

## 国際宇宙ステーション、「修復不能な」故障の恐れ ロシア関係者が警告

2021年9月2日



画像提供,REUTERS 画像説明, ロシアの宇宙船ソユーズから昨年撮影した ISS

ロシアの宇宙開発関係者は8月30日、国際宇宙ステーション（ISS）について、機器やハードウェアの老朽化で「修復不可能な」故障に見舞われる恐れがあると警告した。

ISSのロシア部分の開発で中心的な役割を担っている宇宙開発企業「エネルギア」のチーフ・エンジニア、ウラジーミル・ソロフィエフ氏は、国営メディアに対し、ISSのロシア部分に搭載されているインフライト・システムの少なくとも80%が使用期限を過ぎていると語った。また、時間の経過とともに状態が悪化する恐れのある小さな亀裂も複数見つかったとした。ロシアはハードウェアに関する懸念をたびたび表明しており、2025年以降にISSから撤退する可能性を示唆している。ISSは1998年、ロシア、アメリカ、カナダ、日本、欧州数カ国の共同プロジェクトの一環として建設された。当初、運用期間は15年の予定だった。

### 「悪い状況」

ソロフィエフ氏は、「（インフライト）システムが完全に消耗すれば、文字通りその翌日に、修復不可能な故障が始まり得る」と述べた。同氏は昨年、ISSの機器の多くが老朽化し始めており、近いうちに交換が必要になると警告していた。

<関連記事>

[国際宇宙ステーションで空気漏れ 現時点で「危険はない」](#)

[中国、有人宇宙船の打ち上げ成功 宇宙ステーション建設で3カ月滞在へ](#)

元宇宙飛行士でもあるソロフィエフ氏は、ロシアの貨物モジュール「ザーリヤ」に「表面的な」亀裂が見つかったとも発表した。これはISSで最も古いモジュールの1つで、現在は主に倉庫として使用されている。

「悪い状況だ。時間の経過とともに亀裂が広がり始める可能性を示している」と、ソロフィエフ氏はロシア国営RIA通信に語った。ロシアのユーリ・ボリソフ副首相は4月に国営テレビで、ISSの金属の老朽化は「取り返しのつかない結果、つまり大惨事につながる」可能性があるとし、「そのようなことがあってはならない」と述べた。ロシアの国営宇宙公社ロスコスモスも昨年、構造的な疲労により2030年以降はISSは運用できないだろうと発表した。

### ロシア部分で問題相次ぐ

ロシアの宇宙開発計画は、近年の一連の予算削減や汚職スキャンダルなどで打撃を受けている。ISSのロシア部分でも問題が続出している。7月には、ロシアの実験棟「ナウカ」のジェット・スラスター（推進装置）が誤作動により警告なしに噴射され、ISSが一時不安定になった。ISSクルーの居住区域がある「ズヴェズダ」サービス・モジュールでは2019年以降、何度か[空気漏れが起きている](#)。こうした行き詰まりがある中でも、ロシアの宇宙開発当局は金星探査ミッションや、地球から宇宙への往復が可能なロケットの製造、来年の月面ミッションなど、野心的な取り組みを約束している。（英語記事 [Space station facing irreparable failures - Russia](#)）

# 米国人はなぜ UFO を追うのか 進む宇宙研究、後を絶たない陰謀論

有料会員記事 聞き手・池田伸壹 聞き手・岸善樹 2021年9月2日 15時00分



地球外に知的生命体はいるのか。空飛ぶ円盤かもしれない現象を分析した最近の米政府報告書を読むと、あらためて興味がわいてきます。生命を探る研究も急速に進んでいるようです。

地球外生命体、25年以内に発見？ エリザベス・タスカーさん（JAXA 准教授）

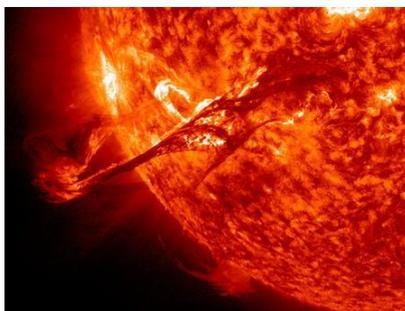
ほんの30年ほど前までは、地球外の生命はおろか、太陽系以外の惑星について調べることは、SF作家の仕事とされていました。それが、いまや天文学で最も急速に発達しつつあるエキサイティングな研究の分野になりました。太古の昔から、太陽系をはるか離れた恒星からの光を見つめてきた人類ですが、1992年まで、太陽以外を回る惑星を一つも知りませんでした。それが宇宙望遠鏡や地上の巨大な望遠鏡、そしてコンピューターを活用した観測方法の発達で、「太陽系外惑星」が4千個以上発見されています。

例えば、恒星の前を惑星が通り過ぎる際、恒星からの光が少しだけ遮られます。この変化を観測することで、惑星の大きさを調べるのです。実はごく最近まで、惑星について分かっていたのは、大きさと恒星からの距離だけでした。ですから「地球に似た惑星を発見した」といった報道には困惑してきました。「第2の地球」と言うと、海があり、陸地に植物があり、スターバックスでコーヒーが買える、と思われてしまうのではと心配したからです。太陽系外の地球程度の大きさの惑星についての研究はまだこれからです。

私は、世界のスーパーコンピューターをつなぎ、個々の惑星について未知のデータを科学的に類推することで、生命が居住可能な惑星を探しています。ちょっと大胆ですが、私は25年以内に「あの惑星に生命がある可能性が高い」という結論を出せるのではないかと考えています。

