

ESA 主導の木星氷衛星探査計画 JUICE が打ち上げ、木星到着は 2031 年を予定

掲載日 2023/04/14 21:52 著者：小林行雄

欧州宇宙機関(ESA)が主導する国際協力ミッション「木星氷衛星探査計画 JUICE」が、2023年4月14日21時14分(日本時間)、フランス領ギアナのクールーにある ESA の射場よりアリアン 5 ロケットに搭載され打ち上げられた。21時45分時点では、JUICE はロケットからの分離を終えた段階で、今後、地上との通信などの確認作業が進められ、木星に向けた旅路につくこととなる。



JUICE を搭載したアリアン 5 ロケットの打ち上げの様子 (C)ESA/Arianespace

木星に向けて JUICE は、月と地球→金星→地球→地球と順にスイングバイ(フライバイ)を実施。2031年7月に木星軌道に到達予定で、木星の大気や磁気圏の観測などを行うほか、木星の衛星「カリスト」に30回以上、「エウロパ」に2回のフライバイ観測を実施。その後、2034年に「ガニメデ」の周回軌道に投入され、地表から高度500kmまで近づいて詳細な観測を行った後、2035年にミッションが終了する予定となっている。

なお、JUICEには10台の観測機器が搭載されており、その内の4つ、「RPWI」、「GALA」、「PEP/JNA」、「SWI」について日本で開発されたハードウェアが提供され、サイエンス参加も行われるほか、「JANUS」および「J-MAG」の2つの機器については日本ではハードウェア開発は行われていないものの、日本の研究者が共同研究者として観測プログラムに参加する予定となっている。

<https://sorae.info/space/20230412-esa-juice.html>

木星系を探査する ESA の「JUICE」日本時間 4 月 13 日夜の打ち上げ迫る

2023-04-12 sorae 編集部



【▲ ギアナ宇宙センターの最終組立棟 (BAF) から射点へと運ばれる「アリアン 5」ロケット。先端には ESA の「JUICE」探査機が搭載されている。現地時間 2023 年 4 月 11 日撮影 (Credit: ESA - S. Corvaja)】

ESA TV - https://www.esa.int/ESA_Multimedia/ESA_Web_TV

YouTube での打ち上げライブ配信 URL - <https://www.youtube.com/watch?v=ZD9n9HLwswQ>

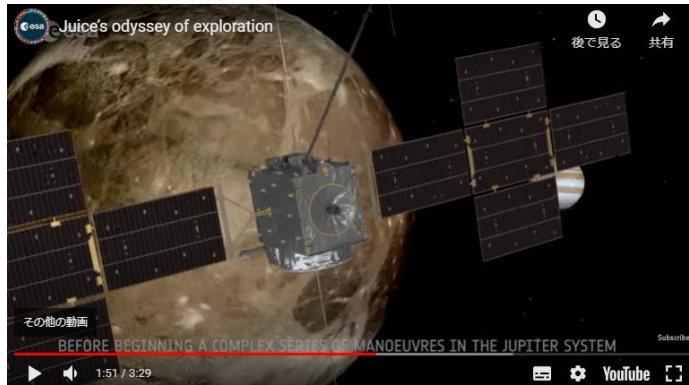
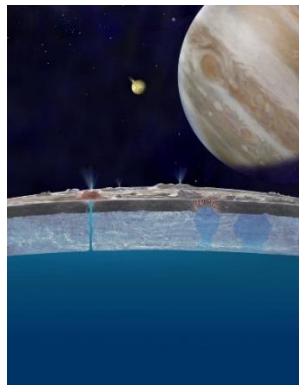
【▲ ESA による JUICE 打ち上げライブ配信（日本時間 2023 年 4 月 13 日 20 時 45 分～）】（Credit: ESA）

【2023 年 4 月 12 日 11 時 15 分】欧州宇宙機関（ESA）の木星系探査機「JUICE」の打ち上げがいよいよ迫ってきました。フランス領ギアナのギアナ宇宙センターでは現地時間 4 月 11 日、JUICE を搭載した「アリアン 5」ロケットのロールアウト（組立棟から射点への移動作業）が行われました。

JUICE の打ち上げ（Flight VA260）は日本時間 2023 年 4 月 13 日 21 時 15 分の予定です。打ち上げの様子は同日 20 時 45 分から ESA TV や ESA の公式 YouTube チャンネルでライブ配信されます（※打ち上げ日時は天候などの影響で変更される可能性があります）。

欧州初の木星系探査ミッションである JUICE は「JUperiter ICy moons Explorer」の略で、日本語では「木星氷衛星探査計画」と呼ばれています。その名が示すように、JUICE の主な探査目標はガリレオ衛星とも呼ばれる木星の四大衛星のうち、エウロパ・ガニメデ・カリストの 3 つ。ミッション前半では木星を周回しながら 3 つの氷衛星をフライバイ観測し、ミッション後半ではガニメデの周回軌道に入って観測を行う計画です。

打ち上げ後の JUICE は地球と金星で 4 回のスイングバイを繰り返して徐々に軌道を変更。木星には 2031 年 7 月に到着して観測を開始し、2034 年 12 月にガニメデの周回軌道へ入ります。JUICE ミッションには宇宙航空研究開発機構（JAXA）、アメリカ航空宇宙局（NASA）、イスラエル宇宙局（ISA）も参加して観測機器を提供しています。



【▲ 「アリアン 5」ロケットのフェアリングに格納される「JUICE」探査機。現地時間 2023 年 4 月 4 日撮影（Credit: ESA - M. Pédoussaut）】

【▲ エウロパの表面を覆う外殻の断面を示した想像図（Credit: NASA/JPL-Caltech）】

【▲ ESA による JUICE ミッションの解説動画（英語）】（Credit: Produced by ESA/ATG medialab）

人類は地球以外に生命が誕生した天体を知りません。生命は地球に固有の存在なのか、それとも太陽系の他の天体や、太陽系外でも誕生する可能性はあるのでしょうか。JUICE は「惑星の形成および生命誕生の条件とは？」と「太陽系はどのように機能しているのか？」の 2 つをテーマに、木星のガリレオ衛星や木星の大気・磁気環境・環などの観測を行います。地球の 5 倍も太陽から離れていて表面は凍りついている木星の氷衛星ですが、注目されているのはその内部です。木星などの巨大ガス惑星を公転する氷衛星の一部では、潮汐過熱（※）によって内部で液体の水が維持されることで、氷の外殻の下に広大な内部海が存在するのではないかと予測されています。エウロパや土星の衛星エンケラドゥスでは、内部から噴出したとみられるプルームが実際に観測されています。

※...別の天体の重力がもたらす潮汐力によって天体の内部が変形し、加熱される現象のこと。地球の生命には「液体の水」「有機物」「エネルギー」が必須だと考えられていますが、太陽光が降り注ぐことのない氷衛星の内部海でも潮汐加熱をエネルギー源として、地球の海底にある熱水噴出孔でみられるような生命が存在しているかもしれません。JUICE はエウロパやガニメデに存在すると思われる内部海を探索し、その環境を探ります。また、太陽系がどのようにして形成されたのかや、地球に水や大気がどのようにしてもたらされたのかは、まだ完全には理解されていません。その謎に迫る鍵とみられているのが、太陽系最大の惑星である木星です。地球の約 318 倍もの質量がある木星は、重力を介して他の惑星や小惑星などと相互作用することで、太陽系

の姿に影響を及ぼした重要な天体だとみなされています。その木星がいつ、どのようにして形成されたのかを理解することにつながるデータを得るのも JUICE の目的の一つです。木星の材料となった物質は厚い大気の奥底にあるので直接調べることはできませんが、JUICE が探査する木星の氷衛星には、木星形成当時の物質が「化石」のように残されている可能性があるかと期待されています。

木星系まで 8 年の旅路、そのスタートとなる JUICE の打ち上げ成功を願います！

関連記事

[木星の氷衛星を探査する ESA の「JUICE」探査機がギアナ宇宙センターに到着 2023 年 4 月に打ち上げ予定](#)

[木星の衛星エウロパの内部を探る NASA 探査機「エウロパ・クリッパー」組み立て開始](#)

[NASA 探査機「エウロパ・クリッパー」完成した本体が JPL のクリーンルームに到着](#)

Source Image Credit: ESA, S. Corvaja, M. Pédoussaut, NASA/JPL-Caltech

[ESA](#) – JUICE

文/sorae 編集部

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/kinmirai-technology-kenbunroku-338/>

宇宙現地での建材生産へ！ レゴリスとでんぷんで高強度コンクリートを作製

掲載日 2023/04/11 14:45 更新日 2023/04/12 16:02 著者：齊田興哉

目次 [レゴリス×じゃがいも成分×塩＝高性能コンクリート！](#)

[スタークリート開発の先に見据えるサプライチェーンとは](#)

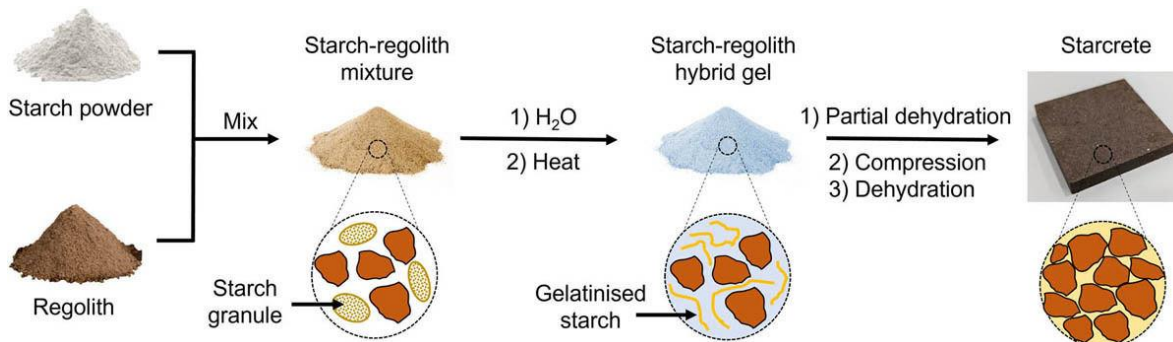
2023 年 3 月 15 日、マンチェスター大学は、地球の外に存在する塵とじゃがいも由来のでんぷん、そしてひとつまみの塩からできる宇宙コンクリート「StarCrete(スタークリート)」の開発に成功したと発表した。なんとこの新素材は、普通のコンクリートの 2 倍の強度を持つという。では、このスタークリートとはどのようなものなのか。今回は、こんな話題について紹介したいと思う。



マンチェスター大学が、宇宙での利用に向けて開発したコンクリート「スタークリート」。その製造方法やメリットについて見ていこう(出典:マンチェスター大学)

レゴリス×じゃがいも成分×塩＝高性能コンクリート！

では早速スタークリートについて見ていこう。研究チームが開発したこの素材は、火星のレゴリスを模擬した物質を、じゃがいも由来のデンプンやひとつまみの塩と混合させることで作製される。以下の図が作製の工程だ。デンプンとレゴリスを混ぜ、そこに水を入れ加熱すると、デンプンがゼラチン化してゲル状になる。そしてその後、圧縮や乾燥を経ることでスタークリートが完成するのだ。



スタークリートの製造法(出典:Open Engineering)

では、この新素材はどれほどの強度があるのだろうか。今回はその圧縮強度で示すと、スタークリートの圧縮強度は72メガパスカル(MPa)。地球上にある一般的なコンクリートの圧縮強度が32MPaである中、2倍以上の値を示したという。ちなみに、月面レゴリスの模擬物質で作製されたコンクリートは、圧縮強度91MPa以上とスタークリートをさらに上回っているとしている。

StarCrete: a starch-based regolith biocomposite



月面のレゴリスを模擬した物質を混ぜて作成されたコンクリートも実現への可能性が高まっているという(出典:マンチェスター大学)

実現が目指されるスタークリートのサプライチェーン(出典:Open Engineering)

スタークリート開発の先に見据えるサプライチェーンとは

マンチェスター大学では、このスタークリートを開発することで、次のような構想を描いているようだ。宇宙空間においてインフラ設備などを構築する場合、莫大なコストがかかることから、地球上と同じ材料を輸送する方法は実現が困難であり、宇宙空間内でも確保できる単純な材料を採用する必要がある。そのため研究チームはデンプンに着目し、サプライチェーンの構築まで画策しているというわけだ。

想定されるサプライチェーンにおいては、まず、水と火星に豊富に存在する CO_2 を利用して、食物を育てる。そして、収穫した食物から得られるデンプンを利用して、スタークリートの製造に活用するというのだ。そのため、今回じゃがいもでの検証に成功した研究チームは、今後さまざまな食物のデンプンを用いて調査していくという。また違う角度からのアプローチとして、レゴリスの大きさやスタークリート製造の圧縮強度の最適化も模索していくとしている。

なお、本研究成果は、[科学誌「Open Engineering」にも掲載されている。](#)

いかがだったでしょうか。マンチェスター大学の研究チームは以前、このスタークリートの開発において、人の血液を混ぜて結合剤にする手法の研究に取り組んでいた。しかし、やはり人間の血液では持続可能ではないということで、今回のデンプンを利用した研究を開始した経緯があるようだ。

研究チームは今後、スタークリートの3Dプリンタによる製造に向けた取り組みや、デンプンの遺伝子的な観点での研究も進めていくとしている。



齊田興哉 さいだともや

<https://sorae.info/space/20230410-water-powered-engines.html>

水を活用した推進システムで宇宙を移動 日本のスタートアップ企業がイノベーシ

ョンを起こす

2023-04-10 [KadonoMisato](#)



【▲Sony が JAXA、Pale Blue と共同開発した超小型人工衛星「EYE」の想像図 (Credit: Sony)】

時として、人工衛星や探査機に搭載される新しい推進システムのアイデアは、「ポップコーン」のように突然飛び出てきます。宇宙で“モノ”を動かす技術の革新は目を見張るものがあり、日本のスタートアップ企業「Pale Blue (パールブルー)」が重要なマイルストーンに到達したという評価を、アメリカの宇宙開発・天文学ニュースサイトの「Universe Today」が下しています。

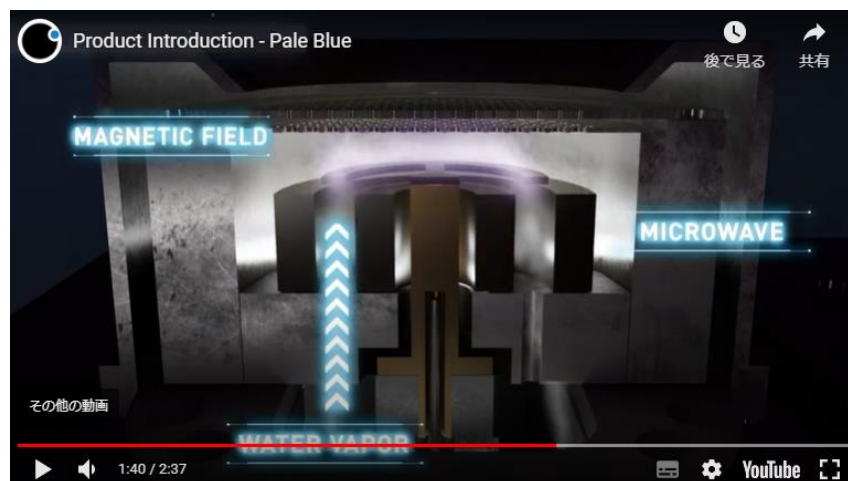
Pale Blue は 3 月 3 日に、小型人工衛星に搭載した「水」をベースにした推進システムが作動し、推力の獲得に成功したことを発表しました。

