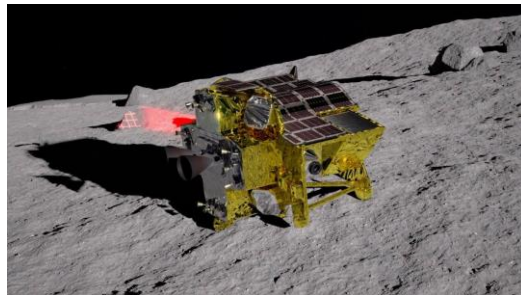


【速報】JAXA 月探査機「SLIM」日本初の月着陸に成功 ただし太陽電池が発電でき

きない状態

2024-01-20 [sorae 編集部](#) [速報班](#)

宇宙航空研究開発機構（JAXA）は日本時間 2024 年 1 月 20 日 2 時 10 分、小型月着陸実証機「SLIM」の月着陸を確認したと発表しました。月面への着陸に成功したのは日本では初めて、世界では旧ソ連・アメリカ・中国・インドに次いで 5 か国目となります。ただし、探査機の太陽電池は電力を発生していない状態になっており、発表時点で SLIM はバッテリーに残った電力のみで稼働している状態だということです。【最終更新：2024 年 1 月 20 日 2 時台】



【▲ 月着陸運用中の管制室の様子。宇宙航空研究開発機構（JAXA）のライブ配信から（Credit: JAXA）】

【▲ 参考画像：SLIM に搭載されているマルチバンド分光カメラ（MBC）による観測のイメージ図。想定通りの姿勢で月面に接地した状態で描かれている（Credit: JAXA）】

SLIM は月面へのピンポイント着陸技術を実証するために開発された無人探査機です。JAXA の X 線分光撮像衛星「XRISM」とともに「H-IIA」ロケット 47 号機に相乗りする形で 2023 年 9 月 7 日に種子島宇宙センターから打ち上げられ、同年 12 月 25 日に月周回軌道へ投入。2024 年 1 月 10 日には着陸降下準備フェーズへ移行することが決定され、日本時間 2024 年 1 月 19 日 22 時 40 分には着陸降下に備えて高度約 600×15km の楕円軌道に投入されていました。関連記事：[JAXA 月探査機「SLIM」着陸に向けて準備進む ライブ配信は 1 月 19 日 23 時から](#)（2024 年 1 月 19 日）

JAXA によると、日本時間 2024 年 1 月 20 日 0 時 0 分頃に着陸降下を開始した SLIM は、日本時間 2024 年 1 月 20 日 0 時 20 分頃に月面へ着陸したことが確認されました。ただし、前述の通り探査機の太陽電池は電力を発生していない状態になっており、発表時点で SLIM はバッテリーに残っている電力のみで稼働しています。着陸後に電波を受信できていること、太陽電池だけが損傷するような状況は考えにくいといった理由から、SLIM は軟着陸（ソフトランディング）に成功したものの、機体に固定されている太陽電池の向きが想定とは違う方向を向くような姿勢になってしまっているものとみられます。

バッテリーの電力は数時間持つとみられており、JAXA はヒーターの電源を切るなど延命措置を施した上で、今後の分析に役立てられる航法データの取得や、岩石の組成を測定するために搭載されている「マルチバンド分光カメラ（MBC）」の稼働を優先しているということです。SLIM がどのような姿勢で接地しているのかはまだ確認されておらず、姿勢次第では今後太陽電池に太陽光が入射して電力が発生するようになる可能性もあるようです。また、SLIM に搭載されていた小型の探査ロボット「LEV-1」および「LEV-2（愛称：SORA-Q）」は正常に分離された模様です。探査ロボットのカメラで SLIM を撮影することに成功していれば、画像を取得することで SLIM がどのような状態になっているのかを確認できる可能性もあります。ミッションの概要については以下の関連記事もご覧下さい。なお、SLIM がピンポイント着陸に成功したかどうかはデータを分析した後、着陸から 1 か月後程度を目処に改めて発表されることがあらかじめ決まっています。

関連記事：[JAXA の月探査機「SLIM」2024 年 1 月 20 日に月着陸へ 成功すれば日本初](#)（2023 年 12 月 6 日）

SLIM については新しい情報が発表され次第お伝えします。

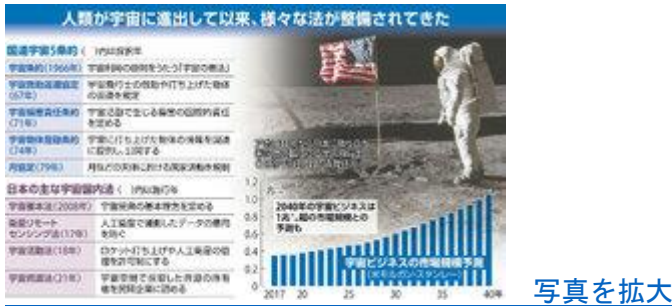
Source [JAXA](#) - 小型月着陸実証機 (SLIM) の月面着陸の結果について

[JAXA](#) - 小型月着陸実証機 SLIM ピンポイント月着陸ライブ・記者会見 (YouTube) 文/sorae 編集部 速報班

https://news.biglobe.ne.jp/domestic/0115/ym_240115_6995413380.html#goog_rewarded

月って誰のもの?…アポロ 11 号の着陸前から宇宙条約に規定

2024 年 1 月 15 日 (月) 5 時 0 分 [読売新聞](#)



【New門】は、旬のニュースを記者が解き明かすコーナーです。今回のテーマは「宇宙法」。

人類が初めて月面に着陸したアポロ計画から約半世紀。近い将来、再びそこに降り立つ日がやってきそう。ところで月って誰のものなのか。宇宙でトラブルが起きたら、どうするのか。「社会あるところに法あり」。人類が進出した新たなフロンティアにも「宇宙法」があり、国内でも法整備の動きが進む。

星条旗 領有にあらず

1969年7月。アポロ11号から一步を踏み出した米国人宇宙飛行士が漆黒の宇宙を背景に、星条旗の前で静かにたたずむ。有名な月面着陸のワンシーンだ。

あの旗を掲げるべきかどうか、実は米国内では事前に議論が交わされていた。宇宙の憲法とも呼ばれ、米国も批准する宇宙条約が、月は「いかなる手段によっても国家による取得の対象とはならない」と定めるためだ。国旗を立てると月の領有を主張しているとの印象を与えかねない。条約違反の指摘を懸念し、世界各国の旗のミニチュアを置く案も出されたという。

結局、星条旗は立てられたが、それはあくまで「偉業の象徴」としてのこと。領有宣言ではないと強調するため、月面では「我々は全人類のため、平和のうちにここに来た」と刻んだプレートも掲げられた。

「協定」締約国わずか17か国

宇宙に「法」が必要と考えられるようになったのは、東西冷戦下の1950~60年代。ソ連が57年に人類初の人工衛星スプートニク1号を打ち上げ、軍拡競争が宇宙にまで及ぶ不安が高まる中、国連で66年、宇宙の平和利用の原則をうたう宇宙条約が採択された。今も宇宙での活動の基本ルールとなっている。

70年代にかけては宇宙飛行士の救助に関する条約や、事故が起きた際の損害賠償について定める条約が次々と採択された。一方、月の資源を「人類の共同財産」と定める月協定の締約国は17か国にとどまる。米国や中国など宇宙開発に力を入れる国や日本も締結しておらず、天体で採掘される資源の所有権について各国に共通する明確な国際的な決まりはない。今、世界では宇宙資源を「商売」にしようとする企業の設立が相次ぐ。米国やルクセンブルクなどは他国に先駆け、宇宙空間で採取した資源の所有権を民間企業に認める国内法を整備。日本も2021年、世界で4番目となる宇宙資源法を成立させ、商業的な探査や開発を国の許可制にする法制度を整えた。国内企業は「宇宙ビジネスに機会と秩序をもたらす」と歓迎する。

同年に国連宇宙空間平和利用委員会の法律小委員会議長を務めた青木節子・慶応大教授(国際法)は「適切な国内法を整えたことは、国際的なルール作りをリードしていくことにもつながる」と話す。

人類は超最先端技術を持つ宇宙人とまもなく遭遇する 「彼ら」は海底にいる！？

その目的とは何か――

2024年1月14日 10時0分 [FRIDAY デジタル](#)



[写真拡大 \(全4枚\)](#)

人類は、ついに**宇宙人と遭遇することになりそう**だ。

事の発端は、'12年に米国が秘密裏に始めていた研究である。

「政府がUFO（未確認飛行物体）やUAP（未確認空中現象）を研究するプログラムの存在が'17年に報道で明らかになると、国民の間に情報公開を望む気運が高まりました。当時のトランプ政権は、軍が所有する調査報告書を議会に提出することを求める法案に署名。国防総省が'21年に提出した報告書には、なんとUFOとの遭遇記録が数多く記されていたのです」（全国紙ワシントン駐在記者）

'23年7月に下院で開かれた公聴会では、元軍事情報将校のデビッド・グルーシュ氏が「政府はUFOを操縦していた人間以外の遺体を回収している」と証言。メキシコ議会では同年9月に初のUFOに関する公聴会が行われ、宇宙人のミイラと称される物体が公開された――。

時速数百kmで水中を移動

米当局が公（おおやけ）にし始めたUFOの存在。真実を隠し切れなくなり、情報を小出しにしているともとれる。宇宙人はすでに地球にいると語るのは、ミステリー雑誌『ムー』編集長の三上文晴氏だ。

「今年の公聴会で米国は、地球外知的生命体の存在の公認にかなり近づくはず。宇宙人はすでに、我々が発見できない地球の領域にいるのでしょうか。報告書では調査の主体が海軍であることから、UFOは海から出入りしていると思われます。現在の人間の技術では水中を高速移動できず、海底はソナーでしか調べられないため身を隠しやすいんです。宇宙人は、人間をはるかに凌駕（りょうが）する技術レベルで海中を移動することができる。米海軍が水中を時速数百kmで移動するUFOの姿を捉えた、という話もあります」

「彼ら」がいるのは、海底だけではないようだ。三上氏が続ける。「実際に、火口部分の温度が1000℃に達するメキシコのポポカテペトル火山からUFOの隊列が飛び出した映像もあります。UFOは人類では解明できない推進原理を使い、地面もやすやすと貫通すると考えられるんです」

宇宙人がすでに地球にいるとしたら、目的はなんなのだろうか。

「UFOがよく出現する場所として核関連施設があります。原子力発電所や核弾頭を搭載したミサイル『ICBM』の基地などです。日本では福島第一原発周辺も、多くの目撃情報がある。放射線や熱線などで甚大な被害が生じる核戦争が起きれば、人類は絶滅しかねません。宇宙人にとって地球が減んでも関係ないと思われるかもしれませんが、彼らは高い倫理水準を持っている。人間が地球を滅ぼさないよう見守っているのです」

（三上氏）三上氏は、宇宙人の存在を証明する発見があるかもしれないとこう語る。

「米政府は、'60年代から'70年代に実施されたアポロ計画以来の大型宇宙プロジェクト『アルテミス計画』を進めています。今年中には有人の宇宙船が、地球からは見ることのできない月の裏側を周回。'25年以降は宇宙飛行士による月面着陸を予定しています。人類が行ったことのない月の裏側で未確認物体が飛んでいたら、間違いなく宇宙人のモノでしょう」「アルテミス計画」で人工物が発見されれば、宇宙人が実在する証明

となる。そうなれば、米政府は保持するエイリアン情報を機密解除。存在の明らかになった宇宙人が、地球人にコンタクトをしてくる可能性もある。太古の昔から、人類は宇宙に知的生命体がいるのか問うてきた。’ 24 年は、この疑問に一つの答えが出るかもしれない。

『FRIDAY』2024 年 1 月 19 日号より 取材・文：形山昌由（ジャーナリスト）

<https://news.livedoor.com/article/detail/25734915/>

日本初・和歌山の公立高に宇宙コース 川崎出身の担当教員「一緒に夢実現」、全

国から 1 期生募集 2024 年 1 月 20 日 21 時 52 分 [カナロコ](#) by 神奈川新聞



全国初の高校宇宙コースの教員として和歌山県に採用され串本古座高校に赴任した川崎出身の藤島さん＝和歌山県串本町の同校

本州最南端の和歌山県串本町にある県立串本古座高校に 4 月、公立高校として日本で初めての「宇宙探究コース」が開設される。その担当教員に川崎市出身で宇宙航空研究開発機構（JAXA）などで科学実験や人材育成活動に携わってきた藤島徹さん（56）が同県から採用された。1 期生を全国から募集する方針で藤島さんは「志を持つ生徒たちと一緒に夢を描き、実現していきたい」と意気込んでいる。

和歌山県は専用射場から人工衛星搭載ロケットの打ち上げを行う日本初の民間企業「スペースワン」（東京都港区）が串本町に民間小型ロケット発射場「スペースポート紀伊」を設けることなどを受け、同校普通科を 2024 年度から未来創造学科に改組。宇宙探究など 3 コースを設ける。第 1 号ロケットの打ち上げは年内にも行われるとみられるが同社の住民などへの説明によると、年間 20 機程度の発射を目指すという。

藤島さんは川崎市幸区出身。市立御幸中学校、県立新城高校、日本大学理工学部航空宇宙工学科で学んだ。「もともと乗り物好き。大学受験浪人中に起きたスペースシャトル・チャレンジャー号の爆発事故に衝撃を受け『安全な乗り物をつくりたい』と進路を航空宇宙分野に決めた」という。

卒業後は JAXA 業務と宇宙教育を通じた青少年育成機関「日本宇宙少年団」の運営を請け負う一般財団法人「日本宇宙フォーラム」（東京都千代田区）に勤務。国際宇宙ステーション（ISS）の日本実験棟「きぼう」での実験や研究のマネジメント業務などを担当した。JAXA へは通算約 10 年出向し種子島宇宙センター（鹿児島県）でのロケット打ち上げの映像データ管理、大学や企業との共同研究事業の運営に携わった。宇宙少年団の横浜分団のリーダーも担い約 300 人の子どもたちを指導している。

https://news.biglobe.ne.jp/international/0121/rec_240121_9917264394.html

中国の宇宙ステーション、骨粗しょう症の研究を推進へ

2024 年 1 月 21 日（日）5 時 0 分 [Record China](#)