<https://news.yahoo.co.jp/articles/4a05cd3f58559c631f39184541c6e89d85deec36>

スペンスマルク氏「IPCCは太陽を無視していいのか？」 9/4(土) 6:01 配信



(出所：NASA)

(ヘンリク・スベンスマルク:デンマーク工科大学 国立宇宙研究所 上級研究員) 2021年8月9日に「気候変動に関する政府間パネル(IPCC)」の最新報告書(第6次評価報告書・自然科学的根拠)が発表されました。この報告書は、国際社会が温室効果ガスの排出を止めなければ、差し迫った災害が発生するという暗い予測を含んだ、一連の気候変動報告書の最新版です。小氷期(14世紀~19世紀半ば)の終わり以降の温暖化の全体が、化石燃料の燃焼による人間のCO<sub>2</sub>排出によるものと結論づけている点で異例なものです。 前回の報告書では、人為的な温室効果ガスの排出が支配的になったのは1950年以降とされていましたが、今回の第6次報告書では、人為的な影響が大きくなっています。つまり、これまで自然変動とされていた1950年以前の気候変動も、人為的なものとされたのです。

■ 「太陽は気候変動に関与しない」というIPCCの前提 しかし、IPCCが注目する18世紀半ばから現在までの期間で、自然の気候変動が実質的な意味を持たず、一定だったと仮定するのは奇妙なことです。産業革命期以前の気候が一定であるというのは、[マイケル・マン](#)が作成した、今では悪名高い「ホッケースティック」と呼ばれる、[過去](#)1000年間の気温を復元したグラフが示したことでした。2001年のIPCC第3次報告書では、20世紀に産業社会が本格化するまでは気温はほぼ一定で、その後、急上昇したことを示す証拠として、この「ホッケースティック状」の気温グラフが多用されました。その後、マッキンタイアとマッキトリックが、「ホッケースティック」の作成方法やデータに疑わしい点があることを示し、多くの論争を巻き起こしました。最新の第6次報告書では、「政策決定者向けサマリー」の中で自然による気候変動がほぼ一定であることを[示唆](#)するものとして、再び「ホッケースティック状」の気温グラフが登場しています。

このような結論の問題点は、IPCCのすべての報告書に共通している前提、すなわち「太陽は気候変動に関与しない」という前提によるものです。 もちろん、太陽は風や天候、地球上の生命にエネルギーを提供していますが「地球が受け取るエネルギーは大きく変わらないという前提」です。しかし、太陽も他の星と同じように活動が変化する星です。よく知られているのは、太陽の表面に見える黒点の存在で、その数は約11年の周期で変化しています。また、太陽活動はより長い周期でも変化します。例えば、小氷期の1645~1715年は黒点がほとんどない期間で、太陽の活動が低下していた時期と重なります。逆に西暦1000年前後は太陽活動が活発な時期でした。 太陽の活動が低かったり高かったり変化することは珍しいことではなく、[過去](#)1万年あまりで、太陽は高活動(黒点が多い)と低活動(黒点が少ない)の間を8~9回行き来しています。 太陽の活動が変化するたびに、気候にも変化があることがわかっています。その変化は決して小さいものではありません。1000年前後の中世温暖期は、地球上で人類が繁栄していた時代でした。しかし、14世紀になると、今度は気候が悪化し、不作や[栄養失調](#)、疫病などの問題が発生し、人類は悲惨な状況に直面しました。小氷期の気候変化の大きさについては諸説ありますが、太陽活動が活発な時とそうでない時の気温変化は1~2℃であるという信頼のおける研究結果があります。また、中世温暖期や小氷期以前にも、気候変動と太陽活動との顕著な相関関係は過去1万年間に及びます。 このように、太陽の影響が軽微であるというIPCCの仮定は、観測結果とは一致しません。このパラドックスの理由は、IPCCが太陽の直接放射の変化のみを対象としているためです。これでは、太陽放射の変動は非常に小さいので気候変動にとって重要ではないという結論になってしまいます。しかし、11年の太陽周期の間に海に流入する太陽エネルギーを定量化することは可能です。このような研究では、放射強制力は1.0~1.5W/平方メートルで、対応する日射量の変化よりも10倍近く大きいことがわかっています。したがって、太陽活動を増幅させるメカニズムが存在するはずなのです。

■ 太陽活動が地球の雲量を調節 この増幅メカニズムの解明には、20年以上も前から熱心な研究が行われてきました。研究によると、驚くべきことに太陽の磁場が銀河宇宙線を調節しているというのです。銀河宇宙線は、太陽系外から飛来する非常に高エネルギーの粒子です。これらの粒子(主に陽子)は、超新星爆発のショックからエネルギーを得ています。銀河宇宙線が太陽系に入射する際には、太陽風によって運ばれる太陽の磁場が支配する空間「太陽圏」を通過しなければなりません。太陽磁場の変化は、地球の大気圏に入る(銀河宇宙線の)粒子の数を調節しているのです。 この粒子が、地球の大気中にある分子クラスターが安定化するプロセスを助

