

## 宇宙でラーメン作りへ！ 宇宙食 3.0 実現に向けユーグレナがクラファン開始

掲載日 2023/04/18 09:41 著者：齊田興哉 [ユーグレナが目指すのは宇宙での“地産地消”](#)

2023年3月22日、ユーグレナは、地産地消の宇宙食である「宇宙食 3.0」への挑戦として、宇宙のように特殊で閉鎖的な環境下でも発育・栽培できる可能性を秘めた食材を活用した即席カップ麺の開発に向けて、クラウドファンディングを開始すると発表した。このクラウドファンディングの支援者には、開発された「2040年サステナブルラーメン」を返礼品として送るといふ。では、ユーグレナが目指す宇宙食の未来とはどのようなものだろうか。今回は、こんな話題について紹介したいと思う。



宇宙食 3.0 の実現を目指して、ユーグレナが「2040年サステナブルラーメン」を開発した(出所:ユーグレナ)

ユーグレナが宇宙食 3.0 の実現を目指して開発した「2040年サステナブルラーメン」(出所:ユーグレナ)

### ユーグレナが目指すのは宇宙での“地産地消”

近年、国際宇宙ステーション(ISS)での民間人の滞在やサブオービタル旅行への民間人搭乗など、宇宙旅行が徐々に身近になってきている。まだ価格自体は高額で富裕層向けの旅行先であることは間違いないが、そう遠くない未来には大衆化されているだろう。また、アルテミス計画などの月面有人探査計画も始動し、宇宙での長期滞在がますます現実味を帯びてきている。その中で課題の1つとなるのは、やはり宇宙での食料確保だ。冒頭でも記載したが、宇宙食 3.0 の実現に向けた取り組みが始動している。鋭い読者の方であれば、宇宙食 1.0 や 2.0 もあるとお察しだろう。その通り、地上で調理したものを宇宙空間に持っていく宇宙食 1.0、地上から食材を運搬し宇宙空間で調理する宇宙食 2.0がある。そして現在ユーグレナが取り組むのが、宇宙空間で食料を生産し自給する宇宙食 3.0の開発だ。同社は宇宙食 3.0 への挑戦として、自社研究の強みである微細藻類の石垣島ユーグレナを使った宇宙食素材を検討している。彼らによると、ユーグレナは、豊富な栄養素を含有している上、他の動物や植物と比べて単位面積あたりの生産性が高く、閉鎖的空間である宇宙での栽培に適しているのというのだ。

また同社は並行して、微細藻類「オーランチオキトリウム」の研究も進めている。オーランチオキトリウムは、細胞重量の20%近くをDHAが占めており、宇宙空間において不足する魚類含有の必須脂肪酸を効率的に供給できる素材だとしている。そして今回ユーグレナは、クラウドファンディングのリターンとして、2040年サステナブルラーメンを開発したという。このラーメンはもちろん宇宙食 3.0 の開発の一環だ。スープにはオーランチオキトリウムが使われ、DHAを豊富に含む同素材の魚介系風味を活かした醤油ベースの味わいとのこと。麺の原料は、生命力が強く化学肥料や農薬に頼らず栽培できる「カムット小麦」を使用し、酵素技術によりもちもちした食感と食べ応えを実現したとする。さらにその上には、ネクストミーツが開発した代替肉に、宇宙でも培養可能なユーグレナを加えたチャーシューや、暑さや乾燥などの環境耐性があり、緑黄色野菜と果物の両方の栄養素を含んだスーパーフード「ウチワサボテン」の茎を使用した野菜がトッピングされるというのだ。いかがだっただろうか。微細藻類を活用してさまざまな課題解決方法を発想するユーグレナの実行力や実現力には、いつも驚かされる。ぜひ読者のみなさんもクラウドファンディングに参加し、宇宙食 3.0 を実現するラーメンを楽しんでいただくとともに、ユーグレナを応援してみたいはかがだろうか。 齊田興哉さいだともや

## 宇宙でも作れそうな食材だけで製造した“宇宙食ラーメン”を食べてみた結果！ ニュータッチ「凄麺」のヤマダイとユーグレナが開発

2023年4月17日（月）11時0分 [ガジェット通信](#)



宇宙でも作れそうな食材だけで製造した“宇宙食ラーメン”を食べてみた結果！ ニュータッチ「凄麺」のヤマダイとユーグレナが開発 [写真を拡大](#)

普段からカップ麺とかコンビニグルメを食べまくっている、B級フード研究家のノジーマです。特にカップ麺はよく食べていて、毎月ランキング記事なんかを書かせていただいておりますけど、そんな僕でもいまだかつて食べたことのないカップ麺を食べる機会に恵まれたので紹介させていただきます。

### 宇宙食ラーメン「2040年サステナブルラーメン」

その名も「2040年サステナブルラーメン」。これは何かというと、月面基地に人間が居住し始めると予想されている2040年代に宇宙でも発育・栽培できる可能性を秘めた食材のみを使用して作ったという“宇宙食ラーメン”。地球で作って宇宙空間に持ち込んだ宇宙食を「宇宙食1.0」、宇宙空間で調理する宇宙食を「宇宙食2.0」と定義するならば、宇宙空間での地産地消を達成できるこちらは「宇宙食3.0」と定義されているそう。

こちらは藻の一種であるユーグレナ（和名：ミドリムシ）を活用した食品や化粧品の販売などをおこなっている株式会社ユーグレナが企画開発していて、現在試作品を返礼品としたクラウドファンディングに挑戦中とのこと。その話を聞いた時点では正直「おーん、なるほどなあ」ってくらいの関心しかなかったんですけど、なんと開発にはニュータッチ凄麺シリーズでおなじみのヤマダイ株式会社がガッツリと協力しているというじゃないですか……！ まだまだ知名度は低いかもしれないけど、凄麺シリーズはマジで全部とんでもなくウマイからな！！

そんなヤマダイさんと共同開発ってことで期待値はガンガンズンズングイグイ上昇。ユーグレナさんに無理を言ってお願ひし、試作品をひとつだけお送りいただいてしまいました。ありがとうございます！

### 「2040年サステナブルラーメン」を作って食べてみた！

というわけで、試作品が先日手元に届いたので調理スタート。プラスチックのフタが採用されているのはなかなか珍しいですが、開けてみると中には見慣れた感じのかやく、粉末スープ、調味油の小袋が入っていました。

ところが麺はちょっと違う雰囲気。かなりの細麺で表面にはうっすらとオブラート状のものが付着している気がします。こちらの小麦は小麦でも生命力が強く、化学肥料や農薬に頼らなくても高品質な生産が可能という「カムット小麦」が原料で使用されていて、一般的な小麦に比べてビタミン、ミネラル、タンパク質などの栄養価も高いのだそう。ここに粉末スープとかやくを開けて熱湯を注ぎます。粉末スープはいつものカップ麺のものと同じ目にはまったく変わりませんが、かやくはちょっと見たことのない食材が使われていそうですね。

緑色の物体は「ウチワサボテン」というサボテンの茎の部分。暑さや乾燥などに強いので砂漠化や土壌侵食の防止にも利用されているそうで、緑黄色野菜と果物の両方の栄養素を含んだスーパーフードとしても注目されているのだそう。チャーシューっぽい物体はユーグレナ入りの大豆ミート。宇宙でも培養可能とされる微細藻類ユーグレナを加えているので栄養も満点です。そして熱湯を注ぎます。宇宙空間だと無重力だし、現場ではどうやって作るんだろうなあなんて想像しながら4分待つと……完成！！

麺は戻るとだいぶストレートな感じに仕上がりに、スープは透明度が高め。香りはあまりインパクトがないというか、変な匂いがするわけでもないのでもまったく違和感なく食べられそうです。

## 旨味たっぷりで飲み干したくなる味！

まずは麺からいただいてみると、ノンフライ麺のカップ麺のようにつるんとした喉越しはなく、どこかもっさりとした食感。麺だけドズズッとすすめるのではなく少しずつモグモグと食べ進めるほうがよさげな食感です。ちょっと独特ですね。でも変な味がするわけでもなくラーメンでは普段使わない麺を食べているという感覚ですし、噛むほどに穀物っぽい風味が口の中に広がるのはいい感じ。独特だし、ラーメンっぽさはないけど全然悪くない。

## そしてスープがジワジワとくる美味しさ……！

最初に麺と一緒に口まで運ばれてきたときは何だかよくわからない味に感じ、続いてスープだけを飲んでみたけど、やっぱり何の味なのかはよくわからない。醤油ベースのようだけどしょっぱさはかなり薄め。でも旨味たっぷりでほっこり優しい飲み口。今まで食べたことないような、唯一無二の味に仕上がっています。

なにやらスープの主たる原料は「微細藻類オーランチオキトリウム」という、DHA を豊富に含んだ直径 5-20  $\mu\text{m}$  程度の藻の一種を使用しているそうなのですが、味は鶏肉・豚肉のうま味・風味成分を解析して再現するテクノロジーを活用しているのだそう。宇宙空間で食べることを想定したらスープを残すのはあまり良くなさそうですし、塩分控えめで旨味を強調させて味を整えているのはさすがの配慮。しかも飲み干せば栄養もたくさん摂取できるから一石二鳥。かやくも違和感なく食べられましたし、これはよく考えられていますわ！

そしてなにより、このラーメンを宇宙空間で作って食べられる未来が来るかもしれない思いを馳せられるのがいいじゃない！未来を先取りした気分になれる「2040 年サステナブルラーメン」の試食体験。5 月 15 日まで「GoodMorning」にて試作品を返礼品にしたクラウドファンディングがおこなわれていますので、気になる方は特設サイトをチェックしてみてください！月面ラーメン作りの未来へ!!2040 年サステナブルラーメンで宇宙食 3.0 に挑戦！<https://camp-fire.jp/projects/view/636237> [\[リンク\]](#) (執筆者: ノジーマ)

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20230419-2657991/>

## JAXA と NASA、火星衛星探査機(MMX)計画で協力に関する了解覚書を署名

掲載日 2023/04/19 18:12 著者: [波留久泉](#)

宇宙航空研究開発機構(JAXA)は、4 月 11 日の日米政府による交換公文書名を受けて、米・コロラドスプリングスで開催されたスペースシンポジウムにて、4 月 17 日(現地時間)、JAXA の山川宏理事長と、米国航空宇宙局(NASA)のパメラ・メルロイ副長官により、現在 JAXA が 2024 年の打ち上げを目指して開発を進めている「火星衛星探査機(MMX)」に係る協力に関する了解覚書(MOU)が署名されたことを発表した。



NASA のメルロイ副長官(左)と JAXA の山川理事長(出所:JAXA Web サイト)

MMX(Martian Moons eXploration)は、世界初の火星衛星フォボスのサンプルリターンミッションだ。原始太陽系における有機物や水の移動、天体への供給過程の解明に貢献するため、火星の衛星に含まれる含水鉱物・水・有機物などを解析することにより、2 つの火星衛星の起源や火星圏(火星・フォボス・ダイモス)の進化の過程を明らかにすることで、太陽系の惑星形成の謎を解く鍵を得ることを目的としている。また、火星圏への往還技術や天体表面上での高度なサンプリング技術、さらには深宇宙探査用地上局を使った最適な通信技術と、これからの惑星や衛星探査に必要とされる技術の向上も行うとしている。

探査機は、地球から打ち上げ後、約 1 年をかけて火星圏に到着し、火星周回軌道へ投入される。その後、2025 年



度に火星衛星の擬周回軌道(QSO)に入り、火星の両衛星観測およびフォボスからのサンプル採取を行う予定だ。フォボスには、隕石の衝突で火星表面から宇宙へと脱した岩石もあると推測され、火星そのもののサンプル採取も期待されている。なお観測と採取を終えた探査機は、サンプルを携えて2029年度に地球に帰還する計画だ。なおNASAからは、中性子ガンマ線分光計(MEGANE)、ニューマチックサンプリング技術実証機器(P-Sampler)などが提供され、サイエンス面でも協力する見込みだとしている。

[https://news.biglobe.ne.jp/trend/0418/toc\\_230418\\_1626407210.html](https://news.biglobe.ne.jp/trend/0418/toc_230418_1626407210.html)

## NASA 火星写真に「ピンクと緑の植物」が写り込んでいた？ 「100%宇宙人は存在する」専門家が断言

2023年4月17日(月) 17時0分 [tocana](#)



[写真を拡大](#)

現在、NASA(アメリカ航空宇宙局)を初めとする世界中の宇宙機関が協力して火星で調査を行っている。特に2021年2月に火星に到着した探査機パーサヴィアランスは火星のジェゼロ・クレーターにて生命の痕跡を探すミッションを行っており、その調査結果を多くの人が見守っている。しかし、過去に火星に送られた探査機の送ってきた画像の中には、既に生命らしきものが捉えられて話題になったものが複数ある。火星に小さな人や虫、カニのような生物が写り込んでいる(?)として注目された画像もある。先日は火星に「ピンクの茎に緑の芽を持つ植物」らしきものが生えていた(?)という報告が寄せられた。この画像は正しく探査機パーサヴィアランスが撮影した火星地表の様子を捉えた画像に写り込んでいたものであり、まるで石の間から風変わりなキノコが生えているようだ。発見者のUFO研究者スコット・ウェアリング氏によると、これは正しく火星の「植物」であり、「火星に生命体がいる100%の証拠である」と断言。