中国の宇宙貨物船「天舟 7 号」が 17 日夜、文昌航天発射場から打ち上げられ、中国の宇宙ステーションに新たな科学実験サンプルを送り届ける。



[写真を拡大](#)

中国の宇宙貨物船「天舟7号」が17日夜、文昌航天発射場から打ち上げられ、中国の宇宙ステーションに新たな科学実験サンプルを送り届ける。宇宙ステーションの常態化運営に伴い、「天舟7号」は宇宙船内・船外の既存の実験施設向けに10カ所の研究所と8校の大学によるより多くの科学実験プロジェクトを送っており、宇宙ステーションに送った科学実験プロジェクトが過去最多の天舟貨物船となった。中国新聞網が伝えた。

中国有人宇宙飛行宇宙応用システム宇宙貨物船ミッション全体チーフデザイナーの劉偉（リウ・ウェイ）氏は、「宇宙応用システムは天舟7号により中国の宇宙ステーションに計61件、総重量約473kgの応用物資を届ける。これには宇宙生命科学、宇宙材料科学、微小重力流体物理、燃焼科学などの33種の科学実験が含まれ、宇宙ステーションの軌道上での実験の連続的な実施をサポートする」と述べた。

これらの応用物資は宇宙ステーションに届けられると、軌道上の宇宙飛行士によって対応する実験装置に設置され、実験に用いられる。劉氏によると、一部の実験結果はリアルタイムで地上に伝送でき、一部の実験サンプルは宇宙飛行士によって地上に持ち帰られ、さらに研究が行われる。

数多くの実験サンプルのうち、細胞実験サンプルという特殊な「乗客」がある。中国科学院上海技術物理研究所の張濤（ジャン・タオ）研究員は、「これらの細胞は温度、気体、栄養液の供給などの生存環境に対する要求が非常に高い。科学研究チームは細胞の健康を維持するため、天舟貨物船内に細胞サンプルの『専用席』である細胞宇宙生命維持装置を用意した。同装置は電子レンジ約1.5台分のサイズで、2つの引き出しが配置され、それぞれ5つの標準ユニットが設置されている。すべてのユニットに細胞を培養する2つの細胞室がある。装置とユニットは細胞の生存環境に対する個性化需要に対して、温度、二酸化炭素濃度、栄養補給などの条件を調節し、細胞に快適な移動環境を提供できる」と述べた。

この装置が「護送」するうちの実験サンプルのMSC（間葉系幹細胞）は、浙江大学生命科学学院の余路陽（ユー・ルーヤン）教授のチームが作成したもので、宇宙における骨粗しょう症の研究に用いられる。余氏は、「研究によると、人間は宇宙で骨粗しょうが加速する。チームはMSCの宇宙微小重力環境における生体信号の変化と干渉のターゲットを見つけることで、これらのターゲットに的を絞った薬品または干渉手段を開発することを望む」と述べた。浙江大学生命科学学院の王金福（ワン・ジンフー）教授は、「宇宙飛行士の骨粗しょうと地上の高齢者の骨質の変化の間には相似性がある。人間の宇宙における骨質変化の研究は、宇宙飛行士の軌道上での健康維持に対して重要な意義を持つだけでなく、地上の高齢者の骨粗しょう症の予防・治療に対しても重要な参考価値を持つ」と述べた。同チームがMSCを宇宙ステーションに送り込むのは今回で2回目。チームはこれまで天舟5号に積載された実験サンプルを利用し、すでに初期的な研究成果を出している。浙江大学生命科学学院の呉夢瑞（ウー・モンルイ）研究員によると、この細胞の発現遺伝子は宇宙でメチル化するが、これはDNAに帽子を被せるのに似ている。帽子で隠れた部分の遺伝子は表出・転写されなくなる。これは細胞分化の「運命」に重要な影響を及ぼす。（提供/人民網日本語版・編集/YF）

<https://sp.m.jiji.com/article/show/3146890>

2024-01-20 04:12 社会

オーロラ観測、今年も期待大＝太陽活動、来年にかけ活発―北海道



北海道陸別町で観測された赤いオーロラ＝23年12月1日午後8時29分（銀河の森天文台提供）

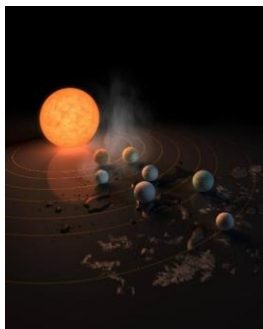
上空に現れ、宇宙の神秘を感じさせてくれるオーロラ。昨年12月には北海道各地で観測され、多くの人が幻想的な光のカーテンに魅了された。発生の鍵は太陽が握るが、実はその活動は2025年に向け活発になるため、今年も観測が期待できる。オーロラは、宇宙から電子が地磁気（地球の磁場）に沿って地球に入り込む際、大気中の酸素や窒素と衝突して光る現象だ。太陽表面の爆発（フレア）に伴い、電気を帯びたプラズマ粒子が地球に届くと大量の電子が入り込み、オーロラが現れる。オーロラは北極圏などでよく見られるが、フレアが大規模だと北海道のように緯度が低い場所でも観測できる。「低緯度オーロラ」と呼ばれる赤いオーロラだ。なぜ赤いのか。実は上空の低い場所には緑の部分も広がるが、低緯度からは地平線の下に隠れて見えない。その結果、高層の赤い部分だけが見える仕組みだ。昨年12月1日夜には北海道で肉眼でも観測されたが、過去には日本書紀や鎌倉時代の歌人藤原定家の日記にも「赤気（せっき、赤い光の意味）」が目撃されたとの記述がある。北海道名寄市にある「なよろ市立天文台」の渡辺文健さん（40）によると、太陽活動は約11年周期で変動しており、次は25年にピークを迎えるとみられる。そのため今年も昨年同様太陽活動が活発で、観測できる可能性が十分にある。フレア発生からプラズマ粒子の地球到達には約2日かかるため、オーロラの出現は2日前に予測可能という。渡辺さんは「フレア発生は、研究者らによるSNSへの投稿などでも分かる。低緯度オーロラは淡い赤だが、昨年12月のように月明かりがあっても観測可能な時もある。今年もオーロラを楽しみにしてほしい」と話している。【時事通信社】

<https://sorae.info/astromy/20240116-terrestrial-exoplanet.html>

二酸化炭素の少なさとオゾン検出がカギ 現在の技術での“第2の地球”の探し方

2024-01-16 [彩恵りり](#)

地球のように生命に適した環境を持つ惑星を見つける方法はいくつも提案されていますが、そのほとんどが現状の技術では困難な方法です。バーミンガム大学の Amaury H. M. J. Triaud 氏などの研究チームは、地球のような環境の惑星を見つける新たな指標として、大気中の「二酸化炭素の少なさ」と「オゾンの検出」を提案しました。これらは惑星の表面に大量の液体の水、そして大気中に酸素が含まれていることを示す強力な証拠であり、「ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡」を駆使すれば観測可能であると Triaud 氏らは考えています。



【▲図：惑星の表面に液体の水があるかどうかは、一般的に恒星からの距離に依存します。しかし、実際に液体の水が存在することを証明するのは困難です（Credit: NASA & JPL-Caltech）】

■表面の水と大気中の酸素を見つけるのが難しい

地球以外の天体に独自の生命はいるのでしょうか？私たちは今のところ、生命誕生の実例は地球のみしか知らないため、科学者は主に地球と似たような環境を持つ惑星を見つけることに取り組んでいます（※1）。地球と似たような環境と言っても様々な指標がありますが、多くの科学者は「惑星の表面に大量の液体の水があること」および「酸素に富む大気を持つこと」という条件を満たす惑星を探索しています。液体の水と酸素は特に大型の生命にとって必須の物質です。

※1…深海や地中に微生物が見つかったことから、地球とかけ離れた環境の惑星でも、微生物ならば地球外生命がいるかもしれません。しかし微生物より大型な、そして究極的には知性を持つ生命が地球とかけ離れた環境にいるかどうかは、現時点では科学というよりもSFの範疇になってしまうため、地球と似た環境の惑星を探すことに比べてあまり真剣には検討されません。では、このような“第2の地球”とも言える環境を持つ惑星があるとしたら、現在の技術でそれを見つけることはできるのでしょうか？例えば、表面に存在する大量の水は湖や海として陸地の一部を覆います。水面は日光を反射しやすいため、惑星の自転にともなって瞬間的な反射光のフラッシュが発生するでしょう。このような光は土星の衛星「タイタン」では観測に成功していません（※2）が、地球から遠く離れた惑星からの反射光を観測するのは技術的に極めて困難です。同様に、大気中の豊富な酸素を観測するのも技術的に困難であることが分かっています。

※2…ただし、タイタンの表面に存在する液体は水ではなく、低温で液化したメタンです。

■二酸化炭素の少なさとオゾン検出が“第2の地球”のカギ

Triaud 氏らの研究チームは、地球によく似た惑星である金星や火星との違いを比較し、地球のような環境を持つ惑星について現在の技術でも観測可能な指標を探索しました。

Triaud 氏らがまず注目したのは大気中の二酸化炭素の少なさです。地球大気中の二酸化炭素は約 0.04%に過ぎませんが、金星や火星はその 9 割以上が二酸化炭素で構成されています。この違いは、地球で大量の二酸化炭素を吸収する活動があったことを示しています。地球で二酸化炭素を吸収するものと言えば植物が思い浮かぶかもしれませんが、二酸化炭素を最も吸収するのは海です。海は全世界の植物よりもはるかに多くの二酸化炭素を吸収します。また、プレートテクトニクスによって海水が地下深くまで引き込まれるため、二酸化炭素は岩石の形で閉じ込められます。これも死後の分解の過程で二酸化炭素を放出する植物とは異なる点です。

Triaud 氏らは、地球の歴史を通じて海水が吸収してきた二酸化炭素の総量は、地球の 90 倍もの圧力がある現在の金星の二酸化炭素の総量に匹敵すると推定しました。つまり、もしも二酸化炭素が極端に少ない惑星が見つかった場合、その表面に膨大な液体の水が存在するだけでなく、地下から物質や熱を供給するプレートテクトニクスが存在する可能性もあるのです。ウェブ望遠鏡はすでにいくつかの惑星の大気で二酸化炭素を見つけていますが、裏を返せば、二酸化炭素が見当たらない惑星も発見可能であることとなります。

これに加えて Triaud 氏らは、大気中にオゾンが検出されれば、惑星が地球に似た環境であることを示す別の証拠になると考えています。オゾンは酸素と紫外線の作用で生じる物質で、生命にとって有害な紫外線を遮断する能力があります。加えて、オゾン分子は酸素分子と比べて望遠鏡での観測によって発見しやすい特徴的なシグナルを示します。つまり、オゾンは酸素に富んだ大気の間接的な証拠となるでしょう。

■「ジェイムズ・ウェブ宇宙望遠鏡」で観測可能

Triaud 氏らは、二酸化炭素が少ない一方でオゾンを含む大気を持つ惑星は、実際に地球と似たような環境を持つ惑星であると考えています。特に両者が揃っている場合は、もしかすると光合成による二酸化炭素の吸収と酸素の放出があり、植物が存在することを示しているのかもしれません。このため、以下の 3 段階に分けた太陽系外惑星の観測スケジュールがあれば、ウェブ望遠鏡でもそのような惑星を発見することが可能であると考えています。

1. 約 10 回のトランジット（惑星が恒星の前を通過する現象）の観測。二酸化炭素はウェブ望遠鏡によって検出しやすいため、二酸化炭素が豊富な大気ならば、この観測回数で検出できます。
2. 二酸化炭素が少ない大気を持つ惑星を中心とした約 40 回のトランジットの観測。ないことの証明はあるこ

との証明よりも難しいため、より多くの観測データが必要となります。

3. オゾンの検出を目的とした約 100 回のトランジットの観測。検出しやすいとはいえ、オゾンの濃度ははるかに低いため、この程度の観測回数が必要となります。

加えて、研究チームは「TRAPPIST-1」の観測実績がこの検出方法のロードマップになると考えています。TRAPPIST-1 は地球から約 40 光年離れた惑星系であり、いくつかの惑星で二酸化炭素が検出されています。TRAPPIST-1 自体には地球と似た惑星はないかもしれませんが、他の惑星と観測データを比較するためのちょうどよい指標となるでしょう。Triaud 氏らは、パラダイムシフトとなるような何か大きな発見が数年以内にあるのではないかと期待しています。

Source

[Amaury H. M. J. Triaud, et al.](#) “Atmospheric carbon depletion as a tracer of water oceans and biomass on temperate terrestrial exoplanets” . (Nature Astronomy)

[Jennifer Chu.](#) “A carbon-lite atmosphere could be a sign of water and life on other terrestrial planets, MIT study finds” . (Massachusetts Institute of Technology) 文／彩恵りり

<https://forbesjapan.com/articles/detail/68551>

2024.01.17

「火と水」が地球外文明探査の重要な手がかりとなる 最新研究が示唆



[Jamie Carter | Contributor](#)



技術文明を発達させることが可能な惑星と不可能な惑星とを隔てる酸素濃度の閾値「酸素のボトルネック」の概念イラスト (University of Rochester illustration / Michael Osadciw)

地球外文明の探索では、酸素を探ることが極めて重要になる可能性があるが、その理由はこれまで考えられていたほど単純ではないとする最新の研究論文が発表された。さらに、もう 1 つの最新論文では、惑星の大気中に二酸化炭素がほとんど含まれないのは、惑星の表面に液体の水が（そしておそらく生命も）存在する兆候かもしれないことが示唆されている。

酸素探し

地球は大気に酸素が含まれていることで、好気呼吸する複雑な生命の生存に適した環境になっている。また、燃焼に不可欠な酸素は、地球での技術文明の発達を示す証拠でもある。