NASA 発足時から研究が始まった水推進システム

水素原子と酸素原子から構成される水 (H_2O) を活用した推進システムは、アメリカ航空宇宙局 (NASA) が発足して間もない 1960 年代から研究されてきました。NASA が研究した水推進システムは、水を電解装置で酸素と水素に分離し、両方のガスをロケットの推進に活用するというものでした。NASA によると、水素はロケットの燃料としてはもっとも速いスピードを生み出し、酸素は水素の燃焼を助けるといいます。

こうした水を活用した推進システムは、水の電気分解に要する制御システムを実現しやすだけでなく、推進剤の無毒性や耐腐食性、貯蔵の容易さなどの点で大きな利点をもつといいます。そのいっぽうで、宇宙機の推進システムとして長年採用されませんでした。電気分解を行なうために必要な動力や、推進剤を貯蔵するタンクの大きさや重量が当時の科学技術の水準で実現できなかったようです。

2020 年に東京大学からスピンアウトしたスタートアップ企業である Pale Blue が開発した水推進システムは、NASA が着手した水を電解する手法とは別の道を取ります。それが、水蒸気の噴射によって推力を得る「水レジストジェットスラスタ」です。水レジストジェットスラスタが革新的である特徴として、比較的低い圧力で液体状態の水をタンク内に保持し、比較的低温で水を気化できることが挙げられるようです。水レジストジェットスラスタは、人工衛星の軌道変更や姿勢制御に使用されるといいます。



【▲Pale Blue が開発した水推進システムの紹介動画】 (Credit: Pale Blue)

日本の小型探査機にも採用された水レジストジェットスラスタ

日本の小型探査機「EQUULEUS (エクレウス)」に搭載された水レジストジェットスラスタ「AQUARIUS (アクエリアス)」を宇宙航空研究開発機構 (JAXA) と共同開発したのが、Pale Blue の創業者らでした。

今回 Pale Blue が推力の獲得に成功したのは、ソニー、東京大学、JAXA が共同で開発した超小型人工衛星「EYE」への推進システムとして採用された水レジストジェットスラスタです。EYE は、SpaceX の「Falcon 9」ロケットによって 2023 年 1 月 3 日に打ち上げられ、地球低軌道（LEO）への投入に成功しています。

関連 ・ [日本の小型探査機「エクレウス」初期運用フェーズ終了 月の裏側で撮影した画像も公開](#)（2022 年 11 月 29 日）

・ [スペース X、2023 年初の打ち上げミッション「Transporter-6」を実施 ソニー開発の衛星を搭載](#)（2023 年 1 月 12 日）

着実に実績を挙げる Pale Blue の水推進システム

Pale Blue は、水レジストジェットスラスタとは異なるタイプの水推進システムの研究・開発も進めています。「水イオンスラスタ」と呼ばれる推進システムは、マイクロ波で水をプラズマ化し、噴射させることで推力を得るといいます。ただし、Pale Blue が取り組む水イオンスラスタを検証する機会はまだ訪れていない模様です。また、Pale Blue は水レジストジェットスラスタと水イオンスラスタとを組み合わせた「ハイブリッドスラスタ」も開発しました。ハイブリッドスラスタは、2 つのスラスタによって与えられる衝撃によって、より強い推力が得られるのだといえます。ハイブリッドスラスタが搭載された革新的衛星技術実証 3 号機は 2022 年 10 月に「イプシロンロケット」6 号機に搭載されましたが、打ち上げに失敗したため、ハイブリッドスラスタを検証する機会は失われてしまいました。

関連: [JAXA「イプシロンロケット」6号機打ち上げ失敗 ロケットに指令破壊信号送信](#)（2022 年 10 月 12 日）

水をベースにした推進システムの実用化にはまだ長い道のりが残されていますが、水レジストジェットスラスタの作動に成功したことなどで、着実に前進しています。いずれ宇宙空間での標準的な推進システムが選ばれるとき、Pale Blue の水推進システムはその 1 つに加わるだろうと、Universe Today は文章を締めくくっています。

関連記事 [ハッブル宇宙望遠鏡が捉えた遠方の銀河？ いいえ、ファルコン9ロケットの噴煙なんです！](#)

[スペース X「スターリンク衛星」53 機の打ち上げに成功 第 1 段は同一機体 13 回目の飛行を記録](#)

[スペース X、2023 年初の打ち上げミッション「Transporter-6」を実施 ソニー開発の衛星を搭載](#)

Source Image Credit: Sony

[Universe Today](#) - Pale Blue Successfully Operates its Water-Based Propulsion System in Orbit

[Pale Blue](#) - Pale Blue、初の水エンジン噴射に成功

[NASA](#) - Water-Powered Engines Offer Satellite Mobility

[NASA](#) - Experimental Performance of a Water-Electrolysis Rocket

[NASA](#) - Electrolysis Propulsion for Spacecraft Applications

[doi: 10.2322/tastj.16.427](#) - Fundamental Ground Experiment of a Water Resistojet Propulsion System: AQUARIUS

Installed on a 6U CubeSat: EQUULEUS

[東京大学](#) - 「水」を推進剤とするレジストジェットスラスタ

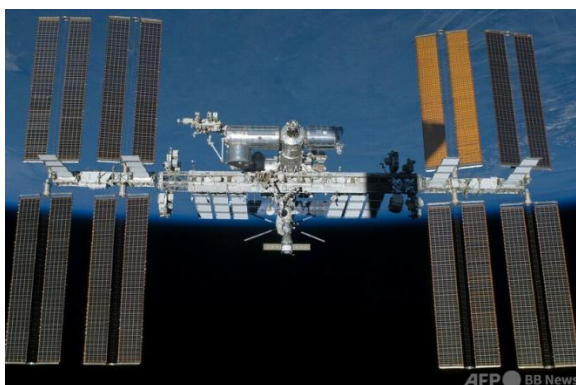
[PR TIMES](#) - ソニーの超小型人工衛星『EYE』が軌道上での通信確立に成功

文／Misato Kadono

https://www.afpbb.com/articles/-/3459780?cx_part=top_category&cx_position=1

ロシア、ISS 運用「2028 年まで」

2023 年 4 月 13 日 3:47 発信地：モスクワ/ロシア [[ロシア](#) [ロシア・CIS](#)]



国際宇宙ステーション（ISS）。米航空宇宙局（NASA）提供（2011年5月29日撮影、資料写真）。(c)Handout / NASA / AFP

【4月13日 AFP】ロシアは12日、国際宇宙ステーション（ISS）の運用を2028年まで続けると表明した。24年以降に撤退するとしていた従来方針を撤回したとみられる。

ロシアの宇宙開発企業ロスコスモス（Roscosmos）のユーリー・ボリソフ（Yury Borisov）最高経営責任者（CEO）は、テレビ放送されたウラジーミル・プーチン（Vladimir Putin）大統領との会談で、ロシアが使用しているISSのセグメントについて、「政府の決定により、運用が2028年まで延長された」と報告。ロシア製宇宙ステーションの建設を議論する「時がきた」と述べた。ロシア政府は昨年7月、ウクライナ侵攻に伴い西側諸国との関係が悪化する中、ISSから「2024年以降」に撤退するとしていた。(c)AFP

https://news.biglobe.ne.jp/international/0414/rec_230414_7247797739.html

中国の宇宙ステーション、酸素資源の100%再生を実現

2023年4月14日（金）19時20分 [Record China](#)



中国の宇宙ステーションは酸素資源の100%再生を実現したとのことです。 [写真を拡大](#)

中国の黒竜江省ハルビン市で13日に開かれた第3回全国有人宇宙環境制御・生命維持技術大会で、中国の有人宇宙環境制御・生命維持システムはすでに「補給型」から「再生型」への根本的な転換を実現しており、宇宙ステーションの酸素資源は100%再生し、水資源の閉鎖度も95%以上まで向上し、毎年の補給量を6トンも減らすなど、主要な技術指標が世界トップ水準に達していることが分かりました。

環境制御・生命維持システムは、宇宙空間という密閉環境において、宇宙飛行士の基本的な生活条件と適切な作業環境を作り、宇宙飛行士の身体の健康と生命の安全を保障するもので、宇宙飛行士の命の「保護傘」と呼ばれています。(提供/CRI)

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20230410-2649821/>

NASA、月飛行計画「アルテミス II」の宇宙飛行士を発表 - いったいどんな人？

掲載日 2023/04/10 19:14 [著者：鳥嶋真也](#)

目次 [1 初の女性、黒人、外国人.....選ばれた4人の宇宙飛行士が示す“多様性”](#)

[アルテミスIIに搭乗する宇宙飛行士](#)

[2 半世紀ぶりの有人月探査に向けた最終関門「アルテミスII」ミッションとは？ \[アルテミスIIミッション\]\(#\)](#)

米国航空宇宙局(NASA)は2023年4月4日、有人月探査ミッション「アルテミスII」で月へ飛行する4人の宇宙飛行士を発表した。選ばれたのは、NASAのリード・ワイズマン宇宙飛行士、ビクター・グローバー宇宙飛行士、クリスティーナ・コック宇宙飛行士と、カナダ宇宙庁(CSA)のジェレミー・ハンセン宇宙飛行士で、コック氏は女性として、グローヴァー氏は黒人として、そしてハンセン氏は米国人以外として初めて月へ飛行する。

4人は早ければ2024年11月にも、「オリオン(オリオン)」宇宙船に乗って月をフライバイ飛行し、将来の有人月探査に向けた試験や実証を行う。アポロ計画以来、約50年ぶりの有人月飛行の実現がいよいよ近づいてきた。



有人月フライバイ・ミッション「アルテミスII」に搭乗する4人の宇宙飛行士。左から、NASAのリード・ワイズマン宇宙飛行士、ビクター・グローバー宇宙飛行士、クリスティーナ・コック宇宙飛行士、カナダ宇宙庁(CSA)のジェレミー・ハンセン宇宙飛行士 (C) NASA/Josh Valcarcel

アルテミスIIに搭乗する4人の宇宙飛行士。左から、CSAのハンセン宇宙飛行士、NASAのグローバー宇宙飛行士、ワイズマン宇宙飛行士、コック宇宙飛行士(C) NASA/James Blair

アルテミスIIに搭乗する宇宙飛行士

アルテミス(Artemis)は、NASAを中心に欧州や日本、カナダなどが共同で進めている国際的な有人月探査計画で、実現すればアポロ計画以来、約半世紀ぶりに月に人類が降り立つことになる。

その実現のため、NASAは巨大ロケット「スペース・ローンチ・システム(SLS)」と、有人宇宙船「オリオン」を開発しており、2022年11月には無人飛行試験ミッション「アルテミスI」を実施した。同ミッションでは、SLSの打ち上げから、無人のオリオンによる月への飛行、月のまわりでの運用、そして地球への帰還といった一連の流れを試験し、大きなトラブルなく無事に完了した。

これに続くミッションが「アルテミスII」である。アルテミスIIでは、オリオンに初めて宇宙飛行士を乗せ、SLSで打ち上げ、地球と月との間を往復飛行する。打ち上げから帰還までは10日間の予定で、有人月探査に必要な各種試験を行う。これが無事に成功すれば、いよいよ2025年以降、「アルテミスIII」ミッションで宇宙飛行士が月に降り立つことになる。アルテミスIIの搭乗員として選ばれたのは、NASAのリード・ワイズマン宇宙飛行士、ビクター・グローバー宇宙飛行士、クリスティーナ・コック宇宙飛行士、そしてカナダ宇宙庁(CSA)のジェレミー・ハンセン宇宙飛行士の4人である。この人選は、アルテミス計画の特徴のひとつである「多様性」を色濃く反映している。アポロ計画で月へ飛行した宇宙飛行士は全員、白人の米国人男性だったが、今回は女性のコック氏、黒人のグローバー氏、カナダ人のハンセン氏が搭乗員として選ばれている。

ちなみに欧州では、障がいを持つ人も宇宙飛行士候補に選ばれており、将来的にアルテミス計画で飛行が予定されている。多様性が大きく発揮されたアルテミス計画は、まさに真の意味で“人類”が月を探索することになる。NASAのビル・ネルソン長官は、「この4人の冒険家には、それぞれに物語があります。しかし、彼らは全員、私たちの信条である『E pluribus unum (プルリブス・ウナム、多数からひとつへ)』を象徴しています。『アルテミス世代』と呼ばれる新しい世代の宇宙飛行士、そして夢見る人々のために、私たちは一緒に新しい探検の時代を

切り開くのです」と述べている。

リード・ワイズマン(Reid Wiseman)

1975 年生まれの 47 歳。メリーランド州ボルチモア出身。米海軍大佐。1999 年から海軍のパイロットを務め、さまざまな戦闘機に搭乗した。2009 年に NASA 宇宙飛行士に選ばれ、2014 年に「ソユーズ TMA-13M」宇宙船で初の宇宙飛行に飛び立ち、国際宇宙ステーション(ISS)に長期滞在した。また、2020 年から 2022 年まで、NASA の宇宙飛行士室の室長を務めた。

アルテミス II が 2 回目の宇宙飛行であり、同ミッションではコマンダー(船長)を務める。

発表に際し、「アルテミス計画では、3 つの単語がモットーとなっています。それは『We are going (私たちが行く)』です。宇宙飛行士だけでなく、皆さんと一緒に行くのです。ぜひ皆さんも声に出して『We are going』と言ってみてください」と語っている。

ビクター・グローバー(Victor Glover)

1976 年生まれの 46 歳。カリフォルニア州ポモナ出身。米海軍大佐。テスト・パイロットとして、40 種類の飛行機で 3000 時間以上の飛行経験を持つ。2013 年に NASA 宇宙飛行士候補に選ばれ、2020 年 11 月に打ち上げられたクルー・ドラゴン宇宙船運用 1 号機(Crew-1)のパイロットとして初の宇宙飛行を実施した。宇宙に半年間滞在した初の黒人米国人でもある。

アルテミス II が 2 回目の宇宙飛行であり、同ミッションではパイロットを務める。

グローバー氏は「今日の発表は、私たち 4 人の名前が発表されたということ以上に多くの意味があります。アルテミス II は、ただ月へ飛行するミッションということにとどまらず、月面に宇宙飛行士を降り立たせるために行わなければならないミッションでもあり、そして人類を火星に到達させる旅の中のステップのひとつでもあるのです」とコメントしている。

