



月周回軌道に入った米インテュイティブ・マシンの月着陸船ノバC。機体搭載のカメラで撮影した（同社提供・共同）

【ワシントン共同】米宇宙企業インテュイティブ・マシンは22日、無人の月着陸船「ノバC」が月に着陸したと発表した。民間企業では初で、米宇宙機の月面着陸は1972年のアポロ17号以来。政府が担ってきた月探査に企業が参画し、物資輸送や研究、インフラ整備など経済活動を広げていく一歩となる。

NASAのネルソン局長は「一世一代の着陸を成功させた」と祝った。同社によると、機体は月面で直立しており、データ送信の開始も確認できた。着陸船はNASAの観測機器などを積み、フロリダ州を出て約1週間かけ到着した。目的地の南極周辺には米国主導の探査計画「アルテミス計画」で2026年に有人着陸する際の候補地がある。中国も科学探査を目指しており、米中競合の場となりそうだ。月面着陸に成功した国は5カ国。米中と旧ソ連、インドに続き、日本が今年1月、小型探査機「SLIM」で成功した。いずれも政府のプロジェクトだった。地球の6分の1とはいえ直径数百メートルの小惑星に比べ格段に重力の大きい月は、減速し軟着陸するのが難しい。© 一般社団法人共同通信社

<https://sorae.info/space/20240223-im1.html>

## 【速報】米民間企業インテュイティブ・マシンの月着陸船「Nova-C」が月面に着陸

2024-02-23 [sorae編集部速報班](#)

アメリカの民間企業インテュイティブ・マシンスとアメリカ航空宇宙局（NASA）は、日本時間2024年2月23日朝に同社の月着陸ミッション「IM-1」の月着陸船「Nova-C（ノバC）」が月面に着陸したと発表しました。【最終更新：2024年2月23日9時台】



【▲ 月面到達が宣言された瞬間の管制室の様子。アメリカ航空宇宙局（NASA）のライブ配信から（Credit: NASA, Intuitive Machines）】

IM-1はインテュイティブ・マシンス初の月着陸ミッションで、着陸船のNova-CにはNASAの商業月輸送サービス（CLPS）の下で選定された6つのペイロードと民間の6つのペイロード、合計12のペイロードが搭載されています。着陸目標地点は月の南極近くにあるマラパートA・クレーター（Malapert A、直径約33km）です。インテュイティブ・マシンスおよびNASAによると、IM-1ミッションのNova-Cは日本時間2024年2

月 23 日 8 時 23 分に月面へ着陸しました。アメリカとしては 1972 年 12 月に実施されたアポロ 17 号のミッション以来、民間企業としては世界初の月面着陸となります。

Your order was delivered... to the Moon! 📸@Int\_Machines' uncrewed lunar lander landed at 6:23pm ET (2323 UTC), bringing NASA science to the Moon's surface. These instruments will prepare us for future human exploration of the Moon under #Artemis. [pic.twitter.com/sS0poiWxrU](https://pic.twitter.com/sS0poiWxrU)

— NASA (@NASA) [February 22, 2024](#)

IM-1 ミッションの Nova-C は 2024 年 2 月 15 日にスペース X の「Falcon 9 (ファルコン 9)」ロケットで打ち上げられて月へ向かう軌道に投入された後、日本時間 2024 年 2 月 22 日未明に月周回軌道への投入成功が発表されていました。関連記事：[米民間企業の月着陸船「Nova-C」月周回軌道に到着 2月23日朝に着陸予定](#) (2024 年 2 月 22 日) 着陸後の Nova-C の状態や画像など、インテュイティブ・マシーンスの IM-1 ミッションについては新たな情報が発表され次第お伝えします。

Source [Intuitive Machines](#) - IM-1 [Intuitive Machines](#) (X, fka Twitter)

[NASA](#) - Intuitive Machines-1 Lunar Landing (Official NASA Broadcast) (YouTube) [NASA](#) (X, fka Twitter)

文/sorae 編集部

<https://www.cnn.co.jp/fringe/35215669.html>

## 米月着陸船オデュッセウス、月面で横倒しに 開発企業 CEO

2024.02.24 Sat posted at 14:05 JST



月着陸船「オデュッセウス」が月面から 10 キロの高度で捉えたクレーターの様子/Intuitive Machines

(CNN) 米インテュイティブ・マシーンスは 23 日の記者会見で、同社が開発した月着陸船「オデュッセウス」が月面で横倒しになっていることを明らかにした。

オデュッセウスは 22 日、歴史的な月面着陸を成功させた。インテュイティブ・マシーンスは直後に X (旧ツイッター) で、オデュッセウスは「直立している」と説明していた。

しかし同社のスティーブ・アルテマス最高経営責任者 (CEO) は、その後のデータを見ると、オデュッセウスは月の石につまずいて横倒しになった可能性が高いとの見解を示した。

アルテマス氏によると、オデュッセウスは時速約 9.6 キロで降下し、時速約 3.2 キロで月面を水平に移動した後、月面でつまずいて横倒しになったという。記者会見では小型の模型を使って問題を説明した。

アルテマス氏はまた、オデュッセウスは安定した状態にあると強調。太陽光パネルには日光が当たっており、バッテリーの充電は全く問題なく行われていると説明した。既に米航空宇宙局 (NASA) が搭載した実験的技術の試験が一部始まっていて、ミッションの主な目標を確認している状況だという。インテュイティブ・マシーンスは降下前の段階でも航法装置に欠陥があるのを把握していた。同社は破損した部品は使用しないことに決め、オデュッセウスに搭載されていた NASA の航法装置を活用した。最終的にこの対応はうまくいき、オデュッセウスは運用可能な状態で月面に着陸した。米国の宇宙船による月面軟着陸は 1972 年のアポロ 17 号以来。オデュッセウス以前に民間宇宙船が月面着陸に成功した例はなかった。

<https://newswitch.jp/p/40609>

# スリム」日本初の月面着陸、舞台裏で躍動した最先端のおもちゃ技術

2024年02月24日 [クルマ・鉄道・航空](#)



## 変形型月面ロボット「SORA-Q」

ソラキューが撮影した月着陸機「SLIM」(JAXA、タカラトミー、ソニーグループ、同志社大学提供)

[宇宙航空研究開発機構](#) (JAXA) の小型の月着陸実証機「[SLIM](#) (スリム)」が日本初の月面着陸に成功した。同機には小型ロボットが2機搭載され、その一つである変形型月面ロボット「SORA-Q (ソラキュー)」を開発したのがタカラトミーだ。着陸したスリムをソラキューのカメラで撮影し、地球にデータを届けることに成功した。おもちゃメーカーならではの小型・軽量化などの発想を宇宙開発に生かした。(飯田真美子) スリムの月面着陸は世界で5番目の快挙だった。だが着陸時にメインエンジンで異常が発生し、着地予定地から100メートル以内に着陸する「ピンポイント着陸」は達成できなかったものの機体が逆立ちした状態で月面に降り立ったと見られた。着陸後に太陽電池の発電が確認できず、太陽光が太陽電池に当たらない角度で着陸してしまったと考えられた。この状況は数値データから推測できたが、実際にどうなっているかを調べるには月面に降り立ったスリムを写真撮影できれば解決する。

そこで役立ったのがソラキューだ。搭載したカメラで撮影した写真には逆さまになったスリムが映っていた。また太陽電池が貼ってある面が西を向いていて、着陸の時点では太陽光が当たっていない位置である証拠が得られた。また月面に着陸し、カメラでの撮影に成功した日本初のロボットとなった。タカラトミーの富山幹太郎会長は「スリムのミッションに貢献できたことは光栄なこと。生業のおもちゃの技術が偉業の一端を担えた」と語った。ソラキューは手のひらに乗るくらい小型で軽量の球状ロボット。スリムに搭載され、スリムの月面着陸寸前に分離。月に降り立ってスリム周辺を撮影することがミッションの一つだった。月に着くと球体から移動形態に形を変えて、ウミガメのように砂地をはって移動する仕組みだ。これまでにタカラトミーはさまざまな変形ロボットの玩具を開発・販売しており、おもちゃメーカーならではのノウハウが宇宙開発に生かされた。同社は「おもちゃと宇宙分野の開発に求められる要素が合致した」とコメント。非宇宙企業であるタカラトミーが、おもちゃを作る技術が日本の月面開発を支えた。ソラキューはJAXA公認モデルが一般に「おもちゃ」として販売されている。記者も実際に購入し、ソラキューを手にとって作動させた。専用アプリをスマホに入れるとソラキューを動かせるコントローラーとなり、自由自在に移動できて写真も撮影できる。また丸くて小さくて見た目が「かわいい」ことから、おもちゃメーカーならではの「人が手に取りやすいデザイン」が盛り込まれた宇宙機になっていた。富山会長は「世界中の子どもたちが自然科学に興味を持つきっかけになってほしい」と強調する。ソラキューをはじめとしたおもちゃを通じて宇宙に興味を持つ子どもが増え、将来宇宙開発に携わる人材の獲得につながるかもしれない。日刊工業新聞 2024年02月19日

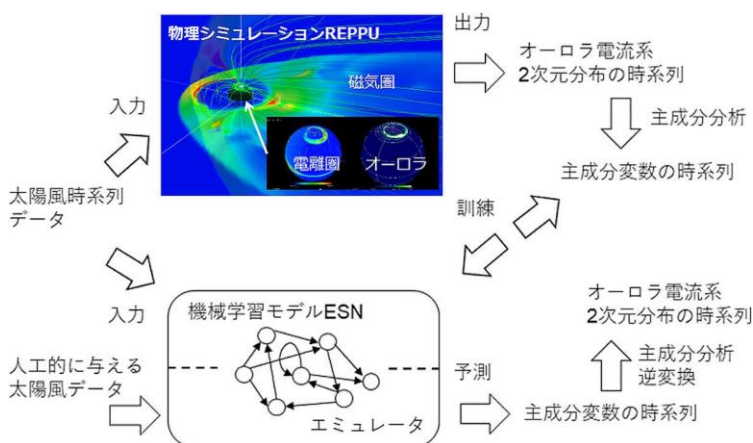
<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20240219-2887072/>

