

【知ってる？】宇宙の「外」には、いったい何がある？

2024 年 5 月 19 日（日）6 時 0 分 [ダイヤモンドオンライン](#)



【知ってる？】宇宙の「外」には、いったい何がある？ [写真を拡大](#)

いま人類は、AI 革命、パンデミック、戦争など、すさまじい変化を目の当たりにしている。現代人は難問を乗り越えて繁栄を続けられるのか、それとも解決不可能な破綻に落ち込んでしまうのか。そんな変化の激しいいま、「世界を大局的な視点でとらえる」ためにぜひ読みたい世界的ベストセラーが上陸した。17 か国で続々刊行中の『早回し全歴史——宇宙誕生から今の世界まで一気にわかる』（デイヴィッド・ベイカー著、御立英史訳）だ。「ビッグバンから現在まで」の 138 億年と、さらには「現在から宇宙消滅まで」に起こることまでを一気に紐解く、驚くべき 1 冊だ。本稿では本書より特別にその一節を公開したい。Photo: Adobe Stock

人間の知る「物理法則」を超えた世界

宇宙はどのようにして始まったのかという実存的な問いを考えはじめると頭が痛くなるが、それは無理もない。私たち人間の脳や知覚は、直感的に理解できる物理法則が支配するようになってから以後の宇宙の中で進化してきたので、それ以前の事象を理解するのが難しいのだ。

人間の脳は、種として生き残るのに必要な範囲で、世界を本能的に理解できるように進化してきた。物は高い所から低い所に落ちる。原因があって結果がある。卵がニワトリになり、ニワトリが卵を産む。そういうことなら私たちは直感的に理解できるが、そんな世界に収まらない事象については、時間をかけて考えなければ理解できない。ごく小さな 1 個のかけらを想像してほしい。これは 138 億年前のビッグバンから 10 のマイナス 43 乗秒後の特異点だ。この小さなかけらの中に、すべてのエネルギーと物質、すなわちその後の歴史の展開に必要なすべての構成要素が包含されていた。そう説明されてイメージするものは人それぞれだろうが、そのかけらの外に空間があると想像するのは間違っている。空間は宇宙の属性であり、宇宙の中にだけ存在する。宇宙が膨張すれば空間が広がるが、宇宙の外に空間があるというイメージは正しくない。

夜空を見上げると無数の星がまたたく空間が広がっているが、あれは宇宙であって、宇宙の外にもあのような空間があるわけではない。ビッグバンの瞬間、かけらほどのサイズの宇宙以外には何もなかったのである。

白い紙の真ん中に、ペンで小さな点を打ってみよう。そして、点の縁に沿って紙を切り取ってみよう。そのとき、あなたの指がつまんでいる、切り取られた小さな点が初期の宇宙だ。そのほかには何も存在しない。その点の中に、時間も、空間も、エネルギーも、一切適切が含まれている。それが生まれた瞬間の宇宙だ。それがテーブルの盤面のように広がっていき、現在も膨張を続けている。

（本稿は、デイヴィッド・ベイカー著『早回し全歴史——宇宙誕生から今の世界まで一気にわかる』からの抜粋です）

DIAMOND
online

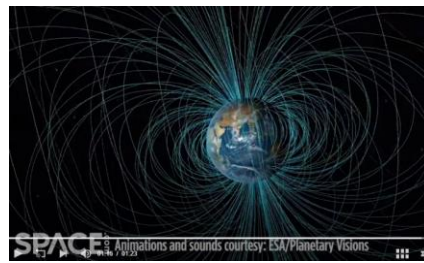
<https://www.space.com/do-all-planets-have-magnetic-fields>

宇宙の謎：すべての惑星に磁場はあるのでしょうか？

コナー・[フィーリー](#)

2024 年 5 月 21 日

科学者たちは、惑星や衛星の周囲に磁場がどれほど一般的に存在するかについてさらに研究を進めています。



地球の昼側では、磁気再結合により太陽からの物質とエネルギーが地球の磁気環境に流れ込みます。(画像提供: NASA ゴダード宇宙飛行センター) [PLAY SOUND](#)

このイラストは、太陽から噴出したコロナ質量放出が地球の磁気圏に衝突する様子を示しています。(画像提供: ESA/NASA - SOHO/LASCO/EIT)

地球の特徴の一つは磁場です。磁場は太陽から放出される高エネルギー粒子に対する保護シールドを形成し、生命にとってより安全な場所を提供し、今日見られる複雑な生物群へと成長してきたと言えます。

地球の磁場の最も驚くべき兆候は[オーロラ](#)です。オーロラは、太陽活動が活発な時期に北極と南極の近くに現れる、色とりどりの光の踊るカーテンです。地球に磁場があることを示すもう 1 つの兆候は、地球上のどこにいてもコンパスが北を指すことです。しかし、太陽系の他の惑星や天体に磁場があるかどうかはどうすればわかるのでしょうか？ また、遠く離れた[太陽系外惑星](#)に磁場があるかどうかを知ることは可能なのでしょうか？

関連:[地球の磁極はなぜ反転するのか？](#)

太陽系の巨大ガス惑星（[木星](#)と[土星](#)）と巨大氷惑星（[天王星](#)と[海王星](#)）には強い固有磁場があることが分かっている。しかし、[アリゾナ州立大学の惑星科学者ジョセフ・G・オルーク氏によると、地球型惑星](#)と衛星 の場合は少し複雑だという。地球、[水星](#)、木星の衛星[ガニメデ](#)はいずれも現在、内部に磁場を生成している。[火星](#)と[地球の衛星](#)には古い地殻岩石があり、その歴史の初期に存在した磁場による磁化の名残が保存されているとオルーク氏は言う。地球のもう一つの隣人については、「[金星](#)では固有の磁気は検出されていないが、磁化された地殻を探すために表面に十分近いところに機器を運んでいない」と付け加えた。惑星や衛星に磁場が存在するためには、その天体の内部で大量の導電性液体が動いていなければならない。これらの物質の動きが止まったり、物質の加熱と冷却の間に惑星や衛星内部の流体の対流を引き起こすのに十分な温度差がなかったりすると、その天体は磁場を失う可能性がある。その場合、流体の動きが遅すぎることになる、とオルーク氏は述べた。金星に磁気圏が存在しないと思われる場合、オルーク氏によると、4つの可能性があるという。一般的に受け入れられている考えは、金星には地球のような核があり、それが冷えるのが遅すぎるというものだ。金星にはプレートテクトニクスがないので、その内部は地球よりもゆっくりと冷えている可能性がある。

しかし、別の可能性として、金星の内部が完全に固体であるという説がある。このためには金星の核が地球よりはるかに低温でなければならないが、オルーク氏はそれはあり得ないと考えている。NASA が 2031 年に計画している金星放射率、電波科学、InSAR、地形および分光法ミッションと、欧州宇宙機関の EnVision ミッションは、金星の核が少なくとも部分的に液体であるかどうかの解明を試みる。

あるいは、金星には内核がないのかもしれませんが。地球の内核は、地球の磁場の生成に役立っています。内核が結晶化すると、不純物（鉄より軽い元素）が排出され、化学的な浮力が生まれ、流体の動きが促進されます。金星にはまだ内核が形成されていないため、その追加の動力源が欠けているのかもしれませんが。

オルーク氏によると、4つ目の可能性は、金星の核が化学的に層状になっている可能性だという。月の形成をもたらした衝突によって古代の地球の核がかき混ぜられ、冷却が始まったときに磁場が生成された可能性がある。しかし、金星には衛星がないため、核がかき混ぜられたことは一度もない可能性がある。

太陽系の天体に磁場があるかどうかを調べる最良の方法は、宇宙船をその天体まで飛ばし、磁力計で磁場の強さを測定することだ。しかし、科学者たちは 1950 年代に木星のオーロラからの電波を拾うことで、[木星の磁場を](#)

[遠隔的に検出することができた。](#)

オルーク氏は、磁場は惑星の内部を知るための最良の方法の一つだと語った。強い磁場の存在は、その惑星に動き回れる導電性の流体の大きな貯蔵庫があることを科学者に知らせる。

「ダイナモとは、流体の運動エネルギーが磁場に変換されるプロセスです」とオルーク氏は説明する。「地球型惑星では、現在の地球のように、金属核にダイナモが存在する可能性があります。しかし、液体ケイ酸塩（基本的には溶融岩石）も、極度の圧力と温度では電気伝導性があります。木星や土星のような巨大ガス惑星の内部深くでは水素が金属になり、それが強力な磁場を可能にしています。」

太陽系外惑星には磁場があるのでしょうか？

太陽系外惑星に関しては、[惑星科学者はまだ磁場の存在を明確に検出していない。しかし、オルーク氏はそう遠くないと考えている。天文学者は、褐色矮星](#)や低質量 M 型矮星と呼ばれる小さな恒星で、磁場から発生するオーロラを検出している。「次世代の機器は、木星のような太陽系外惑星の磁場を検出できるだろうと私は推測しています」とオルーク氏は語った。「地球のような惑星の磁場の検出はもっと遠い将来ですが、うまくいけば今後数十年で実現できるでしょう。一般的に、太陽系外惑星の磁場は直接的に（例えば、オーロラや放射線帯を観測することによって）または間接的に（例えば、惑星の磁場とその親星との相互作用を観測することによって）検出できます。」惑星科学者たちは現在、磁場が惑星の大気全体を保護しているかどうかについて議論している。一方では、磁場は特に磁気赤道付近で恒星の風から大気を保護することができる。その一方で、磁場は荷電粒子を極地域に導くことができ、大気圏からの脱出に寄与する多くのメカニズムは磁場にあまり影響されないとオルーク氏は説明した。

関連記事: [— 古代の岩石は地球の磁場の証拠を保持しています。これが不可解な理由です](#)

[— 地球の磁極はなぜ反転するのでしょうか？](#)

[— 燃える衛星の残骸が地球の磁場に影響を与えている可能性がある](#)

「地球は数十億年にわたって磁場と居住可能な表面の両方を維持してきた」とオルーク氏は言う。「火星は磁場が消滅した頃に水のほとんどを宇宙に失った。地獄の世界である金星には磁場がない。我々の太陽系では、磁気は居住可能性と相関関係にある。しかし、相関関係は因果関係ではない。」

[ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡](#)による観測を通じて太陽系外惑星のサンプル数が増えるにつれ、惑星科学者は磁場と惑星の居住可能性の関係を明らかにし始めるだろう。オーロラは、生命の兆候をもう少し詳しく調べるべきことを示す最初の指標の 1 つかもしれない。

[最新のミッション、夜空など、宇宙について語り合うには、当社のスペース フォーラムに参加してください。](#) ニュースのヒント、訂正、コメントがある場合は、community@space.com までお知らせください。



[コナー・フィーリー](#) 寄稿者 コナー・フィーリーはニュージーランドを拠点とするサイエンスライターです。ダニーデンのオタゴ大学で科学コミュニケーションの修士号を取得しています。彼の記事はコスモス誌、ディスカバー誌、サイエンスアラートに掲載されています。彼の記事は主に神経科学と心理学に関するものですが、天体物理学から考古学まで、さまざまな科学分野に関する執筆も楽しんでいます。

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20240524-2952144/>

JAXA、過去最大の太陽フレアの 100 万倍の規模のスーパーフレアを観測

掲載日 2024/05/24 20:53 [著者：波留久泉](#)

宇宙航空研究開発機構(JAXA)は 5 月 23 日、太陽よりも桁違いに大きいフレアを発生させることが知られている「RS CVn 型連星」(りょうけん座 RS 星に代表されるフレア星について、フレアの規模は過去最大の太陽フレア

の 100 万倍(スーパーフレア)にも達していたことが明らかになったと発表した。

同成果は、東京大学大学院 理学系研究科 天文学専攻/JAXA 宇宙科学研究所(ISAS) 宇宙物理学研究系の栗原明稀大学院生、ISAS 宇宙物理学研究系の辻本匡弘准教授、ISAS 宇宙物理学研究系の海老沢研教授(東大大学院 理学系研究科 天文学専攻兼任)、ISAS 太陽系科学研究系の鳥海森准教授らの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」に掲載された。](#)

恒星フレアは、恒星の外層大気で磁場に蓄積されたエネルギーが突発的に解放される爆発現象だ。太陽もフレアをしばしば起こす(直近では、2024 年 5 月 11 日に、活動規模の B・C・M・X の 4 クラスのうちで、最大クラス X に含まれる X5.8 のフレアが発生している)。解放された磁場エネルギーは、熱エネルギーとしてプラズマの加熱に使われたり、運動エネルギーとして荷電粒子の加速に使われたりと、周辺環境に与える影響は大きい。過去には、太陽の大規模なフレアの発生に伴って、衛星が故障したり、地球上で大規模停電が発生した例もある。巨大フレアは規模が大きくなればなるほど発生頻度が低くなり、規模が 10 倍になると、発生頻度は 1/10 になるという。観測史上最大といわれる 1859 年の「キャリントン・フレア」と同程度のものはおよそ 100 年に 1 回と見積もられている。太陽フレアの科学的な観測はまだ 150 年程度の歴史しかないため、太陽の観測のみでリスクを定量化するのはあまり現実的とはいえないという。そこで、数多くの恒星のフレアの観測が行われている。



ISS 搭載の MAXI と NICER。MAXI はこれまでたくさんの恒星フレアを捉え、RS CVn 型連星に限っても 110 を超える検出実績がある(C)JAXA/NASA(出所:ISAS Web サイト)

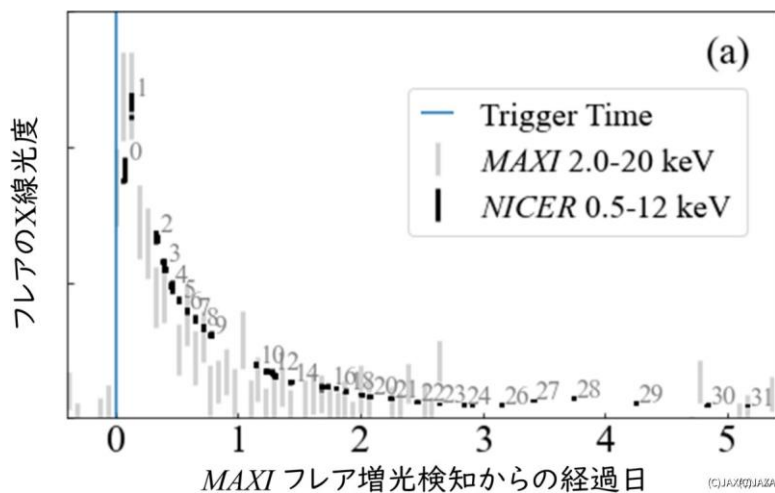
フレアが発生する現場は数百万度以上の高温プラズマが存在するため、X 線で明るく見える。しかし X 線で、宇宙のいつどこで起こるかかわからない恒星フレア現象を見つけ、詳細な観測を行うことは容易ではない。現存する X 線観測衛星だけでは、多数天体の常時監視と個別天体の詳細観測を両立することが難しく、これまでの観測は長期モニターで受動的にフレアの発生を待つという効率面で劣る方法が主流だったという。

それを改善するため研究チームは、ISS に搭載されている 2 つの相補的な X 線観測装置(MAXI と NICER)を連携させることで、恒星フレアなどの突発的な X 線増光を起こした天体を素早く捕捉するシステム「MANGA」を開発。そして同システムを用いて今回、RSC Vn 型連星の一種であるおひつじ座 UX のフレア初期の増光を MAXI にて検知し、そのわずか 89 分後に NICER による詳細追観測を実施することに成功したとする。

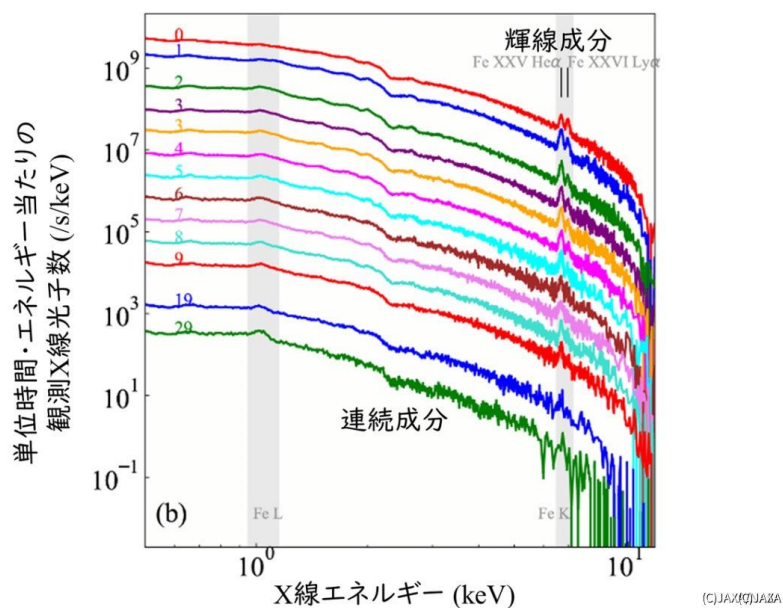
フレアの規模は、過去最大の太陽フレアと比較しても 100 万倍近く大きいものだったという。解析として行われたのは、フレアによるエネルギー解放直後の X 線エネルギースペクトルのモデリング(熱制動放射による連続成分と脱励起による輝線成分の分析)だ。連続成分の情報から、プラズマ温度と X 線光度の変化には時間差が生じていることが判明し、「フレアループ」(フレアの際に見られる磁力線が恒星表面からアーチ状に立ち上がった形状)内のプラズマ形成の時期を捉えていることが示唆されたとする。また、半ループ長が太陽半径の約 4 倍(太陽フレア典型スケールの約 100 倍)と見積もられ、規模の大きさが裏付けられた。

