）や中国空間技術研究院錢学森（せん・がくしん）空間技術実験室（北京市）、松山湖材料実験室（広東省）、ハルビン工業大学、南京大学などの大学・研究機関のチームと共同で行った。

水は月面研究ステーションの建設や未来の月旅行で人類の生存を保障する重要な資源となる。嫦娥 5 号が持ち帰った月の土壌のうち、ガラスや斜長石、橄欖石、輝石など複数種類の鉱物中に少量の水が含まれていたが、含有量は極めて少なく、月面で抽出して利用することは難しいとされてきた。



月面での水資源の探掘と利用戦略を示した図（資料写真）。(c)Xinhua News

研究チームは 3 年におよぶ研究と検証を重ね、太陽風の照射を何十億年もの間受けてきた月の土壌鉱物が大量の水素を蓄えていることを発見。これを高温で加熱すると水素が鉱物中の酸化鉄と酸化還元反応を起こして鉄と大量の水を生成し、温度が千度を超えると土壌が溶け、水が水蒸気として放出されることが分かった。

多くの実験や分析を経て、研究チームは月の土壌 1 トンから水 51～76 キロを生み出すことができ、50 人が 1 日で必要とする飲み水を確保できることを確認した。研究チームは今回の研究結果を踏まえ「月土壌の熔融－水蒸気の凝結による水の収集と貯蔵－水の電気分解による酸素ガスと水素ガスの生成－残留した鉄と月土壌による永久磁石や軟磁性体、電子材料、建築材料などの作製」という月面水資源の現場探掘・利用戦略を打ち出した。同戦略について研究者は、未来の月面研究ステーションや宇宙ステーション建設の設計を行う上での重要な根拠となり、後続の嫦娥月面探査プロジェクトで検証設備が打ち上げられさらに確認が進むとの考えを示した。

(c)Xinhua News/AFPBB News

<https://www.space.com/nasa-solar-sail-deployment>

NASA のソーラーセイルが宇宙で翼を広げることに成功

メレディス・ガロファロ 2024.9.1

宇宙船のデータにより、この未来技術の導入が成功したことが確認された。



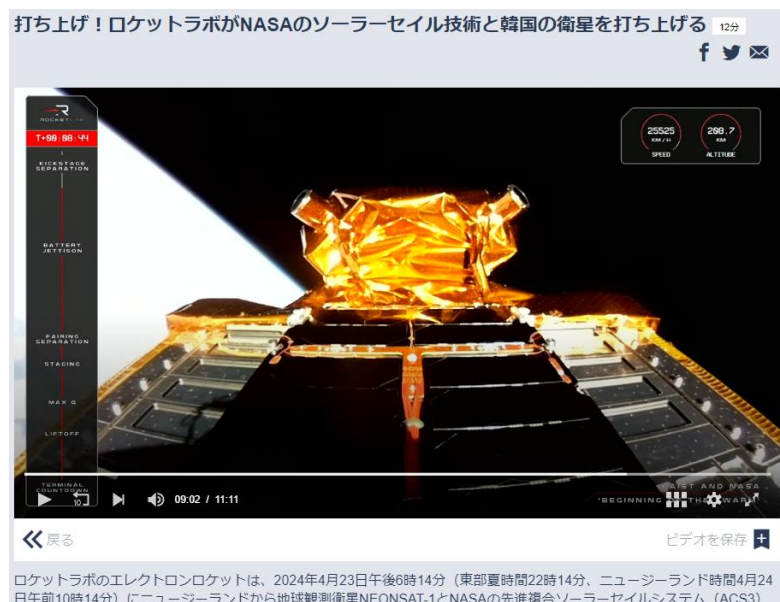
地球の周りを周回する太陽帆の芸術的描写。(画像提供: NASA)

宇宙への打ち上げから 4 か月以上が経過し、太陽帆走宇宙船が地球上空で翼を広げることに成功した。

NASA の先進複合ソーラーセイルシステム (ACS3) は、4 月 24 日にロケット ラボのエレクトロン ビークルで宇宙へ飛び立ち、8 月末に NASA は、ミッション オペレーターが同技術が宇宙で完全に展開されたことを確認したと発表しました。8 月 29 日木曜日の午後 1 時 33 分 (東部夏時間)(協定世界時 5 時 33 分)、チームはセイル巻き上げブーム システムのテストが成功したことを示すデータを取得しました。

[風が水上の帆船を導くのと同样に、宇宙でソーラーセイル](#)を導くには、ほんのわずかな太陽光で十分です。

光子には質量がありませんが、物体にぶつくと運動量を発生させることができます。ソーラーセイルは、この性質を利用します。ありがたいことに、このセイルを展開した宇宙船には、反射セイルとそれに付随する複合ブームの両方をパノラマで撮影できる 4 台のカメラが搭載されています。高解像度画像の最初のものは、9 月 4 日水曜日に公開される予定です。



ロケットラボのエレクトロンロケットは、2024年4月23日午後6時14分（東部夏時間22時14分、ニュージーランド時間4月24日午前10時14分）にニュージーランドから地球観測衛星NEONSAT-1とNASAの先進複合ソーラーセイルシステム（ACS3）

高度複合ソーラーセイルシステム宇宙船は、今後数週間にわたってテストされ、チームは宇宙でのセイルの操縦能力を観察する。軌道を調整することで、研究者は将来のソーラーセイル搭載ミッションの設計と運用方法についてさらに学ぶことができる。

関連：[エウロパに生命が存在するなら、太陽帆がそれを見つけるのに役立つかもしれない](#)

「デモンストレーション中に得られた飛行データは、[宇宙天気](#) 早期警報衛星、小惑星やその他の小天体偵察ミッション、太陽の極域を観測するミッションのための将来のより大規模な複合ソーラーセイルシステムの設計に使用される予定です」とロケット・ラボは以前の [ミッションの説明](#) で共有しました。

関連記事：[—科学者たちは気候変動と戦うために巨大な「日よけ」を軌道上に設置したいと考えている](#)

[—日本はついに SLIM 月着陸船の打ち上げ失敗を発表](#)

[—サルサの最後のダンス：このヨーロッパの衛星は、スパイシーな再突入でまもなく宇宙から落下するだろう](#)

宇宙船の軌道上の位置は、国際宇宙ステーションの高度のおよそ 2 倍です。上空から帆を見ると、テニス コートのほぼ半分の大きさ、約 860 平方フィート (80 平方メートル) の正方形のように見えます。

[メレディス・ガロファロ](#) 寄稿者

メレディスは、地域のマロー賞を受賞した認定放送気象学者であり、科学/宇宙特派員です。彼女は最近、ニューヨーク市の NY 1 とクリーブランドの 19 First Alert Weather Team でフリーランスの気象学者として働いていました。自称「ロケット ガール」のメレディスは、この 10 年間、個人的および職業的な仕事で高い評価を受けており、その中には、第 1 回ヴァルパライソ大学同窓会 10 年功労賞、地域エドワード R. マロー賞を受賞したニュース 12 の気候特集「Saving Our Shores」の 2 つの特別レポート、気象学と報道に関するフェア メディア カウンシル フォリオおよびロング アイランド プレス クラブの複数の賞、ロング アイランド ビジネス ニュースおよび NYC TV ウィークの「40 Under 40」賞などがあります。

<https://uchubiz.com/article/new52257/>

ブルーオリジン、8 度目の有人宇宙飛行に成功—21 歳の大学生も搭乗

2024.08.30 17:00 [塚本直樹](#)

米 [Blue Origin](#) は米国時間 8 月 29 日、垂直に離着陸して再利用できるロケット「[New Shepard](#)」での商業宇宙飛行ミッション「NS-26」を打ち上げ、無事に帰還した。

Blue Origin にとって 8 回目の有人ミッションとなった NS-26 は、西テキサスの宇宙港から実施された。6 人の民間人を搭乗させた NS-26 は、打ち上げ後に高度約 100km まで上昇。その後、ロケットはエンジン噴射で射場に着陸した。[今回のミッション](#)には、大学生の Karsen Kitchen 氏も参加した。同氏は宇宙空間の始まりに相当する「カーマンライン」と呼ばれる高度 100km に到達した、最も若い女性となった。

ミッション名が示すように、NS-26 は New Shepard にとって 26 回目の飛行。同ロケットは 2022 年 9 月の[無人飛行中に故障](#)し、ロケットが失われた。2023 年 12 月に[無人での打ち上げを再開](#)し、今年 5 月には有人ミッション「[NS-25](#)」を打ち上げ、成功させている。全長約 18m の New Shepard は、弾道飛行で高度 100km に到達できる準軌道（[サブオービタル](#)）ロケット。宇宙空間に到達した後で地上に垂直に着陸する。カプセルはパラシュートで帰還する。ロケットとカプセルは再使用が可能だ。飛行時間は、離陸からパラシュートでカプセルが着陸するまで 10~12 分。Blue Origin は New Shepard の座席料金を明かしていない。



帰還後カプセルから出てきた Karsen Kitchen 氏（出典：Blue Origin ウェブ配信）

関連情報 [Blue Origin プレスリリース](#)

<https://forbesjapan.com/articles/detail/73299> 2024.08.27 18:00

「1000 京ドルの価値」を持つ金属小惑星プシケの表面に水が存在か



[Jamie Carter | Contributor](#)



金属を豊富に含む特異な小惑星プシケの想像図（Maxar/ASU/P. Rubin/NASA/JPL-Caltech）[全ての画像を見る](#)

小惑星プシケと別の天体との衝突を描いた想像図。今回ウェブ宇宙望遠鏡（右下）で発見されたのは、この衝突によって残された含水鉱物かもしれない（Southwest Research Institute）

小惑星プシケ（16 Psyche）の表面で、含水鉱物を検出したとする、NASA のジェームズ・ウェブ宇宙望遠鏡（JWST）による観測結果が発表された。金属質のプシケは、天文学者の間で知られている最も興味深く、最も[価値の高い可能性](#)のある小惑星の 1 つで、NASA は 2023 年 10 月にプシケを目指す探査機サイキを打ち上げた。

火星と木星の間にある小惑星帯で最も明るい天体の 1 つであるプシケで、水酸基（OH）分子が見つかったことは、科学者の予想とは異なる、複雑な歴史を持っていることを示唆している。水酸基分子は、1 つの酸素原子と 1 つの水素原子からなる。プシケを構成する金属は、約 1000 京ドル（1 京は 1 兆の 1 万倍）の価値がある可能性があるといわれている。データ分析サイトの[ビジュアルキャピタリスト](#)によると、世界経済の国内総生産（GDP）は