米航空宇宙局 (NASA) から資金提供を受けた今回の研究では、大気中の酸素と、遠方の惑星で地球外技術文明を見つけることの関連性について説明、酸素濃度の高い太陽系外惑星の探索を最優先することが、潜在的な「テクノシグネチャー (技術文明の存在指標)」を見つけるための重要な糸口になるかもしれないと示唆している。研究成果をまとめた論文は専門誌 Nature Astronomy に掲載された。

酸素、火と「テクノシグネチャー」

系外惑星はこれまでに 5200 個以上見つかっており、現在は NASA のジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡 (JWST) を用いた系外惑星の大気の研究が行われている。テクノシグネチャーは、過去または現在のテクノロジー (工学技術) の科学的証拠で、太陽系以外の恒星系における生命の存在を示すものだ。

バイオシグネチャー (生命存在指標) として知られる、惑星の大気中に含まれる微生物の直接的証拠よりも、遠方の惑星のテクノシグネチャーのほうが見つけやすい可能性があるとする説がある。テクノシグネチャーの例としては、電波信号、人工照明、太陽電池パネル、惑星の周囲の人工衛星群、何らかの巨大構造物、大気中の産業汚染などが挙げられる。

原動力

論文を発表した研究チームは、火が産業社会を後押しする原動力になるとしている。地球で科学技術が発達したのは、大気中での燃焼（火）が起こるからだ。火は、燃料と酸化剤、通常は酸素を必要とする。火のおかげで調理、建造物のための金属の鍛造、住宅資材の製作、燃料の燃焼によるエネルギーの利用などが可能になっている。研究チームは、大気中の酸素濃度が18%以上にならなければ、火を自在に利用できないことを明らかにした。これは、生物学的に複雑な生命を維持するのに必要な濃度よりもはるかに高い。[NASA](#)によると、地球の大気は約78%の窒素と21%の酸素で構成される。

[次ページ >大気中で火を利用できなければ高度な科学技術は発達しない](#)

論文の共同執筆者で、書籍『Little Book of Aliens』の著者であり、米ロチェスター大学のHelen F. and Fred H. Gowen教授（物理学・天文学）を務めるアダム・フランクは「酸素が存在しない惑星において、生物の誕生は可能かもしれないし知的生物の誕生も可能かもしれない」と指摘する。「だがすぐに利用できる火の発生源がなければ、より高度な科学技術は決して発達しない。なぜなら（科学技術には）燃料と溶解が必要だからだ」

炭素の探索

Nature Astronomyに[掲載](#)された別の論文では、岩石惑星の大気に含まれる二酸化炭素の存在量が（同じ恒星系の他の惑星と比較して）少ないのは、その惑星の表面に液体の水が存在することを示している可能性があるとの主張が展開されている。金星や火星に比べて地球の二酸化炭素濃度が低いのは、海洋を含む水循環に起因する。論文によると、同様の傾向が見られる系外惑星には、海と生命が存在するかもしれない。論文共同執筆者のフリーダー・クラインは「地球では大気中の二酸化炭素の大半が、地質学的規模の時間スケールで、海水中や岩石中に隔離されている。このことが数十億年にわたり、気候と生命存在可能性を調整する助けになっている」と説明している。

特徴的な指標

重要な点は、この二酸化炭素の特徴的な指標が他の多くの生命存在指標とは異なり、NASAのJWSTによる赤外線観測で取得できることだと、研究チームは指摘している。二酸化炭素は赤外線を吸収しやすいため、系外惑星の大気中で容易に検出できる。JWSTは2022年7月、地球から約700光年の距離にある太陽に似た恒星を公転する高温の巨大ガス惑星「[WASP-39b](#)」の大気に含まれる二酸化炭素を検出した。酸素や二酸化炭素などのバイオシグネチャーは、系外惑星の大気を通過する光を分析する分光法を用いて、惑星の大気中で検出することが可能だ。米マサチューセッツ工科大学（MIT）の助教（惑星科学）を務めるジュリアン・デ・ウィットは、プレスリリースで「太陽系外惑星科学の至上目標は、生命居住可能な惑星を探索し、生命の存在を確認することだ。だが、これまで議論されてきた特徴は、最新の天文台の観測能力が及ばないものばかりだった」と述べている。「今回、系外惑星の表面に液体の水があるかどうかを調査する手段を手に入れた。そしてこれは、今後数年以内にとりかかることができる」（[forbes.com 原文](#)） 翻訳＝河原稔

https://news.biglobe.ne.jp/it/0116/zks_240116_6737369669.html

生命が宇宙からもたらされた確率は10万分の1? 米国の研究

2024年1月16日（火）9時27分 [財経新聞](#)



オウムアムアのイメージ画像。(c) European Southern Observatory, M. Kornmesser [写真を拡大](#)

星間天体は太陽系外から太陽系に飛来する天体で2017年に発見されたオウムアムアがその第一号だ。それからわずか2年後に2つ目の星間天体であるボリソフ彗星が発見されたことで、星間天体の存在はありふれたものになった。この星間天体の一部が何らかの原因で地球に降り注ぎ、それがきっかけで地球に生命の起源となる物質がもたらされたとしても不思議ではない。現に2014年には星間天体と思しき隕石(CNEOS2014-01-08)が太平洋に衝突したことも判明している。

【こちらも】[太陽系外由来天体「オウムアムア」の誕生メカニズム 米中での研究](#)

星間天体の発見以降、地球生命の起源が宇宙からもたらされたという仮説(パンスペルミア説)の妥当性を検証する機運が高まり、つい最近その確率を具体的な数字で示した研究論文が科学論文サーバーarxivで公開された。この論文はアメリカ天文学協会(AAS)によって出版に向けて査読の段階にあり、正式に出版が認められたものではないが、その内容は非常に興味深い示唆に富んでいる。この研究はアメリカのトーマスジェファソン科学技術高等学校、ジョージメイソン大学の科学者らによるもので、地球誕生から約8億年間に地球環境に影響を与えた星間天体(隕石のような小さなものも含む。)の総数を概算し、宇宙から生命の起源となる物質がもたらされた確率が10万分の1であることを示した。単純計算で言えば、もしも地球が10万個あったとしたらそのうちの1個で誕生した生命の起源は宇宙からのものであったということになるが、この数字の裏には銀河系に約40億個のハビタブルゾーンにある惑星が存在し、生命が存在する惑星が1万個もあるという事実が隠れているのだ。パンスペルミア仮説が正しいとする確率がたとえ10万分の1だとしても、ゼロではないことに大きな意味がありそうだ。パンスペルミア仮説で最も広く受け入れられている考え方は宇宙はRNAであふれているというものだ。RNAが宇宙から地球に飛来し、やがてそれがDNAに変化し、生命誕生へと繋がったとの考えである。パンスペルミア仮説が正しいとしても生命が誕生し、進化できる星の数は宇宙の星の総数に比べれば極めて少ないという事実が変わりはない。

<https://news.mynavi.jp/article/20240117-starsphere/>

ソニーの人工衛星「EYE」で地球を撮った！ 無料の宇宙撮影サービス体験レポート

掲載日 2024/01/17 13:08 著者：山本敦

ソニーの「STAR SPHERE (スター・スフィア)」は、同社の先端テクノロジーを生かして、多くの人々が宇宙をより身近に感じられる新しいエンターテインメントをつくるプロジェクトです。



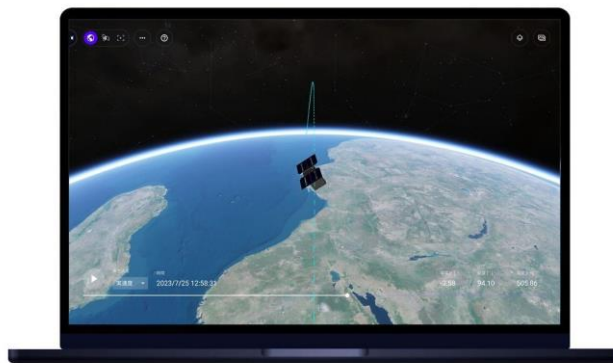
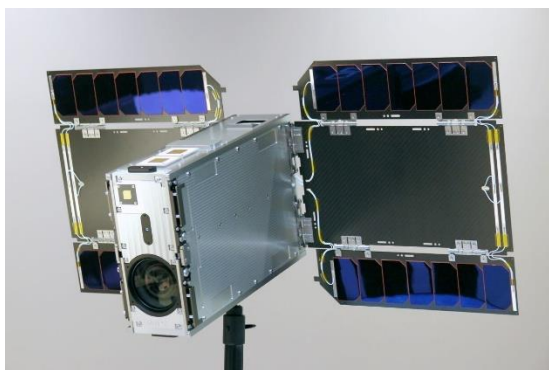
人工衛星を使ったソニーの宇宙プロジェクト「STAR SPHERE」に、一般のファンが参加できる機会がやってきました！2024年1月からいよいよ、宇宙から見た地球の写真を撮影できる体験型サービスが始まります。2023年1月に打ち上げた人工衛星「EYE (アイ)」が搭載するカメラを地上から操作し、地球の写真を撮るサービスです。今回、ソニーがメディア向けに開催した宇宙撮影の先行体験に参加しました。

衛星の打ち上げから1年。ついに始まる宇宙撮影体験

STAR SPHEREのプロジェクトは、ソニー、東京大学、JAXA(宇宙航空研究開発機構)の3者連携によって、2020年春にソニーの新規事業として誕生しました。

人工衛星のEYEには、ソニーのデジタルカメラ「α」シリーズなどで培った技術を投入したカメラユニットが載っています。EYEは「宇宙の視点」から、4K動画や高精細な写真が撮れる人工衛星です。STAR SPHEREプロジェクトでは、一般の方々に向けて宇宙視点のカメラを開放する準備を進めてきました。

プロジェクトのことや、人工衛星のEYEが搭載するソニーの技術を詳しく解説した別記事『[宇宙を撮れるみんなのカメラ！ソニーが開発中の人工衛星を見てきた](#)』も合わせてご覧ください。



ソニーが東京大学および JAXA と一緒に開発した人工衛星「EYE」

Web アプリ化されたソニー独自の「EYE コネクト」のイメージ。EYE のカメラがとらえた宇宙や地球の景色を、リアルタイムで表示するわけではありません

衛星の打ち上げと EYE が搭載するカメラによる動画・静止画の撮影は、2023 年 1 月に無事成功しました。ところがその後、衛星の姿勢を制御する機構の一部に故障が発生。宇宙に打ち上げた衛星は基本的に修理できません。そこでソニーは EYE によるサービスの仕様を見直し、当初予定していた「参加者が EYE の向きを自由に換えながら宇宙や地球を撮れる有料サービス」を取りやめることを決めました。STAR SPHERE のプロジェクトのチームは、その後もあきらめずに知恵を絞り、現在の EYE が使える姿勢制御の範囲内で参加者に宇宙視点の撮影を楽しんでもらえる方法を探しました。同時に、EYE との通信やデータ送受信を行う地上局設備を整えたことが奏功。待望の「宇宙撮影体験」、2024 年 1 月から一般募集が始まります。

参加できる期間・人数に制限あり。応募方法は？

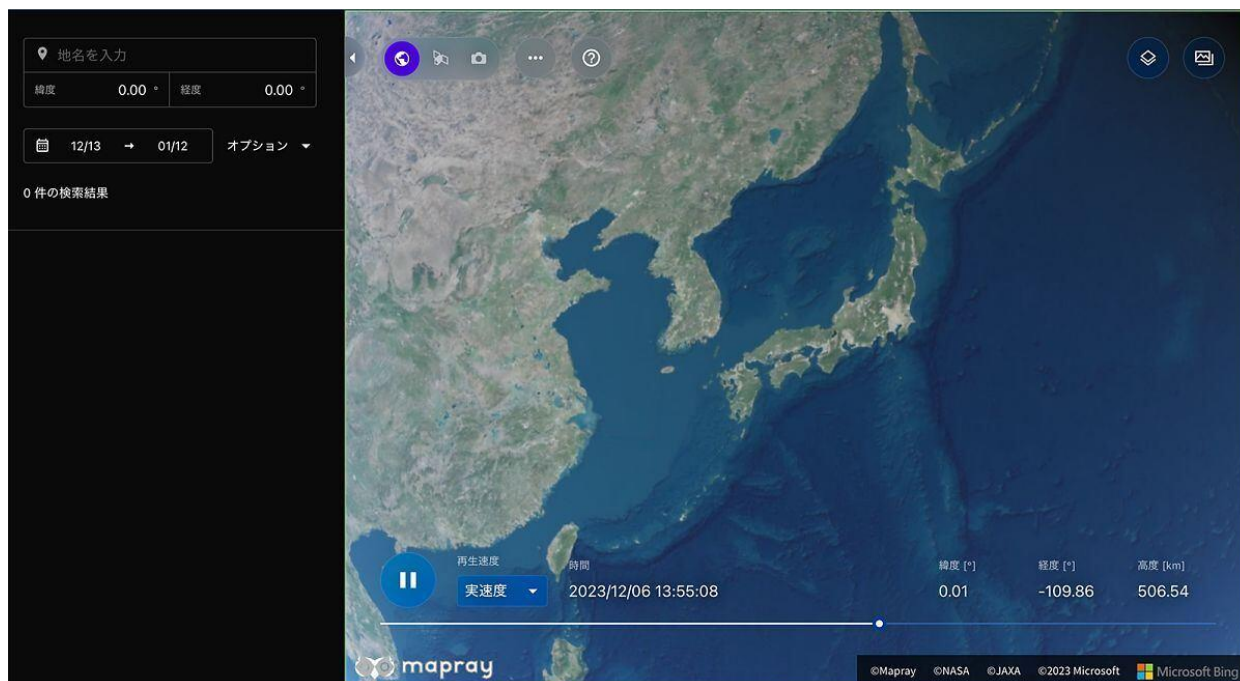
STAR SPHERE の宇宙撮影体験では、参加者が自分のパソコンで Web ブラウザを立ち上げて、ソニーが開発した「EYE コネクト」と呼ばれる Web アプリケーションから EYE を遠隔操作。その中で高精細な静止画像が撮れます。EYE コネクトでは、宇宙視点のプレビューを画面中心に配置して、マップの位置やカメラの向きを自由に換えながら撮りたい景色を探せます。ソニーがデザインしたシンプルなユーザーインターフェースが特徴です。特別なコントローラーを用意したり、複雑な操作を覚えたりする必要はなく、マウスとキーボードを使って衛星（EYE）を直感的に操作できます。今回、提供が始まる宇宙撮影体験への参加は無料ですが、STAR SPHERE 公式サイトから無料のクルー（アカウント）登録が必要です。まずは 2024 年 1 月からテストを兼ねたプレ体験を予定。こちらは 2023 年 12 月までに STAR SPHERE のクルー登録を済ませていたユーザーから 10 組を選びます。2024 年 2 月中旬からは、正式な宇宙撮影体験の一般募集をスタート。クルー登録者に限らず、STAR SPHERE の公式 X（エックス）や、ソニーグループが運営するほかの SNS などでも募集告知を行う予定です。撮影体験の実施は 3 月中を見込んでいます。第 1 回の募集は 30 組。「1 組」の人数制限はありませんが、実際に EYE コネクトを操作したり、写真撮影のリクエストを送ったりできるのは代表の 1 名に限られます。参加募集は期間限定ですが、ソニーは 2024 年内の追加募集も検討しているそうです。合わせて、多くの参加者を代表するインフルエンサーが宇宙撮影を体験し、SNSなどでシェアする企画も進行中です。

