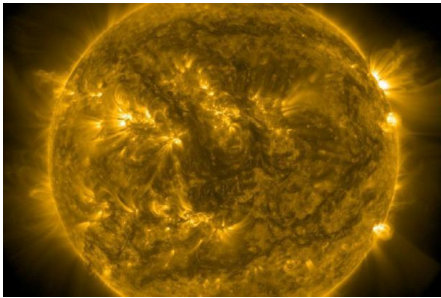


## 太陽活動「極大期」到来早まる？ 当初予想より活発かつ長期になる見通し



Jamie Carter | Contributor



NASA の太陽観測衛星ソーラー・ダイナミクス・オブザーバトリー (SDO) が捉えた太陽の最新画像。2023 年 10 月 30 日撮影 (Courtesy of NASA/SDO and the AIA, EVE, and HMI science teams)

米海洋大気局 (NOAA) の[宇宙天気予報センター \(SWPC\)](#)によると、太陽の活動が予想を上回る規模とペースで活発化しており、従来の予測よりも早くピークに達する見通しだという。さらに、ピークは予想より長く続き、2 度訪れる可能性がある。ただ、活動レベルは過去最高水準には及ばない見通しだ。

SWPC が主導する研究パートナーシップ「宇宙天気予報テストベッド (実証実験場)」による今回の最新予測は、現在の第 25 太陽周期に関しては [2019 年 12 月](#)以来となる。当時の予測では、太陽活動の極大期 (太陽の約 11 年周期で最も活動が活発になる時点) は 2025 年中に到来するとされていた。また、第 25 太陽周期は低調になると示唆されていたが、それとは程遠い状況となっている。

### 到来時期の最新予測

SWPC が示した太陽極大期の新たな到来時期は、[2024 年 1 月～10 月](#)となっている。これは太陽黒点の観測から導かれた結果だ。黒点の観測数は、ここ数週間は極めて少なくなっているものの、去年 1 年間ほどは予想を上回っている。SWPC は現時点で、[太陽極大期の月の黒点数極大値を 137～173](#)と予測している。極大期の時期は、それが過ぎてから初めて正確に特定できる。SWPC の 2019 年の予測では、2023～2026 年に発生する可能性が高いピーク時期の黒点数が 95～130 となっていた。

米コロラド大学ボルダー校環境科学共同研究所 ([CIRES](#)) の科学者で、SWPC で太陽周期部門を主導するマーク・ミーシュは「今回の最新の実験的予測が、2019 年のパネル (専門家会議) による予測よりもはるかに精度が向上するとともに、従来の太陽周期予測とは異なり、最新の太陽黒点観測データが利用可能になるのに伴って月単位で継続的に更新されることを期待している」と話す。「これはかなり著しい変化だ」

### 黒点と太陽周期

黒点は、太陽の表面にある黒色の領域で、太陽の赤道の両側に出現することが多い。太陽表面の磁気活動によって発生し、磁気活動の変動を示している。黒点数の急増は、太陽活動の活発化と太陽放射の増加と相関する傾向がある。黒点の急増と、それがいつ起きるかの予測が極めて重要である理由は、太陽活動の活発化が太陽フレア (太陽表面の大爆発) とコロナ質量放出 (CME) の増加を意味し、これらが地球の大気と磁場に影響を与えるからだ。これにより、オーロラが増加するだけでなく、人工衛星、航空機の乗員、宇宙飛行士に対する危険が高まるほか、太陽嵐の増加によって地球の配電網への脅威が増大する可能性がある。

[次ページ > 極大期は 2024 年 1 月～10 月に到来か、日食と重なる可能性も](#)

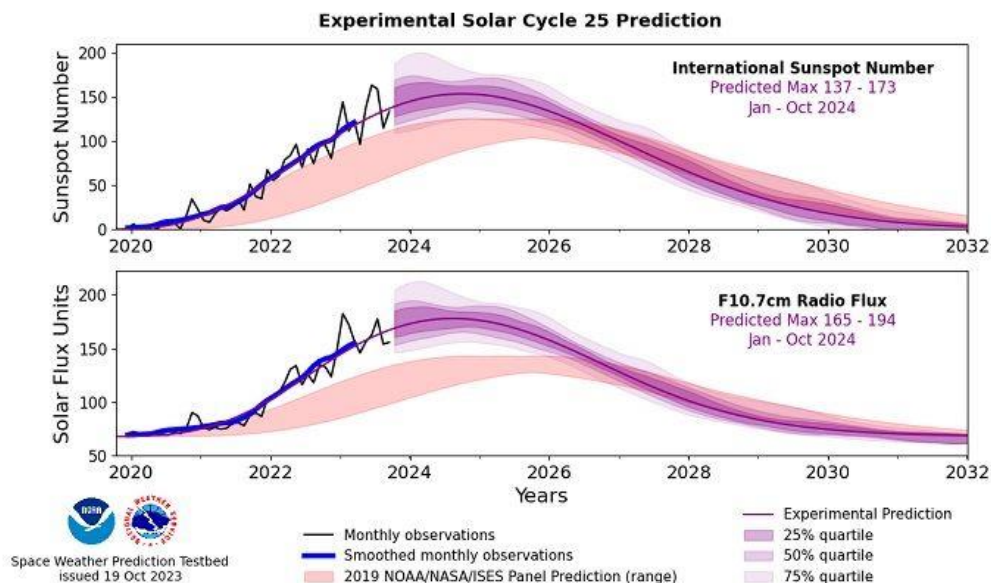
### オーロラハンターには朗報

SWPC による今回の予測では、第 25 太陽周期の著しい活発化が強調されているだけでなく、太陽活動のピークがこれまで考えられていたより長く続くことが示唆されている。コロラド大ボルダー校構内にある米国立太陽天文台 (NSO) の太陽物理学者で、『The Sun: Beginner's Guide To Our Local Star』の著者のライアン・フレンチは、電子メールで「新たに発表された予測では、太陽極大期を 2024 年 1 月から 10 月の間と予測している」と説明した。しかしながら、黒点の減少は増加よりも時間がかかるとも、SWPC は予測している。「太陽極大期に二重のピークがある可能性があり、少なくとも 2027 年までは、オーロラが見える頻度が高くなるなどの太陽活動の上昇が予想される」とフレンチは述べている。そうなると、太陽極大期が次の皆既日食と重なる可能性もあ

るようだ。次の皆既日食は、北米では 2024 年 4 月 8 日に、日食の経路となる幅約 185km の狭い皆既帯内から見られる。

### 遅れた更新

NOAA の 2019 年予測は、夏の間情報古くなってしまったようだ。5 月～7 月の太陽黒点数は、予想を上回っていた（最大値は 6 月の 163）。これは、ライバルである米国立大気研究センター（NCAR）の太陽周期モデルによる予想の方が正確である可能性を示唆するものだ。NCAR は 2020 年に発表した[予測](#)で、第 25 太陽周期は観測史上最強クラスになる可能性があり、黒点の最大数が 210～260 に達するとしていた。

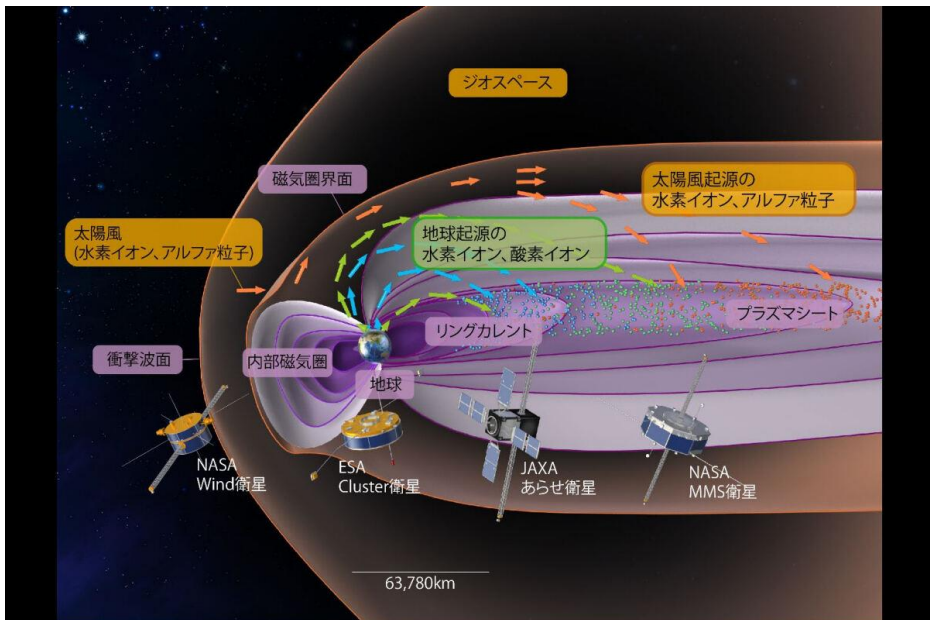


NOAA の宇宙天気予報センター（SWPC）が発表した第 25 太陽周期の太陽活動予測の改訂版と 2019 年のパネル予測との比較図（NOAA/NWS）

### 静穏化する太陽

だが、太陽に関して静穏な 10 月を経て SWPC が発表した今回の予測は、観測史上最強の太陽周期となる可能性をめぐる興奮に水を差す形になった。「今月の静穏化に先立ち、今年のこれまでの期間は太陽活動が異常に活発だった。このことが、史上最強の太陽周期に関する何らかの示唆を促した」とフレンチは指摘している。「NOAA の最新予測では、この可能性は低いと示唆しているが、モデルには常にある程度の不確実性が存在するため、（可能性は低いものの）記録的に活発な周期が起こるかもしれない」

[次ページ > 第 25 周期の太陽活動は中程度か 「低調」予測から更新](#)



今回の研究では、日米欧の 4 機の衛星の観測データを用いることで、太陽風とジオスペースの新たな事実が発見された。宇宙嵐は、太陽風起源ではなく、地球起源の H<sup>+</sup>と O<sub>2</sub>によって引き起こされていることが判明した(出

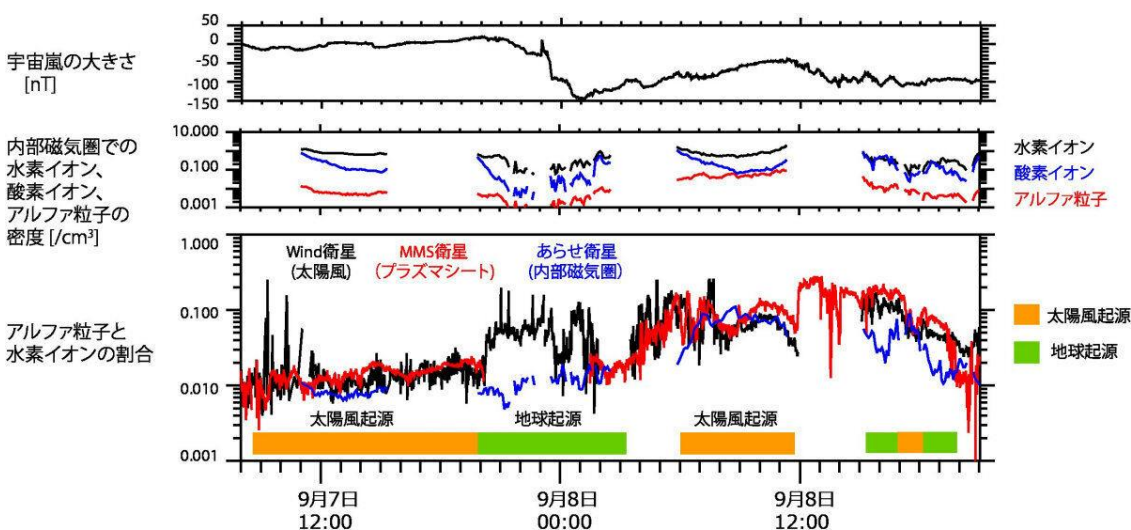
### 中程度の太陽周期

第 25 太陽周期に関する SWPC の 2019 年予測は、低調すぎたことが明らかになったものの、SWPC の最新データは、記録破りの周期にはならないと示唆している。第 25 太陽周期は、第 24 期よりも活発になることがわかっている。「最新の予測では、現在の太陽周期が、2014 年に起きた前回の太陽極大期の最大数を上回り続けるものの、1970 年代末～2000 年代初めに起きた過去の太陽極大期には達しない可能性が高いと予想している」とフレンチは説明する。これにより、2003 年に発生した「[ハロウィーン太陽嵐](#)」が繰り返される可能性は排除されるだろう。「過去数百年を調べれば、現在の太陽周期は中程度ということになるが、NOAA が 2019 年に発表した前回予測の低調な周期よりは少なくとも高い水準になるだろう」とフレンチは話している。

注意：裸眼や双眼鏡、望遠鏡では決して太陽を直接見ないこと。太陽を観測する場合は必ずソーラーフィルターを使用する。(forbes.com 原文)

宇宙嵐の発達、あらせにより内部磁気圏での H+・O2-・α 粒子の密度、Wind・MMS・あらせが観測した H+と α 粒子の割合がグラフ化され比較された。あらせによる H+と α 粒子の割合が Wind のものに近ければ、あらせが観測した H+は太陽風起源、逆に大きく異なる場合は地球起源といえるという。そして、今回の観測期間の初日である 9 月 7 日の 20 時までは、あらせが観測していた H+は太陽風起源だったとした。

しかし 21 時以降、宇宙嵐の発達と共に、Wind とあらせが観測した割合が大きくずればはじめ、あらせが観測した H+は地球起源であることが判明。宇宙嵐を起こしているプラズマは、これまで考えられてきた太陽風起源ではなく、地球起源の H+が主成分だったのである。さらに宇宙嵐が進んでいくと、地球起源の O2-の量が増え始めて H+の量を上回って主成分となり、宇宙嵐の発達に主に寄与していることも明らかにされた。