輝線成分の情報では、太陽以外の恒星フレア現象で初となる「衝突電離平衡」(束縛電子を持つイオンや原子が束縛電子が引きはがされて価数が減る「電離」と、周辺の電子を捕まえて価数が増える「再結合」の割合がつり合った状態)から乖離したプラズマの観測的証拠の探索が行われた。鉄の 24 階電離イオン、25 階電離イオンからの輝線放射強度比の時間的進化が求められ、理論予想値との比較が行われた。その結果、フレア発生直後のプラズ

マは電離非平衡状態で説明可能であることが示されたという。



観測されたフレア X 線光度の時間変化(図は、発表論文掲載のものを改変したもの)。MAXI、NICER でそれぞれスケールは調整されている (C)JAXA (出所:ISAS Web サイト)



NICER で取得された X 線エネルギースペクトル(図は、発表論文掲載のものを改変したもの)。スケールが調整されており、上から下へ時間進化を示すように描画されている。観測エネルギーバンド全体にわたる連続放射成分と、局所的な輝線放射成分で特徴づけられていることがわかる (C)JAXA (出所:ISAS Web サイト)

今回の観測データでは、電離平衡状態の解を棄却するまでには至らなかったとし、研究チームは今後、日本の X 線分光撮像衛星「XRISM」などの他の X 線観測衛星との同時観測を行うことで、電離非平衡プラズマの初検出を目指そうと考えているとした

https://news.biglobe.ne.jp/it/0518/zks_240518_2760025954.html

宇宙で DNA や RNA 誕生の元になった分子生成機構を解明 ハワイ大の研究

2024 年 5 月 18 日 (土) 9 時 14 分 [財経新聞](#)

地球で生命がどのようにして誕生したのかは最大の謎で、DNA や RNA のような非常に複雑な有機化合物が偶然地球上で合成される確率は、0 に近い。だが現在、我々人類を代表とする地球生命がこのように繁栄している事実は、地球が理論上確率 0 の事象を起こして見せたことを物語っている。

【こちらも】 [黒鉛が生命誕生のカギだった可能性 ケンブリッジ大の研究](#)

生命誕生のシナリオの何もかもが、地球だけで起こった奇跡の連続だったのか、それとも、この広い宇宙全体を見渡せば、実はこのような複雑な有機化合物が生成されることは、ありふれたことなのか。このような視点で考えると、最先端の研究成果からは、実は後者の意見が正しいと言えそうなのだ。

ハワイ大学の研究者らは、DNA や RNA を構成する基本的な分子である芳香族分子が、宇宙空間における星間ガスや地球誕生初期の状態に近い窒素とメタンに富んだ大気中で、どのように合成されるのかを解明したと発表した。研究成果は、「Nature Astronomy」に掲載されている。芳香族分子は、分子構造にベンゼン環を有する有機化合物分子だ。今回の解明は、メチレンアミドゲン ($\text{H}_2\text{CN}\cdot$) およびシアノメチル ($\text{H}_2\text{CCN}\cdot$) 分子ビーム研究と、電子構造計算により行われた。DNA および RNA 窒素塩基の重要な前駆体と見なされる分子構造は、地球外環境で約 300 種が同定されている。だがいずれも炭素、水素をベースとした有機化合物に窒素が加わった分子構造で、それらの有機化合物によりどのようにして窒素が結合されたのかは謎に包まれていた。

おうし座の星がない領域には、有機化合物に富んだ分子雲が存在する。今回の研究では、その分子雲の環境を実験室的に再現し、様々な検証が試みられた。またそれに加えて、地球誕生初期の待機状態に近いと考えられている、土星最大の衛星タイタンの大気を再現した検証も試みられた。これらの環境では、炭化水素分子と窒素分子が豊富に存在すると考えられているが、それらが化合して、DNA や RNA の元となる分子にどのようにして成長してゆくのが謎であった。だがピリジン ($\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$)、ピリジニル ($\text{C}_5\text{H}_4\text{N}\cdot$) およびイソキノリン ($\text{C}_9\text{H}_7\text{N}$) の生成機構を解明したという。今回の研究により、宇宙では DNA や RNA の元となる有機化合物が生成されることは比較的ありふれたことであることが確かめられた。だがそこから、より複雑な DNA や RNA がいかに生成されていったかは謎のままで、今後の研究が期待される。

<https://forbesjapan.com/articles/detail/71100>

2024.05.21 17:00

夜空を横切る「青緑色の火の玉」の正体、ポルトガル



[Eric Mack | Contributor](#)



スペインのカセレスにある ESA の火球カメラが 5 月 18 日夜に撮影した見事な流星 (ESA/PDO/AMS82 - AllSky7 Fireball Network)

先週の土曜 (5 月 18 日) の夜、大きな青緑色の火の玉がポルトガル上空を猛スピードで横切り、夜空を明るく照らす様子を捉えた動画がソーシャルメディアに多数投稿され、広く拡散した。現時点での欧州宇宙機関 (ESA) の発表によると、この流星は、地球の大気に衝突した、より大型の氷天体の小片と見られるという。

「この天体は、彗星の小さな破片だったと見られる」と、ESA は 19 日に X に投稿している。「スペインとポルトガル上空を秒速約 45km で飛行した後、大西洋上空の高度約 60km で燃え尽きたと推測される」

[国際流星機構 \(IMO\)](#) には、短時間のうちに多数の目撃報告が次々と寄せられた。

スペインのカラル・アルト天文台も、この「天体は彗星起源のものだった」と、同じ見解を示している。

同天文台の推定によると、火球は最初、欧州上空の高度 122km で燃え上がって目に見えるようになり、その後数秒間夜空を照らす間に崩壊し、高度 54km に達するまでに燃え尽きたという。

早い段階で一部の報道では、火球の一部がポルトガル内で地上まで到達した可能性があると言及されていたものの、ESA は「隕石が見つかる可能性は非常に低い」としている。今回の火球はどの彗星が起源となった可能性があるかに関するその他の詳細については、ESA はすぐには提供しなかったが、「衝突に先立って追跡や報告が

なされていなかったのは確かだ」と述べている。(forbes.com 原文) 翻訳＝河原稔

https://news.biglobe.ne.jp/domestic/0520/ym_240520_2847169872.html

若田光一さんとともに地球を4100周した種子から育った「宙ユリ」、湯梨浜町で

花開く

2024年5月20日（月）9時19分 [読売新聞](#)



開花した宙ユリ（鳥取県湯梨浜町で） [写真を拡大](#)

宇宙を旅したササユリの種子から育った「宙（そら）ユリ」が、鳥取県湯梨浜町藤津の東郷湖羽合臨海公園あやめ池スポーツセンターで開花した。今月下旬まで楽しめるという。「宙ユリ」は2008～09年、宇宙飛行士・若田光一さんと国際宇宙ステーションで、地球の周りを4100周した種子から育てられた。球根が湯梨浜町に寄贈された15年以降、同公園で育てられている。プランターで約10株が栽培され、16日に開花し、淡いピンク色の花を咲かせた。担当者は「宇宙を旅したロマンを、色や香りとともに楽しんで」と話している。

yomiDr.



<https://www.space.com/spaceflight-medical-advances-sierra-space-tom-marshburn>

宇宙旅行は医学の進歩にどのようにつながるのか？ベテラン宇宙飛行士が解説

メレディス・ガロファロ

2024.5.23

シエラ スペースの最高医療責任者であるトム マーシュバーン博士が、宇宙での医療研究が地球上でどのような変化をもたらすかについて語ります。



トム・マーシュバーンは、無重力状態で流体が表面上をどのように移動するかを観察するテストを実施しています。(画像提供: NASA)

低軌道の微小重力環境では、地上の人々に利益をもたらす医学やバイオメディカル技術の開発の分野で、さらに多くの実験や研究の機会が生まれます。なぜなら、[微小重力](#)は人間の細菌やウイルス、DNAなどの生物に変化をもたらし、細胞の機能さえも変えるため、宇宙飛行士は他の場所では不可能な研究を行うことができるからです。しかし、[国際宇宙ステーション](#)（ISS）の宇宙飛行士は実験を行っているだけではありません。彼らは研究の対象にもなっています。宇宙飛行士の健康への影響は、老化、骨粗しょう症、創傷治癒などに関連する問題のケアと治療を進歩させることを目標に、引き続き研究されています。この最先端の研究分野についてさらに詳しく知るために、Space.com は、[ベテラン NASA 宇宙飛行士で現在はシエラスペースの最高医療責任者を務める](#)トム・マーシュバーン博士と、長年にわたる博士の見聞や、宇宙飛行がいかにして医療能力の進歩への道を切り開き続けているのかについて話す機会を得た。関連: [SpaceX のクルードラゴン宇宙船エンデュランス号に乗っ](#)

て打ち上げられるクルー3宇宙飛行士たちを紹介

トム・マーシュバーン シェラスペースの最高医療責任者

トーマス・マーシュバーンは、クルー3の一員として、STS-127、第 34/35 次長期滞在、第 66/67 次長期滞在の 3 回の宇宙飛行を経験したベテランです。宇宙飛行士になる前、マーシュバーン博士は航空医官として、スペースシャトルの医療業務や米国/ロシア共同宇宙計画に配属され、最終的には国際宇宙ステーションの医療業務リーダーになりました。彼は、2021 年 11 月 10 日に打ち上げられた国際宇宙ステーションへの NASA SpaceX クルー3 ミッションのパイロットを務めました。

Space.com: 初期の訓練と教育は、宇宙飛行と医学の分野に進む上でどのように役立ちましたか？

マーシュバーン: 私は工学の学位を持っています。これは、医療をよりシステム的な観点から考えるために不可欠でした。これは、常にエンジニアとコミュニケーションをとる宇宙計画で働く上で不可欠です。また、システムに適合する必要もあります。宇宙船は、主に人々の生命を維持し、効率的に作業できるように機能する必要があります。私は宇宙飛行士団に参加する前、10 年間、主治医として勤務するなど、救急医療に携わっていました。その経験には、NASA のミッションコントロールで働く航空医官としての経験も含まれています。

こうしたバックグラウンドはすべて、宇宙で大いに役立ったと思います。なぜなら、宇宙では配管工、電気技師、機械工として、宇宙遊泳、科学、ちょっとしたメンテナンスなど、さまざまな仕事をするからです。ですから、ミッションコントロールがどのように機能し、どのような決定を下さなければならないかを理解することは、スキルベースだけでなく、コミュニケーションの観点からも大きな違いを生みます。

Space.com: それ以来、多くの進歩と変化がありましたが、地球と宇宙の ISS の両方で働いてきた今、どのようなことに気付いていますか？ マーシュバーン: 私は初期の医学研究を宇宙飛行と宇宙生理学関連のトピックに集中させたので、私にとってはそれほど変わっていません。[シェラ・スペース](#)と協力し、宇宙で製造や研究を行うことで、ここの研究室や国際宇宙ステーションで起こっていることを本当に加速させることができ、目を見張るものがあります。重力の影響を取り除くと細胞レベルで生命がどのように変化するかに関する ISS での[発見は](#)、宇宙で何が起こり得るか、何を必要があるかについての私の視野を大きく広げてくれました。宇宙での体験と航空医としての経験により、宇宙で 6 か月以上生活すると人間に何が起こるか、それが老化のプロセスとどのように一致するか (ただし加速している) について目が開かれました。萎縮、心血管の衰弱、神経前庭の衰弱などに関するあらゆる種類の研究を行うことができます... わずか数か月で私たちに起こることは、地上の人に数十年かけて起こることであり、それを研究して地上の患者ケアを強化できることは魅力的です。

Space.com: 宇宙で行われている研究が、地球上の医療問題にどのような利益をもたらすかという例に焦点を当ててみましょう。マーシュバーン: 宇宙での医療活動は、地上での医療活動に非常に良い影響を与えます。人体への影響は甚大です。私たちはその影響を理解し始めたばかりですが、地上で起きていることと直接的な相関関係があります。皆さんは、視力が変化する[宇宙飛行関連神経眼症候群](#)(SANS) について聞いたことがあるかもしれません。頭蓋内圧が原因のようです。まだはっきりしていません。なぜなら、体液が脳内に押し寄せて圧力が高まり、それが眼の奥に影響するからです。地上には、これに一致する医学的症候群があります。医師たちは、その問題解決に多大な関心と努力を払っています。SANS からあらゆる種類の医学的兆候が生まれました。医師たちは、血流パターンと眼の奥とのつながりを非常によく理解しており、説明のつかない頭痛や、地上の人々になぜそのようなことが起こるのかなど、さまざまなことを解明し始めています。



トム・マーシュバーン博士は、NASA の宇宙飛行士として在籍中に 24 時間以上宇宙遊泳をしました。(画像提供: NASA)

マーシュバーン博士は、超音波ジェルの代わりに水を使用して、宇宙での超音波の機能を実証しています。微小重力では、水の使用は同様に効果的であり、コストも低くなります。(画像提供: NASA)

Space.com: 宇宙が地球上での私たちの生活にさまざまなことを可能にしていることは、とても興味深いと思います。特に医療分野に関しては、私たちの生活の一部となっている多くのものが宇宙飛行によって可能になった研究から生まれたものであることに、私たちは気づいていないと思います。

マーシュバーン: CAT スキャン、アポロ計画の月着陸船から送られてきたすべての画像を 1 つの 3D で体の内部を表現する非常に複雑な作業を行うソフトウェアです。もう 1 つの例は、毛細管の流れを観察するときに私が参加した素晴らしい実験です。宇宙ステーションでは、さまざまな形状やチャネルを通過する流体を追跡していました。地上のごくわずかなピコリットルの液体は、宇宙空間の液体とまったく同じように作用することが判明しました。これにより、大型の実験装置全体を 1 つのチップに組み込む機能を開発しているグループと話をすることができました。1 滴の血液の流れを方向転換できるのは、必要な分析のほとんどがそれだけで済むからです。この結果、私が最後に調べたところ、アフリカで HIV の診断やその他多数の用途に使用されているデバイスが生まれました。

Space.com: いくつかの発見は、現在宇宙にないものを作ることからも生まれ、そしてそれを病院の医師の助けに使うのです。例えば、私たちが緊急治療室に行くときに持っているような巨大な機械を ISS に持ち込むことはできません。

マーシュバーン: 宇宙には X 線装置がないので、どうやって診断画像を撮影すればいいのでしょうか？内部を検査する必要がある場合、どうやって人をケアすればいいのでしょうか？私たちは人体の超音波検査を始めました。超音波検査でできることがたくさんあることがわかりました。

私は、地上で数多くの研究に参加し、人体のあらゆる組織を調べました。私は骨を調べ、ある人たちは肺の中に見えるものを調べました。彼らは、肺の内層、胸膜、そして肋骨がある胴体全体との境界面の動きを実際に追跡できることを発見しました。大したことではないと思われるかもしれませんが、この発見は、気胸、つまり肺の虚脱を検出する素晴らしい方法です。肺はその空間に空気が入って虚脱します。救急外来に運ばれてきた外傷患者の主な死因の 1 つは、肺の虚脱です。肺の虚脱は、大きな X 線装置を巻き上げて X 線を撮影するよりも迅速に検出する必要があります。これは宇宙飛行研究と完全に直接関係しています。肺の虚脱がある人に超音波プローブを当て、針を刺して空気を抜き、患者を救うのです。これは気胸を含む上部検査として、FAST (Focused Assessment with Sonography in Trauma) と呼ばれ、現在、米国および世界中で実施されています。

Space.com: その質問に関連してですが、ISS には無制限のリソースを備えた病院があるわけではないので、これまでの研究を進める上で課題や適応しなければならない点があったことは想像できます。

マーシュバーン: 私たちはいつもそのことを考えています。低軌道では、地上の専門家にアクセスできます。地質学者、テストパイロット、または 10 年間実践していない医師を連れてきて、宇宙で効果的なことをさせることができますか？完全なシステムが必要なので、ある程度制限があります。たとえば、手術室はありません。しかし、超音波と遠隔誘導による診断画像用のテレビデオの能力を最大限に高めることで、いくつかの技術が使用されました。

もう一つのステップは、特に火星に行くと、今のようにリアルタイムの会話ができなくなるということです。パッケージ化された AI が [医学文献の] 検索を実行し、地球の他のリソースにアクセスできない遠隔地の乗り物に乗っている人々に理解しやすく、すぐにアクセスできる方法を提供できるかもしれません。それを理解することは、忙しい都市間の救急室の医師にも役立ちます。質問に対する医学的な回答を得るためにラップトップで調べるのに 30 分かかるかもしれませんが、AI は確かにそれに役立ちます。遠隔宇宙飛行の能力を最大限に高めることは大きなことです。

Space.com: あなたはこれまで ISS で宇宙研究に携わってきましたが、地上に戻って Sierra Space で働くのはどんな感じですか？最も楽しみにしていることは何ですか？

マーシュバーン:一つは有人宇宙飛行計画の構築に協力すること、もう一つは目的地に設置する実験室を最大限に活用することです。これは数年後に打ち上げる予定の、拡張可能な大型居住施設です。私は宇宙飛行士を乗せたら人間が何ができるのか、そして何が自動的にできるのかを説明するために、科学者や事業開発チームと協力し、クルーの立場で取り組んでいます。軌道にあるため重力の影響を受けない実験室で作業することの利点について、まだすべては説明できていません。医学と人間の治療の将来にとって、これが意味するのは、医薬品開発の加速です。欠陥や重力によって結晶成長が妨げられることなく、完璧な結晶を成長させることができます。タンパク質の完璧な結晶を成長させることができるので、製薬会社はそのタンパク質の有効部位をすべて特定し、よりの絞った、より効果的な医薬品を開発することができます。すでに小さな部分では行われていますが、私たちはそれを大規模に行うつもりです。結晶を地球に持ち帰れば、それに一致する結晶をさらに成長させることができるので、それを産業規模で開発することができます。