クリスティーナ・コック(Christina Koch)

1979 年生まれの 44 歳。ミシガン州グランドラピッズ出身。電気工学と物理学の学士号と電気工学の修士号を持つ。米海洋大気庁の職員を経て、2013 年に NASA 宇宙飛行士候補に選ばれた。2019 年にロシアの「ソユーズ MS-12」宇宙船で初の宇宙飛行に飛び立ち、ISS に長期滞在した。このミッションでは 328 日間にわたり滞在し、女性の 1 回の宇宙滞在の最長記録を樹立したほか、初の女性だけの船外活動も成し遂げた。

アルテミス II が 2 回目の宇宙飛行であり、同ミッションではミッション・スペシャリストを務める。

発表に際し、コック氏は「皆さんはきっと、私に『わくわくしていますか?』という質問をくださると思います。もちろんわくわくしています! ですが、私から皆さんにも、『わくわくしているでしょうか?』と質問したいですね」と冗談を飛ばした。

ジェレミー・ハンセン

1976 年生まれの 47 歳。カナダのオンタリオ州ロンドン出身。カナダ空軍大佐。カナダ空軍で戦闘機パイロットを務めたのち、2009 年にカナダ宇宙庁の宇宙飛行士候補に選ばれた。

2013 年には、古川聡宇宙飛行士らとともに、欧州宇宙機関(ESA)が実施した洞窟内での訓練「ESA CAVES」に参加。2014 年には第 19 回 NASA 極限環境ミッション運用「NEEMO 19」に参加し、海底研究所「アクエリアス」で訓練を行った。

アルテミス II が初の宇宙飛行ミッションとなり、同ミッションではミッション・スペシャリストを務める。また、カナダ人として、そして米国人以外として、初めて地球低軌道を越えて飛行することになる。

ハンセン氏の座席は、2020 年に NASA と CSA が締結した「カナダ・米国ゲートウェイ協定」の一環として用意された。ハンセン氏は「カナダ人が月へ行く理由は大きく 2 つあると思います。ひとつは米国のリーダーシップへの支持です。米国は国際協力チームで月に行くという努力を何年も続けてきました。これこそが真のリーダーシップと呼べるものです。そしてもうひとつは、カナダ人も月へ行けるんだという『やる気』です」と力強くコメントしている。[次へ：半世紀ぶりの有人月探査に向…](#)

アルテミス II ミッション



4人が搭乗する巨大ロケット「SLS」と「オリオン」宇宙船(画像は2022年に行われたアルテミス I ミッションのときのもの) (C) NASA/Bill Ingalls

アルテミス II 用に製造中のオリオン宇宙船のカプセル(2021年撮影) (C) NASA/Kim Shiflett

今回選ばれた4人は、これから厳しい訓練を受けることになる。宇宙飛行士だけの訓練にとどまらず、地上からミッションを監視するミッション・コントロール・チームとの共同での訓練も行われる。

一方、4人を打ち上げるロケットや宇宙船の準備も進んでいる。この3月には、SLSロケットのコア・ステージ(第1段機体)の組み立てが完了した。また、SLSの第2段にあたるICPS、そしてSLSの固体ロケット・ブースターはすでにケネディ宇宙センターにあり、組み立てを待っている状態にある。

オリオンのカプセル、欧州が製造するサービス・モジュールも同様に組み立てが進んでいる。

アルテミス II の打ち上げは、現時点で2024年11月以降に予定されている。

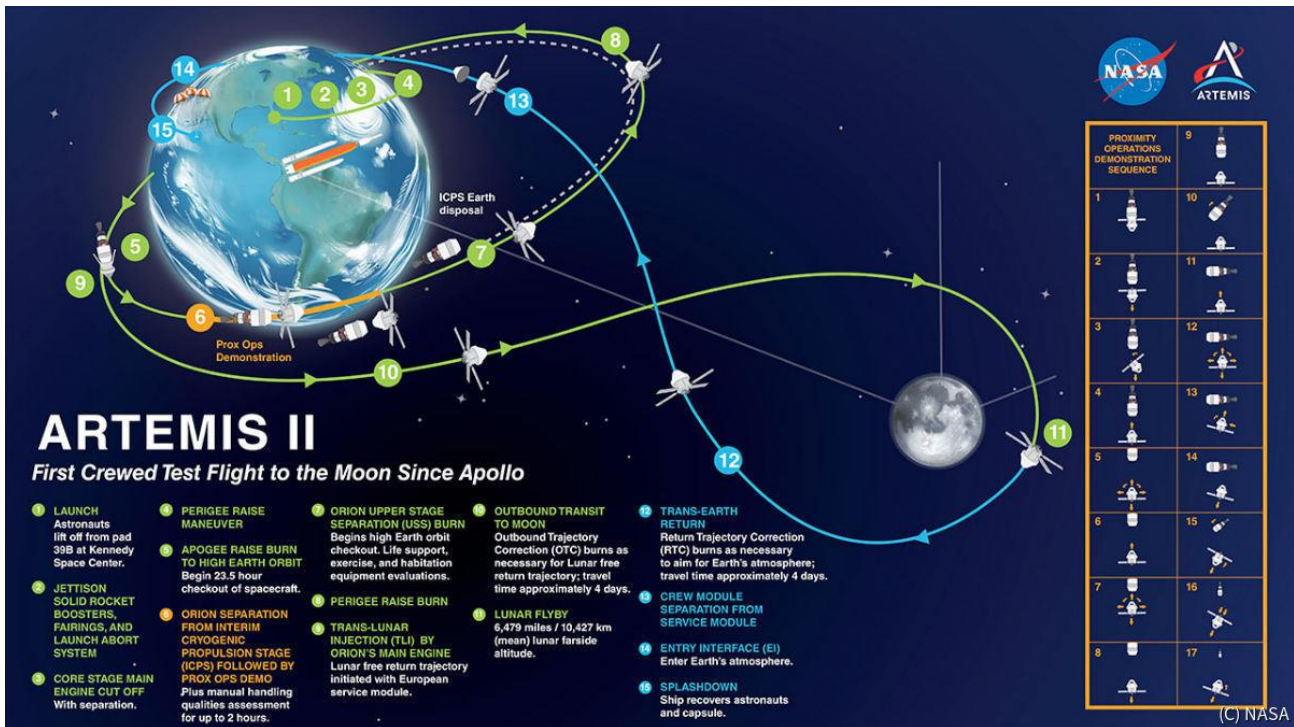
オリオンはSLSに搭載され、フロリダ州のケネディ宇宙センターの第39B発射施設から離昇する。オリオンとSLSと一緒に打ち上げられるのは、2022年のアルテミス I に次いで2回目であり、宇宙飛行士を乗せて飛行するのは初めてとなる。

SLSからの分離後、オリオンはまず地球を回る軌道に入る。その後、スラスターを数回に分けて噴射し、軌道高度を上げ、「自由帰還軌道」という軌道に移る。この自由帰還軌道は、地球と月を8の字に結ぶように飛行する軌道で、基本的には道中エンジンを噴射しなくても、自然に月でUターンし、地球へ戻ることができるという特徴をもつ。このため、たとえば月へ向かう軌道に乗ったあとに宇宙船にトラブルが起きても、漂流してしまう心配がなく安全性が高い。なお、地球周回軌道を離れて月に向かう前には、オリオンの生命維持装置や通信システム、航法システムの試験なども行い、万が一問題があった場合には月へ向かわず、地球に緊急帰還することになっている。また、SLSの第2段「ICPS(Interim Cryogenic Propulsion Stage)」を月着陸船などに見立て、宇宙飛行士がオリオンを手動で操縦し、ランデブーする試験を行うことになっている。

無事に自由帰還軌道に乗ったあと、オリオンは月に徐々に接近していき、そして月の裏側を通過してUターンする。このとき、月の裏側の地表から約1万0300km離れたところを飛行する予定で、これによりアルテミス II は、宇宙飛行士が乗った宇宙船として史上最も地球から遠く離れることになる(ちなみに現時点での記録は「アポロ13」ミッションが持っている)。その後、今度は地球に向かって飛行し、そして大気圏への再突入、パラシュートの展開などをこなしたのち、最終的にカリフォルニア沖の太平洋に着水し、ミッションは完了となる。その後、米海軍の船とNASAのチームによって宇宙飛行士と宇宙船は回収される。アルテミス II が無事成功すれば、早ければ2025年後半にも「アルテミス III」ミッションが行われ、月の南極に2人の宇宙飛行士が降り立つことになる。アポロ計画が終わってから半世紀。ふたたび人類が月を訪れる日が、刻一刻と近づいている。

参考文献 ・ [NASA Names Astronauts to Next Moon Mission, First Crew Under Artemis | NASA](#)

- ・ [G. Reid Wiseman | NASA](#)
- ・ [Victor J. Glover | NASA](#)
- ・ [Christina H. Koch | NASA](#)



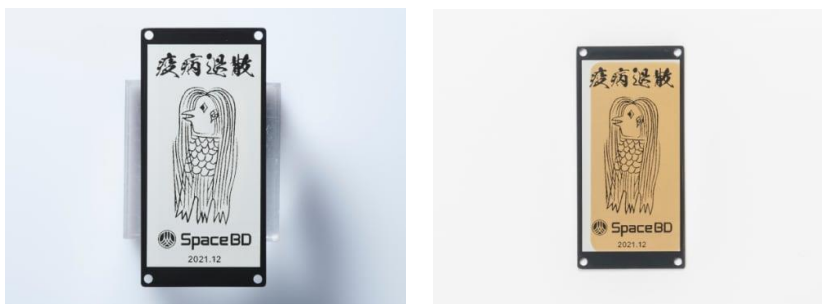
アルテミス II のミッション・プロフィール図。地球と月を 8 の字を描くように往復飛行する (C) NASA
鳥嶋真也 とりしましんや

<https://www.itmedia.co.jp/news/articles/2304/13/news128.html>

宇宙を 9 カ月も旅した「アマビエ」、黄色くなって帰還

2023 年 04 月 13 日 13 時 45 分 公開 [ITmedia]

宇宙ベンチャーの Space BD（東京都中央区）は 4 月 12 日、国際宇宙ステーション（ISS）と一緒に約 9 カ月間にわたり宇宙を旅した「アマビエ」が地球に帰還したと発表した。



旅に出る前のアマビエ

帰還したアマビエ

新型コロナウイルスが猛威を振るっていた 2021 年、その終息を願うため疫病封じで知られるアマビエの姿を刻印したアルミ板を宇宙空間に打ち上げた。アルミ板の大きさは 30（幅）×60（高さ）×0.5（厚さ）mm で、ISS の船外設備に取り付けられ、地上約 400km の上空を秒速 7.9km で飛行していた。

打ち上げ前にはシルバーだったアルミ板は、およそ 9 カ月の間、宇宙線や紫外線を浴びて黄みがかっていた。Space BD は、打ち上げ前に安全を願って祈禱を行った江島神社（神奈川県藤沢市）でアマビエの帰還を報告。アルミ板を奉納したという。アマビエは江戸時代に豊後国（現在の熊本県）に出現したとされる疫病封じの妖怪。コロナ禍の 20 年 6 月ごろから SNS を中心に話題となり、「アマビエ様」は一躍人気キャラクターに。厚生労働省も「STOP！感染拡大」キャンペーンのアイコンにアマビエの姿を入れていた。



知らないうちに、拡めちゃうから。



STOP!
感染拡大
— COVID-19 —

江島神社で帰還を報告

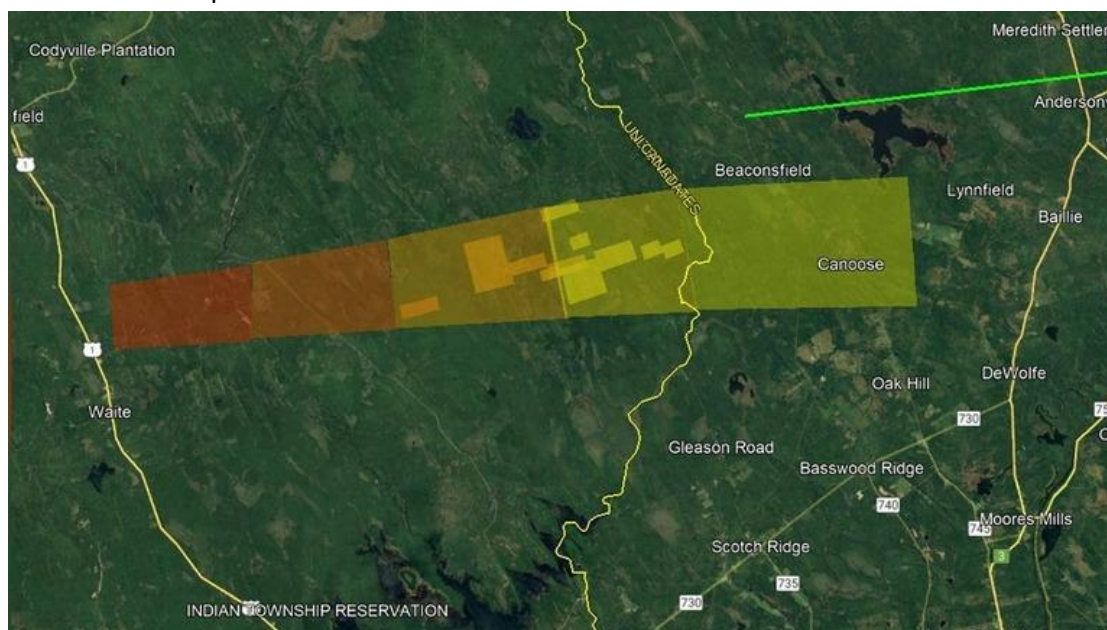
厚生労働省の「STOP！感染拡大」キャンペーンにも登場したアマビエ

Copyright © ITmedia, Inc. All Rights Reserved.