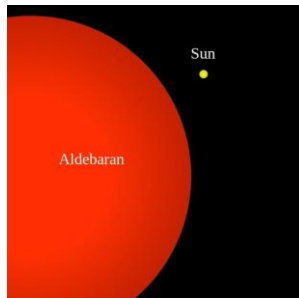


(上)宇宙嵐の大きさを示す指数(単位は nT)。マイナスに大きく振れるほど宇宙嵐が強く、8 日 01:00 が最も強く発達した。(中央)あらせが内部磁気圏で計測した H+、O2-、α 粒子の密度。宇宙嵐の前は H+の量(黒線)が多いのに対し、宇宙嵐の発達につれて O2-(青線)の量が H+を上回っていった。(下)α 粒子と H+の割合を太陽風(黒)、プラズマシート(赤)、あらせ(青)で計測した結果。青線が黒線と重なった場合は太陽風起源であることを、黒線とずれた場合は地球起源であることを意味する。7 日 20 時までは、内部磁気圏のイオンは太陽風起源が主だったが、その後、宇宙嵐の発達と共に地球起源のイオンが主となっていった(出所:名大プレスリリース PDF)

これまで太陽風の影響に対し、地球は主に受動的に反応すると考えられてきたとする。しかし今回の結果は、地球起源のイオンが宇宙嵐発達の主要因を担っていることを示すものであり、従来の太陽地球系結合過程の概念に変革を迫る新たな知見とした。また宇宙嵐の予測は宇宙天気研究の中でも最重要課題だが、これまでは太陽風の影響を予測することが重要視されてきた。今回の結果は、宇宙嵐の発達過程の理解には地球起源のイオンの影響も評価することが必要であることを示すものであり、宇宙嵐の予測研究においても太陽風だけではなく、地球大気の影響を組み込む必要があることを示唆するものとした。



[Bruce Dorminey | Contributor](#)



おうし座にある赤色巨星アルデバラン (NASA, ESA, and STScI)

アルデバランと太陽のサイズ比較図 (Mysid/Wikipedia)

水素を燃焼する主系列星としての期間が終わりつつある巨大な恒星 (巨星) 191 個の観測結果により、巨星化する太陽の終末期に関する詳細をより正確に把握することができる。太陽は寿命を迎えると、現在の視直径のおよそ 200~300 倍に膨張すると考えられる。

観測データは 1996~2008 年に、カリフォルニア州南部にあるパロマー山に設置されたパロマー試験干渉計 (現在は廃止) を用いて得られたものだ。このデータと、欧州宇宙機関 (ESA) の天文観測衛星のヒッパルコスとガイアによる観測データを組み合わせることで、巨星の距離や有効温度をより高い精度で算出した。これにより天文学者チームは、巨星の視直径 (星の見かけの直径を天球上の角度で表した値) や温度、真の色を、過去の観測と比較して約 2~4 倍高い精度で求めることができた。今回の研究をまとめた論文の主執筆者で、アリゾナ州フラッグスタッフにあるローウェル天文台の天文学者ジェラルド・バン・ベルは、筆者の取材に「今回の研究は、特定の巨星のサイズや温度について裏づけとなる情報が必要なあらゆる天文学者に、全面的に示唆を与えるものだ」と語った。「今回の観測は基本的に、他の恒星にも適用可能な、より優れた物差しを作り上げている」

2023 年 1 月に米シアトルで開催された第 241 回米天文学会 (AAS) で行った発表で、バン・ベルは、観測対象とした巨星の大半が、晩年の太陽に非常によく似ていると考えられると指摘した。

巨星はもはや中心核で水素の「燃焼」 (核融合) を行っていない恒星だと、バン・ベルは筆者の取材に応じた電話と電子メールで説明した。中心核の核燃料が枯渇し、殻状の領域での水素燃焼が始まっていると、バン・ベルは続ける。恒星の表面が縮小し「燃えかす」の周囲の殻状の領域が燃焼している。だが最終的に、中心核が十分高温になると、核融合の次の段階であるヘリウムの燃焼が始まる。今回の調査対象の巨星はすべて、水素の殻燃焼か、ヘリウム中心核の燃焼のどちらかの段階にあるとバン・ベルは指摘する。

[次ページ > 巨星の観測結果から見えてくる、50 億年後の太陽の姿](#)

バン・ベルによると、巨星や超巨星の構成割合は恒星全体の 5% 足らずだが、月のない闇夜に屋外で見ることができるすべての星の約 3 分の 1 を占めている。なぜなら、他に比べてはるかに遠方にあっても肉眼で見えるほどに明るいからだ。よく知られている巨星はアルデバラン、アルクトウルス、ポルククスなどで、よく知られている超巨星としてはベテルギウス、リゲル、アンタレスなどがある。

バン・ベルによると、オリオン座のベテルギウスのような超巨星は、典型的な例だ。より小さな巨星に比べて、中心核の温度がはるかに高くなっている。超巨星は、水素やヘリウムよりも重い元素の核融合を起こすことができる。だが、超巨星はその途方もなく大きな質量を支えるために、燃焼がはるかに速いペースで進むため、燃料を使い果たすと、中心核が超新星になるという。

### 巨星観測の重要性

バン・ベルによると、星は宇宙の構成要素で、惑星系から銀河までを形成しており、またすべての重元素も星によって作られている。今回の研究は、特定の巨星の大きさや温度に関する裏づけデータが必要な天文学者には、あらゆる場面で助けになると、バン・ベルは主張する。これでこの星の真の色がわかったので、半径を求めることができる、天文学者らが言えるようになるわけだ。

### 太陽の最終段階について今回の研究で明らかになったこと

バン・ベルによると、太陽は水素殻燃焼を始める時点で、現在の約 80 倍の大きさにまで膨張する。だが、ヘリウム核燃焼が始まる段階では、逆に少し収縮する。そして数億年後、太陽は再び膨張し、現在の約 200~300 倍の大きさの巨星として一生を終える。バン・ベルのいう「恒星が年を取るにつれてどのように振る舞うかに関するかなり正確なサンプル集」を提供することで、太陽が今から約 50 億年後に中心核の水素燃料を使い果たして

からどのように振る舞うかをより正確に描くことができるようになる。水星や金星、おそらく地球も、赤色巨星として膨張する太陽に飲み込まれてしまうだろう。まさにこの終末期に、太陽は膨張し過ぎて、結果的にまるで煙の輪のように消散してしまい、あとには元の中心核があった位置に超高密度の星の残骸である白色矮星だけが残るとバン・ベルは説明した。  
(forbes.com 原文) 翻訳=河原稔

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20231101-2808412/>

## 名大など、「宇宙嵐」の主要因は太陽風起源のプラズマではないことを解明

掲載日 2023/11/01 16:15 著者：波留久泉

名古屋大学(名大)、宇宙航空研究開発機構(JAXA)、東京大学(東大)、大阪大学(阪大)の4者は10月31日、これまで「宇宙嵐(スペースストーム)」は、主に太陽風起源のプラズマによるものと考えられてきたが、その定説を覆し、地球起源のプラズマの方が主要因であることを発見したと共同で発表した。

同成果は、名大 宇宙地球環境研究所のリン・キスラー教授(米・ニューハンプシャー大学教授兼任)、同・三好由純教授、同・堀智昭特任准教授、JAXA 宇宙科学研究所の浅村和史准教授、同・篠原育教授、東大大学院 理学系研究科の笠原慧准教授、同・桂華邦裕助教、阪大大学院 理学研究科の横田勝一郎准教授らの国際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。](#)

地球磁場の勢力圏内である磁気圏を含む地球周囲の宇宙空間は「ジオスペース」と呼ばれ、そこにはプラズマ(荷電粒子)が存在している。そのプラズマの起源の1つは太陽からやって来る太陽風だ。太陽風には、主に水素イオン(H+)と電子、そしてわずかながら2価の電荷を持つヘリウムイオンであるアルファ粒子( $\alpha$ 粒子)が含まれている。これらのプラズマは、「プラズマシート」と呼ばれる地球の夜側の領域に侵入した後、「内部磁気圏」と呼ばれる地球近傍まで運ばれてくる。一方、地球の超高層大気(電離圏)にもプラズマが存在しており、H+や酸素イオン(O<sup>2-</sup>)が宇宙空間へと流出していることがわかっている。

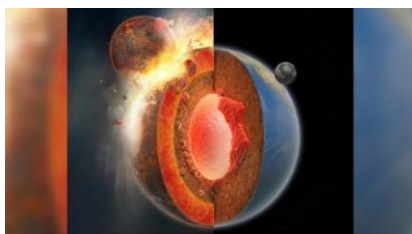
フレアなどの太陽の爆発に伴って、太陽風の密度や速さ、また磁場の強さは大きく変動する。太陽風が特に激しくなるとジオスペースは宇宙嵐の状態となり、荷電粒子の増加に伴って激しいオーロラ活動が極域の外側でも観測されたり、また超高層を強い電流が流れたりする。特に強い宇宙嵐の場合は、人工衛星の故障、地上での停電など日常生活にも大きな影響が及ぶ。そのため、宇宙嵐を含めた宇宙天気の研究は現代社会にとって重要な課題となっている。これまで宇宙嵐の発達には、太陽風に含まれるH+が、内部磁気圏で大きく増えることで発生すると考えられてきた。一方、地球起源のプラズマに含まれるH+との分別ができないため、地球起源のプラズマが宇宙嵐に及ぼす影響は不明だったという。そこで研究チームは今回、2017年9月7~10日に発生した宇宙嵐について、JAXAのジオスペース探査衛星「あらせ」、NASAの科学衛星「MMS」、太陽風観測衛星「Wind」、ESA(欧州宇宙機関)の科学衛星「Cluster」の4衛星を組み合わせて解析をすることにしたという。

今回の研究では、太陽起源と地球起源のイオンを区別するため、太陽風の中にのみ含まれている $\alpha$ 粒子が注目された。太陽風とジオスペースの中で、H+と $\alpha$ 粒子の割合を計測することで、H+を区別した議論が可能となるからである。そのため、太陽風中はWind、高度4万~8万km付近はMMS、高度4万km以下はあらせにより、H+、O<sup>2-</sup>、 $\alpha$ 粒子の比較が行われた。ここでは特に、宇宙嵐の発達にとって重要となる高度4万km以下の内部磁気圏領域でのあらせの観測が要となったという。

<https://www.cnn.co.jp/fringe/35211085.html>

## 地球に衝突した惑星「テイア」の残骸発見か、月の形成に寄与 新研究

2023.11.04 Sat posted at 12:25 JST



地球形成時に衝突したとされる惑星「テイア」の残骸は地球内部に一部残っているという/Hernán Cañellas (CNN) 数十億年前に地球が形成される際、太古の惑星が衝突して破片が飛び散り、その破片が合体して現在

の夜空を彩る月になった——。この点について大方の科学者の見解は一致している。

この理論は「ジャイアント・インパクト仮説」と呼ばれ、月と地球の基本的な特徴の多くを説明している。

だが、地球に衝突したとされる惑星「ティア」の存在については、これまで直接の証拠をつかめていなかった。太陽系内でティアの破片は見つかっておらず、科学者の間では、ティアが地球に残した残骸は地球内部の高温部で溶解したとの見方が多かった。しかし、ティアの残骸は部分的に残っており、地球内部に埋まっていると示唆する新理論が登場した。科学誌ネイチャーに1日付で発表された研究によると、地球に衝突後、ティアの溶けた塊はマントルの中に沈み込んで固体化した。その結果、ティアを構成する物質の一部が地球の核の上方、地下約2900キロの位置に残ったという。この理論が正しければ、ジャイアント・インパクト仮説を補足する新たな詳細を提供するだけでなく、地球物理学者の長年の疑問に対する答えにもなりそうだ。

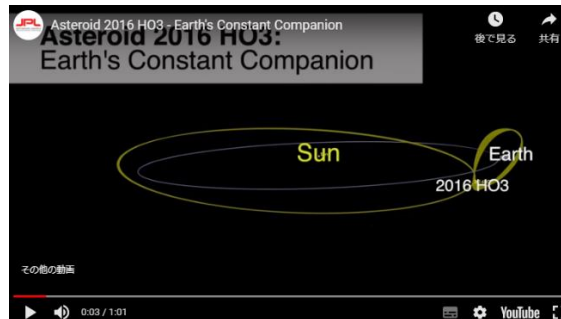
地球の奥深くに二つの巨大な塊が埋まっていることは既に科学者が認識していた。「LLVP (巨大低速度領域)」と呼ばれるこうした塊は1980年代に初めて検出され、一つはアフリカの下、もう一つは太平洋の下に位置する。これらの塊の幅は数千キロ。周囲のマントルに比べ鉄の濃度が高いため、地震波の測定で検出される。ただ、塊の起源については科学者にも分かっていなかった。

<https://sorae.info/astrometry/20231101-kamo-oalewa.html>

## 地球の準衛星「カモオアレワ」月から飛び出した破片の可能性を示す新たな研究成果

2023-11-01 [sorae 編集部](#)

アリゾナ大学の大学院生 Jose Daniel Castro-Cisneros さんを筆頭とする研究チームは、地球の準衛星となっている小惑星「469219 Kamo`oalewa (カモオアレワ)」について、月から飛び出した破片である可能性を改めて示した研究成果を発表しました。研究チームによると、月の破片が Kamo`oalewa のように数百万年に渡って地球と似たような軌道を公転する小惑星になる確率は低いものの、あり得ないことではないようです。