関連記事:

— [ドカン！シエラスペースが最初のテストシリーズで最後の膨張式宇宙ステーションモジュールを爆発させる \(ビデオ\)](#)

— [ドリームチェイサー宇宙飛行機が ISS への最初の打ち上げを前にフロリダに到着 \(写真\)](#)

— [シエラスペースは、90 分以内に軌道から地球上のどこにでも貨物を投下したいと考えている](#)

もう一つ興味深いのは、重力によって個々の細胞が影響を受けることです。細胞骨格構造が変化し、それがすべての細胞の遺伝子発現を変えます。その結果、がん細胞が非常に急速に増殖する細胞に変わり、一部の細菌は人間にとってより危険になります。これにより、ワクチンや抗がん剤の開発速度を加速することができます。私たちは、ISS でこの取り組みを少しずつ実施し、実証した [Redwire](#) と提携しています。そこで、私たちはその取り組みをすべて大規模に行うつもりです。私たちは実際に臓器を育てています。ですから、それが何をもたらすかはご想像のとおりです。誰かのために臓器を再生できるだけでなく、化学療法剤の 1,000 種類の摂動をテストし、臓器にとって実際に何が危険で、実際に通過して効果があるのかを調べることも重要です。人間の組織を作ること、それがまさに私たちが宇宙ステーション内で行うことの未来です。

[最新のミッション、夜空など、宇宙について語り合うには、当社のスペース フォーラムに参加してください。](#) ニュースのヒント、訂正、コメントがある場合は、community@space.com までお知らせください。

[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/fea47181/>

過酷な環境でプレッシャーと闘う宇宙飛行士に学ぶ、宇宙流メンタルヘルスケアとは

2024.05.23 15:09

宇宙ビッグデータを活用した無料 GIS プラットフォーム「[天地人コンパス](#)」を手掛ける[天地人](#)。本連載では、同社でインターンとして働く学生が、「学生視点」で宇宙ビジネスの注目点を解説します。本記事では、「宇宙飛行士のメンタルヘルスケア」に焦点を当てていきます。

[過酷な宇宙空間](#) [地球でもできる。宇宙飛行士が実践しているメンタルヘルスケア](#) [1. 運動](#)

[2. 生体リズム \(≡体内時計\) を保つ](#) [3. 日記を書く](#) [最後に](#)

過酷な宇宙空間

さらに、宇宙飛行士はこのような過酷な環境で、数十億円単位のプロジェクトや、失敗が許されない任務を果たさなければなりません。ストレスが溜まりそうな環境で生活をしていることもあり、過去にはストレスが原因で、宇宙飛行士同士の口論や不和が起きたり、地上の管制官との意見の対立が生じ、通信が一時的に途絶える事態なども発生しました。宇宙飛行士のメンタルヘルスケアは、彼らの生命を守るために欠かせない要素と言われています。地球でもできる。

宇宙飛行士が実践しているメンタルヘルスケア

宇宙飛行士は、宇宙でどんなストレス状態が発現するかを想定してつくられた訓練・対策を行っています。本記事では、宇宙飛行士が実践しているメンタルヘルスケアのうち、地球でも実践可能なものをピックアップして紹介します。

1. 運動

宇宙飛行士は、微小重力で体や心の健康を保つため、毎日 2 時間の運動を実践しています。この運動習慣は、宇宙の特殊な環境でのストレスを軽減するためのものです。これは地球上でも同様で、運動はメンタルヘルスケアに役立つとされています。多くの研究で、運動がうつ病のリスクを低減することが示されています。例えば、東京医科大学の研究によれば、1 日に 3.5～4 時間体を動かすと精神的な健康の維持に役立つと示されています。



国際宇宙ステーション(ISS)でサイクリングを楽しむ元カナダ人宇宙飛行士ロバート・サースク氏 (出典:NASA)
宇宙飛行士の作業時間中の ISS 内部の照明 (出典 : NASA)

2. 生体リズム(≒体内時計)を保つ

米航空宇宙局(NASA)の研究で、宇宙飛行士の生体リズム(体内時計)の変化が睡眠不足の原因となり、睡眠促進薬の使用が増加することが明らかになりました。

ISSでは、90分で地球を1周するため、1日に16回日の出が起こります。この特殊環境で、生体リズムが崩れると、宇宙飛行士の体調や精神に悪影響が出る可能性があります。ISSでは、24時間の昼夜サイクルを再現する照明システムを採用し、15時間半は明るく、残りの8時間半は暗くして、宇宙飛行士の生活リズムをサポートしています。

生体リズムを保つためには、朝の光、夜に分泌されるメラトニン(※1)、そして適切な食事(なかでも朝食)が大事です。特に「光」は、人間の生体リズムを維持するために非常に大切です。多くの研究で、日光は人間の肉体と精神の健康をサポートする役割を果たしていると示されています。

地球で生活しても、人間は日光不足で「冬季うつ病」になることがあります。気分の落ち込みを特徴とするこの病気は、日照時間の短い冬場に最も多く見られます。実際、極夜(太陽が一日中出てこない日)の北欧の国、例えばノルウェーやフィンランドでは、極夜の期間は十分なビタミンDが摂れないと言われており、食事やサプリメントによる補給が文化として根付いています。



生体リズムを適切に維持する3要素と6つの試み

3要素

朝の光、夜のメラトニン、そして規則正しい食事

6つの試み

- ① 規律正しい生活
- ② 起床時刻を一定に
- ③ 朝にのむ緑茶やコーヒー
- ④ 昼と夜の寒暖等のメリハリ
- ⑤ 末梢時計のリズムを整える工夫。起床時に髪を梳く。顔を洗う。乾布摩擦をする。体操をする。好きな音楽を聞く等
- ⑥ とくどき時計をみる

宇宙飛行士の睡眠時間中の ISS 内部の照明（出典：NASA）

出典：JAXA 宇宙医学パンフレット No.3

※1 メラトニンとは、脳の中にある「松果体」という部分から分泌される、睡眠に関わるホルモンです。起床して朝の光を浴びた約 15 時間後（就寝予定時間の約 1～2 時間前）から血中のメラトニン量が増加し、眠気を誘う働きをしていると報告されています。（出典：サントリーウエルネスオンライン）

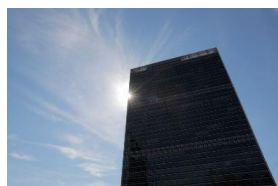
3. 日記を書く

NASA の調査によると、日記を書くことで感情の表現がしやすくなり、ストレスやうつ、不安の対処に寄与するとされています。宇宙でも地球でも、日記は、感情の整理や自分の長所の再確認に非常に有効です。特に、不安や悩みを言葉にすると、問題の原因を明確にし、解決策を考えやすくなります。

最後に 今回はメンタルヘルスに関心のある私が、宇宙飛行士が実践しているメンタルヘルスケアの一部を紹介しました。宇宙の過酷な環境で体験するストレスと地球で直面するストレスは異なるかもしれませんが、その対処法の本質は同じです。本記事を通して、皆様の健康の一助になれば幸いです。

<https://nordot.app/1165443684554309951?c=110564226228225532>

安保理、ロシアの宇宙決議案否決 米「核搭載衛星を開発」と非難 2024/05/21



Michelle Nichols

[国連 20日 ロイター] - 国連安全保障理事会（15カ国）は20日、ロシアが提出した宇宙におけるあらゆる兵器の配備禁止を求める決議案を否決した。決議案は、賛成が7カ国にとどまり、採択に必要な9カ国に届かなかった。7カ国が反対し、1カ国が棄権した。ロシアは先月、米国が提出した宇宙の非核化を求めた決議案に拒否権を行使した。これを受け米国はロシアが何かを隠しているのではないかと疑念を抱いた。

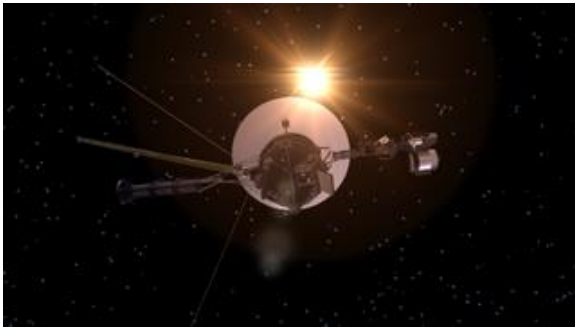
米国のウッド国連次席大使は採決に先立ち、ロシアの決議案は核を搭載する新型衛星の開発から「世界の注目をそらすためだ」と批判した。また、ロシアが16日に地球低軌道に人工衛星を打ち上げたことを非難。米国は同衛星について「低軌道にある他の衛星を攻撃できる対宇宙兵器である可能性が高いと評価している」と述べた。ロシアのネベンジャ国連大使は「何を言っているのか全く理解ができない」と否定した。

米国は、ロシアが宇宙に配備する対衛星核兵器を開発していると非難しているが、ロシアはこれを否定している。ロシアのプーチン大統領は、ロシアは宇宙への核兵器配備に反対していると述べている。© ロイター

<https://www.space.com/voyager-1-mission-glitch-engineers-weighing-in-lucky-peanuts>

ボイジャー1号の恒星間探査機の状態はようやく好転しつつある

「世界がこのミッションをどれほど高く評価しているかを知ることができて嬉しいです。」

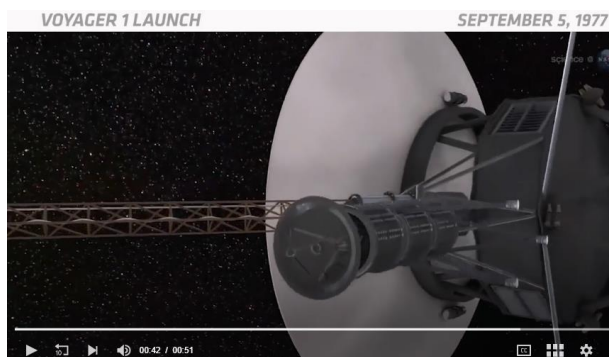


この宇宙船の 3D 視覚化のスクリーンショットでは、ボイジャー 1 号が太陽を背景に写っています。(画像提供: NASA)

1990 年にボイジャー1号が撮影した「淡い青い点」としての地球。(画像提供: NASA/JPL-Caltech)

かつて私は父と一緒に座り、太陽系のさまざまなものが地球からどのくらい離れているかを Google で検索していた。父は正確な数字を探していて、私が叫ぶたびに新しい数字にどんどん興味をそそられるのが明らかだった。私は興奮した。月は？平均で 238,855 マイル (384,400 キロメートル) 離れている。ジェイムズ ウェッブ宇宙望遠鏡は？それを 100 万マイル (1,609,344 キロメートル) ほど伸ばす。太陽は？9,300 万マイル (149,668,992 キロメートル)。海王星は？28 億マイル (45 億キロメートル) 離れている。「まあ、ボイジャー 1 号の話聞くまで待って」と私は結局言った。父がこれから何が起こるか知っていると思っていたからだ。彼は知らなかった。「NASA の恒星間探査機ボイジャー 1 号は、実はもう太陽系内にさえいません」と私は発表しました。「いいえ、地球から 150 億マイル (240 億 km) 以上離れており、今この瞬間にもさらに遠ざかっています。」彼の反応はよく覚えていませんが、まったく信じられないという表情をしていたことは覚えています。すぐに、物理的にそれが可能なのかという質問が寄せられました。当惑した笑い声や、「すごい」というさまざまな表現、そして何よりも、畏敬の念が伝染しました。そして、まさにそのようにして、ボイジャー 1 号の新しいファンが誕生したのです。ボイジャー1号が、私たちがこれまでに探査したロボット宇宙探査機の中で最も愛されている機体の一つである理由は簡単に理解できます。また、数か月前にボイジャー1号が私たちとの通信を停止したときに、多くの人が心を痛めた理由も簡単に理解できます。

関連: [NASA のボイジャー1号宇宙船が 5 か月の無通信期間を経てついに地球に通信](#)



PLAY SOUND

1977 年にボイジャー1号を打ち上げたロケット。(画像提供: NASA)

当時は理由は不明だったが、この宇宙船は、[1977 年の打ち上げ](#)以来提供してきた、きちんと整理され、データが豊富な 0 と 1 の代わりに、[意味不明な文字を送り](#)始めた。この古典的なコンピュータ言語のおかげで、ボイジャー 1 号は作成者と会話することができ、同時に「最も遠い人工物」という称号を得た。宇宙船は、このようにして重要な洞察を伝え、新しい木星の衛星の発見につながった。また、このバイナリ ポッドキャストのおかげで、科学者は驚くべきことに土星の新しい環を特定し、太陽系で初めてで唯一の「家族の肖像画」を作成した。このコードは、本質的に、ボイジャー 1 号の存在そのものにとって極めて重要なのだ。

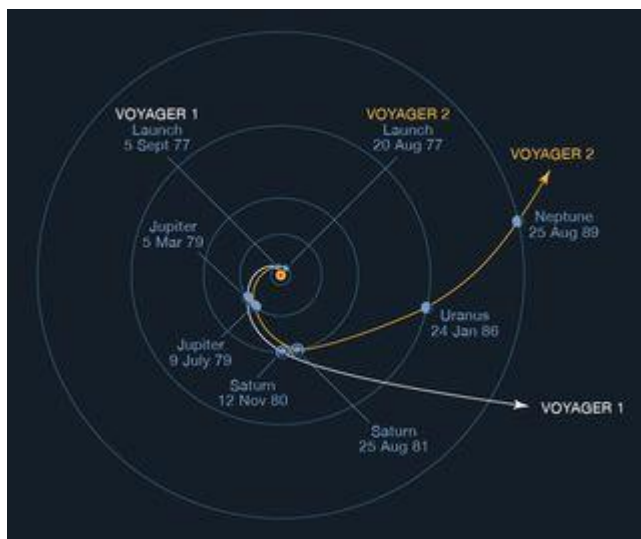
さらに悪いことに、この不具合の原因は、宇宙船のフライト データ システムに関連していることが判明しました。このシステムは文字通り、ボイジャー 1 号の状態に関する情報を送信し、科学者がこの問題などが発生した場合に修正できるようにするシステムです。さらに、宇宙船は地球上のオペレーターから非常に遠いため、送信が宇宙船に届くまでに約 22.5 時間かかり、その後、送信が返ってくるまでに 22.5 時間かかります。残念ながら、しばらくの間、正確には 5 か月ほど、状況は良くありませんでした。しかし、4 月 20 日、ボイジャー1号はついに判読可能な 0 と判読可能な 1 で地球に電話をかけた。「チームはテレメトリが戻るかどうか確認するために週末の朝早くに集まりました」とボイジャー飛行チームのメンバーであるボブ・ラスムセンは Space.com に語った。「このように全員が一堂に集まり、私たちの努力が成功したことを知った瞬間を共有できたのはうれしかったです。私たちの歓声は、勇敢な宇宙船と、その回復を可能にした仲間意識の両方に対するものでした。」そして 5 月 22 日、ボイジャーの科学者たちは、宇宙船が 4 つの機器のうちプラズマ波サブシステムと磁力計機器の 2 つから科学データの送信を再開したという歓迎すべき発表をしました。彼らは現在、残りの 2 つ、宇宙線サブシステムと低エネルギー荷電粒子機器もオンラインに戻す作業を行っています。技術的にはボイジャーには他に 6 つの機器が搭載されていますが、それらはしばらく使用されていませんでした。

戻ってきます

ラスムセン氏は実は 1970 年代にボイジャー計画のチームメンバーだった。コンピューターエンジニアとしてこの計画に携わった後、土星について現在わかっていることのほとんどすべてを教えてくれた宇宙船を打ち上げた カッシーニ など他のミッションに参加した。しかし 2022 年、同氏はミッションに関する別のジレンマからボイジャー計画に戻り、それ以来ずっとチームに所属している。「ボイジャーの打ち上げ時、あるいはそれ以前にも、飛行チームと科学チームの両方にいた最初のメンバーが大勢います」と、NASA ジェット推進研究所の惑星科学者で、ボイジャー計画にも携わったリンダ・スピルカー氏は、TWIT ネットワークのポッドキャスト「This Week from Space」で Space.com に語った。「宇宙船だけでなく、チームのメンバーの長寿は、ボイジャーへの真の賛辞です。」ボイジャー 1 号をオンラインに戻すために、チームは映画のようなやり方で複雑な回避策を考案し、FDS にメモリのコピーを地球に送り返させました。そのメモリ読み出しで、オペレーターは問題の核心である、1 つのチップにまたがる破損したコードを発見しました。その後、別の (正直言って 非常に興味深い) プロセスでコードを修正して修復しました。ボイジャー 1 号がようやく再び会話を始めた日、「部屋ではピンが落ちる音が聞こえるほどでした」とスピルカー氏は語ります。「とても静かでした。全員が画面を見つめ、待ちながら見守っていました。」



NASA のボイジャー 1 号飛行チームが 5 か月ぶりに宇宙船からの応答を受け取ったときの歓喜の光景。(画像提供: NASA/JPL-Caltech)



ボイジャーの軌跡。(画像提供: NASA)