<https://www.cnn.co.jp/fringe/35202579.html>

米上空で火球観測、隕石の発見者に賞金進呈 米メイン州

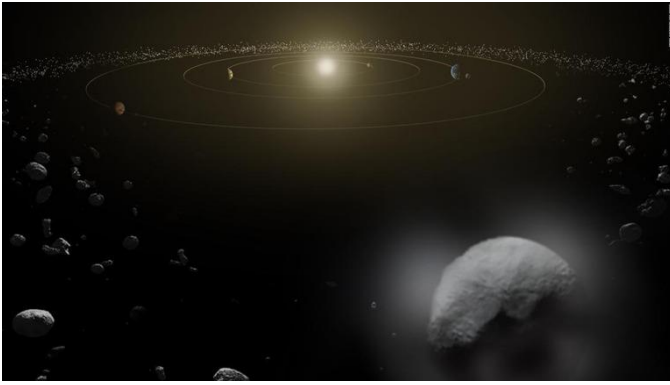
2023.04.13 Thu posted at 19:00 JST



レーダーを基に隕石の断片が飛散した範囲を推計、表示した地図/From NASA

(CNN) 米メイン州の博物館が、森林に落下した隕石（いんせき）の発見者に2万5000ドル（約330万円）の賞金を進呈すると発表した。同州上空では8日に火球が目撃され、米国とカナダの国境付近に落下していた。この火球は日中に目撃され、レーダーが衝撃波を観測。米航空宇宙局（NASA）の宇宙材料研究・探査科学研究所（ARES）はその情報をもとに、メイン州カレー近郊で隕石の断片が発見できる可能性があると算定した。メイン鉱物宝石博物館のダリル・ピット館長は、隕石の断片をぜひ研究したいと意欲を示し、太陽系に関する貴重な情報が含まれているかもしれないと指摘する。2万5000ドルは最初に発見された重さ1キロ以上の隕石の断片に対する賞金だが、どんな標本でも「サイズに関係なく」賞金を支払う意向だという。

「メイン州の森の中で隕石を見つけるのは簡単ではない」「そこは人がほとんど住まない場所だが、ほとんどの隕石の落下場所、すなわち海ほど人が少ないわけではない」（ピット氏）同氏によると、地球上には毎年何百個もの隕石が落下しているにもかかわらず、回収されるのは8～10個にすぎない。





隕石の断片には、太陽系に関する貴重な情報が含まれている可能性があるという/ATG medialab/ESA

2021年に英国の路上に落下した隕石は、極めて希少な隕石だったことが分かり、ロンドンの自然史博物館に収蔵された。NASAによると、メイン州の火球は8日午前11時57分ごろ、4分間以上にわたって観測された。小さな断片は風に乗って国境を越え、カナダに落下した可能性もある。「(火球の)光は日中の明るさを圧倒した」とピット氏は話す。隕石は周辺の石とは違って見えるはずだという。表面は大気圏突入の際の熱で焼かれて黒ずんでいて、内部は違う色をしていると思われる。鉄を含んでいて磁石に引き付けられる可能性もある。

https://www.afpbb.com/articles/-/3459942?cx_part=top_category&cx_position=3

403 秒！ 中国の「人工太陽」が新記録に

2023年4月13日 18:06 発信地：中国 [[中国](#) [中国・台湾](#)]  



中国の「人工太陽」が新記録に (2023年4月13日提供)。 (c)CGTN Japanese

【4月13日 CGTN Japanese】稼働中の中国の全超伝導トカマク型核融合エネルギー実験装置 (EAST) が北京時間12日午後9時、高出力で安定した403秒のプラズマ運転を実現させ、世界の新記録を樹立しました。

全超伝導トカマク型核融合エネルギー実験装置 (EAST) は太陽核反応原理を利用して、人類にエネルギーを提供できる人工制御可能な核融合装置であることから「人工太陽」と呼ばれています。高性能のプラズマ定常運転の実現は将来の核融合炉が解決しなければならない重要な課題となります。

中国科学院合肥物質科学研究所の「人工太陽」東方超環 EAST 研究チームはトカマク装置の実験研究で新しい高エネルギー制御モデルを発見し、証明しました。この先進的なモデルは、長時間の高性能プラズマ運転を保證することができます。このような外部制御によるプラズマ定常状態の運転を確保する必要がない高エネルギー制御モデルは、熱核融合実験炉や将来の融合炉の運転に重要な意義を持っています。将来の融合炉の建設・運営は、核融合エネルギーの研究開発プロセスを大幅に加速させ、人類がクリーンで安全かつ低炭素の効率的な核融合エ

https://news.biglobe.ne.jp/it/0413/mnn_230413_4720972517.html

「物理定数」が新素粒子などの影響を受けてズレている可能性を名大が提唱

2023年4月13日(木) 6時15分 [マイナビニュース](#)



[写真を拡大](#)

名古屋大学(名大)は4月11日、自然界の基本定数である「物理定数」が、新しい素粒子や未知の力によって影響を受ける可能性があることを発表した。

同成果は、名大 素粒子宇宙起源研究所の北原鉄平特任助教(名大 高等研究院 特任助教/高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所 特別助教兼任)に加え、フランス、オランダ、イスラエル、米国の研究者が参加した国際共同研究チームによるもの。詳細は、米国物理学会が刊行する機関学術誌「Physical Review Letters」に掲載された。素粒子がどのように振る舞い、相互作用し、原子核や原子などの構造を形成するのかを予測する素粒子標準模型(標準理論)は、多くの場合、素粒子や原子核、原子に関するさまざまな精密な測定結果と一致することが確認されており、現時点ではとても成功した理論として知られている。

こうした標準模型をはじめとする理論モデルは、自然界の物理法則を反映した数式を内包するように構成されている。この数式に不可欠なのが、電子の質量や光速などの値である物理定数だ。物理定数は、一度確認されたらその数値が不変であるわけではなく、標準模型の予測とさまざまな精密実験の結果ができるだけ一致するように、科学技術データ委員会(CODATA)によって数年ごとに調整されている。この時、自然界の物理法則として、標準模型は厳密に正しいという前提のもとに調整が行われる。

今回の研究が指摘するのは、標準模型を超えた新しい素粒子や未知の力を想定した場合、この前提が崩れる可能性があることだとする。これは、新たな粒子や未知の相互作用の兆候の発見といった、標準模型を書き換える必要があるような具体的な話ではないとしており、物理定数の調整と新物理の探索を同時に矛盾なく行うことができる新しい枠組みを、詳細に議論したという。また、CODATA の調整の中で、いくつかの精密実験のデータ(たとえば陽子半径や水素の2S・8D遷移)が、標準模型の予測と完全には一致しないことが知られている。今回の研究では、提案された新しい枠組みを用いることで、未知の力を加えることにより、これらの不一致を修正できることが指摘された。この未知の力として、たとえば新たなヒッグス粒子を導入することで得られる6種類の新物理模型についての検討が行われた。そして、そのうちの1つの模型において、CODATA の調整の中に見られた不一致が解消されたという。また同時に、この未知の力の存在によって、既存の物理定数のいくつかの真の値が、現在のCODATAの調整値から大きくずれている可能性が浮上してきたとする。

研究チームの北原特任助教は、今回の研究結果に対し、「誤解を恐れずにいえば、これまでは標準模型を前提にして決めた物理定数をもとにして新物理を探してきました。この研究結果は、もし新物理が本当にあるとすれば、この普段の新物理探索の枠組みを信頼できなくなる可能性がある、ということを示しています。この研究の価値は、現在物理定数を決めるために使われている精密測定を、新物理を探すためにも使えるように枠組みを整理したことにあります。ただし、今回の研究結果から直ちに新粒子の発見と解釈してはいけません。素粒子の加速器

実験による測定データには、私たちが提案した仮説の新物理を否定するものがあります」とコメントしている。

<https://sorae.info/astrometry/20230414-supernovae-to-life-changes.html>

超新星爆発が地球の生物多様性に影響した可能性

2023-04-14 [吉田 哲郎](#)

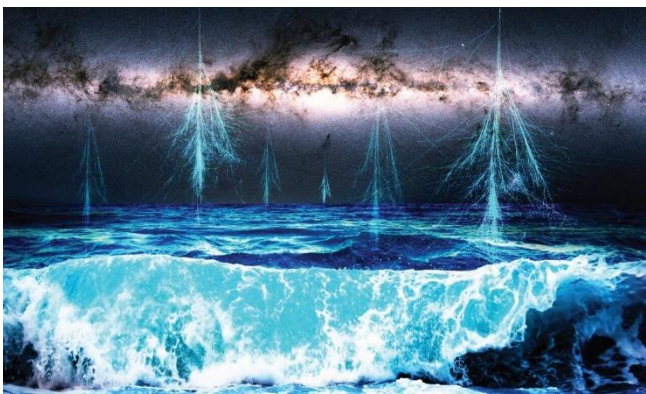
関連記事 [スーパーカミオカンデによる超新星爆発予測、幽霊粒子ニュートリノの不思議な性質](#)

[観測史上最も重い17万光年先の恒星「R136a1」チリの望遠鏡が画像取得](#)

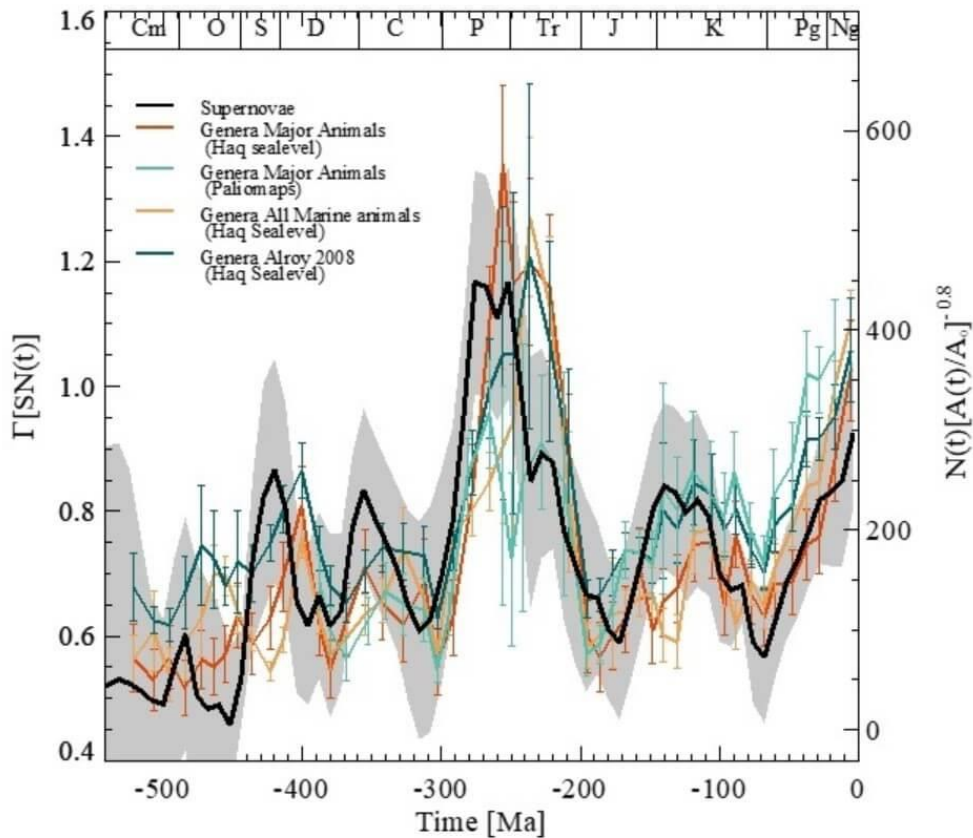
[天の川で10000個の新しい変光星を発見 市民天文学の活躍と期待](#)

今から約38億年前に海の中で誕生したと考えられている地球上の生命は、環境の変化とともに進化と絶滅を繰り返しつつ、現在まで繁栄してきました。

デンマーク最大の宇宙研究機関であるデンマーク国立宇宙センター（DTU Space）の科学者チームは、地球の生命の生物多様性の変化と超新星爆発が関連しているという興味深いアイデアを提唱しています。



【▲ 超新星爆発によって発生した宇宙線が海洋に降りそそぐイメージ (Credit: Henrik Svensmark, DTU Space)】
科学者チームは、過去5億年の間に起きた海洋生物の多様性の変化と、太陽系近傍での超新星の発生との間に強い相関関係があると考えています。この研究論文の著者であるヘンリック・スヴェンスマルク (Henrik Svensmark) 氏は、超新星がもたらす影響の1つとして、地球の気候が変化する可能性を指摘しています。
そのプロセスは以下の通りです。まず、太陽の8倍以上の質量を持つ恒星が超新星爆発を起こすと、大量のエネルギー粒子が宇宙線として放出されます。これらのエネルギー粒子はやがて太陽系にも到達し、地球の大気圏に突入して大気をイオン化することで、雲を形成するエアロゾルの生成を助けることとなります。
雲は地表に届く太陽光の量を左右することで、気候の寒暖に影響を及ぼします。つまり、超新星爆発は宇宙線を介して、実質的に地球の気候変動サイクルの一部になっているということです。
科学者チームはこのアイデアの証拠を示すために、古代の浅い海域に生息していた生物の化石から見つかった生物多様性の変化を示すデータと、超新星の発生頻度を示すデータを相互に関連付けて分析しました。
超新星から到達する宇宙線が多い期間は、極域と赤道付近の温度差が大きくなって、寒冷な気候になります。温度差は強い風を生み出し、風は海をかき混ぜて、海洋生物に必要な栄養分を大陸棚に沿った海域へと運びます。循環によって海洋生物にもたらされた栄養分の濃度は、海洋生物の生物生産性（生物の繁殖力）を左右します。死んだ生物の遺骸は堆積物として海底に沈んで化石となり、過去の生物活動の記録として保存されます。この化石から得られる生物多様性の情報と超新星の発生頻度を比較したのです。



【▲ 超新星の相対的発生頻度[黒曲線]と海洋縁辺部の浅い海域での海洋生物の属レベルの生物多様性[茶色から濃い緑色までの曲線]とを比較した図。最上部の地質時代区分の略号は、Cm カンブリア紀、O オルドビス紀、S シルル紀、D デボン紀、C 石炭紀、P ペルム紀、Tr 三畳紀、J ジュラ紀、K 白亜紀、Pg 古第三紀、Ng 新第三紀を示す。最下部の時間軸の単位は「百万年前」(Credit: Henrik Svensmark, DTU Space)】

すると、超新星爆発の頻度が高い期間には、浅い海洋環境における生物多様性も増加することが明らかになりました。この結果から、超新星は地球の海洋の生物生産性に影響を与えることで、生物多様性にも変化をもたらしてきたことが推測されます。この仮説が立証されれば、遠く離れた天体物理学的な現象と、地球上の生命進化との間に存在する1つのつながりが、新たに認識されることになります。

Source Image Credit: Henrik Svensmark, DTU Space

[UNIVERSE TODAY](#) - Linking Supernovae to Life Changes

[Wiley Online Library](#) - A persistent influence of supernovae on biodiversity over the Phanerozoic 文／吉田哲郎

<https://sorae.info/astronomy/20230409-trappist-1b.html>

ウェブ宇宙望遠鏡が系外惑星「TRAPPIST-1b」の温度を測定 大気は存在しない

可能性

2023-04-09 [sorae 編集部](#)



【▲ 赤色矮星「TRAPPIST-1」（左奥）を公転する太陽系外惑星「TRAPPIST-1 b」（右手前）の想像図（Credit: ILLUSTRATION: NASA, ESA, CSA, Joseph Olmsted (STScI); SCIENCE: Thomas P. Greene (NASA Ames), Taylor Bell (BAERI), Elsa Ducrot (CEA), Pierre-Olivier Lagage (CEA))】