け、最終的に、雲の形成に不可欠な雲凝結核にまで分子クラスターを大きく成長させます。つまり、太陽活動が地球の雲量を調節し、地表に届く太陽エネルギーの量をコントロールしているということになります。この仮説は、実験、観測、理論面から支持を得ています。2017年には、宇宙放射線がどのようにして（大気中の）小クラスターの成長を加速させ、雲に影響を与えるほどの大きさまでにするのかを示す、パズルの最後のピースが見つかりました。その結果、太陽活動に始まり、宇宙放射線の変化、大気中の雲の割合の変化、そして最後に地球が受け取るエネルギーの変化という因果関係を示す一貫した理論が存在し、長期的には気候が変化し得ることが示されたのです。このことは人為的な気候変動とどのような関係があるのでしょうか。20世紀に太陽活動が活発になったのは、CO2の増加と同時期です。そのため、気温上昇の一部は太陽が担っていると考えられます。つまり、温室効果ガスによる気温上昇の割合はもっと小さかったはずですが、そのため、CO2に対する気候感度は、IPCCが危惧する「CO2濃度が2倍になれば、気温は2~4℃上がる」という値よりも低くなります。IPCCのいう2~4℃のうち、CO2の温室効果に直接起因するのは約1.3℃だけであることに注意する必要があります。残りの気温上昇は、想定される雲量の減少に由来する、ということになります。雲が気候システムの中で最も不確実な要素の1つであることは誰もが認める場所ですが、私たちの研究では、20世紀に観測された気温上昇の一部は、太陽による雲への影響だと考えています。そのため、CO2への気候感度は気候モデルが現在示しているものより小さい値になる可能性があります。CO2への気候感度が低いということは、将来予測される気候変動の規模がスケールダウンすることを意味します。

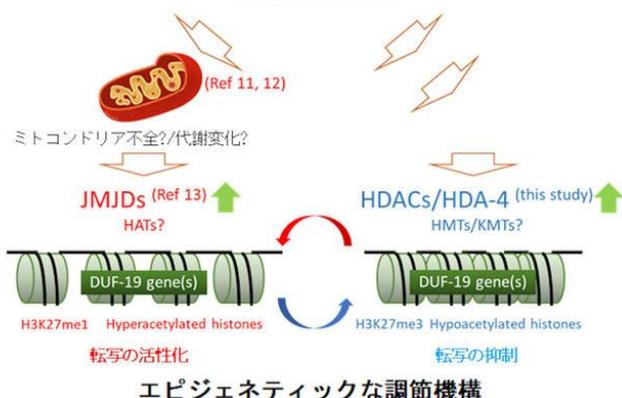
■ 誤って用いられている IPCC の報告書 皮肉なことに、このような結果になる可能性があるからこそ、この研究は執拗に攻撃されているのです。しかし、太陽が気候に与える影響を正確に知ることは、誰にとっても有益なはずですが、とはいえ、資金が集まらない研究が実施されることはありません。上述の太陽と気候の研究のための助成金を得ることは非常に困難でした。この件は IPCC の報告書に付随する「別の問題」を投げかけています。IPCC の報告書は本来、政治的な意思決定を導くためのものですが、気候科学に人為的なコンセンサスを押し付け、科学の善し悪しを判断するために誤って用いられているのです。気候変動に関する予測はいまや全世界を席卷しており、巨額の投資が行われると言われていています。であればなおさら、我々は気候変動の問題をより深く理解しなければならないはずですが。 **ヘンリック・スベンスマルク**

[https://news.biglobe.ne.jp/it/0903/mnn\\_210903\\_9765213599.html](https://news.biglobe.ne.jp/it/0903/mnn_210903_9765213599.html)

## 東北大、微小重力で身体作りが抑制されないよう調節する機構があることを発見

9月3日（金）21時48分 [マイナビニュース](#)

宇宙無重力環境



東北大学は9月2日、宇宙航空研究開発機構(JAXA)との共同研究により、宇宙で育てたモデル生物線虫において、微小重力環境に応じたエピジェネティックな変化を再現性よく発見し、身体作りが過剰に抑制されないように調節する機構が存在することを発見したと発表した。

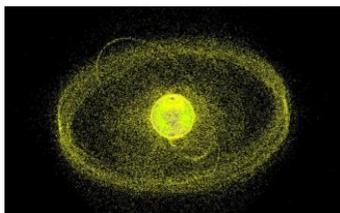
同成果は、東北大大学院 生命科学研究所の東谷篤志教授らの研究チームによるもの。詳細は、医学から工学まで

宇宙探査や宇宙環境での活動に関する幅広い研究を対象とした学術誌の「npj Microgravity」にオンライン掲載された。宇宙飛行士が国際宇宙ステーション(ISS)に長期間滞在をすると、骨や筋肉が萎縮してしまうことが知られており、それを防ぐための運動の時間や薬の投与などが進められるようになっている。また、近年は、こうした骨や筋肉の問題だけではなく、ミトコンドリア代謝への影響として、遺伝子発現が変化することなども報告されるようになってきた。しかし、染色体レベルでの「エピジェネティックな変化」との関連性については、まだ詳しくはわかっていないのが現状だという。日本において微小重力下での生物実験を行ってきた1人が東北大の東谷教授である。東谷教授が率いる研究チームが、モデル生物である線虫を用いて実施した宇宙実験から、宇宙飛行士と同様に線虫の筋やミトコンドリアの働きが、微小重力環境で成長した際に低下するということが報告されている。今回の宇宙実験では、野生型とエピジェネティックな修飾に関わるヒストン脱アセチル化酵素遺伝子「HDA-4」の欠損変異体を用いた比較実験を実施。それらの線虫を微小重力環境と、宇宙で人工的に地球と同じ重力(1G)の負荷をかけた環境のそれぞれにおいて、4世代に渡って継続的に培養。そして網羅的な遺伝子発現の変化と共に、エピゲノム変化についての調査が行われた。その結果、身体の成長を負に制御する新規「DUF-19」遺伝子群において、遺伝子発現量の変化と染色体ヒストンの修飾を介したエピジェネティックな変化が再現性よく連動することが判明。微小重力下では、HDA-4の働きによって身体作りが過剰に抑制されないように調節する、DUF-19遺伝子群のエピジェネティックな転写の抑制機構が存在することを明らかにしたとする。今後は、宇宙飛行士においても微小重力環境による類似のエピジェネティックな変化が生じるのか、また地上の寝たきりなどによる廃用性萎縮においても同様の変化が生じるのかなど、ヒトに対する力学的刺激や運動とその変化に関わる研究への展開などが期待されるとしている。

