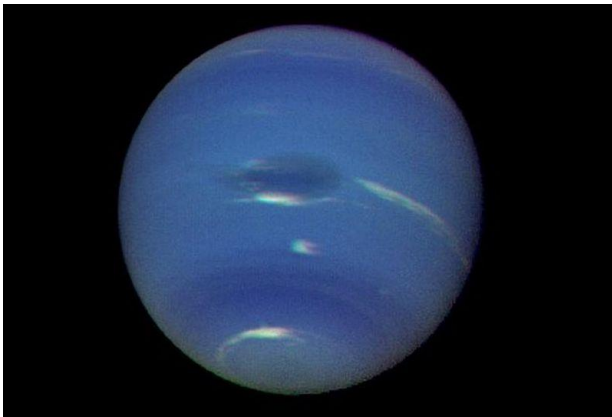


## 太陽活動「極大期」は最も遠い海王星にも影響か、雲量との相関性



Jamie Carter | Contributor



NASAの無人探査機ボイジャー2号が撮影した海王星（NASA/JPL）

太陽が11年周期の「極大期」に向けて活動を活発化させる中、テクノロジーへの依存度がますます高まる社会に、太陽活動の増大がどのような影響を与える恐れがあるかを懸念する声が高まっている。

太陽系最果ての惑星、海王星では話が違ってくるが、それでもこの巨大氷惑星で起きていることが、同じ太陽周期と密接に関連しているようだ。惑星科学者チームが、ハッブル宇宙望遠鏡とハワイのケック天文台で収集された30年分の観測データを詳細に調べて導き出した結論によれば、海王星の雲の増減が、太陽の活動と連動しているという。海王星が太陽から約48億kmの距離（地球は約1億5000万km）にあり、海王星の空に到達する太陽放射の強さが地球の空の0.1%ほどであるにもかかわらずだ。

### 海王星の雲

今から34年前、人類史上初となる海王星のクローズアップ画像が、米航空宇宙局（NASA）の探査機ボイジャー2号から送信された。この画像には、メタンを含む大気の上層部にある明るい筋状の雲が写っている。

この雲は海王星の季節によって生じるものと、これまでは考えられていた。海王星の公転周期は約165年で、四季はそれぞれ約41年続く。カギとなる証拠が得られたのは2019年。海王星の中緯度域に10年超にわたり存在していた多数の雲が、同年内にすみやかに消散したのだ。

これは、新たな「太陽極大期」の始まりに関連している。太陽の活動が激しくなるこの時期には、太陽磁場がねじれを起こし、表面に現れる黒点の数を増加させ、より強烈な爆発現象を発生させる。

学術誌『Icarus』に掲載された今回の研究論文の主執筆者で、カリフォルニア大学バークレー校の天文学名誉教授イムカ・ダ・パーターは「海王星で雲がどれだけすみやかに消えたかには驚かされた」と話す。「基本的に、雲の活動が数カ月以内に低下するのを確認した」

[次ページ > 太陽周期のピークから2年後に、海王星に多数の雲が出現する](#)

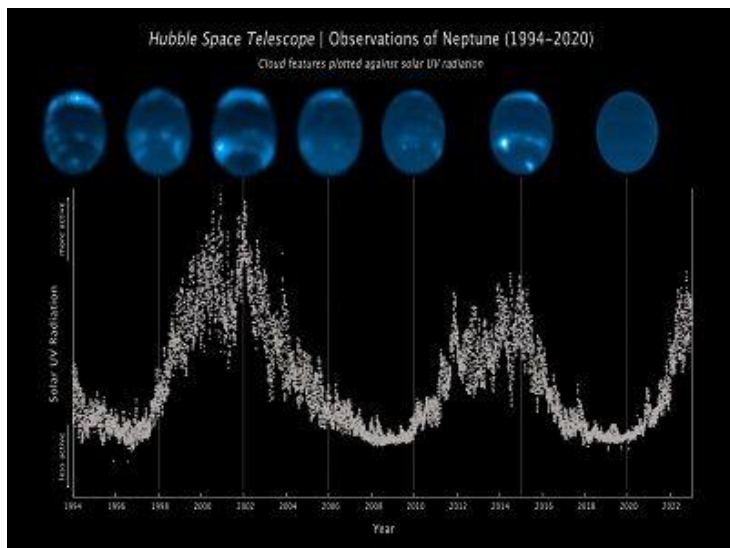
### 極めて刺激的

これは4年前のことだが、研究チームが持つ2023年6月の最新画像を見ると、雲が依然として存在しないことがわかる。カリフォルニア大学バークレー校の天文学部生だった時に今回の研究を主導し、現在はマサチューセッツ州ケンブリッジにあるハーバード・スミソニアン天体物理センター（CfA）の大学院生のエランディ・チャベスは「これは極めて刺激的で予想外だ。海王星でこの前に雲の活動が低下した時期は、これほど劇的で長期におよぶものではなかっただけに、なおさらだ」と述べた。

太陽の活動が激しくなると、より強力な紫外線（UV）放射が太陽系にあふれる。

研究チームが使用した海王星の画像は、ケック天文台で2002～2022年に撮影された画像、ハッブル宇宙望遠

鏡の 1994 年以降のアーカイブ、カリフォルニアにあるリック天文台で 2018~2019 年に収集されたデータから、それぞれ得られたものだ。



(画像上) ハッブル宇宙望遠鏡で撮影した(左から)1994~2020年の海王星の雲の様子。(下) 同期間の太陽紫外線強度の変化を示したグラフ (NASA, ESA, LASP, Erandi Chavez (UC Berkeley), Imke de Pater (UC Berkeley) )

### 光化学反応

各太陽周期のピークから2年後に、海王星に多数の雲が出現する

ことを、研究チームは明らかにした。雲の数と太陽光の反射による海王星の明るさの間には、一方が増加するともう一方も増加する正の相関関係があることがわかった。「これらの驚くべきデータにより、海王星の雲量と太陽周期に相関関係があることの、これまでで最も有力な証拠が得られている」とダ・パーターは指摘した。「太陽の紫外線が、十分強い時期には、海王星の雲を形成する光化学反応を誘発する可能性があるとする説を、今回の研究結果は裏づけている」

太陽極大期には2023年、2024年か2025年に到達すると予測されており、決定的瞬間が目前に迫っているかもしれない。太陽極大期は通常、太陽周期の一時期で、過去の記録を振り返ることではしか特定できない。今回は、海王星の雲がある程度の透明性をもたすことができるかどうかを確認するために、あらゆる観測の目が海王星に向けられるだろう。 ([forbes.com](https://forbes.com) 原文)

<https://forbesjapan.com/articles/detail/65481>

2023.08.24

## インド無人探査機、月面着陸に成功 南極付近は世界初



[Siladitya Ray | Forbes Staff](#)



インドの首都ニューデリーで月面探査機「チャンドラヤーン3号」の月面着陸成功を祝う人たち(2023年8月23日撮影、Kabir Jhangiani/NurPhoto via Getty Images)

インドの無人の月面探査機「チャンドラヤーン3号」が23日、月面への着陸に成功した。月の南極付近に着陸したのは世界初で、歴史的な偉業になった。月の南極はこれまであまり調査されておらず、中国や米国も無人や有人の探査機を送り込む準備を進めている。インドによる到達は、新たな宇宙開発競争の号砲を鳴らした格好だ。インド宇宙研究機関（ISRO）によると、本体のチャンドラヤーン3号から切り離された着陸機「ビクラム」がインド時間の23日午後6時3分（日本時間同9時33分）、月面に着陸した。

その瞬間、地上の管制センターではISROの科学者らから大きな歓声と拍手がわき起こった。インドのナレンドラ・モディ首相も訪問先の南アフリカからビデオ中継で見届けた。月面への軟着陸を果たしたのは米国、ロシア、中国に続いて4カ国目だ。チャンドラヤーン3号は先月14日、インド南部アンドラプラデシュ州から打ち上げられた。チャンドラヤーンはサンスクリット語で「月の乗り物」の意味。一方のビクラムは、インドの宇宙開発の父ビクラム・サラバイにちなんで命名された。ビクラムには探査車「プラギャン」（サンスクリット語で「知恵」の意味）が搭載されており、月面で少なくとも14日間活動してデータを地球に送信する予定だ。ビクラムはインド製の複数のセンサーのほか、月面と地球の距離を測る研究のため、米航空宇宙局（NASA）から提供されたパッシブ・レーザー・リトロフレクター・アレイと呼ばれる反射板も載せている。NASAのビル・ネルソン長官はX（旧ツイッター）でISROのアカウントに「チャンドラヤーン3号の月の南極着陸成功、おめでとうございます！そして、インドが月への宇宙船軟着陸に成功した4番目の国になったことを祝福します。このミッションでパートナーになれて光栄です」とたたえた。