【▲ 地球と月の近くを移動する小惑星「Kamo`oalewa (カモオアレワ)」を描いたイメージ図 (Credit: Addy Graham/University of Arizona)】

【▲ 小惑星 Kamo`oalewa (2016 HO3) の軌道を示した動画】

Kamo`oalewa は2016年4月27日にハワイの掃天観測プロジェクト「パンスターズ (Pan-STARRS)」によって発見された幅46~58mと推定される小惑星です。当初は「2016 HO3」という仮符号で呼ばれていましたが、後にハワイ語で「振動する破片・断片」を意味する Kamo`oalewa と名付けられました。地上から観測した Kamo`oalewa のスペクトル (電磁波の波長ごとの強さ) はアポロ計画で採取された月の石と一致したことから、Kamo`oalewa は天体衝突などで飛び出した月の破片ではないかと考えられています。

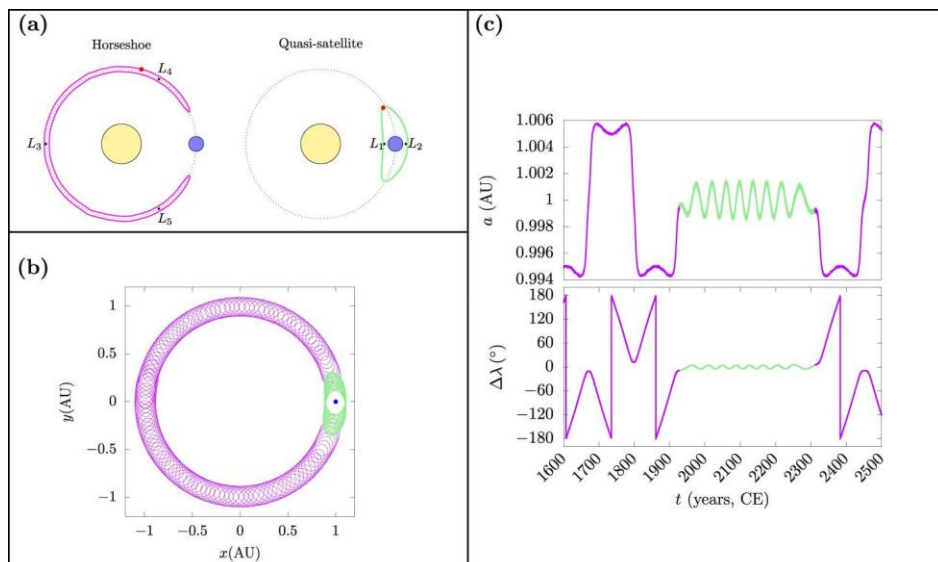
関連：[地球の準衛星「カモオアレワ」は月の破片かもしれない](#) (2021年11月16日)

動画では太陽 (Sun) を中心とした動きと地球 (Earth) から見た動きの両方が黄色の線で示されている。

Kamo`oalewa は太陽を中心に公転する小惑星だが、地球からその動きを観測すると地球を公転する衛星のように見える。(Credit: NASA/JPL-Caltech)

現在の Kamo`oalewa の公転周期は地球とほぼ同じ約1年で、地球からは Kamo`oalewa がヒル球 (Hill sphere ※1) の外側で一緒に太陽を公転しているように見えます。このような天体は1年周期で地球を周回している衛星のように見えることから「準衛星 (Quasi-satellite)」と呼ばれています。衛星のように見えるのはあくまでも地球を基準とした場合であり、太陽を基準にすれば地球の公転軌道付近で太陽を周回する小惑星の軌道が描かれます。研究チームによると、Kamo`oalewa の公転運動は準衛星のなかでも特徴的だといいます。現在の Kamo`oalewa は地球の準衛星ですが、約100年前までは地球から見て太陽の反対側を中心とした馬蹄形の軌道を公転していて、約300年後からは再び馬蹄形の軌道を公転するようになるとみられています。過去の研究では、

Kamo`oalewa がこのような軌道の遷移を数十万年～数百万年という長期間に渡って繰り返す可能性が示されているといえます。



【▲ a：地球に似た約1年周期の軌道を公転する小惑星の地球から見た動き。左は馬蹄形の軌道（紫）、右は準衛星の軌道（緑）。b：馬蹄形の軌道と準衛星の軌道を遷移する小惑星 Kamo`oalewa の特徴的な動き。c：小惑星 Kamo`oalewa の西暦1600年から2500年までの軌道長半径と、太陽を中心とした角度で示された地球に対する相対的な平均位置（Credit: Castro-Cisneros et al.）】

ところが、研究に参加したアリゾナ大学教授の Renu Malhotra さんによると、地球と月の重力を振り切るのに十分な運動エネルギーが与えられた月の破片は、通常このような軌道に進入するには速すぎるのだといえます。そこで研究チームは、太陽系の惑星すべての重力を正確に説明した数値シミュレーションを開発し、月面の様々な場所から様々な速度で飛び出した後に、太陽からの平均距離 0.98～1.02 天文単位（※2）の範囲にしばらく留まると仮定して破片の動きを分析しました。

シミュレーションの結果、月から飛び出した破片の大多数はアテン群やアポロ群のような軌道で太陽を公転する小惑星になるものの、破片全体のうち 6.6 パーセントは一時的に地球の公転軌道付近で太陽を周回する可能性が示されました。内訳は馬蹄形の軌道を公転する破片が 5.8 パーセント、Kamo`oalewa のように馬蹄形の軌道と準衛星の状態を遷移する破片が 0.8 パーセントです。また、月面から飛び出した破片が Kamo`oalewa のような軌道に入る可能性が最も高いとシミュレーションで示されたのは、月の公転方向とは反対側（地球上から見て西側）の半球から月の脱出速度（毎秒 2.4km）をわずかに上回る速度で飛び出す場合でした。

この結果をもとに、研究チームは Kamo`oalewa が月から飛び出した破片である可能性が高まったと結論付けており、今後はこのような軌道に入ることを可能にした条件の特定や年齢の推定を進めたいとしています。研究チームの成果をまとめた論文は Nature Communications Earth & Environment に掲載されています。

ただし、Kamo`oalewa が本当に月の破片なのかどうかを確かめるには、さらなる情報が必要です。Kamo`oalewa は中国が 2025 年の打ち上げを計画しているとされる小惑星探査ミッション「鄭和」（ていわ、チェン・フー）でサンプルリターンの対象になっていることから、そう遠くない未来に答えが得られるかもしれません。

#### ■脚注

※1...重い天体を周回する別の天体（例：太陽を公転する地球）の重力が、重い天体の重力を上回る範囲のこと。太陽を周回する地球のヒル球は半径約 150 万 km（地球から月までの距離の約 4 倍）。地球のヒル球に入り込んで一時的に地球を周回する天体は「ミニムーン（minimoon）」とも呼ばれる。

※2...1 天文単位（au）は約 1 億 5000 万 km、太陽から地球までの平均距離に由来。

Source [アリゾナ大学](#) - Researchers probe how a piece of the moon became a near-Earth asteroid

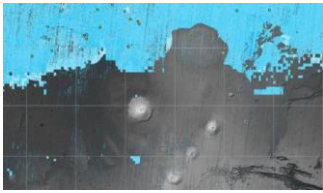
[カリフォルニア大学サンディエゴ校](#) - How Could a Piece of the Moon Become a Near-Earth Asteroid? Researchers Have an Answer

[Castro-Cisneros et al.](#) - Lunar ejecta origin of near-Earth asteroid Kamo`oalewa is compatible with rare orbital pathways (Nature Communications Earth & Environment) 文/sorae編集部

# 火星の地下に埋蔵されている“水の氷の地図” 有人探査の候補地選定にも役立つ可能性

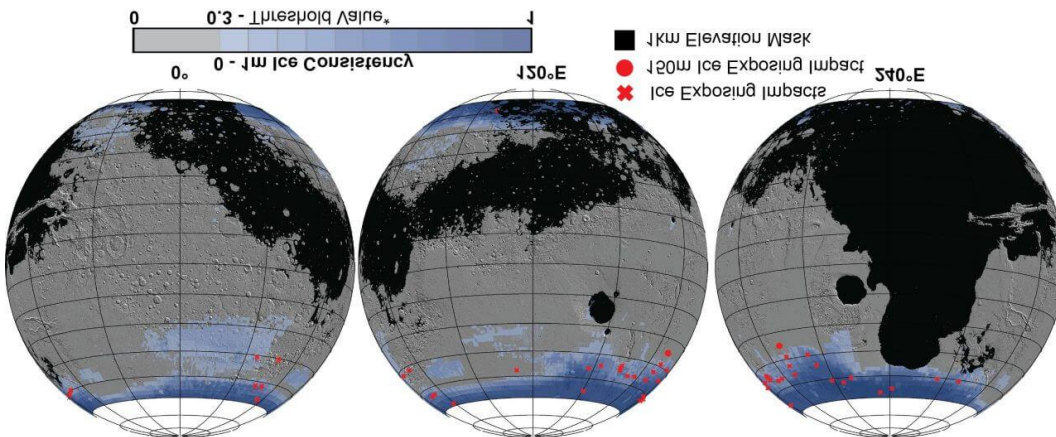
2023-11-02 [soraie 編集部](#)

こちらは火星の表面下 1~5m の深さに埋蔵されているとみられる水の氷の分布を示した地図です（赤道から北緯 60 度まで）。画像の中央にはオリンポス山、右下にはマリネリス峡谷の一部が見えています。氷が埋まっている深さは水色の濃淡で表されていて、色が薄いほど浅く、濃いほど深いところにあることを意味します。



【▲ SWIM プロジェクトで作成された火星の表面下 1~5m の水の氷の分布を示した地図（Credit: NASA/JPL-Caltech/Planetary Science Institute）】

この地図はアメリカ航空宇宙局（NASA）が出資するプロジェクト「SWIM（Subsurface Water Ice Mapping）」によって作成されました。SWIM は火星の地下にある水の氷をマッピングするために 2017 年にスタートしたプロジェクトで、米国惑星科学研究所（PSI）が主導し、NASA のジェット推進研究所（JPL）が管理しています。冒頭の画像は SWIM から 4 番目に公開された地図の一部で、この他にも表面下 1m 以内と 5m 以下の水の氷の分布をそれぞれ示した地図が公開されています。PSI や JPL によると、SWIM はこれまで NASA の複数の火星探査機で取得された低解像度のデータ（カメラ、レーダー、分光計など）を利用してきましたが、最近公開された 4 番目の地図では火星探査機「Mars Reconnaissance Orbiter（MRO、マーズ・リコネサンス・オービター）」に搭載されている 2 つのカメラ「HiRISE」と「CTX（Context Camera）」で取得された高解像度のデータが初めて使用されました。



【▲ SWIM プロジェクトで作成された火星の表面下 1m 以内の水の氷の分布を示した地図（Credit: NASA/JPL-Caltech/PSI）】

火星の地下に埋蔵されているとみられる水の氷は、様々な観点から注目されています。水は人間の生存や生活に欠かせない物資の一つであり、電気分解して得られる水素と酸素はロケットエンジンの推進剤として利用できることから、将来の有人火星探査では現地で氷を採掘することも検討されています。また、掘り出された氷からは古代の火星の気候に関する情報が得られたり、過去の（場合によっては現在の）生命の痕跡が見つかったりする可能性もあります。

火星でも北極や南極には二酸化炭素の氷（ドライアイス）とともに豊富な水の氷があるものの、気温の低い地域で活動するには温度の維持に多くのエネルギーを割かねばなりません。そこで、なるべく赤道に近い中緯度地域に埋蔵されている水の氷の分布を把握して、今後の無人探査や有人探査の候補地を探そうというわけです。SWIM による最新の地図では、氷が存在する場所と存在しない場所の境界をさらに制約するために HiRISE のデータが使用されました。





【▲ NASAの火星探査機 MRO の高解像度カメラ HiRISE で 2016 年 7 月 17 日に撮影されたクレーター（色を強調したもの）。推定幅約 18m のクレーターの周囲にはポリゴンと呼ばれる地形が広がっている（Credit: NASA/JPL-Caltech/University of Arizona）】

【▲ 将来の有人火星探査の想像図。宇宙飛行士がドリルを使って採掘を行う様子が描かれている（Credit: NASA）】

また、最新の地図では隕石の衝突によって氷が露出したクレーターや、その周囲に広がる特徴的な多角形模様の“ポリゴン（polygon）”と呼ばれる地形が確認された場所も示されています。この地形は地球のツンドラなどでみられるポリゴン（多角形土）と同様に、地下の氷が季節の変化に応じて膨張・収縮することで地表に多角形の亀裂が形成された場所だと考えられています。氷が露出しているクレーターも含めれば、ポリゴンは地下に埋蔵されている氷を示す一つの兆候と言えます。

SWIM の共同責任者を務める PSI の Nathaniel Putzig さんは、火星の中緯度地域に埋蔵されている水の氷が地域によって不均一に分布している理由はまだわかっておらず、SWIM の最新の地図はその理由を説明する新たな仮説につながるかもしれないと述べるとともに、古代の火星における気候の進化や氷の堆積の地域差に関するモデルを微修正する上でも役立つかもしれないとコメントしています。

Source [PSI](#) - New Mapping Tools Will Find Subsurface Water Ice on Mars

[NASA/JPL](#) - NASA Is Locating Ice on Mars With This New Map

文/sorae 編集部

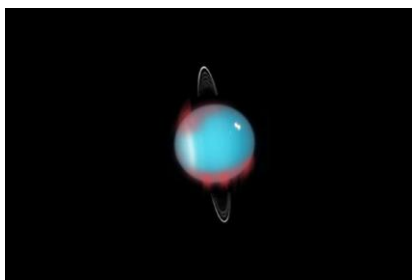
<https://forbesjapan.com/articles/detail/67099>