サポートも充実！ 2 種類の体験ツアーを用意

筆者は今回、実際の体験会でナビゲーターを担当する「コスモさん」（正体はソニーの“中の人”）から指南を受けながら、宇宙から見た地球の写真を撮りました。

ソニーが一般向けに提供する体験会ツアーは 2 種類あります。「スペースフォトグラファー養成講座」では、コスモさんに要所をサポートしてもらいながら、参加者が自身で EYE を操作して「こだわりの 1 枚」を撮ります。もうひとつの「地球の見どころガイドツアー」は、コスモさんがナビゲートする地球の美しいフォトスポットや、SDGs に関連する地球の大切な場所などを、EYE コネクト上でめぐります。EYE コネクトの操作はコスモさんにお任せしても OK。最後に、参加者が気に入った場所の写真が撮ってもらえます。宇宙撮影体験会は

約 1 時間のオンラインイベントです。その中で宇宙や地球、人工衛星に関する基礎知識を学び、コスモさんとオンラインで対話しながら EYE による宇宙目線の写真撮影や地球観察をたっぷりと楽しみました。

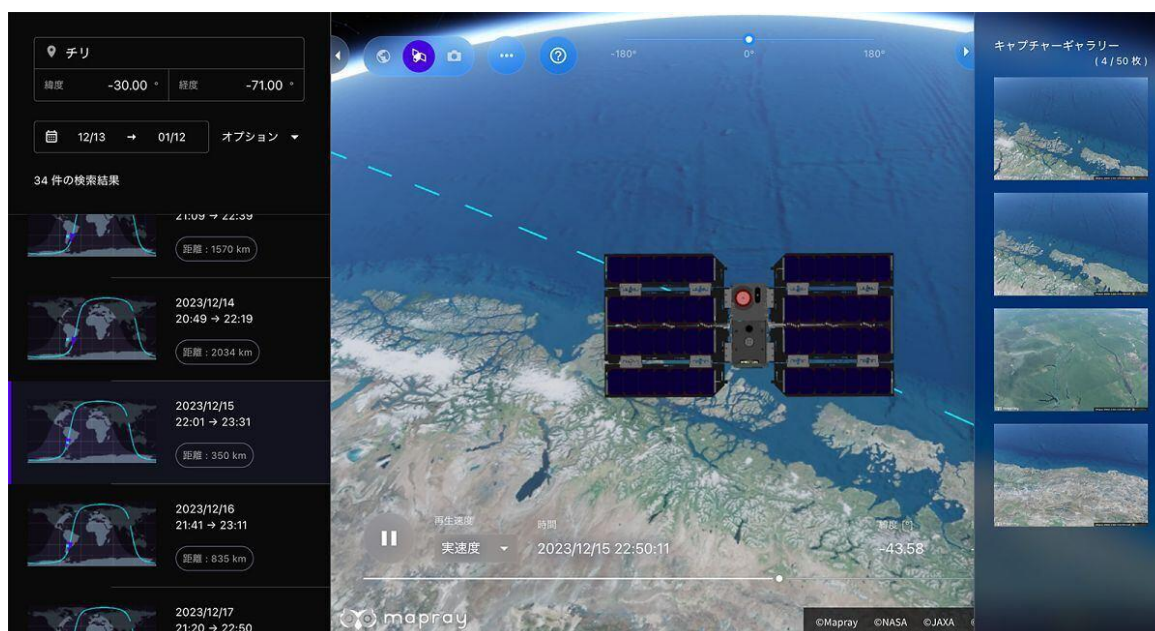


宇宙から見た日本の全景。EYE コネクトの操作はとても楽しく直感的。ぜひ「スペースフォトグラファー養成講座」への参加をおすすめします

EYE による宇宙写真撮影の流れ

人工衛星の EYE は、地球の大気圏を越えた上空 500~600km の高度を周回する低軌道衛星 (LEO : Low Earth Orbit) です。地球の周りをおよそ 90 分~120 分で 1 周するスピード (秒速約 8km) で、1 日に 15 回~16 回、地球の周りを回っています。そのうち日本の上空を通過するのは 1 日に数回。EYE は本体の姿勢を安定させるため約 6 分に 1 度回転しているため、シャッターチャンスは限られています。EYE による宇宙撮影体験ツアーの参加者を限定せざるを得ない、大きな理由のひとつがここにあります。

EYE が地上局の上空を通過する約 10 分間には、地上から衛星を操作しながらリアルタイムで写真を撮れます。今回の宇宙体験会では、ほかの時間帯にも参加者が自由に撮りたい写真を選べるように、場所と時刻といった条件を EYE コネクトに入力してタイマー予約撮影が行えるようにしました。



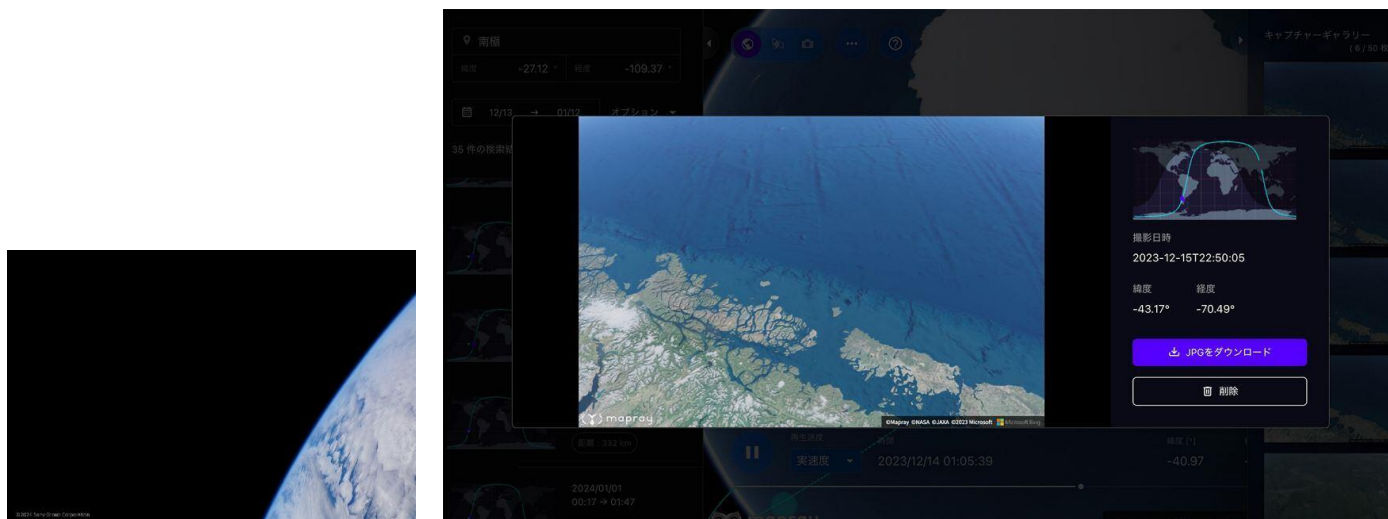
EYE コネクトでは、EYE の軌道（場所と時刻）から撮れそうな写真の候補をリストアップ。ユーザーが選んだ1枚を撮るリクエストを設定すると、EYE に対して撮影の指令が送られます

体験会の当日に EYE コネクトのプレビューから見る画面は、後日、EYE（のカメラ）が宇宙から見る景色を予測したイメージです。地球儀状のマップで場所を選んだり、「サハラ砂漠」「グランドキャニオン」といったキーワード検索機能で撮影する場所を探したりできます。

場所と時刻などを決めたら、EYE コネクトに表示されるカメラのシャッターアイコンをタップすると、写真撮影のタイマー設定（＝撮影リクエストの投入）は完了。撮影予約情報は、ソニーのシステムオペレーターによるチェックを経て EYE に転送されます。今回、筆者はコスモさんの説明を受けながら体験会の間に撮影リクエストを投入しました。実際には、体験会の終了後にユーザーのマイページ上から EYE コネクトを操作して、リクエストしたい画像を選ぶこともできるようになります。EYE はリクエストの日時周辺で前後2枚ずつ、合計5枚のサムネイルを用意します。サムネイルは STAR SPHERE クルーである参加者の「マイページ」に届きます。その中からキレイに撮れている写真データの1枚を選ぶと、後日、参加者はマイページから画像データをダウンロードできるという流れです。

これが EYE で撮った宇宙の写真だ！

筆者は今回「ぜひ富士山を撮ろう」と意気込んで参加したのですが、EYE コネクトのプレビューで確認すると、富士山が「とても小さな白いドット」くらいにしか写せないことを知り、愕然。宇宙スケールで見ると、そんなサイズ感なのです。そこで被写体を急遽変更。南米チリのユニークな形をした海岸線の景色です。EYE が撮った写真を公開しましょう！



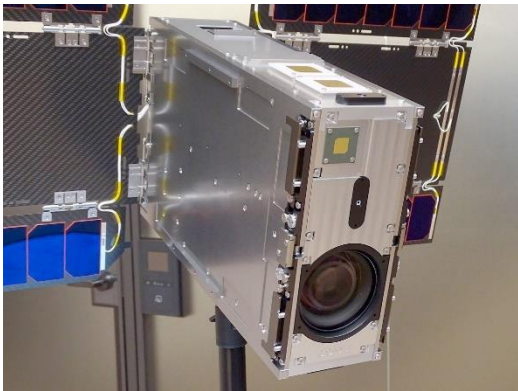
これが EYE で撮影した写真です！ こちらの EYE コネクトから撮影予約をしたイメージと、期待していたところ……。撮影を予約するとき EYE コネクトで見たイメージは、海岸線の起伏をダイナミックにとらえた写真だったのですが、想像とはだいぶ違う写真になったようです。

ソニーのスタッフに理由をうかがったところ、タイマーを設定した時刻がちょうど夏の厚い雲に覆われており、EYE の姿勢が「地球のフチ」方向へズレていたようです。ただ、この写真はまぎれもなく、筆者が指定した時刻に存在していた地球と宇宙空間のリアルな記録です。青く輝く地球のフチが、これはこれでとてもキレイで満足しています。スマホや PC の壁紙にして楽しみたいと思います。

講師のコスモさんいわく、映える宇宙の写真を記録するコツは、リアス式海岸、砂漠、グランドキャニオンのような広範囲にわたるダイナミックな景色を被写体を選ぶことだそうです。これから宇宙撮影体験に参加する皆さんも、EYE コネクトを操作しながら「ダイナミックな景色」を探す時間は十分にあると思いますが、あらかじめ Google Earth など撮りたい場所の目星を付けておくといいでしょう。

EYE が搭載するカメラには、ソニーが開発した約 1,200 万画素のフルサイズセンサーが採用されています。レンズのスペックは 35 ミリ判換算で 28~135 ミリ、約 5 倍のズーム対応、絞り値は F4 です。コスモさんが言う

には、「EYE のカメラは、宇宙旅行が実現する将来に、一般の方々がふだん使っている標準ズームレンズのカメラを宇宙に持ち出して地球を撮る楽しみ方を想定している」とのこと。上空 500km~600km の距離から「私の家」を見つけて撮るような超望遠ズーム的なことはできません。



EYE が搭載するソニーの先進技術を搭載したカメラ

EYE は宇宙空間を飛びながら姿勢を安定させるため、翼状の太陽電池パドルを太陽の方向にいつも向けています。カメラのレンズは多くのセルが並ぶソーラーパネルと反対側に向いています。「カメラの向き」は、時間帯や季節によって変わる太陽の位置に影響を受けることも知っておくとよいでしょう。例えば、日本が位置する北半球では、夏は太陽が高い位置にあるため EYE のカメラが真下を向きます。冬であれば太陽の位置が低いので、カメラが横を向いて地平線／水平線の景色が撮りやすくなります。

衛星の打ち上げ直後からトラブルに見舞われながら、これほどまでに内容の濃い宇宙撮影体験ツアーを企画した STAR SPHERE プロジェクトチームの胆力に感服しました。参加する価値は大いにアリなイベントとして太鼓判を押したいと思います。まずは [STAR SPHERE の公式サイト](#) でクルー登録を済ませるところから、ぜひ参加してみてください。



著者：山本敦 やまもとあつし

<https://forbesjapan.com/articles/detail/68412>

2024.01.16

NASA 探査車が撮影した「火星の 1 日間」動画



[Amanda Kooser | Contributor](#)