<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUC24C5Y0U1A820C2000000/?unlock=1>

## 量子技術で宇宙ごみ除去効率化 富士通が航路システム

【イブニングスcoop】 [量子技術](#) 2021年8月31日 18:00 [有料会員限定]



地球周辺の軌道にあるデブリなどの物体分布のイメージ

富士通は人工衛星を使った宇宙ごみ(デブリ)の除去に向けて、自社の疑似量子コンピューターを使い最適な航路を計算するシステムを構築した。英国宇宙局(UKSA)などと連携し、人手による航路計画と比べて燃料コストを約2割減らせることなどを実証した。デブリは通信などの運用に影響を及ぼす可能性があり対策が急務だ。富士通は事業化を目指すスタートアップと組むなどで早期の実用化を目指す。

デブリは宇宙空間に浮遊する使用済みの人工衛星やロケットの残骸。欧州宇宙機関(ESA)によると、10センチ以上のものが3万4000個、1センチから10センチまでのものが90万個あると推定されている。運用中の衛星や宇宙船などと衝突すれば、通信障害などの被害が生じかねない。デブリを効率よく除去する手法の確立に向け、国内外の企業が技術開発を進めている。

富士通はこのほど、UKSAやアマゾン・ウェブ・サービス(AWS)、英グラスゴー大学などとの共同プロジェクトに参加。専用の宇宙船が効率よく複数のデブリを回収し、大気圏に突入して焼却し除去するまでの最適な航路を自社の疑似量子コンピューター「デジタルアニーラ」を使って計算した。

航路計画は従来、エンジニアが経験に基づき、それぞれ異なる軌道で地球外を周回するデブリの動きを予測しながら手作業で割り出している。1回の運航で100個の候補のなかから4個のデブリを除去すると想定したところ、エンジニアの計画と比べて宇宙船の運航時間を25%、消費燃料を18%削減できることが分かったという。

富士通は今回の実証結果を基に各機関と連携して除去システムの構築を支援する。今回のプロジェクトに英国の現地法人が参加した宇宙スタートアップのアストロスケールホールディングス（東京・墨田）は、2024年までに衛星を使ったデブリ除去サービスの実用化を目指している。富士通はアストロスケールのような事業者との提携を模索しており、宇宙ビジネスで期待される新たな市場で需要の取り込みを狙う。

【関連記事】 ・ [宇宙ごみ除去、優位の米国追う中国 日本勢も健闘](#)

・ [宇宙ビジネス 100兆円の可能性 新興と大手連携加速](#)

・ [宇宙ごみ除去のアストロスケール、故障の衛星を撤去へ](#)

[https://news.biglobe.ne.jp/domestic/0905/mai\\_210905\\_0243860436.html](https://news.biglobe.ne.jp/domestic/0905/mai_210905_0243860436.html)

## 木造人工衛星の打ち上げ目指す 宇宙で木材どう変化？ 京大など実験



9月5日（日）8時0分 [毎日新聞](#)

打ち上げを目指している木造人工衛星のイメージ図。今回の宇宙空間での木材変化の実験データも活用する（京大・住友林業提供） [写真を拡大](#)

京大と住友林業は、宇宙空間で木材がどのように変化するかを探る実験に取り組む。2021年12月にも、補給船で国際宇宙ステーション（ISS）の船外実験装置に木材を持ち込み、宇宙放射線などに約半年間さらして影響を分析する。23年に打ち上げを目指す、世界初の木造人工衛星の設計に役立てる計画だ。宇宙では飛び交う放射線により、さまざまな物質で強度低下が起きる。また、ISSが周回する地上約400キロでは、太陽からの紫外線により酸素分子が分解されてできる「原子状酸素」が大気の主成分となるため、木材の場合は炭素が奪われて表面が削られると考えられている。実験は、堅さの異なる3種類の木材（ホオノキ、ヤマザクラ、ダケカンバ）を並べたパネルを用意。宇宙航空研究開発機構（JAXA）の協力を得て、ISSの日本実験棟「きぼう」の船外実験装置で宇宙空間に放置する。22年6月にも地上で回収し、劣化具合や劣化の詳しい仕組みなどを調べ、高性能な木材の開発につなげる。京大と住友林業が取り組む木造の人工衛星は、役目を終えて大気圏に再突入する際、完全に燃え尽きるため、「アルミナ粒子」と呼ばれる大気汚染の要因になり得る微小物質が発生しない利点がある。電磁波や地磁気は木を通り抜けるため、木造にすれば人工衛星の内部にアンテナや姿勢制御装置を設置でき、構造も簡素化できる。研究チームの村田功二・京大農学研究科准教授（木材工学）は「身近にある木材は宇宙とは無縁だと考えられがちだが、実は使える材料の可能性が高い。人類が宇宙に進出する際には、木材がお供できるように有益なデータを得たい」と期待する。【千葉紀和】

<https://www.newsweekjapan.jp/stories/technology/2021/09/7-88.php>

## 米航空当局、7月のヴァージン宇宙船帰還時の異常を調査 飛行を当面禁止

2021年9月3日（金）11時58分



米連邦航空局（FAA）は2日、7月に宇宙飛行を成功させた宇宙旅行のヴァージン・ギャラクティックに対し、飛行時の異常に関する最終調査報告書の承認あるいは関連する問題が公共の安全に影響しないとの判断が下されるまで、宇宙船「スペースシップ2」の飛行を禁止した。写真は2019年2月、カリフォルニア州モハベで撮影（2021年 ロイター/Gene Blevins）