「私は2020年にも火星に白いバラがあることを報告しましたが、この2色の植物はまさに度肝を抜くものです。NASAがなぜほとんどの写真の色を変えているのか、お分かりいただけでしょうか。国民から真実を隠すためです。この画像は火星に生命が存在することを100%証明するものです！」ウェアリング氏はこう息巻いているが、本当に植物かどうかはこの画像だけではわからない。パーサヴィアランスのローバーがその場まで行ってくればありがたいが、NASAが本当に探査機を現場に向かわせて検証するとは思えない。皆さんもこの物体が本当に植物なのか、画像を確認して考えてみてほしい。参考:「Glasgow Live」ほか

【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://soraie.info/space/20220421-starship.html>

## スペースX、スターシップの無人飛行試験実施 高度39kmに到達も4分後に飛行中断

2023-04-21 [soraie 編集部](#)

スペースXは2023年4月20日、同社が開発中の大型宇宙船「スターシップ(Starship)」にブースター「スーパーヘビー(Super Heavy)」を結合した2段式形態での初の無人飛行試験を米国テキサス州の同社施設「スターベース」にて実施しました。軌道打ち上げ用の発射台から初めて飛び立ったスターシップは過去最高となる高度39kmに到達したものの、高度とコントロールを失ったため約4分後に飛行中断システムが作動され、機体は空中で分解して飛行を終えました。【2023年4月21日13時】



【▲ 2023年4月20日の飛行試験で発射台を離れたスターシップ (Credit: SpaceX)】

【▲ スペース X が開発中の宇宙船「スターシップ」とブースター「スーパーヘビー」。2023年4月15日撮影 (Credit: SpaceX)】

【▲ 上昇を続けるスターシップ、2023年4月20日の飛行試験にて (Credit: SpaceX)】

機体全体の再利用が可能なスターシップは、スーパーヘビーと組み合わせることで旅客輸送用のクルー型なら100名を、貨物輸送用のカーゴ型なら100トンのペイロード（人工衛星や貨物などの搭載物）を地球低軌道に打ち上げる能力を備えているとされています。月や火星などへの飛行も想定されており、打ち上げ後にタンカー仕様のスターシップから推進剤を補給することも計画されています。

大きさはスターシップが全長50m・直径9m、スーパーヘビーが全長70m・直径9m。両機を結合した時の全長は120mとなり、アポロ計画で使われた月ロケット「サターンV」の全長110.6mを上回ります。エンジンにはスペースXが開発した液体燃料ロケットエンジン「ラプター」が採用されており、スターシップには6基（大気圏内用3基と宇宙空間用3基）、スーパーヘビーには33基ものエンジンが搭載されています。これまでにスペースXは無人のスターシップ単体での高高度飛行試験を5回実施しています。2021年5月に実施されたスターシップ「SN15」による飛行試験では機体を喪失することなく無事着陸に成功しました。また、2023年2月にはスーパーヘビーのスタティック・ファイア・テスト（射点でのエンジン点火試験）が実施されており、全33基のエンジンのうち、スターシップを軌道へ到達させるのに十分な推力が得られる31基の点火に成功していました。

関連

- ・ [着陸後も爆発せず！ スペースX「スターシップ」5回目の高高度飛行試験に成功](#)（2021年5月7日）
- ・ [スペースXが大型ブースター「スーパーヘビー」の点火試験実施 31基のエンジン同時点火に成功](#)（2023年2月11日）

■スーパーヘビーのエンジンが複数停止 高度を失い飛行中断システム作動

20日の飛行試験はスターシップとスーパーヘビーの組み合わせによる初の飛行であり、スターシップ初の宇宙飛行を目指して実施されました。計画ではスターシップは発射から約3分後にスーパーヘビーを分離し、自身のエンジンで飛行を継続。地球を4分の3周ほどしたスターシップは発射77分後に太平洋上で大気圏に再突入し、発射90分後にハワイ沖へ着水する予定でした。メキシコ湾に着水するスーパーヘビーも含めて機体の回収は最初から計画されておらず、データの取得が試験の主な目的でした。

発射40秒前の短いホールド（カウントダウンの一時停止）を挟んだ日本時間2023年4月20日22時33分、スーパーヘビーのエンジンを点火したスターシップは大量の土煙を上げながらゆっくりと上昇を開始。発射から約1分20秒後にはMax-Q（打ち上げ時の負荷が最大となる点）を通過します。

しかし、発射台を離れた時点ですでに複数が停止していたスーパーヘビーのエンジンは、上昇中にも1基、また1基と停止。発射から約3分後には高度39kmに到達したものの、機体は下降に転じてしまいます。そして発射から約4分後、それぞれの飛行中断システムが作動されたスターシップとスーパーヘビーは空中で分解し、両機の組み合わせによる最初の飛行試験を終えました。



【▲ 発射から1分20秒後、スーパーヘビーのエンジン部分を捉えた映像。左下のエンジン稼働状況は5基のエンジン停止を示しているが、映像では6基が停止しているように見える。スペースXのライブ配信から（Credit: SpaceX）】

【▲ 発射から約4分後、飛行中断システムが作動して分解したスターシップ。スペースXのライブ配信から（Credit: SpaceX）】

スペースXのライブ配信ではスーパーヘビーのエンジン稼働状況が表示されていましたが、発射から15秒後の時点ですでに3基のエンジンが停止していました。発射30秒後～33秒後にかけてエンジンに近い機体の一部から何かが飛散し閃光も生じた後、発射40秒後には4基目、発射1分2秒後に5基目が停止します。発射1分41秒後には6基目のエンジンが停止しますが、表示上はその10秒後に再び点火したとみられます（ただし、望遠で捉えられた機体の映像では1分20秒頃の時点ですでに6基目のエンジンも停止していたように見えることから、稼働状況の表示が実際の状況を反映できていなかった可能性もあります）。

発射から2分が経った頃になると姿勢が大きく乱れ始め、地上のカメラは機体が空中で回転している様子を捉えていました。計画では発射2分49秒後にスーパーヘビーのエンジンが停止し、その3秒後にスターシップとスーパーヘビーが分離することになっていましたが、両機は分離することなく飛行を終えています。

■マスク氏「多くのことを学んだ」 次の飛行試験は数か月後か

計画されていた90分後のハワイ沖への着水には至らず、結果的にスターシップはスーパーヘビーを分離することなく4分で飛行を終えましたが、前述の通り今回の飛行試験の主な目的はデータを取得することでした。

飛行終了後、スペースXは「こうした試験では、成功は私たちが学んだことからもたらされます。私たちは今日、スターシップと地上システムについて膨大な学びを得ました、これは今後のスターシップの飛行を改善する上で役立ちます」とコメント。同社CEOのイーロン・マスク氏も「数か月後の次の飛行試験に向けて多くのことを学びました」とツイートしています。スターシップとスーパーヘビーによる初の飛行試験を受けて、欧米の宇宙機関トップも試験実施を祝うとともにコメントを寄せています。アメリカ航空宇宙局（NASA）のビル・ネルソン長官は「歴史上のあらゆる偉大な業績には、ある程度の計算されたリスクが要求されました」「次の飛行試験とその先に期待しています」とツイート。欧州宇宙機関（ESA）のジョセフ・アッシュバッハー長官は「打ち上げは信じられないほどの成功です！」「SpaceXが問題を迅速に解決して、すぐに発射台に戻ると確信しています」とツイートしています。印象的だったのは、飛行中断システムによってスターシップとスーパーヘビーが空中で分解した時、飛行の様子を見守っていたスペースXの従業員から大きな歓声が上がったことです。人類が地球低軌道に足掛かりを築き、惑星へと探査機を送り出せるほどの技術を手にすることができたのは、困難に立ち向かい、成果に歓喜し、目標に向かって前進を続ける彼らのような人々が力を発揮したからこそなのだとすることを、改めて強く実感する瞬間でした。このようなポジティブさは宇宙開発に限らず、あらゆる分野で発展の原動力となってきたことでしょう。前述の通り、スペースXはすでに次の飛行試験を見据えています。スターシップはNASAの有人月面探査計画「アルテミス」の月着陸船「HLS（Human Landing System、有人着陸システム）」として採用されており、同計画初の有人月面着陸が行われる「アルテミス3」ミッションではHLS仕様のスターシップが使用される予定です。アルテミス3の実施は2025年に予定されていますが、スペースXはそれまでに複数回のタンカー打ち上げや宇宙空間での推進剤補給（※）といった課題をクリアし、無人での月面着陸試験に成功しな

ければなりません。

※...アルテミス計画でスターシップを運用するには打ち上げ後に地球周回軌道で推進剤を再補給する必要がある。



【▲ 月に着陸した HLS（有人着陸システム）仕様のスターシップの想像図（Credit: SpaceX）】

関連：[NASA アルテミス計画の月着陸船にスペース X の「スターシップ」が選ばれる](#)（2021 年 4 月 19 日）

スペース X の社長兼最高執行責任者を務めるグウィン・ショットウェル氏は以前、スターシップによる有人飛行が少なくとも 100 回以上の無人飛行を重ねた後で行われると予想を述べています。現段階でもスターシップとスーパーヘビーは複数の機体が並行して製造されており、今回の試験から得られた知見を機体や地上側設備などに反映させた後、そう遠くないうちに 2 回目の飛行試験が試みられるものと思われます。

スペース X は 2023 年に「ファルコン 9」ロケットと「ファルコン・ヘビー」ロケットを合計 100 回打ち上げる目標を立てていますが、ショットウェル氏は「今年（2023 年）ファルコンを 100 回飛ばせたなら、来年（2024 年）はスターシップを 100 回飛ばしたい。来年は無理だとしても、2025 年には 100 回飛ばせるだろう」とも語っています。同社はスターシップの運用を航空機のそれに近付けたいと考えており、1 日に数十回以上の打ち上げも視野に入れているといいます。地球低軌道への打ち上げ能力がファルコン 9（22.8 トン）の 4 倍、ファルコン・ヘビー（63.8 トン）の 1.5 倍に達し、打ち上げコストを従来の 100 分の 1 程度にまで減らせるともされるスターシップ。スペース X の 2022 年の年間打ち上げ回数（61 回）を 1~2 日でクリアするほどのペースで本当に飛行するとなれば、スターシップは宇宙輸送の新時代の幕を開けることになりそうです。

Source Image Credit: SpaceX [SpaceX](#) - Starship Flight Test 文/sorae 編集部

<https://sorae.info/space/20230419-jaxa-epsilon6.html>

## JAXA、イプシロンロケット 6 号機打ち上げ失敗の原因を特定 2023-04-19 [sorae 編集部](#)

あわせて読みたい記事 [イプシロンロケット 6 号機打ち上げ失敗の原因は第 2 段の姿勢制御装置の異常](#)

[JAXA「イプシロンロケット」6 号機打ち上げ失敗 ロケットに指令破壊信号送信](#)

[JAXA「イプシロンロケット」6 号機を 10 月 12 日に打ち上げ（10 月 12 日更新）](#)

宇宙航空研究開発機構（JAXA）は 2023 年 4 月 18 日、オンラインで開催された宇宙開発利用に係る調査・安全有識者会合にて、「イプシロンロケット」6 号機打ち上げ失敗の原因究明結果を報告しました。【2023 年 4 月 19