2023 年末に約 105 兆ドル（約 1 京 5100 兆円）に達した。だが、NASA も他の宇宙機関も現在のところ、プシケを採掘する方法の研究は進めていない。

破壊的な衝突

プシケは、原始惑星が惑星になる前に破壊的な衝突を経験し、金属の核の部分が露出した状態にあるものと、科学者はこれまで考えていた。だが、今回の発見によって、太陽系の「スノーライン」の向こう側で形成され、小惑星帯に移動してきた小惑星の可能性も浮上することになるかもしれない。スノーラインは、惑星系の中心星（太陽）から離れるほど低くなる温度が、水が固体の氷になるほど低温になる境界までの、太陽からの最短距離のことだ。今回の発見は、NASA の探査機サイキが到着する 2029 年以降にプシケで何が見つかるかだけでなく、太陽系全体で水がどのように分布しているか、ひいては地球外生命の探索に対しても、示唆を与えている。

露出した核

JWST の赤外線観測機能を利用した今回の研究は、M 型と呼ばれるプシケのような小惑星がどのような天体かに関して疑問を投げかけている。科学誌 Planetary Science Journal に 23 日付で掲載された、今回の研究をまとめた論文の筆頭執筆者で、米ハーバード・スミソニアン天体物理学センターのステファニー・ジャーマックは「太陽系の進化に関する理解は、小惑星の組成、特に他より高密度の金属を含む M 型小惑星の組成の解釈と密接に関連している」と説明する。「M 型小惑星は、分化した微惑星の中心核が露出したものと当初は考えられていた。これは、鉄隕石とのスペクトルの類似性に基づく仮説だ」[次ページ > プシケの水の起源はいまだ謎](#)

原始太陽系星雲

水は、昔からプシケに含有されていたのか、あるいは他の小惑星との衝突によって運ばれてきたのかどうかについては、謎のままだ。論文の共同執筆者で、米サウスウェスト研究所（SwRI）のアニシア・アレドンドは「小惑星は、惑星形成過程の残余物なので、その組成は原始太陽系星雲の中のどこで形成されたかによって変わる」と指摘する。もしプシケが初めから水を含んでいたとすれば、原始惑星の核の残骸である可能性は低いと、アレドンドは説明した。

[NASA](#) によると、原始太陽系星雲はガスと塵の渦巻く雲で、これが自己重力で収縮して太陽が形成された。

小惑星探査機サイキ

NASA が 2023 年 10 月 13 日に打ち上げた探査機サイキは、35 億 km におよぶ旅を経て、2029 年 8 月にプシケに到着する見通しだ。その後、少なくとも 21 か月間にわたり、軌道を周回して表面をマッピングし、小惑星の特性を調査する予定。プシケは、非常に明るくて高密度なので、金属質であると考えられる。直径は約 225km で、小惑星帯で最も質量が大きい天体の 1 つでもある。地球から約 3 億 7000 万 km の距離にある。

[\(forbes.com 原文\)](#) 翻訳＝河原稔

<https://resemom.jp/article/2024/08/29/78618.html>

国際天文学・天体物理学オリンピック、日本代表 3 名全員受賞

2024 年 8 月 17～27 日にかけてブラジルのヴァソウラスで開催された「第 17 回 国際天文学・天体物理学オリンピック」において、日本代表として参加した高校生 3 名のうち、銀メダル、銅メダル、優良賞をそれぞれ 1 名ずつが受賞。参加 2 年目で代表生徒全員が受賞する快挙を成し遂げた。

教育・受験 高校生 2024.8.29 Thu 14:45

2024 年 8 月 17～27 日にかけてブラジルのヴァソウラスで開催された「第 17 回 国際天文学・天体物理学オリンピック」において、日本代表として参加した高校生 3 名のうち、銀メダル、銅メダル、優良賞をそれぞれ 1 名ずつが受賞。参加 2 年目で代表生徒全員が受賞する快挙を成し遂げた。



「日本代表生徒は、以下の通りです。（敬称略）」

はせがわ じゅいち	海陽中等教育
いもかわ まどか	四天王寺高等
とう はじめ	東大寺学園高

[国際科学オリンピック](#) [国際地理オリンピック](#)、灘高生ら2名が銅メダルを受賞

[国際地学オリンピック](#)、日本代表全員メダル獲得...金2、銀2 [編集部にメッセージを送る](#)

国際天文学・天体物理学オリンピックは、天文学と関連する STEM 科目への関心向上や、天文学・天体物理学の学校教育の促進、国際交流の強化をおもな目的とする天文学・天体物理学の国際大会。中等教育修了以前の生徒を対象に 2007 年から毎年開催されており、日本は 2023 年から代表生徒の派遣を開始。今回が 2 度目の参加となる。第 17 回となるブラジル大会は、8 月 17 日～27 日の日程で、ブラジル・リオデジャネイロ州のヴァソウラスにて開催。53 か国からおおよそ 230 名の生徒が参加した。日本からは、第 3 回日本天文学オリンピックにより選抜された代表生徒 3 名が参加。銀メダル、銅メダル、優良賞をそれぞれ 1 名が受賞し、代表生徒全員が入賞する好成績を収めた。銀メダルは海陽中等教育学校 6 年の長谷川寿一さん、銅メダルは四天王寺高等学校 3 年の市川まどかさん、優良賞は東大寺学園高等学校 2 年の齋藤元さんが獲得。競技後は国際交流イベントやヴァソウラス市内見学なども行われた。次回大会は 2025 年 8 月 11 日～21 日にムンバイ（インド）で開催予定。代表選考を兼ねた第 4 回日本天文学オリンピックは、予選を 2025 年 1 月 12 日にオンラインで開催、本選は 2 月 16 日に東京都区部および京都府京都市で開催予定となっている。[《畑山望》](#)

<https://www.cnn.co.jp/fringe/35223349.html>

トラブル続きのボーイング製「スターライナー」、9 月に無人で地球へ帰還

2024.08.30 Fri posted at 10:15 JST



国際宇宙ステーションのモジュール「ハーモニー」にドッキングしているボーイングのスターライナー宇宙船 /NASA

（CNN）米航空宇宙局（NASA）は、6 月に国際宇宙ステーションにドッキングしたままになっていた米ボーイング製の有人宇宙船「スターライナー」を、9 月 6 日に無人で帰還させると発表した。

スターライナーは米東部時間の 6 日午後 6 時ごろ同ステーションを離れ、約 6 時間かけて地球に接近、米ニューメキシコ州のホワイトサンズ宇宙港に午前 0 時ごろ着陸する予定。スターライナーに搭乗して 6 月 5 日に宇宙ステーションに到着した宇宙飛行士 2 人は、そのまま滞在を継続する。NASA はスターライナーについて、ガス漏れや推進システムの問題が懸念され、乗員を搭乗させた場合の安全性を保障できないと判断した。NASA は 29 日、スターライナーは地上の管制センターが制御して、完全自動で帰還させると説明。「必要があれば地上のチームが遠隔操作で安全なドッキング解除と大気圏突入を行い、パラシュートを使って米南西部に着陸させる」とした。もしもスターライナーにトラブルが発生したり、NASA が最終的に有人宇宙船の認定を見送ったりし

た場合、ただでさえ評判が傷ついているボーイングにとってはさらなる打撃になりかねない。
スターライナーで6月に宇宙ステーションに到着した2人の宇宙飛行士は、スペースXの有人宇宙船「クルー・ドラゴン」で帰還する見通しだが、帰還は早くても来年2月になる。

<https://www.cnn.co.jp/fringe/35223079.html>

恐竜を絶滅させた小惑星、正体は巨大な泥団子か 研究結果

2024.08.24 Sat posted at 14:00 JST



地球に衝突し恐竜の絶滅をもたらした小惑星の化学的な正体に関する新研究が発表された/Mark Garlick via CNN Newsource

デンマークの地層に見られる白亜紀と古第三紀の境界。論文著者らは高濃度のルテニウムを含んだ赤い粘土層を分析した/Philippe Claeys via CNN Newsource

炭素質コンドライトは水、粘土、炭素含有物をしばしば含み、宇宙由来の岩石の大半を構成する/Dona Jalufka via CNN Newsource

(CNN) 6600万年前に現在のユカタン半島、メキシコのチクシュループに小惑星が衝突した影響で、ほとんどの恐竜を含む推定75%の動物種(鳥類を除く)が絶滅した。今月15日付の科学誌「サイエンス」に掲載された新しい研究から、地球の5回目の大量絶滅を引き起こした小惑星の化学的正体は、太陽系初期の物質を含んだ粘土質の珍しい泥の玉だったことが示唆された。このチクシュループに衝突した太古の宇宙岩石について学ぶことは、太陽系のダイナミックな性質を理解するうえで重要であると、同研究の共著者でブリュッセル自由大学の化学研究教授であるスティーブン・ゴデリス博士は述べた。

非鳥類型恐竜絶滅の理論展開

1980年、科学者らは巨大な宇宙岩石との衝突が恐竜の絶滅につながったという仮説を立てた。当時、研究者らが発見したのは小惑星そのものではなく、世界中にある6600万年前の岩石から見つかった金属イリジウムの薄い層だった。91年、科学者らはチクシュループ・クレーターが恐竜の絶滅と同時期に起きた小惑星衝突の痕跡であることを突き止めた。この小惑星は巨大で、直径は約9.7~14.5キロメートルだったと思われる。だがその巨大さゆえに、ほとんど消滅してしまった。米航空宇宙局(NASA)によると、小惑星はエベレスト山とほぼ同じ大きさで、地球に向かって秒速25キロメートルの猛スピードで突進した。この運動エネルギーはすべて熱に変換され、小惑星は標的に衝突すると、爆発するだけでなく蒸発する。衝突によって生成された塵(ちり)の雲は世界中に広がり、何年もの間、太陽光は遮られ、気温も低下し、大量絶滅をもたらした。

恐竜絶滅を招いた小惑星の化学組成が明らかに

小惑星は、金属質、石質、コンドライト質の3種類に大きく分類され、それぞれ独自の化学的・鉱物的組成を持っている。新しい研究では、ゴデリス氏と、同研究の主著者である独ケルン大学のマリオ・フィッシャー・ゲッデ博士を含む研究チームが、小惑星の秘密を解き明かすために薄い粘土層の化学組成を調べた。