「ジェイムズ・ウェッブ」宇宙望遠鏡を用いた観測で、みずがめ座の方向約 40 光年先の恒星「TRAPPIST-1（トラピスト 1）」を公転する太陽系外惑星「TRAPPIST-1 b」の温度を測定した結果、この惑星が太陽系の水星のように大気の無い惑星であることが明らかになったとする研究成果が発表されました。

この研究はアメリカ航空宇宙局（NASA）エイムズ研究センターの Thomas P. Greene 氏を筆頭とするアメリカとフランスの研究者からなる国際研究チームによるもので、2023 年 3 月 27 日に学術誌『ネイチャー』で公表されました。この成果はウェッブ宇宙望遠鏡を運用する宇宙望遠鏡科学研究所（STScI）や、同望遠鏡の開発に加わった欧州宇宙機関（ESA）や NASA のプレスリリースでも取り上げられました（※1~3）。また、同論文のプレプリントは arXiv.org（※4）でも公開されています。

恒星の名前	TRAPPIST-1	太陽
スペクトル型	M8V	G2V
質量（太陽=1）	0.080	1
半径（太陽=1）	0.121	1
有効温度（ケルビン）	2560	5770
有効温度（摂氏）	2290	5500
年齢（億年）	76±22	46.5
金属量（常用対数）	0.04±0.08	0
金属量（太陽=1）	1.1±0.2	1

惑星名	b	c	d	e	f	g	h
質量（地球=1）	1.37	1.31	0.39	0.69	1.04	1.32	0.33
半径（地球=1）	1.12	1.10	0.79	0.92	1.05	1.13	0.76
日射量（地球=1）	4.2	2.2	1.1	0.65	0.37	0.25	0.14

【▲ TRAPPIST-1 と太陽の物性。出典：Burgasser & Mamajek, 2017（Credit: soraе/重國孝輔）】

【▲ TRAPPIST-1 の 7 つの惑星の質量、半径、日射量（いずれも地球比）。数値の出典：Agol et al. (2021)（Credit: soraе/重國孝輔）】

TRAPPIST-1 は質量が太陽の 8%しかない恒星で、赤色矮星の中でも特に低質量・低温な「超低温矮星」に分類されています。TRAPPIST-1 は 2016 年から 2017 年にかけて地球サイズの惑星が合計 7 個発見されたことで一躍注目を浴びました。その後の研究で、7 つの惑星はいずれも地球型惑星（＝岩石惑星）であることが明らかになっています。また、惑星には内側から順に b, c, d, e, f, g, h の名前が割り当てられています。

TRAPPIST-1 系の第一惑星である「TRAPPIST-1 b」は、半径 0.011 天文単位（1 天文単位＝約 1 億 5000 万 km、地球と太陽の平均距離に由来）という非常に小さな公転軌道をわずか 1.5 日周期で公転しています。

これほど主星に近い位置にあるにもかかわらず、この惑星が主星である TRAPPIST-1 から受ける日射量は地球の 4 倍でしかありません。その理由は、TRAPPIST-1 の光度が太陽の 1000 分の 1 以下と非常に小さいためです。とはいえ、地球の 4 倍という日射量は、この惑星の表面に海洋や生命が存在する可能性を排除するのに十分なほど大きいものです。TRAPPIST-1 b は基本的に地球とはかけ離れた高温の過酷な環境を有する惑星だと考えられています。

TRAPPIST-1 b が具体的にどのような表面環境を持つのかは、太陽系の地球型惑星からの類推にもとづいて 2 つのパターンが考えられます。

1. 金星のような厚い大気に覆われた惑星
2. 水星のような実質的に大気を持たない惑星

TRAPPIST-1 b がどのような惑星なのかを理解することは、外側の軌道にあるより低温の惑星を研究していく上でも重要な関心事です。

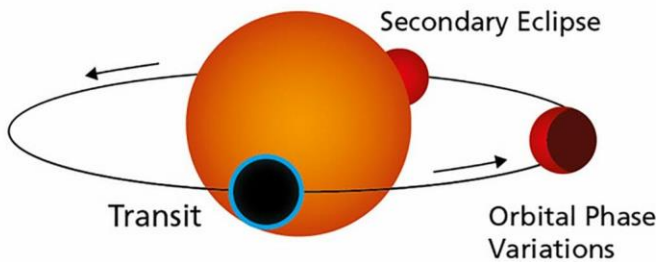
■ 掩蔽を利用して表面温度を測定

今回の研究は、TRAPPIST-1 b の熱放射を測定することで惑星の温度を測定し、惑星の大気の有無を検証すると

いうアプローチで行われました。

ただし、主星の至近距離にある暗い天体である TRAPPIST-1 b を主星から分離観測して直接熱放射を測定することは、ウェブ宇宙望遠鏡の能力をもってしても不可能です。そこで、今回の研究では「掩蔽（えんぺい）」を観測して熱放射の量を測定するという技法が使用されています。

掩蔽とは、小さい天体が大きい天体の奥に隠れることで、観測者から一時的に見えなくなる現象のことです。連星系や惑星系で起きる掩蔽は「二次食（secondary eclipse）」とも呼ばれます。



【▲ 系外惑星の公転軌道の模式図。恒星の手前を横切るトランジット（Transit）や恒星の裏側に回り込む二次食（Secondary Eclipse）の際に分光観測を行うことで大気を調べることができる（Credit: MPIA graphics department）】

ある惑星系で惑星の掩蔽が起きると、惑星から反射・放射された光が観測者に届かなくなるため、観測される惑星系全体の光度（主星＋惑星）から惑星の寄与分が消失します。この時の減光を測定することで、恒星に対する惑星の相対的な光度を知ることができます。この技法であれば主星と惑星を分離観測する必要はなく、単純に精密な光度測定を行うだけで惑星の光度がわかります。

今回の観測ではウェブ宇宙望遠鏡の「中間赤外線観測装置（MIRI）」と波長 15 μ m 付近の赤外線を透過する F1500W フィルターを組み合わせて観測が行われました。惑星の光度は反射光と熱放射を足し合わせたものですが、この波長域では惑星の光度のほとんどが熱放射によって占められるため、放射の強度は惑星の温度に対応します。観測の結果、TRAPPIST-1 b の掩蔽が起きている間、TRAPPIST-1 系の光度は 680ppm=0.068%（1470 分の 1）ほど低下することが明らかになりました。研究チームがこの結果から TRAPPIST-1 b の温度を計算したところ、508 \pm 27 ケルビン（235 \pm 27 $^{\circ}$ C）という結果が得られました。

■測定結果をもとに「TRAPPIST-1 b は大気を持たない」と推定

TRAPPIST-1 を公転する 7 つの惑星は、どれも主星に常に同じ面を向けた「潮汐固定」の状態になっていると考えられています。これは月が地球に常に同じ面を向けているのと同様の現象で、潮汐力によって自転と公転の周期が同期することで生じます。

惑星が掩蔽に入る時、その惑星は観測者から見て恒星の奥に位置しています。潮汐固定を考慮すれば、惑星は常に昼の半球をこちらに向けた配置で掩蔽を迎えることになります。このため、掩蔽で測定される熱放射は昼の半球のものになりますし、測定結果から導出される放射温度もまた惑星全体ではなく昼の半球のみを代表する値になります。

TRAPPIST-1 b の昼の半球は常に主星に照らされているため、昼夜の半球間では温度差が非常に大きくなります。惑星の固体表面での熱伝導によって夜の半球に移動する熱も全く存在しないわけではありませんが、その流量はごくわずかです。

ここで、「TRAPPIST-1 b に大気が存在する」と仮定してみます。大気の循環によって昼の半球から夜の半球に向けて効率的に熱が再分配されると、昼夜の半球の温度差は小さくなるので、夜の半球の温度は上がり、昼の半球の温度は下がります。

研究チームは熱の再分配について以下の 2 つの端的な仮定に基づいたモデルを使い、TRAPPIST-1 b における昼の半球の放射温度を推計しました。

1. 熱の再分配が全く起きない場合

2. 熱の再分配が理想的に起きる場合（昼夜の半球で温度差が一切発生しない状況）

その結果、昼の半球の放射温度は仮定 1 の場合が 508 ケルビン（235℃）、仮定 2 の場合が 390~400 ケルビン（120~130℃）と予測されました。

これに対して、ウェブ宇宙望遠鏡の観測から得られた測定値は前述のように 503±27 ケルビンであり、仮定 1 のモデルに非常によく一致しています。そのため、TRAPPIST-1 b の表面には熱の再分配を促すような大気がほとんどない、あるいは全く存在していないという結論が導き出されました。

また、研究チームはこの 2 つのモデルだけでなく、より現実的な大気モデルも幾つか検討しましたが、「熱の再分配がゼロ」のモデルよりも良好なものは見つかりませんでした。特に、TRAPPIST-1 b が金星のような厚い二酸化炭素の大気を持っているというモデルでは放射温度が 290 ケルビンという観測値から大きくかけ離れた温度になり、TRAPPIST-1 b が金星類似の表面環境を有している可能性は強く否定されました。

金星では厚い大気をもたらす温室効果により、約 460℃という高い表面温度を持つことが知られています。金星に似た大気を持っていれば放射温度も高くなりそうに見えますが、現実には放射温度はむしろ低下します。

惑星が赤外線に対して不透明な厚い大気を持っている場合、赤外線が惑星の外に逃げ出しにくくなるため、温室効果によって惑星の表面温度は上昇します。その一方で、外部から赤外線で観測される放射温度は、惑星の表面ではなく上空の大気の温度を反映したものとなります。なぜかといえば、温室効果をもたらす大気は赤外線に対して不透明だからです。大気は上層に行くほど温度が低下するので、赤外線に対して不透明な大気を持つ惑星では、放射温度はかえって低下するのです。

■惑星表面の環境は惑星の質量と日射量に左右される

TRAPPIST-1 b に大気が存在しないということは、TRAPPIST-1 系の研究という文脈の中でどのような意味を持つのでしょうか。

TRAPPIST-1 b と同様に大気を持たない太陽系の惑星としては、太陽に最も近い水星が挙げられます。地球を上回る質量（地球の 1.37 倍）を持つ TRAPPIST-1 b は、地球の 0.05 倍しか質量が無い水星と比べてずっと大質量の惑星です。質量の大きい惑星は質量の小さい惑星と比べて、次の点で大気の維持に有利です。

1. 重力が強いため大気が散逸しにくい。

2. 大気を供給する地質活動が惑星表面で長時間持続しやすい。

3. 固有磁場が生じる可能性が高まる（磁場の存在は荷電粒子の衝突による大気の散逸を抑制する）。

また、前述のように TRAPPIST-1 b の日射量は地球の 4 倍ですが、地球の 7 倍に達する水星と比べれば少なめです。質量や日射量で水星よりも有利な条件が整っているにもかかわらず、TRAPPIST-1 b が大気を維持できなかったということは、TRAPPIST-1 系の環境は惑星が大気を維持する上で厳しい可能性が示唆されます。

TRAPPIST-1 系では以前から、次のような理由で惑星大気の散逸が起きやすいことが予想されていました。

1. 低質量の恒星では恒星誕生直後の高光度状態（前主系列収縮）が長期間続き、惑星は 10 億年以上にわたって高い日射量に晒され続ける。

2. 低質量の恒星では前主系列収縮が終了した後も恒星フレアなどの高エネルギー現象が頻発する。

3. TRAPPIST-1 固有の事情として年齢が 76±22 億年と比較的古く、その間に惑星の地質活動が停止してしまうかもしれない。

太陽系の 4 つの地球型惑星という限られた事例に基づく楽観的な予想では、質量が地球の約 0.3 倍以上の岩石惑星であれば無条件で大気を維持可能であり、あとは日射量の条件さえ揃えば地球のような表面環境を持つ惑星になるというものもあります。しかし今回の研究は、そのような極端に楽観的な想定は成り立たないことを示しています。ただ、最も楽観的な想定が否定されたとしても、どれほど悲観的にならなければならないかは、TRAPPIST-1 b という単一の事例だけでは分かりません。今後は TRAPPIST-1 b の外側にある 6 つの惑星に大気が存在するのか、存在するとしてもどれほどの量なのかが焦点になっていくでしょう。

ウェブ宇宙望遠鏡によるさらなる TRAPPIST-1 系の観測は既に進行中です。今回とは異なる波長帯のフィルターを使い、同じ技法で TRAPPIST-1 b を観測するというもので (JWST GTO1279 (※5))、2 つの波長帯の光度を併せて分析することで、今回の「TRAPPIST-1 b に大気は存在しない」という結論をより確実なものとするのが期待されています。また、研究チームはウェブ宇宙望遠鏡による別の観測プログラム (JWST GO2304 (※6)) も紹介しています。このプログラムは TRAPPIST-1 b よりも一つ外側の軌道を公転する「TRAPPIST-1 c」の掩蔽を今回と同様の設定 (MIRI+F1500W フィルター) で観測するというものです。このプログラムは 2022 年 10 月から 11 月にかけて既に実施済みであり、遠くないうちに成果が公表されるのではないかと考えられます。

TRAPPIST-1 c の質量も地球の 1.3 倍と大きく、TRAPPIST-1 b よりも日射量が少ないことから、大気を維持する上で有利な条件にあります。仮に、TRAPPIST-1 c にも全く大気が存在しないとすると、TRAPPIST-1 系の惑星は大気の維持という点ではかなり過酷な環境に置かれているということになります。

TRAPPIST-1 c の外側にある 3 つの惑星「TRAPPIST-1 d」「同 e」「同 f」は日射量が地球に近く、生命の居住可能性があるハビタブル惑星として最も高い関心を集めています。これらの惑星は TRAPPIST-1 b や TRAPPIST-1 c よりも日射量が少ないという点では大気の維持に有利ですが、質量が比較的小さいという点では不利です。TRAPPIST-1 d/e/f に大気が残存しているかどうかは、「惑星の質量」と「日射量」という 2 つの相反する要素の綱引きによって決まるでしょう。

関連記事 [約 33 光年先の恒星でスーパーアースを 2 つ発見、大気の観測に期待](#)
[ウェブ宇宙望遠鏡、太陽系外惑星に存在する二酸化炭素の明確な証拠を初検出](#)
[355 光年先の太陽系外惑星を直接撮像 ジェイムズ・ウェブ宇宙望遠鏡](#)

脚注 ※1...<https://webbtelescope.org/contents/news-releases/2023/news-2023-110> (STScI)

※2...<https://esawebb.org/news/weic2309/> (ESA)

※3...<https://www.nasa.gov/feature/goddard/2023/nasa-s-webb-measures-the-temperature-of-a-rocky-exoplanet> (NASA)

※4...<https://arxiv.org/abs/2303.14849> (arXiv.org)

※5...<https://www.stsci.edu/jwst/science-execution/program-information.html?id=1279> (JWST Program Information)