## 極地研など、従来の約100万倍高速にオーロラの広がりなどの予測を実現

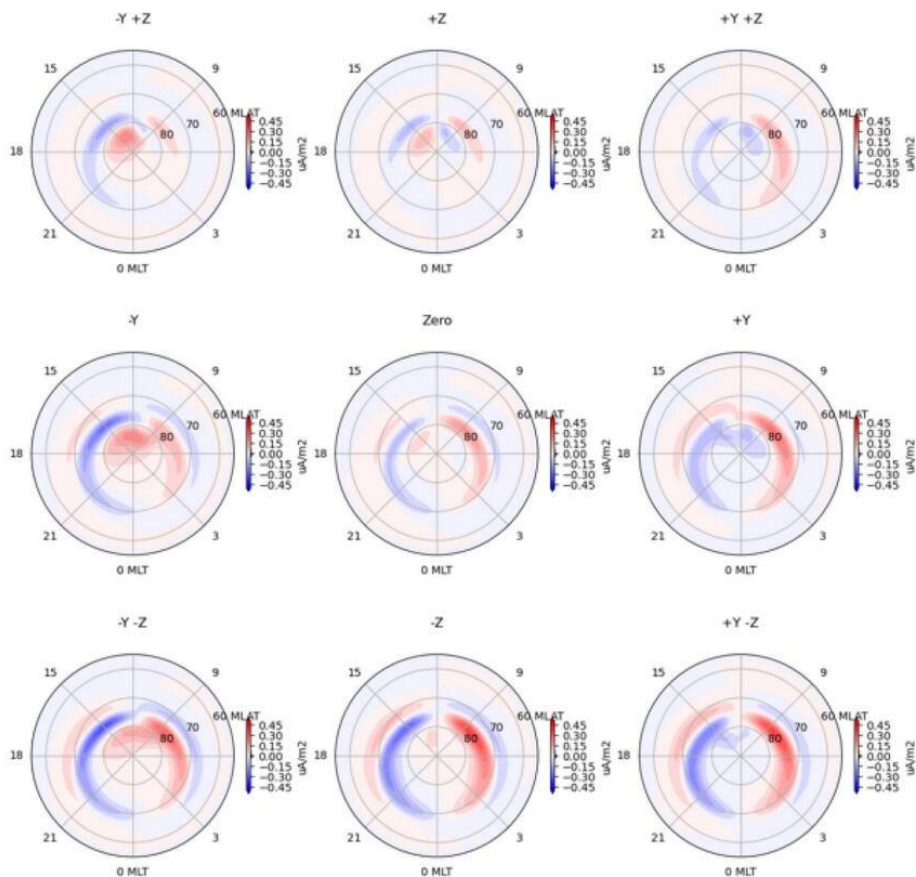
掲載日 2024/02/19 17:06 [著者：波留久泉](#)

国立極地研究所(極地研)、情報通信研究機構(NICT)、統計数理研究所(統数研)、データサイエンス共同利用基盤施設(ROIS-DS)の4者は2月16日、オーロラの広がりや発生する電流の強さを瞬時に予測する新手法として、従来の物理シミュレーションの結果を模倣する機械学習を用いたエミュレータ「SMRAI2(サムライ2)」を開発し、従来の物理シミュレーションの約100万倍の高速化を達成したこと(30日必要な計算をわずか数秒で出力可能)を共同で発表した。同成果は、極地研 宙空圏研究グループの片岡龍峰准教授、NICT 電磁波研究所 電磁波伝搬研究センター 宇宙環境研究室の中溝葵主任研究員、統数研 モデリング研究系の中野慎也教授(ROIS-DS データ同化研究支援センター兼任)、ROIS-DS データ同化研究支援センターの藤田茂特任教授(統計数理研究所モデリング研究系 特任教授兼任)らの研究チームによるもの。詳細は、[宇宙天気や太陽過程と地球環境とのその他の相互作用などに関する全般を扱うオープンアクセスジャーナル「Space Weather」に掲載された。](#)

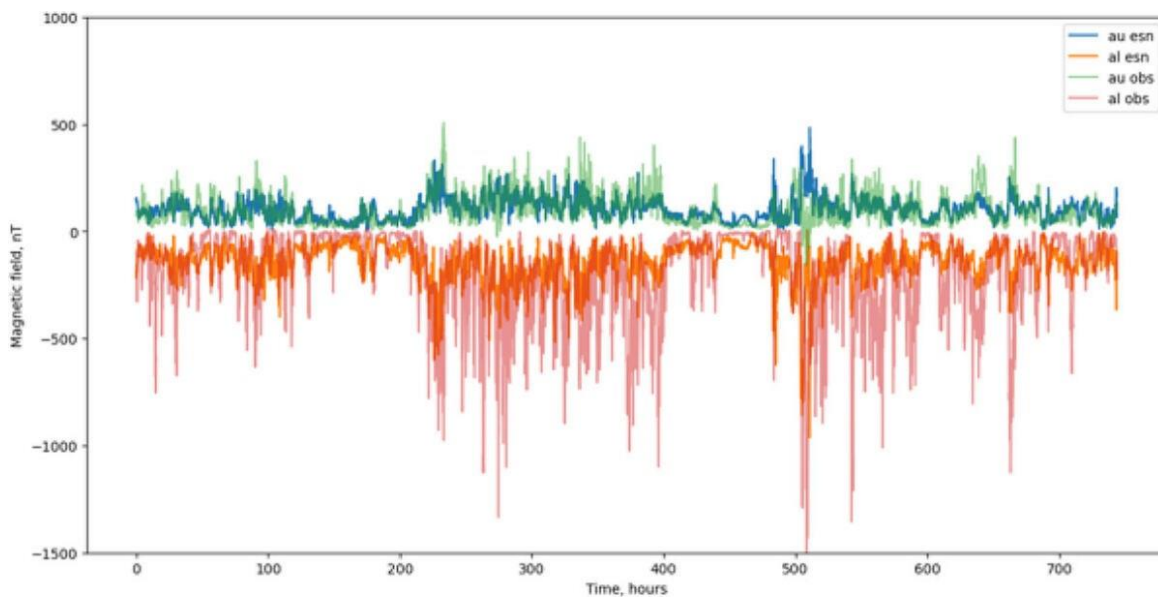
オーロラは、太陽からのプラズマの風である太陽風が地球磁場の影響を受け、地球大気圏に侵入しやすい極域へと誘導された結果、極域上空で窒素や酸素などと衝突することで発生する。そのため、オーロラは両極域で巨大な環のように発生し、その環は「オーロラオーバル」と呼ばれている。また太陽風と地球磁場が衝突する際、莫大な電流が流れる。その変動(オーロラの変動としても現れる)は、地上の送電網などのインフラにまで悪影響を及ぼすリスクがあり、実際に過去には大規模停電などの原因となったこともある。また同様に、人工衛星を故障させる危険性もあり、発生した電力の一部は大気を加熱して膨張させることで、低軌道の人工衛星の大気抵抗を増大させ、大気圏へと落下させてしまうこともある。このように、オーロラオーバルの広がりや電流の強さを迅速に予測することは、通信やGPSなど、人工衛星に多くを頼る現代において、宇宙天気予報の一環として極めて重要視されている。オーロラオーバルの広がりや電流の強さの予測手法は、主に2種類あるものの、それぞれ課題があるという。1つは過去の観測データに基づいて、ある太陽風データに対応するオーロラの広がり・強度のパターンを予測する「経験モデル」だ。同モデルは瞬時に結果を出せるが、経験範囲内での平均的なパターンしか出せないことが最大の課題とされている。もう1つは、太陽風によって乱される磁気圏と電離圏のプラズマの流れや電流を計算する物理シミュレーションだ。経験のない太陽風の変化に対しても結果を出すことができ、オーロラ爆発のようなダイナミックな変化も再現できるが、大量の計算機リソースを必要とすることが課題だ。そこで研究チームは今回、これまでに得ることが困難だった大量の物理シミュレーション結果に、機械学習モデルを組み合わせるという新たな発想で、両者の欠点を解消する第3の手法を開発することを目指したという。今回の研究では、NICTが宇宙天気予報の一環として運用しているオーロラ電流系の物理シミュレーション「REPPU改良版」によって計算された、数年分の入出力データが機械学習の学習データとされた。時系列機械学習モデル「Echo State Network」を訓練することで、REPPU改良版のオーロラ電流系の計算結果を高度に再現するエミュレータ SMRAI2が開発された。



NICT で利用されている物理シミュレーション「REPPU」(上段)と、今回開発されたエミュレータ(下段)のフローチャート(出所:極地研 Web サイト)



SMRAI2 では、人為的な太陽風を一定時間与え続けて定常状態を見ることで、太陽風の磁場の方向によって規則的に変化するオーロラ電流系パターンが、ほぼ完全に再現される。画像は、北極域を天の北から見下ろした図。赤と青はそれぞれ、地球向きと地球外向きの電流。Y、Z は太陽風磁場の向きで、Z は南北方向で北向きが正、Y は東西方向で西向きが正。たとえば、「Zero」は太陽風磁場の Y、Z 成分ともに無し、「-Z」は完全南向き、「-Y-Z」は南東向きの場合が表されている(出所:極地研 Web サイト)



SMRAI2 では、実際に観測された複雑な太陽風の変動を与えることで、非常に複雑なオーロラジェット電流の時間変化も再現可能。薄色は観測値、濃色は SMRAI2 による予測値。au obs・al obs は観測された AU・AL 指数、au esn・al esn はエミュレータ結果から計算された AU・AL 指数。AU・AL 指数とは、高緯度域でのオーロラ活動の活発さのこと(出所:極地研 Web サイト)

SMRAI2は、任意の太陽風時系列データを入力として与えることで、南北両半球のオーロラオーバルの広がり、その時間変化、オーロラ電流の強さを表す AE 指数などを瞬時に出力することが可能とのこと。REPPU 改良版と良く似た計算結果を得るのに約 100 万分の 1 の時間で済み、これまでおよそ 1 か月必要だったところをわずか数秒で出力できるとする。SMRAI2では、たとえば人為的に作成された太陽風を一定時間与え続けることで、太陽風に対応して規則的に変化するオーロラの電流系パターンがほぼ完全に再現される。このことは、従来の経験モデルの上位互換であることを意味するという。また、実際に観測された複雑に変化する太陽風を与えることで、非常に複雑なオーロラジェット電流の時間変化も再現されるとした。

研究チームは今後、SMRAI2 のメリットである高速性を活かすことで、わずかに異なるさまざまな太陽風データの入力によって、結果にどれほどのばらつきがでるのかという評価をリアルタイムで行う「アンサンブル予測」や、リアルタイム観測データとエミュレータの結果をデータ同化手法によって補正を行うことで現実により近い予測を選び出すなど、より高度な宇宙天気予報への発展が期待できるとしている。

<https://uchubiz.com/article/new40311/>

## アストロスケール実証衛星「ADRAS-J」、デブリへの接近を開始-世界初の試み

2024.02.23 03:00 [UchuBiz スタッフ](#)

宇宙ゴミ（[スペースデブリ](#)）の状況を調べるために打ち上げた[アストロスケール](#)の商業デブリ除去実証衛星（Active Debris Removal by Astroscale-Japan : [ADRAS-J](#)）が初期運用を終え、日本時間 2 月 22 日午後 8 時頃、対象となるデブリへの接近を開始した。

ミッションの対象となるデブリは、2009 年に打ち上げられたロケット「H-IIA」の第 2 段であり、全長は約 11m、直径は約 4m、重量は約 3t。対象デブリに接近して、近傍運用（Rendezvous and Proximity Operations : [RPO](#)）技術を実証し、長期間放置された対象の運動や損傷、劣化といった状況を撮影する。ADRAS-J は、実際のデブリに安全に接近して、デブリの状況を明確に調査する。世界初の試みになる。