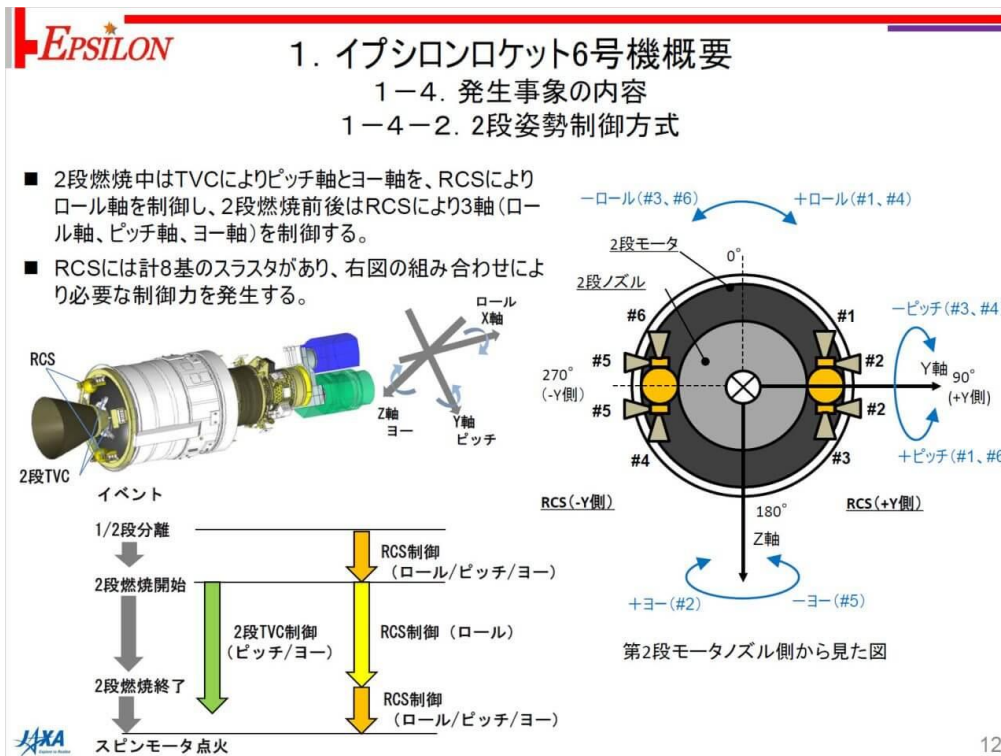
日 12 時】



【▲ 内之浦宇宙空間観測所から打ち上げられたイプシロンロケット 6 号機 (Credit: JAXA)】

イプシロンロケット 6 号機は内之浦宇宙空間観測所から日本時間 2022 年 10 月 12 日 9 時 50 分に打ち上げられましたが、燃焼を終えた第 2 段と第 3 段の分離可否を判断する時点で機体の姿勢が目標からずれていて、衛星を地球周回軌道に投入できないと判断されたため飛行を中断。同日 9 時 57 分 11 秒に指令破壊信号が送信されて、打ち上げは失敗しました。指令破壊された 6 号機の機体は、フィリピン東方の海上にあらかじめ計画されていた第 2 段の落下予想区域内に落下したとみられています。機体の姿勢がずれた理由は、第 2 段に 2 基搭載されている姿勢制御用のガスジェット装置 (Reaction Control System : RCS) の片方 (+Y 軸側) が正常に機能しなかったためであることが判明していました。ガスジェット装置はスラストノズルからガスを噴射する時に生じる推力を利用してロケットや宇宙機の姿勢を制御するための装置で、複数のスラストノズルを備えており、ガスを噴射するスラストの組み合わせを変えることができます。イプシロンロケットの第 2 段に搭載されているガスジェット装置は合計 8 基のスラストノズルを備えていて、機体のロール角 (回転)・ピッチ角 (上下の首振り)・ヨー角 (左右の首振り) を制御するために用いられます。イプシロンロケット 6 号機は第 2 段のエンジンが燃焼を終えるまでは姿勢を正常に制御できていたものの、第 2 段エンジン燃焼終了後の機体姿勢は目標値との誤差が増大していき、最終的な姿勢角誤差は約 21 度に達していた模様です。

関連 : [イプシロンロケット 6 号機打ち上げ失敗の原因は第 2 段の姿勢制御装置の異常](#) (2022 年 10 月 19 日)



【▲ イプシロンロケット 6 号機の第 2 段に搭載されていたガスジェット装置 (RCS) を説明した図。合計 8 基のスラストが 4 基ずつ左右に配置されていた。JAXA 資料から引用 (Credit: JAXA)】

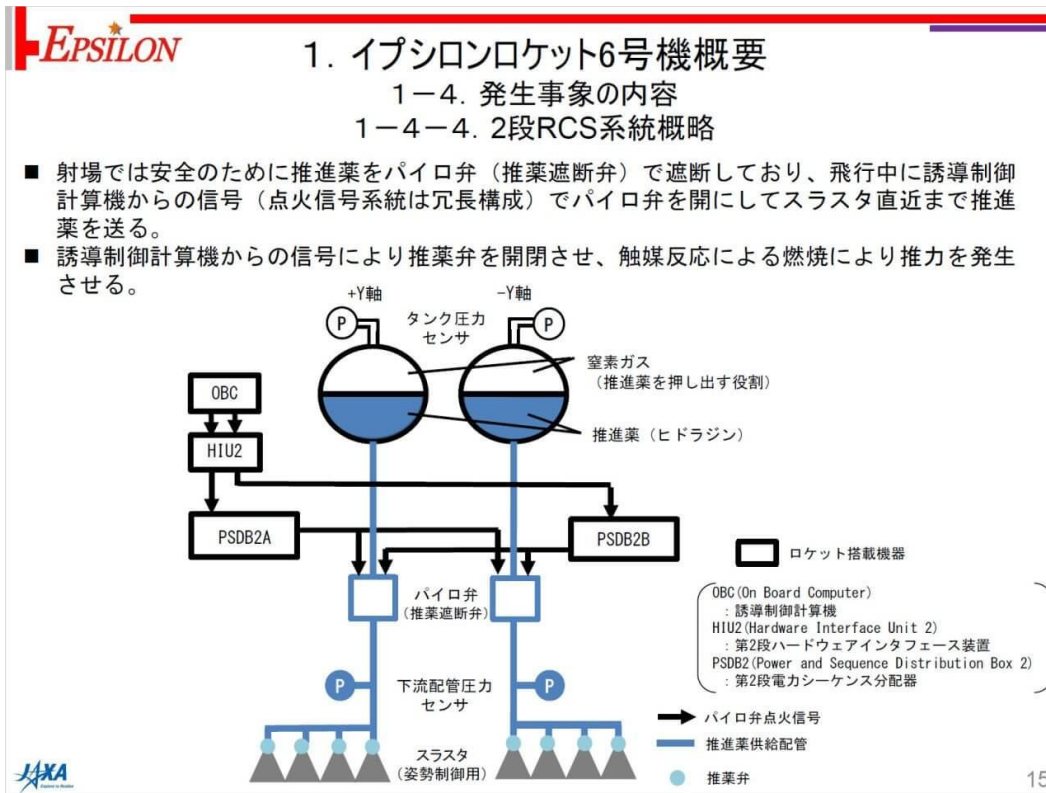
4 月 18 日の有識者会合にあわせて JAXA が公開した資料によると、第 2 段ガスジェット装置の推進薬 (ヒドラン) を貯蔵するタンクで製造時に生じたダイアフラム (ダイヤフラム) の損傷が、イプシロンロケット 6 号機の打ち上げ失敗につながったと特定されました。イプシロンロケットの第 2 段ガスジェット装置は第 1 段が分離してから配管のパイロ弁 (バルブ) が開放される仕組みになっていて、タンクに貯蔵されている推進薬は窒素ガスの圧力を利用してスラストにつながる配管へと押し出されます。ダイアフラムはタンク内部で推進薬と窒素ガスを仕切る役割を果たす半球状のゴム製の部品です。

JAXA によると、タンクの製造時にダイアフラムを取り付ける際、ダイアフラムを固定するための部品とタンクの間でダイアフラムのシール部 (気体や液体が漏れないように密閉性を確保する部分) が挟み込まれた状態で溶接作業を行うと、シール部が部分的に損傷してしまうことがわかりました。シール部が損傷したダイアフラムは仕



切りとしての役割を果たせず、充填された推進薬はタンク内部のガス側に漏洩してしまいます。

すると、ダイアフラムは配管につながっている推進薬側の開口部（液ポート）へ覆いかぶさるように近接します。ダイアフラムが配管につながる開口部へ近接した状態でパイロ弁が開放されたことで、ダイアフラムが開口部に引き込まれて配管の閉塞が発生した結果、ガスジェット装置の片方（+Y軸側）が正常に機能せず、姿勢角誤差の増大につながったとみられています。

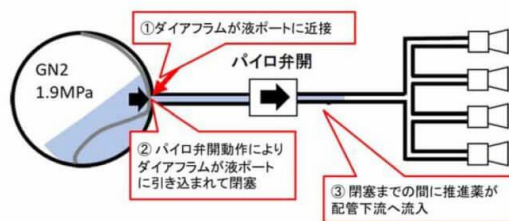


【▲ イプシロンロケット6号機の第2段に搭載されていたガスジェット装置（RCS）の系統概略図。ヒドラジンを供給するための配管やパイロ弁などは2基のガスジェット装置ごとに設けられている。JAXA資料から引用（Credit: JAXA）】

## 2. 原因究明結果

- 「推進薬供給配管の閉塞」に関し、追加検証により、+Y軸側パイロ弁下流配管圧力（フライトデータ）の挙動再現を確認し、要因として「ダイアフラムによる閉塞」に絞り込んだ。

要因	故障シナリオ
ダイアフラムによる閉塞	ダイアフラムが液ポートに近接し、パイロ弁開動作時にダイアフラムが液ポートに引き込まれて閉塞した。閉塞までの間に推進薬がわずかにパイロ弁下流に入り込んだ。



- 前回報告時点で絞り込んだ「ダイアフラムによる閉塞」に対して、詳細FTAを展開して追加検証試験等を行い、要因の特定を行った。
  - ダイアフラムによる閉塞の詳細FTA(2-1項)
  - 追加検証試験(2-2項)
  - ダイアフラムによる閉塞(2-3項)

【▲ ダイアフラムによる閉塞を説明した図。製造時に生じた損傷部分から推進薬がガス側に漏洩したことでダイアフラムが配管につながる開口部（液ポート）に近接した結果、パイロ弁開放時に閉塞が発生したとみられる。

JAXA 資料から引用 (Credit: JAXA)】

以上のことから、JAXA はイプシロンロケット 6 号機打ち上げ失敗の原因を「ダイヤフラムシール部からの漏洩」と特定しました。その背景には使用実績のある部品に対する確認不足があり、今後は使用条件が想定と異なる場合はもちろんのこと、開発当時の設計の考え方や使用条件の根拠、製造工程・品質保証方法に立ち返って確認を実施することで、信頼性を向上させるとしています。

なお、現在開発が進められている「イプシロン S」ロケットについては以下の 2 案を検討し、設計に反映させるとしています。

- ・現タンクの設計変更：ダイヤフラムシール部の設計・製造・検査改善と、ダイヤフラムの閉塞防止対策を反映。
- ・H-IIA ロケットのタンク活用：製造時にシール部の挟み込みが発生しない設計で、ダイヤフラム閉塞防止機構を備えているが、タンクの置き換えにともなう設計変更が必要。

また、イプシロンロケット第 2 段のガスジェット装置と同様のダイヤフラム方式を採用している X 線分光撮像衛星「XRISM」と小型月着陸実証機「SLIM」(どちらも H-IIA ロケット 47 号機で 2023 年 8 月以降に打ち上げ予定)については、技術評価を行った結果、問題ないことを確認済みだということです。

Source Image Credit: JAXA [JAXA](#) - イプシロンロケット 6 号機打上げ失敗原因調査状況について  
文/sorae 編集部

<https://www.cnn.co.jp/fringe/35202870.html>

## NASA の太陽フレア観測衛星、役割終え地球に落下

2023.04.20 Thu posted at 15:15 JST



2002 年～18 年まで RHESSI は地球の低軌道から太陽フレアを観測してきた/illustration/NASA

(CNN) 米航空宇宙局 (NASA) は、太陽フレア観測のため約 21 年前に打ち上げた人工衛星が、運用を終えて地球に落下すると発表した。人工衛星 RHESSI は 2002 年に打ち上げられ、18 年に運用が終了。NASA によると、米東部標準時の 19 日午後 9 時半ごろ地球の大気圏に突入する。

衛星の重量は約 300 キロ。大気圏突入でほとんどは燃え尽きる見通しだが、一部の部品は落下が予想される。地球上の誰かに被害を及ぼす確率は低く、NASA によればおよそ 2467 分の 1 とされる。

同衛星には太陽の X 線とガンマ線を記録する画像分光計が搭載され、太陽フレアで放出されたエネルギーを運ぶ高エネルギー電子の画像を地球の低軌道からとらえていた。それまで太陽フレアのガンマ線の画像や高エネルギー X 線の画像がとらえられたことはなく、同衛星の観測データはこの現象や、関連するコロナ質量放出について解明する貴重な手がかりとなった。そうした現象により、わずか数分で数十億メガトンの TNT (トリニトロトルエン) に匹敵するエネルギーが太陽の大気中に放出され、地球にも電気系統の乱れなどの影響が及ぶことがある。RHESSI は長年にわたり、小さなナノフレアから、その何万倍も大きく爆発力も強い巨大なスーパーフレアに至るまで、幅広い大きさの太陽フレアを記録していた。

NASA は国防総省とともに、RHESSI の大気圏突入を監視するとしている。

[https://www.afpbb.com/articles/-/3460961?cx\\_part=search](https://www.afpbb.com/articles/-/3460961?cx_part=search)