米連邦航空局（FAA）は2日、7月に宇宙飛行を成功させた宇宙旅行のヴァージン・ギャラクティックに対し、飛行時の異常に関する最終調査報告書の承認あるいは関連する問題が公共の安全に影響しないとの判断が下されるまで、宇宙船「スペースシップ2」の飛行を禁止した。FAAは1日、ヴァージンが7月11日に実施したスペースシップ2の試験飛行について、降下時にコースをそれた問題を調査していると認めた。試験飛行にはヴァージンの創業者リチャード・ブランソン氏が搭乗した。FAAは2日の声明で、スペースシップ2がニューメキシコ州にある宇宙港に帰還する際、「航空管制の許可したコースからそれた」と指摘した。FAAの声明を受け、ヴァージン・ギャラクティックは「問題の原因に対処しており、将来の宇宙飛行ミッションで同じ問題をどのように防げるかについて結論をまとめている」とコメントした。ただ、7月のミッションで宇宙船がコースをそれたのは「コントロールされた意図的な飛行経路で、これにより成功裏に宇宙に到達し、安全に同社の宇宙港に着陸した」と説明した。搭乗員が危険な状況に陥ることは全くなかったとした。また、「この問題の徹底調査と時宜を得た解決を支えるためにFAAと緊密に連携している」と表明した。[ロイター]

<https://www.cnn.co.jp/fringe/35176146.html>

## ISS撤退を主張したロシア宇宙機関トップ、米との「離婚は不可能」と釈明

2021.09.03 Fri posted at 11:35 JST ロシア宇宙機関トップ、「NASAとの協力を維持」

（CNN）ロシアの宇宙機関「ロスコスモス」のドミトリー・ロゴジン総裁は、少なくとも国際宇宙ステーション（ISS）が退役するまでは、米航空宇宙局（NASA）との協力関係を維持する意向であることを明らかにした。同総裁は以前、拙速にもISSからロシアを撤退させると息巻いていた。

同総裁は、西側メディアとしては就任以来初となるCNNのインタビューに応じ、「これは家族であり、宇宙ステーションの中で離婚することは不可能だ」と述べた。

ただ今年6月の段階で、同総裁はロシアの宇宙部門に対する米国の制裁が解除されない限り、ISSから撤退すると迫ったことが大きなニュースとなり、「離婚」はあり得ない事態ではないと受け取られていた。

国営タス通信によると、同総裁は6月、「我々是一緒に働いていき、ただちに制裁が解除されるか、一緒に働かないかのどちらかだ」と述べ、ロシアが独自の宇宙ステーションを展開すると述べていた。



ロシアの実験棟「ナウカ」が国際宇宙ステーション（ISS）にドッキングする様子＝7月29日/Oleg Novitsky/Roscosmos Space Agency Press Service/AP

だが今回、同総裁は下院議会で言及した一連の脅しを否定するような見解を表明。

CNNに対してロシア語で、「通訳の問題があったと思う。私がそう言ったことはほとんどあり得ない」と述べた。さらに「ISSを供するまさに同じ機関に対して米政府が制裁を科している時に、我々はどうかしたら友情を、米国のパートナーと我々の友好関係を継続できるかについて話している、というだけだ」と説明した。

<https://www.cnn.co.jp/fringe/35176161.html>

## NASA 探査車、火星の岩石掘削に成功 試料採集の成否は確認中

2021.09.03 Fri posted at 12:12 JST



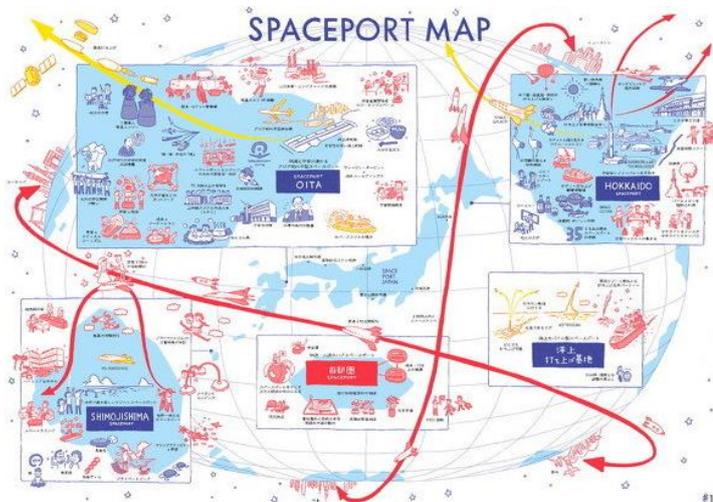
2 回目の試料収集を行った際のドリルの穴がみられる/NASA/JPL-Caltech  
試料が入ったパーサビアランスの試験管/NASA/JPL-Caltech/ASU/MSSS

(CNN) 米航空宇宙局 (NASA) の火星探査車「パーサビアランス」が2日、火星の岩石を掘削することに成功した。採集した試料はいずれ地球に持ち帰る予定だが、NASAは試験管を密封して探査車に格納する前に、試料が試験管に間違いなく入っていることを確認したい意向。