※6...<https://www.stsci.edu/jwst/science-execution/program-information.html?id=2304> (JWST Program Information)

Source

Image Credit: ILLUSTRATION: NASA, ESA, CSA, Joseph Olmsted (STScI); SCIENCE: Thomas P. Greene (NASA Ames), Taylor Bell (BAERI), Elsa Ducrot (CEA), Pierre-Olivier Lagage (CEA), sorae/重國孝輔

[Agol et al. \(2021\)](#) - Refining the Transit-timing and Photometric Analysis of TRAPPIST-1: Masses, Radii, Densities, Dynamics, and Ephemerides (The Planetary Science Journal)

[Burgasser & Mamajek \(2017\)](#) - On the Age of the TRAPPIST-1 System (The Astrophysical Journal)

[Greene et al. \(2023\)](#) - Thermal emission from the Earth-sized exoplanet TRAPPIST-1 b using JWST (arXiv)

文/重國孝輔

<https://sorae.info/astronomy/20230410-scientists-have-new-tool.html>

“地球型惑星”内部の貯水量は惑星のサイズが左右する？ 予測モデルを開発

2023-04-12 [吉田 哲郎](#)



【▲地球（右端）と地球に似た系外惑星の想像図（Credit: NASA）】

地球以外のどこかに生命が存在する可能性を探るために、科学者はこれまで地表に液体の水が存在する惑星を探してきました。しかし、岩石惑星（地球型惑星）に存在する水の多くは、地表の海や川のような場所を流れているのではなく、惑星内部の深いところにある岩石の中に閉じ込められていることがあります。

このたびケンブリッジ大学の科学者たちは、岩石惑星の内部に存在する水が豊富な鉱物の割合を予測できるモデルを開発しました。この鉱物は「ワズレアイト（wadsleyite）」と「リングウッドイト（ringwoodite）」と呼ばれる青緑色の鉱物で、スポンジのような働きをして水を吸収します。

今回の新しいモデルでは、惑星の大きさと主星（恒星）の化学的性質に基づいて、惑星内部の水の貯蔵量を計算します。研究チームは、惑星が保持できる水の量を決定する上で、惑星のサイズが重要な役割を果たすことを発見しました。水を貯留する鉱物の割合は、惑星の大きさに左右されるからです。

惑星内部の水のほとんどは、地殻の真下にある上部マントルと呼ばれる岩石層に含まれています。この層では、ワズレアイトとリングウッドイトが形成されるために最適な圧力と温度の条件が整っているといます。また、この岩石層は火山にも近く、噴火によって水を地表に戻すことができます。

今回の研究では、地球と比べてサイズが2~3倍大きい惑星では、水の豊富な上部マントルの割合が惑星の全質量に対して小さいため、一般に水の貯蔵量が少ない乾燥した岩石層を持っていることがわかりました。

この研究結果は、惑星が誕生した初期に激しい熱や放射線にさらされた後、その惑星がどのようにして居住可能な状態に移行したのかを理解する上で役立つ可能性があります。

天の川銀河で最も一般的な恒星である赤色矮星（M型星）を周回する惑星は、地球外生命を探すのに最も適した場所の一つと考えられています。しかし、この恒星は活発な「青春時代」（「主系列星」の時代）を迎えると強烈な放射線を放ち、近くの惑星表面を焼き払う可能性があります。影響を受けた惑星が温室効果の暴走にさらされると、気候は混乱に陥ります。

本研究では、主星である恒星の明るさが青春時代を経て成熟し暗くなると、惑星内部に吸収されていた水が循環することで、表面に水を補給する有効な方法となる可能性が示されています。この水は火山活動によって惑星の表面に運ばれ、生命を育む他の元素とともに、水蒸気として徐々に大気中に放出された可能性が高いといます。また、今回の結果は、生命を宿す可能性のある系外惑星を探索する上での指標となるかもしれません。

論文の主執筆者であるクレア・ギモンド（Claire Guimond）氏は「おそらく、地球よりも著しく巨大な惑星や極端に小さな惑星には、地表に液体の水は期待できない」と述べています。

この発見はまた、金星のような身近な惑星を含めて、不毛で地獄のような惑星が青い大理石のような惑星へと移行する仕組みについての理解を深めるのに役立つ可能性もあります。

論文の共著者であるオリバー・ショートル（Oliver Shorttle）氏は「地球とよく似たサイズの金星は表面温度が450℃前後で、二酸化炭素を主成分とする大気を持っています。過去の金星の表面に液体の水があったかどうかは未解決ですが、灼熱の太陽の周りで生まれた金星が、自らを冷却して表面に水を取り戻すために内部の水を利用した可能性があります」と指摘しています。

本研究成果は2023年1月20日付けで「王立天文学会月報（Monthly Notices of the Royal Astronomical Society）」に掲載されました。

関連記事 [「さそり座 AR 星」の奇妙で不思議なダンス](#)

[太陽系外の岩石惑星は多様な性質を持つ？ 白色矮星に残された痕跡から推定](#)

[太陽系に「スーパーアース」が存在したらどうなる？ その悲惨な結末とは](#)

Source Image Credit: NASA

[University of Cambridge](#) - Scientists have new tool to estimate how much water might be hidden beneath a planet's surface

[Monthly Notices of the Royal Astronomical Society](#) - Mantle mineralogy limits to rocky planet water inventories

文／吉田哲郎

<https://sorae.info/astrometry/20230412-yz-ceti.html>

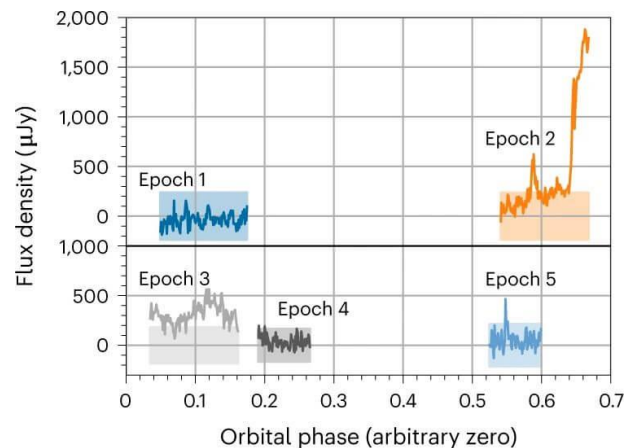
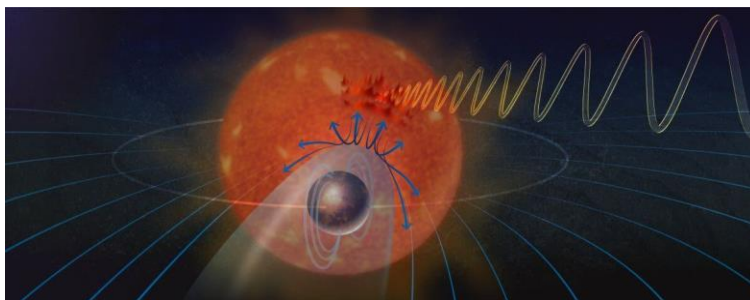
地球型の系外惑星で初発見か 「くじら座 YZ 星 b」に磁場の兆候？

2023-04-12 [彩恵りり](#)

よく知られているように、地球には磁場が存在しており、コンパス（方位磁針）が北や南を指すように動かしたり、太陽風を逸らしたりする現象が知られています。太陽系の中では、磁場は地球以外にも多くの惑星で見つかり、大きな惑星であるほど磁場も強力になる傾向があります。

太陽以外の天体の周りを公転する「太陽系外惑星」にも磁場が存在すると考えられますが、その測定は困難です。遠く離れた惑星の磁場を直接測定する方法はないので、間接的な手法が頼りになります。

特に注目されているのは、強力な電波が放出される、プラズマのような電気を帯びた物質と磁場の相互作用です。この手法を使うことで、巨大ガス惑星とみられるいくつかの系外惑星では磁場の存在が確認されています。しかし、巨大ガス惑星よりも磁場が弱いと予測される地球型惑星での発見例はありませんでした。いくつかの候補はあるものの、有力と言えるほどの発見ではありません。



【▲ 図 1: 恒星くじら座 YZ 星を公転するくじら座 YZ 星 b の想像図。くじら座 YZ 星から放出されたプラズマがくじら座 YZ 星 b の磁場と衝突し、強い電波を放出すると考えられる (Credit: National Science Foundation/Alice Kitterman)】

【▲ 図 2: くじら座 YZ 星の電波観測の結果。電波の放出がある時期 (Epoch 2) や放出のない時期 (Epoch 4) などを合わせると、くじら座 YZ 星 b の公転周期である約 2 日とよく一致する (Credit: Pineda & Villadsen)】

コロラド大学ボルダー校の J. Sebastian Pineda 氏とバックネル大学の Jackie Villadsen 氏の研究チームは、これまでよりも有力な候補となり得る地球型惑星の磁場の発見を報告しました。それは地球から約 12 光年離れた位置にある M 型の恒星「くじら座 YZ 星」を公転する系外惑星の磁場で、カール・ジャンスキー超大型干渉電波望遠鏡群の観測記録から判明しました。

先述の通り、プラズマと惑星磁場の相互作用は強力な電波を放出する可能性があります。恒星から放出されるプ

プラズマの密度には偏りがあるため、公転する惑星がプラズマの密度が高い場所を通過した時に、惑星磁場との相互作用で電波が発生します。つまり、惑星の公転周期とほぼ同じ周期で放出された電波が検出されれば、それは惑星磁場の兆候である可能性があります。くじら座 YZ 星ではこれまでに3つの惑星が見つかったので、電波が放出される周期と公転周期が一致する惑星を探すことで、どの惑星に磁場があるのかを示すことができます。研究チームがデータを調べたところ、2019年から2020年にかけての5回の観測期間中に、3GHzの波長で強力な電波が放出された時期と、ほとんど放出されなかった時期がありました。3GHzという波長は、プラズマと惑星磁場との相互作用で放出される電波の典型的な波長域です。

電波放出の有無と惑星の公転周期を比較したところ、最も内側を公転する「くじら座 YZ 星 b」の公転周期とよく一致することが分かりました。くじら座 YZ 星 b は質量が地球の 0.7 倍という小ぶりの地球型惑星だと推定されており、公転周期は約 2 日と短く、恒星であるくじら座 YZ 星の近くを公転しています。恒星から放たれたプラズマは距離が近いほど濃く、遠くなるほど薄くなるため、恒星の近くを公転しているくじら座 YZ 星 b との相互作用で強力な電波が放出されることと矛盾しません。以上のことから、くじら座 YZ 星 b は磁場を持つことが示された初めての地球型の系外惑星となる可能性があります。

ただし、現在のところはまだ「磁場を発見した」と断言することはできません。例えば、恒星のくじら座 YZ 星の固有磁場は弱いと推定されるため、普段ならば惑星磁場の観測に影響しません。しかし、くじら座 YZ 星のような M 型星では恒星フレアのような強力な電波放出が稀に起こると予想されます。条件次第ではこのような活動にも周期のようなものが現れるため、くじら座 YZ 星 b の公転周期とたまたま一致した可能性が排除できません。これらの可能性を除外する為には、くじら座 YZ 星の継続的な観測が必要になるでしょう。

関連記事 [地球型系外惑星は「ペイル・イエロー・ドット」の可能性。惑星進化3つのシナリオ](#)
[すばる望遠鏡による観測成果、太陽系外惑星に存在するヒドロキシラジカルを初検出](#)
[マウナケア山頂の望遠鏡を用いて発見された「赤ちゃん」系外惑星 すばる望遠鏡の快挙！](#)

Source

[J. Sebastian Pineda & Jackie Villadsen](#). "Coherent radio bursts from known M-dwarf planet-host YZ Ceti". (Nature Astronomy)

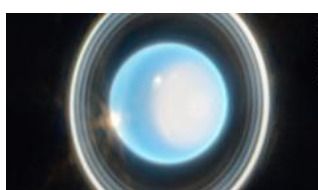
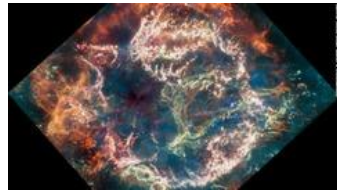
[Jason Stoughton](#). "Do Earth-like exoplanets have magnetic fields? Far-off radio signal is promising sign". (National Science Foundation)