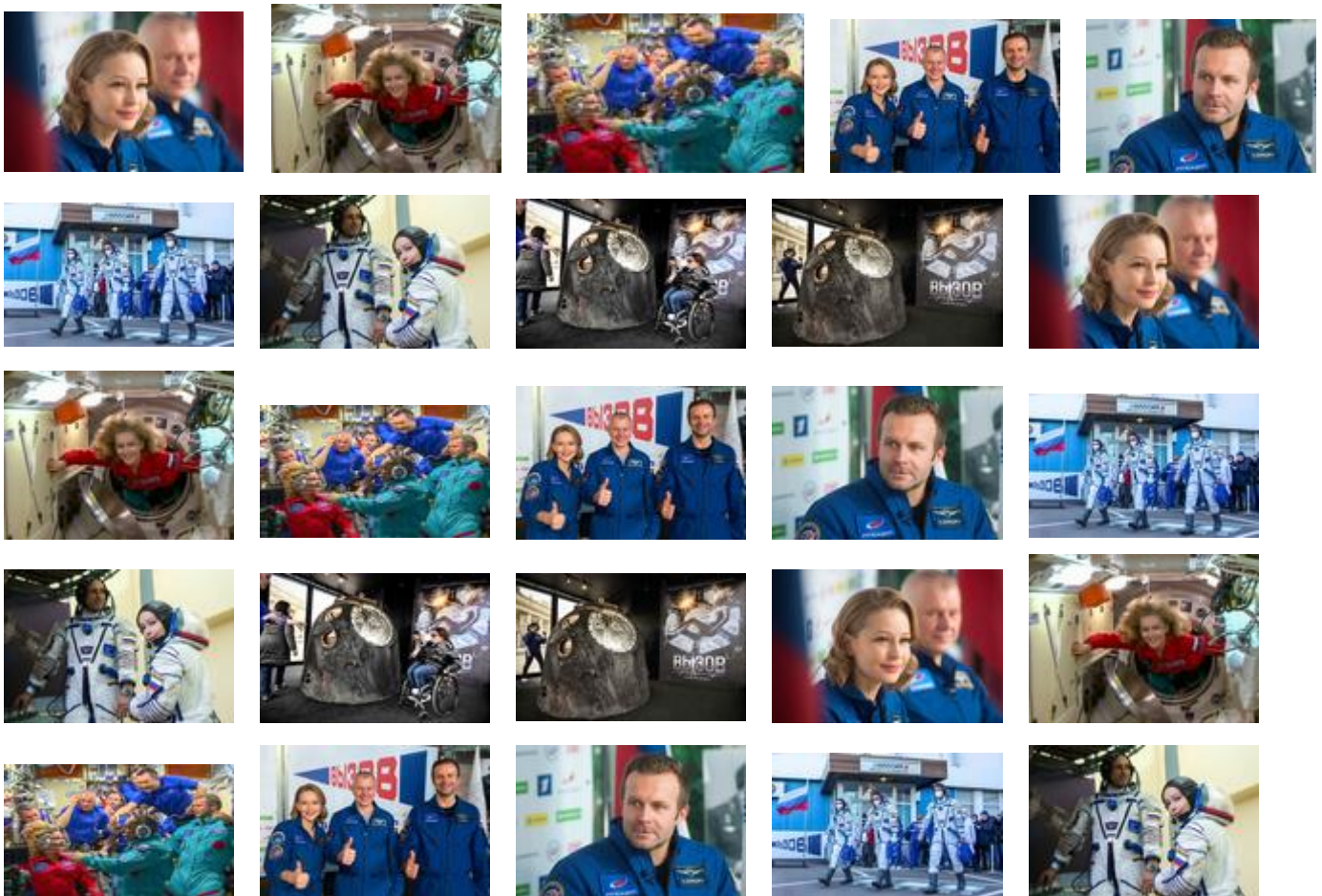


# 史上初、宇宙で撮影の映画『挑戦』公開 ロシア

2023年4月20日 21:15 発信地：モスクワ/ロシア [ [ロシア](#) [ロシア・CIS](#) ]



ロシア・モスクワで展示された『挑戦』のポスターと主演のユリア・ペレシルドさんが地球に帰還する際に使われた宇宙船ソユーズ MS-18 のカプセル（2023年4月18日撮影）。(c)Alexander NEMENOV / AFP



【4月20日 AFP】宇宙で撮影された史上初の映画『挑戦（英題：[The Challenge](#)）』が20日、ロシアで公開された。宇宙での映画撮影をめぐっては、米ハリウッド（[Hollywood](#)）でも人気俳優トム・クルーズ（[Tom Cruise](#)）さん出演作の計画が発表されている。ウクライナ紛争でロシアと西側諸国が対立する中、映画公開で先んじたロシアでは喜びの声も聞かれた。映画は、ロシアの宇宙開発企業ロスコスモス（[Roscosmos](#)）とテレビ局の第1チャンネル（[Channel One](#)）による共同プロジェクト。俳優ユリア・ペレシルド（[Yulia Peresild](#)）さん（38）演じる外科医が、宇宙遊泳で負傷した宇宙飛行士を救うため国際宇宙ステーション（[ISS](#)）に派遣されるというストーリー。クリム・シペンコ（[Klim Shipenko](#)）監督（39）がISSで自ら撮影した30時間に及ぶ映像のうち50分が映画で使われた。ウラジーミル・プーチン（[Vladimir Putin](#)）大統領は同作について、「われわれが初めて軌道上の宇宙船で映画を撮影した。また一番乗りだ」と語っていた。ロシア中部の都市ウファ（[Ufa](#)）の工場で働く



女性（45）は AFP に対し、映画を楽しみにしていると話し、「ロシアはいつも先を行っている」と胸を張った。

(c)AFP



[https://news.biglobe.ne.jp/domestic/0421/tbs\\_230421\\_3436231485.html](https://news.biglobe.ne.jp/domestic/0421/tbs_230421_3436231485.html)

## 月生活実現への一歩 月と同じ重力で生活すると筋肉量は変わらず疲れやすくなる

ことが判明

2023年4月21日（金）18時41分 [TBS NEWS DIG](#)



[写真を拡大](#)

筑波大学と JAXA=宇宙航空研究開発機構などの研究チームは、ISS=国際宇宙ステーションでのマウスの実験で、月の重力での生活は地球での生活に比べて筋肉量は変わらないものの、疲れやすくなるということがわかったと発表しました。アメリカを中心とした有人での月探査「アルテミス計画」が進められるなど、世界的に月への関心が高まっています。人が宇宙で暮らすために克服しなければならない課題の一つが、「宇宙空間や月面での重力での生活に身体が耐えられるのか」という点があります。筑波大学らの研究チームが、ISS で重力を変えられる特殊な装置を使い、月と同じ重力でマウスをおよそ1か月育てました。その結果、月と同じ重力では筋肉量は減少しなかったものの、筋肉が地球に比べて疲れやすくなっていたことがわかりました。

この研究結果について研究チームの高橋智教授は、「宇宙生活で、筋肉にどのような変化があるのか対策や検討のための基盤になる」としています。

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20230421-2660075/>

## インド、無人スペースプレーンの自律着陸実験に成功 - 再使用ロケットに弾み

掲載日 2023/04/21 14:46 著者：鳥嶋真也

目次 [ISROによるスペースプレーン開発を目指したRLV LEX](#) [世界のスペースプレーン](#)

インド宇宙研究機関(ISRO)は2023年4月2日、無人の有翼宇宙往還機(スペースプレーン)を自律飛行で着陸さ

せる実験「RLV LEX」に成功したと発表した。実験機はヘリコプターで上空から投下され、自らの判断で宇宙からの帰還を模擬するように飛行し、滑走路に着陸した。

ISRO は再使用型ロケットの開発を目指しており、今回の成功で「夢が現実に一歩近づいた」としている。



自律飛行で滑走路に着陸する RLV LEX の実験機 (C) ISRO

### ISRO によるスペースプレーン開発を目指した RLV LEX

RLV LEX は「Reusable Launch Vehicle Autonomous Landing Mission」の略で、スペースプレーンの開発にとって必要となる、自律飛行による着陸技術を実証することを目的としたミッションである。

実験機は、米国のスペースシャトルを小さくしたような形状をしており、主翼は大きなデルタ翼をしている一方で、シャトルとは異なり尾翼は 2 枚が V 字型に配置されている。

詳しい寸法などは明らかになっていないが、人との対比から、全長は 7m ほど、全高は 2m ほどと推察される。無人機であるため人が乗ることはできないが、統合航法・誘導・制御システムにより、自律的に飛行して、滑走路に着陸することができる。このシステムのためにレーダー高度計やインド地域航法衛星システム(NavIC)の受信機などが新たに開発されたほか、着陸脚や空力装置、パラシュートを使ったブレーキ・システムなども開発された。また、風洞試験と CFD シミュレーションにより、飛行前に空力の特性評価も行われた。

実験は、南インドのカルナータカ州チトラドゥルガにある航空試験場で行われた。日本時間 2 日 10 時 40 分(インド標準時 2 日 7 時 10 分)、インド空軍のヘリコプターに吊られた状態で実験機が離陸し、高度 4.5km まで運ばれた。そして、条件が整ったのち切り離され、滑空飛行を開始した。

実験機は、宇宙からの帰還を模擬した経路を自律的に飛行し、離陸から 30 分後の 11 時 10 分、試験場の滑走路への着陸に成功した。今回の実験後、ISRO は「インドの再使用型ロケットの夢が、実現に一歩近づきました」とコメントしている。ISRO はかねてより、スペースプレーン型の再使用ロケットの開発に取り組んでおり、2016 年 5 月には「RLV-TD」という飛行実験も行っている。RLV-RD では、今回の実験機と似た機体を小型ロケットで高度 65km まで打ち上げ、大気圏再突入後を模して滑空飛行させることで、自律飛行や耐熱システムの試験を行った。ただ、この実験では着陸はせずに、機体はベンガル湾に着水し処分されている。

RLV-TD の成果、そして今回の RLV LEX の成功により、ISRO は大気圏再突入後の飛行から着陸までの一連の流れの技術実証に成功したことになる。



着陸後、パラシュートを開いてブレーキをかける RLV LEX の実験機 (C) ISRO

2016 年に行われた「RLV-TD」実験の打ち上げの様子 (C) ISRO

## 世界のスペースプレーン

スペースプレーンをめぐっては、米国宇宙軍が無人スペースプレーン「X-37B」を 2010 年から運用しており、これまでに 2 機の同型機が製造され、計 6 回の宇宙飛行を実施している。そのうち 6 回目の飛行では、2020 年 5 月から 2022 年 11 月にかけて、2 年半近くにわたって軌道上に滞在し続けた。

宇宙軍のミッションであることから、X-37B の詳細は明らかにされていないが、スペースプレーンそのものの技術実証のほか、新型の太陽電池やスラスタの試験、材料関係の宇宙実験などを行っているようである。

米国ではまた、民間のシエラ・ネヴァダ・コーポレーション(SNC)が、「ドリーム・チェイサー」と呼ばれる無人のスペースプレーンを開発中で、早ければ今年末にも最初の打ち上げが行われる予定となっている。SNC はドリーム・チェイサーを使い、国際宇宙ステーション(ISS)などへの物資の輸送・補給を行うビジネスを計画している。また、着陸場所として九州の大分空港を活用することが検討されている。

日本でもかつて、宇宙航空研究開発機構(JAXA)の前身である宇宙開発事業団(NASDA)と航空宇宙技術研究所(NAL)が共同で、小型の無人シャトル「HOPE」を開発していた。またその一環として、今回 ISRO が行った RLV LEX のように、小型実験機をヘリコプターから投下し、滑空飛行して滑走路へ自動的に着陸させる実験「ALFLEX (Automatic Landing Flight Experiment)」を行った。

ALFLEX の飛行実験は 1996 年 7 月から 8 月にかけて行われ、合計 13 回の自動着陸実験を行い、そのすべてに成功した。また、大気圏への再突入技術の実験や、極超音速での飛行実験なども行われた。

しかし、2000 年 8 月には HOPE の実機製作が凍結され、以降は、再使用型の宇宙輸送系に共通的な基盤技術や要素技術に関する研究開発を実施するにとどまっている。

日本では現在、民間のベンチャー企業 SPACE WALKER と PD エアロスペースが、スペースプレーンの開発を行っている。一方、中国も「再使用型試験宇宙機」と呼ばれる宇宙機を運用しており、詳細は不明なものの、X-37B に似たスペースプレーンと推定されている。2020 年と 2022 年に打ち上げが確認されており、軌道上で運用したのち、滑走路に着陸し帰還したとみられる。



米宇宙軍が運用中の無人スペースプレーン「X-37B」 (C) United States Space Force

参考文献 ・ [Reusable Launch Vehicle Autonomous Landing Mission \(RLV LEX\)](#) ・ [RLV-TD](#)

鳥嶋真也 とりしましんや

<https://www.techno-edge.net/article/2023/04/17/1173.html>

地球そっくりの惑星、実は宇宙にたくさん存在？ 液体の水が豊富に形成されるし

くみを解明 テクノロジー Space 2023 Apr 17 18:54





Munenori Taniguchi



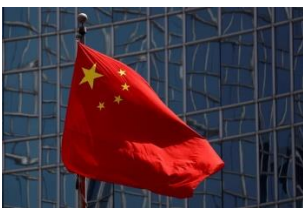
宇宙は広大ですが、そこに地球と同じような惑星がどれくらいあるのだろうと考えたとき、そんな惑星の実例がひとつしかないため、統計的な考え方は適用できません。太陽系以外に地球そっくりの水が豊富にある惑星を発見し、そのような惑星が形成されるメカニズムの解明や意味ある結論が導き出そうと日々研究を続けている科学者たちが数多くいます。そして、カリフォルニア大学ロサンゼルス校（UCLA）の研究者らは、水を豊富にたたえる系外惑星が、これまで考えられていたほどには珍しくないかもしれないとの研究結果を [Nature に報告](#)しました。地球をユニークな存在にしている重要な要素のひとつは、生命が存在するために必要になる大量の液体の水が、表面に存在していることが挙げられます。これほど大量の水が地球に存在する理由については、彗星や隕石、宇宙塵に含まれる水が、原始の惑星に運ばれてきたとの説が有力とされています。しかし、このメカニズムは機能するには、特定の環境と、そこに偶然も重ならなければならない、そうすると地球のような惑星が生まれるのは極めてまれなケースということになります。しかし、UCLA がカーネギー科学研究所とともに行った研究によるしくみなら、水が豊富にある惑星はこれまでほど珍しいものではない可能性…というよりも、これまで発見されていないだけで、宇宙でかなりありふれたものである可能性も考えられます。