もちろん、スピルカーはチームに食べてもらうためにピーナッツも持参したが、ただのピーナッツではなかった。

幸運のピーナッツだ。

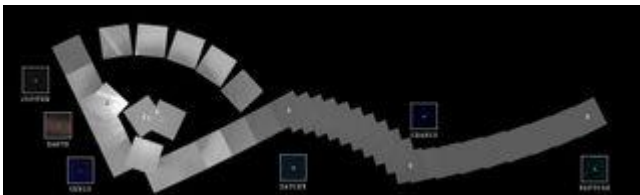
JPL では、打ち上げ、マイルストーン、そしてボイジャー 1 号の復活の可能性など、主要なミッション イベントの前にピーナッツ フェスティバルを開くのが長年の伝統となっています。これは 1960 年代に[始まり](#)、同機関が月面の写真を撮影し、データを集めることを目的としたレンジャー 7 号ミッションの打ち上げを試みていました。レンジャー 1 号から 6 号まではすべて失敗していたため、レンジャー 7 号は大きな出来事でした。そのため、ミッションの軌道エンジニアであるディック ウォレスは、チームがかじってリラックスできるように、たくさんのピーナッツを持ってきました。予想どおり、レンジャー 7 号は成功し、ウォレスがかつて言ったように、「残りは歴史です」。

ボイジャー1号には、ポジティブなスナックの雰囲気が必要でした。

「情報が入ってから 5 か月が経っていました」とスピルカー氏は説明した。そこで、ピーナッツを食べる音以外は静寂に包まれたこの部屋で、ボイジャー1号のオペレーターたちはそれぞれのシステム画面の前に座って待機していた。「突然、データが流れ始めたのです」とスピルカー氏は語った。その時、期待して画面を見つめていたプログラマーたちが席から飛び上がって歓声を上げ始めた。「彼らは部屋の中で一番幸せだったと思います。ボイジャー1号が戻ってきたという喜びがあふれていました」

最終的に、ラスムセン氏によると、チームは、故障はおそらく老朽化と宇宙の高エネルギー粒子が宇宙船に衝突したことによる放射線損傷の組み合わせが原因であるとの結論に達することができたという。これは、ボイジャー1号が双子の宇宙船であるボイジャー2号と同様に、[私たちの恒星近隣の遠い境界を越えてまださまよっていることを考えると、将来同様の故障が発生してもそれほど驚くことではないと彼が考える理由でもある。](#)

確かに、宇宙船はまだ完全に修理されていないが、最近になって科学機器の一部が軌道に戻ったというニュースが流れ、ようやく状況が好転しつつあると知るのは嬉しいことだ。そして、少なくとも、チームがこれまでに得た情報に心配するようなことは何もなかったとラスムセン氏は保証する。「私たちは問題を十分に理解していると確信しています」と彼は言う。「そして、すべてが正常に戻ると楽観視しています。しかし、これが最後ではないことも予想しています。」



ボイジャー1号が撮影した「太陽系の家族のポートレート」シリーズの画像。(画像提供: NASA/JPL)

実際、ラスムセン氏の説明によると、ボイジャー 1 号のオペレーターが状況について楽観的になったのは、不具合の根本原因が確実に判明した直後だった。また、チームの士気が落ち込むことはなかったと同氏は強調する。「間接的な証拠から、宇宙船がほぼ健全な状態にあることはわかっていました」と同氏は言う。「別れを告げるなどとは思っていませんでした」

「むしろ、私たちはできるだけ早く解決に向けて取り組み、何ヶ月も放置されていた船内の他の問題に対処したいと考えていました。私たちは今、その目標に向かって冷静に動いています」と彼は続けた。

ボイジャーの航海の将来

過去数か月間、ボイジャー 1 号がゆっくりと最後の 0 号と最後の 1 号を送り出す方向に進んでいることに対する不安と恐怖が世間に広まっていたことは無視できません。私自身が書いたもの[も含め](#)、インターネット上のあらゆる見出しは、明らかに否定的な重みを持っていました。それは、たとえボイジャー 2 号が技術的にはボイジャー 1 号の後の恒星間飛行の火を運ぶことができたとしても、ボイジャー 1 号を失う可能性は歴史の一部を失う可能性のように思えたからだと思います。「我々はヘリオポーズと呼ばれるこの境界を越えました」とスピルカー氏はボイジャーについて説明した。「ボイジャー1号は 2012 年にこの境界を越え、ボイジャー2号は 2018 年に越えました。そしてその時以来、星間物質を直接測定した最初の宇宙船です。」その物質とは、基本的

に星間の空間を満たす物質を指します。この場合、それは他の星と太陽の間の空間です。私たちはいつもそれを1つだとは考えていませんが、宇宙のもう一つの星に過ぎません。宇宙の海の一滴です。

「JPL は 1972 年に 2 機のボイジャー宇宙船の建造を開始しました」とスピルカー氏は説明する。「参考までに、それは人類が初めて月面を歩いたわずか 3 年後のことでした。これほど早く着手した理由は、[176 年](#)に 1 度しか起こらない、珍しい惑星の並びがあったからです。」この並びのおかげで、木星、土星、天王星、海王星を含む太陽系全体に宇宙船のチェックポイントを設置することができました。これらのチェックポイントは、ボイジャーにとって特に重要でした。惑星訪問とともに重力アシストが行われますが、重力アシストは太陽系内で物体を飛ばすのに役立ちます。そして、今では太陽系外でも物体を飛ばせることがわかっています。太陽系を離れた最初の人工物として、アメリカの初期の宇宙計画の遺物として、そして何十年も前の技術でさえもいかに堅牢であるかの証として、ボイジャー1号は、通常は時とともに失われた素晴らしいものにのみ残されるような遺産を築き上げました。

関連記事:

—[ボイジャー1号が宇宙から撮影した地球の象徴的な写真は、宇宙における私たちの位置を明らかにしている](#)

—[カッシーニ・ホイヘンス：土星系の探査](#)

—[ボイジャー：双子の探査機が捉えた太陽系の驚異的な画像 15 枚](#)

「私たちの科学者たちは、これまで見逃していたものを見つけたいと熱望しています」とラスムセン氏は述べた。「チームの全員が、このユニークで重要なプロジェクトに全力を尽くすことで自発的に動いています。本当のプレッシャーはそこから生まれます。」それでも、エネルギーの面では、チームのアプローチは臨床的かつ断固としたものでした。「特に興奮したり落ち込んだりした人は誰もいなかった」と彼は語った。「すぐに通常の業務に戻れると確信しているが、同時に、将来またトラブルに見舞われるであろう老朽化した宇宙船を扱っていることもわかっている。それはこのミッションの現実であり、興奮するほどのことではない」それでも、ボイジャー1号のエンジニアにとって、このロボット探査機が世界中の好奇心旺盛な人々の心を捉えていることを思い出すのは、いつも喜びなのだろうと思います。(私と Googleのおかげで、今では父の心も捉えています。)

ラスムセン氏はこう言う。「世界がこのミッションをどれほど高く評価しているかを知るのは素晴らしいことだ。」

[最新のミッション、夜空など、宇宙について語り合うには、当社のスペース フォーラムに参加してください。](#) ニュースのヒント、訂正、コメントがある場合は、community@space.com までお知らせください。

[モニシャ・ラヴィセッティ](#) 天文学チャンネル編集者 モニシャ・ラヴィセッティは、Space.com の天文学編集者です。ブラックホール、恒星の爆発、重力波、太陽系外惑星の発見、そして時空の構造に隠されたその他の謎を取り上げています。以前は CNET の科学ライターであり、その前は The Academic Times の記者でした。ライターになる前は、ニューヨークのウェイル・コーネル医療センターで免疫学の研究者でした。2018 年にニューヨーク大学を卒業し、哲学、物理学、化学の学士号を取得しました。オンライン チェスに多くの時間を費やしています。お気に入りの惑星は地球です。

<https://forbesjapan.com/articles/detail/71065>

2024.05.20 12:00

「原子力発電」がエネルギー転換や CO2 の急速な削減には不可欠だ



[Anna Broughel | Contributor](#)



Getty Images

世界が気候変動という存亡の危機に直面する中、党派政治を超越したエネルギー問題の解決策が1つある。それは原子力発電への大胆な再投資だ。米国や欧州連合（EU）は気候変動対策に多額の費用を投じてきたが、2050年までに温室効果ガスの排出量を実質的にゼロにするという目標を達成するには、現行の政策では不十分であることが明らかになりつつある。問題は資金不足ではない。米国のインフレ抑制法（IRA）は、2032年までに3690億～3兆ドル（約57兆～467兆円）の予算をクリーンエネルギーの導入に割り当てるとしている。同様に、EUは気候変動対策を講じながら経済成長を目指す欧州グリーンディールのような取り組みを通じて、向こう10年間で1兆ユーロ（約169兆円）を投じる意向だ。だが、国連の[気候変動に関する政府間パネル（IPCC）](#)は、再生可能エネルギーに関する現在の予測では、たとえ蓄電池と組み合わせたとしても、2050年の目標を達成するのに十分な脱炭素化を進めることはできないと強調している。二酸化炭素を排出しないベースロード電源（訳注：安価で安定的に供給できる電源）としての原子力がなければ、炭素排出量を実質ゼロにする目標の達成は2070年代以降までずれ込むかもしれない。原子力は単なる気候変動対策ではない。エネルギー安全保障を強化しながら安定した雇用を創出し、環境に優しい水素製造を通してエネルギー転換を促す可能性もある。だからこそ、政策立案者はこの重要な技術である原子力を拡大するという現実的な方針を取るべきなのだ。

米国、カナダ、日本、そして多くの欧州諸国は現在、昨年打ち出された「[原子力3倍宣言](#)」に基づき、2050年までに原子力発電を3倍に拡大しようとしている。[米国](#)では近年、原子力発電の発展はほとんど見られなかった。1996年以降、同国で新たに建設された原子炉は、テネシー州ワッツバー原子力発電所2号機と、ジョージア州ボーグル原子力発電所で最近稼働開始した3号機と4号機だけだ。それでも米国は世界最多の原子炉を持ち、92.7%という高い稼働率を誇る。これは原子炉の停止時間が最小であることを示している。

これとは対照的に、ドイツやイタリアをはじめとする西欧諸国は、国民投票に基づいて原子力発電からの撤退を決めた。だが、原子力からの撤退に向かっていた国の中には、ロシアによるウクライナ侵攻を受けて方針を転換した例もある。スイスとベルギーは廃炉までの期間を延ばすべく、原子炉の寿命を延長している。さらに、ハンガリー、チェコ、ポーランド、スロバキア、ルーマニアといった経済発展途上でエネルギー安全保障上の懸念のある東欧諸国は、原子炉の新規建設計画を進めている。

[次ページ > 原子力は現在の気候危機に対処するために不可欠だ](#) 二酸化炭素排出量を急速に削減するためには、米国もEUも以下の6つの重要な要素を軸に原子力を推進すべきだ。

1. 原子炉の寿命延長

53年の歴史を持つスイスのベツナウ原子力発電所などで稼働する第二世代原子炉は、適切に管理されていれば当初の認可期限を過ぎても安全に運転することができる。原子炉の寿命延長は、早期の廃炉によって信頼性が高く二酸化炭素を排出しない資産が無駄になることを防ぐ。原子炉の耐用年数を60～80年に延長することも検討すべきだ

2. 原子炉の再稼働

実行可能な場合、米エネルギー省が支援するミシガン州パリセード原子力発電所の再稼働事例に倣い、過去に停止した原子炉を再稼働させる。

3. 新規原子炉の建設

エネルギー需要が急増し、安全保障上の懸念がある東欧のような地域では特に、大規模な原子炉と柔軟な小型モジュール炉の両方を国内の発電設備に加える必要がある。

4. 次世代型原子炉の展開

少なくとも10基の先進的な原子炉について大西洋横断的な「注文書」を作成することで、設計を商業化し、実行による学習と規模の経済が働くようにする。

5. 廃棄物貯蔵問題の解

世界初の使用済み核燃料の深地層処分場であるフィンランドの「オンカロ」施設のような成功例に基づき、恒久的な地層処分場を見つける必要がある。

6. 核燃料の再処理

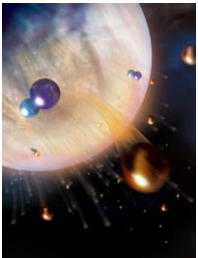
フランスで成功した使用済み核燃料の再処理は、使用済み燃料の量を大幅に削減し、廃棄物の再利用を促進するため、米国でも合法化されるべきだ。

原子力は現在の気候危機に対処するために不可欠であり、環境保護論者とエネルギー安全保障の強硬派はともに受け入れるべきだ。原子炉の寿命延長や再稼働、新規建設、責任ある廃棄物貯蔵といった現実的な政策によって、原子力は全世界が必要としている急速な脱炭素化を推進することができる。これは党派を超えた合理的な投資となる。(forbes.com 原文) 翻訳・編集＝安藤清香

<https://sp.m.jiji.com/article/show/3241327>

2024-05-20 14:13 社会

金星から海が消えた謎に迫る＝水素の宇宙流出、仕組み推定＝米大学



金星の大気上層でイオンが分解し、水素原子（金色）が宇宙へ流出して一酸化炭素分子（青色）が残る想像図。海が消えた謎を解くメカニズムとして推定された（米コロラド大提供）

太陽系初期には地球と双子のように似た金星に海があった可能性が高いと考えられており、米コロラド大の研究チームは大量の水が消えたメカニズムを推定して20日までに発表した。大気上層に水素と炭素、酸素の原子が1個ずつ組み合わさり、プラスの電気を帯びた「HCOプラスイオン」が多く存在すれば、水を構成する水素原子が宇宙に流出するという。これまで金星に到達した探査機ではHCOプラスイオンを観測していなかったため、今後開発される探査機に観測装置を搭載することが期待される。論文は英科学誌ネイチャー電子版に掲載された。金星は地球と同じ岩石質で大きさも似ているが、現在は海がない。大気はほとんど二酸化炭素（CO₂）で構成され、硫酸の雲で覆われているため、温室効果により地表温度は400度を超える。ただ、大気上層の温度は低く、単純に高温が原因で水が蒸発して水蒸気になり、宇宙空間に流出したという説は成り立たない。

金星は地球のような磁気圏がなく、「太陽風」と呼ばれる太陽から噴出するイオンや電子の流れにさらされている。研究チームは、大気上層では水（H₂O）とCO₂からHCOプラスイオンが多く発生しており、マイナスの電子と結び付いて水素原子と一酸化炭素（CO）に分解すれば、水素原子が宇宙に大量に流出すると推定した。コンピューターによるシミュレーションでも裏付ける結果を得たという。 [時事通信社]

https://news.biglobe.ne.jp/trend/0519/kpa_240519_8402925611.html

宇宙黎明期の2つの巨大ブラックホールの合体を発見したジェームズ・ウェッブ望遠鏡

2024年5月19日（日）20時10分 [カラパイア](#)

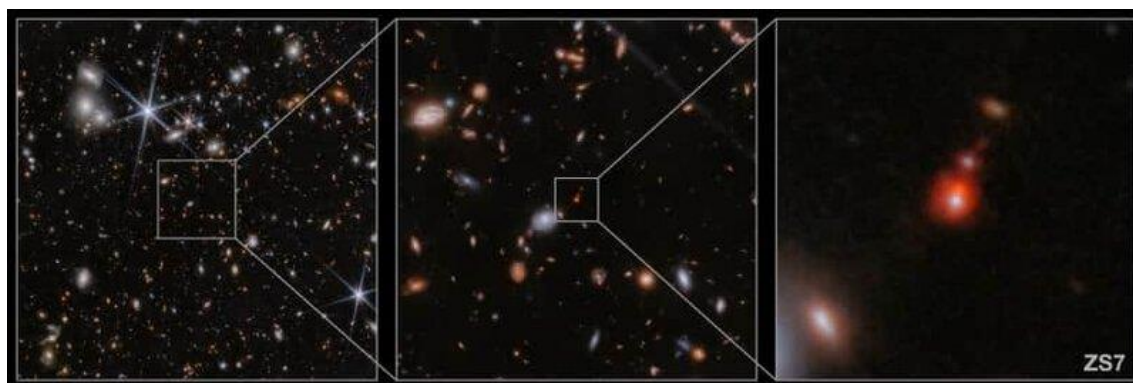


銀河系 ZS7

ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡は、観測可能な宇宙でもっとも遠くにある巨大なブラックホールを2つ発見した。しかもそれらは合体しているという。怪物のようなブラックホールのペアは、地球から130億光年以上先の彼方で発見された。そこはビッグバンからわずか7億4000万年後しか経過していない初期の宇宙だが、それぞれが太陽5000万個分の質量を持つ。このペアは、これまで発見されたブラックホールの中で最大でも最古でもないが、初期の宇宙にこれほど巨大なブラックホールが成長できたという事実は、現在の宇宙理論ではうまく説明できないもので、天文学に大きな謎を投げかけている。