[次ページ >月の南極への着陸は中国や米国もめざしている。その理由とは](#)

月面探査は近年、世界的に関心が再燃している。とくに、[凍った状態の水の存在](#)が注目されており、こうした氷は将来、月面有人の基地を建設する場合に重要な役割を果たす可能性もある。

氷は月面のさまざまな場所で見つかっているが、[南極の永久影](#)（太陽光がまったく届かない領域）に最も大量に存在すると考えられている。

米国の「アポロ計画」で宇宙船が着陸し、宇宙飛行士が降り立ったのは太陽光の当たる領域だった。暗い南極付近に着陸するのはそれよりも難易度が高い。月への着陸は今年4月、日本の宇宙スタートアップ [ispace（アイスペース）](#) が挑んだが、月面に衝突して失敗に終わった。今月はロシアもおよそ50年ぶりに無人の月探査機「ルナ25」を打ち上げ、インドに先んじて南極着陸を狙ったものの、先週末、着陸を試みる前にやはり月面に衝突している。とはいえ、月の南極をめざす世界的な競争は始まったばかりだ。米国はNASA主導の「[アルテミス計画](#)」で2025年ごろに有人宇宙船を月面に送り込むことを目標に掲げ、南極付近への着陸を計画している。中国は数年内に「嫦娥6号」と「嫦娥7号」という2つの月探査計画を予定しており、嫦娥7号では2026年に月の南極付近に探査車を着陸させる方針だ。中国の宇宙機関は2030年には有人のミッションを実施し、月面に基地を建設することも計画する。これらの月探査計画は新たな宇宙開発競争の一環とみられている。ネルソンは主に米中間の競争になるとの考えを示す一方、中国は南シナ海の島でやっているように南極の支配を試みるかもしれないと警鐘を鳴らしている。中国は月面の植民地化や支配を狙っているという見方を繰り返し否定し、米国は宇宙を「戦争をする領域」のように規定しようとしていると非難している。（[forbes.com 原文](#)）

<https://sorae.info/space/20230824-isro-chandrayaan3.html>

## インド月探査機「チャンドラヤーン3号」着陸後初撮影の画像公開

2023-08-24 [sorae 編集部](#)

インド宇宙研究機関（ISRO）は日本時間8月24日、インド初の月面着陸に成功した「チャンドラヤーン3号（Chandrayaan-3）」のランダー（着陸機）に搭載されているカメラで着陸後に初めて撮影された月面の画像を公開しました。【2023年8月24日14時】





Portion of the Chandrayaan-3's landing site taken after landing



【▲ インドの月探査ミッション「チャンドラヤーン3号」のランダーに搭載されているカメラで着陸後に撮影された月面の様子（Credit: ISRO）】

こちらが公開された画像です。比較的平らな表面とそこに点在する小さなクレーターとみられる窪み、右下にはチャンドラヤーン3号のランダーの着陸脚とその影が写っています。

【▲ 打ち上げ準備中に撮影されたチャンドラヤーン3号のランダー（着陸機）。内部にローバー（探査車）が収納されている（Credit: ISRO）】

2023年7月14日に探査機が打ち上げられたチャンドラヤーン3号は、ISROによる3回目の月探査ミッションです。探査機は月面に着陸するランダー、ランダーに搭載されているローバー（探査車）、着陸前までの飛行を担う推進モジュールで構成されていて、ランダーには地震計（月震計）など3基、ローバーにはX線分光器など2基の観測装置が搭載されています。

日本時間2023年8月23日21時32分、チャンドラヤーン3号のランダーはマンジヌス・クレーター（Manzinus、直径約96km）の南東、月の表側の南緯約69度・東経約32度の目標地点付近へ着陸することに成功しました。ISROは2019年にもオービター（月周回衛星）、ランダー、ローバーで構成された月探査ミッション「チャンドラヤーン2号」の探査機を打ち上げましたが、月周回軌道への投入には成功したもののランダーの着陸には失敗しており、今回はインドにとって2回目の月面着陸挑戦での成功となりました。



【▲ チャンドラヤーン3号の月面着陸成功に沸く管制室。ISROのライブ配信から（Credit: ISRO）】

【▲ チャンドラヤーン3号のランダー（着陸機）とローバー（探査車）（Credit: ISRO）】

関連：[【速報】インド月探査機「チャンドラヤーン3号」月面着陸成功](#)（2023年8月23日）

今回の成功により、インドは米国、旧ソ連、中国に次いで4か国目に月面着陸を成功させた国となりました。月の南極域へ探査機が着陸に成功したのは、世界でもチャンドラヤーン3号が初めてです。月の南極域はクレ

| Major Specifications of Lander |                               | Major Specifications of Rover |                   |
|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|
| Mission life                   | : 1 Lunar day (14 Earth days) | Mission Life                  | : 1 Lunar day     |
| Mass                           | : 1749.86 kg including Rover  | Mass                          | : 26 kg           |
| Power                          | : 738 W (Winter solstice)     | Power                         | : 50 W            |
| Payloads                       | : 3                           | Payloads                      | : 2               |
| Dimensions (mm <sup>3</sup> )  | : 2000 x 2000 x 1166          | Dimensions (mm <sup>3</sup> ) | : 917 x 750 x 397 |
| Communication                  | : ISDN, Ch-2 Orbiter, Rover   | Communication                 | : Lander          |
| Landing site                   | : 69.367621 S, 32.348126 E    |                               |                   |

ISRO プレスリリースより

一ター内の永久影（太陽光が届かない範囲）に水の氷が埋蔵されているとみられることから近年注目されており、アメリカ航空宇宙局（NASA）の有人月面探査計画「アルテミス」をはじめとした宇宙探査の対象となっています。

2023年に入って月面着陸に挑んだ月探査ミッションはチャンドラヤーン3号が3番目です。2023年4月26日には株式会社 ispace の月面探査プログラム「HAKUTO-R」ミッション1のランダーが民間初の月面着陸に挑んだものの、ソフトウェアの動作が原因で推定高度と実際の高度に約5kmの誤差が生じ、降下中に推進剤を使い果たしたランダーは月面に衝突して着陸に失敗しました。2023年8月21日にはロシアの月探査機「ルナ25号（Luna 25）」による月の南極域への着陸が予定されていましたが、8月19日に実施された軌道修正時に問題が発生して予定外の軌道に遷移してしまった結果、ルナ25号は月面に衝突して失われたとロスコスモスは発表していました。

関連

- ・ [月面着陸に至らなかった原因はソフトウェアにあり 民間月探査「HAKUTO-R」続報](#)（2023年5月26日）
- ・ [【速報・更新】ロシアの月探査機「ルナ25号」で問題発生 月面に衝突か](#)（2023年8月20日）

2023年8月27日には日本の小型月着陸実証機「SLIM（スリム）」とX線分光撮像衛星「XRISM（クリズム）」を搭載した「H-IIA」ロケット47号機が打ち上げられる予定で、2023年11月以降には南極域への着陸を目指す米国の民間宇宙企業インテュイティブ・マシーンスのランダー「NOVA-C」による「IM-2」ミッションの打ち上げが予定されています。チャンドラヤーン3号による今回の月面着陸成功は、月が再び活発な探査が行われる舞台となりつつあることを改めて実感させる出来事となりました。

なお、ISROによると、日本時間2023年8月24日12時頃までにローバーが月面に降ろされて移動を開始したということです。チャンドラヤーン3号については新たな情報が入り次第お伝えします。

【▲ チャンドラヤーン3号のランダーからローバーが降ろされたことを伝える ISRO の X（旧 Twitter）公式アカウントの投稿】

Source Image Credit: ISRO [ISRO](#) - Chandrayaan-3 [ISRO](#) (X, fka Twitter) 文/sorae 編集部

<https://www.newsweekjapan.jp/stories/world/2023/08/4725.php>

## ロシア 47 年ぶりの月面探査計画失敗「ルナ 25 号」が衝突 インドの後塵拝すか

2023年8月21日（月）10時42分



ロシア国営宇宙企業ロスコスモスによると、8月21日に月面に軟着陸を果たす予定だった無人月探査機「ルナ25号」は軌道を外れて制御不能となり、最終的に月面に衝突したという。写真は11日、極東アムール地方のポストーチヌイ宇宙基地から発射された、ルナ25を搭載したソユーズ2.1bロケットブースター。提供写真。Roscosmos/Vostochny Space Centre（2023年 ロイター）