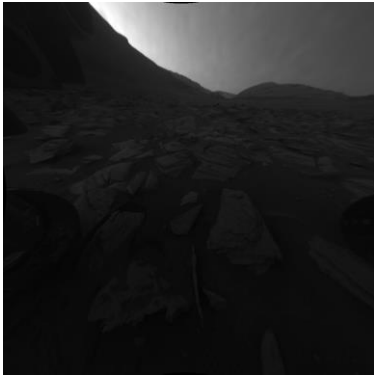


NASA の火星探査車キュリオシティが撮影したセルフィー画像 (NASA/JPL-

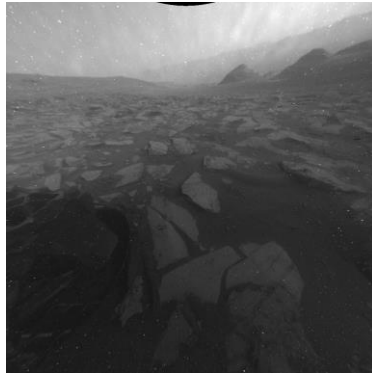
CALTECH/MSSS) [全ての画像を見る](#)

火星マニアたちは、いつか宇宙飛行士がその赤い惑星に着陸し、しばらく滞在する日を夢見ている。それまでの間、人類によるロボットの使者が火星を見る私たちの目となる。火星へ実際に訪れることは（まだ）できないが、そこで 1 日がどのようなものになるかは、NASA の火星探査車キュリオシティの撮影した驚くべき [動画](#) で知ることができる。NASA は、昨年末に火星の夜明けから日没までの動画を公開した。撮影は 11 月 8 日に、キュリオシティが太陽結合 (solar conjunction) のために停車していたときとなる。太陽結合では、太陽が地球と火星の間にくることにより地球との通信が著しく困難になる。NASA のチームは、通信障害を回避しよ

うと無線通信を中断するため、その間は火星にある機器にとって静かな時間となる。太陽結合に先立ってチームは、危険回避カメラを使って12時間、写真撮影をするようキュリオシティに命令を送った。その目的は、ちりを巻き上げる旋風（ダストデビル）や雲の活動を捉えることだ。それらの気象現象は実際には起きなかったが、探査車は火星のよく晴れた1日をフルで記録することができた。キュリオシティにとって初めてのこととなる。NASAは2本の動画を公開している。1つは前面の危険回避カメラ、もう1つは後方の危険回避カメラの映像だ。モノクロ映像は忘れがたい地形と探査車の影が火星表面を日時計のように動いていく様子を映し出している。キュリオシティは、ゲール・クレーターのある大きな山、シャープ山の山腹を探索している。



NASA/JPL-CaltechAS



NASA/JPL-Caltech

前面の危険回避カメラの動画では、画面に白い点が散乱する瞬間がある。これはカメラの露光時間によるものだ。「昼間、前面の危険回避カメラの自動露光アルゴリズムは、露光時間を約1/3秒に設定します」とNASAが声明で説明した。「日が暮れると、露光時間は1分以上になり『ホットピクセル』と呼ばれる典型的なセンサーノイズが発生し、画像を白い雪が横切るように見えます」後方の危険回避カメラの映像には、もっと非現実的な場面がある。小さな黒い物体が、左側に現れてすぐに消える。UFOではない。宇宙線がカメラセンサーに衝突した結果作られた人工物だ。「同様に、動画の最後に見られる明るい閃光やその他のノイズは、探査車の電力系統の熱が危険回避カメラ画像センサーに影響を与えた結果です」とNASAは説明する。

NASAは斑点がちりばめられた画像についても説明した。それは、火星のちりが10年以上にわたってレンズに与えたものだ。キュリオシティは2012年、ゲールクレーターが過去に微生物の生命を育むことができたかどうかを調べるために火星にやってきた。この長寿命の探査車は、火星の表面を移動し続け、太古の湖や有機分子の証拠を含む貴重な科学データを地球に送ってきた。

キュリオシティの目的は単なるデータ収集にとどまらない。それは将来、人間が定住することを考えている世界への窓だ。あなたが探査車に乗って火星の表面に立ち、影が地形を横切るのを見ているところを想像してほしい。そこには木もなく、鳥も飛ばず、空を埋め尽くすふわふわした雲もない。あなたは火星への移住を考え直すかもしれないし、親しみがあると同時に奇妙なこの遠方の惑星に魅せられるかもしれない。

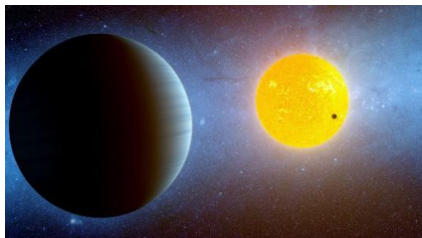
(forbes.com 原文) 翻訳=高橋信夫

<https://soraie.info/astromy/20240116-hd63433d.html>

太陽系外惑星「HD 63433 d」の暮れない昼は1200°C以上の灼熱の世界か

2024-01-16 [soraie 編集部](#)

フロリダ大学の Benjamin Capistrant さんを筆頭とする研究チームは、「ふたご座（双子座）」の方向約73光年先の恒星「HD 63433」を公転する3個目の太陽系外惑星を発見したことを報告しました。研究チームの成果をまとめた論文は The Astronomical Journal に掲載されています。



【▲ 2つの太陽系外惑星が見つかった「ケプラー10」星系のイメージ

図。今回発見された「HD 63433 d」は、「ケプラー10 b」（この図では恒星の手前を横切る影として描かれている）と同様に恒星のすぐ近くを公転しているとみられている（Credit: NASA/Ames/JPL-Caltech/T. Pyle）】
HD 63433 は太陽よりも少しだけ小さく（太陽と比較して質量は約 0.990 倍、直径は約 0.912 倍）、年齢は約 4 億 1400 万年とみられる若い恒星です。この星の周囲ではこれまでに直径が地球の 2 倍程度の系外惑星「HD 63433 b」と「HD 63433 c」が見つかっていました（地球と比較した直径は HD 63433 b が約 2.112 倍、HD 63433 c が約 2.521 倍）。今回研究チームが発見した惑星は「HD 63433 d」と呼ばれています。研究チームによると、HD 63433 d の直径は地球の約 1.073 倍……つまり地球とほぼ同じサイズで、主星の HD 63433 から約 0.0503 天文単位（※）離れた軌道を約 4.209 日周期で公転しています。また、主星のすぐ近くを公転していることから、HD 63433 d は主星の潮汐力によって公転と自転の周期が同期した「潮汐ロック（潮汐固定）」の状態になっていると考えられています。なお、研究チームはアメリカ航空宇宙局（NASA）の系外惑星探査衛星「TESS（テス）」の観測データから HD 63433 d を発見しました。

※…1 天文単位（au）は約 1 億 5000 万 km、太陽から地球までの平均距離に由来。0.0503 天文単位は約 755 万 km、太陽から水星までの平均距離の約 0.13 倍。

太陽系から 100 光年と離れていない地球サイズの系外惑星となれば、どうしても気になるのが生命の居住可能性です。しかし、主星までの距離からすでにピンときている人もいますが、潮汐ロックの下で暮れない昼が続く HD 63433 d の昼側は表面温度が約 1257°C にまで達すると推定されており、溶岩に覆われた半球になっている可能性もあるようです。とはいえ、地球とほぼ同じサイズ、形成されてから約 4 億年という若さ、そして太陽系からの近さという特徴を併せ持つ HD 63433 d は、研究者の注目を集める系外惑星となっています。研究チームは論文冒頭で「惑星の形成と進化に関する有力な理論を制約する上で、若い地球のような世界は重要な実験台です」と述べており、今後の観測で今回の研究成果が検証されるとともに、存在するかもしれない HD 63433 d の大気とその損失に関する情報がもたらされるかもしれないと期待が寄せられています。

Source [NASA](#) - Discovery Alert: Earth-sized Planet Has a 'Lava Hemisphere'

[Capistrant et al.](#) - TESS Hunt for Young and Maturing Exoplanets (THYME). XI. An Earth-sized Planet Orbiting a Nearby, Solar-like Host in the 400 Myr Ursa Major Moving Group (The Astronomical Journal) 文/sorae 編集部

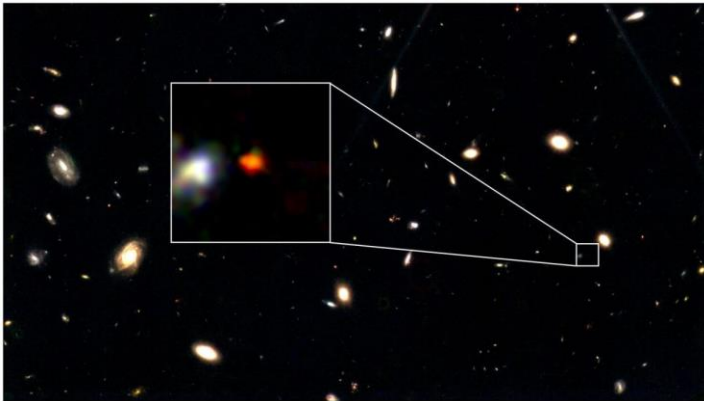
<https://sorae.info/astrometry/20240118-maisie-galaxy.html>

ウェブ望遠鏡で観測された最も遠い銀河候補の距離を確定 予想外の星形成も確認

2024-01-18 [彩恵りり](#)

誕生直後の宇宙に存在する銀河を見つけるのは簡単ではありません。単純に距離が遠いことに加えて、銀河までの正確な距離を測ることが難しいためです。非常に遠くにあるとされた銀河が、実際にはもっと近い距離にあったと判明した事例もあります。東京大学の播金優一氏などの研究チームは、「ジェイムズ・ウェブ宇宙望遠鏡」で観測した遠方銀河の候補の内、「メイジャー銀河（Maisie's Galaxy）」と「CEERS2_588」について、観測データの詳細な分析を行いました。その結果、この 2 つの銀河が真に遠い銀河であることを独立して証明し、初期の宇宙にはいくつかのモデルによる予測よりもずっと多くの銀河が存在することを明らかにしました。また、これらの銀河では星形成（恒星が新たに誕生すること）が予想以上に活発であることも判明しました。※…この記事における天体の距離は、光が進んだ宇宙空間が、宇宙の膨張によって引き延ばされたこと

を考慮した「共動距離」での値です。これに対し、光が進んだ時間を単純に掛け算したものは「光行距離（または光路距離）」と呼ばれます。また、2つの距離の表し方が存在することによる混乱や、距離計算に必要な数値にも様々な解釈が存在するため、論文内で遠方の天体の距離や存在した時代を表すには一般的に「赤方偏移（記号 z ）」が使用されます。



【▲図 1: 今回研究された銀河の 1 つである

CEERS2_588 の疑似カラー画像（Credit: NASA, ESA, CSA & Harikane et al.）】

■遠い銀河であることを証明するのは難しい

宇宙は今から約 138 億年前に誕生しましたが、最初期には恒星も銀河も存在しませんでした。では、銀河はいつ誕生したのでしょうか？この疑問に答えるには、実際に初期宇宙に存在する銀河を見つける必要があります。ただし、その作業は簡単ではありません。光の速度は有限なので、私たちは遠くの宇宙を観るほど、より初期に近い宇宙を観ることになります。しかし、遠くになればなるほど銀河の見た目の明るさは暗くなるため、見つけること自体が困難になります。仮に銀河を見つけたとしても、今度は距離を測定することが難しいという別の問題が出てきます。銀河から放出された光は、宇宙の膨張にともなう「赤方偏移」と呼ばれる現象によって、地球へ届くまでの間に波長が引き伸ばされています。宇宙の膨張速度はある程度知られているため、赤方偏移の度合いから銀河の距離を逆算で求めることができます。

赤方偏移の度合いを知るには、物質が特定の波長の光を吸収することで現れる影である「吸収スペクトル」の波長を知る必要があります。吸収スペクトルの値は本来固定されていますが、赤方偏移によって値がずれるため、吸収スペクトルは赤方偏移の度合いを知るための目印となる訳です。しかし、ただでさえ弱い光の中から吸収スペクトルを正しく読み取ることは極めて困難な作業です。これに加えて、赤方偏移によってズレた吸収スペクトルの波長が、たまたま別の物質による吸収スペクトルの値に近づくことで、赤方偏移の推定値が大幅に変わってしまうことがあります。例えば、ウェブ望遠鏡によって発見された「CEERS-93316」という銀河の赤方偏移は、当初 16.39 であると測定されていました。これは地球から 346 億光年離れた、今から 135 億 5000 万年前の宇宙に存在する銀河であることを示す値であり、測定結果が正しければ観測史上最も遠い天体の発見記録となるはずでした。

関連記事: [【重要更新】観測史上最も遠い天体「CEERS 93316」をジェームズ・ウェブ宇宙望遠鏡が観測！](#) (2022 年 8 月 18 日)

しかし後の分析によって赤方偏移の値は 4.912 へと大幅に下方修正され、地球からの距離は 258 億光年、時代は今から 125 億 9000 万年前に書き換えられました。このような大きな違いが生じたのは、赤方偏移が約 16 である場合のスペクトルと、赤方偏移が約 5 である場合のスペクトルが非常に類似しているという偶然が絡んでいました。