・合体して成長するブラックホールを発見

大きな恒星が[超新星](#)爆発で崩壊したときに誕生するブラックホールを「[恒星質量ブラックホール](#)」と呼び、その後周囲にたどり着くガスや塵から星々まで、ありとあらゆるものを際限なく飲み込んで成長していく。ところが銀河の中心には、太陽の数十万～数十億倍もの質量を持つ怪物のようなブラックホールがある。それが「[超大質量ブラックホール](#)」だ。こうしたブラックホールがここまで大きくなるためには、ただ周囲の物質を飲み込むだけでなく、近くの銀河にあるほかのブラックホールとの合体が重要になると考えられている。今回、ジェイムズ・ウェッブ望遠鏡が発見した2つの巨大ブラックホールは既知の銀河系「[ZS7](#)」で発見された。この銀河系は、「宇宙の夜明け」が起きたとされる初期の宇宙、つまり最初に星々の形成が始まった時期からある銀河だという。この銀河に、超大質量ブラックホールの存在をうかがわせる「活動銀河核」があることなら前から知られていた。銀河の中には、その中心の狭い領域から全体を上回るほど強力な電磁波を放出しているものがある。このような中心部を活動銀河核といい、そのエネルギーは超大質量ブラックホールによってもたらされると考えられているのだ。ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡に搭載された赤外線カメラ（NIRCam）による今回の観測では、ブラックホールの周りにはある濃密なガスの雲の動きが目撃され、ブラックホールが活発に成長しているだろうことが判明した。さらに驚くべきは、すぐそばにもう1つのブラックホールがあり、両者がまさに合体の最中であったことだ。こちらのブラックホールの質量は、最初のブラックホールと同じくらいだと推測されているが、濃密なガス雲に埋もれてその放射線をはっきり観測できないため、断言はできないという。



衝突するブラックホールを拡大すると、オレンジ色の電離水素放射と暗赤色の二重電離酸素放射を観察できる / image credit:ESA/Webb, NASA, CSA, J. Dunlop, D. Magee, P. G. Perez-Gonzalez, H. Ubler, R. Maiolino, et. al

初期の宇宙に巨大ブラックホールが存在する謎

初期の宇宙にこれほどまで巨大なブラックホールが存在する理由を、現在の宇宙理論ではうまく説明することができない。だがブラックホールが宇宙初期の銀河の進化に大きな影響を与えたという仮説も提唱されており、今回のような古いブラックホールの合体によって、その信憑性は高まっている。

このような大規模な衝突の余波は、この地球にも届いているかもしれない。それは [100 年前にアインシュタインが予言し](#)、最近になって検出された「[重力波](#)」のことだ。

水面に石を投げ入れれば波紋が広がるが、重力波もそれに似ており、ブラックホールや中性子星のような巨大な天体が衝突したときに宇宙空間に広がっていく。今回のブラックホールの合体はあまりにも遠方であるため、そこから地球に届く重力波もきわめて微弱なものだ。

だから現時点の重力波検出器では検出できないが、ESA が 2030 年代後半に宇宙に設置しようと計画を進めている次世代検出器「LISA」などなら、初期宇宙から届く波紋をキャッチできるかもしれないそうだ。

この研究は『[Monthly Notices of the Royal Astronomical Society](#)』（2024 年 5 月 16 日付）で発表された。

References: [James Webb telescope spots 2 monster black holes merging at the dawn of time, challenging our understanding of the universe | Live Science](#) / [Webb Detects Ongoing Merger of Two Supermassive Black Holes in Early Universe | Sci.News](#) / written by hiroching / edited by / [parumo](#)

<https://sorae.info/astronomy/20240520-k2-18b.html>

太陽系外惑星「K2-18b」の“生命の観測的証拠”は（今のところ）幻かもしれない

2024-05-20 [彩恵りり](#)

太陽以外の恒星の周りを公転する「太陽系外惑星」の中には、地球のように適度な温度と豊富な液体の水を持つかもしれない惑星がいくつか見つかっています。その 1 つである「K2-18b」について 2023 年 9 月に発表されたある研究では、「ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡」による大気組成の観測の結果、豊富なメタンと二酸化炭素に加えて、生命活動と関連があるバイオマーカーとして注目されている「ジメチルスルフィド」が見つかったと主張されていました。しかし、カリフォルニア大学リバーサイド校の Shang-Min Tsai 氏などの研究チームは、この主張に否定的な研究結果を発表しました。K2-18b のような大気をコンピューターでモデル化し、熱や光によって生じる化学反応を再現したところ、この観測データをもとにジメチルスルフィドを検出できたという先の研究結果は怪しいことが示されたということです。ただし今後、ウェッブ宇宙望遠鏡による K2-18b の追加観測が予定されているため、今後の観測でジメチルスルフィドが検出される可能性は残されています。



【▲ 図 1: 赤色矮星 K2-18 (左側の赤色の天体) の周りを公転する K2-18b (右側の青色の天体) の想像図。K2-18 の周りには、他に別の惑星である K2-18c (中央の褐色の天体) も公転しています。(Credit: Illustration: NASA, CSA, ESA, J. Olmsted (STScI) / Science: N. Madhusudhan (Cambridge University))】

■興味深いバイオマーカーが見つかった惑星「K2-18b」

観測技術の進歩によって、天文学者は地球と似た環境を持つと推定される「太陽系外惑星」をいくつも見つけています。地球と似た環境があれば、そこに独自の生命体がいるかもしれないと考えるのは自然なことです。しかし、仮に独自の生命体がいるとして、その証拠はどのように見つけられればいいのでしょうか？

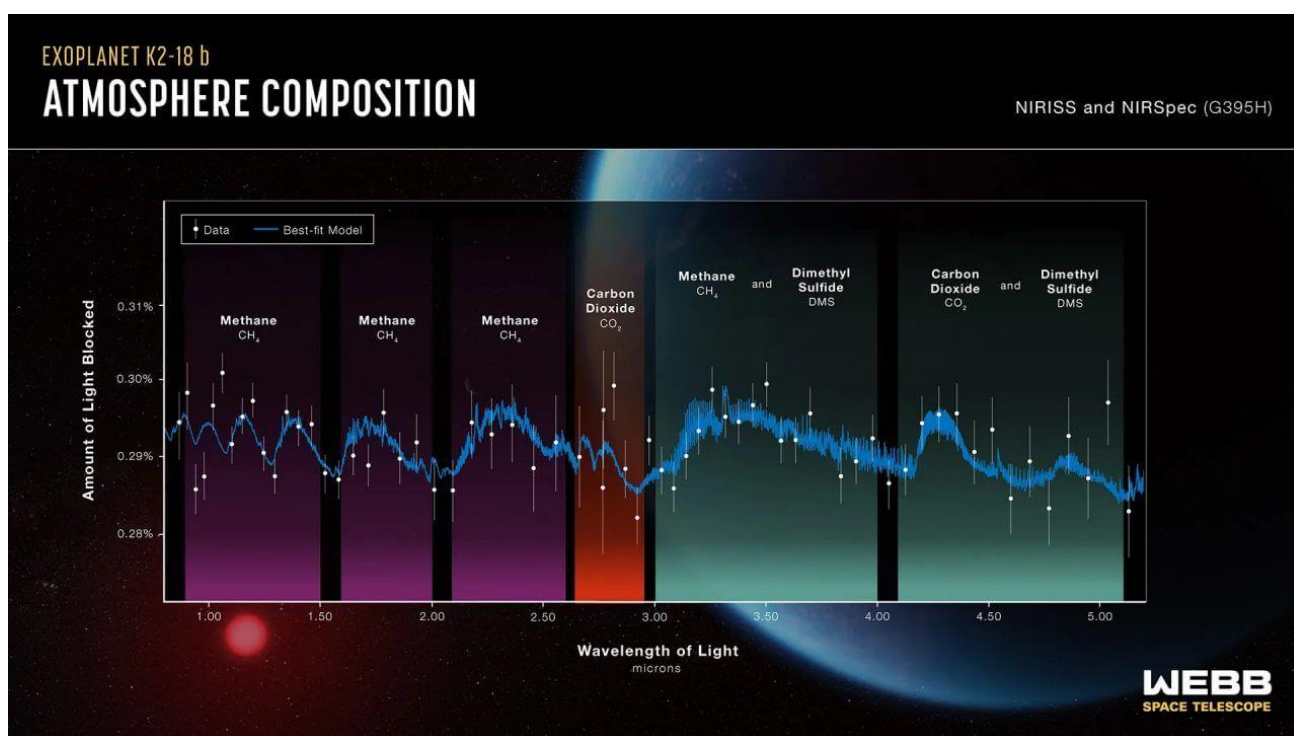
生命活動に関連して放出される化学分子を見つけることは、生命探索の大きな手がかりの 1 つとなります。バイ

バイオマーカーと呼ばれるこれらの分子は、生命活動によって大量に生成されることを特徴としています。分子の種類によっては、生命活動にともなって生成される量の方がその他の要因によって生成される量を上回ることもあります。地球から約 120 光年離れた位置にある惑星「K2-18b」は、「ジメチルスルフィド」と呼ばれる硫黄化合物の発見が報告されたことで注目されています。ジメチルスルフィドは、生命と関係のない自然界の化学反応でも生成されますが、地球では特に植物プランクトンの活動によって大量に生成されることが知られている、代表的なバイオマーカーです。2023 年 9 月、ウェブ宇宙望遠鏡による観測結果を元に K2-18b の大気組成を調べた研究成果が発表されると、大きな注目を集めました。バイオマーカーの 1 つであるジメチルスルフィドの発見に加えて、二酸化炭素とメタンは豊富に見つかった一方でアンモニアが見つからなかったと主張されたことがその理由です。この組み合わせは、1%の水素を含む温暖な気候の大気と、その下に液体の水で構成された海が存在する環境で得られると考えられています。

関連項目

・[「K2-18b」は液体の水が豊富な惑星かもしれない 興味深い分子の存在も示唆](#)（2023 年 9 月 26 日）

ただし、最も興味深い分子であるジメチルスルフィドについては、その存在を示す信号が弱いため、この結果を発表した研究者自身も予備的な結果であると認めていました。



【▲ 図 2: ジェイムズ・ウェブ宇宙望遠鏡で観測された K2-18b の大気組成。真ん中の赤い帯中にジメチルスルフィドの存在を示唆するスペクトルがあります。(Credit: Illustration: NASA, CSA, ESA, J. Olmsted (STScI) / Science: N. Madhusudhan (Cambridge University))】

■ジメチルスルフィドの存在は（今のところは）幻

Tsai 氏などの研究チームは、K2-18b のような大気組成を持つ天体で、ウェブ宇宙望遠鏡が観測可能なほどの高濃度なジメチルスルフィドが生じ得るのかをシミュレーションしました。ジメチルスルフィドは生命活動もしくは自然のプロセスによって発生し、恒星からの紫外線によって分解されます。ジメチルスルフィドの濃度がウェブ宇宙望遠鏡で観測できるほどのレベルになるのかどうかを最終的に決定するのは、生じる量から分解する量を差し引いた値です。今回の研究では、生物が全く存在しない場合から、地球よりも豊富な生物がいる場合までの様々な条件を設定し、ジメチルスルフィド以外の化合物も含めた様々な分子の生成量を推定しました。他の分子の生成が想定されたのは、いくつかの硫黄化合物が雲の生成に関与していると考えられているためです。雲は日光を遮断し、紫外線によってジメチルスルフィドが分解されるのを防ぎます。



【▲ 図 3: 今回の研究結果により、K2-18b は地球よりはるかに生命が

豊富か、もしくはバイオマーカーの検出が幻である可能性かの両極端な可能性が見えてきました。現時点では後者の可能性が妥当と考えられます。(Credit: Shang-Min Tsai (AI 生成))】

シミュレーションの結果、ジメチルスルフィドの濃度がウェブ宇宙望遠鏡の性能で K2-18b の大気中から検出できるほど高くなるには、地球の 20 倍以上の生物の存在が必要であることが分かりました。ただし、これほど生命豊かな環境を想定しても、ウェブ宇宙望遠鏡の観測データからジメチルスルフィドの存在を証明するのは困難であることに変わりはないことも分かりました。この結果からすると、K2-18b が生命あふれる惑星であるとするよりも、ジメチルスルフィドを検出したという結果が幻であるとする方が妥当でしょう。

ただし、2024 年後半にはウェブ宇宙望遠鏡による K2-18b の追加観測が予定されており、今回の研究が示すこの少し残念な結果は早めに覆るかもしれません。現在の観測結果だけではジメチルスルフィドの存在をはっきり確定させることはできませんが、この追加観測によって白黒をよりはっきりさせられるデータが得られるかもしれません。

Source

[Shang-Min Tsai, et al.](#) "Biogenic Sulfur Gases as Biosignatures on Temperate Sub-Neptune Waterworlds". (The Astrophysical Journal Letters)

[Jules Bernstein.](#) "Webb telescope probably didn't find life on an exoplanet — yet". (University of California, Riverside)

文／彩恵りり 編集／sorae 編集部

<https://subarutelescope.org/jp/results/2024/05/23/3406.html>

宇宙生命探査の鍵となる「太陽系外の金星」を発見

2024 年 5 月 23 日 (ハワイ現地時間) 最終更新日：2024 年 5 月 23 日

アストロバイオロジーセンター、東京大学、国立天文台、東京工業大学の研究者を中心とする国際研究チームは、すばる望遠鏡の赤外線分光器 IRD などを用いた観測と NASA の宇宙望遠鏡 TESS を用いた観測の連携を通して、地球からわずか 40 光年の距離に新たな系外惑星「グリーゼ 12 b」を発見しました。この惑星は地球や金星と同程度の大きさを持ち、太陽よりも低温の恒星のまわりを 12.8 日の時間をかけて周回しています。グリーゼ 12 b が恒星から受け取る日射量が金星の場合と同程度であること、また、大気が散逸せずに一定量残っている可能性があることから、グリーゼ 12 b はこれまでに発見された系外惑星と比べて、「金星のような惑星の大気の特徴を調べるのに最も適した惑星」と言えます。金星は地球の兄弟とも呼ばれる惑星ですが、金星が地球と異なり生命にとって過酷な環境になった原因は大きな謎として残されています。今後、NASA のジェイムズ・ウェブ宇宙望遠鏡や次世代の大型望遠鏡でグリーゼ 12 b の大気を詳細に調査することで、惑星が生命の居住に適した環境を持つための条件についての理解が大きく進むと期待されます。 [拡大して表示](#)



図1：地球から約 40 光年先の低温の恒星をまわる、地球サイズの太陽系外惑星「グリーゼ 12 b」の想像図。この図ではグリーゼ 12 b のまわりに薄い大気が描かれていますが、惑星が実際にどのような大気を持つのかはまだ分かっておらず、今後の研究によって明らかになることが期待されます。高解像度画像は[こちら \(1.9 MB\)](#) (クレジット：NASA/JPL-Caltech/R. Hurt (Caltech-IPAC))

多種多様な生命を育む私たちの地球は特別な惑星なのでしょうか？ それとも、広い宇宙の中ではありふれた存在なのでしょうか？人類にとって根源的とも言えるこの問いに答えるためには、地球と似た別の惑星からヒントを得る必要があります。とりわけ、地球の隣の惑星である金星は重要な研究対象の一つです。金星のサイズ（地球の 0.95 倍）や質量（地球の 0.82 倍）はまさに「地球の兄弟」とも言えるほど地球と似通っていますが、その大気は高温高圧で乾燥しており、地球とは似ていません。太陽から受ける光の量（日射量）に多少の違いはありますが、なぜ金星がここまで地球と異なる表層環境をもつようになったのかは、はっきりと分かっていません。このように、惑星が生命の存在に適した環境をもつための条件はまだ曖昧で、その理解を深めるためには、金星だけではなく「太陽系外の金星」にもヒントを求めることが重要です。

太陽以外の恒星を周回する惑星は、1990 年代以降、様々な検出方法によって探索され、その発見数は 5500 個を超えています。特に、アメリカ航空宇宙局（NASA）が 2009 年に打ち上げたケプラー衛星によって探索が大きく進展し、地球程度かそれより小さなサイズの惑星も発見されるようになりました。しかし、これらの惑星の大半は地球から数百光年と遠く離れた場所にあるため、現在はもちろん、近い将来の望遠鏡でも、それらの惑星の大気や表層環境を詳細に知ることは困難です。そこで近年、太陽系の近くにある、太陽よりも軽くて小さい、M型星と呼ばれる恒星を周回する惑星の探索が精力的に進められています。恒星が軽くて小さいと、惑星が恒星を周回する運動に伴う恒星の速度変化や明るさの変化が検出しやすくなるためです。前者の探索手法をドップラー法（注1）、後者をトランジット法（注2）と呼びます。

ドップラー法では、光を多数の「虹」に分ける「分光」観測をします。分光観測では、恒星からたくさんの光量を受け取る必要がありますが、M型星は可視光では暗く、赤外線では明るいという特徴があります。そこで、すばる望遠鏡では、新しい赤外線分光器 IRD（InfraRed Doppler、アイ・アール・ディー）を用いたドップラー法による惑星探査（IRD-SSP）を 2019 年度から開始しました（注3）。今回発見されたグリーゼ 12 b を擁する恒星（グリーゼ 12）は、表面温度が 3000 度と、太陽より 2500 度ほど低く、半径が太陽のおよそ4分の1のM型星です。研究チームは、うお座の方向の約 40 光年先にあるこの恒星を、IRD-SSP 探査のターゲットの一つとして、2019 年から 2022 年にわたって集中的に観測しました。一方、グリーゼ 12 は、トランジット法で惑星を探索する NASA の宇宙望遠鏡 TESS（テス）でも、2021 年 8 月から 2023 年 10 月の間に観測されました。TESS の観測チームはグリーゼ 12 の観測データから地球サイズの惑星が存在する兆候を検出し、2023 年 4 月に情報を公開しました。これを受け、本研究チームはアストロバイオロジーセンターや東京大学が開発・運用する多色同時撮像カメラ MuSCAT（ムスカット）シリーズを用いて追観測を行い、TESS で検出された惑星の兆候がノイズではなく本物であることを確認しました。さらに、TESS および MuSCAT シリーズで得られたデータの解析から、惑星の公転周期を 12.8 日、半径を地球の約 0.96 倍と求めました。研究チームはさらに、IRD のデータをカラーアルト天文台の 3.5 メートル望遠鏡で取得されたドップラー観測データと組み合わせて解析することで、グリーゼ 12 b の質量の上限値を地球の 3.9 倍と求めました。