ロシアによる47年ぶりの月面探査計画が失敗したことが20日明らかになった。

ロシア国営宇宙企業ロスコスモスによると、21日に月面に軟着陸を果たす予定だった無人月探査機「ルナ25号」は軌道を外れて制御不能となり、最終的に月面に衝突したという。

宇宙開発に積極的だった旧ソ連時代の1976年以来となる今回の月探査を成功させ、ウクライナ侵攻に伴う膨大な軍事費の負担があってもなお、ロシアが宇宙開発の面で競争力を持っているとアピールできるという政府の期待が外れた形。ロスコスモスは、ルナ25号が制御不能になった原因を究明するため、複数の関係機関で構成する特別調査委員会が立ち上げられたと述べた。当面の競争相手だったのはインドが7月に打ち上げた無人月探査機「チャンドラヤーン3号」で、これは今月23日に月の南極に着陸する予定だ。

[ロイター]



<https://uchubiz.com/article/new25641/>

## NASA、ISS 退役までに民間企業が運用する宇宙ステーションへの移行方法を模索

2023.08.18 10:42 塚本直樹

米航空宇宙局（NASA）が[国際宇宙ステーション（ISS）](#)の退役までに、民間企業が運用する宇宙ステーションへの移行方法を模索していることが、海外メディア Space.com で報じられている。

ISSは2000年に打ち上げられ、アメリカやロシア、欧州、日本、カナダで共同運営されている。ISSの運用期限は度々延長されており、現在は[2030年末までの運用](#)が決定している（[ロシアは2028年まで運用に協力](#)）。国際宇宙ステーション研究開発会議（International Space Station Research and Development : ISSRDC）のパネルディスカッションに登壇した、NASAのISS担当ディレクター Robyn Gatens氏は「科学者や宇宙飛行士、貨物輸送などを考えると、2028年までには後継の宇宙ステーションが稼働しているのが望ましい」と語る。2030年にISSが退役した後、NASAはさまざまな商業プラットフォームをサポートする研究所を運営することになる。詳細はまだ決定されていないが、地球低軌道を意味する「LEO National Lab」が、宇宙ステーションの研究をサポートする組織となることが期待されている。

現在取り組みが進められている民間企業による宇宙ステーションとしては、[米 Sierra Space などの「Orbital Reef」](#)、[米 Axiom Space などの「Axiom Station」](#)、[米 Nanoracks などの「Starlab」](#)がある。



Axiom Space などによる Axiom Station のイメージ（出典：Axiom Space）

<https://uchubiz.com/article/fea25806/>

## 世界で戦える日本の民間ロケット、2028年度までの誕生めざす-文科省「SBIR」

### の支援策を解説

2023.08.23 10:00 秋山文野

日本の民間ロケットを育て、国内の衛星の打ち上げ手段として選ばれるロケットを実現する文部科学省の育成プログラムがスタートした。これは、スタートアップ等による研究開発を促進するため、補助金などを交付する「SBIR」（Small Business Innovation Research）制度のうち、宇宙輸送分野を対象にした取り組みだ。7月28日から公募が始まっており、9月中に4社程度を選定する予定だ。

選ばれた民間ロケット事業者は2027年度までに軌道上まで衛星（ダミーでも可）を打ち上げる実証を成功させることが条件で、2028年度からは「[H3](#)」や「[イプシロンS](#)」といった基幹ロケットと並んで日本国内の政府衛星、商業衛星を打ち上げる選択肢となることを目指す。



## 衛星の打ち上げ、大半を海外ロケットに依存

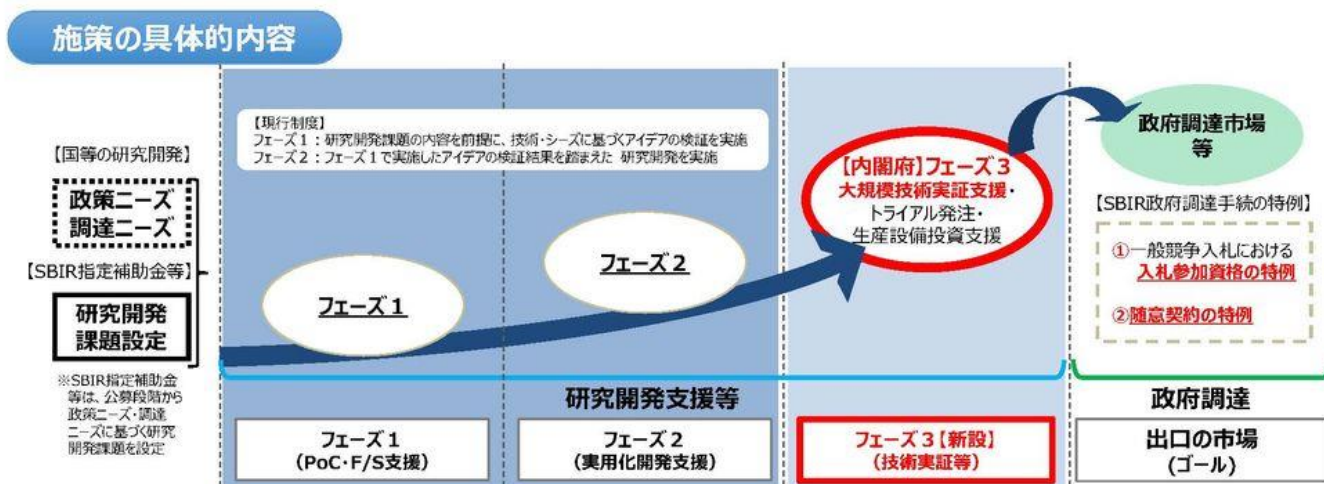
日本の民間ロケット開発事業者は数社が活動しているものの、実証や高度 100km のサブオービタル飛行にとどまっており、人工衛星を軌道に送った日本の民間ロケットはまだない。一方で地球観測衛星を中心に小型衛星のコンステレーション構築を始めた事業者は数社あり、政府・民間含め今後 10 年間で 100 機以上の衛星打ち上げ需要が見込まれている。だが、事業者も大学の衛星もロケットの調達には日本のロケットが第一候補とはならず、ロシアやインドの SSLV、Space Exploration Technologies ([SpaceX](#)) のライドシェアプログラムや、米とニュージーランドに拠点を置く [Rocket Lab](#) の Electron (エレクトロン) などが候補となってきた。

これには、基幹ロケットの打ち上げ機会が少ないことに加え、1 回の打ち上げ機会を複数の衛星事業者に配分するライドシェア型の事業が整っていないといった事情がある。

衛星打ち上げロケットのように、大規模なハードウェア開発を伴う分野はディープテックと呼ばれ、大規模な技術実証を成功させるためには、民間だけでなく公的な資金援助も必要だ。米国でスペースシャトル引退後に国際宇宙ステーション (ISS) への民間輸送機を育てた NASA の COTS プログラムなどを参考に、日本でも宇宙分野のディープテックを支援する。

## 2028 年度までの日本の民間ロケット実用化を支援

文部科学省が 2023 年度から 2027 年度まで 5 年間実施する SBIR フェーズ 3 基金の「民間ロケットの開発・実証」プロジェクト (以下 SBIR 民間ロケットプロジェクト) では、2028 年度以降に国内の衛星が政府、民間を問わず基幹ロケットまたは民間ロケットを候補として打ち上げを検討できるだけでなく、海外の需要も取り込めるようにすることが目標だ。



令和 4 年度の補正予算から手当された 2060 億円のうち文部科学省分の 695 億円を基金とし、宇宙輸送分野には 5 割を越える 350 億円が配分される。7 月 28 日に始まった公募 (9 月 5 日締切) では当初 4 社程度を支援する予定で、9 月中には結果が発表される。採択された企業を段階的に審査しつつ最終的には 2 社程度まで絞り込む方針だ。マイルストーンペイメントと呼ばれる、一定の中間目標を達成するごとに支援金が支払われる方式となっており、補助の対象となるのは TRL (Technology Readiness Level : 技術成熟度) で 5~7 段階にある企業となる。SBIR 民間ロケットプロジェクトでは、「TRL5」はエンジンや機体、アビオニクスといったサブシステムの開発試験を行い基本設計審査を通過する段階、「TRL6」は実機サイズのサブシステムの実証ができる段階、「TRL7」は衛星またはダミーを打ち上げられる段階と考えられている。

開発事業はフェーズ 1 から 3 までの 3 段階に分けられ、2 回のステージゲート審査を経て交付額が決定する計画。1 件あたりの補助額は最大で 140 億円程度となる見込みだ。スタートアップ企業は補助率 100%、中小企業またはみなし大企業の場合は補助率 50%となる。補助対象は設備費、人件費、材料費などとなっている。