デンマーク、イタリア、スペインから6600万年前の岩石を採取し、金属ルテニウムを含む部分を分離したほか、他の小惑星衝突地点や隕石(いんせき)のルテニウムも分析した。その結果、6600万年前のルテニウムの化学組成が、ある種のコンドライト隕石に含まれるルテニウムの化学組成と一致していることを発見した。

つまり恐竜を絶滅させた小惑星は、水、粘土、有機(炭素含有)化合物がしばしば含まれる太古の宇宙岩石、炭素

質コンドライトであったと考えられる。

今回の発見が意味するもの

チクシュルーブのような規模の衝突は1億～5億年に一度しか起こらない。だが、地球が他の小惑星や巨大隕石と衝突する可能性は依然としてあるため、大きな宇宙岩石との衝突から「身を守る方法を考えるうえで、これらの物体の物理的・化学的特性を知る」のは良いことだとゴデリス氏は述べた。

同氏は、NASAが22年に行った二重小惑星軌道変更試験（DART）のミッションを例に挙げた。さまざまな種類の小惑星が周囲の物理的な力とどのように相互作用するかを知ることは、効果的な惑星防衛作戦にとって極めて重要となる。炭素質コンドライトは、通常のコンドライトとは全く異なる反応を示すため、「適切な対応を取るには、これについて学ぶ必要がある」とゴデリス氏は指摘している。

<https://www.space.com/25325-fermi-paradox.html>

フェルミのパラドックス：エイリアンはどこにいるのか？

参考文献 [エリザベス・ハウエル](#) 最終更新 2023 年 8 月 24 日

誰かいますか？



地球とほぼ同じ大きさの惑星を7つ持つ TRAPPIST-1 系の惑星表面のアーティストによるイラスト。(画像提供: NASA/JPL-Caltech)

ETはどこにいる?: SETI 対フェルミのパラドックス

宇宙がそんなに古く、星がこんなにたくさんあるのなら、なぜ私たちは知的な宇宙人で溢れていないのでしょうか？彼らは実際に私たちの太陽系に隠れているのでしょうか？SETI 研究所のジル・ターター博士が、私たちがまだ精力的に探査しなければならない理由を説明します。

[居住可能な可能性のある惑星](#) [そして私たちはいつか知ることになるのでしょうか？](#)

[専門家によるフェルミのパラドックス](#) [追加リソース](#)

フェルミのパラドックスは、エイリアンがどこにいるのかという疑問に答えようとするものです。

太陽系は宇宙の他の部分に比べるとかなり若く(太陽系の年齢は138億歳であるのに対し、太陽系は約45億歳)、十分な時間があれば恒星間旅行はかなり簡単に実現できるかもしれないことを考えると、地球にはすでに宇宙人が訪れているはずだ、というのがこの考えだ。このパラドックスは、ノーベル賞を受賞した物理学者エンリコ・フェルミにちなんで名付けられました。フェルミは、1950年に昼食時の何気ない会話の中で上記の点を指摘したと言われています。そして、その意味は、それ以来数十年間、宇宙生物学者や他の科学者を悩ませてきました。

「フェルミは、適度なロケット技術と控えめな帝国主義的動機を持つ文明であれば、銀河全体を急速に植民地化できることを理解していた」と、カリフォルニア州マウンテンビューの地球外知的生命体探査（SETI）研究所の代表者は[フェルミのパラドックス解説書](#)に記している。「数千万年以内に、あらゆる恒星系を帝国の傘下に置くことができる。数千万年は長いプロジェクトのように聞こえるかもしれないが、実際には銀河の年齢と比較すると非常に短い。銀河の年齢はおおよそ1000倍だ。」

フェルミは1954年に亡くなったため、この考えの探求と説明は、マイケル・ハートなどの他の人々に委ねられました。ハートは、1975年に王立天文学会（RAS）季刊誌に「地球上に地球外生命体が存在しない理由の説明」

と題する論文を執筆しました。(フェルミのパラドックスを探索した最初の論文であると言う人もいますが、この主張を証明するのは少々難しいです。)「現在、地球上には宇宙から来た知的生命体は存在しないことが観察されている」とハート氏は論文の要旨に記している。「この事実は、我々の銀河系には他に高度な文明は存在しないという仮説によって最もよく説明できると考えられる」しかし、答えを絞り込むには、生化学、惑星の形成、大気に関するさらなる研究が必要だと彼は指摘した。ハート氏は、知的エイリアンが地球の歴史のどこかの時点で地球を訪れていた可能性があると主張した。ただし、その旅が始まったのが 200 万年未満だった場合は別だ。ハート氏は、そのような訪問がほとんど見られないことは、知的エイリアンがいないことが原因である可能性が高いと考えている。しかしハート氏は、他にも考えられる 4 つの説明を挙げている。宇宙人が地球に来たことがないのは、天文学、生物学、工学に関係する可能性のある「宇宙旅行を不可能にする」物理的な困難のせいだ。エイリアンは単に私たちを訪問しないことを選んだのです。地球外の高度な文明は、エイリアンが私たちに到達するにはあまりにも最近に誕生しました。過去にも宇宙人が地球を訪れたことがあるが、我々は彼らを観察していない。チュレーン大学の物理学教授フランク・ティプラーは、ハートの主張を 1980 年に「地球外知的生命体は存在しない」と題する論文でさらに詳しく論じ、これも RAS Quarterly Journal に掲載された。論文の大部分は恒星間旅行に必要な資源をどうやって手に入れるかを扱ったもので、ある種の自己複製型人工知能を恒星系から恒星系へと移動させ、移動しながら自身のコピーを作成することでそれが実現できるとティプラーは示唆した。ティプラー氏は、地球上でそのような高度な機械の証拠が発見されたことがないことから、地球外知的生命体はおそらく人類だけであると主張した。また、1980 年の論文では、地球外知的生命体を信じる人々は UFO (未確認飛行物体) 愛好家と似ていると書いている。なぜなら、どちらの陣営も「我々は何らかの奇跡的な星間干渉によって自らを救うことになる」と信じているからだ。現在、地球外知的生命体というテーマは人気の高いもので、毎年さまざまな研究グループから複数の論文が発表されています。また、地球外に高度な文明が存在するかもしれないという考えは、進行中の太陽系外惑星革命によって後押しされています。

居住可能な不動産はたくさんある

宇宙は信じられないほど広大で古い。さまざまな望遠鏡で集められたデータによると、観測可能な宇宙の広さは約 920 億光年(そして、その成長速度はどんどん速くなっている)である。また、別の測定によると、宇宙の年齢は約 138.2 億年である。つまり、地球外文明が出現し、広がるには十分な時間があつたが、地球に到達するには広大な宇宙の溝を越えなければならなかった可能性が高い。

フェルミが有名な発言をした当時、科学者が知っていた惑星は太陽系内のみだった。しかし 1992 年、天文学者たちはパルサーと呼ばれる超高密度の恒星の残骸を周回する惑星を発見した。そして数年後、太陽のような恒星を周回する最初の太陽系外惑星が確認された。現在、太陽系外惑星は 5,000 個以上確認されており、毎年さらに発見されています。太陽系外惑星の数が多すぎるということは、宇宙全体に生命が豊富に存在する可能性があることを示唆しています。科学者は、将来、より高性能な望遠鏡を使って、近くにある太陽系外惑星の大気の化学組成を調べることができるようになるだろう。しかし、「近くにある」というのは相対的な言葉である。最も近い既知の太陽系外惑星であるプロキシマ bは、約 4.2 光年、つまりおよそ 25 兆マイル (40 兆キロメートル) の距離にある。最終的な目標は、岩石惑星が親星の「居住可能領域」でどのくらいの頻度で形成されるかを理解することです。居住可能領域とは、従来、惑星の表面に水が存在できる軌道距離の範囲として定義されています。ただし、居住可能性は水だけの問題ではありません。主星の活動や惑星の大気組成など、他の要因も考慮する必要があります。(従来の定義による居住可能領域が過度に単純化されていると見なされるようになっている理由は他にもあります。たとえば、木星のエウロパや土星のエンケラドゥスなど、太陽系の氷の衛星は居住可能領域をはるかに超えており、その地下の海にはまだ生命が存在する可能性があります。)

こうした注意点にもかかわらず、宇宙には居住可能な場所がたくさんあるようだ。たとえば、NASA のケプラー宇宙望遠鏡のデータを使用した 2013 年 11 月の研究では、太陽のような恒星の 5 分の 1 には、居住可能領域を周回する地球とほぼ同じ大きさの惑星があることが示唆された。数か月後、ケプラーの科学者は、新たに発見

された 715 個の惑星からなる「惑星大発見」を発表した。これらの惑星の多くは、「[多重性による検証](#)」と呼ばれる新しい手法を使用して確認された。この手法は、部分的に確率論に基づいている（恒星の表面を横切ったり、恒星を重力で引っ張ったりする物体は、伴星ではなく惑星である可能性が高い。なぜなら、伴星が近いと、時間の経過とともにシステム全体が不安定になる可能性が高いため）。



[太陽系外惑星を探す NASA のケプラー宇宙望遠鏡を描いたアーティストによるイラスト。\(画像提供: NASA\)](#)

画期的なリスニングで 100 万個の星から地球外生命体を探索

ブレイクスルー・リッスンは、ミーアキャット望遠鏡の助けを借りて空をスキャンします。彼らは百万の近くの星をターゲットにしています。NASA [の惑星探査機が知的エイリアンの探索に参加します。](#)