ADRAS-J はまず、自身に搭載するセンサーでの測位情報と地上からの観測値などの情報をもとにした“絶対航法”で推進器（スラスター）でデブリに接近する。その後数キロメートルまでは可視光カメラで接近、赤外線カメラに切り替えて数百メートルまで接近する。その後は、レーザーで距離や形などを計測する LiDAR で近づく（相対航法）。可視光カメラから赤外線カメラ、LiDAR といったセンサーをシームレスに切り替える必要がある。こうした流れも難易度の高いものであり、同社は「高速で移動しながら望遠鏡、双眼鏡、虫眼鏡を切り替える」イメージと説明している。運用が終了した衛星などのデブリは、自らの位置情報を発信しない“非協力物体”であり、外形や寸法などの情報が限られ、位置データや姿勢制御などの協力が得られない。そのため、劣化状況や回転など実際の軌道上での衛星の状態を把握しながら安全に RPO を実施することは、デブリ除去を含む“[軌道上サービス](#)”の重要な基盤になる。ADRAS-J は、相対的に自らの位置を制御するための斜め向きの 8 本のスラスターと、効率的に大きな推力を生んで大きく軌道を変更するための真っ直ぐな 4 本のスラスターを使い分けることでダイナミックかつ繊細な動きが可能という。本体サイズは約 830×810×1200mm（太陽光パネル展開時の幅は約 3700mm）。重量は約 150kg。アストロスケールは、デブリの除去などの技術実証を目指す宇宙航空研究開発機構（JAXA）の「商業デブリ除去実証（Commercial Removal of Debris Demonstration : [CRD2](#)）」プロジェクトのフェーズ 1 の契約相手方として選定され、ADRAS-J を開発している。今回のミッションが成功すれば、実際にデブリを捕獲して大気圏に再突入させる CRD2 のフェーズ 2 実施の足がかりとなる。同社は、デブリ除去技術実証衛星「ELSA-d」（End-of-Life Services by Astroscale – demonstration）で模擬デブリとの距離を [1700km から 160m に縮めている](#)ことに成功している。

アストロスケールは、デブリ除去を含む軌道上サービスに取り組むアストロスケールホールディングスの子会社。ADRAS-J は 2 月 18 日午後 11 時 52 分にニュージーランドのマヒア半島から Rocket Lab の「Electron」ロケットで[打ち上げられた](#)。



(出典：アストロスケール)

関連リンク [アストロスケールプレスリリース](#) [ADRAS-J ミッション概要](#)

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20240221-2888541/>

## 宇宙ビジネス向けのアウトソーシングサービスの提供を ABLab が開始

掲載日 2024/02/21 12:21 著者：上定真子

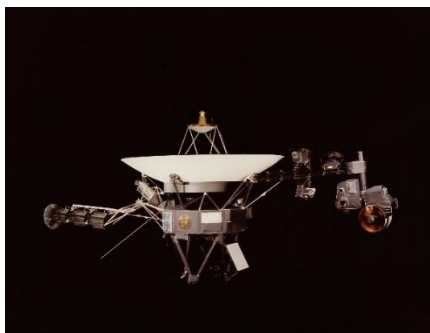
ABLab は、宇宙ビジネス向けのアウトソーシングサービス「ABLab Works」の提供を開始したことを発表した。昨今、成長市場として期待される宇宙産業。宇宙事業に取り組む企業も増え、それに関わる業務も増加している一方で、宇宙分野に対する基礎知識や業界知識を持つ事業者、ビジネスパーソンはまだまだ少なく、宇宙に詳しいマーケターやクリエイター、各種専門家などといったエキスパートを探すには多大な労力をかける必要がある。ABLab は宇宙ビジネスの実践コミュニティを運営してきており、そうした経験を通じてつながったさまざまな業界の多様な職種の人々が交流を重ねてきた。コミュニティに参加するには月額 5000 円の会費が必要ということもあり、参加者の多くが本気で宇宙に取り組む姿勢を持っているという。ABLab Works は、そうしたコミュニティに参加する事業者を、ABLab 代表理事の伊藤真之氏が審査し、一定基準をクリアした事業者を ABLab 公認事業者として、業務委託を可能とするアウトソーシングサービス。

専門スキルはもちろん、宇宙産業の知識や宇宙産業に貢献したいという熱意を兼ね備えた担当者に、仕事を任せられることができるサービスであり、そうした事業者を活用することで、今後の宇宙事業者の成長を促進することができる。ABLab では、「確かな専門スキルはもちろんのこと、宇宙産業に対する強い熱意で、お客様の宇宙ビジネスに貢献することをお約束します」と説明している。ABLab Works の開始直後のサービスメニューとしてラインナップしては、マーケティング支援、起業支援、法律顧問、動画・画像制作、CAD 設計、講演会・勉強会の講師、イベント企画・ライブ配信、プロダクトデザインとしているが、今後、顧客のニーズに合わせて 2024 年内に 100 以上のサービスラインナップに拡充していくことを目指すとしている。

<https://wired.jp/article/nasa-voyager-one-space-probe-lost-contact/> 2024.02.19

## 稼働 50 年近い宇宙探査機「ボイジャー1号」に不測の事態、“延命”に向けて解決

### に挑むエンジニアたち



PHOTOGRAPH: NASA/HULTON ARCHIVE/GETTY IMAGES

## [宇宙探査機「ボイジャー1号」「2号」の打ち上げから45年、いまでも太陽系外から“正常なデータ”が届き続けている](#) BY RAMIN SKIBBA

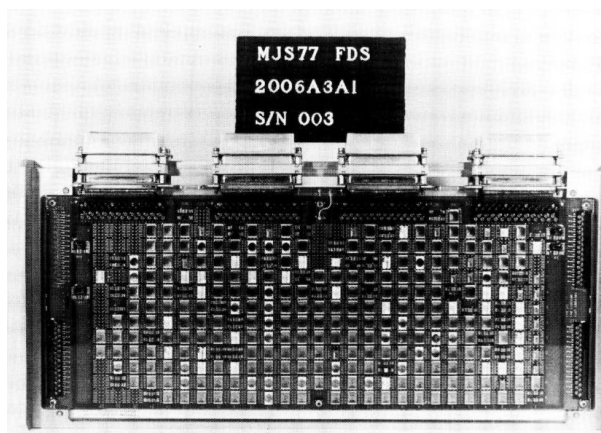
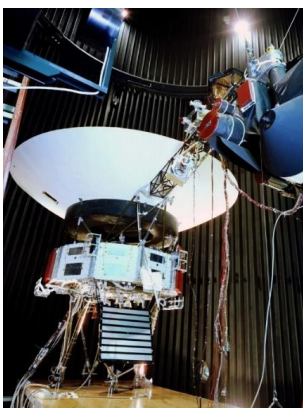
1977年から飛行を続けている宇宙探査機「ボイジャー1号」に不具合が発生した。どうやら原因は50年近く前に“最新鋭”だったコンピューターにあるようで、エンジニアたちは当時の紙の資料を読み解きながら手探りで解決に挑んでいる。

「[ボイジャー1号](#)」は、まだ[どこかで生きています](#)。150億マイル（約240億キロメートル）以上も離れた宇宙を猛スピードで進むこの宇宙探査機は、[米航空宇宙局（NASA）](#)で最も長く稼働している機体のひとつだ。しかし、そのコンピューターに問題が起こり、南カリフォルニアで計画のために働く忠実なサポートチームが詳しい情報を得られなくなっている。コンピューターの不具合は2023年11月14日に発生した。その影響を受けたのは、ボイジャー1号の科学機器からの測定値や機体の状態に関する基本的なエンジニアリング情報など、テレメトリデータ（動作状況のデータ）を送信する能力である。この結果、サポートチームは探査機の推進力や動力、制御システムに関する重要なパラメーターについて知ることができなくなった。

「探査機を取り戻すことができたとしたら、とてつもない奇跡です。もちろん諦めていません」と、NASAのジェット推進研究所（JPL）でプロジェクトマネージャーを務めるスザンヌ・ドッドは語る。「試せることはほかにもあります。しかし、わたしがプロジェクトマネージャーになってから最も深刻な問題であることは確かです」2010年にNASAによるボイジャー計画のプロジェクトマネージャーに就任したドッドは、人類の星間宇宙探査を担う少数の精鋭エンジニア集団を監督している。ボイジャー1号は時速38,000マイル（秒速17km）で太陽から遠ざかっており、史上最も遠い位置にある宇宙船だ。1977年にボイジャー1号の16日前に打ち上げられた「ボイジャー2号」は、それほど遠くへは到達していない。ボイジャー1号は土星と遭遇中に速度を上げてボイジャー2号に差をつけたが、2号はのんびりしたルートで木星、土星、天王星、海王星を通過しながら太陽系を進んだ。この数十年間、NASAは星間空間における宇宙線、磁場、プラズマ環境の研究にボイジャーの計器を充ててきた。これまで写真撮影はしておらず、どちらの探査機も太陽から放出される粒子の流れが星間物質に衝突する境界面「ヘリオポーズ」の向こう側へと渡っている。

現時点で、星間宇宙を探索している運用中の宇宙船はほかにはない。15年に冥王星を通過したNASAの[探査機「ニュー・ホライズンズ」](#)は、2040年代の星間空間到達を予定して順調に航行している。

### 50年近く前の“最先端”のシステムに不具合？



## [宇宙探査機「ボイジャー」を前代未聞の通算50年まで延命すべく、徹底した“省エネ作戦”が動き出した](#)

BY RAMIN SKIBBA

NASAの「ボイジャー」に搭載されたフライトデータ・サブシステムのコンピューター。1970年代の資料からスキャンされた写真だ。PHOTOGRAPH: NASA

ボイジャー1号の最近の問題は、この探査機のフライトデータ・サブシステム（FDS）にある。FDSは宇宙船に搭載されている3つのコンピューターのうちのひとつで、コマンド&コントロール系の中央コンピューター



と、姿勢制御と指向を監督する別の装置と連携して動作している。

FDSが担うのは、宇宙船のセンサーネットワークから科学データとエンジニアリングデータを収集し、その情報をバイナリーコード（0と1の文字列）でひとつのデータパッケージにまとめるという役割だ。ボイジャーの12フィート（約3.7m）のパラボラアンテナを通して実際に地球へデータパッケージを送り返すのは、テレメトリ変調ユニットと呼ばれる別のコンポーネントである。

NASAによると、11月にボイジャー1号が送信したデータパッケージは、まるで詰まっているかのように1と0のパターンを繰り返していたという。これに対して、JPLのエンジニアは3カ月間の大半を問題の原因解明に費やしてきたと、ドッドは語っている。そして、問題がFDSに起因していることをエンジニアリングチームは「99.9%確信している」という。FDSの問題は、どうやらデータの「フレーム同期」にあるようだ。

これまでのところ、この問題について最も可能性の高い説明は、FDSのメモリーにちょっとした不具合が起きているというものだと地上のチームは考えている。しかし、コンピューターのハングアップのせいで、問題の根源につながるかもしれないボイジャー1号の詳しいデータをエンジニアは入手できない。