2023.11.04

## 天王星のオーロラを赤外線で見つけ初観測 生命探査に役立つ可能性



[Jamie Carter | Contributor](#)



天王星の赤外線オーロラ（赤色）のイラスト。ケック II 望遠鏡による 2006 年の観測データを使用（Credit to NASA, ESA and M. Showalter (SETI Institute) for the background image of Uranus, as was observed by the Hubble Space Telescope (in the visible spectrum) in August 2005） 太陽系第 7 惑星の天王星を取り巻くオーロラを、赤外線を用いて観測することに、英国の科学者チームが成功した。巨大氷惑星である天王星のオーロラは 1986 年に発見されたが、これまでは紫外線でしか確認されておらず、赤外線での確認は今回が初めて。天王星の大気の主成分は水素とヘリウムのため、人間の目に見える可視光スペクトルにはオーロラは現れない。赤外線オーロラが存在を確認した英レスター大学などの天文学者チームは、科学誌ネイチャー・アストロノミーに 10 月 23 日付で論文を[発表](#)した。観測データは、ハワイの[ケック II 望遠鏡](#)を用いて得られた。

**人を引き付ける魅力** オーロラは、太陽風と惑星周囲の磁力線沿いにある大気粒子との相互作用によって発生する。天王星のオーロラが存在は、自転軸と磁場の軸（磁気軸）がずれている理由を説明する助けになるかもしれない。この奇妙な特徴は天王星だけでなく、海王星や、木星にもある程度見られる。また、オーロラの明るさは、惑星大気中の粒子の温度によって決まる。これは、太陽系の謎の 1 つを解明する助けになるかもしれない。

**重要な仮説** 太陽系の巨大ガス惑星（木星、土星、天王星、海王星）が、推定されるよりも温度が高い理由につ

いては、まだ科学的に解明されていない。これは、オーロラが熱を生成し、その熱を惑星の磁気赤道の方向に向かわせることが原因となっている可能性がある。この仮説は極めて重要だ。なぜなら、生命が存在する可能性のある太陽系外惑星を見つける助けになる可能性があるからだ。その上、現在知られている系外惑星の大半は、天王星に類似している。

**サブネプチューン** 論文の筆頭執筆者で、レスター大物理天文学部の博士課程学生エマ・トーマスは「これまでに見つかっている系外惑星の大部分は、サブネプチューンに分類され、海王星や天王星に大きさが物理的に類似している」と説明する。「これは、磁場や大気の特徴も似ていることを意味している可能性もある」

トーマスによると、今回の最新論文は、天王星におけるオーロラ研究の新時代の幕を開くもので、巨大氷惑星全般の周囲のオーロラに関する知識の幅を広げるに違いないという。

**複数の輪** 天王星にはオーロラだけでなく、複数の輪も存在する。ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡（JWST）は2月、[天王星の輪](#)の撮影に成功した。JWSTに先立ち、1986年には米航空宇宙局（NASA）の探査機ボイジャー2号が、[2004年にはケック天文台](#)が、それぞれ輪の画像を撮影した。

ボイジャー2号の探査では、人類史上唯一の天王星の[近接写真](#)を撮影し、衛星10個を新たに発見した。天王星は、84年かけて太陽を公転しているが、横倒しで自転しているため、最大で1年の半分（地球の42年）は一方の半球の大部分に太陽光が当たらない。「海を持つ天体」である可能性のある衛星が5個あり、これらの衛星には生命が存在するかもしれない。（[forbes.com 原文](#)）翻訳＝河原稔・編集＝遠藤宗生

<https://forbesjapan.com/articles/detail/67010>

2023.10.31

## 1年で最も大きく明るい「惑星の王さま」木星を最高の条件で見するには



Jamie Carter | Contributor



ハッブル宇宙望遠鏡から見た木星。2020年8月25日 (NASA, ESA, A. Simon (Goddard Space Flight Center), and M. H. Wong (University of California, Berkeley) and the OPAL team.)

太陽系最大の惑星である木星が、輝ける衛星たちとともに、11月3日金曜日に2023年で最も大きく、最も明るくなる。また木星は、今後数週間数カ月にわたって夕暮れに昇り、明け方に沈む最適な位置にあり、長い時間輝き続ける。2023年11月3日の「衝」は、木星が最もよく見える今月最大のイベントだ。小型望遠鏡か、双眼鏡を持っている人は、木星のピンクがかった帯状の模様と大きなガリレオ衛星、ガニメデ、カリスト、エウロパおよびイオを見るまたとないチャンスとなる。

2023年で最も大きく、明るくなる木星を見るために必要なことを以下に記す。

### 木星の「衝」とは

木星の衝は、他の外惑星の衝と同様、地球からの視点に基づく現象だ。地球が木星と太陽の間を通過するとき起きる。その位置関係によって、地球から見た木星は太陽の光を受け100%輝いて見える。そのため、このときに木星は2023年で最も明るく美しい。木星は太陽を12年周期で公転し、地球は1年で公転しているため衝は13カ月ごとに起きる。衝は太陽系で地球より外側にある惑星である火星、木星、土星、天王星および海王星のみで起きる。内惑星である水星、金星と太陽の間に地球が位置することはないからだ。

### 木星の見頃は？

実のところ、11月3日まで待つ理由はない。衝の前後数週間、木星はほぼ全体が輝き、驚くほど美しい。10月中旬から11月下旬にかけて、木星は非常に明るく輝いて見える。

小型望遠鏡があれば一番だが、双眼鏡でもガニメデ、エウロパ、カリスト、イオを簡単に見ることができるだろう。地平線近くでかすみに視界を妨げられるのを避けるために、空高く昇ってから観察するのが良い。

### 「衝」が重要である3つの理由

木星は今後数カ月間ずっと美しく見えているが、衝に近い時期を逃してはならない理由がある。

- ・木星が1年で最も大きく見える
- ・木星1年で最も明るくなる
- ・木星がひと晩中「出て」いる。日の入り近くに昇り、日の出近くに沈む（このため、東の空で「木星の出」を、西の空で「木星の入り」を見ることができる）

### 夜空で木星を見つけるには

木星は現在、おひつじ座とくじら座の星々の間を移動している。を見つけるには、日の入りから1時間ほど待って東の空を見上げる。地平線の上に昇る明るい光を見逃すことはないだろう。

### 木星で次に何が起きる？

衝は一瞬の出来事にすぎない。地球が太陽を周回して木星から離れていくにつれ、夜空の木星は徐々に暗くなり、早く昇るようになり、最終的には西の空で日の入り直後に見えるようになる。

木星が次に衝を迎えるのは2024年12月7日だ。（[forbes.com](https://forbes.com) 原文）翻訳＝高橋信夫

<https://sorae.info/space/20231030-jet-n7.html>

## 木星の表面に現れた“顔”のような模様 ハロウィンにちなみ NASA が紹介

2023-10-30 sorae 編集部

こちらはアメリカ航空宇宙局(NASA)の木星探査機「Juno(ジュノー)」に搭載されている可視光カメラ「JunoCam(ジュノーカム)」を使って撮影された、木星の北半球にある「Jet N7(ジェットN7)」と呼ばれる領域です。明暗境界線の近くで複雑に渦巻く雲の様子が捉えられているのですが、偶然にもこちらを見ている顔のような模様が描き出されているのがわかりますでしょうか。



【▲ 木星の北半球に現れた“顔”を思わせる雲の模様。アメリカ航空宇宙局(NASA)の木星探査機「Juno(ジュノー)」の可視光カメラ「JunoCam」で2023年9月7日に撮影(Credit: Image data: NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS; Image processing by Vladimir Tarasov)】

JunoCamの画像は一般の人々が利用できるように順次公開されていて、数多くの市民科学者が様々な画像を作成しています。冒頭の画像はJunoによる54回目の木星フライバイ(近接通過)「PJ54(Perijove 54)」が実施された日本時間2023年9月7日に木星の北緯約69度・高度約7756kmで取得されたデータをもとに、市民科学者のVladimir Tarasovさんが作成・公開しました。

NASAは毎年この時期ハロウィンにちなんだ天体画像を紹介していて、過去には「顔に見える特異銀河(Arp-Madore 2026-424)」「どくろに見える惑星状星雲(NGC 246)」「ジャック・オ・ランタンを思わせる太陽」などを取り上げています。今回の画像は「NASAのJunoミッションで見つかった木星の不気味な“顔”」として、NASAのジェット推進研究所(JPL)などが2023年10月25日付で紹介しています。

Source

[NASA/JPL](https://www.nasa.gov/content/20231025main-juno-face) - Just in Time for Halloween, NASA's Juno Mission Spots Eerie “Face” on Jupiter 文/sorae編集部

<https://www.newsweekjapan.jp/stories/world/2023/10/post-102944.php>

## リチウム、銅、鉛など「人工衛星由来」物質が成層圏を汚染中...稼働中 8774 基もい

### ずれ気候に悪影響？

2023年10月31日(火) 12時10分 ニューズウィーク日本版編集部



IMAGINIMA/ISTOCK

Space junk map tracks 200 'ticking time bombs' - BBC World Service

<1950年代以降、1万5000基以上の人工衛星が打ち上げられており、その約半数が現在稼働中。役目を終えた人工衛星が成層圏を汚染するという最新研究>

宇宙開発が始まった1950年代以降、打ち上げられた人工衛星は1万5000基以上。

その数は近年急増しており、調査サイト「オービティング・ナウ」によれば、10月27日現在、8774基が地球を周回している。役目を終えた人工衛星は大気圏に再突入させて燃やし切ることが多いが、その際地球の成層圏を汚染する可能性が明らかになった。成層圏の大気に含まれる硫酸粒子を調べたところ、その10%にリチウム、アルミニウム、銅、鉛など人工衛星由来と思われる金属が含まれており、将来的にその割合が50%に達する懸念もある。人体への影響は不明だが、気候やオゾン層に悪影響が及ぶ恐れもある。

1万5000基 世界で打ち上げられた人工衛星の数

8774基 現在、地球を周回する人工衛星の数

10% 成層圏の硫酸粒子のうち、人工衛星由来の金属の割合

[次のページ【動画】人工衛星と宇宙のゴミ](#) [人工衛星と宇宙のゴミ](#)

[https://news.biglobe.ne.jp/international/1031/rec\\_231031\\_9291379794.html](https://news.biglobe.ne.jp/international/1031/rec_231031_9291379794.html)

## 中国宇宙ステーションの「宇宙菜園」がリニューアル

2023年10月31日（火）19時30分 [Record China](#)



有人宇宙船「神舟16号」の乗組員が中国の宇宙ステーションで専門的な宇宙栽培装置を用い、レタスや小麦などの新鮮な食材を栽培した。[写真を拡大](#)

中国で最近、「宇宙菜園」から新たな情報が伝わった。有人宇宙船「神舟16号」の乗組員が中国の宇宙ステーションで専門的な宇宙栽培装置を用い、レタスや小麦などの新鮮な食材を栽培した。光明日報が伝えた。

今年の初め、神舟14号の乗組員は地上に帰還し人々の前で、宇宙における野菜栽培の2つの難点について語った。1番目は、無重力環境では水が根系に浸透しにくいことだ。2番目は、船内に直射日光がなく日照を好む植物が成長しにくいことだ。今では中国電子科技集团公司（中国電科）第48研究所が宇宙栽培装置向けに開発した専門的な制御モジュールにより、宇宙の野菜も「日光浴」と「栄養補給」を受けられるようになった。

### 照明パネル、冷却ファン、送風機、小型自吸式循環ポンプなどの小型装置が大活躍

照明パネルは植物の成長における太陽のようなものだ。中国電科の呉迪上級エンジニアは、「植物は光合成中にレッドライトとブルーライトの吸収率が高い。われわれは意図的に照明パネル装置内に大量の太陽のレッド・ブルーライト光源を設置し、植物の光合成の効率を大幅に高めた」と述べた。宇宙ステーション内で不足するのは酸素だけでなく、二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）も足りない。植物が持続的に培養ケース内のCO<sub>2</sub>を利用し光合成を行うため、CO<sub>2</sub>の濃度が低いと光合成の効率も大幅に下がる。それではどうすべきか。

スマート扇風機のような送風機がある。呉氏は「その電源をオンにするタイマーを設定し、培養ケース内の空気の流動を加速し、光合成によって生じた酸素を速やかに外に出すことによりCO<sub>2</sub>の濃度を適切な範囲内に保つ」と説明した。日照と空気が備わったが、野菜をすくすくと育てるためには定期的な施肥も必要だ。小型自吸式循

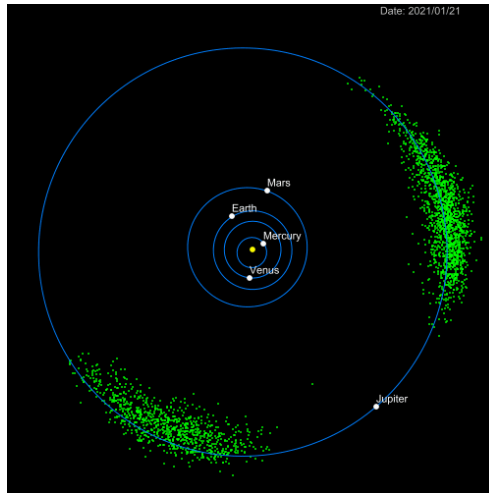
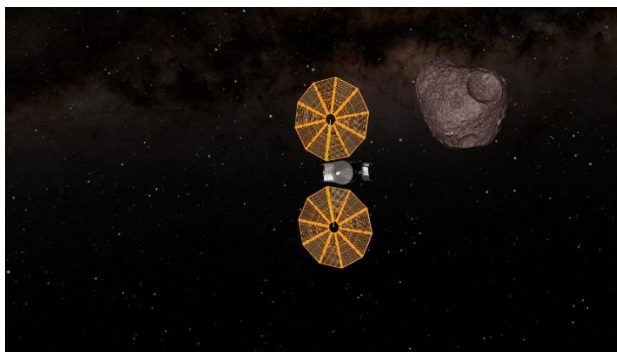
環ポンプが「栄養士」となる。呉氏は、「小型自吸式循環ポンプは給水パイプと結びつき、精密な時限回路の制御を受け、植物の成長に必要な養分と水分を定時的に、正確にすべての植物の根系の指定部位に届けることができる。これは日常的な栽培における人による施肥を真似ており、宇宙野菜の微量元素の吸収力を大幅に高めることができる」と述べた。（提供/人民網日本語版・編集/YF）