しかし、太陽のような恒星は銀河系では少数派であり、天の川銀河の恒星の約 4 分の 3 は[赤色矮星](#)と呼ばれる小さくて暗い燃焼星である。天文学者は赤色矮星の居住可能領域内を周回する複数の岩石惑星を発見している。例えばプロキシマ b や、地球から約 39 光年離れたトラピスト 1 系の 3 つの惑星などである。この系には合計 7 つの岩石惑星がある。しかし、赤色矮星は特に若いうちには非常に不安定であるため、このような惑星が実際にどれほど居住可能であるかは不明である。そのため、恒星の噴火により、若い「居住可能領域」の赤色矮星惑星の初期の大気が急速に吹き飛ばされ、[生命がそこに定着することが極めて困難になる](#)可能性がある。科学者らは、これらの恒星と、その周囲で生命が存続する能力をよりよく理解するには、さらなる研究が必要だと述べている。研究者たちは、そうした研究を行うためのツールをさらに多く手に入れつつある。例えば、NASA の[トランジット系外惑星サーベイ衛星](#) (TESS) は 2018 年 4 月に打ち上げに成功し、すぐに同年後半に退役したケプラーからその役割を引き継いだ。NASA が 2021 年 12 月に打ち上げた 100 億ドルのジェームズ・[ウェッブ宇宙望遠鏡](#)は、多くの任務とともに、近くの系外惑星の大気中の潜在的な生命痕跡ガスの探索を行っている。欧州宇宙機関の[PLATO](#) (惑星のトランジットと恒星の振動) ミッションは、2026 年に打ち上げられる予定である。系外惑星の大気を探知できるほど強力な地上設置型の 3 つの巨大観測所、超大型望遠鏡、[巨大マゼラン望遠鏡](#)、30 メートル望遠鏡も、今世紀後半には稼働を開始する予定である。そして、[ブレイクスルー・スターショット](#)として知られる非常に野心的なプロジェクトは、レーザー航行する極小のナノプローブの群れを使って、プロキシマ b やその他の近傍惑星を間近で調査することを目指している。技術開発がうまくいけば、そのような最初の恒星間ロボット宇宙船が 2050 年頃に打ち上げられる可能性がある。こうしたミッションや機器は、科学者が比較的未発達な宇宙生物学の理解を深めるのに役立つだろう。例えば、私たちは私たちのすぐ近くに生命を宿す惑星があるかどうかさえ知らない。地球上の研究では、[微生物は極限環境でも生き残れること](#)が示されており、火星、エウロパ、エンケラドゥス、そして土星の巨大衛星[タイタン](#)に微生物生命が存在する可能性を示唆している。しかし、私たちはこれらの惑星のいずれも、確実に知るほど十分に探査していない。

しかし、フェルミのパラドックスは微生物よりもはるかに大きな問題である。これを解くには、生命が異星の惑星でどれほど一般的に進化するかを知るだけでなく、生命が他の知的生命体とコミュニケーションをとったり、星々の間を航海したりする能力や欲求をどれほど頻繁に獲得するかを知る必要がある。

関連: [知能を持ったエイリアンを狩る 13 の方法](#)

知的で探知可能な地球外文明の数は、[ドレイク方程式](#)によって推定されます。SETI 研究所によれば、この方程式は「 $N = R^* \cdot f_p \cdot n_e \cdot f_l \cdot f_i \cdot f_c \cdot L$ 」と書かれ、次の変数を持ちます。

「N: 天の川銀河内で電磁放射が検出可能な文明の数。

R*: 知的生命体の発達に適した恒星の形成率（年間数）。

fp: 惑星系を持つ恒星の割合。

ne: 生命に適した環境を持つ太陽系あたりの惑星の数。

fl: 生命が実際に出現するのに適した惑星の割合。

fi: 知的生命体が出現する生命を宿す惑星の割合。

fc: 自らの存在の証拠を検出できる技術を開発した文明の割合。

L: そのような文明がそのような兆候を生み出す平均期間（年数）です。

これらの値はいずれも現時点では確実にはわかっていないため、予測は困難です。そのため、フェルミのパラドックスは推測の肥沃な土壌となっており、科学者や一般の人々は長年にわたって文字通り何百もの説明を提唱してきました。

答えは何でしょうか？

これらのアイデアは非常に広範囲にわたります。

例えば、2015 年に[ハッブル宇宙望遠鏡](#)とケプラー宇宙望遠鏡のデータを分析した科学者たちは、地球は比較的早く開花した可能性が高いという結論を下した。研究者たちは、宇宙に存在する可能性のある居住可能な惑星のうち、地球が形成された約 45 億年前に存在していたのはわずか 8%であると結論付けた。これがパラドックスに対する 1 つの説明となる。つまり、エイリアンはやってくるが、[まだしばらくは先になるということだ](#)。

あるいは、[生命は長く生き残るには脆すぎるの](#)かもしれない。2016 年の研究では、岩石惑星の歴史の初期段階は生命にとって非常に適しており、惑星が冷えて液体の水が利用可能になってからわずか 5 億年ほどで生命が出現し始めることが一般的であると示唆されている。地球の歴史は、その結論を裏付けているように思われる。生命が[約 41 億年前までに](#)出現したという（異論のある）証拠があり、38 億年前までには確実に定着していた。しかし、暴走する温室効果（はるか昔に金星で起こったような）やその他の気候の変化により、そのような好景気は長く続かないかもしれない。

「初期の熱波、凍結、揮発性物質の変動、そして暴走する正のフィードバックにより、居住可能領域にある当初は湿っていた岩石惑星で生命を維持することは、野生の雄牛に乗ろうとするようなものかもしれない。ほとんどの生命は消滅する」と研究者のアディティア・チョプラとチャーリー・ラインウィーバーは、アストロバイオロジー誌に掲載された[論文](#)で述べている。「宇宙で生命が稀なのは、始まりが難しいからではなく、最初の 10 億年間は居住可能な環境を維持するのが難しいからかもしれない」

あるいは、ボトルネックはかなり後になってから発生するのかもしれない。多くの思想家は、文明は技術的に有能になった後すぐに自滅する傾向があると示唆している。ここでも、地球はこの仮説をある程度裏付けている。1962 年の[キューバ危機の際、人類は核戦争に驚くほど近づいた。そして、現在、私たちは人為的な気候変動](#)によって、自分たち自身、そして地球上の他の多くの生命を破壊している最中なのかもしれない。

関連記事: —[地球外生命体の探索（参考）](#) —[カルダシェフのスケール：地球外文明の分類](#)
—[天の川銀河には数十もの地球外文明が存在するのか？](#)

他にも考慮すべき要素はたくさんある。例えば、NASA の冥王星探査機ニューホライズンズのリーダーである惑星科学者アラン・スターンは最近、天の川銀河で最も一般的な生命が存在する環境は、エンケラドゥスやエウロパの海のような[埋没海である可能性がある](#)と提唱した。そのような場所で進化する生物が宇宙船を開発する可能性は低いと思われる。実際、それらの多くは、探査すべき他の世界があることすら知らないかもしれない。

エイリアンの心理も役割を果たしている可能性がある。例えば、地球外には高度な文明を持つエイリアンがたくさんいるかもしれないが、そのほとんどは人類とコミュニケーションをとったり、地球を訪れたりすることを望んでいない。おそらく、地球とその住民は、彼らにとって、軽視できるほど興味深いものではないのだろう。そして、人類が十分な知性と価値を示して「[銀河クラブ](#)」に迎え入れられるまで、そうなることはあり得ないだろう。あるいは、知的生命体のほとんどは、宇宙の隣人と接触することで自らが奴隷化または絶滅する恐れがある

ため、原則として沈黙を守る傾向があるのかもしれない。故スティーブン・ホーキング博士を含む多くの研究者は、人類は[自らの存在を積極的に宣伝すべきではない](#)と主張する際に、そのような可能性を持ち出している。

さらに、知的なエイリアンを見つけるには、ロジスティックス上の困難が伴います。宇宙は広大で、信じられないほど古いものです。人類が誕生してまだ 20 万年しか経っておらず、私たちが地球外からの電波信号の可能性を聞き始めたのは 1960 年以來です。ですから、私たちが探知可能なエイリアン文明と時間的にも空間的にも重なる可能性は高くないようです。フェルミのパラドックスにはおそらく単一の解決策はない、とほとんどの研究者は言う。現在私たちが直面している「大いなる沈黙」の原因は、おそらく上で述べた要因のいくつかを含む複数の要因の組み合わせである。そして、それらの要因の性質は、比較的近いうちに明らかになり始めるかもしれない。たとえば、科学者が[火星](#)、エウロパ、あるいは太陽系の他の天体で過去あるいは現在の微生物生命の証拠を発見し、それらの生物が「第二の起源」、つまり地球上の生命とはまったく異なるものであるとするとしよう。このような発見は、宇宙全体で生命が活動し続けることは難しくないことを強く示唆し、研究者はフェルミのパラドックスの考えられる説明を長いリストから一つ消すことができる。

専門家によるフェルミのパラドックス

レンセラー工科大学のハイディ・ジョー・ニューバーグ教授にフェルミのパラドックスについていくつか質問しました。 ハイディ・ジョー・ニューバーグ レンセラー工科大学物理学、応用物理学、天文学教授

ハイディ・ジョー・ニューバーグは、現在銀河の構造を研究している天体物理学者です。彼女は、恒星、超新星、そして私たちの銀河と他の銀河の両方を含む天体物理学のさまざまな研究を行ってきました。彼女は最近、生命が存在する可能性のある太陽系外惑星を検出するために、従来の望遠鏡に代わる研究を行うため、NASA から助成金を受けました。現代の研究者は、フェルミのパラドックスの前提、つまり地球外に知的生命体が存在するなら、彼らはすでに地球と接触しているか、地球に到達している可能性が高いという考えを受け入れる傾向があるのでしょうか?他の人の意見を代弁することはできませんが、私はその前提を信じていません。地球は生命が存在することがわかっている唯一の惑星なので、ここでの生命がどのように進化してきたかに基づいて推測することしかできません。地球は約 46 億年前に形成されました。この時代の化石が見つかったことから、地球上の生命は少なくとも 35 億年前に誕生しましたが、より単純な細胞はそれより前に形成されたと予想されています。おそらく、地球上の生命は、液体の水が一般的に利用できる条件が整った後、非常に急速に誕生しました。一方、複数の細胞を持つ生命は約 10 億年前までかかり、人類は 2 億年前には進化していませんでした。私たちが知る限り、宇宙で何が起きているかを考え、他の生命とコミュニケーションをとる可能性のある地球上の生命体は人類だけです。最初の望遠鏡は約 400 年前に発明され、最初の宇宙探査機は 100 年足らず前に打ち上げられました。このことから私が学んだのは、単純な生命（単細胞生物など）は簡単に作れるかもしれないが、複雑な生命はより難しく、宇宙の他の場所の生命とコミュニケーションを取ろうとする生命は極めて稀である可能性があるということだ。地球外生命体を発見し、コミュニケーションを取る技術は、いったん開始されれば、宇宙の時間軸上では非常に急速に発展するように見えるが、現代人類が種としてどれだけ長く生き残るかはわからない。

フェルミのパラドックスを解決するための一般的に受け入れられている方法がありますか?