最近の観測から、赤色矮星の周りにはスーパーアースと呼ばれる岩石質の惑星が頻繁に発見されるようになってきました。ただ残念ながら、これらは潮汐ロック（地球と月のように常に同じ面を相手に向けている）が発生するほど赤色矮星に近い軌道を周回しているため、水や生命が存在する可能性は低いと考えられるものがほとんどです。UCLA のエド・ヤング教授が率いる研究チームはこの情報をもとにして、それほど恒星に近すぎず、さらに水素が豊富な大気とマグマの海を持つ若い惑星で、特定の化合物がどう反応して物質の変化を起こすかについて数学的モデルを[作りました](#)。チームは、大気中の水素が、溶けたマグマに溶け込んで、そこにある酸素と反応を起こし、水を形成する可能性があることを発見しました。このような条件は初期の岩石惑星ではよく見られると考えられており、惑星が初期から水素が豊富な大気を持っていれば、後に水を形成している可能性も高いと推定できます。そして、このしくみなら、いま地球上にある水は、ほとんどが自家製だった可能性を説明できます。UCLA は今後、これまでに発見された太陽系外惑星の大気をより詳しく調べ、今回の研究のモデルを改良しようと考えています。ヤング教授は「歴史は、われわれが自らを知れば知るほど、この惑星がよりありふれたものである可能性が高いことを示している」「宇宙のなかの、われわれの立ち位置、視点を変えることで、今後の研究の進め方へのアプローチを変え、さらに地球を揺るがすような発見にたどり着けるかもしれない」と述べています。

<https://www.newsweekjapan.jp/stories/world/2023/04/post-101440.php>

## 中国、オランダの宇宙開発機器や情報の獲得試みる＝軍情報機関

2023年4月20日（木）09時07分



オランダの情報機関である軍情報保安局（MIVD）は19日、中国がオランダの宇宙分野の機器や情報の獲得を試みていると指摘した。その際に、輸出規制を回避することもあるとした。（2023年 ロイター／Thomas Peter）

オランダの情報機関である軍情報保安局（MIVD）は 19 日、中国がオランダの宇宙分野の機器や情報の獲得を試みていると指摘した。その際に、輸出規制を回避することもあるとした。

MIVD は 2022 年の年次報告書で「中国の衛星打ち上げ能力は今後数年でさらに増し、年間 100 回の打ち上げが可能になるだろう」と分析。これまでも「輸出規制を回避して軍事関連技術を獲得しようとする中国のさまざまな試みがあった。MIVD は、そのために使用された幾つかの偽装会社を発見した」と述べた。

中国は、自国の宇宙計画は平和目的であり、宇宙でのいかなる形の軍拡競争にも反対すると主張してきた。ただ同時に、中国政府は宇宙計画が国家安全保障の保護に役立つものでなければならないとしている。中国は 30 年までに主要な宇宙大国になることを目指している。MIVD のチーフ、ヤン・スウェラーズ氏は報告書で、中国は特に「情報、監視、偵察（ISR）、通信衛星を搭載した発射機」を求めているとした。オランダのもう一つの情報機関、総合情報保安局（AIVD）は 17 日、中国は「オランダの経済安全保障にとって最大の脅威」との認識を示した。

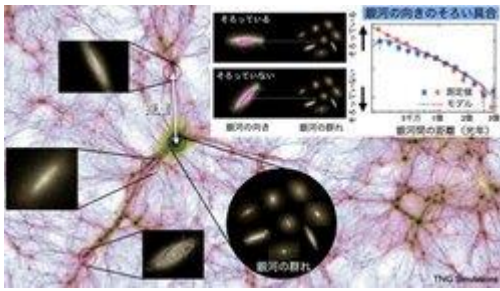
[ロイター]



<https://www.zaikei.co.jp/article/20230419/718216.html>

## 120 万個の銀河が示す宇宙進化の痕跡、相対性理論の正しさを証明 京大の研究

2023 年 4 月 19 日（水） 11 時 39 分 [財經新聞](#)



銀河の向きが、フィラメント状のダークマター分布の重力に向かってそろそろ様子。（画像: 京都大学の発表資料より） [写真を拡大](#)

宇宙の質量の構成比は物質が 5% で、残りの 95% は、ダークマター（27%）とダークエネルギー（68%）が占める。ダークマターは、銀河の形状や運動を物質の質量だけでは説明できないため、直接観測できない銀河内に存在する質量を仮定した存在。ダークエネルギーは、宇宙の膨張速度が、物質やダークマターの質量だけでは説明できないために、その矛盾を埋め合わせるために科学者らによって仮定された存在だ。

【こちらも】 [120 億年前の銀河周辺からダークマターの存在を検出 名大と東大ら](#)

これが現在の標準宇宙モデルのごくごく大雑把な説明だが、直接観測にかからない存在が宇宙の 95% も占めているのは、宇宙の謎の多さを示している。そんな中でこの標準モデルの妥当性の検証が、現在も科学者たちによって展開されているわけだが、京都大学は 14 日、120 万個にも及ぶ膨大な数の銀河の観測による、標準宇宙モデルの検証結果について公表した。従来は、銀河の位置情報のみによる分布状態の観測データに基づいた研究がなされてきたが、京大では、位置情報のみならず銀河の向きにも着目して、研究を実施。その結果、銀河間の互いに距離が近い場合、銀河同士の向きがそろそろ傾向にあるが、その距離が離れれば離れるほど、互いの向きが不ぞろいになる傾向を見出したという。この結果はダークマターが及ぼす重力の影響が、銀河間の距離と相関関係にあることを物語り、アインシュタインの一般相対性理論の正しさを証明するものだ。一般相対性理論が導く標準宇宙モデルと、今回の京大の観測結果との誤差は 5% 程度しか認められなかった。つまり宇宙の進化の姿は、一般相対性理論に基づいて十分に説明が可能であることが証明されたわけだ。一方で人類はまだ、宇宙の質量の 32%（物質 5% + ダークマター 27%）にしか確実に手が届いていない。残るダークエネルギー（宇宙の喪失量の約 3 分の 2 に相当する 68%）についての確実なデータ検証についても、今後の研究に期待していきたい。な



お、今回の研究の詳細は、は3月14日に「The Astrophysical Journal Letters」に掲載されている。

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20230418-2656177/>

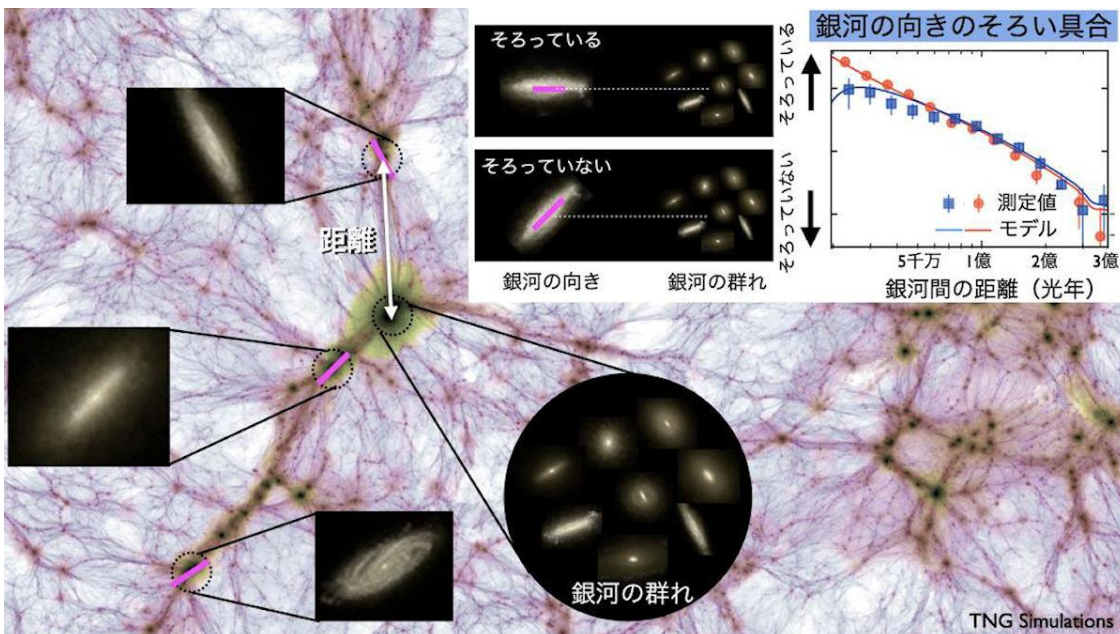
## 京大、遠方銀河同士の向きがダークマターの重力を介し揃っていることを確認

掲載日 2023/04/18 06:58 著者：波留久泉

京都大学(京大)は4月14日、120万個にのぼる銀河の観測データを用いて、銀河の向きを系統的に調べ、数千万光年以上離れた銀河の向きが、ダークマターの重力を介してお互いに揃っている証拠をつきとめたと発表した。同成果は、台湾・中央研究院天文および天体物理研究所の奥村哲平教授と、京大 基礎物理学研究所の樽家篤史准教授の国際共同研究チームによるもの。詳細は、[米天体物理学専門誌「The Astrophysical Journal Letters」に掲載された。](#) 銀河はダークマターの重力によってほぼ支配されるため、銀河の形や向きも、ダークマターによる潮汐力の影響を受けることになる。この描像が正しければ、数百万～数億光年離れた銀河同士の向きもダークマターの重力を介して関係付くことが予想される。もしそれが正しいのなら、銀河の形や向きの情報を使うことで、宇宙の成り立ちや進化に迫ることができるという。そこで研究チームは今回、現在世界最大級の銀河観測データである「スローン・デジタル・スカイ・サーベイ」から得られた約120万個の銀河のデータを用いて、銀河の向きの揃い具合を調べたとする。

従来の研究では銀河の位置情報だけが用いられており、お互いに離れた銀河のペアがどれだけ頻出するかを、銀河間の距離に応じて計測していたという。実際には、銀河は有限のサイズで固有の形を持っているが、宇宙論の研究となると、そうした観測データに関する積極的な応用が今までなかったとする。今回の研究ではその手法が応用され、位置と向きの情報を組み合わせ、銀河間の距離ごとに、銀河の向きの揃い具合が測定された。

120万個の銀河は、観測者からの距離や銀河の明るさに応じて、3つのサンプルに分類されている。それぞれのサンプルについて銀河の向きの揃い具合を測定したところ、いずれの場合でも、クリアなシグナルが得られたという。つまり、お互い数千万～数億光年離れた銀河でも、それらの向きが関係づいていることが明らかにされた。

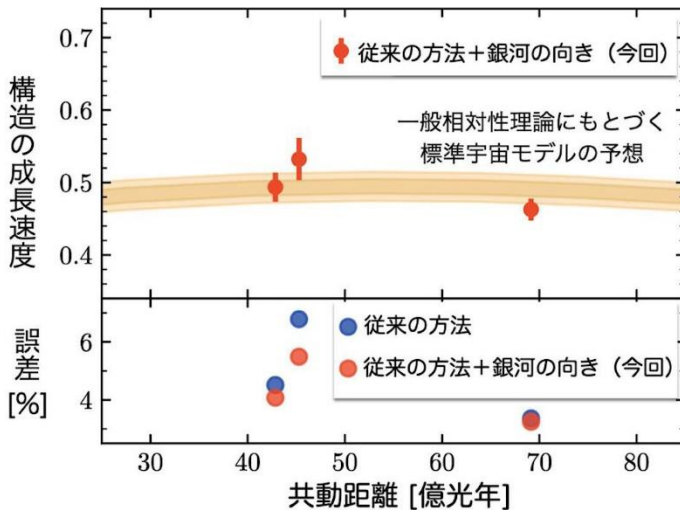


銀河の向きが、フィラメント状のダークマター分布の重力に向かって揃う様子。図中にあるグラフは、銀河間の距離ごとに銀河の向きの揃い具合を測定した結果で、測定値がモデルとよく一致している様子が表されている (TNG simulations の画像と今回の研究成果をもとに作成されたもの)(出所:京大プレスリリース PDF)

研究チームはこの結果を説明するため、「銀河の向きは、ダークマターの分布が作る重力に沿って決まる」とするモデルを考え出し、理論計算を測定結果と比較することにしたとする。その結果、モデルに基づく理論計算が測