<https://sorae.info/space/20231102-lucy.html>

## NASA 小惑星探査機「Lucy」12年間のミッションで最初のフライバイ探査を完了

2023-11-02 [sorae 編集部](#)

アメリカ航空宇宙局（NASA）は11月1日付で、小惑星探査機「Lucy（ルーシー）」による小惑星「Dinkinesh（ディンキネシュ）」のフライバイ探査が完了したと発表しました。取得されたデータは最大1週間かけて地球に送信される予定です。【2023年11月2日14時】



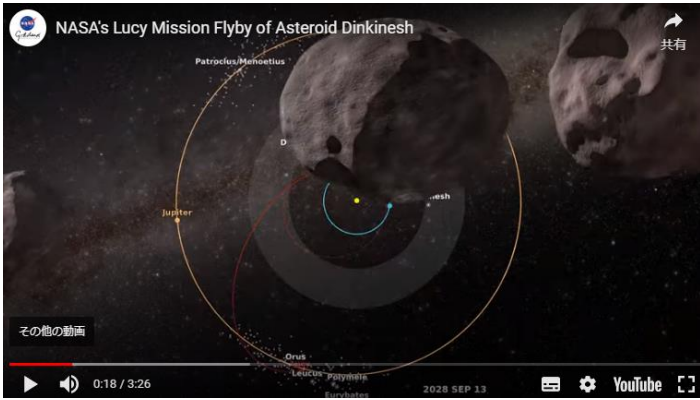
【▲ 小惑星「Dinkinesh（ディンキネシュ）」をフライバイ探査するアメリカ航空宇宙局（NASA）の小惑星探査機「Lucy（ルーシー）」の想像図（Credit: NASA's Goddard Space Flight Center）】

【▲ Lucyのミッション期間における水星～木星までの惑星（白）と木星のトロヤ群小惑星（緑）の位置を示したアニメーション。トロヤ群小惑星は木星（Jupiter）に先行するグループと後続するグループに分かれています（Credit: Astronomical Institute of CAS/Petr Scheirich (used with permission)）】

2021年10月に探査機が打ち上げられたLucyは、「木星のトロヤ群」に属する小惑星の探査を主な目的としたミッションです。小惑星帯を公転しているものも含めて合計10個の小惑星を訪問することから、ミッションの期間は2021年から2033年までの12年間で予定されています。

木星のトロヤ群とは太陽を周回する小惑星のグループのひとつで、太陽と木星の重力や天体にかかる遠心力が均衡するラグランジュ点のうち、木星の公転軌道にあるL4点付近（公転する木星の前方）とL5点付近（同・後方）に分かれて小惑星が分布しています。幾つもの小惑星を一度のミッションで観測するために、Lucy探査機は小惑星を周回する軌道には入らず、小惑星の近くを通過しながら観測するフライバイ探査を繰り返し行います。木星のトロヤ群小惑星は初期の太陽系における惑星の形成・進化に関する情報が残された「化石」のような天体とみなされています。これらの天体を間近で探査することから、ミッションと探査機の名前はエチオピアで見つかった有名な化石人骨の「ルーシー」（約320万年前に生息していたアウストラロピテクス・アファレンシスの一体）にちなんで名付けられました。

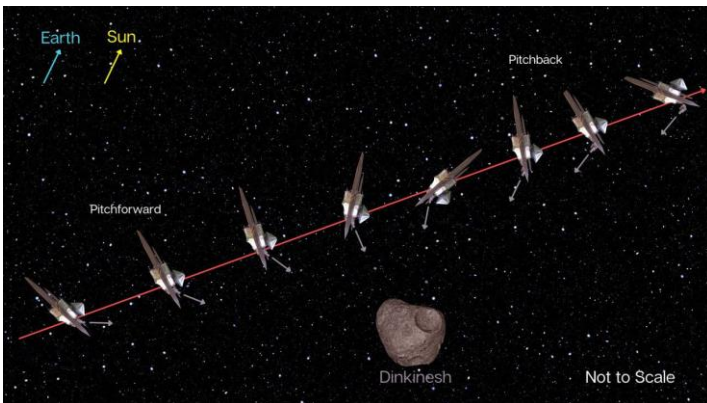
Dinkineshは小惑星帯を公転する幅約700mのS型小惑星で、その名前はルーシー（化石人骨）のエチオピア名にちなんで名付けられています。今回のDinkineshフライバイ探査は今後10年間の探査で使用される装置やシステムのテストと位置付けられていて、Lucy探査機に搭載されている望遠カメラ「L'LORRI」、熱放射分光器「L'TES」、可視光カラーカメラ「MVIC」と赤外線撮像分光器「LEISA」で構成される観測装置「L'Ralph」による観測はもとより、フライバイ中に小惑星の位置を自律的に特定しながら観測装置の視野内に収め続けるための自動追尾システムのテストが行われました。



【▲ NASA が公開している Lucy による Dinkinesh のフライバイ探査を解説した動画（英語）】

（Credit: NASA's Goddard Space Flight Center）

NASA によると、Lucy 探査機の Dinkinesh への最接近予定時刻は日本時間 2023 年 11 月 2 日 1 時 54 分で、Dinkinesh から 430km 以内の最接近点を毎秒 4.5km の相対速度で通過したとみられます。NASA が公開しているイメージイラストや動画を見ると小惑星のすぐ近くを通過しているように思えますが、実際には最接近時でも東京～神戸間の直線距離と同じくらい離れていたため、L'LORRI で取得した画像に写る Dinkinesh は幅数百ピクセル程度と予想されています。



【▲ 小惑星探査機 Lucy（ルーシー）による小惑星 Dinkinesh（ディンキネシュ）のフライバイ中の機体姿勢の変化を示した図。探査機の飛行方向は赤色の矢印（左下→右上）で示されています（※正確な縮尺で描かれてはいません）（Credit: NASA/Goddard/SwRI）】

なお、今後の Lucy 探査機は 2024 年 12 月に地球フライバイを行って軌道を修正し、2025 年には 2 つ目の探査対象である小惑星帯の小惑星「Donaldjohanson（ドナルドジョハンソン）」のフライバイ探査を行う予定です。その後は 2027 年の「Eurybates（エウリュバテス）」とその衛星「Queta（ケータ）」をはじめ、ミッションの主目標である木星のトロヤ群の小惑星探査が行われます。

NASA によると、今回実施された初のフライバイ探査で Lucy 探査機がどのように動作したのか確認するのを運用チームは楽しみにしているということです。

Source [NASA](#) - Lucy Mission (NASA Blogs)

文/sorae 編集部

[https://scienceportal.jst.go.jp/newsflash/20231030\\_n01/](https://scienceportal.jst.go.jp/newsflash/20231030_n01/)

### H3 初号機失敗、背景に「実績重視、対策や確認の不足」文科省が報告書

2023.10.30

今年 3 月の大型ロケット「H3」初号機の打ち上げ失敗について、文部科学省は原因究明や再発防止策を盛り込んだ報告書をまとめた。過電流が生じ、2 段エンジンに着火できなかった。2 号機以降で、過電流の原因として考えられる 3 通りのシナリオ全てに対策を講じる。失敗の背景には、長年の装置の実績を重視したことや、対策や確認の不足があったなどと指摘した。



打ち上げられる H3 ロケット 1 号機。この後、2 段エンジンに着火せず失敗した＝3

月 7 日、鹿児島県南種子町（サイエンスポータル編集部 草下健夫撮影）

H3 初号機は 3 月 7 日、宇宙航空研究開発機構（JAXA）種子島宇宙センター（鹿児島県南種子町）で打ち上げられたものの、2 段エンジンに着火せず失敗。搭載した地球観測用の先進光学衛星「だいち 3 号」を喪失した。

報告書は、文科省の有識者会合である宇宙開発利用部会の調査・安全小委員会が今月 26 日にまとめ、同部会が決定した。原因を 2 段エンジンの電気系統で起きた過電流と特定。その発生シナリオについて（1）エンジンの着火装置でショートが発生した、（2）着火装置への通電で過電流が発生した、（3）計算機からの指示を受けてエンジン周りのさまざまな制御をする装置の 2 系統のうち一方で過電流が起き、トラブルに備えたもう一方にまで波及した——の 3 通りが考えられるとした。

2 号機以降で、3 つのシナリオ全てに再発防止を施すこととし（1）着火装置の部品の絶縁や検査の強化、（2）トランジスタに加わる電圧が定格内となるよう部品を選ぶ、（3）原因の可能性のある部品「定電圧ダイオード」はなくても問題ないため、回路から削除する——ことを盛り込んだ。

それぞれのシナリオが成立する背景として、（1）1994～99 年に運用した大型ロケット「H2」以来の実績を重視したことや、装置内部の製造後の状態変化を考えた対策がなかったこと、（2）H2 以前から使われている機器を H3 に適用する際、部品の適合性の評価が十分か確認しなかったこと、（3）定電圧ダイオードなどが異常現象に耐えるかの確認が不足したこと——を指摘。それぞれの対策や、電気系開発の強化など、信頼性向上の取り組みを提示した。H3 失敗後、文部科学省と JAXA が対策本部を設置。JAXA が製造や検査、飛行の記録解析、再現実験などを行い、原因を識別して絞り込む「故障の木解析」を進めた。JAXA の報告を受け、文科省の調査・安全小委員会が審議してきた。小委員会は JAXA の一連の報告を「合理的な説明がなされている」と評価。原因を一つに絞り込まず、否定できない全てのシナリオに対策を講じることは「原因究明に一定のスピード感が求められる中で、リスクを十分に低減した上での合理的な判断」と認定した。

報告書をまとめた 26 日の会合で、木村真一座長（東京理科大学教授）は「私自身は成功と失敗の二元論は好きではなく、あるのはチャレンジとその結果。意図通りかは別にして、結果から汲み取り、次につなげるプロセスが最も大事だ。事象を真摯に追究し、十分な知見を汲んで報告書となった。次のチャレンジに向かうべき時に来た」と述べた。H3 は 2001 年から運用中の「H2A」の後継機。H2A の 47 号機は、H3 失敗の原因となった疑いがあり H2A と技術的に共通する要素について、絶縁や検査強化などの対策を施した上で、三菱重工業により先月 7 日、打ち上げに成功している。

JAXA は今後、H3 ロケット 2 号機の早期打ち上げを目指す。予定していた大型の地球観測衛星「だいち 4 号」ではなく、衛星のダミーを搭載する計画に変更。これにキヤノン電子などの超小型衛星 2 基を、“失敗時の補償なし”を条件に無償で相乗りさせる。JAXA では昨年秋以降、問題が相次いでいる。昨年 11 月、医学系研究に不正があったことを公表。同 10 月の小型ロケット「イプシロン」6 号機の打ち上げ失敗に続き、今年 3 月に H3 初号機が失敗した。さらに 7 月、開発中の「イプシロン S」の 2 段機体の燃焼試験中に爆発が発生している。一連の問題を受け、JAXA は組織内のマネジメントや内部統制の課題を明確にし、改善策を検討する「マネジメント改革検討委員会」を、先月 28 日付で設置したことを今月 26 日に公表した。

<https://news.yahoo.co.jp/articles/b651c88f3ca072cddb72e883e36e34831ec0eae4>

シャワーのように降り注ぐ「宇宙線」の可視化に成功...これまで捨てていたデータ

を解析

10/30(月) 17:50 配信

読売新聞 オンライン

大阪公立大などの研究チームが発表



宇宙から飛来した高エネルギー粒子が地球の大気にぶつかり、「空気シャワー」が発生するイメージ図（藤井俊博 京都大学 L-INSIGHT 提供）

宇宙から届く高エネルギーの粒子に由来する「宇宙線」が、シャワーのように地球に降り注ぐ様子を画像で捉えることに成功したと、大阪公立大などの研究チームが発表した。これまで捨てていた**天体観測**データを解析して得られた結果で、論文が国際学術誌に掲載された。【画像】観測された「空気シャワー」の軌跡（[国立天文台提供](#)） 宇宙空間を飛び交う高いエネルギーをもつ粒子が地球に飛来すると、大気分子に衝突し、分子を破壊する。このときに新たな粒子が大量にでき、地上に向かってシャワー状に降り注ぐことがある。この現象は「空気シャワー」と呼ばれている。望遠鏡の画像データには粒子の軌跡が写り込んでいるが、通常の天体観測では星を見る際に邪魔になるためノイズとして除去されている。