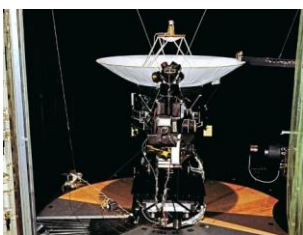
「FDSのメモリーのどこかでしよう」と、ドッドはいう。「一部がひっくり返ったか、破損したのか。でも、テレメトリーがなければ、FDSのメモリー破損がどこで起きているのかわかりません」50年近く前に開発された当時、ボイジャーのFDSはコンピューティングにおける革新だった。それは宇宙船上で揮発性メモリーを利用した初のコンピューターだったのである。ドッドによると、それぞれのボイジャーは2台のFDSコンピューターを搭載して打ち上げられた。ところが、ボイジャー1号のバックアップ用FDSは1981年に故障してしまったという。ボイジャー1号の地上エンジニアが11月以降に受信した唯一の信号は、キャリアトーン（デジタル信号を変調する際の基準となる信号音）だった。そこからは、基本的に宇宙船がまだ動作中であることしかチームにはわからない。それ以外に大きな問題の兆候は何もない。キャリア信号の変調の変化は、地球からアップリンクされたコマンドをボイジャー1号が受信していることを示している。「残念ながら、難問の解決には至っておらず、テレメトリーの回復もまったく進んでいません」と、ドッドは語っている。

### 紙の資料から情報を“発掘”する作業

これから数週間のうちに、ボイジャーの地上チームはボイジャー1号へのコマンド送信を計画している。それにより、FDSのコンピューター内で破損の疑いのあるメモリーを分離しようというわけだ。

方法のひとつは、ボイジャー1号が木星と土星の近くを航行していた1979年と80年にFDSが使用した運転パラメーターのように、異なるモードで動作するようコンピューターを切り替えるというもの。ボイジャーのエンジニアの間では、異なるデータモードへ移行すれば、FDSのメモリーのどの部分で修正が必要なのか明らかになるかもしれないと期待されている。これは表面的に想像するよりも、はるかに複雑な作業だ。まず、エンジニアがボイジャー1号に命じるかもしれないデータモードは40年以上も使われていない。ボイジャーのFDSを使ってそのようなコマンドを出そうと考えた人間は、何十年もの間いなかったのだ。

ボイジャー1号と2号には、航行を継続するためにNASAが投入しているリソースと比べて桁外れの知名度がある。ボイジャー計画には、通常は十数人未満の人員が充てられている。この人数は、11月にコンピューターの問題が発生してからわずかに増えた。不具合の解決を支援するため、FDS、ソフトウェア、宇宙船通信の専門家で構成した約8人の小規模な“タイガーチーム”が割り当てられたのだ。



[人為的ミスで失われかけた宇宙探査機「ボイジャー2号」が、奇跡的に“復活”するま](#)

[での舞台裏](#) BY RAMIN SKIBBA

「悲観的になりたくはありませんが、ボイジャー関係者の多くは亡くなっています」と、ドッドはいう。「つまり、宇宙船をつくった人たちはもう生きていないのです。それなりに有益な資料が残っていますが、その多くは紙です。このため参考文献を手に入れるには考古学のような発掘作業が必要になります」

クラシックカーの取扱説明書をくまなく調べている様子を想像できるだろうか。その本のページは風化して、おそらく擦り切れているだろう。ボイジャーのエンジニアが経験していることは、それと変わらない。エンジニアたちのなかには、計画が始動した当時は生まれていなかった者もいる。

「回路図が何枚もありますが、それらは紙で、どれも角が黄ばんでいます。そのすべてに 1974 年の署名があります」と、ドッドは言う。「壁にピンで貼ってあり、みんなでそれを見ているのです。コマンド送信の決定や何が問題なのかについて話すために必要な情報を、どのように得るのか。それだけで物語がひとつできるほどです」これはボイジャーのエンジニアにとっては珍しくない作業である。この数年間、JPL でボイジャー計画の中心となっているチームは、保管された文書を問題のトラブルシューティングの参考にしてきた。それほど深刻ではないほかのコンピューターの問題解決や、2 つのボイジャーで燃料経路内での残留物の蓄積を防ぐスラスターの新しい操作方法の開発に役立てたのである。

### 「何も見えないまま標的を撃つ」ような挑戦

宇宙船のエンジニアは冗長性（回路や機器の二重化）を好むが、ボイジャーにはもはやバックアップという余裕はない。つまり、宇宙船のどの部分であっても、ひとつの部品の故障で計画が停止する可能性があるということだ。どちらの宇宙船も原子力電池を動力としており、その発電量は動力源のプルトニウムが崩壊するにつれ毎年少しずつ減少している。この電力低下のために、NASA は 2020 年代の終わりに向けて各宇宙船の機器の電源を切ることを余儀なくされるだろう。太陽系を探索する NASA の最新計画のほとんどは、地上にシミュレーターを置いている。シミュレーターを使って、本物の宇宙船に送る前にコマンドや手順をテストするのだ。この演習により、計画を危険に晒す可能性のあるコマンドエラーを明らかにすることができる。

「ボイジャーへのコマンド送信は困難です」と、ドッドは言う。「それに使えるようなシミュレーターはありません。ハードウェアのシミュレーターも、ソフトウェアのシミュレーターもありません。FDS を搭載したシミュレーターはなく、コマンドの送信前にまず地上で試すことができるハードウェアもありません。そのせいで慎重になっています。コマンドの成功と、リスクを負うことの間でバランスをとるしかないのです」

マネージャーたちは、ボイジャー1号の経年も認識している。その寿命がいつ終わりを迎えてもおかしくない。「ですから、何をすべきか決めるために延々と時間を使うつもりはありません」と、ドッドは語る。「何かほかの故障が起きるかもしれません。スラスターが故障する可能性もあります。正しいことをしたいと思っています。しかし、何が正しいのかをずっと悩んでいることはできません。物事を体系的かつ論理的に見て、決定し、実行する必要があります」ボイジャー1号を救うためにさらにコマンドを送信する時が来れば、JPL のオペレーターは応答を得るために 45 時間以上も待機しなければならない。南天方向に位置する宇宙船までは、広大な距離がある。このため NASA は、世界中の電波アンテナをつないだ「ディープ・スペース・ネットワーク（DSN）」のうち、オーストラリアにある 230 フィート（70m）という最大のアンテナを使う必要がある。これは DSN のなかで最も使われているアンテナだ。「データ転送速度は非常に遅く、この異常のせいでテレメトリーをまったく得られません」と、ドッドは説明する。「宇宙船の状態が完全にわからないので、何も見えないまま標的を撃とうとしているような状態なのです」（[Ars Technica](#)/Edit by Daisuke Takimoto）

※『WIRED』による[ボイジャーの関連記事はこちら](#)。[宇宙の関連記事はこちら](#)。

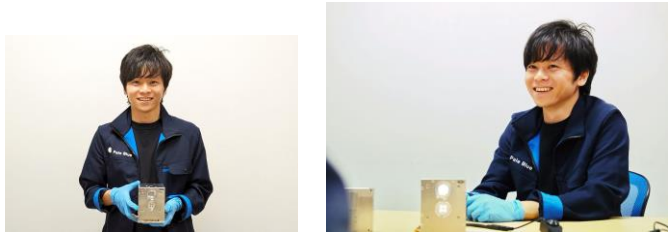
<https://uchubiz.com/article/int39891/>

# 小型衛星の大量打ち上げ時代に「水エンジン」で応える—Pale Blue 浅川 純氏インタビュー

タビュアー 2024.02.21 09:00 [藤井 涼（編集部）](#)、[田中好伸（編集部）](#)、[藤川理絵](#)

水を推進剤にして宇宙空間の人工衛星を動かす「水推進機（水エンジン）」を開発する宇宙スタートアップが、いま世界各国から注目を集めている。東京大学発の Pale Blue だ。

同社の代表取締役である浅川 純氏ら 4 名が、7 年以上にわたる推進機の基礎研究や、衛星に搭載する実機開発などを経て、2020 年 4 月に創業。2023 年 3 月には、ソニーの超小型衛星「EYE」に同社の推進機が搭載され、宇宙空間で初の噴射に[成功](#)した。



Pale Blue 代表取締役の浅川 純氏

「2024 年は『新製品の研究開発』と『量産の技術開発』の 2 軸で事業を加速させる」と話す浅川氏に、水エンジンの特徴や最新の動きなどを聞いた。

## 小型衛星「大量打ち上げ」の時代に応える

人工衛星は、ロケットで打ち上げられて切り離されたあと、内部に搭載された推進機（エンジン）を用いて、宇宙空間を自力で動かなければならない。ミッション開始位置まで、速やかに動くべきケースもあれば、サービス提供中の軌道修正を目的として、ゆっくりと動くケースもある。昨今では、スペースデブリとの衝突回避や、ミッション終了後の大気圏への落下など、瞬間的な推進力が求められるケースも増えている。

Pale Blue の水エンジンは、まさにその動力源となる。すでに同社は、3U キューブサットから 700kg の衛星まで、さまざまな人工衛星のミッションに適した、豊富なバリエーションの水エンジンを開発しているという。ただし、主なターゲットは「小型衛星」だ。浅川氏は「小型衛星が盛り上がってきたことを受けて、小型衛星に搭載できる推進機の開発を始めた」と、大学時代を振り返る。

「当時、小型衛星に搭載可能なものは完成したが、2 つの壁にぶつかった。1 つは、これ以上小さくできないこと。もう 1 つは、安全審査対応が開発以上に大変なこと。今後本当に小型衛星を大量に打ち上げるには、さらに安全で小型化しやすい推進機が必要になる。そこで水に着目し、指導教員だった小泉先生（共同創業者 兼 取締役の小泉宏之氏）の小型推進機の研究を引き継ぐ形で、2016 年頃から水推進機の開発に取り組んできた」

（浅川氏） ちなみに浅川氏は、もともと宇宙好きで大学進学したものの、成績順で希望した人工衛星分野には進めず、最終的には“じゃんけん”で同研究室に縁を持ったというから、人生は何が起きるか分からない。

なぜ「水」に着目？ そもそも、なぜ水に着目したのか。浅川氏によると、これまで多くの人工衛星に搭載されていた推進機は、有毒なものか高圧のもの、いずれかを推進剤に用いていたという。しかし、有毒なものは、専用の設備や装備が必要で、取り扱いコストも高い。また高圧なものも、安全審査や安全基準を突破するための対応が煩雑で、実は開発以上に手間を取られる。さらに、これらはそもそも小型化が難しいという課題があった。また、希少性の高いガスだと単価が高く、地政学上の入手性も不透明で、大量打ち上げ時代には、すぐエネルギー資源が枯渇するリスクがあると説明する。