グリーゼ 12 b はどのような惑星なのでしょうか？この惑星の「1 年」（公転周期）は 12.8 日と短く、その軌道は主星からわずか 0.07 天文単位（太陽—地球間の距離の約 1/14 倍）しか離れていません。しかし、主星の温度が低いため、惑星が主星から受ける日射量は地球の日射量の約 1.6 倍と、金星（地球の約 1.9 倍）と同程度にとどまっています。それでも、この日射量では惑星の表層が高温になってしまい、地表に液体の水が存在したとしても暴走的に蒸発してしまう可能性が高いと考えられます。一方、惑星表面に液体の水が安定して存在できるかどうかは、日射量に加えて大気の組成や量も重要な要素となります。たとえば、仮に惑星の表面が適温でも、大気が希薄であれば水は液体として存在できません。しかし、太陽系外の地球型惑星がどのような大気をもつ

かはまだほとんど分かっていません。地球型惑星の大気の研究対象としては、7つの地球型惑星をもつトラピスト1惑星系（注4）が有名です。そのうち内側から2番目の惑星であるトラピスト1cは、半径（地球の約1.1倍）や日射量（地球の約2.2倍）が金星やグリーゼ12bとよく似ています。しかし、近年のジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡（JWST）による観測によって、この惑星には少なくとも金星のような厚い大気は存在しないことが明らかとなりました。トラピスト1は活動性が高く、強いX線や紫外線、恒星風などを放射しているため、トラピスト1cはそれらの高エネルギー線の照射を受け、大気の大半を消失してしまった可能性が高いと考えられています。一方、グリーゼ12bは主星のX線強度がトラピスト1より1桁ほど弱く、また、主星からの距離がトラピスト1cと比べて4倍以上離れているため、惑星が主星から受ける高エネルギー線照射の影響はトラピスト1cと比べて弱いと考えられます。したがって、一定量の大気を保持している可能性がより高いと言えます。グリーゼ12bは地球からの距離が近いため、トラピスト1cと同様にJWSTや次世代の大型望遠鏡を用いた惑星大気観測の対象として最適です。今後、グリーゼ12bの大気を観測し、金星やトラピスト1cの大気と比較をすることで、地球型惑星の大気が主星からの放射環境によってどのように異なるのかを明らかにできると期待されます。現在の金星の表層には液体の水は存在しませんが、過去に存在した可能性が指摘されています。同様に、条件によってはグリーゼ12bにも過去に液体の水が存在した、もしくは現在も存在する可能性も残されています。アストロバイオロジーセンターの葛原昌幸特任助教は、「今後のJWSTによる詳細観測や、将来の30メートル級地上望遠鏡によるトランジット分光観測や直接観測によって、この惑星がどのような大気を持つのか、水蒸気、酸素、二酸化炭素などの生命に関連のある成分が存在するのか、明らかになる」と期待します。本研究成果は、米国の天体物理学専門誌『アストロフィジカル・ジャーナル・レター』に2023年5月23日付で掲載されました（Kuzuhara, Fukui et al. "[Gliese 12 b: A temperate Earth-sized planet at 12 pc ideal for atmospheric transmission spectroscopy](#)”）。

（注1）ドップラー法は、惑星の公転運動にともなう恒星の微小な速度変化を測定して惑星を探す方法です。

（注2）トランジット法は、惑星が主星の手前を通過（トランジット）する際に生じる主星の微小な減光をとらえる方法です。

（注3）IRD-SSPの初期の重要な成果として、ハビタブルゾーン（惑星表面上で液体の水が安定して存在することが可能な軌道領域）を横切る超地球「[ロス508b](#)」の発見を報告しています。

（注4）トラピスト1はみずがめ座方向の約41光年先にあるM型星です。地上の望遠鏡やNASAのスピッツァー宇宙望遠鏡を用いたトランジット法による観測から、ハビタブルゾーン内の惑星を含む7つの地球型惑星が発見されています。



地球から約40光年離れた低温の恒星をまわる、地球サイズの太陽系外惑星「グリーゼ12b」の想像図へ至る動画。この図ではグリーゼ12bの薄い大気が描かれていますが、惑星が実際にどのような大気を持つのかはまだ分かっておらず、今後の研究によって明らかになることが期待されます。（クレジット：動画：4D2U project, NAOJ,

画像：NASA/JPL-Caltech/R. Hurt (Caltech-IPAC))

すばる望遠鏡について

すばる望遠鏡は自然科学研究機構国立天文台が運用する大型光学赤外線望遠鏡で、文部科学省・大規模学術フロンティア促進事業の支援を受けています。すばる望遠鏡が設置されているマウナケアは、貴重な自然環境であるとともにハワイの文化・歴史において大切な場所であり、私たちはマウナケアから宇宙を探究する機会を得られていることに深く感謝します。

■関連リンク [国立天文台 2024 年 5 月 24 日 プレスリリース](#)

[アストロバイオロジーセンター 2024 年 5 月 23 日 プレスリリース](#)

[東京大学 2024 年 5 月 23 日 プレスリリース](#)

[低温の恒星を回る惑星を赤外線で見つかる「超地球」が生命を宿す可能性は？— \(2022 年 7 月 31 日 ハワイ観測所 観測成果\)](#) [NASA 2024 年 5 月 23 日 プレスリリース \(英語\)](#)

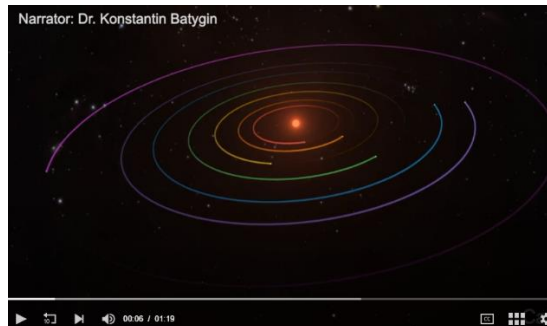
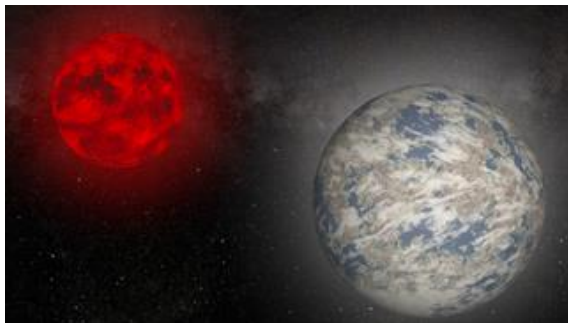
<https://www.space.com/gliese-12-b-tess-exoplanet-hunt-for-life>

NASA の宇宙望遠鏡が地球サイズの太陽系外惑星を発見、生命を探すには「悪くない場所」

「場所」 [ロバート・リー](#) 著

出版された 7 時間前

グリーゼ 12b は、赤色矮星の周囲わずか 40 光年の距離に位置しており、非常に近く、適度に暖かい。



新たに発見された地球サイズの太陽系外惑星グリーゼ 12 b とその赤色矮星の親星のイラスト。(画像提供: Robert Lea (Canva で作成))

PLAY SOUND

NASA の宇宙望遠鏡を使った科学者たちは、魅力的な世界を発見した。地球とほぼ同じ大きさで、太陽系に非常に近く、私たちが知る生命にとって快適な場所かもしれない。

グリーゼ 12b と名付けられた この太陽系外惑星、または「[太陽系外惑星](#)」は、[地球](#) から約 40 光年離れたうお座にある [小さく](#) て冷たい [赤色矮星](#) を周回している。NASA のトランジット系外惑星探査衛星 (TESS) でチームが発見したこの太陽系外惑星は、幅が地球の約 1.1 倍と推定されており、地球や、太陽系の「双子」と呼ばれることが多い金星に似ている。

グリーゼ 12 b は主星であるグリーゼ 12 の周りを非常に近い距離で回っているため、1 年はわずか 12.8 地球日です。しかし、赤色矮星のグリーゼ 12 は太陽の約 4 分の 1 の大きさしかないので、主星よりもはるかに低温です。つまり、グリーゼ 12 b は [赤色矮星である親星から太陽と地球の距離のわずか 7% しか離れていないにもかかわらず、その惑星系の居住可能領域内にあります。](#)「[ゴルディロックスゾーン](#)」としても知られる居住可能領域は、惑星が液体の水を持つのに暑すぎず寒すぎない恒星の周囲の領域であり、私たちの知る生命にとって不可欠な要素です。ただし、重要なことに、グリーゼ 12 b の発見に携わった 2 つのチームは、まだそこに大気があるかどうか確信が持てていません。そのため、この世界が居住可能かどうかは不明です [が、研究者たちは慎重ながらも楽観的です。](#) 関連: [木星サイズの若い「綿菓子」系外惑星がスーパーアースへと縮小している可能性](#)

「最も興味深いのは、この惑星が地球に非常に近いことだ。実際、地球に最も近い通過惑星の一つだ」と、南ク

イーンズランド大学の天体物理学者シシル・ドラキア氏とともにこの研究を率いたロンドン大学ユニバーシティ・カレッジの科学者ラリッサ・パレソープ氏は Space.com に語った。「この惑星は恒星の居住可能領域内にあるか、その端にあるため、居住可能である可能性がある」

もし地球と金星に子供が生まれたら

科学者たちは、グリーゼ 12b が親の赤色矮星の表面を横切る、つまり「通過」するのを発見した。この通過は光のわずかな低下を引き起こすが、[TESS はそれを見抜くのが得意だ](#)。パレソープ氏は、チームがこのプロジェクトに着手した時点では、惑星の公転周期や大きさが正確にはわからなかったと付け加えた。

「地球とほぼ同じ大きさだとわかったのは、うれしい驚きでした」と彼女は続けた。「ですから、それを突き止めることができ本当によかったのですが、居住可能性という点では、地球と金星の間に位置する可能性があることがわかったことは、本当に興奮しました。」

グリーゼ 12b は、金星が太陽から受ける放射線の約 85% を受け取りますが、表面温度は華氏 867 度（摂氏 464 度）に比べて華氏 107 度（摂氏 42 度）とかなり低いと考えられています。

[地球と金星はどちらも太陽の生命居住可能領域内にあるが](#)、一方は生命を育むことができ、好ましい大気を持っているのに対し、もう一方は鉛を溶かすほどの高温で人が住めない地獄のような場所だ。グリーゼ 12b を研究することで、なぜそうなるのか理解できるかもしれない。「グリーゼ 12b は、我々の太陽系がどのように発展してきたかについても多くのことを教えてくれるかもしれない」とパレソープ氏は付け加えた。



新たに発見された太陽系外惑星グリーゼ 12b の大きさ(画像提供: NASA/JPL-Caltech/R. Hurt (Caltech-IPAC))

若い赤色矮星が激しく噴火し、その周りを周回する太陽系外惑星に激しい放射線を吹き付けます。(画像提供: NASA、ESA、D. Player)

研究チームは今後、グリーゼに大気があるかどうかを調査する予定だが、初期の兆候では、もしあったとしても、その大気は比較的薄いだろうということだ。しかし、意外かもしれないが、厚い大気がないことは、この惑星の[居住可能性の見通しにとって良いニュースだ](#)。

「一部の惑星には、惑星全体を覆う非常に厚い水素の大気があることがわかっています。この非常に厚いガス層は、居住可能性にとって実は悪い知らせです」と、パレソープ氏の同僚であるロンドン大学ロンドン校の研究者、ヴィンセント・ヴァン・アイレン氏は Space.com に語った。「通常、これらの惑星は地球の 2 倍から 3 倍の大きさです。グリーゼ 12 b は実際の地球と同じ大きさなので、おそらくこれほど厚い大気はないと思われます。」[「大気が全くない可能性」もあり、居住には適さないでしょう。あるいは、地球のような薄い大気があるかもしれません。](#)それでも、グリーゼ 12 b に大気がなくても、[天の川銀河の他の場所での生命の探索を進める上で重要なテスト対象になる可能性がある](#)。なぜなら、グリーゼ 12 b が公転する恒星は赤色矮星であり、たまたま私たちの銀河系で最も一般的な形態の恒星であるからだ。しかし、赤色矮星惑星系に関しては、私たちはあまりよく知らない。

赤色矮星の周りの生命

天の川銀河では、赤色矮星は、中心核で水素をヘリウムに融合し続けている最大の恒星群を構成しており、このプロセスは、いわゆる「[主系列](#)」の恒星の寿命を規定しています。私たちの銀河系の恒星の 60% から 70% は、グリーゼ 12 のような赤色矮星であると推定されており、地球に最も近い 30 個の恒星のうち、少なくとも 20

個は赤色矮星です。「小さな恒星の周りの惑星について、それがどのようなものか、そしてそのような惑星に生命が存在する可能性があるかどうかを知ることは興味深い」とヴァン・アイレン氏は付け加えた。

正式には K 型または M 型の星として知られている赤色矮星の質量は、太陽の 7.5% から 50% です。太陽に比べて質量が小さいということは、このような星はより低い温度で燃えることを意味します。私たちの恒星の温度が華氏 9,900 度 (摂氏 5,500 度) であるのに対し、このような星は華氏 6,380 度 (摂氏 3,500 度) しか上がりません。たとえば、グリーゼ 12 の表面温度は太陽の約 60% です。この低い温度は、薄暗く輝く赤色矮星が、太陽のような中程度の質量を持つ恒星よりもずっと長く主系列星として存在できることを意味します。太陽の寿命は約 100 億年と予想されていますが、赤色矮星の寿命はその数十倍、あるいは数百倍にもなると予測されています。時には、その数字は数兆年にまで及ぶこともあります。これは、赤色矮星を周回する惑星では、より大きな主系列星を周回する惑星よりも、生命が発達する時間が長いことを意味します。しかし、赤色矮星を周回する太陽系外惑星における生命の展望にとって、すべてが良いニュースというわけではない。

赤色矮星は恒星として成熟した段階では太陽よりも低温であるが、太陽よりもはるかに荒々しいと考えられている。この種の恒星は磁気活動が非常に活発で、X線の形で高エネルギー光の強力なフレアを頻繁に放出していると考えられている。これらの X 線は、赤色矮星に近い惑星の大気を激しく剥ぎ取ることができる。

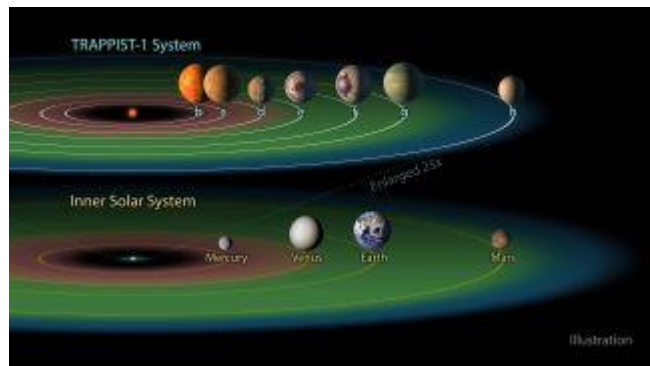
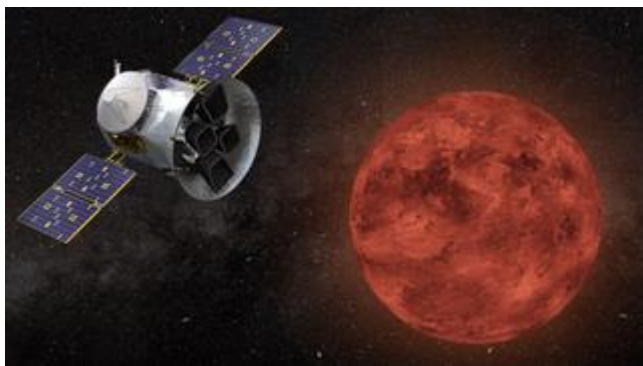
さらに、最近の研究では、長年平穏な状態を保っていた赤色矮星でさえ、突然太陽フレアの 100~1,000 倍の強力なスーパーフレアを噴出する可能性があることが示唆されている。これらの噴出は、このクラスの若い恒星でより一般的であり、居住可能領域であっても大気を剥ぎ取り、液体の水を沸騰させることもできる。

しかし現時点では、グリーゼ 12b の発見に関わった両チームは、軌道上の赤色矮星は比較的穏やかであると考えており、これは太陽系外惑星が大気を持つ可能性にとっては良いニュースとなるかもしれない。

赤色矮星系外惑星は TESS のよいターゲットである

赤色矮星は太陽のような恒星よりも温度が低く、そのためその居住可能領域が恒星に近いため、TESS とそのトランジット方式による惑星探索では、赤色矮星の周囲の太陽系外惑星の検出が実際は少し容易になります。

「基本的に、より頻繁に通過するからという理由だけで、私たちは主星に近い惑星を検出する傾向にあります。赤色矮星の周りを回る惑星を発見した場合、その恒星はより小さいため、通過による減光はより大きくなります」とパレソープ氏は述べた。「赤色矮星はわずかに低温であるため、私たちの太陽系よりも居住可能領域が恒星に近い位置にあります。つまり、TESS で居住可能領域内の惑星を検出できる可能性が高くなります。」