### 天体のありかに迫る重要な指標

チームの藤井俊博准教授（宇宙物理学）らは、[国立天文台](#)のすばる望遠鏡（米ハワイ）で2014~20年に撮影した約1万7000枚（1枚約50センチ四方）の画像データを解析。このうち13枚が空気シャワーとみられる現象を捉えており、最大で10万個の軌跡が写っているものもあった。宇宙線は、高エネルギー粒子の発生源となる天体のありかに迫る重要な指標となる。今回の方法では、従来の検出器と比べ、粒子が飛来した位置や角度、通過時間を高い精度で一度に把握できたという。藤井准教授は「粒子の軌跡の形や向きをより詳細に解析し、個々の粒子の種類を判別できれば、空気シャワーの研究がさらに進むだろう」と話している。

神戸大の青木茂樹教授（素粒子・宇宙線物理学）の話 「これまで捨てていたデータを見直し、宇宙線を可視化できた点が面白い。今回の方法で、さらなる知見が得られる可能性も期待できそうだ」

<https://sorae.info/astrometry/20231101-frb-20220610a.html>

## 最も遠く最も高エネルギーな「高速電波バースト」の「FRB 20220610A」を観測

2023-11-01 [彩恵りり](#)

短時間に大量の電波を放出する「高速電波バースト（FRB; Fast Radio Bursts）」は、その正体やメカニズムなどに多くの謎があり、現在でも研究が続いています。マッコーリー大学の Stuart Ryder 氏などの研究チームは、高速電波バースト「FRB 20220610A」が発生した銀河を探索した結果、今から80億年前の宇宙で発生したものであることを突き止めました。地球からFRB 20220610Aの発生源までの距離は112億光年（※）であり、これは観測史上最も遠い高速電波バーストです。また、放出されたエネルギーも過去最高の値であり、高速電波バーストのモデルを構築する上で重要な指標となります。

※...この記事における全ての天体の距離は、光が進んだ宇宙空間が、宇宙の膨張によって引き延ばされたことを考慮した「共動距離」での値です。これに対し、光が進んだ時間を単純に掛け算したものは「光行距離（または光路距離）」と呼ばれます。また、2つの距離の表し方が存在することによる混乱や、距離計算に必要な数値にも様々な解釈が存在するため、論文内で遠方の天体の距離や存在した時代を表すには一般的に「赤方偏移（記号z）」が使用されます。

### ■高速電波バーストとは

短時間だけ強力な電波を放出する「高速電波バースト」は、2007年に発見されたばかりの高エネルギー天文現象です。高速電波バーストは名前の通り電波を放出する天文現象ですが、電波の放出時間は1秒未満しかなくとも関わらず、エネルギー量は太陽が数日かけて放出する総エネルギーに匹敵します。そして1つの例外を除き、高速電波バーストは1回だけ観測される周期的ではない天文現象です。観測された電波の性質から、高速電波バーストは中性子星などの強力な磁場を持つ天体から放出されるとされていますが、詳しい正体や発生メカニズムはほとんど明らかになっていません。このため高速電波バーストに関する研究は、多くの高速電波バーストの観測データを積み重ね、現象を説明できるモデルを構築する段階にあります。

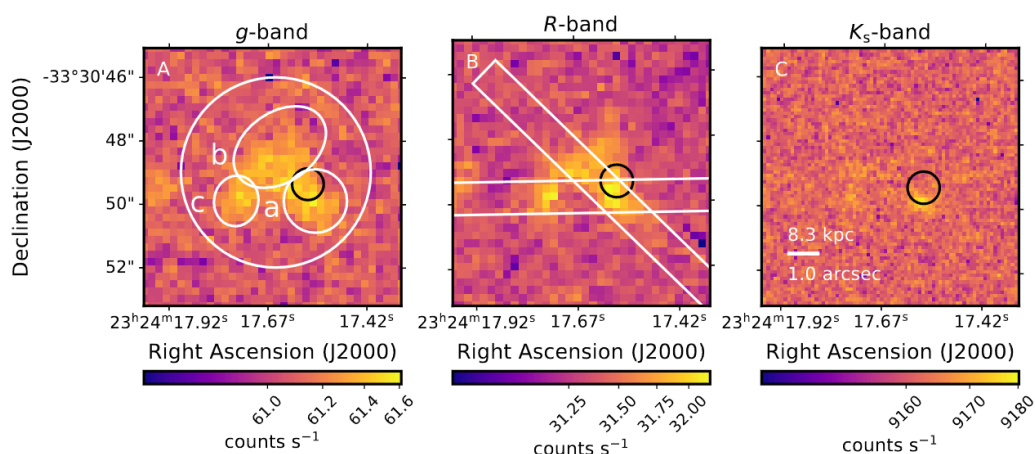




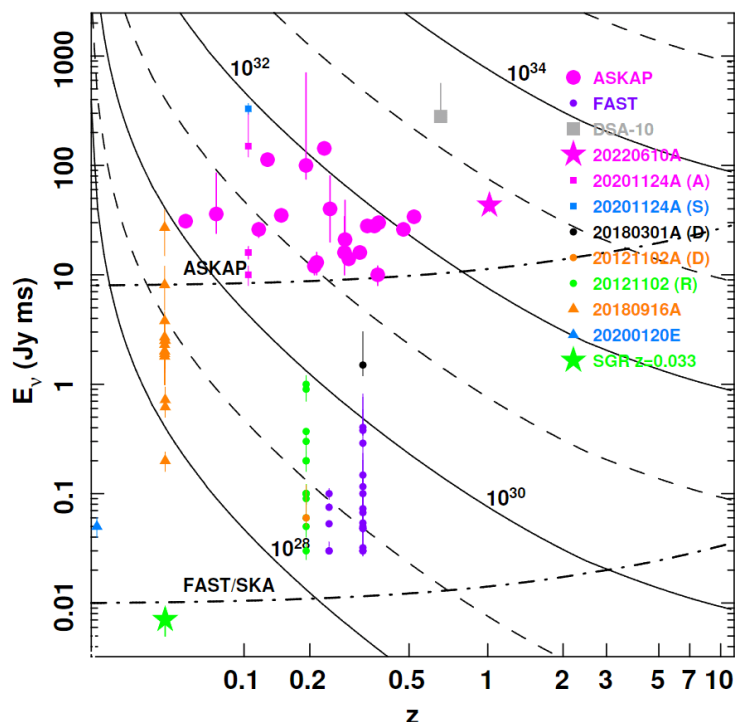
【▲図 1: FRB 20220610A は地球から 112 億光年離れた合体中の銀河のグループから放出されたと考えられています (Credit: ESO, M. Kornmesser)】

■史上最も遠くエネルギーッシュな高速電波バースト「FRB 20220610A」を観測

Ryder 氏らの研究チームは、CSIRO (オーストラリア連邦科学産業研究機構) の電波望遠鏡施設「ASKAP」で観測された高速電波バーストのうち、2022 年 6 月 10 日に「ちょうこくしつ座」の方向で観測された高速電波バースト「FRB 20220610A」について追加の観測を行いました。ヨーロッパ南天天文台 (ESO) が運営するパラナル天文台 (チリ、アタカマ砂漠) の「VLT (超大型望遠鏡)」を使用し、FRB 20220610A が発生した銀河がどこにあるのかを追跡しました。



【▲図 2: VLT で観測された FRB 20220610A の発生場所付近の画像。黒丸で囲まれた領域が FRB 20220610A の発生場所であり、画像 A の abc でラベルされた白丸は個別の銀河であると考えられています (Credit: S. D. Ryder, et al.)】



【▲図 3: 記録されたいくつかの高速電波バーストの距離とエネルギーの関係のグラフ。赤紫色の星印が FRB 20220610A であり、グラフの一番右側にある、つまり最も遠い位置にあることが分かります (Credit: S. D. Ryder, et al.)】

et al.) ]

その結果、FRB 20220610A が発生した銀河は、合体中の銀河の小さなグループに属することを突き止めるのに成功し、その赤方偏移の値が  $z=1.016\pm 0.002$  であると測定しました。これは FRB 20220610A が今から 80 億年前の宇宙で発生し、地球までの距離が 112 億光年であると言い換えることができ、FRB 20220610A は観測史上最も遠い高速電波バーストであることとなります。

また、FRB 20220610A はこれほど遠いにも関わらず明るく観測されているため、放出されたエネルギーは  $2\times 10$  の 35 乗ジュールであると推定されます。これは通常の高速電波バーストの 1000 倍以上であり、FRB 20220610A は観測史上最も高エネルギーな高速電波バーストでもあることとなります。

#### ■失われたバリオン問題にも絡む発見

FRB 20220610A の研究では、宇宙にまつわる別の謎である「失われたバリオン問題（バリオンミッシング）」にも解決策を与えています。天体などとして観測可能な普通の物質について、初期の宇宙で予測される量と現在の宇宙で観測される量とでは半分以上もの食い違いがあることが知られています。一見“失われた”ように思える物質は、実際には銀河の間を満たすイオン化した高温のガスとして存在すると考えられています。このような状態の物質は、自ら輝く恒星や銀河などと異なり観測が困難であり、見た目上消えて見えることと整合します。イオン化したガスは通過する電波にわずかながら影響を与えるため、高速電波バーストを通じて観測することができます。遠い宇宙を通過する電波は、近くの宇宙からやってくる電波と比べて多くのガスを通過するため、より影響が大きくなります。これを「マッカール関係（Macquart relation）」と呼びます。

マッカール関係は比較的近い距離の宇宙では知られていますが、より遠くの宇宙からやってくるいくつかの高速電波バーストの観測により、マッカール関係が成立していない可能性が指摘されてきました。しかし今回の FRB 20220610A ではマッカール関係が成立していることが明らかにされたため、宇宙の歴史の半分以上においてマッカール関係が成立していることが示されました。

#### ■FRB 20220610A が史上最も遠い高速電波バーストである期間は短いかもしれない

高速電波バーストが遠い宇宙でも観測されたことで、その正体が何であれ、宇宙の歴史において普遍的な存在であることが示唆されます。ただし、FRB 20220610A が史上最も遠い高速電波バーストの地位にいる期間は短いかもしれません。現在建設中の電波望遠鏡群「スクエア・キロメートル・アレイ」は、FRB 20220610A よりずっと遠くの高速電波バーストを数千個発見できる可能性があります。また、同じく現在建設中の「欧州超大型望遠鏡」は、スクエア・キロメートル・アレイで発見した高速電波バーストがどこで発生したのかを突き止めるのに役立つでしょう。

Source

[S. D. Ryder, et al.](#) “A luminous fast radio burst that probes the Universe at redshift 1”. (Science)

[Stuart Ryder, Ryan Shannon & Bárbara Ferreira.](#) “Astronomers detect most distant fast radio burst to date”.

(ESO)

文／彩恵りり

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20231030-2806294/>

## JAXA、15年分のX線観測データから超大質量ブラックホール周辺の構造を解明

掲載日 2023/10/30 09:10 更新日 2023/11/01 11:03 著者：波留久泉

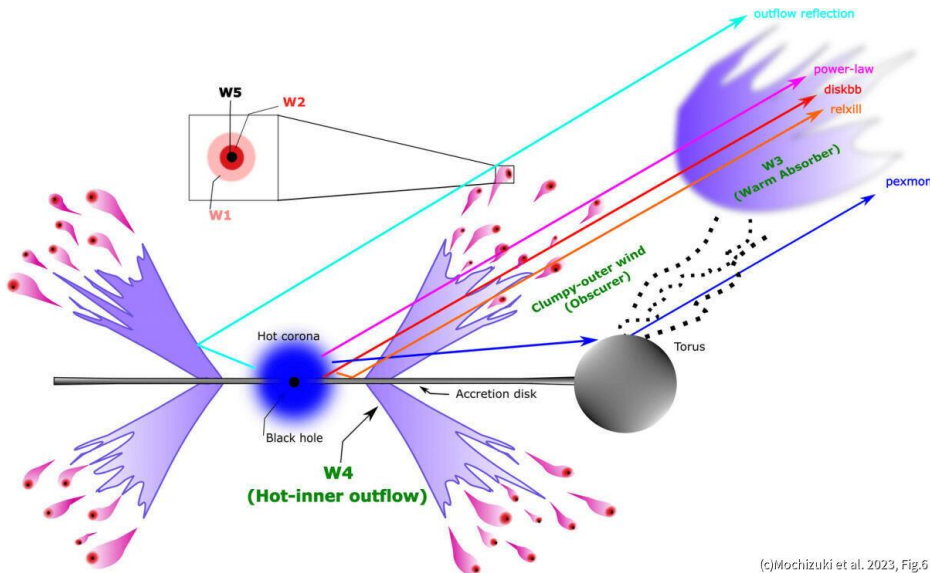
宇宙航空研究開発機構(JAXA)は10月27日、複雑なX線スペクトル変動を示す活動銀河核「Mrk 766」の中心構造を解明するため、欧州宇宙機関(ESA)および米国航空宇宙局(NASA)のX線天文衛星による15年分のアーカイブデータを再解析した結果、部分的に視線を覆うことでX線の一部を吸収する物質や、中心からの物質の吹き出しによるX線吸収に加えて、今まで扱われてこなかったX線散乱成分を考慮することで、15年の全観測期間のX線観測データをシンプルなモデルで統一的に説明することに成功したと発表した。

同成果は、東京大学大学院 理学系研究科 天文学専攻の望月雄友大学院生(兼・JAXA 宇宙科学研究所(ISAS) 宇宙物理学研究系所属)、ISAS 宇宙物理学研究系/東大大学院 理学系研究科 天文学専攻の海老沢研教授らの研究チームによるもの。詳細は、[英国王立天文学会が刊行する天文学術誌「Monthly Notices of the Royal Astronomical Society」に掲載された。](#)

中心領域が幅広い波長で非常に明るく輝いている銀河は「活動銀河」と呼ばれ、その中心領域は活動銀河核という。激しく輝くのは膨大なエネルギーが放射されているためで、そのメカニズムとしては、銀河中心に位置する超大質量ブラックホールが周囲の物質を大量に取り込んで降着円盤を作り、重力エネルギーが解放されるためと