定結果をよく再現できることが判明した。なお理論計算には、観測される銀河の3次元位置情報に銀河の運動の情報が紛れこむ影響が考慮されている。この影響を通じて測定結果は、ダークマターが作る重力によって銀河が密集する速度に、顕著に依存する。そのため、逆に、測定結果から重力による成長速度を求めることが可能だという。こうして求めた成長速度を、標準宇宙モデルの予想値と比べたところ、お互い矛盾がないことがわかったとした。つまり、数千万～数億光年離れた銀河間に働く重力は、一般相対性理論でよく記述されていることを意味するとしている。重力による成長速度の測定は、これまでさまざまな銀河観測データを用いて行われてきたが、今回、銀河の向きの情報を新たに組み合わせたことで、より精度良く求めることに成功したという。つまり、銀河の向きの情報を用いることで、銀河スケールでの一般相対性理論をより強力に検証できたことになるとする。



(上パネル)重力によって銀河が密集する速度とその進化。横軸が、地球から見た銀河サンプルまでの距離。縦軸は宇宙の構造が成長するスピードを表すパラメータで、値が大きいほど早く成長する。オレンジの帯は、一般相対性理論に基づく標準宇宙モデルが予想する成長速度の予想範囲。誤差棒付きの3つの赤丸が、今回の研究で得られた3つの銀河サンプルに対する測定結果。いずれも一般相対性理論と矛盾がないことが表されている。(下パネル)構造の成長速度の測定誤差の大きさ。縦軸は誤差の大きさ。上パネルで得られた測定誤差(赤丸)を、従来の方法から得られた誤差(青丸)と比較したもの。青丸に比べて、赤丸はすべて小さい値になっていることから、今回の測定結果は、構造の成長速度をより強く制限できたことが表されている(出所:京大プレスリリース PDF)

銀河の向きは、これまでも重力レンズ効果の測定に用いられてきたが、銀河自身が持っている向きは、重力レンズ効果で生じるわずかな「ゆがみ」を捉える上で障害になる。そのため、クリアな重力レンズ信号を捉えるために、いかにして銀河固有の影響を取り除くか、という問題に焦点を当てた研究が進んできたとする。しかし今回は、その邪魔者扱いされていた銀河固有の向きを、逆転の発想によって宇宙論の検証に活用することで、強力な手段となることを示すことに成功した形だ。

今回の研究ではアーカイブデータが用いられたが、現在も世界中で宇宙観測が進められており、膨大な観測データが出揃うことで、高精度の検証が進むことが期待されるという。特に、すばる望遠鏡を用いた宇宙論の観測プロジェクトでは、望遠鏡に搭載された超高視野カメラのHSCと多天体分光器のPFSによって、きわめて質の良い観測データが取得されており、今回の研究手段を応用することで、競合するプロジェクトよりも突出した成果を引き出すことも可能となるとしている。また、銀河が持つ固有の向きや形は、重力を介してダークマターと関わるだけでなく、宇宙の成り立ちと進化の過程とも密接に関係していると考えられるという。それらの関係を解き明かすことができれば、銀河の向き・形状の観測から、従来の手法では難しい、初期宇宙に起こった未知の現象の痕跡探しが可能になるだけでなく、ダークエネルギーの性質の解明などの成果も期待できるとする。そのため今後は、観測のみならず、理論的な研究を推し進めることも重要になるとしている。

## 淡い腕が渦巻くフェイスオン銀河「UGC 678」 ハッブル宇宙望遠鏡が撮影

2023-04-17 [sorae 編集部](#)

あわせて読みたい記事

[ハッブル宇宙望遠鏡が撮影、「うみへび座」の雄大な渦巻銀河「NGC 5495」](#)

[ハッブル宇宙望遠鏡が撮影した“おおぐま座”の渦巻銀河「NGC 5486」](#)

[まるで宇宙にできた青い裂け目 ハッブル宇宙望遠鏡が撮影した“きりん座”の渦巻銀河](#)

こちらは「うお座」の方向約2億6000万光年先にある渦巻銀河「UGC 678」です。UGC 678は地球に対してほぼ正面を向けた位置関係にある、いわゆる「フェイスオン（face-on）銀河」のひとつ。明るく輝く中心部分を取り囲む渦巻腕（渦状腕）の様子などがよくわかります。また、周囲にはUGC 678よりも遠くにある銀河が幾つも写り込んでいます。



【▲ ハッブル宇宙望遠鏡が撮影した渦巻銀河「UGC 678」(Credit: ESA/Hubble & NASA, C. Kilpatrick, R. J. Foley)】

2020年12月、UGC 678ではII型超新星「SN 2020abjq」が検出されました。超新星爆発は太陽の8倍以上の質量を持つ大質量星や、白色矮星を含む連星で起こるとされる激しい爆発現象です。II型超新星は大質量星が起こすタイプの超新星爆発で、進化した恒星内部の核融合反応で鉄のコア（核）が生成されるようになった頃、核融合のエネルギーで自重を支えることができなくなったコアが崩壊し、その反動によって恒星の外装が吹き飛ぶことで爆発に至ると考えられています。

超新星の余波を調査するため、2つの研究チームが「ハッブル」宇宙望遠鏡を使ってUGC 678の観測を行いました。この画像はハッブル宇宙望遠鏡の「広視野カメラ3（WFC3）」で2022年9月に取得したデータと、「掃天観測用高性能カメラ（ACS）」で2023年1月に取得したデータを使って作成されています。欧州宇宙機関（ESA）によると、超新星が起こった場所の周辺に存在する星々の年齢や質量といった情報を得ることで、II型超新星を起こすような星についての知見や、超新星爆発から生き延びた星が明らかになると期待されています。

冒頭の画像はハッブル宇宙望遠鏡の今週の一枚として、ESAから2023年4月17日付で公開されています。

Source Image Credit: ESA/Hubble & NASA, C. Kilpatrick, R. J. Foley

[ESA/Hubble](#) - Hubble spotlights a swirling spiral

文/sorae 編集部

<https://sorae.info/astrometry/20230418-hip-99770-b.html>

## 約130光年先の太陽系外惑星を直接撮像で発見 すばる望遠鏡の観測成果

2023-04-18 [sorae 編集部](#)

あわせて読みたい記事

[すばる望遠鏡が原始惑星を直接撮像！ 惑星形成の理解が進むことに期待](#)

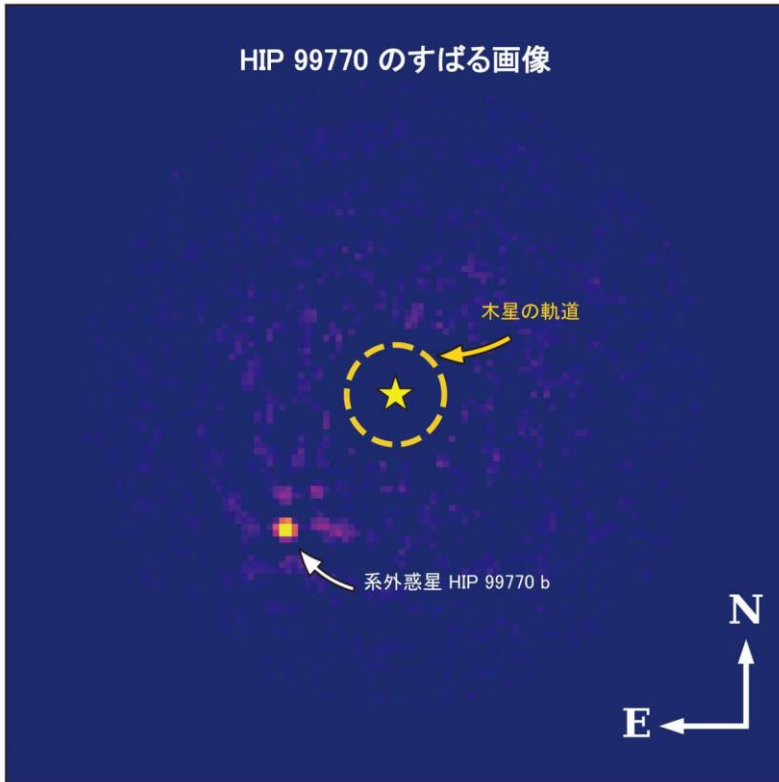
[ハワイ上空に出現した謎の渦巻模様 スペースXのロケットによる現象？](#)

[すばる望遠鏡の観測成果。約37光年先の赤色矮星でスーパーアースを発見！](#)

国立天文台ハワイ観測所の Thayne Currie（セイン・キュリー）さんを筆頭とする研究チームは、同観測所の「すばる望遠鏡」を使用して、約 130 光年先の太陽系外惑星を直接撮像で発見したとする研究成果を発表しました。

「HIP 99770 b」と呼ばれるこの系外惑星は、「はくちょう座」の方向にある恒星「HIP 99770」から約 17 天文単位（※1）離れた軌道を公転しており、推定質量は木星の約 15 倍と算出されました。主星の HIP 99770 は質量が太陽の約 1.8 倍の A 型星で、表面温度は 8000 ケルビン（約 7727℃）、地球からの見かけの明るさは肉眼でも見える 4 等級とされています。

※1...1 天文単位 (au) = 約 1 億 5000 万 km、太陽から地球までの平均距離に由来。17 天文単位は太陽から木星までの距離（約 5.2 天文単位）の 3 倍程度に相当する。



【▲ すばる望遠鏡が捉えた「HIP 99770」惑星系の画像（★の位置にある主星からの光はコロナグラフで遮られている）。白い矢印の先が今回発見された系外惑星「HIP 99770 b」、黄色い点線の円は木星の公転軌道の大きさを示す（Credit: T. Currie/Subaru Telescope, UTSA)】

惑星は明るく輝く恒星の近くに存在する暗い天体であるため、遠く離れた恒星を公転する系外惑星の姿を直接捉えることは困難です。アメリカ航空宇宙局（NASA）の系外惑星データベースによると、既知の系外惑星の数は 2023 年 4 月 10 日時点で 5332 個に達していますが、その多くは主星の明るさの変化やふらつきの検出を利用して間接的に発見されてきました。国立天文台によると、惑星と呼べるほど質量が小さく、なおかつ恒星の近くにある天体で直接撮像されたものは、これまでに 20 例ほどしかないといいます。

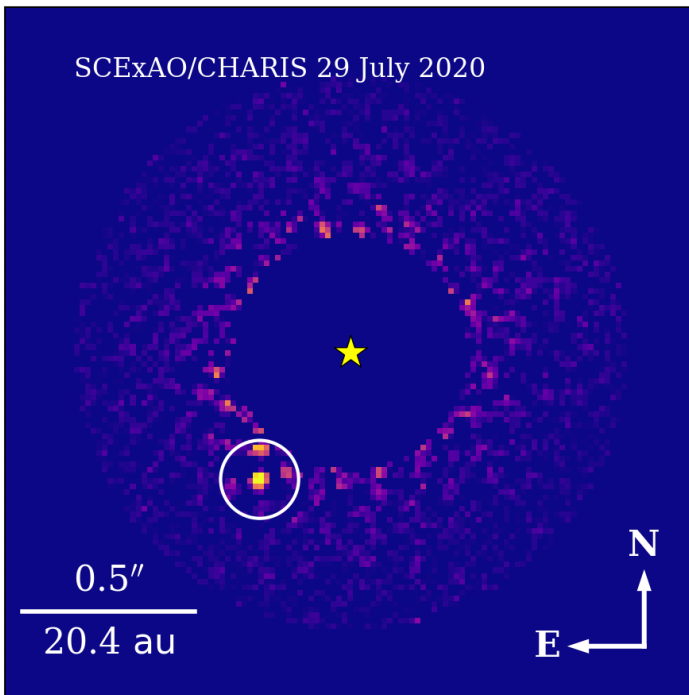
また、系外惑星を直接撮像で発見するためには、惑星が公転していそうな恒星を 1 つ 1 つ観測する必要があります。近年では地球の大気によるゆらぎの影響を打ち消す「補償光学（Adaptive Optics : AO）」技術を利用して、恒星と惑星を分離して捉えることができる高解像度の観測装置も登場しています。しかし、惑星が公転していそうな恒星の候補をうまく絞り込むことができなければ、大量の候補を端から観測し続けなければなりません。

そこで注目されているが、欧州宇宙機関（ESA）の「ガイア」宇宙望遠鏡や、その前進となった「ヒッパルコス」観測衛星などで得られた観測データです。ガイア宇宙望遠鏡やヒッパルコス衛星は天体の位置や運動について調べるアストロメトリ（位置天文学）に特化しています。2022 年 6 月に公開されたガイア宇宙望遠鏡の最新の観測データ「DR3（Data Release 3）」には、約 18 億個の恒星の位置や明るさをはじめ、約 15 億個の恒星の年周視差と固有運動（星までの距離や天球上における星の見かけの動き）といった情報が含まれています。