JAXA は採択された企業の支援にあたり、宇宙輸送分野では JAXA の元安全・信頼性推進部長の泉達司氏がプロジェクトリーダーに就任する。3 カ月に 1 回程度実施されるフォローアップ委員会等を通じて、採択された

事業者のモニタリングや支援にあたる。技術者派遣など人的支援が求められる可能性もあるが、JAXA 側も基幹ロケット開発を継続しなければならない状況にあるため、具体的な支援の方法についてはまだ流動的な部分がある。

### 支援対象は実質的に小型ロケット中心か

日本の宇宙輸送を担う民間ロケット育成プログラムについて、文部科学省 研究開発局宇宙開発利用課の竹上直也宇宙科学技術推進企画官は、「将来的には政府衛星の打ち上げ手段として調達することも考えている」と話す。その条件は「基幹ロケットとの棲み分け」だ。打ち上げ能力や液体、固体などの SBIR 民間ロケットのスペックは各社が自由に設定できるが、基幹ロケットと同じ領域を食い合わないことが重要だ。そのため、実質的に「小型ロケット中心になるのではないか」という。

射場の調達も自費で行わなければならないという制約もある。土地取得や造成費用、恒久的な施設の整備費は補助対象外となっているためだ。一方で JAXA の種子島宇宙センター、内之浦宇宙空間観測所は H3 またはイプシロン S といった基幹ロケットが優先になる。

既存の発射施設に適合するロケットを開発すると、基幹ロケットと近い設計となる可能性が高く棲み分けという条件からも外れる。移動型のランチャーを開発するといった特殊なケースを除き、現状では「北海道の大樹町、和歌山県の串本町、沖縄県の下地島といった民間射場の整備が進む場所が提案されてくるのではないか」（竹上企画官）という。現在、日本には液体・固体燃料の垂直打ち上げロケットから有翼往還機まで 6~7 社ほどの民間ロケット開発企業が存在する。参考にした NASA の COTS プログラムは、ISS までの補給機開発では 8 億ドル（1000 億円以上）を用意しており、支援規模ではまだかなり開きがある。

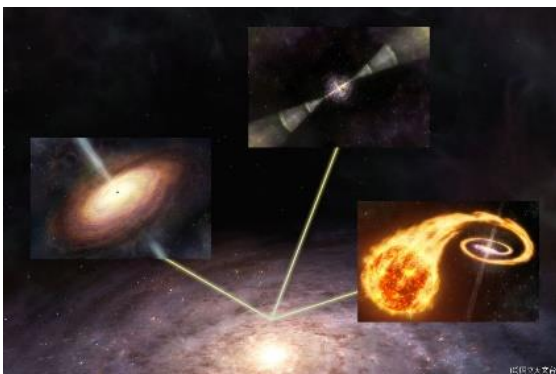
採択された企業は政府からの期待を呼び水にさらなる資金調達が求められるが、ロケット技術の評価基準が公となることで民間の資金も得やすくなることが期待される。5 年間で世界の市場で戦えるロケットが誕生するか、注目されるプログラムだ。

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20230823-2755130/>

## 国立天文台、宇宙論パラメータの不定性を最大で 35%減らすことに成功

掲載日 2023/08/23 18:09 著者：波留久泉

国立天文台(NAOJ)は 8 月 22 日、NAOJ 天文シミュレーションプロジェクトが運用する中規模サーバを用いて、宇宙の膨張を支配する「宇宙論パラメータ」の精度を向上させることに成功し、加えて、不定性を最大で 35%減らすことに成功したことを発表した。同成果は、NAOJ のマリア・G・ダイノッティ助教、同・岩崎一成助教らの研究チームによるもの。詳細は 2 本の論文として発表され、どちらも米天体物理学専門誌「The Astrophysical Journal」に掲載された(論文 1、論文 2)。



研究の概念図。超新星(右)、クェーサー(左)、ガンマ線バースト(中央)といった、地球で観測されるさまざまな標準光源を使って、宇宙論パラメータを推定することが可能だ(背景下は天の川銀河)(c) 国立天文台(出所:国立天文台 Web サイト)



宇宙が膨張していることは十分に立証されているが、その膨張する速度を正確に測定することは容易ではなく、宇宙膨張によって地球から遠ざかっている銀河の後退速度を正確に測定するには、まずその銀河までの正確な距離を知る必要がある。宇宙において天体までの距離を測定する場合、太陽系の周囲の星など、天の川銀河系内のそれも極めて近傍の宇宙であれば地球が太陽の周囲を公転していることを利用した三角測量で正確に算出することが可能だ。しかし、三角測量が適用できるのは比較的近距离までであり、天の川銀河外、それも宇宙膨張で後退するような距離にある銀河ともなってくると正確に距離を測るのが難しくなる。

そこで、研究者が探しているのが信頼できる目印となる天体や天文現象であり、どこにおいても一定の明るさで輝く天体であるかつその実際の明るさがわかっているれば、見かけの明るさがどれだけ暗く見えるかを調べることで、その天体・天文現象までの距離を算出することができる。そうした、「宇宙のものさし」といわれるのが「標準光源」である。標準光源としてよく利用されるものには Ia 型超新星があるが、ほかにもクェーサー、ガンマ線バーストなども利用されている。そこで今回の研究では、そうした標準光源となる天体・天文現象のデータを解析するためさまざまな新しい統計的手法を活用することで新たな研究分野を開拓することにしたという。距離が異なるいくつかの範囲では、それぞれ異なる標準光源を用いることが有効だという。つまり、複数の標準光源を組み合わせることで、宇宙のより広い範囲に渡る天体のデータを使い宇宙論パラメータを絞り込むことに成功したとする。そして、主要な宇宙論パラメータの不定性を最大で 35%減らすことができたとした。現在、宇宙膨張は加速し続けていることがわかっており、もしこのまま宇宙膨張の加速が続いた場合は、最終的にはヒトや星はもちろん、原子すらも引き裂かれてしまうビッグリップで終焉を迎える可能性がある。また加速が止まって一定速度で膨張していくのであれば、最終的には全宇宙が冷え切ってしまうビッグフリーズ(ビッグチルとも)を迎えることとなり、膨張速度が減速してゼロとなり重力が打ち勝って収縮に転じた場合は、ビッグバンの逆をたどってすべてが 1 点に集中するビッグクランチを迎えることになる。このどれで宇宙が終焉を迎えるのか、宇宙論パラメータがより正確に決まれば宇宙の将来を明らかにできるとして期待されている。

<https://sorae.info/astrometry/20230822-wet-dry-cycling.html>

## 火星表面の六角形模様は乾湿循環気候の証拠？ 過去の火星で短期間だけ存在した

### 気候を推定

2023-08-22 [彩恵りり](#)