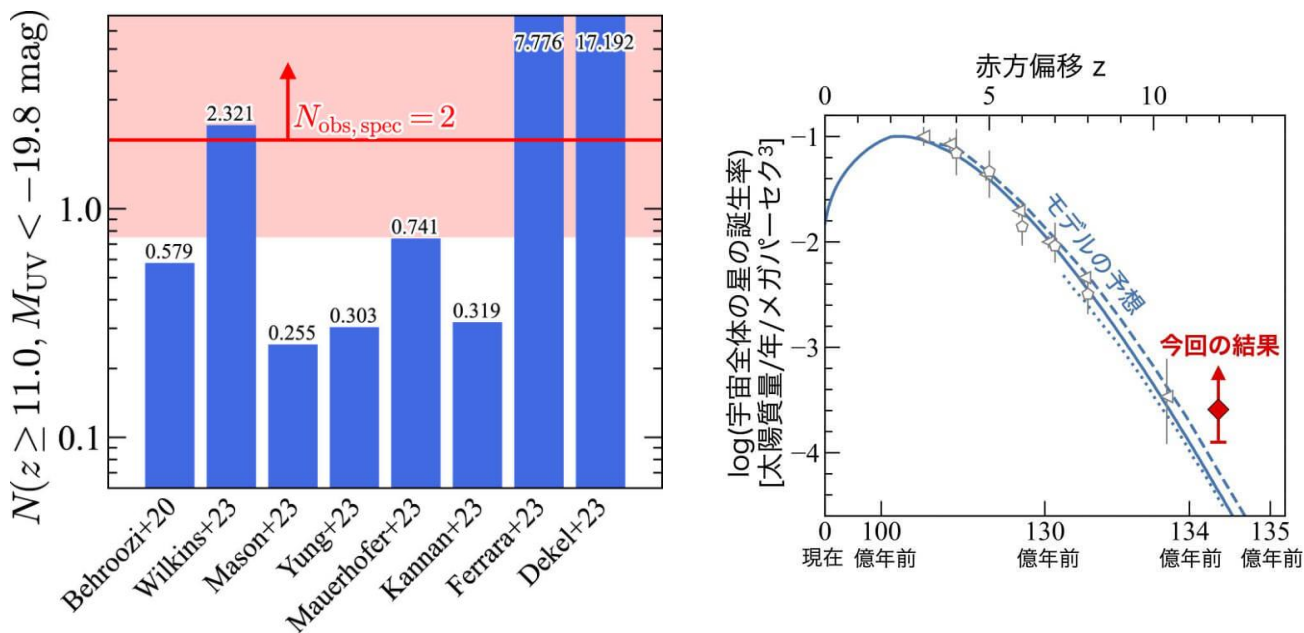
■遠い銀河候補の距離を独自に確認

播金氏らの研究チームは、ウェブ望遠鏡で発見・観測された、遠方にあると思われる 25 個の銀河について詳細な分析を行いました。今回の研究では特に「メイジャー銀河」と「CEERS2_588」という 2 つの銀河に着目した分析を行いました。この 2 つの銀河は、同じくウェブ望遠鏡によって発見された 3 つの銀河「JADES-

GS-z13-0」「JADES-GS-z12-0」「JADES-GS-z11-0」に次いで、4番目と5番目に遠い銀河の候補です。また、非常に遠方に存在すると思われる先述の CEERS-93316 についても研究チームは分析を行いました。これらの銀河は、それぞれ別の科学者による研究がありますが、播金氏らは独立して分析を行い、遠方にある銀河の性質について一定の制約を得ることを試みた形です。

関連記事: [「ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡」が観測史上最も遠い銀河の記録を更新](#) (2022年12月26日)

今回の分析の結果、メイジャー銀河と CEERS2_588 について、水素と酸素のスペクトルに基づき、非常に高い確度 (99.9999%) で赤方偏移の値の絞り込みに成功しました。これにより、赤方偏移の値はメイジャー銀河が 11.40、CEERS2_588 が 11.04 であると測定されました。この値から計算すると、メイジャー銀河は 324 億光年離れた位置にある 134 億年前の銀河、CEERS2_588 は 321 億光年離れた位置にある 133 億 8000 万年前の銀河であることとなります。つまり、どちらも宇宙誕生から 3~4 億年後に存在する銀河であることとなります。



【▲図2: 本文の条件を満たす銀河の観測数 (2 個) を、様々なモデルによる推定値 (青色) と比較したもの。一部のモデルは 2 個以上を推定するものの、ほとんどのモデルは 1 個以下という推定値を出しており、観測値と大幅にずれています (Credit: Harikane et al.)】

【▲図3: モデルで予測される星形成率 (青色) と、今回の研究で推定された星形成率 (赤色)。今回の研究で推定された星形成率は、モデルの推定値より 4 倍も大きな値となっています。これは過去の研究による推定値 (灰色) とは大幅に違います (Credit: Harikane et al.)】

メイジャー銀河と CEERS2_588 が真に遠い銀河であることが判明したことには大きな意義があります。この 2 つの銀河は「赤方偏移の値が 11 以上」「紫外線での等級がマイナス 19.8 以下」という性質を満たしているため、ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡の観測範囲でこれらの性質を満たす銀河が 2 個見つかったこととなります。しかし、これまでの天文学的成果に基づいた宇宙モデルで計算すると、この性質を持つ銀河は 1 個も見つからないと予測するモデルがほとんどです。ウェッブ望遠鏡の観測は始まったばかりであり、他にも同じ条件を満たす銀河が見つかる可能性があることを考えると、今までの宇宙モデルは大幅な修正が必要になりそうです。また、銀河の明るさから遠方の銀河の星形成のスピードについて推定したところ、その値は従来の推定の 4 倍と、ずっと速いことが明らかになりました。これほどかけ離れた活動をしている理由は今のところ不明です。もしも明るさの理由が恒星ではない場合、クエーサーのように銀河の中心部に存在する巨大ブラックホールの活動が理由かもしれません。ただし、恒星とブラックホールのどちらであっても、初期宇宙にこれほどの状況を作るといふモデルは確立されておらず、この点は謎に包まれています。

■ウェッブ望遠鏡の活躍は初期宇宙を書き換える

今回の研究を含め、ウェブ望遠鏡の観測結果による初期宇宙の研究では、過去の宇宙モデルとは一致しない結果が数多く発表されています。高性能なウェブ望遠鏡の観測結果は、初期宇宙の考えを大幅に変える可能性がありますと言えます。また、CEERS-93316についても独立した分析を行った結果、やはり CEERS-93316 は遠方にある銀河ではないことが確認されました。この分析結果のノウハウは、遠方の銀河の真の距離を測定する上で生かされることになるでしょう。

Source

[Yuichi Harikane, et al.](#) "Pure Spectroscopic Constraints on UV Luminosity Functions and Cosmic Star Formation History from 25 Galaxies at $z_{\text{spec}} = 8.61\text{--}13.20$ Confirmed with JWST/NIRSpec". (The Astrophysical Journal)

[東京大学宇宙線研究所 & 国立天文台科学研究部](#). "【プレスリリース】最遠方宇宙で見つかった理論予測を超える活発な星の誕生—宇宙の夜明けは予想以上に明るかった—". (東京大学宇宙線研究所) 文/彩恵りり

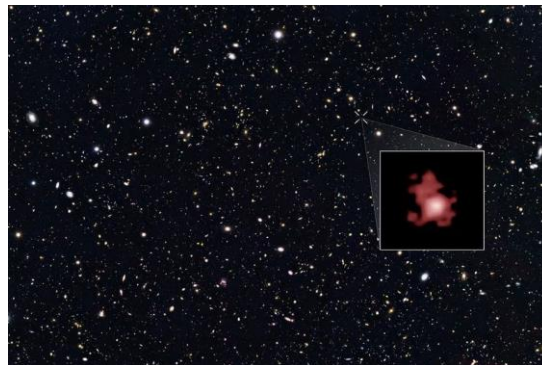
<https://forbesjapan.com/articles/detail/68646>

2024.01.19

観測史上「最古」のブラックホール、134 億年前の初期宇宙で発見



[Jamie Carter | Contributor](#)



Getty Images [全ての画像を見る](#)

中心部でブラックホールが検出された銀河「GN-z11」（拡大写真）。ハッブル宇宙望遠鏡が撮影（NASA, ESA, and P. Oesch/Yale University）

これまで検出された中で最も古いブラックホールを、ジェイムズ・ウェブ宇宙望遠鏡（JWST）による観測で発見したとする研究結果が発表された。天文学の新時代の到来を告げる発見だという。

このブラックホールは、2016年に発見された銀河「GN-z11」の中心部で検出された。GN-z11 は、天の川銀河（銀河系）から約 134 億光年の距離にあり、大きさは銀河系の約 100 分の 1 だ。これは、宇宙が誕生したと考えられているビッグバンからわずか 4 億年後に、このブラックホールが存在していることを意味する。だがこのブラックホールは、形成されてから 10 億年ほどたっているように見えることから、ブラックホールの形成速度に関する理論に問題があることが示唆される。

学術誌 Nature に 1 月 17 日付で[掲載](#)された論文の中で発表された今回の発見は、JWST の高い検出感度の賜物だ。JWST は赤外線で見えなかった深宇宙を観測し、はるか昔から宇宙を旅してきた太古の光を捉えることができる。

新時代

論文の筆頭執筆者で、英ケンブリッジ大学のキャベンディッシュ研究所とカブリ宇宙論研究所の教授を務めるロベルト・マイオリーノは、プレスリリースで「これは新時代の到来だ。特に赤外線における感度の飛躍的向上は（17 世紀イタリアの天文学者）ガリレオの望遠鏡から一夜にして最新鋭の望遠鏡にグレードアップしたようなものだ」と述べている。「ウェブが稼働する前は、ハッブル宇宙望遠鏡で観測可能な範囲を超えても、おそらく宇宙はそれほどおもしろくないだろうと考えていたが、そんなことはまったくなかった。宇宙のシヨ

一は盛りだくさんで、しかもまだ始まったばかりだ」。マイオリーノは今や、JWSTによってさらに古いブラックホールの発見が可能になると確信している。

巨大な重力

米航空宇宙局 (NASA) によると、ブラックホールは巨大な重力を持つ天体で、光でさえもその重力から逃れられない。そのため直接観測はできないが、ブラックホールの縁の近くに形成される高速回転する降着円盤内の高温ガスから放射される紫外線によって、その存在を捉えることができる。

宇宙の始まりに近い時代に相当する遠方で、今回のような比較的大型のブラックホールが発見されたことにより、ブラックホールがどのように成長するかに関する仮説に疑問が投げかけられている。銀河系のような銀河の中心に見られる超大質量ブラックホールは、数十億年かけて現在の大きさになったと、天文学者らは考えている。「これほど巨大なブラックホールが観測されるのが、宇宙の極めて初期だということは、別の方法で形成されたのかもしれないと考えざるを得ない」とマイオリーノは指摘した。今回の発見を報告した研究チームは、2つの可能性を挙げている。1つは、ブラックホールの誕生時の大きさが、従来考えられていたよりも大きい可能性。もう1つは、物質を飲み込むペースが、これまでの想定より5倍速い可能性だ。

2023年5月には、[銀河 GN-z11 に「超大質量星」の化学的痕跡](#)が存在することが明らかになった。超大質量星は、質量が太陽の約5000~1万倍、中心温度が太陽の5倍に達する巨大な恒星だ。

([forbes.com 原文](#)) 翻訳=河原稔

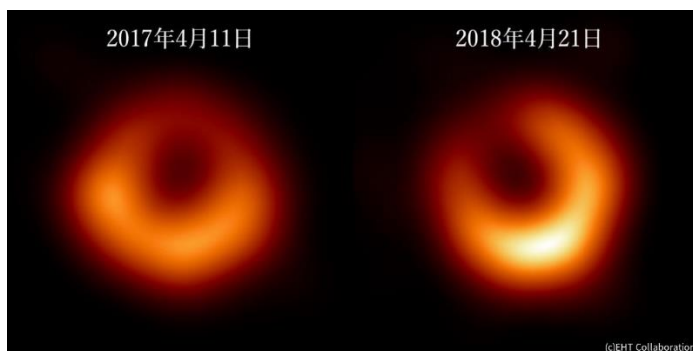
<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20240118-2865537/>

EHT コラボレーション、M87 ブラックホールの2回目の観測成果を発表

掲載日 2024/01/18 17:09 著者：波留久泉

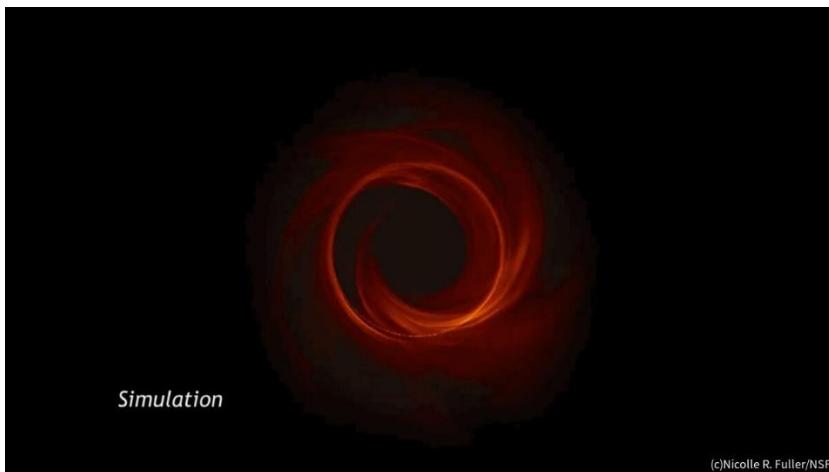
目次 [12度目の観測でもブラックホールシャドウを確認](#) [2 研究チームが語った今後の観測の展望とは](#)

新潟大学(新大)、大阪公立大学、工学院大学、国立天文台(NAOJ)、統計数理研究所、総合研究大学院大学、東京工業大学、東京大学(東大)、東北大学、八戸工業高等専門学校(八戸高専)の10者は1月16日、国際共同研究チームのイベント・ホライズン・テレスコープ(EHT)コラボレーションが2019年4月に観測成功を発表した、大型楕円銀河「M87」の中心の超大質量ブラックホール(SMBH)における「ブラックホールシャドウ」(以下、BH シャドウ)とその輪郭である「フォトンリング」(以下、リング)の観測に関連して、今回その観測が行われた2017年4月から1年後の2018年4月に改めて行った同天体の観測結果についての研究成果をオンライン会見において共同発表した。



(左)2017年4月11日に観測されたM87*の、世界初となるBHシャドウとリングの画像。(右)今回公開された、2018年4月21日に観測されたM87*のBHシャドウとリングの画像。明るさのコントラストが変わっており、また最も明るい領域と暗い領域の位置も異なることがわかる。これは、降着円盤の乱流状態を示しているとする。(c)EHT Collaboration(出所:プレス向け配付資料)