関連：[18億以上の天体を観測。欧州の宇宙望遠鏡「ガイア」最新のデータが公開された](#)（2022年6月14日）  
研究チームは惑星の存在を間接的に示す位置のふらつきがみられる恒星をアストロメトリのデータから拾い出し、すばる望遠鏡の観測装置「SCEXAO」および「CHARIS」（※2）による観測を行いました。その結果発見されたのが、今回報告された HIP 99770 b というわけです。通常の直接撮像では明るさをもとに質量を推定するので誤差が大きくなるものの、今回は恒星のふらつきのデータも利用できたことから木星 1 個分程度の誤差で算出することができたといいます。

※2...SCEXAO：スケックスエーオー、大気のゆらぎによる影響を打ち消す補償光学を利用して得られた像をさらに改善し、惑星からの光を保ちつつ親星からの光だけを遮ることができるコロナグラフ超補償光学系。CHARIS：カリス、惑星の詳しい情報（大気の温度・圧力・化学組成など）を得ることができる近赤外線撮像分光器。



【▲ 2020年7月から2021年10月にかけてすばる望遠鏡で撮像された系外惑星「HIP 99770 b」（Credit: T. Currie/Subaru Telescope, UTSA）】

国立天文台によると、アストロメトリと連携した直接撮像で発見された系外惑星は、HIP 99770 b が初めてだといいます。研究に参加した東京大学アストロバイオロジーセンターの田村元秀教授は「本研究の手法で、新たな系外惑星の発見が続くでしょう。次世代の望遠鏡と補償光学を用いた将来の観測では、この手法で「第二の地球」が観測されることも夢ではありません」とコメントしています。

なお、木星の約15倍というHIP 99770 bの質量は、褐色矮星（恒星と惑星の中間にあたる天体）と惑星の境界付近にあたります。国立天文台やアストロバイオロジーセンターもプレスリリースにて「通常、惑星の質量は約13木星質量以下とされています」と言及した上で、「この恒星（※HIP 99770）は太陽よりかなり重いため、恒星の星周円盤から15木星質量の惑星が誕生することは不思議ではありません」「この天体は恒星になれなかった星、褐色矮星、ではなく、確実な惑星と考えられます」と述べています。

Source Image Credit: T. Currie/Subaru Telescope, UTSA

[国立天文台すばる望遠鏡](#) - すばる望遠鏡、地球大気の揺らぎを極限まで補正して太陽系外惑星を撮像

[東京大学アストロバイオロジーセンター](#) - すばる望遠鏡、地球の大気の揺らぎを極限まで補正して太陽系外惑星を直接に撮像

文/sorae編集部

<https://sorae.info/astronomy/20230419-white-dwarf-hp99-159.html>

# 白色矮星「[HP99] 159」のヘリウム燃焼を観測 Ia 型超新星の謎の一部を説明する

## 発見？

2023-04-19 [彩恵りり](#)

[あわせて読みたい記事 白色矮星「HD 149499B」の大気中から「セシウム」を初めて検出](#)

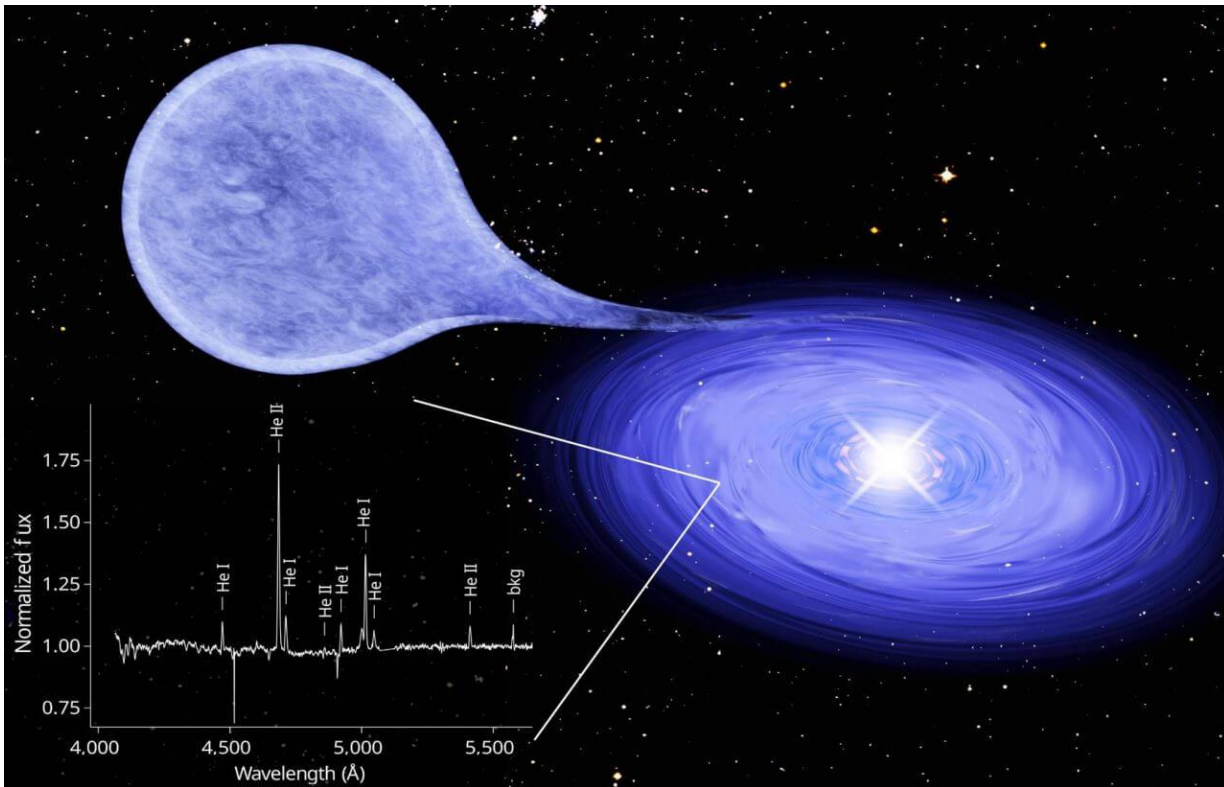
[100 億年以上も前に形成された惑星系？ 低温な白色矮星の研究成果](#)

[恒星の死がもたらす惑星系規模の混乱を白色矮星の観測データから推定](#)

太陽くらいの軽い恒星は、核融合反応が停止した後、外層からガスや塵を放出して、硬い芯を残します。「白色矮星」と呼ばれるこの硬い芯（コア、中心核）は、通常は核融合反応をしないため、ゆっくりと冷えていきます。しかし、白色矮星が伴星として通常の恒星を引き連れている場合は話が異なります。白色矮星は強い重力で伴星の表面物質を剥ぎ取り、表面に堆積させることがあります。その量が限界を超えると、白色矮星で一瞬だけ核融合反応が発生し、膨大なエネルギーが放出されます。この爆発的なエネルギー放出は「Ia 型超新星」と呼ばれます。Ia 型超新星にはエネルギーの放出量、つまり爆発の明るさが一定であるという特徴があります。これは、核融合反応が点火するきっかけとなる白色矮星の限界質量（太陽の約 1.4 倍）が一定であるためです。Ia 型超新星の見た目の明るさは地球にいる観察者から Ia 型超新星までの距離によって決まるので、Ia 型超新星が起きた銀河までの距離を決定する指標となります。ただし、Ia 型超新星の発生メカニズムは完全には理解されていません。白色矮星が爆発すると、爆風を受けた伴星からも表面の物質は剥がれるはずですが、このため、爆発時に剥がれた水素の存在を示すスペクトル線が現れてもいいはずですが、未だにそのような観測結果は得られていません。この矛盾を説明する仮説の 1 つに、爆発直前の伴星表面に存在するのは水素ではなくヘリウムであるとする説があります。実際に、高度に進化した恒星の一部では表面に水素がほとんどなく、ヘリウムが豊富に存在するタイプが見つかっています。このような伴星の表面から爆発時に剥ぎ取られるヘリウムの量は、伴星の質量の 2% から 5% というかなりの量であるため、観測するのに十分な量であるはずですが、しかし、ヘリウムも水素と同様に、爆発時に伴星から剥ぎ取られたことを示す証拠は見つかっていません。

マックス・プランク地球外物理学研究所の J. Greiner 氏らの研究チームは、この疑問の部分的な答えを得る発見をしました。それは超軟 X 線源（※1）「[HP99] 159」の観測結果によるものです。天の川銀河の伴銀河（衛星銀河）である大マゼラン雲に存在する [HP99] 159 は、X 線の観測結果から白色矮星であることが分かっています。

※1...X 線の中でもエネルギーが極めて低いものを超軟 X 線と呼びます。



【▲ 図: [HP99] 159 は、伴星である恒星から流入したガスが X 線を放出している。今回のスペクトル分析では、そのほとんどがヘリウムで構成されていることが分かり、ほぼ純粋なヘリウム燃焼が起きていることが分かった (Illustration: F. Bodensteiner/background image ESO)】

今回、南アフリカ大型望遠鏡 (Southern African Large Telescope) での観測により、[HP99] 159 の周りにある降着円盤に由来するスペクトル線が見つかりました。

興味深いことに、[HP99] 159 のスペクトル線にはヘリウムと窒素しか検出されず、水素など他の元素は見つかりませんでした。窒素の量はヘリウムよりもずっと少ないため、降着円盤は実質的に純粋なヘリウムでできていることが示唆されます。検出されている X 線のエネルギーも、ヘリウムの継続的な燃焼で放出されるものと一致しています。このため、今回観測されたスペクトル線は、白色矮星である [HP99] 159 で起こっているヘリウムの燃焼 (核融合反応) がその源である可能性を示しています。なお、ヘリウム以外に見つかった唯一の元素である窒素は、ヘリウムの層が剥き出しになる段階まで進化した恒星で合成される元素と一致します (※2)。このことから、[HP99] 159 の降着円盤の源は、ヘリウムの層が剥き出しになった恒星であることが分かります。

※2...太陽より重い恒星では、CNO サイクルと呼ばれる炭素・窒素・酸素の合成が循環するサイクル反応が発生する。窒素は CNO サイクルで生成される主要な元素の 1 つである。なお、[HP99] 159 に対するヘリウムの降着速度はかなり遅いと推定されているため、Ia 型超新星が起こるまで質量が蓄積されるのかどうかは分かっていません。しかし、Ia 型超新星より少し弱い爆発現象である「Iax 型超新星」ならば発生する可能性があります。

Ia 型超新星全体の約 30% を占める Iax 型超新星は爆発の威力が低いため、伴星から剥ぎ取られる物質の量も少なくなります。このため、Ia 型超新星でヘリウムのスペクトル線が見つからないのは、少なくともその一部では観測できないほどわずかなヘリウムしか放出されていないため、と説明することができます。なお、モデル計算に基づき、[HP99] 159 のようにガスの流入量が少ない場合、ヘリウムの燃焼は不安定であると推測されています。その一方で、[HP99] 159 の過去 50 年分の観測データからは、不安定な燃焼に由来する X 線強度の極端な変化は観測されていません。この矛盾については、[HP99] 159 が高速で自転しているために、ヘリウムの降着が安定化しているからだと推定されています。いずれにしても、[HP99] 159 のようにヘリウムの存在と燃焼が詳しく観測された白色矮星はほとんどありません。Greiner 氏らは、[HP99] 159 のように安定したヘリウム燃焼をしている白色矮星は天の川銀河に 30 個ほど存在し、大マゼラン雲にも数個存在すると推測しています。追加の観測で



[HP99] 159 のような白色矮星が発見されれば、さらに多くのことが分かるようになるかもしれません。

Source [J. Greiner, et al.](#) "A helium-burning white dwarf binary as a supersoft X-ray source" (Nature)

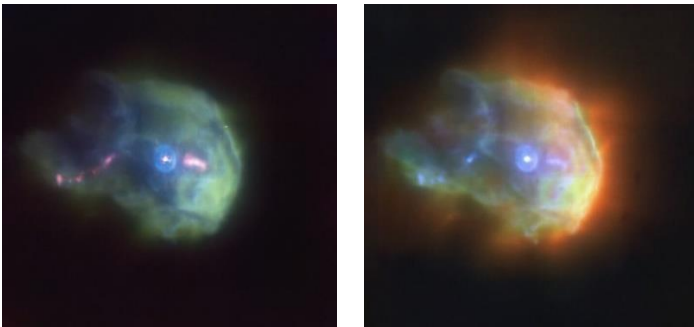
[Norbert Langer & Jochen Greiner.](#) "Helium-burning white dwarf discovered" (Universität Bonn) 文／彩恵りり

<https://sorae.info/astronomy/20230420-v2423-ori.html>

## 若き変光星から放出されたジェットのうちねり 超大型望遠鏡 VLT で観測

2023-04-20 [sorae 編集部](#)