NASA の太陽系外惑星探査機 TESS が赤色矮星を調査している様子を示すイラスト(画像提供: Robert Lea (Canva で作成)/NASA)

赤色矮星を周回し、グリーゼ 12b と類似点を持つトラピスト 1 系惑星群の比較(画像提供: NASA/JPL-Caltech) 研究チームは、この惑星をさらに調査するために、TESS 以外の機器に頼る必要がある。また、グリーゼ 12 b の特徴をより明確にするために、太陽系外惑星の検出方法を別の方法に切り替える予定だ。その 1 つは「視線速度法」と呼ばれるもので、惑星が重力で恒星を引っ張る際に恒星の運動に生じる小さな揺れを利用する。

「次の課題は、惑星の質量を確定することだと思います。私たちは、視線速度望遠鏡である北半球高精度視線速度惑星探査機 (HARPS North) チームの一員として、すでにその作業を積極的に行っています」とパレソープ氏は

語った。「また、視線速度望遠鏡である南半球のヨーロッパ天文研究機構 ([ESPRESSO](#)) からの提案も承認されています。視線速度の観測から、これが実現できると期待しています。」

[ペイルソープ氏とヴァン・アイレン氏はまた、ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡 \(JWST\) を使って惑星の大気をさらに調査する時間も与えられることを期待している。これが可能なのは、グリーゼ 12 b が恒星の表面を通過する際に、その大気を通過する光が大気中の \[元素の特徴的な痕跡を運ぶからである\]\(#\)。](#)

[このプロセスは「透過分光法」と呼ばれ、グリーゼ 12 b は、この方法で調べられるほど近い、地球に似た温暖な惑星のほんの一握りのうちの 1 つにすぎません。](#)

JWST は現在、地球から約 40 光年離れた [TRAPPIST-1 系](#) の 7 つの地球型惑星についても同様の調査を行っている。これらの惑星は、その多くが恒星の居住可能領域内にあるだけでなく、その恒星が小さくて冷たい赤色矮星であるという点でグリーゼ 12b に似ている。

「JWST によって、この惑星の大気について少なくとも何らかの手がかりが得られるだろう。これが、この惑星が発見された今、次に最もエキサイティングなこととなるだろう」とヴァン・アイレン氏は語った。

関連記事: — [綿菓子のような太陽系外惑星は、これまでに発見された惑星の中で 2 番目に軽い](#)

— [冷たい赤色矮星の周囲に発見された地球サイズの惑星はビスケットと同じ名前を持つ](#)

— [恒星が巨大な太陽系外惑星の大気を吹き飛ばし、巨大な尾を残す](#)

グリーゼ 12b に生命が存在する可能性については、2 人の科学者は非常に慎重だ。結局のところ、この世界についての理解も、グリーゼ 12b のように比較的近い [太陽系外惑星の大気中に生命の兆候](#)を検出できる方法も、まだ初期段階だからだ。「グリーゼ 12b は生命について多くのことを教えてくれると思いますが、確実なことは何も言えません。とても興味深いことだと思いますし、グリーゼ 12b に関するさらなる研究結果が出てくるのを心待ちにすべきです」とパレソープ氏は結論づけた。「生命探索を始めるには悪くない場所です」

両チームの研究は、木曜日（5 月 23 日）に「The Monthly Notices of the Royal Astronomical Society」と「The Astrophysical Journal Letters」に掲載された。

[ロバート・リー](#) シニアライター

Robert Lea は英国の科学ジャーナリストで、Physics World、New Scientist、Astronomy Magazine、All About Space、Newsweek、ZME Science に記事を掲載しています。また、Elsevier や European Journal of Physics で科学コミュニケーションに関する記事も執筆しています。Rob は英国の Open University で物理学と天文学の理学士号を取得しています。Twitter で @sciencefirst をフォローしてください。

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20240517-2947781/>

誰でも宇宙旅行できる 2050 年の暮らしを体験！ SusHi Tech Tokyo 2024 が開幕

掲載日 2024/05/17 21:29 著者: [上定真子](#)

目次 [2050 年の東京、未来の一日をいざ体験！](#)

東京・有明アリーナにて 2024 年 5 月 17 日より「SusHi Tech Tokyo 2024 ショーケースプログラム」が開幕した。SusHi Tech Tokyo 2024 は、「自然」と「便利」が融合する未来の都市モデルを東京から発信することを目的として開催され、有明アリーナのほか、日本科学未来館、シンボルプロムナード公園、海の森エリアでも開催されている。



「SusHi Tech Tokyo 2024」有明アリーナ会場の看板

長尺のイメージ映像の様子

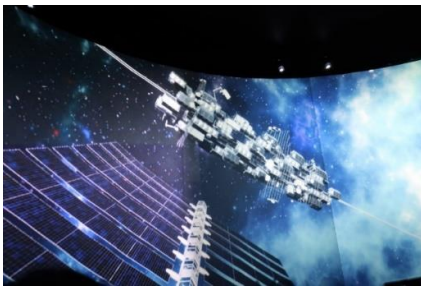
宇宙軌道エレベーターの外観

有明アリーナ会場では、衣食住、買い物、乗り物などテーマに合わせた演出が用意されており、テクノロジーの力によって、2050年の東京にタイムスリップしたような“未来の一日”を体験できる。

会場に入るとまず出迎えてくれるのが、メインアリーナへ進む動線にある約40mにわたる長尺のイメージ映像。これから向かうメインアリーナで体験できる先端プロダクトが社会に定着した様子が2050年へと向かう未来のニュースとして放映されているといった内容で、所定の時間になると花火が打ちあがる様子も見れるので、未来にワクワクしながら楽しんで歩いてほしい。

2050年の東京、未来の一日をいざ体験！

メインフロアに入ると「MOVE エリア」「SHOP エリア」「WORK エリア」「LEARN エリア」「LIVE エリア」「PLAY エリア」などのさまざまなエリアに分けられており、自分が興味あるエリアに赴いてコンテンツを楽しむことができる。例えば、MOVE エリアはラストワンマイルから宇宙旅行まで、未来のモビリティを体験できるエリア。近年、有人宇宙活用に向けた研究が活発化してきたこともあり、エレベーターで誰もが気軽に宇宙へ行ける時代がやって来るとも言われるようになってきた。同イベントでも宇宙軌道エレベーターの模擬体験として、地上3万6000kmにある宇宙観光の拠点「静止軌道ステーション」を目的地として、360度映像と振動装置で本当に宇宙軌道エレベーターに乗っているような感覚を味わうことができる。



宇宙軌道エレベーターで体験できる宇宙の様子

ビーコンを持って歩くとロボット台車が自動でその後をついてくる

自動追従であっても人などの障害物を感知すると自動で停止する

エレベーターに搭乗し、静止軌道ステーションに向けた映像が開始されると椅子が振動したり風が吹きかけられたり、さまざまな仕掛けがによる臨場感のある体験ができるほか、宇宙軌道エレベーターの実現に必要な「ケーブル技術」のわかりやすい解説も聞けるため、宇宙軌道エレベーターについてよく知らない人でも気軽に「2050年の宇宙旅行」を楽しむことができるだろう。また、WORK エリアでは技術による支援を受けることで作業の際の身体への負担を大幅に軽減できる「未来の働き方」を体験でき、その実現を支える「アシストスーツシリーズ」や「歩行解析診断ロボット」「自動追従ロボット」などのコンテンツが展示されている。

例えば自動追従ロボット台車には、重い荷物を台車で運ぶ際にかかる負担を最大限軽減することが出来る仕組みを搭載。従来の台車では難しいさまざまな角度であっても自由自在に動くことができるほか、専用のシールを道に貼るだけで台車が自動で走行するようになるため工事要らずで自動搬送を可能とするという特徴がある。また、ビーコン(発信機)を持っているとその後を自動でついてきてくれる(自動追従してくれる)ため、幅広い用途や場所で活用できるという。

さらに、LIVE エリアでは、ロボット技術の進化により実現される自動化、サステナブル化、パーソナライズ化した「未来の暮らし」を体験できる。特に自動で動くソファや自動で動くベッドの技術などは注目で、大川家具が提案するロボ家具の1つである横へ動くソファや、センサによって入眠前や起きている時などのさまざまな人の状態を自動で検知し、その時々で最適な角度に自動で変化してくれるベッドなど、今よりも快適な生活環境の実現が期待される未来の暮らしの主流になるものかもしれない。



横に動くソファ

自動で動くベット

こうした展示物の体験のほか、5月21日にはアーティスト「yama」による SPECIAL ライブが開催され、SusHi Tech Tokyo 2024 ショーケースプログラムの応援ソング「声明」を披露することも予定されている。

今回、紹介したコンテンツ以外にも、会場には未来の暮らしを体験できるワクワクするような展示が多数されている。2050年には当たり前になっているかもしれない現在の最先端テクノロジーを体験し、実際に未来の暮らしを想像しつつ、楽しんでみてはいかがだろうか？

なお、SusHi Tech Tokyo 2024 有明アリーナ会場の概要は以下のとおり。

入場:公式サイトよりチケット予約(無料)が必要

会期:2024年5月17日から5月21日

開場時間:5月17日は13:00~20:00。5月18日、5月19日は10:30~20:00。5月20日は11:00~20:00。5月21日は12:00~15:00で、yama SPECIAL LIVE が17:15開場、19:00開演の予定

会場:有明アリーナ(東京江東区有明1-11-1)

https://www.afpbb.com/articles/-/3520948?cx_part=top_topstory&cx_position=4

宇宙望遠鏡「ユークリッド」の新たな画像 暗黒物質解明へ前進

2024年5月24日 13:32 発信地：パリ/フランス [[フランス](#) [ヨーロッパ](#) [宇宙](#) [例外](#)]

宇宙望遠鏡「ユークリッド」から届いた銀河団「Abell 2390」の画像。ESA、国際チーム「ユークリッド・コンソーシアム」、NASA 提供（2023年7月31日提供）。(c)Handout / ESA/Euclid/Euclid Consortium/NASA / AFP





【5月24日 AFP】欧州宇宙機関（[ESA](#)）が打ち上げた宇宙望遠鏡「ユークリッド（[Euclid](#)）」から23日、新たな画像が届いた。画像には、無数の銀河や星の誕生領域、天の川銀河と同じ渦巻き銀河などが含まれていた。

23年7月にESAが打ち上げたユークリッドから画像が届くのは2回目。ユークリッドのミッションには、約20億の銀河の地図を作ることや宇宙の大半を占めると考えられている「暗黒エネルギー（ダークエネルギー）」や「暗黒物質（ダークマター）」の謎に迫ることも含まれている。

地球から27億光年離れた銀河団「[Abell 2390](#)」の画像には、5万以上の銀河が捉えられている。

この画像はまた、ダークマターについてもヒントを与えている。米航空宇宙局（[NASA](#)）ジェット推進研究所（[JPL](#)）のジェイソン・ローズ（[Jason Rhodes](#)）氏は「無数のダークマターにより背後からの光が大きくゆがみ」、丸みを帯びた見た目となっていると指摘する。オリオン座にある「M78（[Messier 78](#)）」のこれまでで最も詳細な画像も届いた。地球から約1300光年の距離にある星の誕生領域だ。画像中央付近の青い領域で、この瞬間にも次々と星が生まれている。ユークリッドに搭載された広視野赤外線望遠鏡の利点が生かされた1枚だ。

(c)AFP/Daniel Lawler and Pierre Celerier

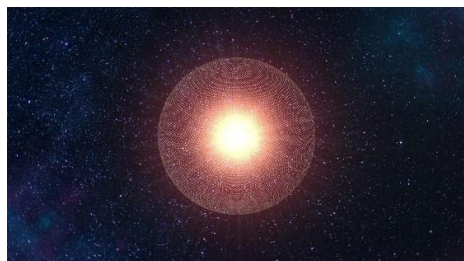
<https://sorae.info/astrometry/20240525-dyson-sphere.html>

天の川銀河で「ダイソン球」の候補を7個発見？ 違ったとしても興味深い発見

2024-05-25 [彩恵りり](#)

非常に高度な文明が建造すると予想されているものの1つに、恒星から放出される全てのエネルギーを利用するための巨大な構造物「ダイソン球（Dyson sphere）」があります。ダイソン球は赤外線の色で熱を排出するので、遠く離れた地球から完成したダイソン球を観測した場合、赤外線を過剰に多く放出する“恒星”として観測されるでしょう。

ダイソン球を探索する「プロジェクト・ヘーパイストス（Project Hephaistos）」は、地球から比較的近い距離にある恒星約500万個を対象にダイソン球の探索を行いました。その結果、ダイソン球の可能性を否定できない天体が7個見つかりました。もちろん、現段階では単なる自然天体である可能性の方がずっと高く、ダイソン球を実際に見つけた可能性は低いでしょう。しかしそれでも、かなり変わった性質を持つ恒星を発見したことになるため、興味深い発見と言えます。



【▲ 図1: 完成したダイソン球の予想図。力学的な制約により、ダイソン球は完全な球殻ではなく、連結されていない小さなパーツが無数に恒星を取り囲む構造をしていると予想されます。（Credit: Бицун）】

【▲ 図2: プロジェクト・ヘーパイストスのロゴ。（Credit: Project Hephaistos（Uppsala University））】

■高度な文明が作っているかもしれない「ダイソン球」

文明が発達すればするほど必要とするエネルギーが多くなります。地球の文明よりもはるかに高度に発達した文明は、やがて恒星から放出されるエネルギーをフル活用しなければならなくなるでしょう。恒星から放たれるエ

エネルギーを無駄なく受けるには、恒星の大部分を覆うような巨大な構造物を建築する必要があります。このような巨大構造物は、提唱者のフリーマン・ダイソンにちなんで「ダイソン球」と呼ばれています（※）。

※...ただし、フリーマン・ダイソンが1960年に提唱した概念は、今日でイメージされる球殻構造（sphere）の構造物ではなく、連結されていない小さなパーツが無数に恒星を周回しているようなイメージであることに注意が必要です。オリジナルの論文では「恒星を包む人工生物圏（biosphere）」という表現だったものの、いつからか biosphere が sphere と勘違いされて生じた誤りです。

では、仮に地球外の高度な文明がダイソン球を構築していたとして、それを地球からの観測で知ることはできるのでしょうか？ 例えば、完全にひとつながりの球殻構造や帯状構造のダイソン球は力学的に不安定であるため、ダイソン球には隙間があると予想されます。このため、周囲にダイソン球が構築された恒星は隙間から不規則に光が漏れることで、異常な変光周期を持つ恒星として観測されるかもしれません。そのような恒星は「タビ之星（KIC 8462852）」などいくつか見つかっていますが、砕けた天体の破片によるものであるなど、もっと普通の自然現象として説明できることが分かっています。

関連記事 ・ [「タビ之星」の謎の減光に新説、放り出された太陽系外衛星が原因？](#)（2019年9月19日）

■「プロジェクト・ヘーパイストス」がダイソン球候補を7個発見？

ただし、原理的には他の方法でもダイソン球を発見することができます。ウプサラ大学の Erik Zackrisson 氏をリーダーとする「プロジェクト・ヘーパイストス」は、そのようないくつかの方法を使って天文観測のデータを分析し、ダイソン球を探索することを目的としています。ヘーパイストス（ヘパイストス）はギリシャ神話において神々の武具などを作った炎と鍛冶の神を指します。

プロジェクト・ヘーパイストスは、分析方法および対象とする天体の違いによって以下の3つに分類されています。

- I. 銀河に属する大半の恒星がダイソン球で囲まれている銀河の探索
- II. 天の川銀河の中で、ほぼ完全にダイソン球で覆われた恒星の探索
- III. 天の川銀河の中で、部分的にダイソン球で覆われている恒星の探索

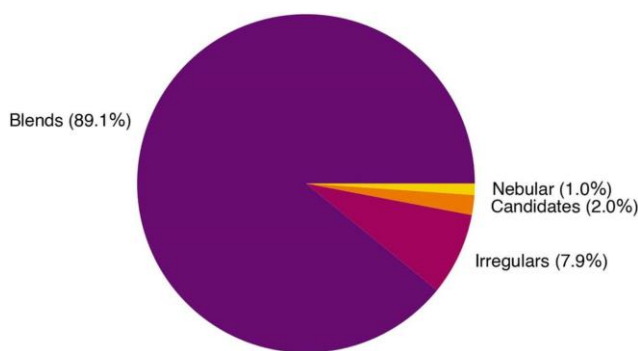
このうちIとIIIについては、すでにある程度の探索成果が発表されています。Iの対象である「大半の恒星がダイソン球で覆われている銀河」は、銀河330個あたり1個未満であることが示されています。IIIの対象である「部分的にダイソン球で覆われている恒星」は、例えば全体の90%程度を覆っているダイソン球の場合、存在数は恒星5万個あたり1個未満であるようです。このように該当する銀河や恒星が存在する確率は低く、残念ながら今のところダイソン球の発見には至っていません。

そしてプロジェクト・ヘーパイストスは今回、IIの対象である「ほぼ完全にダイソン球で覆われた恒星」についての新たな観測結果を発表しました。この研究では「ガイア」「2MASS」「WISE」といった、いずれも多数の天体を観測しカタログ化するプロジェクトの観測データを分析しています。