同成果は、新大 自然科学研究科/創生学部の小山翔子助教(台湾 中央研究院 天文物理研究所・客員研究員)、八戸高専 総合科学教育科の中村雅徳教授(同)、東大大学院 理学系研究科の小藤由太郎大学院生、NAOJ 水沢 VLBI 観測所の本間希樹所長/教授らが参加した EHT コラボレーションによるもの。オンライン会見には、小山助教ら上述の 4 名が参加した。詳細は、[欧州の天体物理学全般を扱う学術誌「Astronomy and Astrophysics」に掲載された。](#) ブラックホールは、「事象の地平面」を越えて内側に入ってしまうと光すら脱出できなくなるため、どれほど巨大な望遠鏡を用いたとしても、その本体そのものを直接観測することは不可能だ。ただし、落ち込んできた物質がプラズマガスとして、土星の環のように周囲を周回している降着円盤や、ブラックホールから吹き出すジェットなどの観測は物理的に可能となる。そしてこれらを観測することで、ブラックホールに関する重要なことがわかるという。たとえば、降着円盤が放つ電磁波のドップラー効果から回転速度を導き出すことができ、そこからそのブラックホールの重力がどれだけ強いのかといったことも算出することができる。またブラックホール近傍を撮影できれば、リングに囲まれてぽっかりと空いた黒い穴である BH シャドウが見える。その観測を行うことでブラックホールに関する研究がより進展することが期待され、その撮影を目指して結成されたのが、現在では世界の約 80 の機関の 300 名超の研究者が参加する国際共同研究チームの EHT コラボレーションである。



リングと BH シャドウのシミュレーション画像。グローバル VLBI でも観測分解能がまだ不足気味なので、このシミュレーション画像を観測時の分解能に合わせると(画像をぼやけさせると)、実際に観測された画像と非常に酷似したものになる。(c)Nicolle R. Fuller/NSF(出所:プレス向け配付資料(会見発表スライド P5 より抜粋))

降着円盤やジェットなどからは、可視光や X 線なども放たれていると考えられているが、見かけの大きさが非常に小さいため、現在の人類の技術では光学観測は不可能だ。唯一観測可能なのが、電波望遠鏡による「超長基線電波干渉法」(VLBI)を用いる観測である。VLBI は、離れた地点にある望遠鏡同士を連携させ、その両者間の距離を直径とする仮想的な巨大電波望遠鏡を構築できるという技術である。

しかし VLBI を使っても、観測可能なブラックホールは限られてくる。そのブラックホールまでの距離が地球に近いほど、そしてその質量が大きいくほど、BH シャドウの見かけのサイズは大きくなる。天の川銀河には 1 億個ほどの恒星質量ブラックホールが存在すると見積もられているが、それらは小さすぎるために観測することはできない。観測できる可能性があるのは、太陽の 100 万倍から 100 億倍というとても重い質量を有する SMBH だ。SMBH は、この宇宙の大半の銀河の中心に位置すると考えられており、天の川銀河の中心にも「いて座 A*(エースター)」が存在する。距離と質量の関係から、現在観測が可能な SMBH は、そのいて座 A* と、M87 銀河の中心に位置する太陽質量の約 65 億倍という特大の SMBH だけだという(以下、便宜的に「M87*」と呼称する)。いて座 A* は、太陽質量のおよそ 400 万倍の SMBH だ。SMBH としてはそれほど巨大ではないが、地球からの距離が約 2 万 4000~2 万 8000 光年(地球~銀河中心間の距離は研究によってばらつきがある)と最も近い SMBH であるため、見かけが大きくなる。BH シャドウのサイズは、およそ 50 μ 秒角で(1 μ 秒角は 1 度の 3600 分の 1 のさらに 100 万分の 1)、おおよそ月面に置いたソフトボールを地球から見た時の大きさ

だ。一方、世界初の BH シャドウが撮影された M87* は、天の川銀河も属するおとめ座銀河団の中心に位置する巨大楕円銀河の M87 の中心に位置し、太陽質量の約 65 億倍と宇宙最大クラスだ。その BH シャドウのサイズは 38 μ 秒角で、おおよそ月面に置いたテニスボールを地球から見た時の大きさとなる。

この 2 つは、SMBH としてはタイプが正反対だ。いて座 A* が SMBH としてはおとなしいのに対し、M87* は活発な活動銀河核に分類される。活動銀河核とは、SMBH が周囲の物質を大量に飲み込むことで、激しくエネルギーを解放していると考えられており、それによって非常に明るく輝いている銀河の中心核のことをいう(そうした活動的な銀河は活動銀河と呼ばれる)。EHT コラボレーションでは、タイプの異なる 2 種類の SMBH の BH シャドウを観測することで、そうした個性が生まれる理由などを探ろうとしているのである。

最初の M87* の撮影(2017 年 4 月 5 日、6 日、10 日、11 日の計 4 回)でのグローバル VLBI ネットワークには、世界の 7 台の電波望遠鏡が参加した。最も性能の高いアルマ望遠鏡(チリ・アタカマ砂漠/チャントール高原)を中核に、APEX(チリ・チャントール高原)、IRAM30m 望遠鏡(スペイン・ピコ・ペレタ)、ジェームズ・クラーク・マクスウェル望遠鏡(ハワイ・マウナケア)、アルフォンソ・セラノ大型ミリ波望遠鏡(メキシコ・シエラネグラ)、サブミリ波干渉計(ハワイ・マウナケア)、サブミリ波望遠鏡(米国・アリゾナ州)である(M87 は北天にあるため、観測は地理的に不可能だが、較正天体の観測に参加した南極点望遠鏡を含めると 8 台)。



2024 年 1 月現在の EHT コラボレーションのグローバル VLBI に参加している 11 台の望遠鏡。M87 銀河は北天にあるため、南極点望遠鏡は地理的に観測できないが、較正天体の観測で活躍している。(c)NRAO/AUI/NSF(出所:プレス向け配付資料)

この組み合わせで、最も離れているのがハワイとスペインの約 1 万 km となる。この時に達成された解像度は 20 μ 秒角で、人間の視力に換算すると 300 万となり、月面に置いたゴルフボールを地球から見分けられるほど。7 台の電波望遠鏡のうち、圧倒的に高性能なことから、中核となったのがアルマ望遠鏡だ。全 66 台の望遠鏡群で構成されており、フル観測を行うと直径 91m の電波望遠鏡と等しい集光面積を得られる(他の望遠鏡は直径 15~30m ほど)。そんなアルマ望遠鏡でも視力は 1 万 2000 であり、VLBI の威力がどれほどかがわかる。そして 2 回目となる今回は、撮影は 1 年後の 2018 年 4 月 21 日に行われた。上述の 7 台に加え、設立や運営において複数の日本人研究者も貢献している米国・ピトフィク宇宙軍基地のグリーンランド望遠鏡が 9 台目として参加。電波望遠鏡の空白地帯である北緯 76 度の北極圏にある同望遠鏡は、中核のアルマ望遠鏡までは約 9000km あり、これによって南北方向の距離が延長された。また、同望遠鏡の参加で観測地点の組み合わせは 10 から 15 となり、観測される周波数帯が 2 つから 4 つへと倍増。より高精度な観測が可能になったという(なお、今回公開された 2 回目に撮影された M87* は、あえて 1 回目の観測分解能(画質)に合わせてあるため、画

質は向上していない)。それに加え、1日の観測でも独立した4つのデータで結果を検証できるようになったとする。



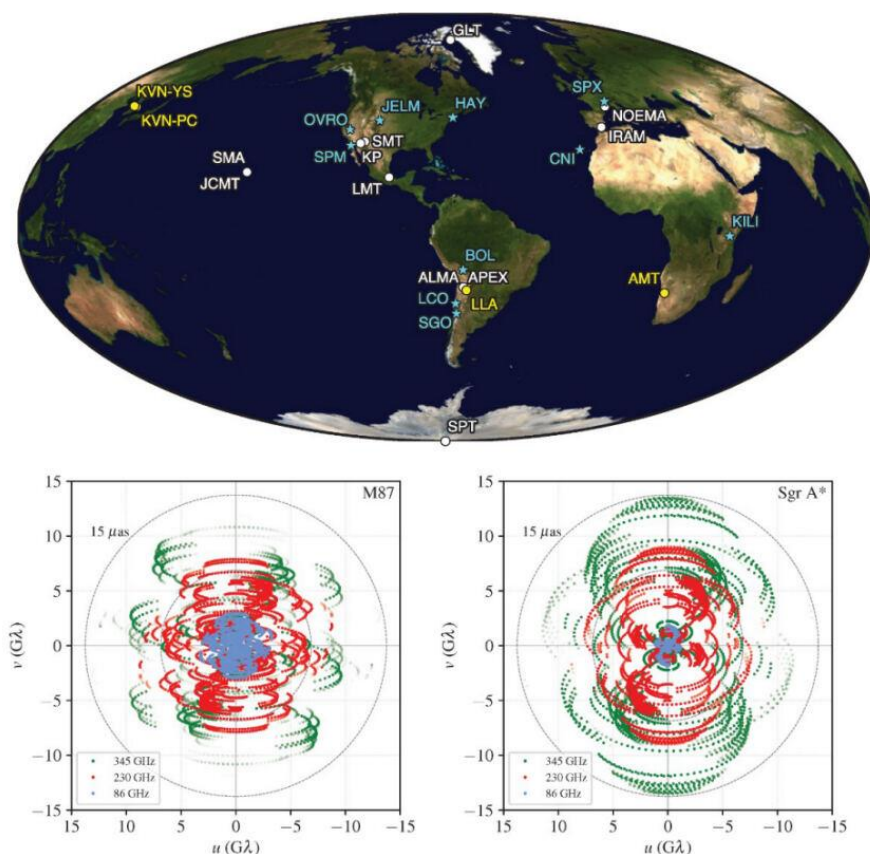
2018年に加わり、2回目のM87*観測の際に大きく貢献したグリーンランド望遠鏡。(c)Nimesh A Patel(出所: プレス向け配付資料)

そして今回もBHシャドウが確認され、それを取り巻くリングのサイズは、1回目の時は $42 \pm 3 \mu$ 秒角で、今回は 43.3 ± 1.5 または -3.1μ 秒角と、ほぼ同一であることが確認された。これにより、一般相対性理論が予言するブラックホールの存在のより強固な証となったとした(地球からブラックホールまでの距離と、ブラックホールの質量でリング(もしくはBHシャドウ)のサイズが決まるが、2回の観測ともサイズが一般相対性理論で導き出される通りだった)。

[次へ：研究チームが語った今後の観…](#)

物質を吸い込んでいるはずなのにリングの直径が変わらないのを不思議に思うかもしれないが、それはSMBHが大質量であること、とりわけM87*は巨大なため、地球時間で1年ほど物質を吸い込んだ程度では、質量が増えた内に入らないからだという。太陽質量の約65億倍のM87*であれば、とてつもない量の物質を今この瞬間にも飲み込み続けているようなイメージを持ってしまいが、それは誤りである。そもそもガスなどは真っ直ぐSMBHに落下するわけではない。降着円盤の一部となって、光の速さに近いほどの超高速で周回するようになるのだ。そのため、強烈な遠心力が働いてSMBHの強い重力とつり合ってしまう、なかなか落下しなくなってしまうのである(落下するには、その回転速度を減速させる必要がある)。さらに、落ちていった物質が重力エネルギーが熱エネルギーに変換され、X線などの強力な電磁波を放射するため、光の圧力が次に落ちようとしている物質の落下を押しとどめてしまうこともある。また重力が強いほど、時間がゆっくりと流れるのも影響する。事象の地平面に近づけば近づくほど重力が強くなるのと同時に、地球上(もしくはM87*の重力の影響を受けない十分に離れた場所)から観察した場合、事象の地平面に近づくにつれて時間がどんどんとゆっくりとなっていく(ように観察される)。M87*は活動銀河核なのでいて座A*よりは物質を多く飲み込んでいるのは間違いないはずだが、それでも一般的なイメージよりはかなり小食で、太陽程度の質量の物質を飲み込むのに1000年はかかるという。つまり、1年間で太陽質量の1/1000が増えた程度では、太陽質量の約65億倍のM87*にとっては増えたうちに入らず、地球からの観測でリングの直径が目に見えて変化することはないのである。その一方で、変化したものもある。それはリングの明るい領域と明るさのコントラストだ。1回目の時は、真下(6時方向)方向が広く明るかったが、今回はより明暗がはっきりとし、5時の方向がとてつもなく、逆に11時の方向がより暗い感じだ。この明るさのコントラストの変化は、降着円盤の物質の乱流状の振る舞い(密度のムラ)を示すものとする。M87*の自転軸は、手前の右斜め上から、奥の左斜め下へ向かっていると推測されている。そのため、降着円盤は画面に対して左に傾く形で縦に立っている状態だ。また円盤面が完全に見える真っ正面ではなく、どちらかという真横に近い斜め方向から見られていると考えられている。画面右側が奥側で下側の明るい部分が地球に向かってきており(ドップラー効果の青方偏移となる)、左側で画面上部へと向かっていき、11時の辺りで奥側へと向かう(ドップラー効果で赤方偏移となり、暗くなる)。こうしてブラックホール近傍の物質の振る舞いを視覚的に確認できたことは、同天体への物質降着に関する謎の解明につながると

している。そして今回の会見では、今後の展望も語られた。M87*はブラックホールと降着円盤とジェットからなる動的なシステムであることから、その理解の深化には多波長による動画撮影が必須だといい、今後は連続した撮影が試みられる模様だ。また EHT のグローバル VLBI ネットワークは、現在は 9 か所 11 台(2021 年に、米国・キットピーク 12m 望遠鏡、フランス・NOEMA 観測所が参加)だが、さらに 2024 年以降には韓国の新型望遠鏡なども参加する予定としている。VLBI の観測網の緻密さを視覚的に把握できる UV 図があるが、参加する望遠鏡が増えるほど隙間が埋まっていくので、さらに新しい電波望遠鏡を追加する次世代 EHT の概念検討も進められているとした。