文／彩恵りり

<https://www.cnn.co.jp/fringe/35202463.html>

天王星の見事な環、ウェブ望遠鏡の新画像

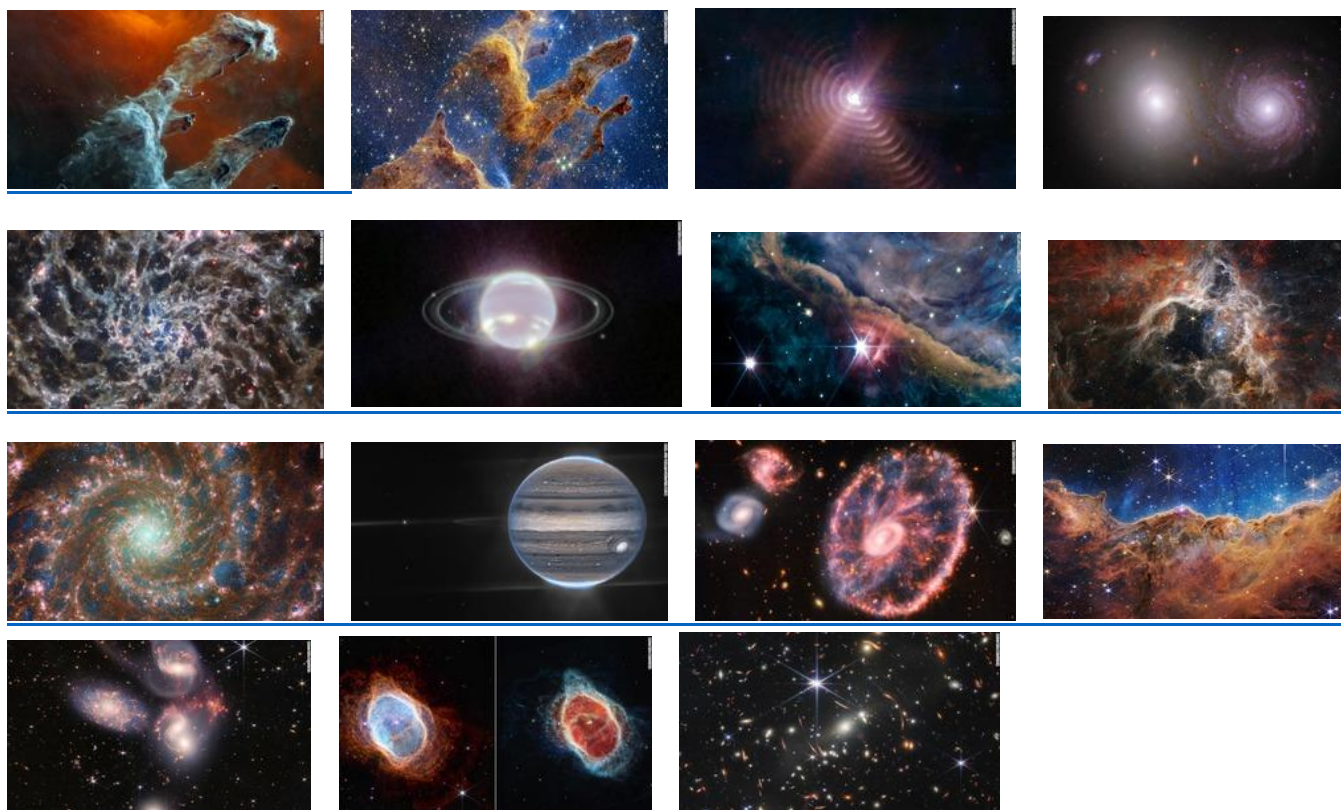
2023.04.11 Tue posted at 20:26 JST



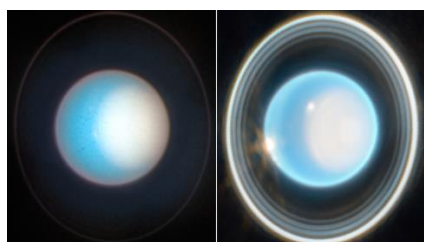
写真特集：ジェームズ・ウェブ宇宙望遠鏡が捉えた宇宙

ウォルフ・ライエ星「WR 124」/NASA/ESA/CSA/STScI/Webb ERO Production Team





(CNN) 米航空宇宙局 (NASA) のジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡が、「巨大氷惑星」と呼ばれる天王星の新たな姿を捉えた。その見事な画像により、塵 (ちり) からなるぼんやりとした天王星の環 (リング) がほぼ全て確認できる。NASAによれば、今回の画像にはウェッブ望遠鏡の感度の高さが表れている。より淡い複数の環については、これまで探査機「ボイジャー2号」と米ハワイ州マウナケア山の山頂に位置するケック天文台でしか捉えられていなかった。天王星で存在の知られている環は13個。ウェッブ望遠鏡の新たな画像では、このうち11個が確認できる。九つは主環に分類されるが、残る二つは塵状の性質のため捉えるのがより難しく、1986年のボイジャー2号のフライバイ (接近通過) によって初めて発見された。



ハッブル宇宙望遠鏡が捉えた天王星の画像 (左) とジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡が捉えた、より高精細な天王星の画像/NASA/NASA

今回の画像に写っていない外側のかすかな環は2007年、ハッブル宇宙望遠鏡による撮影で見つかった。科学者らは、ウェッブ望遠鏡もいずれそれらを捉えるだろうと期待している。

NASAのゴダード宇宙飛行センターでウェッブ望遠鏡による太陽系の観測に携わるナオミ・ローガーニー博士は電子メールで取材に答え、「環系は惑星の起源や構成について多くのことを教えてくれる」と指摘。横に倒れた形の自転軸や内部熱の欠如といった天王星の特徴に触れ、その歴史に関する手掛かりはどんなものであれ非常に価値があると語った。ローガーニー氏はまた、ウェッブ望遠鏡によって天王星の大気の組成についてもより多くのことが明らかになると期待を寄せている。

ウェッブ望遠鏡は強力な近赤外線カメラを使用。それ以外では視認できない赤外光を検知することに成功した。

https://news.biglobe.ne.jp/it/0412/zks_230412_3014450815.html

宇宙の始まりに光を生み出したのは重力か？ 加マギル大らの研究

2023年4月12日（水）11時39分 [財經新聞](#)

宇宙の始まりは、私たちの想像をはるかに超える不思議なことが起こっていたらしい。カナダ・マギル大学の研究者らの研究によると、宇宙の始まりの際に起こった空間の加速度的な膨張（これをインフレーションと呼ぶ）の際、重力波が定常波となり、宇宙空間全体に非常に強い状態で充満。これが宇宙の電磁場を励起したことにより、光が生まれた可能性があるという。

【こちらも】[時間の始まり解明に繋がる重力波方程式 米研究所が考案](#)

定常波は空間の一定の場所にとどまり、共鳴状態となった波を意味する。縦笛を例にとると、縦笛の複数の穴を指でふさぐことにより、共鳴状態を作り出す筒の長さ（音が共鳴状態を起こす空間領域）が決まる。この長さに、特定の波長をもつ音が共鳴状態を作り、音階となる。この音階での音波はエネルギーが増幅され、私たちの耳に鳴り響く。これと似た現象が、初期の宇宙空間において、音の代わりに重力波で起こったというのだ。

宇宙は始まりのころ、まるで音を奏でる縦笛のような状態を、重力波によって作り出した。その縦笛がインフレーションを起こして、現在のような非常に微弱な重力波の世界をもたらしたという。

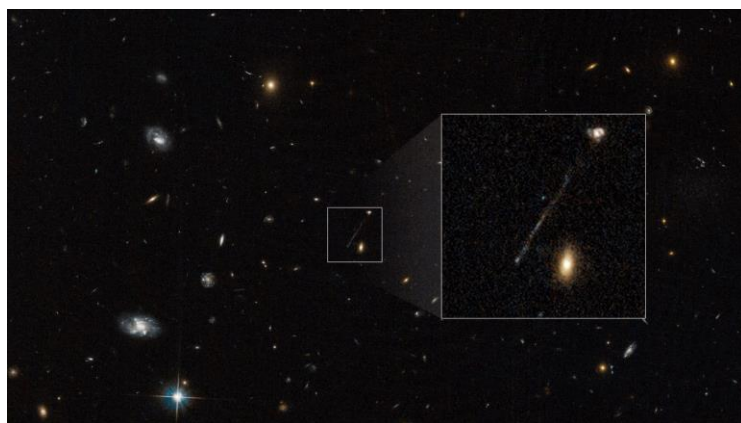
宇宙の始まりのころにあった定常状態の非常に密度の高い強い重力波は、電磁場を激しく刺激して、この宇宙を光というエネルギーに満ちた空間へと変貌させたというのだ。ただし宇宙が始まって約38万年の間は、光は宇宙空間全体にびっしりと充満していた電子にその行く手を阻まれて、宇宙空間を自由自在に飛び回ることができなかったのだが。重力の刺激を受けた電磁場でもまた、電磁波の共鳴現象により、エネルギーの増幅が起こり、宇宙にある光はより強いものへと変化していったという。光を含む電磁波は、宇宙が始まって38万年後の時代以前にまでさかのぼって観測することはできない。だがもしも、それよりも古い定常波をなしていたころの重力波を観測できれば、宇宙の始まる前の世界の状況が推測可能になるのかもしれない。

今回の研究の詳細は、米国の素粒子天体物理学ジャーナル「Physics of the Dark Universe」に公開されている。

<https://sorae.info/astromy/20230410-black-hole-creating-a-trail-of-stars.html>

ブラックホールが残した“星の軌跡” ハッブル宇宙望遠鏡の画像から偶然発見

2023-04-10 [sorae 編集部](#)



【▲ ハッブル宇宙望遠鏡が撮影した“星の軌跡（Trail of Stars）”。直線状に連なる星々は、銀河周辺のガスの中を高速で移動するブラックホールの航跡に沿って生じた星形成活動によって形成されたと考えられている（Credit: NASA, ESA, Pieter van Dokkum (Yale), Joseph DePasquale (STScI))】

【▲ 銀河（右上）から飛び出して高速で移動する超大質量ブラックホール（左下）と、ブラックホールの航跡に沿うようにして形成された星々を描いた想像図（Credit: NASA, ESA, Leah Hustak (STScI))】

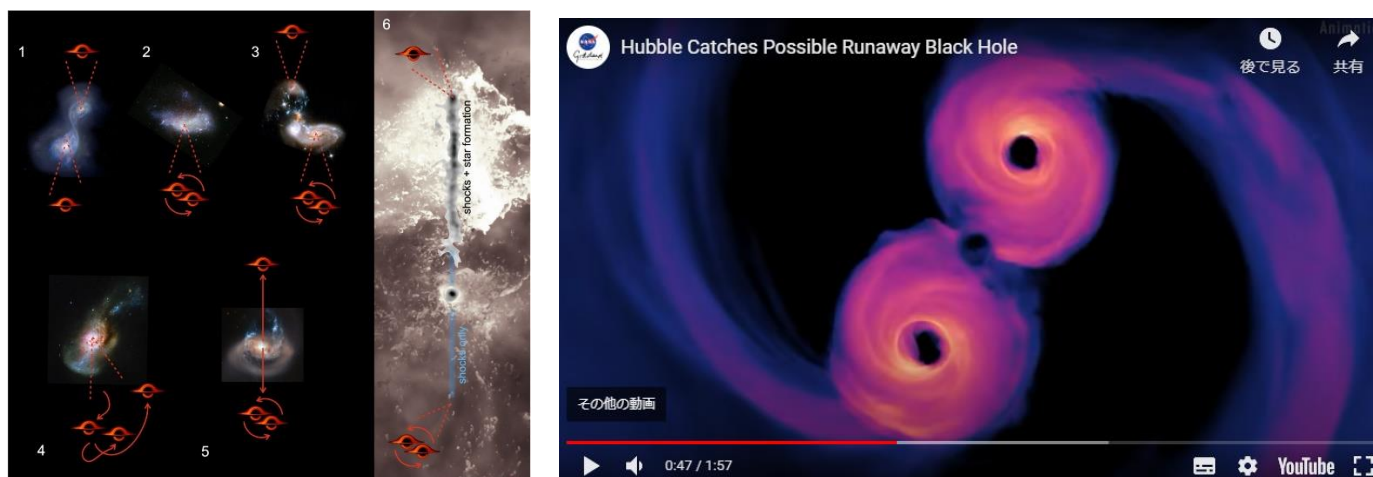
こちらの画像、背景は「ハッブル」宇宙望遠鏡の「掃天観測用高性能カメラ（ACS）」で2022年9月に観測され

た「へびつかい座」の一角です。右側には中央の枠内を拡大した画像が重ね合わされています。拡大画像を見てみると、右上から左下に向かって一筋の細い線のような何かが写っていることがわかります。ハッブル宇宙望遠鏡を運用する宇宙望遠鏡科学研究所（STScI）によると、観測中のカメラの撮像素子に宇宙線が衝突すると、こうした直線状のノイズが残ることがあるといいます。しかし、イエール大学の天文学者 Pieter van Dokkum さんを筆頭とする研究チームはこの筋がノイズではなく、銀河スケールで連なる星々の輝きであると結論付けています。星々の誕生には直線の右上に写っている銀河から飛び出した超大質量ブラックホール（超巨大ブラックホール）が関わっているとみられており、移動するブラックホールが形成した“星の軌跡(a Trail of Stars)”として、STScI やアメリカ航空宇宙局（NASA）が紹介しています。

“星の軌跡”の発見は偶然の出来事でした。この近くにある矮小銀河「RCP 28」の球状星団を探していた時にたまたま気付いたという van Dokkum さんも、最初はハッブル宇宙望遠鏡の画像に生じた宇宙線由来のノイズだと思ったといいます。ところが、van Dokkum さんが画像から宇宙線の影響を除去する処理を施しても、この筋は依然として消えずに残っていました。

冒頭の画像の作成には ACS と 2 種類のフィルター（F606W と F814W）を組み合わせて取得された 2 つの画像が使われているのですが、2 つの画像を 1 回の観測で同時に取得することはできないため、画像を取得したタイミングにはハッブル宇宙望遠鏡が地球を 1 周するのに要する 90 分ほどのタイムラグがありました。それにもかかわらず、この筋は 2 つの画像の同じ場所に写っていたことから、宇宙線の影響で偶発的に生じたノイズとして説明するのは難しいことになります。「私がこれまでに見たどのようなものとも違って見えました」（van Dokkum さん）

そこで、van Dokkum さんたちはハワイの W.M.ケック天文台で分光観測（電磁波の波長ごとの強さであるスペクトルを得る観測手法）を実施。観測データを分析した結果、この筋は幻ではなく実際に星々が連なってできた直線状の構造……先述の“星の軌跡”であることがわかりました。“星の軌跡”の長さは天の川銀河の直径の 2 倍に相当する約 20 万光年で、地球からの距離は約 76 億 7000 万光年とされています。



【▲ 銀河の合体と超大質量ブラックホール放出のプロセスを示した図（Credit: van Dokkum et al.）】

【▲ 今回の研究成果を解説した動画（英語）】（Credit: NASA's Goddard Space Flight Center）

研究チームはこの“星の軌跡”について、軌跡の右上に写っている銀河で複数回起きた銀河どうしの合体の結果として形成されたのではないかと考えています。そのプロセスは次の通りです（図を交えて説明します）。

まず、過去のある時点で 2 つの銀河が合体し（1）、それぞれの銀河の中心部分にあった超大質量ブラックホールは接近して連星を成すようになりました（2）。その後、別の銀河が接近して再び相互作用が始まると（3）、3 つに増えたことでブラックホールの軌道は不安定になります（4）。やがて 1 つのブラックホールが銀河から放り出されると、残り 2 つのブラックホールからなる連星ブラックホールもまた、反動で銀河から飛び出してしまう（5）。

放り出されたブラックホールは銀河周辺の希薄なガスを圧縮しながら高速で移動しており、その背後には星を形

成できるほどに温度が低くなったガスが航跡のように続いているとみられています。このガスから形成された星々こそ、現在私たちが観測している“星の軌跡”だということです（6）。

“星の軌跡”として観測されている若い星々の形成を促したブラックホールの質量は、太陽の約 2000 万倍と推定されています。このブラックホールは軌跡の両端のうち銀河から遠いほうの端（冒頭の画像で言えば左下の端）に位置するとみられていますが、その場所では塊状に分布するイオン化した酸素が検出されています。軌跡の先端ではガスの中を高速で移動するブラックホールによる衝撃を受けて銀河周囲のガスが加熱されている可能性があるものの、実際の詳しい仕組みはまだわかっていないと van Dokkum さんは語っています。

研究チームの仮説に従えば、2 回の銀河合体で集まった 3 つのブラックホールはすべて銀河から飛び出してしまったこととなります。実際に“星の軌跡”右上の銀河では、少なくとも活動中の超大質量ブラックホールの存在を示す兆候は検出されていないといえます。また、銀河を挟んで“星の軌跡”の反対側にはより暗くて長さも短い別の構造らしきものが存在するといひ、反動で飛び出した連星ブラックホールの存在を示している可能性があるようです。研究チームは仮説を検証するための次のステップとして「ジェイムズ・ウェッブ」宇宙望遠鏡や「チャンドラ」X 線観測衛星による追加観測に言及しています。また、ハッブル宇宙望遠鏡と比べて 100 倍の視野を一度に観測できる「ナンシー・グレース・ローマン」宇宙望遠鏡（2027 年打ち上げ予定）が登場することで、このような“星の軌跡”がさらに見つかる可能性に研究チームは期待を寄せています。