これまでに届いたデータや画像から判断すると、パーサビアランスが岩石を掘削して採集した試料は試験管の中に入っていると思われる。パーサビアランスは最初の画像を撮影すると、ドリルビットと試験管を1秒間ずつ5回振動させ、試験管の外側に残った物質を除去した。しかし次に撮影された写真は、太陽光の条件が悪かったために、結論が出せなかった。このためパーサビアランスが試料採集の次の段階に移る前に、良好な条件の下で再度の撮影を予定している。パーサビアランスは8月5日にも別の岩石の掘削を試みたが、この時は岩石が崩れ、格納した試験管の中に試料は入っていなかった。探査車は現在、何十億年も前に湖があったジェゼロクレーターのシタデラ区域で探査を行っている。掘削したのは「ロchette」と呼ばれるブリーフケースほどの大きさの岩石だった。4日までには試料管の内部を撮影した画像が届く見通し。それでも試料が中に入っているかどうか確認できない場合、試験管を密封して体積を測定する。火星の試料採集に成功すれば、今後のミッションで地球に持ち帰る予定で、微小生命体が火星に存在していたかどうか解明できる可能性もある。

[https://news.biglobe.ne.jp/it/0903/imn\\_210903\\_3338668993.html](https://news.biglobe.ne.jp/it/0903/imn_210903_3338668993.html)

もし日本に“宇宙船の港”ができれば—各地域の宇宙開発の構想を地図状イラストで紹介  
9月3日(金) 8時5分 [ITmedia NEWS](#)



SPACEPORT MAP の日本地図版 [写真を拡大](#)

もし日本に宇宙船の港“宇宙港”が開港したらどんな宇宙ビジネスが発展するか—各地域で進む宇宙開発を基に今後の都市構想を紹介した地図状のイラスト「SPACEPORT MAP」を、宇宙港の開港を目指す団体スペースポートジャパンが9月2日に公開した。イラストから宇宙事業を進める企業や自治体の公式サイトに移動できる。

主に首都圏や北海道、大分県、沖縄県下地島、日本の海洋上での取り組みについて記載している。アジア初の宇宙港を目指す大分空港周辺では、洋上滑走路から人工衛星の打ち上げを行ったり、ロケットを整備したりする様子が分かる。ANAの宇宙事業化プロジェクトも打ち上げ、宇宙産業関係者向けのワークスペースや観光産業などが盛り上がる場面を描いた。北海道では「宇宙版シリコンバレーを目指す」大樹町の取り組みや、堀江貴文氏が立ち上げた宇宙ベンチャーのインターステラテクノロジズ（北海道大樹町）を紹介。他にロケット打ち上げ見学者が多いことなどを取り上げた。世界地図版のイラストも合わせて公開しており、各国のアイデアや構想を紹介している。米宇宙旅行会社 Virgin Galactic などが研究拠点に使っているモハーヴェ空港やスペースポート・アメリカ、英国のコーンウォール空港、宇宙港建設を検討しているオーストラリアやポルトガルなどを取り上げている。スペースポートジャパンは日本での宇宙港の開港と宇宙産業の振興を目指して2018年に設立された一般社団法人。正会員の企業はANAホールディングスや関西電力、三井不動産、三菱商事など。

関連記事（外部サイト）

<https://sorabatake.jp/22528/>

2021/9/1

## <速報>2022年度の予算概算要求、衛星コンステと火星衛星探査計画 MMX が大幅増

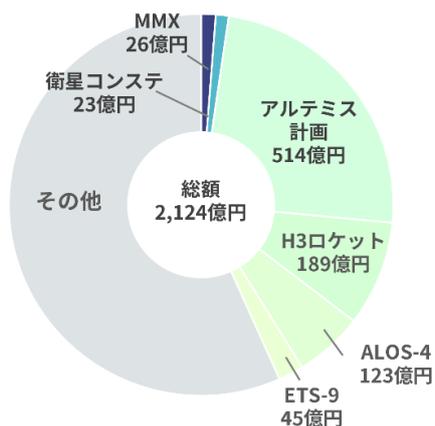
【週刊宇宙ビジネスニュース 2021/8/30～9/5】

8月30日、文部科学省は2022年度の国の予算案の概算要求を発表しました。宇宙関連予算は補正予算を含む2021年度予算の1.6%増にあたる2,160億円が提示されました。

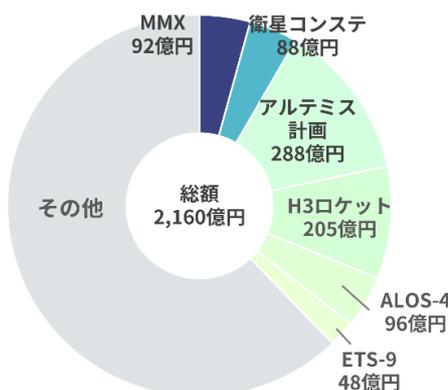
### 文部科学省 宇宙関連予算の内訳



補正予算を含む2021年度の予算内訳



2022年度の予算概算要求の内訳



参考：  
 令和3年度 文部科学省宇宙関係予算案について  
[https://www.mext.go.jp/kaisiryu/content/20210209-mxt\\_uchukai01-000012703\\_8.pdf](https://www.mext.go.jp/kaisiryu/content/20210209-mxt_uchukai01-000012703_8.pdf)  
 令和4年度 科学技術概算要求ポイント  
[https://www.mext.go.jp/content/20210827-mxt\\_kouhou02-000010167\\_10.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20210827-mxt_kouhou02-000010167_10.pdf)

2021年度予算（補正予算を含む）と2022年度予算概算要求の内訳 Credit：さくらインターネット

注目は、約88億円が提示された「衛星コンステレーション関連技術開発」です。

小型衛星については、開発期間の短縮や低コスト化につながる衛星の開発や製造方式の刷新を目的として、JAXAと民間企業、研究期間が結集して取り組む「小型技術刷新衛星研究開発プログラム」が進められていました。文部科学省 研究開発局 宇宙開発利用課の担当者によると、「衛星コンステレーション関連技術開発」は、運用や姿勢制御、衛星バスなど、よりコンステレーションに特化した内容になっています。