考えられている。その一方で、活動銀河核からは逆に物質が吹き出す流れもある。「アウトフロー」と呼ばれるその流れにより、物質が広く外側に輸送されることで、銀河全体の星形成に影響を与えられていると考えられている。アウトフローの影響を解明するためには、その構造や周囲の物理状態を詳しく知る必要があることから、研究チームは今回、複雑な X 線スペクトルを示すことで知られている活動銀河核 Mrk 766 の X 線観測データを解析し、詳細に調べたという。X 線は、薄い物質を透過し濃い物質には吸収されるため、活動銀河核中心の高温プラズマから発生する X 線の吸収を調べることによって、周辺構造の推定が可能になる。Mrk 766 からの X 線は、その明るさが時間と共に変化していることが観測から明らかにされており、アウトフローが起きていることを確認済みだ。しかし、15 年間という全観測期間で、これらの X 線スペクトルを統一的に説明し、中心構造を解明することはできていなかったとする。

今回の研究では、周辺物質による X 線吸収について、JAXA が保有するスーパーコンピュータ「JSS3」を用いたシミュレーションが行われ、それを記述するモデルが作成された。そして同モデルを観測データに適用した結果、3 種類の吸収体を考慮することで、すべての観測データを説明できることが判明したという。



Mrk 766 の中心構造の概略図(Mochizuki et al. 2023, Fig.6)。超大質量ブラックホール周辺の高温プラズマ(Hot corona)から発生した X 線が、W3 による温かい吸収、W4 のアウトフローによる吸収、W1、2、5 の 3 重構造による部分吸収、さらに W4 のアウトフローによる散乱(水色の線)を受けている。この図は、東大大学院 理学系研究科 天文学専攻/ISAS 宇宙物理学研究系の御堂岡拓哉大学院生/日本学術振興会 特別研究員(Midooka et al. 2022)によって作成された、超大質量ブラックホール「NGC5548」についての図がベースで、2 つの天体の違いを考慮して修正が施されたもの(出所:ISAS Web サイト)

そのうち 1 つ目は、視線の一部を覆うことで部分的に X 線を吸収する部分吸収体だ。内部に 3 層構造を持つ部分吸収体が視線を覆い隠す割合が変化することによって、一見複雑な X 線スペクトル変化を説明できることが発見されたとする。2 つ目は、光の速さの約 10% の速度(秒速約 3 万 km)を持つ高速のアウトフローだ。このアウトフローを考慮することで、ドップラー効果によって波長が短くなった吸収線を説明することに成功したとのことだ。そして 3 つ目は、比較的遠方に存在していると考えられている温かい吸収体(Warm absorber)による吸収としている。さらに、Mrk 766 には幅の広がった鉄の輝線構造が存在しており、その起源について長年論争が続いていたというが、今回の研究によって、遠方にある中性の物質の散乱による細い輝線と、降着円盤によって広がった輝線に加えて、やや広がった輝線構造が存在していることが明らかにされた。また、先行研究で行われたアウトフローの輻射流体シミュレーションと比較した結果、この構造はアウトフローによる X 線の散乱成分であることが突き止められたという。今回の研究では、活動銀河核である Mrk 766 の 15 年間にわたる X 線観測データをすべて説明できるモデルとして、遠方の散乱体、部分吸収体、降着円盤、アウトフロー、温かい吸収体からなる描像が提案された。さらに、アウトフローの吹き出す量、速度、角度について制限することにも成功し、部分吸収体がアウトフロー起源であることが裏付けられた。研究チームによると、今回の研究で示唆されたアウトフローの散乱成分は、ほかの活動銀河核でも同様に存在することが考えられるため、幅の広い鉄輝線から推定されていた従来の構造は補正される可能性があるという。さらに、2023 年 9 月に打ち上げに成功した JAXA の X 線分光撮像衛星「XRISM」によって、アウトフローの駆動メカニズムや、アウトフロー内部の状態を解明することで、活動銀河核の中心構造の理解が進むことが期待されるとしている。

## ブラックホール成長の現場観察 アルマ望遠鏡で詳細解明 国立天文台

11/3(金) 3:09 配信



[国立天文台などの研究チームがアルマ電波望遠鏡を用いた観測で明らかにした、銀河中心の巨大ブラックホール（中央の黒い丸）とその周囲のガスの流れの想像図（国立天文台・泉拓磨助教ら提供）](#)

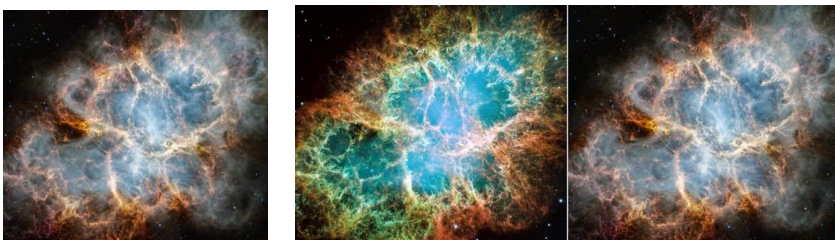
国立天文台などの国際研究チームは3日、銀河の中心部にある超巨大ブラックホールが、周囲のガスを取り込んで成長する仕組みを、南米・チリにあるアルマ電波望遠鏡を使った詳細な観測で明らかにしたと発表した。論文は同日付の米科学誌サイエンスに掲載される。【写真特集】宇宙の神秘 コズミックフォト 大きな銀河の中心には、質量が太陽の100万倍以上に達する超巨大ブラックホールが存在する。銀河内のガスを強い重力で取り込むことで質量を増大させているが、ブラックホールごく近傍の観測は難しく、詳しい仕組みはよく分かっていなかった。国立天文台の泉拓磨助教らは、地球から約1400万光年先にある「コンパス座銀河」の中心部をアルマ望遠鏡で観測。超巨大ブラックホールの周囲数光年の範囲で、円盤状に取り巻くガス（ガス円盤）の一部がブラックホールに向けて落下していく「降着流」を捉えることに成功した。こうしたガスの質量のうち、ごく一部しかブラックホールの質量増大に寄与していないことも判明。ガスが落ち込む際の摩擦で高温になり、光を発する「活動銀河核」が生じ、そのエネルギーがガスのほとんどを外側に噴出させているため、これらのガスは円盤に戻り、再び降着流になる循環が生まれていることも分かった。泉助教は「ブラックホールがガスの一部しか成長に使っていないことは、理論計算でも考慮されていない部分だ。大半を外に戻すシステムを踏まえた上で、どう成長するかを考えないといけない」と話した。

<https://sorae.info/astromy/20231103-crab-nebula.html>

## ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡が捉えた超新星残骸「かに星雲」の姿

2023-11-03 [sorae 編集部](#)

こちらは「おうし座（牡牛座）」の方向約6500光年先の超新星残骸「かに星雲（Crab Nebula）」です。超新星残骸とは、質量が太陽の8倍以上ある大質量星で超新星爆発が起こった後に観測される天体のこと。爆発の衝撃波が広がって周囲のガスを加熱することで、可視光線やX線といった電磁波が放射されていると考えられます。



【▲ ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡の近赤外線カメラ（NIRCam）と中間赤外線観測装置（MIRI）で観測した超新星残骸「かに星雲」（Credit: NASA, ESA, CSA, STScI, T. Temim (Princeton University)）】

【▲ ハubble宇宙望遠鏡に搭載されていた広域惑星カメラ2（WFPC2）で観測した「かに星雲」（左・2005年公開）と、ウェッブ宇宙望遠鏡の近赤外線カメラ（NIRCam）および中間赤外線観測装置（MIRI）で観測した「かに星雲」（右）の比較画像（Credit: NASA, ESA, CSA, STScI, T. Temim (Princeton University)）】

1731年にイギリスのジョン・ベヴィスによって発見されたかに星雲は、フランスの天文学者シャルル・メシエが星雲や星団をまとめた「メシエカタログ」では「メシエ1（Messier 1, M1）」として1番目に収録されています。20世紀に入ると1054年に観測された超新星との関連性が明らかになり、かに星雲はこの超新星の残骸だ

と考えられるようになりました。1968年には超新星爆発にともなって誕生したとみられるパルサー（※1）「かにパルサー（Crab Pulsar）」が見つかっています。

この画像は「ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡（James Webb Space Telescope : JWST）」の「近赤外線カメラ（NIRCam）」と「中間赤外線観測装置（MIRI）」で取得したデータをもとに作成されました。ウェッ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（※2）。

宇宙望遠鏡科学研究所（STScI）によると、ウェッブ宇宙望遠鏡で観測されたかに星雲の姿は過去に「ハッブル宇宙望遠鏡（Hubble Space Telescope : HST）」で観測された姿とよく似ており、この画像ではガス状のフィラメント（ひも）で形作られたカゴのような構造が赤色やオレンジ色で示されています。その一方でウェッブ宇宙望遠鏡は星雲中央の領域に広がるダスト（塵）から放射された赤外線も捉えていて、画像では黄白色や緑色で示されています。また、ウェッブ宇宙望遠鏡の画像に写っている星雲全体に広がる白い煙のようなものは、シンクロトロン放射を捉えたものだといいます。シンクロトロン放射とは磁場の中で螺旋を描きながら運動する電子などの荷電粒子から放射される電磁波のことで、かに星雲ではかにパルサーの強力な磁場によって加速された粒子から放射されているとみられています。STScIによると、ウェッブ宇宙望遠鏡による観測にあわせてハッブル宇宙望遠鏡による20年以上ぶりとなるかに星雲の観測も今後1年ほどの間に予定されているといい、2つの宇宙望遠鏡で得られた観測データをより正確に比較できるようになるということです。

冒頭の「かに星雲」の画像はウェッ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）欧州宇宙機関（ESA）から2023年10月30日付で公開されています。

■脚注 ※1...点滅するように周期的な電磁波が観測される中性子星の一種。高速で自転する中性子星からビーム状に放射されている電磁波の放出方向が自転とともに周期的に変化することで、地球では電磁波がパルス状に観測されると考えられている。

※2...この画像ではNIRCamで捉えた1.62μmを青、4.8μmをシアン、MIRIで捉えた5.6μmをシアン、11μmを緑、18μmをオレンジ、21μmを赤で着色しています。

Source [STScI](#) - The Crab Nebula Seen in New Light by NASA's Webb

[NASA](#) - The Crab Nebula Seen in New Light by NASA's Webb

[ESA/Webb](#) - The Crab Nebula Seen in New Light by Webb

文/sorae 編集部

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20231102-2809465/>

## ロシア、バイコヌール宇宙基地の「ガガーリン発射台」を資金不足で廃止か？

掲載日 2023/11/02 18:47 著者：鳥嶋真也

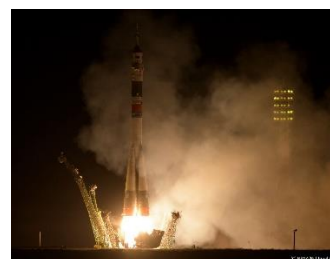
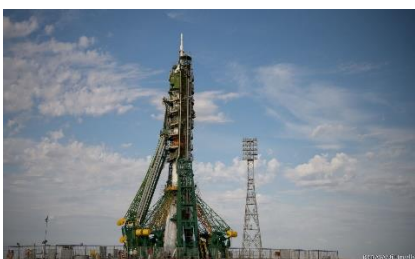
目次 [バイコヌール宇宙基地のガガーリン発射台](#) [ガガーリン発射台は廃止か？](#)

史上初の宇宙飛行士ユーリイ・ガガーリンが飛び立った、ロシア・バイコヌール宇宙基地の第1発射台、通称「ガガーリン発射台」について、ロシアが手放す意向を示した。

タス通信などロシア主要メディアが2023年10月14日に報じた。

同基地は、ロシアがカザフスタン政府に多額の賃料を支払い租借しており、手放すことでコスト削減を図る狙いがあるとみられる。また、ガガーリン発射台は新型ロケットの打ち上げに使うため改修が行われるはずだったが、資金難により進んでおらず、ロシアにとっては二重に負担となっていた。

ロシアはまた、カザフスタンに対してガガーリン発射台を博物館にすることも提案しているという。



バイコヌール宇宙基地のガガーリン発射台 (C) NASA/Bill Ingalls

1961年4月12日、ユーリイ・ガガーリンが乗ったボストーク宇宙船はバイコヌール宇宙基地の第1発射台から打ち上げられた。それを記念し、いつしかこの場所は「ガガーリン発射台」と呼ばれるようになった (C)