フェルミのパラドックスを解決する一般的な方法はないのではないかと思います。高度に進化した知的生命体に関する情報がほとんどないという事実を指摘する以外に方法はありません。それがどれだけ珍しいものか、文明がどれだけ長く続くのか、人間とコミュニケーションを取りたがる可能性はどれくらいあるのか、銀河系全体に広がる可能性はどれくらいあるのか、人間がお互いを認識し理解し合う方法はどれくらいあるのか、私たちにはわかりません。これらを解明するための実際の情報がまったくない中で、解決の可能性があるとさえ思えます。

フェルミのパラドックスを評価するには、天の川銀河の広大な空間距離について考えることが重要です。光が最も近い恒星まで移動するには 4 年以上かかります。ロケットが時速 20,000 マイルで移動すると、そこに到達するには 33,000 年以上かかります。太陽から銀河の中心までの光の所要時間は 30,000 年です。ロケットの所要時間は 1 億 7,000 万年です。生命が銀河に居住するためにこのような距離を移動することを望むか、またはそ

れが可能かどうかはまったく不明です。試みられたとしても、着陸して繁栄するのに適した場所があるかどうかは明らかではありません。銀河全体に生命を広めることは、フェルミが想定したよりもはるかに難しいかもしれません。太陽系外惑星、特に居住可能な可能性のある惑星を研究する研究者は、通常、フェルミのパラドックスを考慮しますか？居住可能な可能性のある惑星を探している現代の研究者は、生命が見つかる可能性について考えるときに、通常、[シーガー方程式を使用します。これは、1961 年に人々が探していたものをまとめたドレイク方程式の最新版](#)です。重要な違いの 1 つは、シーガー方程式が、大気を変化させた生命（たとえば光合成による）を持つ惑星がいくつ見つかるかを尋ねるのに対し、ドレイク方程式は、検出可能な電波を発信している文明の数を計算することです。20 世紀には、SETI プログラムがこれらの文明を探しましたが、そのような文明の信号は見つかりませんでした。会話が、必ずしも知性があるわけではない生命の探索へと変化したことがわかります。地球の歴史からすると、そのほうが見つかる可能性がずっと高いでしょう。私は時々太陽系外惑星と生命の授業を担当しますが、私が使っている教科書にはフェルミのパラドックスについては触れられていません。ほとんどの研究者は今のところそれについて考えていないと私は予想しています。現在探しているのは太陽系外惑星、液体の水がある居住可能な太陽系外惑星、そして必ずしも知性があるわけではない生命の兆候です。

現在の研究によってフェルミのパラドックスが最終的に解決される可能性のある方法にはどのようなものがありますか？太陽系外惑星についてさらに詳しく知るにつれて、生命の存在の可能性や生命が広がる可能性について統計的な発言をすることが可能になってきます。このパラドックスの根底にあるのは、天の川銀河には何千億もの星があり、これほど多くの星があるなら、そのうちの 1 つには他の知的生命体が存在するに違いないという考えです。しかし、それが本当かどうかを評価する方法は実際には存在しません。

6 トンの砂の中には、何千億もの砂粒があります。したがって、少なくともそのうちの 1 つはウランでできていると考えるのが妥当なように思われます。しかし、私たちが海岸でウランを探すのは、もしそこにあったとしても、水に溶けて洗い流されてしまうからです。物体の数が多いからといって、それらの物体が何であるかに関するあらゆる可能性が存在するというわけではありません。現在の実験により、太陽系外惑星がいくつあるか、それらの惑星の条件はどのようなものか、太陽系外惑星の表面温度が液体の水が存在できるほど高いことはどの程度一般的か、そしておそらく太陽系外惑星の大気の豊富さが生命の存在に有利なほど高い可能性はどの程度かが分かってきています。私たちは、他の惑星に存在するあらゆる種類の生命を実際に発見することを目指しています。この情報は、他の場所で技術文明が形成される可能性を推測するための基礎となり、植民地を建設できる最も近い居住可能な惑星を見つけるために、どれくらい遠くまで移動する必要があるかを教えてくれます。

追加リソース SETI 研究所による[フェルミのパラドックスに関する議論](#)を読んでください。

[エンリコ・フェルミと彼の科学的業績](#)について詳しく学びましょう。

地球外生命体の発見に対して[人類がどのように反応するか](#)を調査した研究を読んでください。

Twitter [@Spacedotcom](#) または [Facebook](#) でフォローしてください。

[エリザベス・ハウエル](#) 宇宙飛行スタッフライター

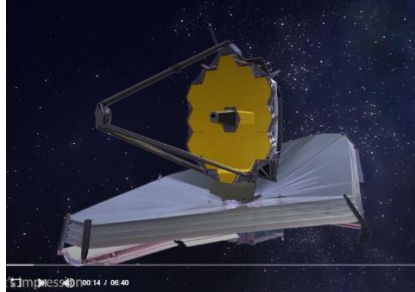
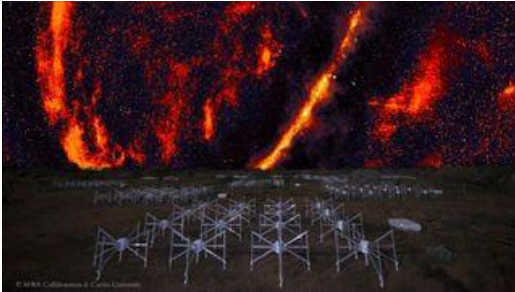
エリザベス・ハウエル（彼女/彼女）は、Ph.D.を持ち、2022 年から宇宙飛行チャンネルのスタッフライターとして、多様性、教育、ゲームもカバーしています。フルタイムで働く前は、10 年間 [Space.com](#) の寄稿ライターでした。エリザベスのレポートには、ホワイトハウスや米国副大統領府との複数の独占インタビュー、宇宙旅行者を目指す（NSYNC のベシストでもある）ランス・バスとの独占インタビュー、国際宇宙ステーションとの数回の会話、2 大陸での 5 回の有人宇宙飛行打ち上げの目撃、放物線飛行、宇宙服での作業、模擬火星ミッションへの参加などが含まれます。彼女の最新の著書「[Why Am I Taller ?](#)」は、宇宙飛行士のデブ・ウィリアムズとの共著です。エリザベスは、ノースダコタ大学で宇宙研究の博士号と修士号、カナダのカールトン大学でジャーナリズムの学士号、カナダのアサバスカ大学で歴史学の学士号を取得しています。エリザベスは、2015 年以来、いくつかの教育機関でコミュニケーションと科学の高等教育講師も務めています。彼女の経験には、2020 年以来、カナダのアルゴンキン カレッジで（先住民のコンテンツも含む）天文学コースを開発し、1,000 人以上の学生に教え

たことが含まれます。エリザベスは、1996 年に映画「アポロ 13」を見て初めて宇宙に興味を持ち、今でもいつか宇宙飛行士になりたいと考えています。Mastodon: <https://qoto.org/@howellspace>

<https://www.space.com/seti-alien-signals-low-radio-frequencies>

SETI は未踏の無線周波数を使って 1,000 以上の銀河で地球外生命体を探索している

キース・クーパー 2024.8.30 エイリアンは発見されなかったものの、この結果はエイリアンの送信機のパワーの可能性に対する期待を抑えるのに役立った。



この合成画像は、オーストラリア奥地にある電波望遠鏡、マーチソン・ワイドフィールド・アレイの上空に広がる夜空の赤い電波シグネチャを示しています。(画像提供: © MWA Collaboration およびカーティン大学)

ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡はどのようにして異星の世界を研究するのでしょうか？

強力なジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡に搭載された機器により、人類は太陽系外惑星とその大気をより深く観察できるようになります。

1,300 以上の銀河で地球外からの信号を探す研究は、地球外に通信や技術を行っている文明がいくつ存在するかという予想を限定するのに役立っています。

オーストラリアのマーチソン・ワイドフィールド・アレイ (MWA) で実施されたこの探索は、80~300 MHz の範囲の低無線周波数を対象としました。比較すると、SETI ([地球外知的生命体の探査](#)) は通常、1,420 MHz の水素放出周波数でエイリアンの信号を探します。実際、低周波数は SETI にとって比較的未開拓の領域です。

この探索は、カリフォルニアの SETI 研究所のチェノア・トレンブレイ氏と、オーストラリアのカーティン大学の MWA 所長スティーブン・ティンゲイ氏によって行われた。チームは、星座の 30 度の視野に焦点を合わせ、2,880 個の銀河を網羅した。これらの銀河のうち 1,317 個の赤方偏移、つまり距離は、これまでに高い精度で測定されていたため、トレンブレイ氏とティンゲイ氏は特にこれらの銀河をターゲットにした。銀河の距離を知ること、2 人はそれらの銀河にある送信機の電力に制約を設けることができた。

当初の探査では地球外からの信号を検出できなかったが、トレンブレイ氏とティンゲイ氏は論文の中で、100MHz の周波数で 7×10^{22} ワットの送信出力があれば信号を検出できたはずだと結論付けた。

「この研究は、高度な地球外文明からの信号を検出するという我々の取り組みにおいて、大きな前進を意味する」とトレンブレイ氏は声明で述べた。「MWA の広い視野と低周波範囲は、この種の研究にとって理想的なツールであり、我々が設定した制限は将来の研究の指針となるだろう。」

関連: [私たちは孤独なのか？ 知的なエイリアンは稀かもしれない、と新たな研究が示唆](#)

SETI は 64 年の歴史の大部分において、私たちの[天の川](#)銀河の星に焦点を当ててきましたが、近年ではその範囲が広がり始めています。たとえば、2015 年に G-HAT (エイリアン・テクノロジーズからの熱を垣間見る) プロジェクトは、NASA の広域赤外線サーベイ望遠鏡 (WISE) を使用して 10 万個の銀河を調査し、それぞれの銀河のすべての星の周りに「[ダイソン群](#)」を築いた可能性のある文明を探しました。何も発見されませんでした。2023 年には、台湾の国立中興大学のユリ・ウノ氏が率いるチームが、地球から 30 億光年以内に、 7.7×10^{26} ワットを超える出力の無線送信機を天の川銀河に向けている文明は 1 つしかないという示唆しました。