恒星の周囲をほぼまんべんなく覆うダイソン球が存在した場合、ダイソン球は恒星の放射をほとんど完全に遮断してしまいます。その一方で、エネルギーを変換する過程では排熱が必ず生じます。排熱は熱力学の法則によって発生するものであり、どんなに高度な文明であっても排熱をゼロにすることはできません。従って、ダイソン球を遠くから見れば、他の波長では暗いのに赤外線の波長でのみ異常に明るく見える天体として映るでしょう。ただし、自然にダイソン球のような環境が形成されることもあります。恒星を取り囲む塵や小惑星帯はダイソン球のように恒星からのエネルギーの一部を遮断し、受けたエネルギーの一部を赤外線として放出します。また、銀河やクエーサーなど、無関係な天体が恒星の後ろ側に重なって存在する場合、そこから放出される強力な赤外線放射が混ざってしまうこともあります。ダイソン球の探索におけるこうしたノイズは、光のスペクトルを厳密に分析したり、恒星までの距離を測定したりすることで自然要因を特定して排除することができます。

今回の研究では、最初に約500万個の恒星に対していくつかの基準で自動的にフィルタリングを行い、候補を368個まで絞り込みました。続いて、自然要因で説明可能だがフィルタリングをすり抜けてしまったノイズが含

まれていないかどうか、368 個の候補を手作業で 1 個 1 個精査しました。その結果、ダイソン球の可能性のある天体の候補として最終的に 7 個の恒星が残りしました。今回の研究で見つかった地球に最も近い位置にある候補は、地球から約 466 光年離れた位置にある「Gaia DR3 3496509309189181184」という恒星です。

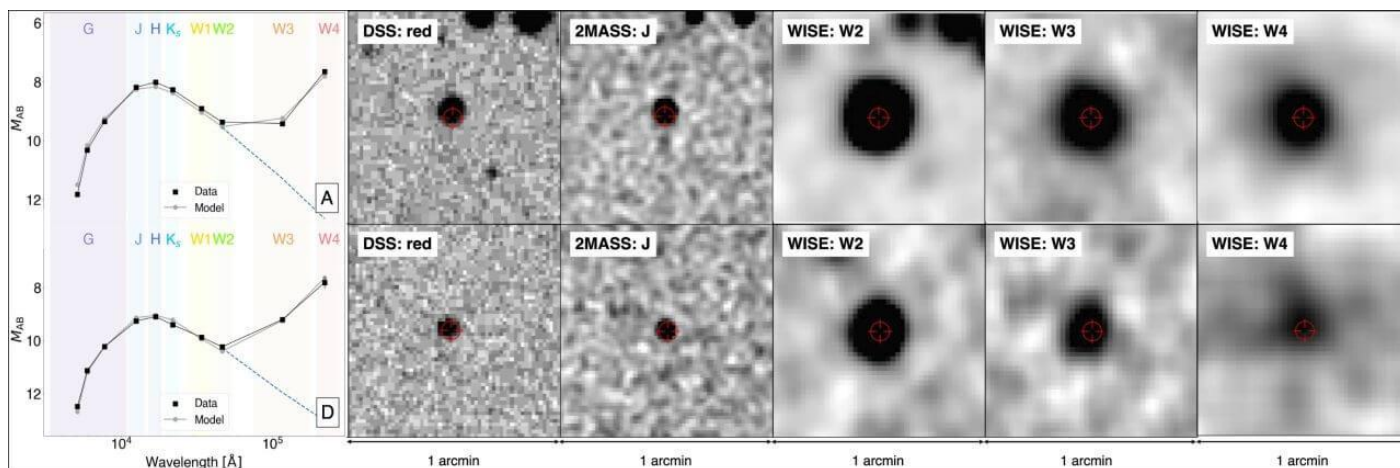


【▲ 図 3: 今回の研究ではまず、約 500 万個の恒星から 368

個をフィルタリングしました。その後 1 個 1 個手作業で精査を行った結果、最終的に 7 個が候補として残りしました。(Credit: Matías Suazo, et al.)】

■ダイソン球ではなかったとしても面白い発見

もちろん、今回の研究だけでは 7 個の候補がダイソン球であるかどうかを判断することはできません。むしろ、7 個ともダイソン球ではない可能性の方がずっと高いでしょう。とはいえ、仮にこの 7 個がダイソン球ではなかったとしても、それはそれで面白い発見です。今回見つかった 7 個のダイソン球候補は、いずれも太陽よりもずっと軽くて暗い M 型の恒星（赤色矮星）です。ダイソン球ではないと否定するには、恒星の周りを大小さまざまな岩石の破片が周回しているというのがもっともらしい説明です。しかし、そのような実例は未だに 1 個も見つかっていません。どうしてそこまで珍しいのか、詳しい理由は判明していません。



【▲ 図 4: 今回見つかった 7 個の候補のうちの 2 つの観測結果。左側のグラフは、他の波長の放射から予測される量と比べて赤外線放射量が異常に多いことを示しています。(Credit: Matías Suazo, et al.)】

今回の研究を通じて見つかった天体は、今まで未発見であった「破片に囲まれた M 型星」である可能性があります。今回の発見をきっかけに詳細な観測を行えば、珍しい理由を解明する研究が行えるようになるでしょう。

いずれにしても、7 個の候補がダイソン球であると確定させるには、追加の観測が必須となります。その過程でダイソン球ではないと判明する可能性が高いとはいえ、天文学的に興味深い天体である可能性は残されています。

Source “[Project Hephaistos](#)”. (Uppsala University)

[Matías Suazo, et al.](#) “Project Hephaistos – II. Dyson sphere candidates from Gaia DR3, 2MASS, and WISE”. (Monthly Notices of the Royal Astronomical Society)

[Matías Suazo, et al.](#) “Project Hephaistos – I. Upper limits on partial Dyson spheres in the Milky Way”. (Monthly Notices of the Royal Astronomical Society)

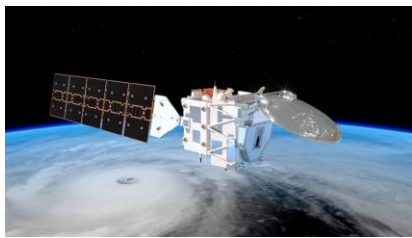
[Erik Zackrisson, et al.](#) “SETI with Gaia: The Observational Signatures of Nearly Complete Dyson Spheres”. (The

https://scienceportal.jst.go.jp/gateway/clip/20240524_g01/

雲を見つめ、気候変動予測を精緻に 日欧衛星「はくりゅう」打ち上げへ

2024.05.24 草下健夫 ／サイエンスポータル編集部

気候変動予測の精緻化を目指す日欧共同開発の観測衛星「はくりゅう（アースケア）」が、月内にも打ち上げられる。大気中の雲粒や微粒子の様子、雲の立体構造や仕組みを、搭載する4つの観測機器を連携させて解き明かす。日本はこのうち、雲の詳しい立体構造を調べるレーダーを開発した。世界初の、雲粒や雨粒の垂直方向の速度を捉える衛星搭載レーダーとして、期待が集まっている。

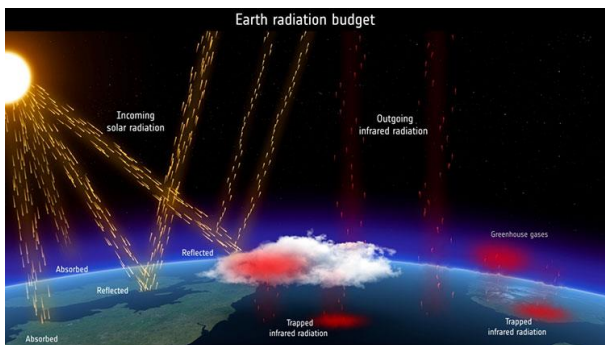


はくりゅうの想像図（ESA、ATGメディアラボ提供）

「水をつかさどる神獣」いざ天を目指す

はくりゅうは、宇宙空間で太陽電池パネルやアンテナを広げた全長が17.2メートル、打ち上げ時の重さが2.3トン。高度400キロをほぼ南北に回る軌道を1周90分で飛び、25日かけ地球をくまなく捉える。設計上の寿命は3年。米スペースX社の大型ロケット「ファルコン9」に搭載され、カリフォルニア州のバンデンバーグ宇宙軍基地から、24日時点の情報では29日にも打ち上げられる計画だ。欧州宇宙機関（ESA）がドイツの管制施設で運用し、観測データがイタリアのESA施設や宇宙航空研究開発機構（JAXA）を経て、国内の研究者らに提供される。アースケア（EarthCARE）の名は、英語で地球を意味する単語「Earth」と、雲と微粒子（エアロゾル）、放射を調べる者の意の「Cloud Aerosol and Radiation Explorer」の頭文字の組み合わせに由来する。“地球をケアするための観測”に掛けた命名のようだ。はくりゅうは、JAXAが4月に発表した和名。衛星本体が白く、太陽電池パネルが細長い尾のように見えることから、想像上の生き物「白竜」に見立てた。JAXAは「竜は水をつかさどる神獣とされ、大気のみかたを解明を目指すという目的にふさわしい。白竜は速く飛べ、高速で周回する衛星のイメージにも合う」などと説明している。

雲の立体構造の理解が課題に



放射収支の概要（英文）。太陽光や地表から出る熱のバランスが大気のを度を左右する。雲や微粒子の影響が大きい（ESA、ATGメディアラボ提供）

スパコン「富岳」（理化学研究所提供）

気候変動予測はコンピューターのシミュレーションなどで行うが、人類は関連する現象を理解しきれておらず、

不確実性が伴う。その大きな要因が、雲や微粒子の効果だという。雲には、地表から出る熱をいったん吸収し、一部をまた戻して地表を温める効果や、太陽光を反射する効果がある。こうしたエネルギーのバランス「放射収支」が大気の温度を左右する。それには雲の厚さや高さ、雲粒の大きさ、形、水分の量などが関わる。また微粒子の存在が雲の性質を大きく左右し、太陽光の反射、吸収の度合いに影響している。

しかし従来、雲粒や微粒子の高精度観測が難しく、雲で起こる現象の仕組みは十分に解明されていない。「ひまわり」などの気象衛星は雲の上端しか観測せず、内部の立体構造まではつかめない。また地上からの観測では、全地球の雲を観測しきれない。そこで、はくりゅうが雲や微粒子を全地球規模で観測。特に、雲や微粒子の垂直方向の動きの情報を積み重ね、気候に与える影響の解明につなげる。

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）が 2021～22 年に発表した第 6 次評価報告書で、世界平均気温は 1850～1900 年に比べ、温室効果ガスの排出が多い想定で 2081～2100 年に 2.8～4.6 度上昇するなど、複数のシナリオが示された。また、気温が上昇するほど陸域の降水量が増え、北極の海水が減り、海面が上昇するなどとした。こうした予測では、気候モデルの間に誤差が大きいことが、制約となっている。

シミュレーションと観測データを連携

気候変動の要因別でみると、二酸化炭素（CO₂）やメタン（CH₄）などの温室効果ガスは予測の誤差が小さい。これに対し微粒子や、微粒子と雲の相互作用は、これらの詳しい効果が未解明で、誤差が大きい。はくりゅうの観測を通じてこれらを詳らかにし、予測の質を高めるねらいがある。

気候変動や気象の予測のため、観測データを、スーパーコンピューターを活用した数値シミュレーションモデルと連携させることの意義も、大きいという。はくりゅうチームの東京大学大気海洋研究所の佐藤正樹教授（気象・大気科学）は「数値モデルは（世界屈指のスパコン）富岳などを活用できる日本の得意分野だ。モデルによる雨や雲の表現を観測データで修正できるため、この衛星に非常に期待がかかっている。集中豪雨や台風などの極端現象のモニタリング、シミュレーションに役立つ」と説明する。

また、観測データと数値モデルの連携により「地球デジタルツイン」を構築することで「われわれが（気象や気候に関連する）質問をすると、生成 AI（人工知能）が的確に答えてくれる時代が来る」という。

史上初、衛星で「ドップラー計測」



CPR によるドップラー速度計測。跳ね返ってくる（後方散乱する）電波の周波数が、雲粒や雨粒が落下しているか、上昇しているかで異なる（JAXA 提供）

はくりゅうは上空を周回しながら 4 つの機器を同時に使って観測し、データを組み合わせて成果を上げていく。機器のうち日本が担当したのは雲の分布や構造を観測する「雲プロファイリングレーダー（CPR）」で、JAXA と情報通信研究機構（NICT）が開発。NEC が設計、製造した。CPR から電波を出し、雲に当たって跳ね返ってくる電波を受信し、雲粒の大きさ、水分の量、雲の立体構造を捉える。衛星のレーダーでは史上初めて「ドップラー速度計測」により雲粒や雨粒の上昇、下降速度を測定し、雲の中の動きを解き明かす。

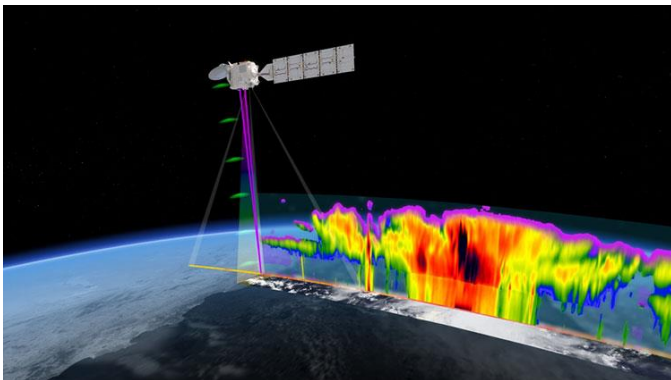
ドップラー速度計測では、雲粒や雨粒が、秒速 7 キロで移動する衛星から遠ざかる、つまり落下している場合は、跳ね返ってくる電波の周波数は放った元の電波より低く、逆に衛星に近づく、上昇している場合は周波数が高くなる。CPR はこれを精密に捉え、雲粒や雨粒の「ドップラー速度」を求める。特に雲の中の上昇流は雲粒の

生成に関連しており、CPR が雲の生成過程の理解に大きく役立つという。

雲を観測する衛星レーダーはこれまでもあったものの、ドップラー速度計測の機能がなく、垂直方向の動きを捉えられなかった。 JAXA の富田英一プロジェクトマネージャは、CPR の高感度を主に 2 つの工夫で実現したと説明する。一つは衛星の軌道を高度 400 キロと低くして地表に近づけたこと。もう一つは、直径 2.5 メートルに及ぶ大型アンテナの開発だ。「秒速 7 キロで進む衛星から、同 2~8 メートルほどしかない雲の垂直方向の速度を計測するのは、非常に難しい。アンテナの向きが少しでもずれると、衛星の速度が計測に混入してしまう」。そこで、熱で変形しにくいアンテナを開発。また、高速で繰り返しパルスを出せる送信機を開発した。一般的な降雨レーダーの 10 分の 1 ほどと短い、波長 3.2 ミリの電波を使う。

日欧協力で知見を深める

残る 3 つの機器は欧州が開発した。「大気ライダー (ATLID)」は CPR がカバーできない小さな微粒子や薄い雲を観測する。CPR などのレーダーは観測に電波を使うのに対し、ライダーはレーザー光を使う。このほか、雲や微粒子の水平方向の分布を観測する「多波長イメージャー (MSI)」と、大気上端の放射収支を捉える「広帯域放射収支計 (BBR)」を搭載した。 ESA のディーク・ベルナート・プロジェクトマネージャは「衛星を軌道に乗せて 3 カ月後に観測を始め、半年後には世界の科学チームに全データを提供する。特に日欧のチームが非常に高品質で興味深いデータを受け、知見を深めていくだろう」としている。 はくりゅう関連の開発費は、JAXA が CPR 開発と固有の地上システム整備費用を含め 83 億円、NICT は非公開。ESA は打ち上げ費用を含め 8 億ユーロ (現在のレートで約 1350 億円) 規模。日欧が地球観測衛星を共同開発するのは初めてという。



はくりゅうが 4 つの機器を連携させて観測する様子の概念図 (ESA、ATG メディアラボ提供)

CPR を衛星本体に取り付ける作業=2017 年 6 月、ドイツ南部のフリードリヒスハーフェン (エアバス社提供)

雲をつかむような? 成果を期待

CPR の開発は 2007 年に本格スタート。当初は 13 年の打ち上げを予定したが、遅れを重ねてきた。富田氏は「(日欧が) それぞれ挑戦的なセンサー開発に挑んだ。CPR は高速で飛ぶ衛星から雲の速度を計測する必要があった。これに加え、送信機を (故障に備えた予備を搭載する) 冗長構成のために 2 つ備えたが、2 つ目の用意に時間がかかった。欧州のライダーは大出力の送信機の開発が難しく、時間を要した」と振り返る。

搭載するロケットも変更を重ねてきた。欧州のアリアンスペース社により、ロシアが開発した大型ロケット「ソユーズ」で南米仏領ギアナから打ち上げる計画だったが、2022 年 2 月にロシアがウクライナに侵攻した影響で同社のソユーズ打ち上げが停止した。同社の新型機「ベガ C」に変更したものの、その 2 号機が打ち上げに失敗するなどしたのを受け結局、同社のライバル機のファルコン 9 に変更された。世界で深刻化するロケット不足の影響が、ここにも響いた形だ。 佐藤氏は「計画に 18 年関わってきた私にとって、待ちに待った打ち上げとなる。長かったが、数値モデルが高度化するなどして良いタイミングとなり、感慨深い」と語る。 「雲をつかむような話」とは、物事が漠然として捉えどころがないことを意味するが、はくりゅうに限っては全く逆らしい。精細な観測を生かした研究を経て、“雲をつかむような”ビビッドな気候変動予測が生まれるのが待ち遠しい。

関連リンク JAXA「[EarthCARE/CPR 特設サイト](#)」 ESA「[earthcare, ESA's cloud and aerosol mission](#)」(英文)