関連記事 [約 131 億光年先で見つけた天体、ブラックホール急成長の謎を解く鍵となるか](#)
[目のような不思議な形状の銀河「Caldwell 67」 ハッブル宇宙望遠鏡の画像を振り返る](#)
[直径 100 光年、10 万の星で構成された球状星団「M55」](#)

※記事中の距離は天体から発した光が地球で観測されるまでに移動した距離を示す「光路距離」（光行距離）で表記しています

Source

Image Credit: NASA, ESA, Pieter van Dokkum (Yale), Joseph DePasquale (STScI), Leah Hustak (STScI)

[NASA](#) - Hubble Sees Possible Runaway Black Hole Creating a Trail of Stars

[STScI](#) - Hubble Sees Possible Runaway Black Hole Creating a Trail of Stars

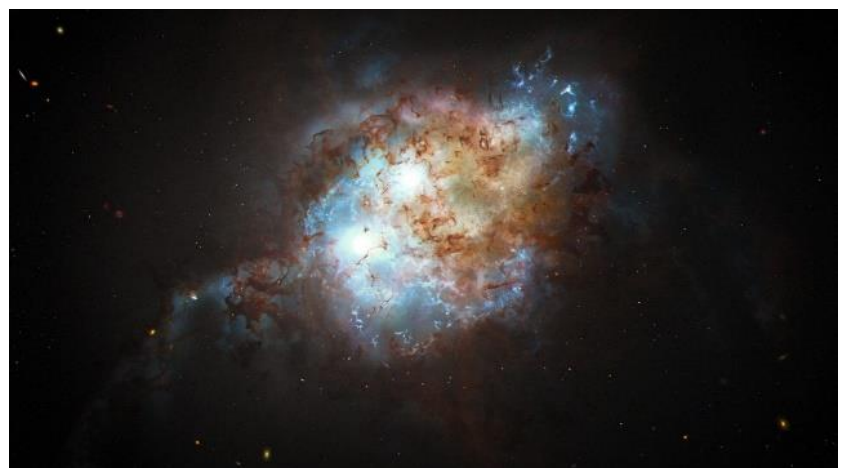
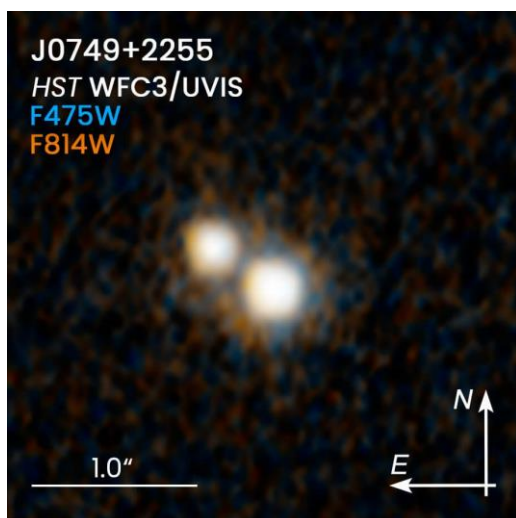
[van Dokkum et al.](#) - A Candidate Runaway Supermassive Black Hole Identified by Shocks and Star Formation in its Wake (The Astrophysical Journal Letters)

文/sorae 編集部

<https://sorae.info/astronomy/20230411-double-quasar.html>

融合間近の銀河核 ハッブルが観測した約 106 億年前の二重クエーサー

2023-04-11 [sorae 編集部](#)



【▲ ハッブル宇宙望遠鏡の広視野カメラ 3 (WFC3) で撮影された二重クエーサー「J0749+2255」(Credit: NASA, ESA, Yu-Ching Chen (UIUC), Hsiang-Chih Hwang (IAS), Nadia Zakamska (JHU), Yue Shen (UIUC))】

【▲ 二重クエーサー「J0749+2255」が存在する合体銀河の想像図 (Credit: NASA, ESA, Joseph Olmsted (STScI))】
こちらは「ふたご座」の方向にある二重クエーサー「J0749+2255」です。画像は「ハッブル」宇宙望遠鏡の「広視野カメラ 3 (WFC3)」で取得したデータをもとに作成されました。左下のスケールバーは 1 秒角 (満月の視直径の約 1800 分の 1) を示しています。

クエーサー (Quasar) とは、銀河中心の狭い領域から強い電磁波を放射する活動銀河核 (AGN) のなかでも、特に明るいタイプを指す言葉です。J0749+2255 のような二重クエーサーは、合体しつつある 2 つの銀河の中心核がそれぞれクエーサーとして輝くことで、一対のクエーサーとして見えていると考えられています。

クエーサーをはじめとした活動銀河核の原動力は、質量が太陽の数十万倍から数十億倍にもなる超大質量ブラックホール (超巨大ブラックホール) だと考えられています。ブラックホールに引き寄せられたガスなどの物質は真っすぐに落下していくのではなく、ブラックホールを周回しながら降着円盤と呼ばれる構造を形成しつつ、らせん状に落下していきます。物質が落下する過程で重力エネルギーが解放されると降着円盤は高温になり、そこから様々な波長の電磁波が放射されるのです。J0749+2255 の原動力となっている 2 つのブラックホールの質量は、それぞれ太陽の約 12 億倍および約 15 億倍と推定されています。

ハッブル宇宙望遠鏡を運用する宇宙望遠鏡科学研究所 (STScI) によると、私たちが見ているのは約 106 億 6100 万年前 (赤方偏移 $z=2.17$) の J0749+2255 の姿です。これほど古い時代、別の言い方をすればこれほど遠い宇宙の天体であるにもかかわらず、ハッブル宇宙望遠鏡は約 1 万 2000 光年しか離れていない 2 つのクエーサーを分離して捉えることに成功しました。100 億年以上が経った現在、J0749+2255 は巨大楕円銀河に進化している可能性があるようです。

冒頭の画像は 2 年前の 2021 年 4 月にすでに公開されていましたが、クエーサーと地球の間に存在する別の銀河による重力レンズ効果 (※) を受けた単一のクエーサーの像が、地球では 2 つに分裂して見えている可能性が残されていました。今回、イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校の大学院生 Yu-Ching Chen さんを筆頭とする研究チームが発表した研究成果によると、ハワイの W.M.ケック天文台で観測を行った結果、重力レンズ効果をもたらす銀河は存在しない……つまり、J0749+2255 には実際にクエーサーが 2 つ存在することが確かめられました。

※...手前にある天体 (レンズ天体) の質量によって時空間が歪むことで、その向こう側にある天体 (光源) から発せられた光の進行方向が変化し、地球では像が歪んだり拡大されたり、時には同じ天体の像が複数に分裂して見えたりする現象のこと。

関連: [最も古い「100 億年前の二重クエーサー」一度に 2 つも発見](#) (2021 年 4 月 11 日)

STScI によれば、宇宙の誕生から 30 億年ほどしか経っていない頃の二重クエーサーが見つかるのはめずらしいことだといえます。J0749+2255 をはじめとした古い時代の二重クエーサーの観測は、今から 100 億年ほど前に激しい星形成活動が起きた「宇宙の正午 (cosmic noon)」とも呼ばれる時代の銀河の進化に関する手掛かりになると期待されています。

関連記事 [星がぎっしり詰まった宇宙の宝箱。ハッブルが撮影した球状星団「ターザン 9」](#)

[ハッブル宇宙望遠鏡&ウェブ宇宙望遠鏡が撮影した銀河のペア「VV 191」](#)

[ハッブル宇宙望遠鏡が撮影した“クラゲ銀河”のひとつ「JO201」](#)

Source

Image Credit: NASA, ESA, Yu-Ching Chen (UIUC), Hsiang-Chih Hwang (IAS), Nadia Zakamska (JHU), Yue Shen (UIUC), Joseph Olmsted (STScI)

[STScI](#) - Hubble Unexpectedly Finds Double Quasar in Distant Universe

[NOIRLab](#) - Dual Quasars Blaze Bright at the Center of Merging Galaxies

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20230414-2653830/>

すばる望遠鏡とカナリア大望遠鏡が連携しブラックホール連星合体を追観測

掲載日 2023/04/14 18:09 著者：波留久泉

国立天文台(NAOJ)と千葉工業大学(千葉工大)の両者は4月13日、すばる望遠鏡とスペイン・カナリア天体物理研究所のカナリア大望遠鏡という、北半球にある2つの大型光学望遠鏡を用いて、ブラックホール同士の合体による重力波事象をこれまでにない深さで追観測し、その電磁波放射現象「キロノバ」の可能性に制限を与えたことを共同で発表した。



今回の連携観測のイメージ。視野の広いすばる望遠鏡(右)のHSCがまず広範囲を観測して当たりをつけ、カナリア大望遠鏡(左)の分光器OSIRISが詳細に観測し、GW200224に対応する可能性のある天体を19天体まで絞り込むことに成功した。(c)Gabriel Pérez, IAC(出所:すばる望遠鏡 Web サイト)

同成果は、NAOJの大神隆幸研究員(研究当時)、カナリア天体物理研究所のホセファ・ベセラ・ゴンサレス研究員、NAOJ科学研究部の富永望教授、千葉工大 惑星探査研究センターの秋田谷洋上席研究員、同・諸隈智貴主席研究員らの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。

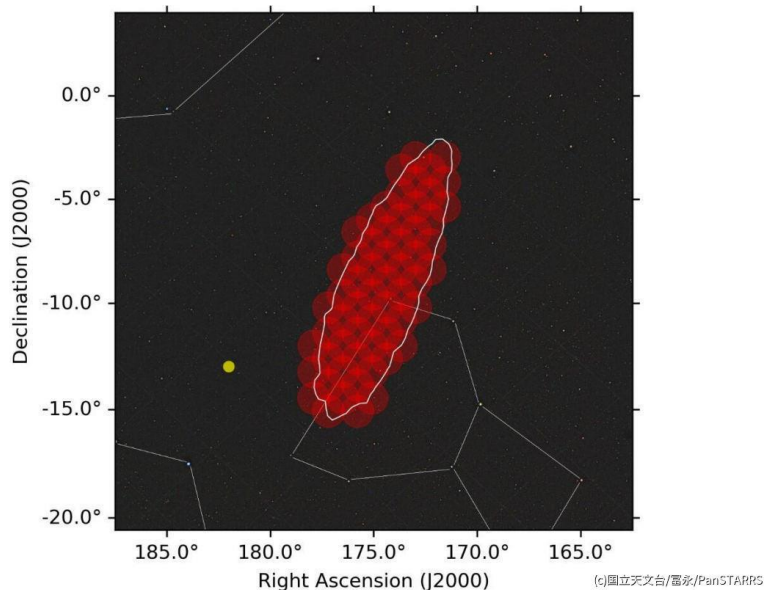
2017年の中性子星同士の合体による重力波事象「GW170817」では、光学望遠鏡による追観測において、同事象に対応するキロノバが初めて有意に検出された。なおこの時は、すばる望遠鏡の超広視野主焦点カメラ「HSC」や多天体近赤外撮像分光装置「MOIRCS」を用いた観測では、中性子星連星合体において「rプロセス元素合成」が起こっていることが確認されている。しかしこの例を除くと、重力波事象と明確に関連づけられる電磁波放射は観測されておらず、重力波を検出した後、いかに素早く高感度の追観測を光学望遠鏡で行うかが重要な課題となっているという。重力波望遠鏡による重力波の観測では、検出されたうちのおよそ90%をブラックホール連星の合体が占めている。ブラックホールは、事象の地平面を越えてしまうと光すら脱出できないことはよく知られた事実だ。そのため、ブラックホール連星合体においても、通常なら電磁波が放射されるとは考えられないとされる。しかし、2019年に検出されたブラックホール連星合体からの重力波事象「GW190521」では、電磁波対応天体の候補が検出されたとの報告があり、電磁波を放射する複数のメカニズムが理論的に提案された。そのため、さまざまな波長の電磁波で追観測が行われ、本当にブラックホール連星合体から電磁波が放射されるのか、放射されるとするとどの程度の明るさなのか、という点を解明することが求められている。そのため、さまざまな可能性を検討する上でも、望遠鏡観測による明るさの測定が不可欠だという。

そして2020年2月24日、米国の重力波望遠鏡「LIGO」と、イタリアとフランスを中心とした重力波望遠鏡「Virgo」は、ブラックホール連星合体からの重力波事象「GW200224_222234」(以下「GW200224」)を検出。

一般に、重力波望遠鏡の「視力」は、人間の視力に換算すると約 0.0008 と非常に悪く、同重力波の到来方向は典型的には「満月 2000 個分(500 平方度)の範囲のどこか」というレベルだ。

しかし、GW200224 は重力波が強く、その到来方向が約 50 平方度に限定されていた。そこで研究チームは、すばる望遠鏡とカナリア大望遠鏡を関係させた追観測を実行することにしたという。

重力波の検出からわずか 12 時間後、HSC を用いた撮像観測が行われ、急激な光度変化を起こした突発天体がある方向にあるか探査が行われた。この観測は到来方向の 91% をカバーし、ブラックホール連星合体による重力波事象に対し、その到来方向の大部分をカバーする観測としては、これまでで最も深い観測となった。



重力波望遠鏡による観測で得られた GW200224 の到来方向(白い線、確率 90%)とすばる望遠鏡 HSC が観測した領域(赤色)。赤丸は HSC の視野の大きさ(満月 9 個分に相当)、黄丸は満月 1 個分の大きさを表している。コップ座、からす座、おとめ座、しし座にまたがる広い範囲から GW200224 は到来している。(c)国立天文台/富永/PanSTARRS(出所:すばる望遠鏡 Web サイト)

そして発見された突発天体の光度変動を精査し、カナリア大望遠鏡の分光器「OSIRIS」により、突発天体が属する銀河の分光観測を実施。その銀河までの距離を決定し、最終的に GW200224 に対応する可能性のある天体が 19 天体同定された。ただし、この中で GW200224 との関連が強く示唆される天体はなかったという。

対応天体がないとすると、2019 年のブラックホール連星合体(GW190521)で報告されたものと同様の電磁波放射現象は、GW200224 には付随していなかったことになる。このことから研究チームは、ブラックホール連星合体からの電磁波放射現象には、多様性があることが示されているとしている。

2023 年 5 月からは、LIGO(2 台)、Virgo に日本の重力波望遠鏡「KAGRA」を加えた計 4 台での観測が再開される予定で、性能が向上したこれらの重力波望遠鏡が関係することにより、さらに多くの重力波事象がより詳細に検出されることが期待されている。そして、多様な重力波天体の素性を明らかにするため、研究チームは今後も、すばる望遠鏡とカナリア大望遠鏡を関係させた電磁波の追観測を行っていくとした。