## Benefits of Water

水を推進剤として利用するメリット



Safe

安全

推進機を複数組み合わせたデザイン（クラスタリング）により、幅広い衛星のサイズや推力要求を満足



Affordable

低価格

他の推進剤（ヒドラジン、キセノン等）に比べて調達価格が安い。安全性に伴い、搭載・運用コストも低減可能



Sustainable

持続可能

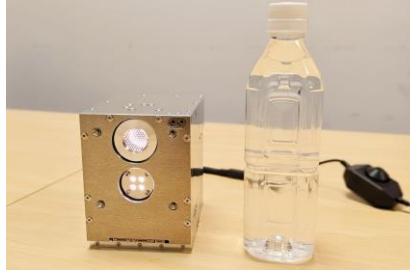
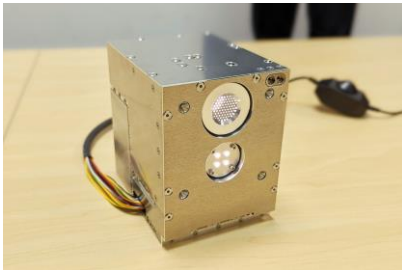
地球だけではなく、宇宙環境でも豊富に実在するエネルギー資源であるため、需要が大幅に拡大しても対応可能

水を推進剤にするメリット（同社のウェブサイトより）

「安全性、入手性、その両者にもなうコスト、この3つの要件を、従来の推進剤では満たすのが難しい。水を利用すれば、従来よりも劣るものの、小型衛星に求められる性能は十分に発揮できる。かつ安全で、審査もだいぶ楽になる。すべての衛星に水推進機を搭載するのではなく、用途により棲み分けることで活用を進めていきたい」（浅川氏）

### 機種ごとの違いは「推進力と燃費」

たとえば、水イオンスラスタ「PBI」は、中央の大きめの噴射口からプラズマが噴射されて、推力を生み出す。後述の水レジストジェットスラスタと比較して推力は小さいが非常に燃費が良い推進機となっている。



水イオンスラスタ

「PBI」500ml ペットボトルと並べたところ

側面と背面

ボックス内部には、推進機（エンジン）として必要な電子回路基盤、通信機器などがすべて格納されており、衛星本体とコネクタ経由で接続するだけで、遠隔からの噴射指令や、内部機器のモニタリング、電力供給もできる仕様だ。水レジストジェットスラスタ（PBR）は、燃費はあまり良くないものの推力が大きい推進機である。同社が開発した最小サイズの水レジストジェットスラスタ「PBR-10」の初期モデルも見せてもらった。衛星の端にも搭載できるように、推進機本体ができるだけスリムになるよう、設計したという。現在は、改良が加えられ、さらに洗練されたデザインで提供中だ。



「PBR-10」の初期モデル

改良された「PBR-10」最新モデル

重量 10kg 程度の小型衛星にも搭載することができ、ソニーが打ち上げた超小型衛星「EYE」にも水レジストジェットスラスタが搭載されているという。水の残量は、常にモニタリングできるとのこと。なお、同社の水推進機はどの製品も、一般的な衛星の寿命といわれる 3~5 年程度の稼働を見込めるという。

### 短期的には地球低軌道でのビジネス拡大を図る

「直近で水推進機のニーズが一番大きいのは地球低軌道」と浅川氏は話す。特に、SpaceX の衛星通信「Starlink」をはじめとする衛星コンステレーションは、ビジネス拡大の大きなチャンスと見ている。

「SpaceX は自社で推進機も手がけているので、ハードルは高いが、そこに入れる可能性もゼロではない。SpaceX 以外にも、いろいろなコンステプレイヤーがいて、打ち上げ回数も増えてきているので、コンステは間違いなくわれわれが狙っていききたい分野のひとつ」（浅川氏）

数十機、数百機の人工衛星が打ち上がり、1 台の衛星に複数の推進機を束ねて搭載することも想定され、実際にコンステレーション事業者を含め、海外からの問合せも右肩上がりだという。また、顧客から重要視されるのは、性能だけではないという。「創業してから気がついたことだが、お客さんが特に大事にされていることの 1 つは生産能力。本当にキャパシティがあるかどうかを、すごく重要視されている」（浅川氏）

同社は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（略称、NEDO）の「ディープテック・スタートアップ支援基金／ディープテック・スタートアップ支援事業」の DMP フェーズに採択をされ、水を推進剤とする人工衛星用推進機の量産技術の確立に乗り出す。事業期間は 2023 年度～2026 年度、助成金額は 25 億円以内、助成率は 3 分の 2 となっている。また、新たなニーズへの対応も急ぐ。「たとえば、スペースデブリとの衝突回避や、重量 500kg 程度という、これまでよりやや大きめの人工衛星への搭載、こういったニーズが増えてきている」（浅川氏）同社は、令和 4 年度補正予算「中小企業イノベーション創出推進事業（文部科学省分）SBIR フェーズ 3」に採択された。現在は、人工衛星の軌道離脱および衝突回避のための超小型水イオンスラスタ、水ホールスラスタの開発・実証を行っている。フェーズ 1 の事業期間は、2025 年 9 月末予定で、交付額上限は約 13 億円となっている。

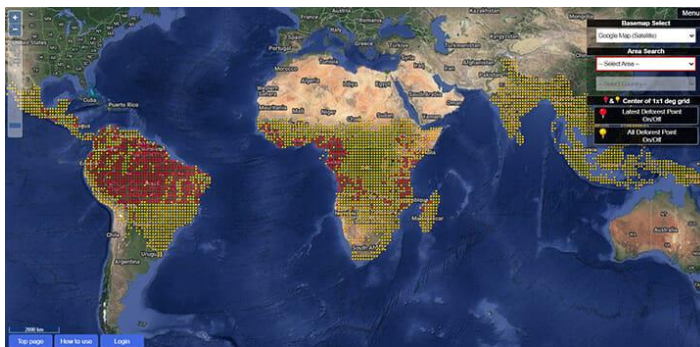
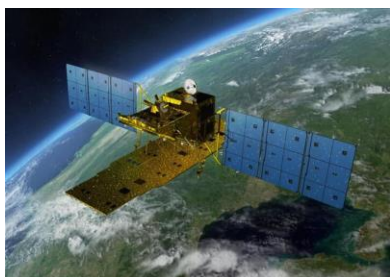
### 宇宙産業のコアとなる「モビリティの創成」

競合は海外勢だ。すでに複数台の推進機を宇宙で実証している企業として、オーストリアのエンパルション、フランスのスラストミー、アメリカのビューゼック、アストラなどを挙げる。まずは、さらなる実績作りに注力するという。「超小型衛星 EYE での実証は成功したが、まだまだ宇宙空間での実績は、業界としてもそう多くない。もっと事例を積み重ねていきたい」（浅川氏）今後の打ち上げ予定としては、JAXA の「[革新的衛星技術実証 4 号機](#)」への搭載が決定している。2023 年 12 月に決定された最新の「[宇宙基本工程表](#)」によると、2025 年度中に打ち上げられる予定だという。また同社は、「人類の可能性を拡げ続ける」というミッションを実現するため、「宇宙産業のコアとなるモビリティの創成」をビジョンとして掲げており、地球低軌道の次は、中長期的に月や火星も視野に入れていくという。「地球上でも、経済圏が発達するところには、車、電車、飛行機といったモビリティのインフラが整っている。今後、同じように宇宙で経済圏を作っていくためには、何かしらのモビリティのインフラが必要だ。われわれは、宇宙産業のコアとなるモビリティのインフラの創生を、水推進機の技術を軸に実現していきたい」（浅川氏）

<https://www.newsweekjapan.jp/stories/world/2024/02/jicajaxa.php>

## アマゾン違法伐採の抑制、東南アジアでスマート農業を推進...「開発協力×宇宙技術」が変えていく世界【JICA×JAXA】 2024 年 2 月 22 日（木）16 時 00 分

※JICA トピックスより転載



JAXA の陸域観測技術衛星 2 号「だいち 2 号」(ALOS-2) の CG イメージ 画像提供：宇宙航空研究開発機構 (JAXA)

左から、高樋俊介・JICA ガバナンス・平和構築部 STI・DX 室長、中村全宏・JAXA バンコク駐在員事務所長  
78 か国で違法伐採の抑制に貢献 [JJ-FAST の森林減少検出マップ](#)

<10 年にわたって防災・農業・保健など多くの分野で連携してきた JICA と JAXA。その連携の中で生み出された成果、今後の可能性について、JICA ガバナンス・平和構築部 STI・DX 室の高樋俊介室長と、JAXA バンコク駐在員事務所の中村全宏所長が語り合う>

JICA と JAXA が連携協定を締結してから 2024 年 4 月で 10 年を迎えます。開発協力×宇宙技術の可能性を引き出したこの連携は、これまで何を生み出したのか、そして今後どのように展開していくのか——。JAXA バンコク駐在員事務所の中村全宏所長と、JICA ガバナンス・平和構築部 STI・DX 室の高樋俊介室長が熱く語りま

す。  
高樋 この 10 年の JAXA とのさまざまな連携の中でも、大きな成果を挙げることができた点で言うと、やはり、違法伐採の抑制に貢献した JICA-JAXA 熱帯林早期警戒システム (JJ-FAST) です。天候や雲に影響されずに観測が可能な衛星「だいち 2 号」のデータを用い、熱帯林減少を早期発見するこのシステムを開発し、運用することができました。

中村 78 か国で違法伐採を検出できたことは、JAXA 関係者一同も誇りに思っています。テクノロジーを開発し、完成させることはもちろん大事ですが、社会経済や地球環境にとってそのテクノロジーが生かされることこそ、我々研究・開発機関にとって大きな喜びです。ブラジルなどの関係国政府から受けた感謝も大きなモチベーションになりました。

高樋 ブラジルでは JJ-FAST の運用と同時に AI 技術を用いたアマゾンにおける違法森林伐採の予測システムの構築など、ブラジル政府の森林管理能力の向上を図ることもできました。JICA らしい協力と言えます。78 か国の途上国で衛星データをシェアして、違法伐採を抑制したこの一連のプロジェクトは、JICA にとっても、衛星データと宇宙技術、そしてオープンイノベーションを活用した協力の在り方を学ぶ機会にもなりました。

また、宇宙機関を新しく設立する途上国も増えている中、宇宙人材の育成に向けても JAXA との連携は欠かせません。2019 年から始まった宇宙技術活用ネットワーク構想 (JJ-NeST) では、東南アジアを中心に、将来、自国での宇宙技術開発や利用を担う実務者・研究者に、JAXA の研究者をはじめ、民間企業の実務担当者から最先端の技術を学ぶ機会を提供し、日本の大学院への留学も支援しています。

中村 JJ-FAST は、テクノロジーの活用で今ある顕在化した社会課題に対してソリューションを提供し、環境を保護し、問題を改善していく直接的な取り組みです。他方、JJ-NeST のような人材育成は、10 年後、15 年後を見据えた未来への取り組みです。日本での学びや培った人脈を生かして彼ら彼女らが活躍し、いつか一緒に仕事ができることを楽しみにしています。



JAXA バンコク駐在員事務所の中村全宏所長

## 次のページさらに広がる、衛星データ活用の可能性

### さらに広がる、衛星データ活用の可能性

高樋 JICAは防災分野で、洪水、土砂災害、地震、火山噴火などの被害状況を把握する際に、衛星データを提供する宇宙機関、データを解析する研究機関、そして、そのデータを活用する行政機関の三者が連携する「センチネルアジア」※1と連携しています。また、2023年5月にアフリカのルワンダで洪水が発生した際には、ルワンダ宇宙庁からJICA事務所に、復興対策に向けて衛星データが活用できないかという連絡があるなど、近年多くの途上国から、さまざまな社会課題の解決に向け衛星データを活用したいという声が上がっています。