また、経済産業省は「超小型衛星コンステレーション技術開発実証事業」を行っており、アクセルスペースとSynspectiveなどの衛星事業者を採択したと発表しました。

# 宇宙・航空分野の研究開発に関する取組

令和4年度要求・要望額 2,160億円  
 (前年度予算額 1,576億円)  
 ※運営費交付金中の推計額含む



宇宙関係予算総額2,125億円 (1,544億円)

文部科学省

宇宙基本計画等を踏まえ、「宇宙安全保障の確保」、「災害対策・国土強靱化や地球規模課題の解決への貢献」、「宇宙科学・探査による新たな知の創造」、「宇宙を推進力とする経済成長とイノベーションの実現」、「産業・科学技術基盤等の強化」及び「次世代航空科学技術の研究開発」を推進。経済財政運営と改革の基本方針2021において、宇宙分野は我が国の成長を生み出す原動力(グリーン、デジタル等)を支える基盤づくりのための重要分野として位置付けられているところ、その強化に取組み、必要な研究開発を推進。

◆宇宙安全保障の確保／災害対策・国土強靱化や地球規模課題の解決への貢献 23,190百万円 (20,101百万円)

- 先進レーダ衛星 (ALOS-4) 9,607百万円 (5,253百万円)  
 超広域(観測幅200km)の被災状況の迅速な把握や、地震・火山による地殻変動等の精密な検出のため、先進レーダ衛星を開発。
- 温室効果ガス・水循環観測技術衛星 1,817百万円 (1,000百万円)  
 温室効果ガス観測センサと、**しずく搭載の海面水温・降水量等の観測センサを高度化したマイクロ波放射計(AMSR3)等を搭載した衛星を環境省と共同開発。**
- 宇宙状況把握(SSA)システム 953百万円 (3,664百万円)  
 スペースデブリ等に対応するため、防衛省等と連携して、**SSAシステムを構築・運用。**



◆イノベーションの実現／産業・科学技術基盤等の強化 71,881百万円 (39,428百万円)

- H3ロケットの開発・高度化 20,480百万円 (4,232百万円)  
 運用コストの半減や打上げニーズへの柔軟な対応により、**国際競争力を強化し、自立的な衛星打上げ能力を確保。**
- 技術試験衛星9号機 4,835百万円 (1,506百万円)  
 次世代静止通信衛星における産業競争力強化に向け、**オール電化・大電力の静止衛星バス技術、通信サービスを柔軟に機能変更できるフルデジタル化技術を開発・実証。**
- 将来宇宙輸送システムロードマップ実現に向けた研究開発 4,024百万円 (1,437百万円)  
 抜本的な低コスト化を目指す将来宇宙輸送の実現に向けて、**民間との共創体制を構築。**
- 衛星コンステレーション関連技術開発 8,750百万円 (2,289百万円)  
 挑戦的な衛星技術を積極的に取り込み、衛星開発・製造方式の刷新を図るため、**小型・超小型衛星による技術の短期サイクルでの開発・実証等**を実施。



◆宇宙科学・探査による新たな知の創造 70,883百万円 (54,179百万円)

【国際宇宙探査(アルテミス計画)に向けた研究開発等】

38,088百万円 (29,164百万円)

- 新型宇宙ステーション補給機(HTV-X) 16,977百万円 (16,683百万円)  
 様々なミッションに応用可能な基盤技術の獲得など**将来への波及性を持たせた新型宇宙ステーション補給機を開発。**
- 月周回有人拠点 4,200百万円 (4,200百万円)  
 月周回有人拠点「ゲートウェイ」に対し、**我が国として優位性や波及効果が大きく見込まれる技術(有人滞在技術等)を提供。**
- 小型月着陸実証機(SLIM) 2,177百万円 (1,901百万円)  
 将来の月・惑星探査に向け、**高精度月面着陸の技術実証**を実施。
- 火星衛星探査計画(MMX) 9,238百万円 (2,600百万円)  
 火星衛星の由来や、原始太陽系の形成過程の解明に貢献するため、**火星衛星のリモート観測と火星衛星からのサンプルリターン**を実施。
- 有人と圧ローバ開発研究等の国際宇宙探査に向けた開発研究 2,000百万円 (717百万円)  
**有人と圧ローバ等、国際宇宙探査に向けて重要な技術の研究開発**を実施。
- X線分光撮像衛星(XRISM) 11,623百万円 (4,037百万円)  
 銀河団高温ガスを高い分解能でX線分光観測する日米欧の国際協カミッションを実施。
- はやぶさ2拡張ミッション 513百万円 (360百万円)  
 令和2年12月のカプセル分離後、**はやぶさ2の残存燃料を最大限活用し、新たな小惑星への到達**を目標とした惑星間飛行運用を継続。



◆次世代航空科学技術の研究開発 4,015百万円 (3,665百万円)

航空機産業における世界シェア20%を産学官の連携により目指す。**脱炭素社会を早期実現する超低燃費航空機技術と航空機電動化技術、新たな市場を開拓する超音速旅客機**に関する研究開発等を実施。



2022年度 宇宙関連予算概算要求 Credit : 文部科学省

[ニュース宇宙編集部](#) [アクセルスペースと Synspective](#) が経済産業省の実証事業に採択。共同で衛星コンステの構築【週刊宇宙ビジネスニュース 2021/8/23~8/29】