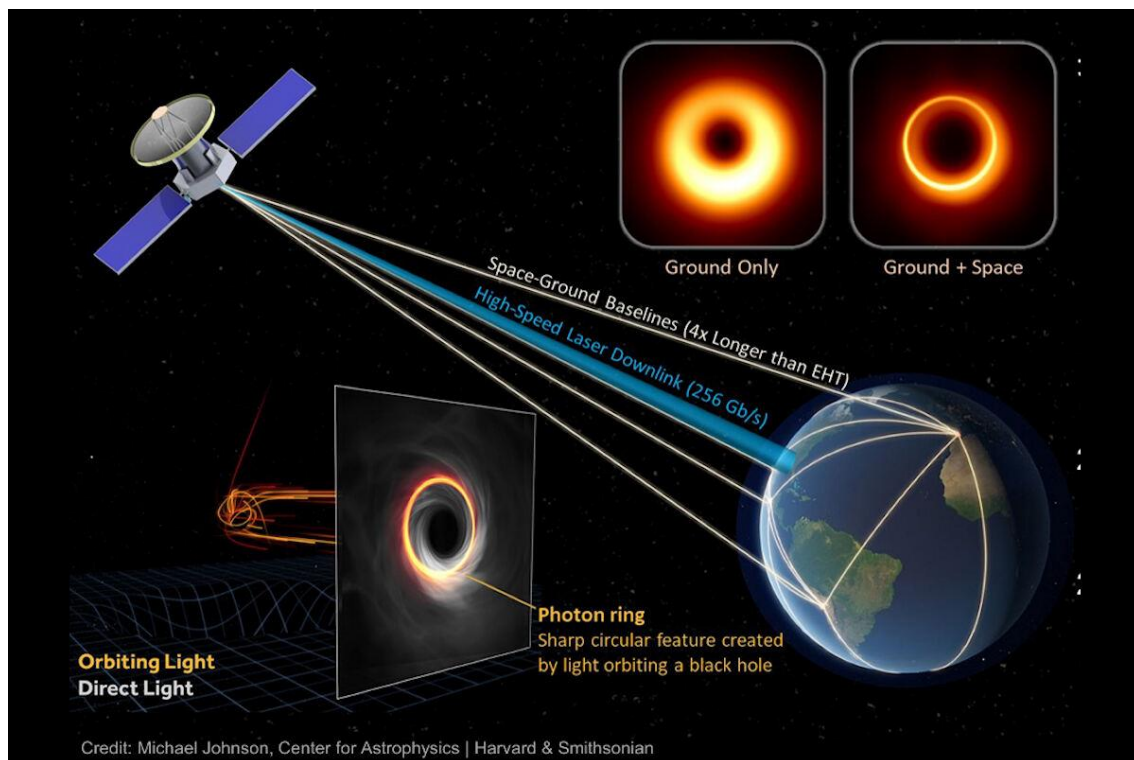


(上)今後の EHT コラボレーションに参加する可能性がある電波望遠鏡の所在地。2024 年以降に参加予定の韓国の電波望遠鏡は平昌などの 2 か所。そのほか、米国やチリを中心とした南米、さらに欧州の電波望遠鏡も参加が検討されている(参加が決定しているわけではない)。(下)次世代 EHT の UV 分布。参加電波望遠鏡が増えると、空白が少なくなり、それだけグローバル VLBI の観測能力が上がることを示す。(出所:プレス向け配付資料(会見発表スライド P22 より抜粋))

さらに、VLBI を宇宙へ展開する「ミリ波スペース VLBI 衛星計画」(通称:ブラックホールエクスプローラー (BHEX))も進められている。米国や日本などが参加して国際協力で行われ、VLBI を巨大化し、視力を向上させるというもので、リングの呼応解像度化と動画撮影が目的とされている。

ミリ波スペース VLBI 衛星計画「ブラックホールエクスプローラー」のイメージ。地上の VLBI ネットワークは"地球の直径以上には大きくできない"という制約を受けず、EHT の 4 倍以上が実現するという。現在のグローバル VLBI では、最長がハワイ～スペイン間の約 1 万 km なので、ブラックホールエクスプローラーは少なくとも直径 4 万 km 以上の超巨大仮想電波望遠鏡が構築されることになる。その結果、シミュレーション映像に近い、より観測分解能の高いリングと BH シャドウが観測できると予想されている。衛星からのダウンロードリンクは、256Gb/s の高速レーザー通信を搭載する計画だ。(出所:プレス向け配付資料(会見発表スライド P23 より抜粋)) なお、日本にも NAOJ が運用する「VERA」と呼ばれる VLBI ネットワークが存在しており、成果を上げている。韓国や中国の電波望遠鏡と連携した東アジア VLBI 観測網(EAVN)に参加しているが、現時点では EHT のグローバル VLBI ネットワークには参加していない。これは、ネットワーク内で最も性能が高いアルマ

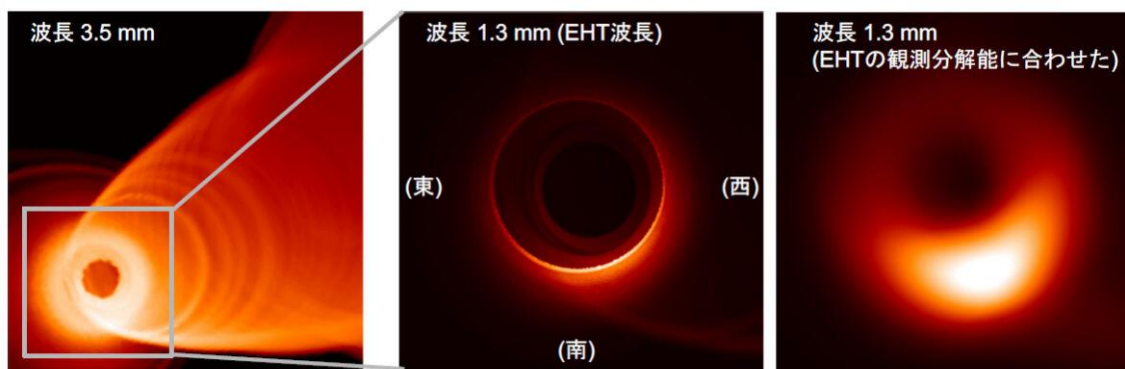
望遠鏡に対し、そのほぼ真反対に位置する日本の電波望遠鏡は M87 * を同時に観測できないため、地理的な理由だという。ちなみに、日本国内の電波望遠鏡に関しては、3.5mm 帯受信機設置を進められており、それによる EAVN とグローバル VLBI によるジェットの動画撮影を含めた観測計画が進められているとする。



なお補足として、1 回目の M87* の観測はサンプリング不足で、BH シャドウやリングの画像は「人工的に作られたもの」として、EHT コラボレーションの成果を否定する論文が日本人研究者によって発表されているが、こちらに対しては、2 回目の観測にも成功したことで、決着をつけられたとのこと。世界の天文学会的にも、EHT コラボレーションの成果は受け入れられており、ほかに否定するような論文や論調もないとしている。

理論シミュレーションの画像例 (EHT-Japan ページ掲載画像を改編)

© 一般相対論的放射輸送計算 (国立天文台アテルイII 使用): 川島朋尚, 一般相対論的磁気流体シミュレーション: 中村雅徳



ブラックホールの自転により、プラズマは時空と共に回転
→ドップラー効果で南西側が明るくなりやすい



(上)理論シミュレーションの画像例。左から波長 3.5mm、1.3mm(EHT 波長)、EHT の観測分解能に合わせた(画質をぼかした)波長 1.3mm。(下)推測されている M87* の自転軸の向きと、降着円盤の向きと回転方向。(出所: プレス向け配付資料(会見発表スライド補足資料))

<https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/news/24/011800036/>

太陽の約 100 億倍明るい宇宙の謎の青い閃光、正体に迫る新発見

急速に暗くなる大爆発「LFBOT」の後で前例のない点滅現象を観測 2024.01.19



宇宙のかなたで繰り返し発生している明るい閃光を描いた図。ブラックホールが円盤から物質を取り込み、強力なジェットを噴射している。(IMAGE COURTESY ROBERT L. HURT/CALTECH/IPAC)

[画像のクリックで拡大表示]

2022年9月、天文学者たちは口をポカンと開けて、米国カリフォルニア州南部の望遠鏡が捉えたまぶしい青の閃光（せんこう）を眺めていた。地球から44億光年離れた銀河で、太陽の約100億倍も明るい大爆発が起きたのだ。さまざまな望遠鏡をこのエリアに向けて爆発を観測したところ、この現象が「LFBOT（Luminous Fast Blue Optical Transient）」という爆発に似ていることに研究者たちは気付いた。3カ月後、研究者たちは再び夜空の同じ位置で、3分間の露光を5回繰り返した。その画像を確認してみると、ごく短時間のまぶしい光が再び発生していた。「私たちは画像を見つめ、これは現実なのだろうかと考えていました」と米コーネル大学の天文学者アナ・ホー氏は振り返る。「あれほど速い閃光もあれほど明るい閃光も見たことがありません。もちろん、別の現象の直後に見えたこともありません」

ホー氏らは2023年11月、この不思議な爆発現象の性質を巡る長年の論争に決着をつけるため、LFBOTに関する論文を学術誌「ネイチャー」に発表した。論文では、質量の大きな恒星の残骸が、大爆発の発生源ではないかと指摘している。具体的には、ブラックホールまたは中性子星だ。

LFBOTという現象は2018年に発見された。明るく輝いてから数週間かけて減衰する超新星爆発とは違い、LFBOTは数日で暗くなる。そして今回、最初の爆発から数カ月たっても、わずかに数十秒の明るい閃光を繰り返すという特異な振る舞いが初めて観測された。ある高速度の可視光カメラでは重要なデータが捉えられた。繰り返される閃光の強さを確認できるだけでなく、この前例がないほど短い時間尺度で起こる現象を詳しく知ることができるデータだ。「最初は人工衛星か何かの奇妙な画像だと思いました」とホー氏は話す。「ほかの望遠鏡を使い、自分たちが見たものを検証しようと思いました。すると数カ月間で合計14の閃光が見つかり、現実であることがはっきりしました。天文現象の残骸が、本当に燃え上がっているのです」

この発見は科学界に響きわたり、世界中の研究者が魅了され、やる気を起こしている。「この発見に興奮しているのは、何より前例がないことだからです」と論文の共著者である英リバプール・ジョン・ムーア大学の天体物理学者ダニエル・パーリー氏は話す。「誰もこのようなものを見たことがありませんでした。爆発現象の仕組みについて、私たちの理解を広げてくれる発見です」[次ページ：「今回は本当に幸運でした」](#)

閃光の観測

ホー氏をはじめ、米パロマー天文台の広視野カメラ「ツビッキー・トランジェント・ファシリティー（ZTF）」に関わる研究者たちは、ZTFが2日に一度、北の全天を撮影した画像を分析している。ZTFは明る

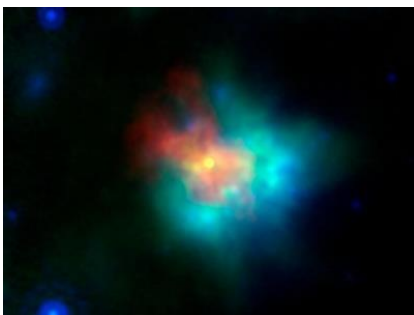
さが変化する天体を探するための望遠鏡だ。LFBOTは超新星の約10~100倍も明るい、ごく短時間しか起こらないため、ほとんどの望遠鏡は閃光を見逃してしまう。(参考記事：[「話題のZTF彗星はなぜ緑色？見られる間に知っておきたいこと」](#))「一晩に一度見るだけでは、数分しか続かないような現象は見逃されてしまいます」とホー氏は話す。「今回は本当に幸運でした」(参考記事：[「観測史上最も明るい宇宙の爆発現象を検出、1万年に一度の幸運」](#)) 光速に近いスピードで物質を放出するLFBOTのような、強力で高速で明るい現象をつくり出すには、高エネルギーの発生源が必要だ。天文学者たちは2つの有力候補を挙げている。中性子星とブラックホールだ。大きな星がその一生を終えるときに超新星爆発を起こすと、中性子星として知られる高密度の核が残る。そして、十分な密度があれば、崩壊してブラックホールになる。

「ブラックホールや中性子星でなければ、光速に近い物質の放出は非常に難しいでしょう」と、論文の査読を担当した米コロンビア大学の物理学者ブライアン・メッツガー氏は話す。「本当に素晴らしい発見です。ジェットに対する閃光の配置が正確にわかります。これまで、現象を横から見ているのか、正面から見ているのかははっきりしていませんでした」しかし、何がLFBOTを引き起こしたのかは謎のまま。星が爆発して高密度の核を残し、ブラックホールや中性子星などの高密度な星(コンパクト星)が生まれる間に起こるのだろうか？それとも、コンパクト星がほかの星を破壊し、活性化するときが発生しているのだろうか？それに、大爆発から何カ月も後の残響のようなものが、なぜこれほど素早く強烈な閃光を放てるのだろうか？

パーリー氏は、流れ出るジェットから発生する閃光が、天体の自転によって灯台の光のように地球に届いているのではないかと考えている。中性子星の磁場が突然、閃光を発生させた可能性もある。これは、若く磁力の強い中性子星で見られる現象だ。あるいは、ブラックホール周辺にある高密度の降着円盤の変動によるものかもしれない。この現象は明暗の変動を伴うことで知られる。(参考記事：[「ブラックホールに吸い込まれる「降着円盤」の撮影に成功、初」](#))

「これがいったい何なのかは、まだはっきりしていません」とホー氏は話す。「それでも私たちが研究を続けるのは、その正体についての有力なアイデアはすべて、長く待ち望まれている重要な現象の発見につながる可能性があるからです」

ギャラリー：2019年のイチ押し宇宙画像 超新星から巨大ブラックホールまで 11点(画像クリックでギャラリーページへ)



や(矢)座にある、地球から約2万光年離れた超新星残骸の着色画像。複数の宇宙望遠鏡と地上望遠鏡でとらえた赤外線とX線のデータを組み合わせて作られた。(Photograph by NASA/JPL-Caltech/CXC/ESA/NRAO/J. Rho (SETI Institute)) [\[画像のクリックで別ページへ\]](#) 文=AVERY SCHUYLER NUNN/訳=米井香織