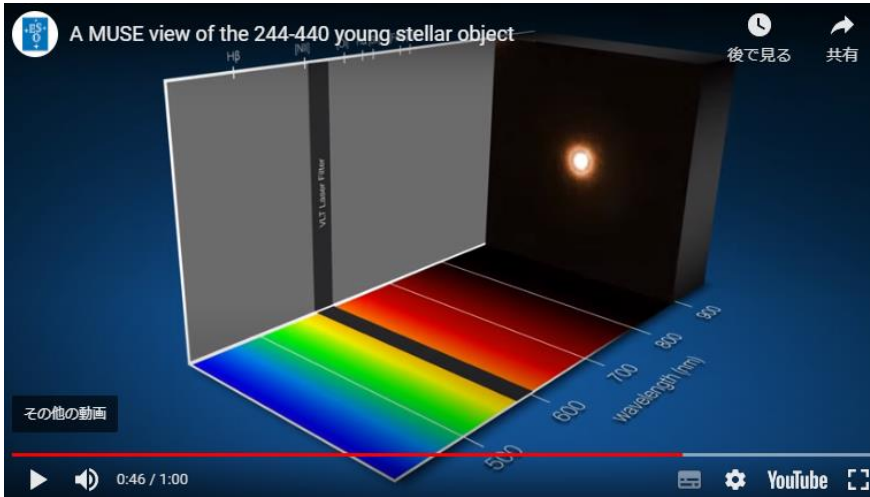
こちらは変光星「オリオン座 V2423 星」(V2423 Ori、244-440 とも) を捉えた画像です。ヨーロッパ南天天文台 (ESO) が運営するチリのパラナル天文台にある「超大型望遠鏡 (VLT)」の広視野面分光観測装置「MUSE」を使って取得されました。画像の色は赤が鉄、緑が窒素、青が酸素の分布に対応しています。



【▲ 超大型望遠鏡 (VLT) の広視野面分光観測装置「MUSE」で捉えた「オリオン座 V2423 星」。色は赤が鉄、緑が窒素、青が酸素の分布に対応している (Credit: ESO/Kirwan et al.)】

【▲ 超大型望遠鏡 (VLT) の広視野面分光観測装置「MUSE」で捉えた「オリオン座 V2423 星」。色は赤がアルゴン、緑が水素、青が酸素の分布に対応している (Credit: ESO/Kirwan et al.)】

ESOによると、誕生したばかりの星はらせん状に落下していく物質でできた円盤に囲まれていて、その一部は星に落下することなくジェットとして放出されることがあります。オリオン座 V2423 星からもジェットが放出されていて、画像ではマゼンタ色に見えています。この星は単一の星ではなく 2 つの星が互いに周回しているとみられており、星の公転運動とともに放出方向が変化することで、ジェットの形は直線状ではなく S 字型をしています。VLT の MUSE は特定の波長の光で観測したデータを複数同時に取得することができる観測装置です。元素はそれぞれ固有の波長の光 (輝線) を放つため、MUSE を使用することで様々な元素の分布や移動の様子を調べることができるといいます。次の画像は先に掲載した画像とは一部異なる元素の分布を示したもので、色は赤がアルゴン、緑が水素、青が酸素に対応しています。また、次の動画では MUSE で観測したオリオン座 V2423 星のデータが波長の短いものから順に表示されています。それぞれの元素が放つ固有の波長の光を個別に捉えることで、元素ごとに異なる分布の様子を捉えられることがわかりやすく示されています。



【▲ 超大型望遠鏡（VLT）の MUSE によるオリオン座 V2423 星の観測データを波長ごとに示した動画】  
 (Credit: ESO/Kirwan et al./L. Calçada)

オリオン座 V2423 星の画像は ESO の今週の一枚として、2023 年 4 月 17 日付で公開されています。

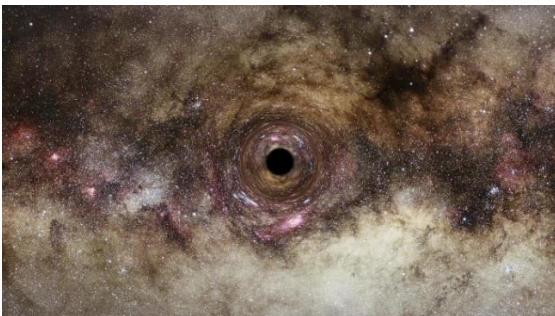
Source Image Credit: ESO/Kirwan et al., L. Calçada [ESO - A stellar sprinkler](#) 文/sorae 編集部

<https://sorae.info/astronomy/20230421-ABELL-1201-BCG.html>

## 推定質量“太陽 327 億個分”のブラックホール 重力レンズを利用して確認

2023-04-21 [彩恵りり](#)

「超大質量ブラックホール（超巨大ブラックホール）」とは、ほとんどの銀河の中心に存在すると言われている、非常に大きな質量を持つブラックホールです。その質量は、小さなものでも太陽の数十万倍、大きなものでは 100 億倍を超えるとも推定されています。しかし、超大質量ブラックホールの性質はほとんど明らかになっていません。その理由の 1 つは、直接・間接を問わず、超大質量ブラックホールの観測データがほとんどないためです。



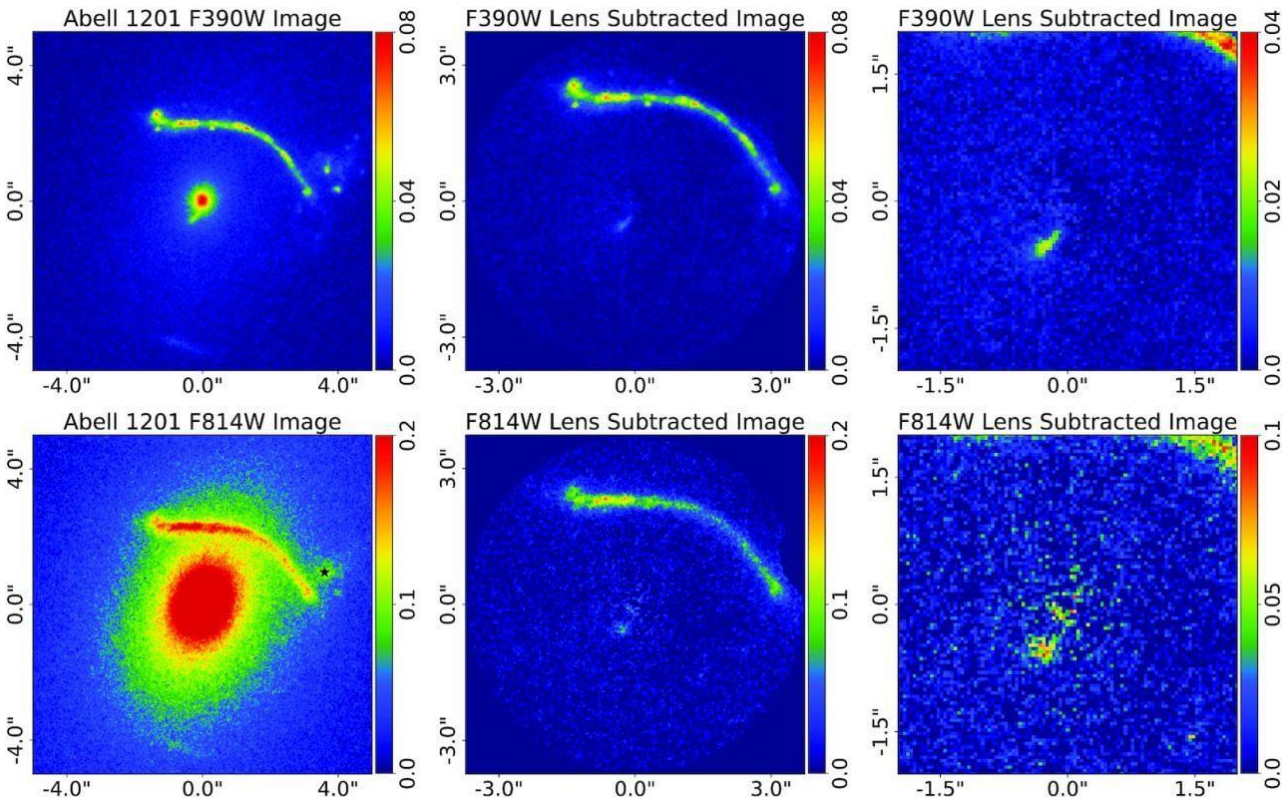
【▲ 図 1: ブラックホールの想像図。背景がリング状に歪んでいる部分があるが、これは重力レンズ効果で実際に起こる現象である (Credit: ESA/Hubble, Digitized Sky Survey, Nick Risinger (skysurvey.org), N. Bartmann)】

天体において最も基本的な情報である質量の値でさえ、大半のブラックホールは推定に頼っています。例えば、天の川銀河の中心部にある超大質量ブラックホール「いて座 A\*」は太陽の約 430 万倍の質量を持つと算出されています。これは、私たちから見て近い位置にあるブラックホールであり、周辺を公転する恒星から算出可能であるという理由があり、非常に例外的です。大部分の超大質量ブラックホールの質量の推定には、ブラックホールを持つ銀河の総質量から推定する方法と、銀河中心部からの放射エネルギーやスペクトル線の性質から推定する方法が主に利用されていますが、どちらも超大質量ブラックホールそのものを観測しているわけではなく、推定するためのモデルも不完全なため、非常に曖昧な数値しか算出されません。

こういった背景状況の中で、「エイベル 1201 BCG (Abell 1201 BCG)」と呼ばれる銀河は、超大質量ブラックホールの質量を直接測定することが可能な数少ない銀河です。約 27 億光年先にあるエイベル 1201 BCG では、近

年の観測により、円弧状の構造が発見されています。これは、エイベル 1201 BCG が「重力レンズ効果」によって光を曲げ、地球から観てエイベル 1201 BCG の後ろ側にある銀河の像を歪めた結果であると考えられています。重力レンズ効果は、重力が時空を歪めるという一般相対性理論で予言された効果であり、どのように光が曲げられるのかは計算可能です。エイベル 1201 BCG に観られる円弧状の構造物は、極めて狭い半径かつ大質量の物体によって生じたものであり、その密度は超大質量ブラックホール以外では説明が付きません。

初期分析値となる 2017 年の推定では、エイベル 1201 BCG にある超大質量ブラックホールは太陽の約 130 億倍の質量を有すると推定されました。ただし、当時はまだ円弧状の構造についてあまり解像度の高い画像が得られていなかったことや、銀河に含まれる恒星や暗黒物質といった他の重力源の量や分布の推定に不十分な点があったことから、確かさがあまり高くない数値であるという問題がありました。



【▲ 図 2: エイベル 1201 BCG の観測画像。上下の違いは異なる波長で観測されたことを示している。中央列はエイベル 1201 BCG 本体を差分で除去した画像であり、残された円弧状の構造物は、重力レンズ効果によって歪められた、エイベル 1201 BCG の後方に存在する銀河の像である (Credit: Nightingale, et.al)】

ダラム大学の J. W. Nightingale 氏らの研究チームは、この状況を改善するためにエイベル 1201 BCG の再観測と分析を行いました。まず、研究チームはハッブル宇宙望遠鏡の「広視野カメラ 3 (WFC3/UVIS)」を使用し、合計 5 回・露光時間 7150 秒分の観測を行い、エイベル 1201 BCG の紫外線および可視光線での画像を新たに取得。次に、イギリスの統合スーパーコンピューティング施設「DiRAC (Distributed Research using Advanced Computing)」にて、重力レンズ効果のモデルソフト「PYAUTOLENS PYAUTOLENS」を使用したスーパーコンピューターによる解析を行いました。DiRAC での解析は、超大質量ブラックホールの質量と位置が異なる銀河を仮定して数十万回のシミュレーションを実行することで、どのモデルがハッブル宇宙望遠鏡の撮影画像と一致するのかを検証するために行われました。この方法により、エイベル 1201 BCG の中心部にある超大質量ブラックホールの質量を推定できます。検証の結果、撮影画像と最も一致するモデルでは、エイベル 1201 BCG の超大質量ブラックホールは太陽の約 327 億倍 (115 億倍から 519 億倍の間) の質量を持つと推定されました。この質量値は、エイベル 1201 BCG の超大質量ブラックホールが放射エネルギーなどの間接的な推定方法に寄らずに発見された最も重いブラックホールであることを意味します。エイベル 1201 BCG の中心部にブラックホールは存在せず、明るい天体も存在しないという非現実的な仮定の下でも、中心部の物質質量の上限は太陽の 530 億倍である



と推定されています。異なる仮定にもとづくモデルの計算結果がほぼ同じような上限値を示したことは、計算モデルが妥当であるという検証にも繋がります。一方、今回の研究成果は従来の定説に対して疑問も投げかけています。これまでの観測成果をもとに、超大質量ブラックホールの質量と銀河内の天体の運動速度には相関関係があると言われていました。しかし今回の観測結果からは、エイベル 1201 BCG の超大質量ブラックホールの質量は相関関係から大きく外れた値であることも判明しました。近年、超大質量ブラックホールの質量が詳しく観測された銀河では、このように相関関係から外れた値が見つかることが増えています。天体の運動速度から超大質量ブラックホールの質量を推定する従来の考え方は修正が必要になるかもしれません。

Source

[J. W. Nightingale, et.al.](#) “Abell 1201: detection of an ultramassive black hole in a strong gravitational lens”. (Monthly Notices of the Royal Astronomical Society)

[“Light-bending gravity reveals one of the biggest black holes ever found”](#) (Durham University) 文／彩恵りり