※1 センチネルアジア...宇宙技術を活用したアジア太平洋地域の災害管理への貢献を目的とする国際協力プロジェクト

中村 私は今バンコクに駐在しているのですが、稲作が盛んな東南アジアでは、農業分野での衛星データの活用が進んでいます。衛星地球観測データとAIを組み合わせて農業気象をモニタリングするアプリケーションを研究開発し、稲作地の作況のタイムリーな把握や収量予測を行ってより効率的に収量をあげることができるような取り組みを行なっています。また、タイをはじめとする同地域各国では、衛星から高精度な位置情報を得るために地上に設置する「電子基準点」の整備を進めることで、農機の自動運転を進めるなど、スマート農業の推進にも力を入れています。

## JICAとJAXAの代表的な連携事業



### 熱帯林早期警戒システム (JJ-FAST)

JAXAの衛星「だいち2号」のデータを使用し、78か国を対象に森林地変化を自動検出・表示するためのシステム「JJ-FAST」を構築・運用  
2016年～



### 宇宙技術活用ネットワーク (JJ-NeST)

- 長期・短期研修で、宇宙技術利活用に関連する人材育成を支援  
2019年～
- アジア太平洋宇宙機関会議 (APRSAF) 利用を含む、人材ネットワーク構築支援  
2020年～

## 分野別の連携事業例



### 森林分野

- JJ-FASTの性能改善とシステム運用、関連研修
- 「アマゾンにおける違法森林伐採の管理改善プロジェクト」など  
ブラジル / 2021年～
- インドネシア泥炭地調査向け衛星データのJAXAからの提供



### 農業・水産分野

- 衛星データを利用した水稻エリア検出に関する実証活動  
インドネシア、マダガスカル、セネガルほか / 2019年～2022年
- 「違法・無報告・無規制 (IUU) 漁業活動監視能力強化のための衛星活用プロジェクト」  
インドネシア / 2016年～



### 防災分野

- 災害関連衛星データ (石油流出、地盤沈下など) のJAXAからの提供と助言
- 災害地関連分析結果の途上国への提供
- 衛星全球降水マップ (GSMaP) に関する勉強会



### 人事交流

- JICA職員をJAXA (調査国際部) に派遣  
2016年～



使用する合成開口データの選択



水稲作付け地域の推定結果（青色）

JAXAが開発した「だいち2号」の衛星データとAIを組み合わせることで水稲の作付面積・収量を推定するアプリケーション「INAHOR」の画面



JICAはタイで「電子基準点に係る国家データセンター能力強化及び利活用促進プロジェクト」を実施し、自動運転農機の農作業への導入を促進している。2023年6月にはスマート農業の普及促進イベントも開催。写真はイベント「[Agri DEMO DAY](#)」の様子

高樋 衛星データ活用のポテンシャルは確実に広がっています。保健分野でも、感染症がどのように拡大していくか把握するために衛星データの活用が期待できますし、人々の所得向上や生活改善に結び付けていくことも可能だと思います。当室ではJICAのあらゆる取り組みの中に宇宙技術・衛星データの利活用が進むように取り組んでいます。

中村 最近はじめた取り組みとして、「水田由来の温室効果ガス削減プロジェクト」があります。実は、水田からは微生物の働きによって意外にも多くのメタンガスが排出されています。宇宙から「だいち2号」の衛星データを活用して水田の水位を測り、地上のIoTセンサーや排出量の算定手法を組み合わせることによって、収量を維持しながら水位をコントロールしメタンガスの排出は削減する、ということを目指した実証プロジェクトを進めています。これが可能になると、温室効果ガスの排出削減量を排出権として「クレジット化」でき、農家はクレジットを取引することで所得向上につながり、SDGsに掲げる貧困をなくすることにつながっていくと考えます。同プロジェクトは、昨夏よりフィリピンで開始し、タイやベトナムなど地域各国での実施も計画中です。ぜひこのような取り組みを、現地の事情に精通しネットワークも有するJICAと取り組んでいければと期待しています。

#### [次のページ「共創」と「国際頭脳循環」が鍵に](#)

中村 また、この取り組みは、JAXAだけで進めていないことがポイントです。フィリピンの事例では民間企業、JAXA、ジェトロ、現地の大学・地方政府・農家が連携して進めています。多様なプレーヤーのグローバルなパートナーシップによってイノベーションが進み、将来的には民間事業化されて、経済の力で持続可能な活動により社会課題が解決されていくことを目指しています。

高樋 是非、一緒にやっていきたいですね。2023年6月に改定された開発協力大綱では、「共創」と「国際頭脳循環※2」が鍵になると示されています。もちろん伝統的な政府間同士の取り組みへのニーズはあります。ただ今後、さらに地球規模の課題、途上国のさまざまな開発課題の解決に宇宙技術・衛星データを活用していくには、JICAとJAXAがハブとなって、スタートアップや大学・研究機関などさまざまなプレーヤーと連携していくことが重要だと考えています。



そのためには、例えば、人材育成を図る JJ-NeST をプラットフォームとして立ち上げ、宇宙分野で産業振興を進める地方自治体や大学、地元企業と途上国をつなぐような取り組みも今後進めていきたいです。

※2 国際頭脳循環...高度な技能や知識を持つ人々が相互に国を越えて交流・協働することで、グローバルなイノベーションを促進するプロセス



高樋俊介・JICA ガバナンス・平和構築部 STI・DX 室長

中村 2022 年、JAXA が中心となり産学官が集い、衛星地球観測の力で共に未来を創り出すため、「衛星地球観測コンソーシアム(CONSEO)」を立ち上げました。現在、JICA も含め、参加する民間企業や地方自治体など 200 を超える組織や法人とともに衛星地球観測がさらに社会経済に貢献できるよう連携を始めています。私はこのコンソーシアムでグローバル展開を担当しているので、JICA とタッグを組んで、両機関がこのコミュニティの中心となるハブとなってさまざまな共創を生み出していければと思っています。

### 宇宙活動は社会課題をサステナブルに解決する手段

高樋 途上国で宇宙機関の設立や自国で衛星を持ちたいといった動きが加速している背景には、国際情勢と安全保障環境に対する問題意識といった側面もあると考えます。宇宙新興国が日本を信頼できるパートナーとして見てくれていることは極めて重要であり、ニーズにも応えていきたいです。

中村 各国には、社会課題解決や経済成長への意欲といった背景もあると思います。これらの課題に対して JAXA はテクノロジーを提供できます。しかし、現地の社会課題やその連携先の情報を持ち合わせません。だからこそ JICA との連携が重要です。

### [次のページ日本発の「スペース X」を](#)

中村 そして将来的には、JICA と JAXA だけが活躍している姿ではなく、我々が CONSEO などのコミュニティの中心で多様なプレーヤーと社会経済との間の懸け橋となり、宇宙活動を社会経済にとって不可欠なものとしていく形が理想でありゴールです。サステナブルな宇宙活動はサステナブルな社会課題解決につながっていきます。グローバルな目線と宇宙の視点からさまざまなパートナーが地球規模課題に取り組める土壌をしっかりと作っていきましょう。

高樋 JICA の職員ら 45 名が昨年 9 月、JAXA の筑波宇宙センターで研修を受けました。衛星の利活用や宇宙技術を、JICA が取り組むさまざまな開発協力分野での課題解決に活用していくためです。民間企業の宇宙技術やソリューション・サービスは開発の現場でこそブラッシュアップされると考えます。その仲介役を果たす JICA 関係者のマインドセットの変化も必要です。JICA、JAXA とともに途上国の課題解決に取り組んでくれた日本の宇宙のスタートアップが「スペース X」のような規模の企業に成長してくれると嬉しいですね。

(関連リンク) [JJ-FAST \(JICA-JAXA 熱帯林早期警戒システム\)](#) ※当記事は「JICA トピックス」からの転載記事です。



事です。

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20240219-2887044/>

## 核融合研など、惑星磁気圏で観測される「コーラス放射」の発生条件を究明

掲載日 2024/02/19 16:40 著者：波留久泉

核融合研究所(核融合研)と東京大学(東大)の両者は 2 月 16 日、「人工磁気圏」RT-1 装置を使った実験により、リング電流が作り出す「ダイポール磁場」中のプラズマが、地球や木星などの惑星の磁気圏で一般的に観測さ

れる現象である「コーラス放射」を自発的に作り出すことを発見し、そして同放射が発生するために必要な条件を明らかにしたことを共同で発表した。

RT-1のダイポール磁場に閉じ込められたプラズマが多数の高温電子を持つ場合、鳥のさえずりのように周波数(音の高さ)が変化するコーラス放射が自発的に形成されることが確認された(出所:核融合研 Web サイト)

同成果は、東大大学院 新領域創成科学研究科/核融合研の齋藤晴彦准教授、同・西浦正樹客員准教授らの共同研究チームによるもの。詳細は、[英オンライン科学誌「Nature Communications」に掲載された。](#)

地球周辺の宇宙空間(ジオスペース)で観測されるホイッスラーモード・コーラス放射は、オーロラや宇宙天気とも関わる重要な波だ。同放射は、主にこれまで宇宙探査機による観測や理論・シミュレーションによって活発に研究されてきた。しかし惑星磁気圏は巨大なシステムであり、全体を理解することは容易ではなく、ましてそれを制御するなどは、少なくとも現在の人類の技術では不可能である。そこで多くの研究者は、複雑で巨大な自然界の性質を単純化して抜き出すことで、人間の手で制御可能な環境を実験室に作り出し、さまざまな実験を行ってきた。コーラス放射の理解に関して、観測や理論とは相補的な役割が実験には期待されているというが、実験室に磁気圏の環境を作り出すことは容易なことではない。そのため、ダイポール磁場中に同放射を作り出すことでその詳細を調べるという実験は、これまで実現できていなかったとする。そこで研究チームは今回、RT-1装置を用いて、ホイッスラーモード・コーラス放射の実験室研究の実現を試みたという。



RT-1は、自然から学ぶことで核融合を実現するために開発された人工磁気圏の発生装置だが、今回の研究では、逆に自然を理解するための実験に用いられた。それにより、宇宙プラズマの「コーラス放射」が出現する条件が解明された(出所:核融合研 Web サイト)

RT-1は、重量110kgの超伝導コイルを磁気浮上させてその磁場によりプラズマを閉じ込めることで、惑星磁気圏型のダイポール磁場を実験室に作り出す「人工磁気圏」を作り出す装置。これは、コイルを支えるための支持構造の無い運転を実現し、地上にありながら惑星磁気圏に近い環境でプラズマを生成できることを特徴としている。今回の研究では、RT-1の真空容器に水素ガスを封入してマイクロ波を入射し、主に電子を加熱することで高性能の水素プラズマを生成したとする。今回の実験では、さまざまな状態のプラズマを作った上で、磁場や電場の波がどのように発生するかが調べられた。その結果、プラズマ中に高いエネルギーを持つ高温電子が存在する時、プラズマが自発的にコーラス放射状のホイッスラー波を作り出すことが判明したという。