現在の「火星」の気候は高度に乾燥していますが、かつては湿潤だったと推定されています。では、気候が移り変わる時期の火星はどのような環境だったのでしょうか？

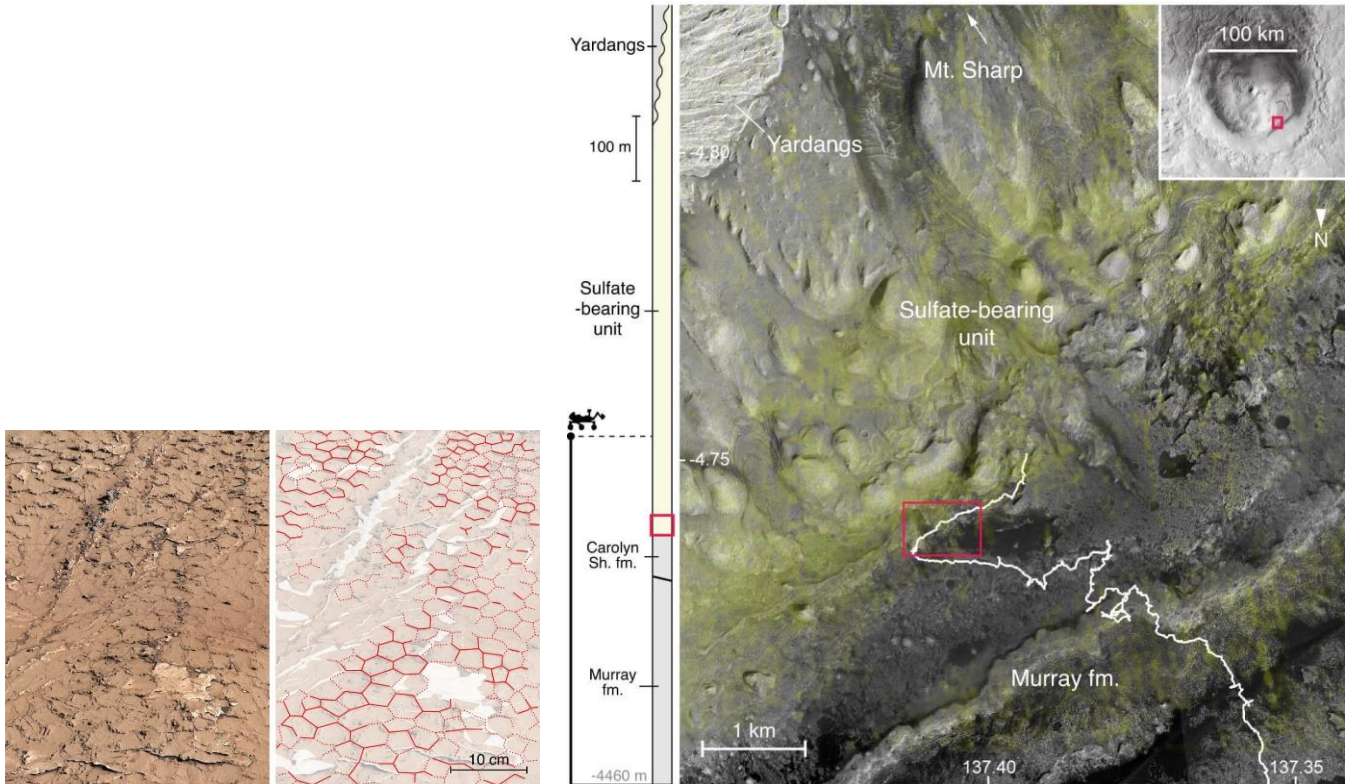
トゥールーズ III ポール・サバティエ大学の W. Rapin 氏などの研究チームは、過去の火星では気候が乾燥気候と湿潤気候を周期的に繰り返す乾湿循環気候の時期があったことを、NASA（アメリカ航空宇宙局）の火星探査車「キュリオシティ（マーズ・サイエンス・ラボラトリー）」の探査データの分析で示しました。キュリオシティのカメラで撮影された地面に見られる亀裂は、液体の水の接触と蒸発が繰り返されたことを示しており、おそらくは季節変動を反映していたと推定されます。

#### ■謎が多い火星の気候変動

様々な火星探査機の調査によって、火星が誕生してからしばらくの間の気候は豊富な水を湛えた湿潤気候だったことがほぼ確実だと見られています。その一方で、現在の火星の気候は高度に乾燥しているため、火星の気候は湿潤気候から乾燥気候へと移行した時期を挟んでいることとなります。

しかし、気候が移り変わる時期の火星がどのような環境であったのかはほとんど分かっていません。そのような時期は火星の歴史全体の中でかなり短かった上に、堆積物として地層に記録が保存されることはほとんどな

いと推定されるためです。また、火星の地質学的な情報は限られていて、シミュレーションによる環境推定では異なる結果が出力されるため、詳細は分からないままです。



【▲ 図 1: キュリオシティによって撮影された、火星のゲール・クレーター内の硫酸塩鉱物が豊富な地面。水分を含んだ泥が乾燥して固まった際に見られる六角形の亀裂が多数存在する (Credit: NASA, JPL-Caltech, MSSS, IRAP)】

【▲ 図 2: キュリオシティ (白線が移動経路) はゲール・クレーターのシャープ山 (Mt. Sharp) を登るように進んでいる。最近になって硫酸塩鉱物に富む地域 (黄色で塗られた地域) を探査している (Credit: W. Rapin, et al.)】

#### ■クレーターの乾燥跡から過去の気候を推定

今回、トゥールーズ III ポール・サバティエ大学の W. Rapin 氏などの研究チームは、NASA の火星探査車「キュリオシティ」の観測結果から、火星の気候の移行時期の環境を推定する研究を行いました。

ゲール・クレーターの内部にある「シャープ山」(別名アイオリス山)の麓に着陸したキュリオシティは、ケイ酸塩鉱物が豊富な地域を数年間調査した後、硫酸塩鉱物が豊富な地域へと移動し、写真撮影や地層の成分分析を行いました。キュリオシティはシャープ山を登りながら調査を行っており、表面を覆う物質の変化は、堆積当時の環境の変化を反映していると推定されます。ゲール・クレーターにはかつて湖が存在していたと考えられていますが、水が豊富な環境ではケイ酸塩鉱物で構成された粘土が堆積します。その一方で、湖の水に浸かっている乾燥した陸上では、硫酸塩鉱物が堆積しやすい傾向にあります。

キュリオシティのカメラで撮影された写真には、六角形のひび割れが生じた地面が写っています。分析の結果、亀裂の深さは数 cm と、かなり深いことも分かりました。この亀裂は、地球上に住む私たちの身近でもよく見られるような、湿った泥が乾燥した時に生じる亀裂によく似ています。

Rapin 氏らは、亀裂の形状が「Y」字で構成されていることから、これが火星の過去の環境を反映した証拠であると推定しています。泥が乾燥した時、最初に生じるのは「T」字に近い形状の亀裂です。しかし、乾燥した泥が水に触れて柔らかくなった後に再び乾燥する、というプロセスが繰り返されると、亀裂の形状は「T」字から「Y」字へと変化し、最終的には六角形の形状になります。Rapin 氏らは、六角形の亀裂は火星の気候が湿潤気候から乾燥気候へと移行する時期に、湿潤環境と乾燥気候が周期的に切り替わる乾湿循環気候があったと推定



しています。深さが深いことから、この亀裂は季節変化のような長周期的な気候変動か、もしくは鉄砲水のような突発的な湿潤環境が生じた証拠であると考えられます。これは裏を返せば、天体衝突や火山噴火のような、液体の水が維持される期間や頻度が少ない現象で生じたものではないことを示しています。

Rapin 氏らは亀裂などの証拠から、火星では今から 38~36 億年前のいずれかの時点で、湿潤気候から乾燥気候へと移行する乾湿循環気候の時期があったと考えています。この亀裂は深さが深い上に、表面が亀裂の縁まで硬い硫酸塩鉱物で覆われていたことから、数十億年もの風化に耐えて現在でも容易に観察できるようになっていると考えられます。

#### ■生命材料合成の現場跡である可能性も？

このような乾湿循環気候は、火星に関する別の興味深い話題とも関わります。火星に独自の生命体が存在していたのか、あるいは現在でも存続しているのかは、火星にまつわる大きな謎の 1 つです。生命がどのように誕生したのかは議論の余地がありますが、生命に関わらずに複雑な有機分子が合成される環境は、生命誕生を促す大きな推進力となる可能性があります。乾湿循環気候は複雑な有機分子が合成されやすい環境の 1 つであるため、過去の火星にそのような環境が存在したとすればとても興味深いことです。

また、生命が誕生したことが確実である地球では、生命誕生時の環境は地質活動によって消されてしまっています。そのため、火星に生命誕生時の証拠が残されている可能性があることは、地球の生命誕生を推定する上でも役立つ可能性があります。

Source [W. Rapin, et al.](#) “Sustained wet–dry cycling on early Mars”. (Nature)

[Nick Njegomir.](#) “New research points to possible seasonal climate patterns on early Mars”. (Los Alamos National Laboratory)

[Keith Cowing.](#) “Cracks In Martian Mud Suggest Sustained Wet-Dry Cycling On Early Mars”. (Astrobiology.com)

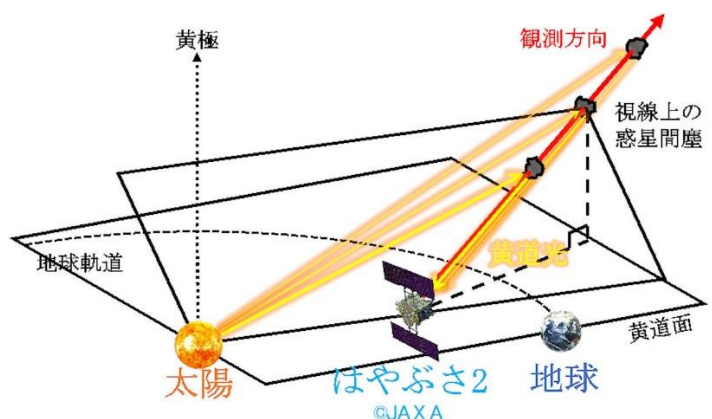
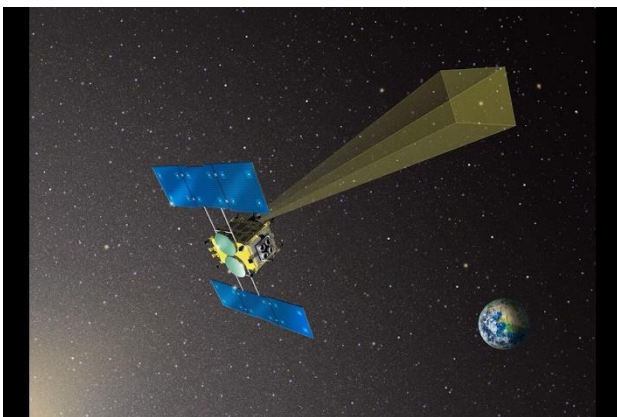
文／彩恵りり