## バイコヌール宇宙基地のガガーリン発射台

バイコヌール宇宙基地はカザフスタン共和国チューラタムにあるロケット発射場で、ロシアが租借し、運用している。かつてはソビエト連邦(ソ連)内だったが、1991年のソ連解体によりカザフスタン領内となり、ロシアは同基地を使用するために、カザフスタンに対して年間1億1500万ドル(約170億円)の賃料を払い続けている。同基地で最初に建設され、そして数多の歴史をつくってきたのが第1発射台(LC-1/5)である。1955年に建設が始まり、1957年5月には世界初の大陸間弾道ミサイル「R-7」の試験発射が行われ、同年10月4日にはR-7を改造したロケットを使い、世界初の人工衛星「スプートニク」が打ち上げられた。そして1961年4月12日、「ボストーク」宇宙船に乗ったユーリイ・ガガーリンが飛び立ち、人類初の有人宇宙飛行を成し遂げた。それを称え、いつしかこの発射台は「ガガーリン発射台(ガガーリンスキイ・スタールト)」と呼ばれるようになった。同年にはまた、増大する打ち上げ需要に応えるため、新たにLC-31/6という発射台が建設され、ガガーリン発射台とともに、さまざまな人工衛星や有人宇宙船、月・惑星探査機の打ち上げに頻繁に使われてきた。ロシアの宇宙開発におけるワークホースである「ソユーズ」ロケットをはじめ、R-7から派生した各ロケットは独特な構成をしており、発射台もまた、整備塔や支持アームがチューリップのように花開く、ほかにはない構造をしていることから、多くのファンを魅了した。こうしたなか、2004年にはソユーズ・ロケットの最新型となる「ソユーズ2」ロケットが開発され、それに合わせてLC-31/6を近代化改修し、打ち上げが行われるようになった。ガガーリン発射台はその後旧型のソユーズ・ロケットの打ち上げに使われていたが、2018年に改修が決定され、2019年9月25日の「ソユーズMS-15」宇宙船の打ち上げをもって、運用を一時休止することとなった。もっとも、ロシア単独では費用を捻出することが難しかった。そこで2021年11月、カザフスタン、アラブ首長国連邦(UAE)とともに、共同事業として進めることが決定され、声明に署名が行われた。このとき、改修工事の完了と、ガガーリン発射台からの最初のソユーズ2の打ち上げは2023年にも計画されていた。しかしその後、カザフスタンのバグダット・ムシン デジタル開発・イノベーション・航空宇宙産業大臣は、「UAEが、この事業に関する決定を遅らせた場合、新たなパートナーを模索する」と発言しており、なんらかの不協和音があったことが示唆された。また2022年4月12日には、ロスコスモスのドミートリイ・ロゴジン社長(当時)が「ロシア・カザフスタン・UAEの三頭政治によって、資金も結果も得られるだろうという私たちの期待は成功しなかった。資金は限られており、ガガーリン発射台の改修より、新しい発射台を建設するほうが合理的だ」と発言しており、昨年の時点で協力関係は崩壊していたものとみられる。

### ガガーリン発射台は廃止か？

こうした中、ロシア国営宇宙企業ロスコスモスは10月14日、「カザフスタン側に対し、ガガーリン発射台の租借契約を撤回し、ロケットの打ち上げ場所としては廃止するとともに、宇宙博物館を建設することを提案した」と明らかにした。タス通信によると、「この問題は、9月6日から8日にアスタナで開催されたバイコヌール宇宙基地に関するロシア・カザフスタン政府間委員会の第9回会合で検討された」という。また、「これは宇宙開発に関する歴史的遺産を保存し、バイコヌールの観光地としての魅力を拡大するために必要だとされた」としている。このことは、ロシアとカザフスタンが、ガガーリン発射台をソユーズ2ロケットの打ち上げ用に改修するための費用を捻出できなかったこと、UAEに代わる新たなパートナーを見つけられなかったことを示唆している。また、ロシアは前述のように、バイコヌール宇宙基地を使用するため、カザフスタンに対して多額の賃料を払い続けており、現在の契約は2050年まで有効とされている。ただ、ロシアの宇宙開発は長年予算不足に悩まされており、さらにウクライナ侵攻の影響もあって、今後も厳しい状況が続くものと見られることから、ガガーリン発射台を手放すことで、金銭的な負担を軽減する狙いもあると考えられる。

なお、バイコヌール宇宙基地そのものの租借契約はまだ続くものとみられ、LC-31/6など他の発射台や施設設備に関しては引き続きロシアが使用し、有人打ち上げなどは問題なく続くものとみられる。

ロシアはまた、主に極軌道への衛星打ち上げに関しては、ロシア北西部にあるプレセツク宇宙基地から行っている。さらに、極東部のアムール州に「ポストチヌイ宇宙基地」を建設、2016年からソユーズ2ロケットを打ち上げており、次世代ロケットをはじめ、将来的には有人宇宙船の打ち上げも、この新基地から行うことが計画されている。そのため、ガガーリン発射台を廃止しても大きな影響はないものとみられる。

2019年に打ち上げられた「ソユーズMS-15」宇宙船。現時点で最後となる、バイコヌール宇宙基地のガガーリン発射台からの打ち上げとなっている (C) NASA/Bill Ingalls

参考文献 ・ <https://tass.ru/kosmos/19011505>

<https://ru.sputnik.kz/20231014/roskosmos-khochet-vyvesti-gagarinskiy-start-na-baykonure-iz-arendy-i-sdelat-tam>

## 電波放出時間わずか 0.3 マイクロ秒！ 高速電波バーストを上回る「超高速電波バースト」を発見

2023-11-04 [彩恵りり](#)

短時間に大量の電波を放出する「高速電波バースト (FRB; Fast Radio Bursts)」は、その正体やメカニズムなどに多くの謎があり、現在でも研究が続いています。

ASTRON (オランダ電波天文学研究所) の M. P. Snelders 氏などの研究チームは、周期的な電波の放出が唯一観測されている高速電波バースト「FRB 20121102A」の観測データを精査した結果、電波の放出時間が 0.3~4 マイクロ秒と、マイクロ秒単位 (1 マイクロ秒=100 万分の 1 秒) のバーストを 8 回観測していることを明らかにしました。これは従来の高速電波バーストの 10 分の 1 未満の時間しか持続しない「超高速電波バースト (Ultra-Fast Radio Bursts)」の初めての観測事例であり、高速電波バーストのメカニズムを解明するための重要な手掛かりとなります。



【▲図 1: 超高速電波バーストを観測したロバート・バード・グリーンバンク望遠鏡 (Credit: NRAO, AUI, NSF)】

### ■高速電波バーストとは

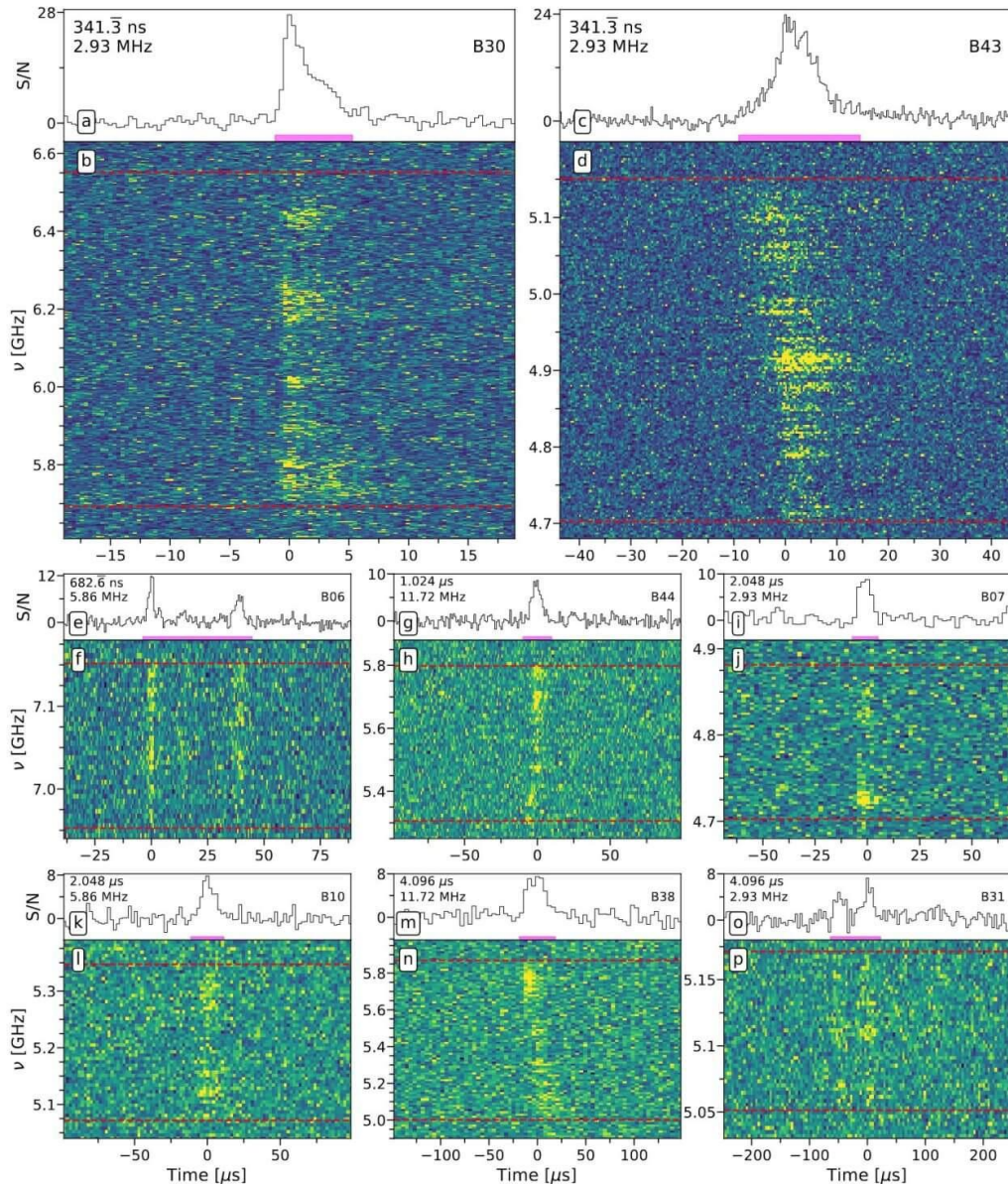
短時間だけ強力な電波を放出する「高速電波バースト」は、2007 年に発見されたばかりの高エネルギー天文現象です。高速電波バーストは名前の通り電波を放出する天文現象ですが、電波の放出時間は 1 秒未満しかなくとも関わらず、エネルギー量は太陽が数日かけて放出する総エネルギーに匹敵します。そして 1 つの例外を除き、高速電波バーストは 1 回だけ観測される周期的ではない天文現象です。観測された電波の性質から、高速電波バーストは中性子星などの強力な磁場を持つ天体から放出されるとされていますが、詳しい正体や発生メカニズムはほとんど明らかになっていません。このように考えられるのは、高速電波バーストの放出時間の多くがミリ秒単位 (1 ミリ秒=1000 分の 1 秒) であり、電波放出源が数百 km 以下であると推定されるためです。また、これよりさらに短時間だけ、具体的にはマイクロ秒単位での電波放出も予測されています。しかしこれは、電波望遠鏡の観測精度の限界や、宇宙空間に薄く存在する物質の影響で電波が変調するなどの影響で、観測することが困難でした。このためマイクロ秒単位での電波放出は、これまで主のバーストに付随するサブバーストで観測されていたものの、孤立したバーストとして観測されたことはありませんでした。

### ■FRB 20121102A で「超高速電波バースト」を初めて発見

前章では高速電波バーストは 1 つの例外を除いて周期的ではない天文現象と述べましたが、その唯一の例外が 2012 年 11 月 2 日に観測された「FRB 20121102A」です。地球から見て「ぎょしゃ座」にある FRB 20121102A は、数年後に独立した複数の観測チームが複数回の検出に成功しています。現在では 1 時間に数十回の電波放出があることが明らかにされており、FRB 20121102A は高速電波バーストの中でも興味深い観測対象の 1 つとなっています。

Snelders 氏らの研究チームは、アメリカの 웨스트バージニア州に設置された「ロバート・バード・グリーンバンク望遠鏡」が 2017 年 8 月 26 日に収集した、FRB 20121102A の 5 時間分の観測データを使用した分析研究を行いました。5 時間分のうちの最初の 30 分間について、1 秒あたり 50 万分の 1 まですべてデータを分割した上で、ソフトウェアおよび機械学習を使用した分析を行い、通常とは異なるデータが含まれていないのかを探索しました。その結果、電波の放出時間が 0.3~4 マイクロ秒と、30 マイクロ秒未満の孤立したバーストが 8 つ含まれていることを発見しました。これは通常的高速電波バーストの 10 分の 1 未満しか持続していないバーストとなります。Snelders 氏らは過去の研究でこのような「超高速電波バースト」があることを予測していましたが、実際の観測事例は初めてです。興味深いことに、超高速電波バーストは持続時間こそ極めて短いものの、電波の性質はそれ

よりずっと長いバーストとよく似ていることが分かりました。これは、高速電波バーストも超高速電波バーストも似たようなメカニズムで放出されていることを示唆する結果であり、高速電波バーストが放出されるメカニズムを解明する上で重要な手掛かりとなります。



【▲図 2: 今回見つかった 8 つの超高速電波バースト。各バーストは孤立しており、持続時間は 0.3~4 マイクロ秒です (Credit: M. P. Snelders, et al.)】

### ■超高速電波バーストは他にもある？

Snelders 氏らの研究チームは、超高速電波バーストは他にも観測されていると考えています。例えば超高速電波バーストの存在を予測した研究では、「FRB 20200120E」の電波放出の継続時間はわずか 60 ナノ秒 (0.06 マイクロ秒、1 ナノ秒は 10 億分の 1 秒) であると予測しています。しかし、FRB 20200120E を含めた多くの高速電波バーストの観測データには、それを立証できるほど精度の高い観測データがありません。

高速電波バーストの電波は、銀河の間を薄く満たす高温のイオン化したガスの影響を受けていることが知られているため、高速電波バーストの分布を調べることは宇宙の大局的な構造を調べる上でも重要です。その研究過程で新たな超高速電波バーストも見つかるかもしれません。

Source M. P. Snelders, et al. "Detection of ultra-fast radio bursts from FRB 20121102A". ([Nature](#)) ([arXiv](#))

"[Astronomers comb through telescope archive and find microsecond-duration burst](#)". (University of Amsterdam)

K. Nimmo, et al. "Burst timescales and luminosities link young pulsars and fast radio bursts". ([arXiv](#))

文／彩恵りり