また、コーラス放射の発生とプラズマの密度および高温電子の状態に注目し、プラズマが作る同放射の波の強さと発生頻度を計測したとのこと。その結果、放射の発生はプラズマの圧力を担う高温電子の増大により駆動され、さらにプラズマ全体の密度を向上させることで、同放射の発生を抑制する効果があることが明らかにされた。つまり同放射は、シンプルなダイポール磁場と高温電子を持つプラズマが作り出す普遍的な現象であることが突き止められたのである。なお、同実験で明らかにされた出現条件や波の伝わり方などの性質は、ジオスペースで観測される同放射の理解に寄与する可能性があるとしている。

ジオスペースにおいては、太陽表面の爆発現象であるフレアが起こると磁気嵐が発生し、電磁場が大きく変動することで大量の高エネルギー粒子が作られることがわかっている。それによって人工衛星が故障したり、オゾン層が影響を受けたりするだけでなく、地上でも電力や通信網に障害が発生したりする場合があることも知られる。通信や放送、気象など、人工衛星によって多くのことが支えられている現代社会において、宇宙天気現象の理解は重要さを増しているものの、未解明の機構や現象が今もって多いのが現状だといひ、今回の研究成果は、宇宙天気の諸現象の機構を解明する上で役立つことが期待されるとする。

また、エネルギー問題の解決を目指す核融合プラズマの分野では、波との相互作用による粒子の損失や構造形成は、中心的な研究課題の1つだ。自発励起される波動とプラズマの複雑な相互作用を正確に理解することは、核融合を実現するために必要不可欠だ。周波数の変化を伴う波動現象は核融合を目指す高温プラズマでも広く観測され、コーラス放射と共通した物理機構の存在が示されている。今回の研究によって得られた成果は、核融合プラズマと宇宙プラズマに共通する物理現象の理解に向けた一歩であり、研究チームは今後、両分野が協力を深めながら研究が進展することが期待されるとしている。

<https://www.itmedia.co.jp/news/articles/2402/21/news155.html>

## 太陽の“500兆倍”明るい天体、オーストラリアの研究チームが発見 「これまでで最も光度の高い天体」

2024年02月21日 18時47分 公開 [\[松浦立樹, ITmedia\]](#)

オーストラリア国立大学（ANU）は2月20日（現地時間）、太陽の500兆倍明るい天体を発見したと発表した。宇宙で最も明るい天体といわれる「クエーサー」の一種で、これまでに確認している天体で最も光度が高いという。今回見つかったクエーサーは「J0529-4351」と呼ばれ、地球から120億光年以上先の宇宙で見つかった。



今回見つかったクエーサーのイメージ図 (c) ESO/M. Kornmesser 研究に協力したヨーロッパ南天天文台

多くの銀河には巨大なブラックホールが存在していると考えられている。そのブラックホールが周囲のガスやちりを吸い込んだ際、ブラックホールの周りには「降着円盤」と呼ばれる円盤が生まれる。降着円盤内では物質同士の摩擦によって、温度がセ氏数十万度以上に上がり、物質がプラズマ化してX線や可視光線などさまざまな電磁波を放出する。クエーサーは、このような銀河の中心部分にあるとされている。

今回見つかったクエーサーの周囲にもブラックホールがあり、その質量は太陽の170億倍以上。研究チームは「このブラックホールは、1日に太陽1つ分の質量を増加させており、これまでに観測した中で最も成長速度の速いブラックホールだ」とコメントしている。この研究成果は科学雑誌「Nature Astronomy」にも掲載された。

Copyright © ITmedia, Inc. All Rights Reserved.

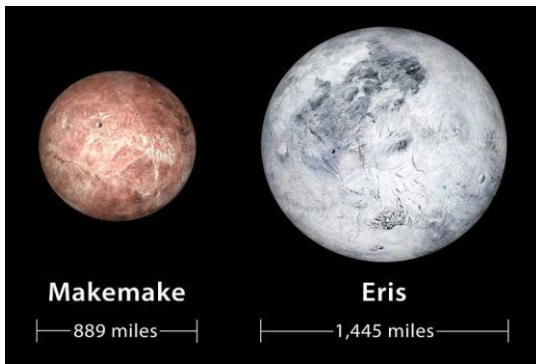
<https://forbesjapan.com/articles/detail/69220>

2024.02.19

## 冥王星を降格させた準惑星「エリス」に高温の中心核 ウェブ望遠鏡で発見



[Jamie Carter | Contributor](#)



氷に覆われた準惑星エリスとマケマケを描いた想像図。エリスの直径は約 2330km、マケマケは約 1430km (Southwest Research Institute)

[冥王星は惑星](#)なのか。国際天文学連合 (IAU) の会員による投票で冥王星が降格させられた 2006 年以來、この問題をめぐる議論が激しく交わされている。ほとんどの人が忘れていますが、この議論の根本原因は、2003 年に撮影された画像から太陽系の少し外側にある冥王星に似た天体 (冥王星型天体) が発見されたことだ。この天体は愛称でゼナと呼ばれていたが、後にエリスと改名された。そして間もなく、マケマケがこの仲間入りをし、その後ハウメアとセドナが加わった。IAU は、冥王星を含むこれらの天体をすべて「準惑星」に分類した。太陽から遠方に位置することから、エッジワース・カイパーベルト天体 (KBO) と呼ばれることも多い。カイパーベルトは、氷に覆われた天体が分布する広大なドーナツ形の領域で、海王星の軌道の外側の太陽系外縁部にある。これらの氷天体は最近まで、寒冷で内部活動がないと考えられていた。だが、氷天体は中心部が温暖である可能性があるとの認識がますます高まっており、このたびその新たな証拠が浮上した。

### 活動的な天体

米航空宇宙局 (NASA) の探査機ニュー・ホライズンズが 2015 年に撮影した氷の平原、山脈、砂丘、氷火山などの画像から、冥王星が地質学的に活発であることが明らかになったのと同様に、今回の研究によってエリスとマケマケが、どちらも活動的な天体であることが確認された。学術誌 *Icarus* に[掲載](#)された今回の研究をまとめた論文では、ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡 (JWST) の観測データを用いて、氷に覆われた両準惑星の内部で熱水・変成作用が起きている証拠を明らかにしている。両準惑星の表面で検出されたメタンは、岩石質の中心核 (コア) で高温の地質化学的反応が起きていることを示唆している。

### 熱的作用

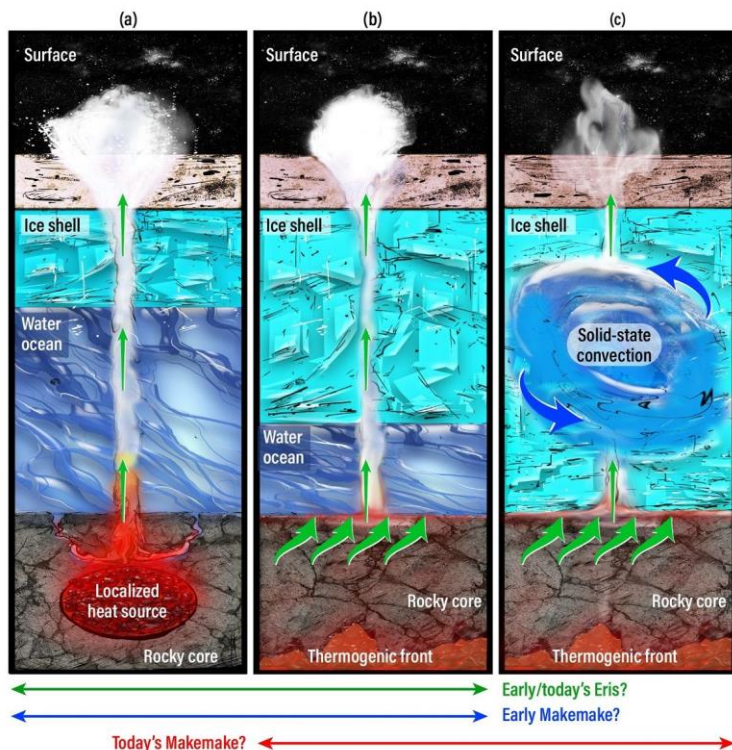
論文の筆頭執筆者で、米サウスウエスト研究所 (SwRI) の惑星地質化学の専門家、クリストファー・グレンは「寒冷な場所で、高温の時期の興味深い痕跡がいくつか見られる」と[指摘](#)した。「このプロジェクトに参加した当初は、大型の KBO には、原始太陽系星雲から受け継がれた物質が存在する古代の表面があるはずと考えていた。KBO の寒冷な表面が、メタンなどの揮発性物質を保存している可能性があるからだ」

### [次ページ > ウェッブ宇宙望遠鏡による「予想外の」観測結果とは?](#)

原始太陽系星雲とは、その内部で太陽系が形成された、塵 (固体微粒子) と氷とガスからなる雲のことだ。「だがそうではなく、JWST は予想外の結果をもたらした。エリスとマケマケの内部から熱的作用によってメタンが生成されていることを示す証拠が発見されたのだ」と、グレンは説明した。

### 地質学的に活発

遠方にある氷天体でも、地質学的に活発なら、内部に水が存在する可能性がある。木星の衛星エウロパや土星の衛星エンケラドスなど、太陽系にある複数の氷衛星に地下海が存在する証拠がある。また、土星の小型の衛星ミマスにも地下海があることを示唆する研究が[発表](#)されたばかりだ。エリスやマケマケに液体水の海があるかどうかはまだ不明だが、惑星科学者らの今後の研究対象となることは間違いなさだろう。どちらかに生命生存に適した環境があれば、太陽系で最も遠方にある生命維持可能な天体となるため、これは極めて重要な研究対象だ。



準惑星エリスとマケマケの地下の地熱作用をモデル化したイラスト。メタンが表面に行き着く仕組みを説明、太陽系外縁部の氷天体内部に液体水が存在する可能性を示す (Southwest Research Institute)

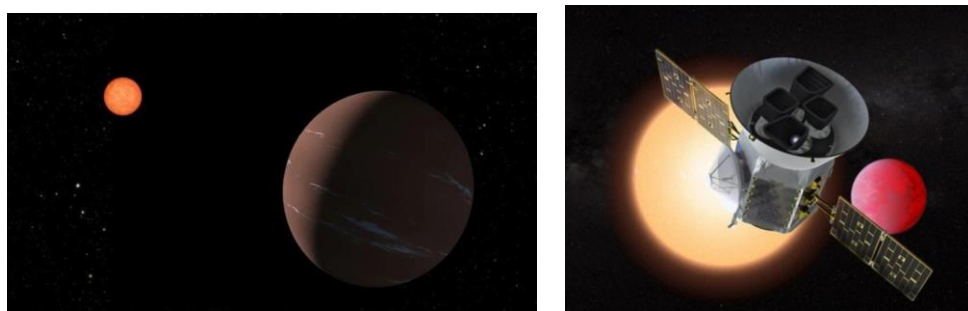
### 動的な天体

「ニュー・ホライズンズが冥王星系をフライバイ（接近観測）してから、今回の発見があったことにより、カイパーベルトが、動的な天体が内部に存在するという点から見て、想像していたよりもはるかに活動的であることが明らかになってきている」とグレンは述べている。「JWST のデータを地質学的な産出状態の中で捉えるために、この種の天体の別の 1 つをフライバイする探査機を送り込むことを検討し始めるのは、時期尚早ではない。待ち受ける驚異にきっと度肝を抜かれるに違いない」 ([forbes.com](https://forbes.com) 原文) 翻訳=河原稔