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20230823-2755023/>

## 都市大など、「はやぶさ 2」により約半世紀ぶりに惑星間黄道光を観測

掲載日 2023/08/23 16:54 著者：波留久泉

東京都市大学(都市大)、関西学院大学(関学大)、九州工業大学(九工大)、宇宙航空研究開発機構(JAXA)の 4 者は 8 月 22 日、小惑星探査機「はやぶさ 2」の拡張ミッション「はやぶさ 2#」における航行中に、およそ半世紀ぶりに黄道光の観測を実施し、内惑星領域における惑星間塵の分布を計測することに成功したと共同で発表した。



「はやぶさ 2」での黄道光の観測のイメージ。イラスト:木下真一郎氏(出所:関西学院大・九工大共同プレスリリース PDF)



黄道光の観測のイメージ。惑星間塵による太陽光の散乱光を、視線方向の重ね合わせとして見えているのが黄道光である。「はやぶさ2」は地球軌道の内側、0.7天文単位～1.0天文単位の範囲を飛行している。(出所:都市大Webサイト)

同成果は、都市大の津村耕司准教授、関学大の松浦周二教授、九工大の佐野圭助教、同・瀧本幸司支援研究員、JAXA「はやぶさ2」ONCチームらの共同研究チームによるもの。詳細は、[地球惑星科学と関連分野全般を扱うオープンアクセスジャーナル「Earth, Planets and Space」に掲載された。](#)

研究チームはこれまで、遠方銀河や初期宇宙から届く微弱な光である「宇宙背景光」の観測を通して、初期宇宙での星形成史を探る研究を実施してきた。しかし、宇宙背景光の観測において最大の不定性要因となっていたのが、前景の明るい黄道光だった。そこで、その不定性を低減させるため、黄道光観測を行うことを目指したという。黄道光は、太陽系内に漂う惑星間塵が太陽光を散乱することで、天球上における太陽の平均的な通り道である黄道に沿った領域に生じる淡い光のことである(黄道光は人間の目には淡い光だが、宇宙背景光はさらに微弱である)。黄道光を観測することで、太陽系内の最小天体である惑星間塵がどこで形成され、太陽系内をどのように移動しているのかを探ることができるという。惑星や小惑星などの探査とはまた別のアプローチで、太陽系のダイナミックな変化を知ることができるとする。

黄道光は、惑星間塵による太陽光の散乱光を視線方向に重ね合わせたものであり、これまでの観測は、主に地球の公転軌道から行われてきたことから、手前と奥で散乱された光が重なってしまい、惑星間塵の空間分布を得ることができなかったとする。そのため、塵が太陽系内でどのように分布しているのかを理解するには、地球から離れたさまざまな場所から黄道光を調べる必要があった。

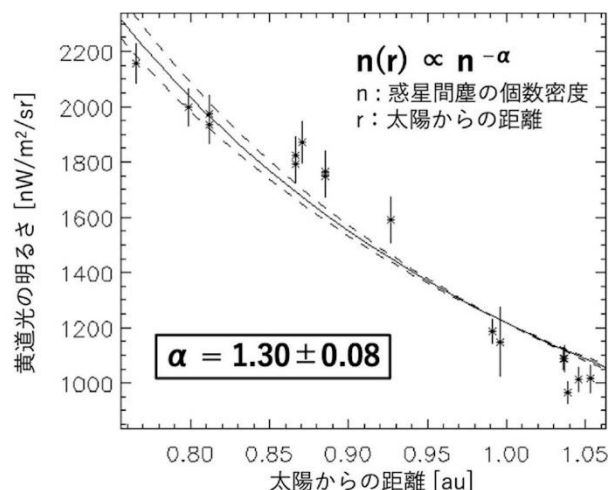
そこで研究チームは、惑星間を航行するはやぶさ2を用いた観測が効果的だと提案しており、同探査機が小惑星「1998 KY26」へ向かう拡張ミッション(到着は2031年を予定)において、目的地に到着する前に観測装置を温存するのではなく、積極的に活用するクルージングサイエンスとして、遂に実行されたという。

同観測は、2021年～2022年にかけて光学航法望遠カメラ(ONC-T)を用い、太陽からの距離(日心距離)0.7天文単位～1.06天文単位の範囲で行われた。そして、太陽系の内惑星領域における惑星間塵の分布情報を得ることに成功したとする。



「はやぶさ2」が観測した画像の例(2022年8月29日、おうし座の方向)。ONC-Tの視野サイズ(画角)は一辺6.27度と広く、この広い視野が空に大きく広がった黄道光の観測に適しているという。このような観測された画像から、検出された星をマスクし、何も映っていない領域の明るさを導出することで黄道光が求められた。右図は明るい星を同定したもので、Tauはおうし座を表す。(出所:関西学院大・九工大共同プレスリリースPDF)

「はやぶさ2」が観測した黄道光の明るさの日心距離依存性。(出所:関西学院大・九工大共同プレスリリースPDF)



その結果、得られた観測データから、地球近傍での惑星間塵の濃度が「べき乗則」に従うことが明確に示されたとのことだ。べき乗則とは、ある観測量が別の観測量のべき乗に比例する関係のことを指す。今回の場合は、惑星間塵の個数密度( $n$ )が、太陽からの距離( $r$ )のべき乗則に従う、つまり「 $n(r) \propto r^{-\alpha}$ 」の関係が成り立つことが示され、べき指数を正確に決めることができたとする(同式のべき指数は $\alpha$ )。

観測されたべき指数が示す惑星間塵の濃度は、惑星間塵の太陽への落下のみを考慮した標準的な理論と比べて、太陽に近づくほど予測より濃くなることを示しているという。このことは、惑星間塵の太陽への落下についての新たな物理があるか、地球近傍で惑星間塵が生成されるなどの知られていない天体現象があることを示唆するとしている。また今回の成果を受け、はやぶさ2による黄道光観測(およびより発展的な観測)を今後も引き続き継続し、特に2028年に予定されている地球スイングバイ以降は、地球公転軌道の外側(1天文単位~1.5天文単位の範囲)での黄道光観測の実現を目指すとする。今回の成果は、惑星間塵の研究だけでなく、研究チームがもともと研究対象としていた、黄道光に埋もれた微弱な宇宙背景光を観測するためにも役立つといい、今回のメンバーを含む国際研究チームでは、2023年冬に打ち上げ予定の米国航空宇宙局(NASA)ロケット実験「CIBER-2」や、将来の惑星探査機により、黄道光や宇宙背景光をさらに詳しく観測する予定としている。

<https://soraie.info/astromy/20230821-hh46-47.html>

## 若き星が形成したハービッグ・ハロー天体 ウェブ宇宙望遠鏡が観測

2023-08-21 [soraie 編集部](#)

こちらは「ほ座」(帆座)の方向約1470光年先のハービッグ・ハロー天体「Herbig-Haro 46/47 (HH 46/47)」です。



【▲ ジェイムズ・ウェブ宇宙望遠鏡の近赤外線カメラ (NIRCam) で観測されたハービッグ・ハロー天体「HH 46/47」 (Credit: NASA, ESA, CSA, J. DePasquale (STScI))】

【▲ 参考画像：ハッブル宇宙望遠鏡の広視野カメラ3 (WFC3) で撮影されたハービッグ・ハロー天体「HH 46/47」 (Credit: ESA/Hubble & NASA, B. Nisini)】

ハービッグ・ハロー天体は若い星の周囲に見られる明るい星雲状の天体で、若い星から恒星風やジェットとして流れ出たガスが、周囲のガスや塵の雲に衝突して励起させることで光が放たれていると考えられています。ジェットは若い星から双方向に噴出するため、この画像では中央から右上と左下の方向に一对のハービッグ・ハロー天体が形成されています。この画像は「ジェイムズ・ウェブ宇宙望遠鏡 (James Webb Space Telescope : JWST)」の「近赤外線カメラ (NIRCam)」で2023年5月24日に取得したデータをもとに作成されました。ウェブ宇宙望遠鏡は人の目で捉えることができない赤外線の波長で主に観測を行うため、公開されている画像の色は取得時に使用されたフィルターに応じて着色されています(※)。