同年、ジョドレルバンク天体物理学センターのマイケル・ギャレット氏とブレイクスルー・リッスンのアンドリュー・シーミオン氏は、背景銀河の探索を行って最大検出電力を制限し、約 10^{23} ワットから 10^{26} ワットの範囲に到達しました。(潜在的な信号の正確な最大電力は、信号の発生源である銀河までの距離によって異なります。) 最後に、SETI 研究所のカルメン・チョザ氏が率いるチームは、最近グリーンバンク望遠鏡を使用して 97 個の銀河を対象とした探索を行いました。何も検出されませんでした。

そんなにたくさんの力はどこから来るのでしょうか？

これらの送信能力を達成するには、テクノロジーに長けたエイリアンは、ひとつの星、あるいは複数の星の力を利用しなければならないだろう。1964 年、ソ連の天文学者ニコライ・カルダシェフは、地球外文明が利用できるエネルギーの量に基づいて、文明の分類基準を策定しました。タイプ 1 の文明は、1 つの惑星で利用できるすべてのエネルギーを利用します。一般的には 10^{16} ワット以上です。タイプ 2 の文明は、恒星全体のエネルギーを利用します。太陽のような恒星の場合、 10^{26} ワットになります。タイプ 3 の文明は、銀河系内のすべての恒星の出力をすべて利用します。その量は約 10^{36} ワットになります。

これまでのところ、ゼロ検出は必ずしも技術的でコミュニケーション能力のある地球外生命体が存在しないことを意味するわけではなく、私たちの観測がまだその存在について何も言うほど包括的ではないということだ。私たちは単に確信が持てないだけだ。推定によると、観測可能な宇宙には最大 2 兆個の銀河があり、私たちが探索したのはそのうちのほんの一部に過ぎず、しかも短期間だけである。

関連記事:

- [エイリアンのテラフォーミングが温室効果ガスを排出すれば、我々の望遠鏡で検出できるかもしれない](#)
- [これらの近くの恒星系は、地球外生命体の探索に適したターゲットとなる可能性がある（ビデオ）](#)
- [異星文明との接触に失敗した原因は AI にあるかもしれない](#)

銀河間無線ビーコンの運用も安くはないだろう。我々が観測した際に電力節約のため無線ビーコンがオフにされていた可能性もある。あるいは、他の銀河の方向に向けられていたのかもしれない。カルダシェフ タイプ 2 および 3 の文明は稀なため、そのような出力の送信機は見られないだろう。したがって、制約条件から判断すると、無線ビーコンはどこかにあるかもしれないが、我々が検出できるよりも低い出力で動作している可能性がある。さらに、この新しい調査は低周波数で動作していたが、高周波数の送信機が存在する可能性も否定できない。

トレンブレイ氏とティンゲイ氏は、地球上のいくつかの強力な電波発信源や、人類の最も初期の電波送信の一部は低周波であり、この範囲内での探索が正当化されると指摘している。さらに、これらの低周波での SETI 探索は比較的少ないため、予期せぬものが見つかる可能性は常にある。SETI が成功するには、電波探索で多数の周波数をカバーし、捉えにくい信号を見逃さないようにする必要がある。

「周波数空間をカバーするために協力し続けることは、将来的に非常に重要になるだろう」と、トレンブレイ氏とティンゲイ氏は論文の中で結論づけている。この研究は 8 月 26 日に[天体物理学ジャーナル](#)に掲載された。

[キース・クーパー](#) 寄稿者

キース・クーパーはイギリスのフリーランス科学ジャーナリスト兼編集者で、マンチェスター大学で物理学と天体物理学の学位を取得しています。『The Contact Paradox: Challenging Our Assumptions in the Search for Extraterrestrial Intelligence』(ブルームズベリー・シグマ、2020 年)の著者であり、多数の雑誌やウェブサイトにて天文学、宇宙、物理学、宇宙生物学に関する記事を執筆しています。

https://news.biglobe.ne.jp/trend/0827/toc_240827_5584612188.html#google_vignette

「Wow!シグナル」ついに説明がつくかもしれない！？地球外生命体からのメッセー

ジなのか…！？

2024 年 8 月 26 日 (月) 7 時 0 分 [tocana](#)



[写真を拡大](#)

天文学者たちは、何年にもわたって宇宙の彼方から届く地球外生命体からのメッセージに耳を傾けてきた。中でも今から 40 年以上前にオハイオ州立大学の学校の望遠鏡が捉えた奇妙な電波シグナルは、これまで記録されたシグナルの中で最も刺激的かつ不可解な例として長く語り継がれ、研究されているものだ。

問題の非常に強い電波シグナルはいて座の球状星団 M55 から発生し、約 72 秒間続いたもの。コンピュータの出力結果を最初に調べた天文学者のジェリー・エーマン氏は、シグナルのあまりの強度に驚いてそのページに『ワオ！(Wow!)』と書き記した。このシグナルは最も地球外知的生命体からのものである可能性が高いシグナルとして、落書きから『Wow!シグナル』と呼ばれるようになった。

現在ではこのシグナルは自然発生的なものだとされているが、発生源などの詳細については何十年もの間、議論的となっていた。しかし今はなきアレシボ天文台が過去に収集したデータから、同様の信号を見つけることを目的とした新しい研究の結果から、シグナルの謎が解き明かされる可能性が出てきている。

有力視されているのは”銀河系内の冷たい水素（HI）による星間雲 “という可能性だ。研究者たちは過去のデータから、弱いながらも Wow!シグナルに類似した信号の例を多数発見した。Wow!シグナルは極めて希少な、出力が増大したものである可能性があるというのだ。Wow! シグナルは、マグネター・フレアや軟ガンマ線リピーター（SGR）のような強い過渡放射源による水素線の刺激放出によって、天体が突然明るくなったために起こったものであるが、このような現象は非常にまれであり、特殊な条件や配置に左右されるという。これはオハイオ州立大学の望遠鏡が、通常の状態では同様のシグナルを拾うことができないにもかかわらず、Wow！シグナルを検出できたことの説明にもなるという。「われわれの仮説は、Wow! シグナルは、水素系列で初めて記録された天文学的メーザー・フレアである可能性を示唆しています」と研究チームは語る。

今後、更に研究が進めばシグナルの正体が明らかになるのかもしれない。

関連記事：Unexplained Mysteries

【本記事は「ミステリーニュースステーション・ATLAS（アトラス）」からの提供です】

<https://news.livedoor.com/article/detail/27071275/>

宇宙人の見た目は“緑色”ではなく“紫色”の可能性高い、米大学が新研究

2024 年 8 月 28 日 10 時 9 分 [ナリナリドットコム](#)



[写真拡大](#)

宇宙人は、緑色ではなく、紫色の**見た目**をしている可能性が高いという。

地球外生命体については長い間、地球上の生命維持に必要な酸素を供給するクロロフィルの色素に似た緑色であるとされてきたが、今回、新たな研究により、地球上の最初期のバクテリアのような紫色である可能性が示唆さ

れた。これを受けて現在、異星人の痕跡を見落とすのを防ぐため、天体望遠鏡に紫色の色素を探索できる機能を搭載する計画が立てられている。ニューヨーク・コーネル大学による同研究を指導したリサ・カルテネッガー氏はニュースサイトの「サイエンティフィック・[アメリカン](#)」にこう語っている。「我々の望遠鏡が、毎日遭遇しているものとは全く異なる生命を見逃さないようにするため、生命の兆候のデータベース作成を目的としています」「紫色のバクテリアは様々な条件下で生存、繁栄が可能です。紫は新しい緑といったところでしょう」



https://news.biglobe.ne.jp/domestic/0831/dol_240831_3444140190.html

ダークマターとダークエネルギー、わずかな手がかりから「宇宙の姿」を想像する研

究者たちの探究 2024年8月31日（土）6時0分 [ダイヤモンドオンライン](#)



ダークマターとダークエネルギー、わずかな手がかりから「宇宙の姿」を想像する研究者たちの探究

[写真を拡大](#)

ウォール・ストリート・ジャーナル、BBC、タイムズなど各メディアで絶賛されているのが『THE UNIVERSE IN A BOX 箱の中の宇宙』（アンドリュー・ポンチェン著、竹内薫訳）だ。ダークマター、銀河の誕生、ブラックホール、マルチバース…。宇宙はあまりにも広大で、最新の理論や重力波望遠鏡による観察だけでは、そのすべてを見通すことはできない。そこに現れた救世主が「シミュレーション」だ。本書では、若き天才宇宙学者がビッグバンから現在まで「ぶっとんだ宇宙論」を提示する。本稿では、作家の[円城塔氏](#)に本書の魅力を寄稿いただいた。

（ダイヤモンド社書籍編集部）

Photo: Adobe Stock

わからないこと、わかっていること

ダークマターとダークエネルギー。とってもダークな響きである。なんだか魔法あたりと関係がありそうなのだが、宇宙関係で出てくる場合は「なんだかわからないもの」くらいのニュアンスである。

これがなかなか説明しにくい。ダークマターは重力とだけ相互作用する。たとえば、ダークマターでできたリングがあるとしてみよう。それは見えない。触ることもできない。物が見えるのも、触れることができるのも、電磁気的な相互作用だからである。地面を突き抜けて落ちていく。でも重力には従うから、地球の周りを回るだろう。ニュートリノともまた違う。どこが違うという説明はこれが意外に長くなる。なんだかよくわからない。わからないのに、そういうものを想定すると、宇宙についての色んなことがしっくりとくることだけがわかっている。他にうまい手があれば誰もがそちらに乗り換えようと思っているが、今のところ良案はない。

といったあたりの事情を解説するには、やっぱり本書くらいの分量が必要である。

ダークなもの

著者の専門は、宇宙のシミュレーション。計算機を用いて、銀河の生成、宇宙の誕生などを扱う。

物理学的な視点としては、あらゆるモノの動きは法則に従っている。じゃあ、あらゆるモノの運動を方程式で書いて解けば、どんな未来だってわかるのでは、となりそうなのだが、その方程式を厳密に解く方法はないと知られていたりもするのであって、シミュレーションの出番となる。宇宙の中には、数本の方程式で捉えられる

現象もあれば、理解のためには、膨大な数の方程式が必要な現象もある。天気予報などは後者に属する。そうして、銀河の生成なども。科学はとかく万能とみなされがちで、価値観とかは関係なく、真実を告げるとされたりするのだが、多くの場合、何を知りたいのか、何を対象とするのかという外枠がある。