<https://news.livedoor.com/article/detail/25898026/>

## 約 137 光年先に「地球っぽい惑星」発見。地表に水があるかも

2024 年 2 月 18 日 13 時 0 分 [ギズモード・ジャパン](#)



NASA/JPL-Caltech">Image: NASA/JPL-Caltech スーパーアースのイラスト  
恒星と絶妙に良い距離感みたいです。

トランジット系外惑星探索衛星 (TESS) のイラスト Image: NASA/JPL-Caltech  
発見したのは、米航空宇宙局 (NASA) のトランジット系外惑星探索衛星 (TESS) 。

[天文学](#)者のチームが約 137 光年先の恒星を周回する巨大な地球型惑星スーパーアースを発見しました。

発見された惑星の名前は TOI-175 b と呼ばれ、太陽より低温で小型の赤色矮星（わいせい）の周りを回っています。2018年に打ち上げた TESS（テス）が発見してくれました

TESS は地球外生命体がいそうな惑星リスト作りをミッションに、2018年に打ち上げられました。

地球を周回しながら、太陽系の近くかつ、明るい恒星の周囲にある惑星の探索をコツコツと続けてくれていたんです。探索開始時の様子や TESS から届いた画像など Gizmo モードでも追いかけていました。

### 惑星表面に水が存在している可能性が高い

今回発見された惑星（TOI-175 b）の特徴は、

直径は、地球の約 1.5 倍

公転周期は、19 日強

温度は、恒星に十分近く惑星表面に水が存在するのに適している

惑星は恒星との距離がちょうど良く、ハビタブルゾーンと呼ばれる惑星表面に水が存在できる温度帯にあると考えられています。

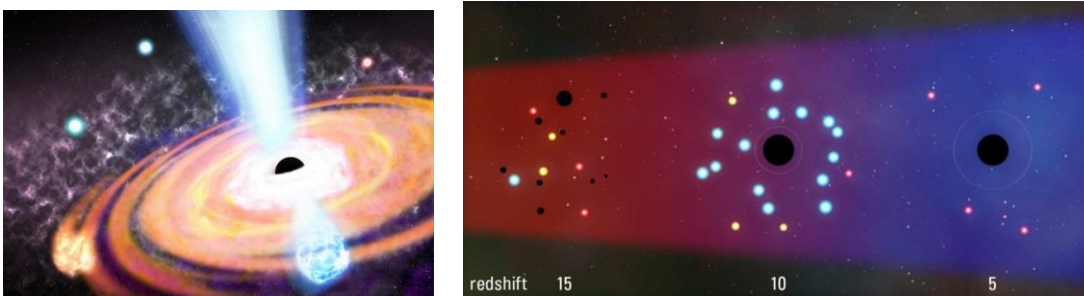
比較的近い距離にあることから、追加の大気調査なども行いやすいようです。もしかすると、ここが人類の移住先になるかも？ Source: CNN, NASA, NATIONAL GEOGRAPHIC [GIZMODO](https://gizmodo.com/)

<https://sorae.info/astromy/20240221-blackhole-or-galaxy.html>

## 「銀河が先かブラックホールが先か」長年の疑問に挑む新たな研究結果

2024-02-21 [彩恵りり](#)

銀河の中心部には巨大なブラックホールが存在すると考えられています。そうすると必然的に生じるのが「銀河が先か、ブラックホールが先か」という疑問です。これまでは銀河が形成された後にブラックホールが誕生したというのが定説でした。しかし、ソルボンヌ大学の Joseph Silk 氏などの研究チームは、「ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡」による初期宇宙の観測データとシミュレーション結果を組み合わせた結果、銀河とブラックホールはほぼ同時に誕生し、ブラックホールが銀河の星形成を加速したとする研究結果を発表しました。これはウェッブ宇宙望遠鏡の観測で示された初期の銀河が予想より多く存在する可能性を裏付ける成果です。



【▲図 1: 初期宇宙の銀河の活動の模式図。中心部のブラックホールの活動が活発化すると、その放射によって周りのガスが押し出され、恒星の形成が促されます (Credit: Roberto Molar Candanosa (Johns Hopkins University))】

【▲図 2: 今回の研究で推定される初期の銀河の進化の予測。ブラックホールと恒星は同時に誕生し (redshift 15)、ブラックホールが成長するに従って恒星も大量に形成されます (redshift 10)。しかし、銀河に含まれるガスの量が減ると今度はブラックホールの活動が恒星の形成を阻害します (redshift 5)。(Credit: Steven Burrows, Rosemary Wyse & Mitch Begelman)】

### ■「銀河が先か、ブラックホールが先か」

「鶏が先か、卵が先か」は生物学に絡む哲学的ジレンマとしてよく知られています。これと似たような問題として、天文学には「銀河が先か、ブラックホールが先か」というジレンマがあります。私たちが住む天の川銀

河を含む多くの銀河はその中心部に巨大なブラックホールがあると考えられています。では、銀河とブラックホール、どちらが先に誕生したのでしょうか？ブラックホールが先だとすると、その強大な重力によって周りの物質が引き寄せられ、やがて銀河が形成されたと考えられます。一方で銀河が先だとすると、銀河という物質の集団内で誕生した巨大な恒星の重力崩壊によってブラックホールができたと考えられます。どちらも尤もらしいため、順番に関する疑問が生じるというわけです。これまでは「銀河が先、ブラックホールは後」という考えが定説でした。銀河の中心部にあるような巨大なブラックホールは、初期の宇宙でのみ形成されるような非常に巨大な恒星が起源だと考えられているためです。そのような恒星は“あっという間”に超新星爆発を起こし、中心核が重力崩壊してブラックホールが誕生します。このブラックホールが周りにある大量の物質を引き寄せたことで、現在のような巨大なブラックホールへ成長した、と考えられるためです。この考えに基づくと、巨大なブラックホールの“種”は巨大な恒星の誕生と重力崩壊なくしては撒かれません。そして恒星はガスの塊から誕生すると考えられます。ガスの塊同士がお互いの重力で寄り集まったものが銀河の最初期の形態であると考えられることから、銀河はブラックホールに先駆けて誕生した、とこれまでは考えられてきました。

#### ■銀河とブラックホールはほぼ同時期に発生？

しかし、2022年に観測を開始したウェブ宇宙望遠鏡によって、この定説に疑問を投げかける発見がもたらされました。高い性能を有するウェブ宇宙望遠鏡は、これまで観測することが困難だった初期の宇宙に関する多くの観測データを取得しています。特に注目されるのは、初期の宇宙にある非常に明るい銀河を大量に発見していることです。その数はこれまでの予測をはるかに上回る多さでした。現在の天文学は、これほど多くの明るい銀河がなぜ初期の宇宙で見つかるのかという疑問に直面しています。

ソルボンヌ大学の Joseph Silk 氏などの研究チームはこの謎に挑戦するために、ウェブ宇宙望遠鏡で観測された初期の宇宙に存在する銀河に関する観測データと、初期の宇宙における物質の挙動のシミュレーションを組み合わせ、初期の宇宙で何が起きているのかを調べました。その結果、これまでの定説に反してブラックホールと銀河はほぼ同時期に形成されただけでなく、お互いの進化に影響を及ぼしあっているという意外な結果が得られました。つまり、冒頭の質問の回答は「銀河もブラックホールも同時である」ということになります。Silk 氏らの研究結果によれば、初期の宇宙における銀河とブラックホールの共進化は次の通りです。まず、宇宙誕生から約3億年後という非常に初期段階の宇宙で巨大なガス雲が集合し、中心部は崩壊してブラックホールが、その周辺では恒星が誕生します。これが銀河の最初期の形態であるともいえます。

次に、ブラックホールは周りのガスを取り込むことでジェットのような激しい放射を開始します。この放射は周りのガス雲を押しよけて密度を高めるため、高密度の場所では活発に恒星が誕生するようになります。この段階ではブラックホールの活動が星形成を促す正のフィードバックが働いています。正のフィードバック時代は宇宙誕生から3~12億年後まで続いたと推定されます。しかし、時代が下るにつれてガスは恒星の形成に消費されるか、あるいはブラックホールの放射によって銀河から離脱するため段々と枯渇します。中心部では相変わらずブラックホールの重力がガスを引き寄せることで活動が活発な状態が続くため、放射によるガスの離脱はますます進行して恒星の誕生に必要なガスも枯渇してしまいます。前段階とは異なり、この段階ではブラックホールの活動が星形成を阻害する負のフィードバックが働いていると言えます。負のフィードバック時代は宇宙誕生から12億年後から始まったと見られています。

#### ■ウェブ宇宙望遠鏡が変えていく初期宇宙の見方

Silk 氏らが示した今回のシナリオは従来の定説とは全く異なる一方で、ウェブ宇宙望遠鏡による観測結果とはよく適合します。ウェブ宇宙望遠鏡の観測で発見されている初期の銀河は宇宙誕生から9億年後の時代のものであり、Silk 氏のシナリオにおいては正のフィードバック時代が終了して負のフィードバック時代へと差し掛かる時代にあたります。正のフィードバック時代は銀河が大量のガスをまとっているため、ブラックホールの放射は隠されてしまいます。一方で、負のフィードバック時代はガスが枯渇して放射がよく見えるように

なります。ウェブ宇宙望遠鏡より以前の時代の望遠鏡では正のフィードバック時代の銀河はほとんど見えな  
いため、観察できる負のフィードバック時代の銀河の明るさなどから従来の定説が組み立てられてきました。  
このため、ウェブ宇宙望遠鏡によって正のフィードバック時代の銀河が観測されれば、定説が覆されるのは  
ある意味で当然ともいえるでしょう。

今のところ、ウェブ宇宙望遠鏡による初期宇宙の観測は始まったばかりであるため、定説を覆す Silk 氏らの  
シナリオが妥当かどうかの検証は難しいと言えます。Silk 氏らは、あと 1 年程度でさらに多くの観測データが  
集まるため、今回のシナリオの妥当さを含めた多くの疑問に対する答えが提供されると考えています。

Source

[Joseph Silk, et al.](#) “Which Came First: Supermassive Black Holes or Galaxies? Insights from JWST”. (The  
Astrophysical Journal Letters)

[Kenna Hughes-Castleberry.](#) “New Findings From the JWST: How Black Holes Switched from Creating to  
Quenching Stars”. (Joint Institute for Laboratory Astrophysics)

[Roberto Molar Candanosa.](#) “Which came first: Black holes or galaxies?”. (Johns Hopkins University)

文／彩恵りり