※...この画像では1.15 $\mu$ mを青、1.87 $\mu$ mをシアン、2.0 $\mu$ mを緑、3.35 $\mu$ mを黄色、4.44 $\mu$ mをオレンジ、4.7 $\mu$ mを赤で着色しています。アメリカの宇宙望遠鏡科学研究所 (STScI) によると、HH 46/47は「ハッブル宇宙望遠鏡 (Hubble Space Telescope : HST)」などでも観測されたことがありますが、ジェットを放出していると

みられる若い星のペアは塵が豊富な星雲の奥に隠されていて、可視光線では捉えることができませんでした。このような星雲は「ボック・グロビュール (Bok globule)」と呼ばれていて、ハッブル宇宙望遠鏡で撮影された画像には赤黒い暗黒星雲として写っています。一方、ウェブ宇宙望遠鏡が捉える赤外線は塵に遮られにくいため、冒頭に掲載した画像では青いベールのように写っている星雲の向こう側を観測することができます。ハッブル宇宙望遠鏡の画像では星雲に隠されていた HH 46/47 の若い星に近い部分や、星雲のはるか向こう側で輝く星々や銀河もウェブ宇宙望遠鏡の画像には写っています。誕生した若い星は周囲のガスや塵を集めて活発に成長していきます。引き寄せられた物質は若い星の周囲に円盤を形成しつつ、らせん状に落下していきますが、星が短時間であまりにも多くの物質を取り込もうとすると、一部の物質がジェットとして放出されるようになります。ジェットは星の回転を安定させ、星が保持する質量を調節する役割を果たすのだといいます。STScIによると、HH 46/47 を形成したのは誕生してからわずか数千年程度しか経っていない若い星のペアだと考えられています。数百万年に渡る形成プロセスが進むなかで、星は時間の経過とともにどのようにして物質を集めていくのか。そのことに関する知見を与えてくれることから、このような若い星は重要な研究対象のひとつとなっています。ちなみに、ウェブ宇宙望遠鏡で観測された冒頭の画像の一部（中央の下辺付近）を拡大すると、「？」の形をした文字通り謎めいた天体が写っています。欧州宇宙機関 (ESA) によれば、詳しく知るためにはさらなる観測が必要ではあるものの、この天体は一對の相互作用銀河か、あるいは複数の銀河が偶然このような並び方をしている可能性があるということです。



【▲ ジェイムズ・ウェブ宇宙望遠鏡の画像に写り込んだ「？」の形をした天体（冒頭の画像を編集部でトリミングしたもの）。一對の相互作用銀河か、あるいは複数の銀河が偶然このように並んでいる可能性があるという (Credit: NASA, ESA, CSA, J. DePasquale (STScI))】

【▲ 「？」の形をした天体について解説した ESA の公式 X (旧 Twitter) アカウントの投稿】

冒頭の画像はウェブ宇宙望遠鏡やハッブル宇宙望遠鏡を運用する STScI をはじめ、アメリカ航空宇宙局 (NASA) や ESA から 2023 年 7 月 26 日付で公開されています。

Source Image Credit: NASA, ESA, CSA, J. DePasquale (STScI)

[STScI](#) - Webb Snaps Highly Detailed Infrared Image of Actively Forming Stars

[NASA](#) - Webb Snaps Highly Detailed Infrared Image of Actively Forming Stars

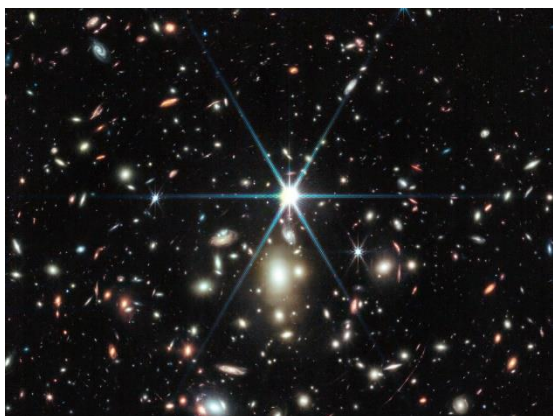
[ESA/Webb](#) - Webb snaps highly detailed infrared image of actively forming stars 文/sorae 編集部

<https://www.businessinsider.jp/post-274009>

**ジェームズ・ウェブ望遠鏡、最も遠い星の色を明らかに…約 280 億光年の距離にあり、太陽の 100 万倍の明るさ**

[Grace Eliza Goodwin, Morgan McFall-Johnsen](#) [原文] (翻訳・編集: 井上俊彦) Aug. 25, 2023, 07:00 PM





NASA のジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡によるこの写真には、サンライズ・アーク（日の出の弧）と、その銀河内にある、これまでに観測された最も遠い星が写っている。

NASA, ESA, CSA, D. Coe (STScI/AURA for ESA; Johns Hopkins University), B. Welch (NASA's Goddard Space Flight Center; University of Maryland, College Park); Z. Levay

NASA のジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡が、これまで検出された中で最も遠い恒星の新しい画像を捉えた。エアレンデルというニックネームのこの星は、太陽の 2 倍の温度で、地球から約 280 億光年の距離にある。この星は「サンライズ・アーク（日の出の弧）銀河」の中に赤い点として見える。

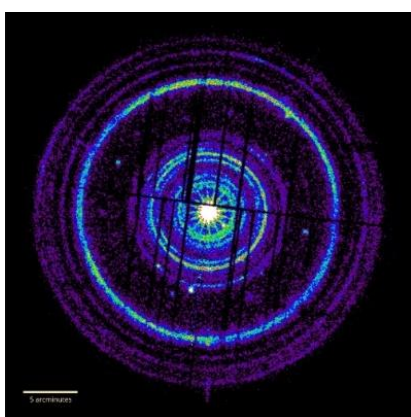
NASA のジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡（JWST）が、これまで発見された中で最も遠い星、エアレンデル（Earendel）の色を明らかにする新しい画像を撮影した。

エアレンデルは 2022 年、ハッブル宇宙望遠鏡（HST）によって初めて発見された。NASA は先週のプレスリリースで、この星は太陽の 2 倍以上熱く、「約 100 万倍明るい」と述べた。

<https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/news/23/082100429/>

## 観測史上最も明るい宇宙の爆発現象を検出、1 万年に一度の幸運

地球から約 20 億光年で発生したガンマ線バースト、未知の物理現象の存在も示唆 2023.08.22



観測史上最も明るいガンマ線バーストによって輝いた銀河系の塵（ちり）の環。X 線観測衛星 XMM ニュートンが捉えた。（IMAGE BY XMM-NEWTON/M. RIGOSELLI (INAF) /EUROPEAN SPACE AGENCY/SCIENCE PHOTO LIBRARY) [画像のクリックで拡大表示]

ガンマ線バーストのアニメーション（VIDEO BY NASA）

協定世界時 2022 年 10 月 9 日の午後 1 時 17 分（日本時間午後 10 時 17 分）、フェルミ・ガンマ線宇宙望遠鏡の検出器にガンマ線の波がどっと押し寄せた。

のちに「BOAT (the brightest of all time、史上最も明るい)」、正式には「GRB 221009A」と呼ばれることになるガンマ線バーストが検出された瞬間だったが、米航空宇宙局 (NASA) の通信衛星の不具合により、研究者はすぐに気づかなかった。その約1時間後、別のガンマ線バースト観測衛星ニール・ゲーレルス・スウィフトが、空の同じ場所で明るいX線の残光 (アフターグロー) を検出し、天体物理学コミュニティにこの発見について通知した。通知を受け取ったフェルミ望遠鏡チームのメンバーであるイタリア、バリー工科大学のエリザベッタ・ビッサルディ氏がフェルミ望遠鏡のデータを調べると、最初の爆発を捉えていたことが分かった。氏はチームの仲間に電話をかけ、ただちに爆発のエネルギーの分析に着手した。

フェルミ望遠鏡とスウィフト衛星のチームはその日の真夜中過ぎまで協力して作業にあたり、この前例のないシグナルが非常に明るいガンマ線バーストに由来していることを確認した。翌朝には、ほかの研究者たちも観測の準備を始めた。この爆発はあまりにも明るく、フェルミ望遠鏡もスウィフト衛星も検出器の測定上限を超えてしまっていた。しかし中国の GECAM-C 宇宙望遠鏡はそうならず、最初のガンマ線爆発のエネルギーを測定することができた。「これまでに観察された中では最も明るく、70倍近くも更新しました」と、フェルミ望遠鏡チームのメンバーである米ルイジアナ州立大学の天体物理学者エリック・バーンズ氏は言う。その極端な明るさは、今回のガンマ線バーストが地球から約20億光年と比較的近い場所で発生していたことと、爆発そのものが非常に明るかったことによる。