宇宙をシミュレーションするという時には、大胆な切り捨てが要求される。扱うことのできる要素の数は宇宙的スケールに比べるとほとんど無といってよい。それでも、わずかな手がかりから、宇宙の姿を想像することができる。手計算では辿りつけなかった光景が展開されることが起こる。計算機の中に展開される宇宙ではある意味、設定次第でどんなことでも実現できる。でもしかしそれがちゃんと現実の似姿になっているためには、厳しい基準が要請される。科学はフェイクとは異なり、フェイクとは異なるという証拠がある。機械には好きなことをさせることができるのだが、そこには動機が存在する。気持ちと真摯さ、科学におけるそのバランスが、ダークなものの姿を人々の頭に浮かべていく。

円城塔（えんじょう・とう） 1972 年生まれ。2012 年『道化師の蝶』で芥川賞を受賞。近刊に絵本『ねこがたいやきたべちゃった』ほか。

（本原稿は、アンドリュー・ポンチェン著『THE UNIVERSE IN A BOX 箱の中の宇宙』（竹内薫訳）に関連した書き下ろしです）



<https://sorae.info/astrometry/20240827-higgs-field-pbh.html>

今の宇宙で「ヒッグス場の崩壊」が起きていない以上、「原始ブラックホール」は無い

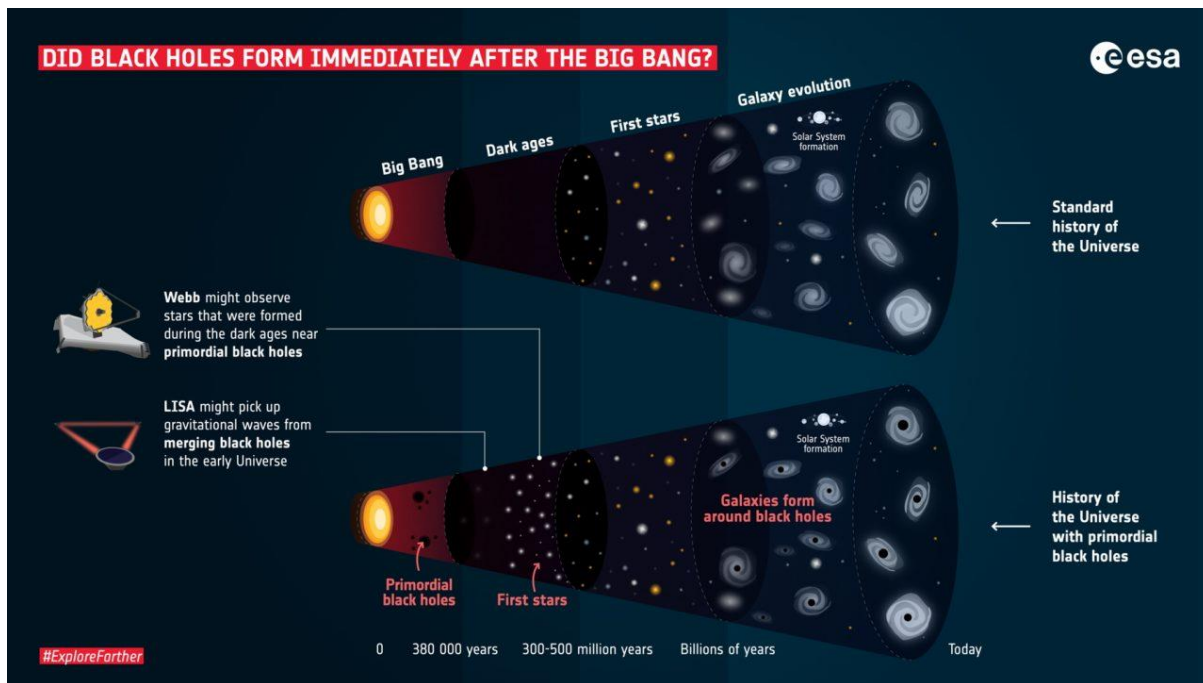
いかもしれない？

2024-08-27 [彩恵りり](#)

現在の宇宙の環境の基本であり、全ての素粒子の質量の源である「ヒッグス場」（※1）は、宇宙の誕生直後のかなり早い段階で生成され、その後現在まで一切変化していないとされています。一方で、現在の宇宙のヒッグス場は完全に安定しているのではなく、実際には準安定状態で保たれているという予測もあります。もし現在のヒッグス場が準安定状態の場合、より完全な安定状態へと崩壊する可能性はゼロではありません。その場合、私たちが知る構造も全て崩壊してしまうでしょう。これは「ヒッグス場の崩壊」、または「偽の真空の崩壊」とも呼ばれます。

※1...厳密に言えば、素粒子が亜光速で運動して生じる質量など、ヒッグス場とは無関係に生じる質量もありますが、これも源流を辿ればヒッグス場で生じた質量に行きつくため、ここでは割愛します。

キングス・カレッジ・ロンドンの Louis Hamaide 氏などの研究チームは、誕生直後の宇宙で生成したと考えられている「原始ブラックホール」について、その蒸発が準安定なヒッグス場を崩壊させるのに十分なエネルギーを生じることを理論的に示しました。しかし、いくつかの宇宙モデルで予言される原始ブラックホールの数はかなり多いため、約 138 億年の歴史の中でヒッグス場の崩壊が起きていないという現状と一致しません。つまりこの結果からすれば、大量の原始ブラックホールの生成を仮定するいくつかの宇宙モデルは排除されることとなります。逆に、原始ブラックホールが存在するならば、ヒッグス場の崩壊を防ぐための未知の物理過程が存在することになります。こちらの場合、全く未知の素粒子が相互作用があることを示唆する発見となるため、現在の物理学を書き換える必要があります。



【▲ 図 2: 原始

ブラックホールがない宇宙（上側）とある宇宙（下側）のそれぞれの歴史。原始ブラックホールがあれば、その重力で物質が集中するため、宇宙の歴史の早い段階で恒星や銀河が形成されることになります。（Credit: ESA）

このような背景がある中で今回、Hamaide 氏らの研究チームが注目したのが「原始ブラックホール」です。原始ブラックホールとは、初期の宇宙でヒッグス場の生成と同じ頃に生成されたと考えられている、極めて軽いブラックホールです。重力でのみその存在を知ることができる「暗黒物質（ダークマター）」の一部を構成しているという説や、初期の恒星や銀河の形成を補助したのではないかという説があるなど、宇宙論における興味深い存在として知られています。そして、原始ブラックホールは極めて軽いため、「ホーキング放射」と呼ばれるプロセスで少しずつ質量を失い、最後には大量の放射をしながら消えてしまうと考えられています。この現象は「ブラックホールの蒸発」と呼ばれています。原始ブラックホールの蒸発は、遠くから観測すると超新星爆発のような高エネルギー現象のように見えると予測されており、蒸発プロセスを通じて原始ブラックホールの実在を確かめる観測も行われています。しかし、標準的な宇宙論で予測される原始ブラックホールの数からすれば、とっくの昔に原始ブラックホールの蒸発を観測できていてもおかしくないのですが、実際には今のところ確定的な候補は 1 つも見つかっていません。このため、原始ブラックホールの数はもっと少ないのではないかとする修正案もありますが、原始ブラックホールという存在自体が幻なのではないかという説も提唱されています。

関連記事 ・ [現存する望遠鏡だけで「ホーキング放射」をブラックホールから検出できる日が来るかもしれない](#)（2024 年 6 月 26 日） ・ [やはり原始ブラックホールはダークマターにはなりえない？](#)（2024 年 8 月 16 日）

Hamaide 氏らは、原始ブラックホールの蒸発で発生する高エネルギーな環境は、ヒッグス場を崩壊させるのに十分なのではないかと考察し、検証を行いました。現在の理論では、質量が 10 億トン未満の原始ブラックホールは、ヒッグス場の形成から現在までの間に蒸発しているはずで

す。検証の結果、原始ブラックホールが蒸発する直前には、ヒッグス場の崩壊を招くのに十分なほどの高温に熱せられるホットスポットが生じることが分かりました。つまり、原始ブラックホールが本当に存在するならば、宇宙は約 138 億年の歴史の中で、いつでもヒッグス場の崩壊が起きることになります。しかし実際には、明らかにヒッグス場は崩壊していないようです。

■ヒッグス場が崩壊していないという矛盾の解決策

理論的にはいつでもヒッグス場は崩壊しているべきなのに、実際には崩壊していないというこの矛盾には 2 通りの仮説が考えられます。1 つ目は、原始ブラックホールはかつて考えられていたよりずっと少ないか、あるいは全く存在しないという仮説です。この場合、豊富な原始ブラックホールの生成を予測する多くの宇宙モデルは否定

されることとなります。この仮説の元では、宇宙モデルの根幹となる宇宙論の書き換えが必要になります。

2つ目は、原始ブラックホールは存在し、実際に蒸発しているものの、ヒッグス場の崩壊が起きていないという仮説です。この場合、蒸発によってヒッグス場の崩壊に十分な条件が揃っているにもかかわらず、崩壊を防ぐ何らかの作用が働いていることとなります。これは現在の物理学では全く予測されない現象ですが、ブラックホールの蒸発については未知の部分もあるため、可能性がないわけではありません。仮にこちらの仮説が正しい場合、未知の素粒子や相互作用を予言させるため、とても気になるものです。

今回の研究の著者の1人である Lucien Heurtier 氏は、今回の論文が示すように、宇宙には小さな世界から大きな世界まで、まだまだ多くの謎が残っていると話しています。

関連記事

- ・ [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 年 1 月 6 日)
- ・ [初期宇宙には “色付きブラックホール” が存在した？ 暗黒物質探索の思わぬ副産物](#) (2024 年 6 月 24 日)

Source

[Louis Hamaide, et al.](#) “Primordial black holes are true vacuum nurseries” . (Physics Letters B)

[Lucien Heurtier.](#) “The Higgs particle could have ended the universe by now - here’s why we’re still here” . (The Conversation)

文／彩恵りり 編集／soraе 編集部

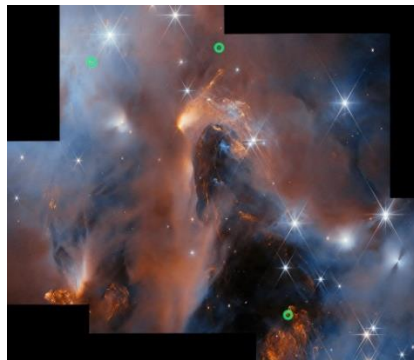
<https://forbesjapan.com/articles/detail/73367>

2024.08.29 18:00

宇宙空間を放浪する 6 つの「はぐれ惑星」発見、恒星と同じ過程で形成か



[Jamie Carter | Contributor](#)



ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡 (JWST) の分光サーベイ観測で得られた、ペルセウス座の反射星雲と散開星団 NGC1333 の最新画像 (ESA/Webb, NASA & CSA, A. Scholz, K. Muzic, A. Langeveld, R. Jayawardhana)

[全ての画像を見る](#)

ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡 (JWST) の分光サーベイ観測で得られた、ペルセウス座の反射星雲と散開星団 NGC1333 の最新の広視野合成画像。新たに発見された自由浮遊惑星質量天体 (はぐれ惑星) の 3 つを緑色のマーカーで示している (ESA/Webb, NASA & CSA, A. Scholz, K. Muzic, A. Langeveld, R. Jayawardhana)

宇宙空間を放浪している惑星 6 つを、NASA のジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡 (JWST) による観測で発見したとする研究結果が発表された。「はぐれ惑星」と呼ばれるこの種の天体は、惑星がどのように形成されるかを解明する手がかりを与えてくれるかもしれない。はぐれ惑星は自由浮遊惑星とも呼ばれ、大半の惑星のように恒星を周回しているのではなく、特定の恒星に束縛されずに宇宙空間を単独で漂っているように見える。今回発見されたはぐれ惑星は、質量がそれぞれ木星の 5~10 倍ほどだ。

孤立した天体

はぐれ惑星の質量が極めて重要である理由は、恒星と惑星との間の境界をめぐって、天文学者が長年頭を悩ませ

ているからだ。天文学誌 The Astronomical Journal に掲載が受理された[論文](#)で詳細が明らかになった今回の発見は、木星よりやや大きい惑星の形成にも、恒星の形成と同じプロセスが関与している可能性があることを示唆している。今回の研究に用いたデータは、ペルセウス座の方向約 1000 光年の距離にある星形成領域の星団 NGC 1333 の、かつてないほど詳細な観測によって得られたものだ。はぐれ惑星は、恒星の周囲を公転しておらず、孤立した天体だ。天の川銀河（銀河系）にどのくらいの数のはぐれ惑星が存在するかはわかっていない。はぐれ惑星が形成される仕組みについては、天文学的に明らかになっていないが、1つの説として、若い恒星の周囲のガス円盤内で形成された後に、他の恒星との接近遭遇による影響を受けて恒星系からはじき出された可能性があると考えられている。もう1つの説としては、恒星と同様に宇宙空間で単独で形成されるというものだ。この場合は、惑星であるにもかかわらず、周囲を公転する別のより小型の惑星を持つ可能性がある。

ミニ惑星系？

この後者の説は、今回の証拠によって裏付けが得られている。新たに発見された惑星の1つで、これまでに見つかった最軽量のはぐれ惑星には、周囲に塵が豊富な円盤がある。これはこの惑星が、星形成と同様の方法で形成された可能性があることを示している。このことは、この種の惑星が独自の惑星系を形成する可能性があり、銀河系や他の銀河にミニ惑星系が存在することを示唆している。

論文の共同執筆者で、英セントアンドルーズ大学の天体物理学者のアレックス・ショルツは「巨大惑星に匹敵する質量を持つこれらの小型天体は、独自の惑星系を形成できる可能性がある」と指摘する。「これは、太陽系よりもはるかに小規模なミニ惑星系のゆりかごになっているかもしれない」

[次ページ > 惑星質量天体の形成には2通りのプロセスが存在](#)

自由浮遊天体

また今回の観測では、NGC 1333 内で1つの褐色矮星が新たに発見された。この褐色矮星は公転軌道を周回する惑星を1つ持っているようだ。褐色矮星は恒星と同じように形成されるが、恒星になれるほど高密度にはならない天体だ。論文の主執筆者で、米ジョンズ・ホプキンス大学の天体物理学者のレイ・ジャヤワルダナは「星と同じように形成される最小級の自由浮遊天体は、近距離星を周回している巨大な系外惑星と質量の範囲が重なり合うことが判明している」と指摘する。「今回の観測で確認されたのは、自然界では惑星質量天体が少なくとも2通りの方法で形成されることだ。1つは、恒星が形成されるように、ガスと塵の雲の収縮によって形成される方法。もう1つは、太陽系の木星と同様に、若い星の周囲のガスと塵の円盤内で形成される方法だ」と、ジャヤワルダナは説明した。

ローマン宇宙望遠鏡とはぐれ惑星

NASA の次期大型宇宙望遠鏡である総開発費約 39 億ドル（約 5600 億円）の[ローマン宇宙望遠鏡](#)は、2020 年代後半に打ち上げられる予定で、はぐれ惑星を重力マイクロレンズ法を用いて探索する。[重力マイクロレンズ法](#)では、望遠鏡から見て恒星や惑星の背景にある星からの光が、これらの天体の近くを通過する際に天体の重力の影響によって曲げられ、増幅される現象を利用する。これにより、地球から数千光年の距離にあるはぐれ惑星の検出が可能になるかもしれない。ローマン宇宙望遠鏡は、銀河系内にある太陽系外惑星の大規模調査（RGES）を行うほか、太陽系外の地球型惑星の直接観測や、宇宙がどのように膨張しているかの解明を助ける観測などを実施する。主鏡の大きさは、ハッブル宇宙望遠鏡と同じく直径 2.4m だが、搭載される広角レンズによってハッブルの 100 倍広い視野が得られるため、銀河系や他の銀河の地図をはるかに短時間で作成できる。

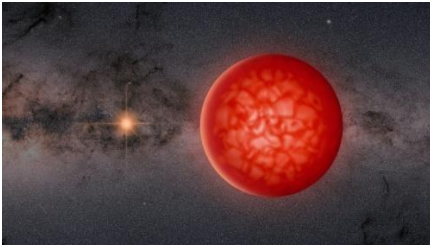
([forbes.com 原文](#)) 翻訳＝河原稔

https://sorae.info/astronomy/20240825-vvv-1256-62ab.html#google_vignette

高速で銀河を駆ける連星 銀河中心とハローを 4 億年周期で行ったり来たり

2024-08-25 [sorae 編集部](#)

こちらは約 246 光年先の連星「VVV 1256-62AB」の想像図です。VVV 1256-62AB は左奥の白色矮星「VVV 1256-62A」と右手前の準矮星「VVV 1256-62B」で構成されています。間隔は約 1400 天文単位で、約 6 万年周期で互いに公転しています。

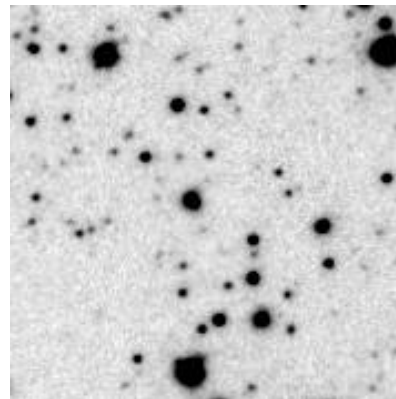
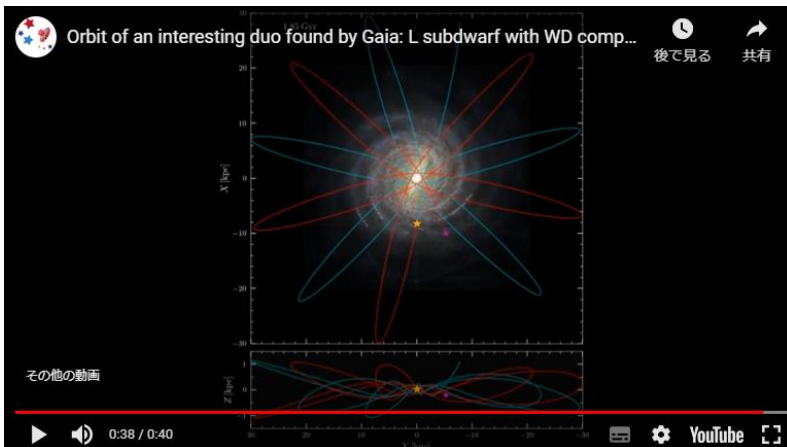


【▲ 連星「VVV 1256-62AB」の想像図 (Credit: Jiaxin Zhong & Zenghua Zhang)】

天の川銀河の星々は各々の軌道を公転していますが、この連星の軌道は独特です。南京大学の張曾華 (Zenghua Zhang) さんを筆頭とする研究チームによると、天の川銀河の中心に対して約 4 億年ごとにわずか約 3000 光年まで接近したかと思えば、最も遠ざかる時は約 10 万光年も離れて銀河ハロー (※銀河を球状に包む低密度の領域) に達するような細長い軌道を描いており、現在は秒速 406km で中心から離れる方向へ移動しています。

また、誕生したばかりの白色矮星の表面温度は 10 万℃にもなりますが、VVV 1256-62A の表面温度は太陽よりも低い約 4160℃まで下がっています。連星の年齢は約 105 億年と非常に古く、VVV 1256-62A が白色矮星になってからだけでも 85 億年ほどの時間が経っていると推定されています。

VVV 1256-62AB の研究を通じて、天の川銀河全体についてのさらなる知見を得たり、恒星の進化モデルをテストしたりできると期待されています。



【▲ 連星「VVV 1256-62AB」の過去 20 億年 (シアン) と今後 20 億年 (赤) の動きを示した動画。星印は現在の太陽の位置を示している】 (Credit: Roberto Raddi, Zenghua Zhang, MNRAS)

【▲ パラナル天文台 (チリ) の「VISTA 望遠鏡」で 2010 年と 2015 年に撮影された連星「VVV 1256-62AB」の連続画像。左が白色矮星「VVV 1256-62A」、右が準矮星「VVV 1256-62B」 (Credit: VISTA, ESO)】

Source

[南京大学](#) - "Waltz" in the Milky Way: The first age benchmark ultracool subdwarf with a white dwarf companion- Nanjing University

[ESA](#) - Gaia discovers interesting duo belonging to the Milky Way halo: an ultracool subdwarf with a white dwarf companion

[Zhang et al.](#) - Primeval very low-mass stars and brown dwarfs – VIII. The first age benchmark L subdwarf, a wide companion to a halo white dwarf (Monthly Notices of the Royal Astronomical Society) 文・編集/sorae 編集部