## 爆発と残光

宇宙で最も激しい高エネルギー爆発現象であるガンマ線バーストが最初に発見されてから55年、天文学者たちは発生源についての理解を徐々に深めてきた。

今回のBOATのような極端に明るい高エネルギーのバーストは、大きな質量をもつ星が崩壊してブラックホールになるときに発生する。その際、未知のプロセスによって、高速の粒子と光のジェットが正反対の2方向に噴き出すことがある。これらのジェットがたまたま地球の方を向くと、ガンマ線が観測されるのだ。

## [次ページ：新しい物理現象](#)

ジェットは、恒星の外側のガスの層を猛スピードで突き抜ける。ジェットが地球の方を向いていれば、望遠鏡はまずプロンプト放射と呼ばれる爆発的な放射を捉え、その後、ガンマ線バーストの残光を捉える。

恒星から脱出した高エネルギーのビームは、恒星間空間に漂うガスや塵 (ちり) に衝突する。この衝突によって衝撃波が発生し、近くのガスが加熱されて生じたものが残光の正体だ。残光は、電波から可視光やガンマ線まで、幅広い波長の光で見ることができる。残光はその後、数日から数年かけて消えてゆく。

天文学者たちは今回、GRB 221009A のプロンプト放射を複数の望遠鏡で捉え、ほかの100以上の検出器で残光を捉えることができた。

## 新しい物理現象

フェルミ望遠鏡は可視光の1000万~3000億倍以上のエネルギーをもつガンマ線を観測しているが、さらにそれよりはるかに大きいエネルギーをもつガンマ線が来ることもある。幸いにも、中国の四川省にある高標高宇宙線観測ステーション (LHAASO) が、GRB 221009A の最高エネルギーのガンマ線によるシグナルを捉えていた。LHAASO は、最初の爆発の数分後から残光までの数万個の光子を捉えた。ガンマ線天文学では前例のない数だ。LHAASO が捉えたガンマ線のエネルギーは、ガンマ線バーストの観測史上最高でもあった。このことから、一部の天体物理学者は、新しい物理現象や目に見えない謎の物質の存在を示唆しているのではないかと指摘している。現在の理論によれば、これほど高エネルギーの光子は宇宙背景放射 (EBL) と干渉してしまうため20億年も宇宙を旅してくることはない。ただし、非常に高エネルギーのガンマ線が、たとえば「アクシオン」と呼ばれる理論上の素粒子 (暗黒物質の候補でもある) に**変換**され、宇宙をはるばる旅してきて、銀河系の磁場に到達したところで再びガンマ線に変換されたとしたら、今回のようなシグナルが検出されることもありうると思われる。アクシオンが「存在するかどうかはわかりません」と、イタリア国立天体物理学研究所のララ・ナバ氏は言う。「けれども、何か普通でないもの、あるいは従来とは違う物理現象が存在する

と言っても差し支えないでしょう」 極端にエネルギーの高いガンマ線の観測は、ガンマ線バーストのジェットがどのように発生しているのかの解明に役立つだろう。GRB 221009A 以前に観測されたガンマ線バーストでは、発生源は最初の数秒間の爆発の後、ごく短時間だけ静かになり、それからジェットによる衝撃波が近くの物質の中を伝わって、残光を輝かせていた。この前例から天文学者たちは、ジェットがどのようなプロセスで発生しているにせよ、最初のシグナルの後に停止するのだろうと考えていた。しかし GRB 221009A は静まらなかった。ジェットの発生は、科学者が考えていたよりも長く続いていたのだ。科学者たちは、最高エネルギーのガンマ線と、より低いエネルギーのガンマ線とを比較することで、この謎を解こうとしている。

ミネバダ大学ラスベガス校の天体物理学者で、LHAASO チームと協力し、ガンマ線バーストの原因に関する理論に取り組んできたビン・チャン氏は、今回の観測結果はジェットの放出の主な原因が強力な磁場の活動にあることを示唆しているが、データが膨大で、分析には何年もかかるだろうと見ている。

磁場がジェットを左右していることを示唆する証拠はほかにもある。欧米の衛星の観測データを使った研究でも、磁場が整列して、形成中のブラックホールのエネルギーをジェットに送り込んでいるように見えることが明らかになっている。これほどの詳しさを観測できたのは初めてで「ちょっとした一大事です」と、NASA の X 線偏光観測衛星 IXPE によるデータの[分析](#)を率いたルイジアナ州立大学のミケーラ・ネグロ氏は言う。

[次ページ：残光の中の超新星](#)

### 残光の中の超新星

GRB 221009A からの高エネルギーシグナルの検出に続いて、天文学者たちは超新星（大きな質量の星が崩壊するときに爆発する現象）の光も探している。ガスや塵を透過する赤外線を見ることができるジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡（JWST）は、超新星を探すのに理想的な望遠鏡だ。

オランダ、ラドバウド大学のアンドリュー・レバン氏らは、JWST を使って超新星のシグナルを探した。天文学者たちは長年、明るいガンマ線バーストには必ず明るい超新星が伴うのかどうかを議論してきたからだ。「今や、その答えがノーであることが確実になりました」とレバン氏は言う。ガンマ線バーストから 12 日後の JWST での観測では、超新星は存在していないか、見えないほど暗いという[結果](#)になった。しかし、初期の残光を観測したほかの天文台の中には、かすかな超新星の[証拠](#)を見つけたものもあった。

その後、太陽が観測の邪魔になってきて、ほとんどの望遠鏡が数カ月をわたって GRB 221009A の発生源を観測することができなくなった。2023 年 4 月に別のチームが JWST で観測したところ、超新星の光が現れはじめた証拠が見つかったとの報告がコミュニティに通知された。「最も強力なガンマ線バーストには、弱い超新星爆発が伴うのかもしれませんが」とレバン氏は言う。氏はその理由を、形成されるブラックホールが、崩壊する恒星の物質（外側のガスの層）の多くを飲み込み、その質量をジェット噴出のエネルギーに変えてしまうからではないかと考えている。その場合、超新星爆発を起こすための物質はほとんど残らなくなる。

ギャラリー：科学者さえも息をのむ、ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡の画像 9 点（[画像クリックでギャラリーへ](#)）



ウェッブ望遠鏡が見た M74 の中心部。M74 は観測が難しく、幻の銀河とも呼ばれる。ウェッブ望遠鏡を使った赤外線観測により、銀河の中心部から外側に広がる壮大な渦巻き状の腕の中に、ガスや塵の繊細なフィラメン



トがあることがわかる。中心部にはガスがないため、ここにある星団を見ることができる。(IMAGE BY ESA/WEBB, NASA & CSA, J. LEE AND THE PHANGS-JWST TEAM) [\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

### 「今しかない」機会に連携を

GRB 221009A は現在、歴史上最もよく研究されているガンマ線バーストになっていて、研究者たちはすでに数十本の研究論文を発表している。論文どうしで分析結果が対立しているものもある。英オックスフォード大学の天体物理学者で、電波と可視光の両方でこの爆発を研究しているローレン・ローズ氏は、次のステップは数百もの観測結果をつなぎ合わせる事だと言う。

ルイジアナ州立大学のバーンズ氏は、天体物理学者がこのガンマ線バーストの推移とそのエネルギー源に関する全体像を研究できるように、すべての観測データを共有できるデータベースを構築している。氏によると、少なくとも 162 の望遠鏡が観測に参加しているという。科学者たちはこうした観測データを通じて、ガンマ線バーストの核心に迫ろうとしている。「私たちはコミュニティー全体として今あるすべてのデータを分析し、起きていることをよりよく理解しなければなりません」とネグロ氏は言う。GRB 221009A を IXPE で観測すべきだと氏が緊急に提出した提案書には、「これは一生に一度の出来事」であり、「観測の機会は今しかない」と記されている。(参考記事: [「すばる望遠鏡で発動されたガンマ線バーストの優先観測」](#))

この記述は誇張ではなかった。過去 50 年間のガンマ線バーストの記録と GRB 221009A を比較したバーンズ氏は、これが「一生に一度」どころの現象ではないことを計算により明らかにした。「1 万年に 1 回ぐらいの頻度でした。私たちは信じられないくらい幸運だったのです」

関連記事: [史上最古の超巨大ブラックホールを検出、続々と判明する初期宇宙途方もない重力波を検出、波長は数光年から数十光年、初の証拠約 20 分ごとに点滅する謎の天体を銀河系内で 2 つも発見、正体不明歴史上最も明るい超新星爆発の記録を新たに発見太陽の 300 兆倍、宇宙一明るい銀河を発見宇宙暗黒時代のガンマ線バーストを観測異常に長いガンマ線バーストを発見](#)

文=LIZ KRUESI/訳=三枝小夜子