経済産業省の実証事業は実用化に近いフェーズのものを対象にしていますが、文部科学省の「衛星コンステレーション関連技術開発」では、要素技術の開発が中心になる想定だということです。

さらに、火星の衛星「フォボス」からのサンプルリターンを目指す JAXA の火星衛星探査計画 MMX の要求額は、2021年度の約 3.5 倍にあたる約 92 億円にのぼりました。



MMX 探査機のフォボス着陸時のイメージ Credit : JAXA

MMX は 2021 年度の概算要求は 46 億円だったのに対し、割り当てられたのは 26 億円。計画の実現を懸念する声が上がっていました。ところが、今年 6 月に開催された第 24 回宇宙開発戦略本部では、菅総理大臣が宇宙基本計画工程表の重点項目としてあげ、2024 年度に確実に打ち上げる方針が発表されました。小惑星探査機「はやぶさ」と「はやぶさ 2」に続く、サンプルリターンミッションとして期待が高まっています。

各省庁の概算要求は、財務省による編成作業や閣議決定、国会審査を経て成立します。概算要求額から実際に割り当てられる予算が大きく変わることや年度途中で補正予算が割り当てられるケースがあります。実際に、2021 年度は 2020 年度三次補正予算が割り当てられ、アルテミス計画や H3 ロケットの開発などに総額 580 億円の補正予算がつけました。最終的な予算額がどうなるのか引き続き注目していく必要があります。

## GITAI Japan の宇宙用汎用作業ロボットアームが SpaceX のロケットで ISS に到着、

10 月に汎用作業遂行技術実証を開始予定

2021 年 9 月 02 日 by [tetsuokanai](#)

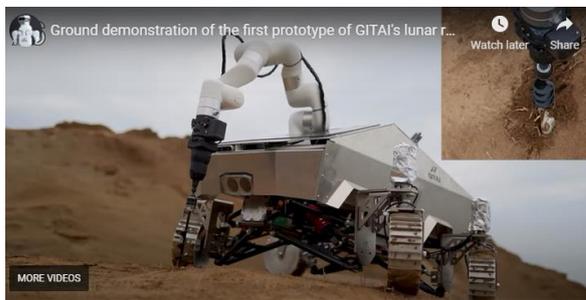


[GITAI Japan](#) は 8 月 31 日、宇宙用汎用作業ロボット GITAI (ギタイ) を載せた SpaceX ロケットの打ち上げが成功し、国際宇宙ステーション (ISS) に到着したことを発表した。このロボットは、2021 年 10 月頃から ISS で汎用作業遂行技術実証を開始する予定。

アメリカ現地時間 8 月 29 日、SpaceX の Falcon 9 ロケットによって打ち上げられた Dragon 宇宙船の 23 回目の商用フライト (CRS-23 ミッション) にて、GITAI Japan の宇宙用ロボットアーム「S1」が ISS に送り込まれた。この実証実験は、民間宇宙利用を促進するアメリカの宇宙サービス企業 Nanoracks (ナノラックス) と共同で、同社が ISS に設置した商用エアロックモジュール「ビショップ」内にて実施される。



このモジュールにロボットアーム「S1」を設置し、スイッチやケーブルの操作といった船内作業と、宇宙用パネル組み立てといった宇宙組み立て作業を行う。作業は、自律制御と、ヒューストンの Nanoracks 管制室からの遠隔操作との両方が試される (動画は、GITAI 社内で撮影した、S1 による宇宙組み立て作業模擬タスクの実施状況)。GITAI Japan は、「宇宙に安価で安全な作業手段を提供する」ことを目指す宇宙ロボットスタートアップ。2016 年 7 月に設立し、宇宙ステーションの船外作業、衛星の寿命延長や宇宙デブリの除去といった軌道上サービスのためのドッキング・寿命延長・修理・メンテナンス作業、月面探査および基地開発作業を行うロボットの開発を行っている。現在は、今回の実証実験に使用される S1、宇宙船の内外や月面基地開発などに使用する汎用作業ロボット「G1」、宇宙のロボットを地上から操作するためのロボット操縦システム「H1」の開発に加えて、新たに月面作業用ロボットローバーの開発にも着手した。「2040 年には世界的な宇宙ロケット開発企業と対等なパートナーとして、月や火星に都市を建設したり宇宙コロニーを建設する安価で安全な労働力を提供しています」と GITAI Japan は将来を語っている。ロケット開発企業は輸送手段を提供し輸送コストを下げるのに対し、GITAI Japan は「作業手段」を提供し、作業コストを下げるとのことだ。



<https://sorae.info/space/20210902-rotating-detonation-engine.html>

## JAXA・名大など開発の「デトネーションエンジン」宇宙空間での実証実験に成功

2021-09-02 [松村武宏](#)



【▲ S-520-31 号機で打ち上げられた回転デトネーションエンジン（推力約 500N）が、世界で初めて宇宙空間で稼働する瞬間を捉えた画像（Credit: Nagoya University, JAXA）】

【▲ S-520-31 号機に搭載されたデトネーションエンジンシステム。右端に見えているのが回転デトネーションエンジンのノズル部（Credit: 名古屋大学）】

宇宙航空研究開発機構（JAXA）は 2021 年 7 月 27 日、鹿児島県の内之浦宇宙空間観測所において観測ロケット「S-520-31 号機」の打ち上げを行いました。同日朝 5 時 30 分に打ち上げられた S-520-31 号機は約 4 分後に最高高度 235km へ到達し、打ち上げから約 8 分後に内之浦の南東海上へ着水しています。

今回打ち上げられた S-520-31 号機は「深宇宙探査用デトネーションエンジンシステム」の実証実験を目的としていました（デトネーションエンジンについては後述）。8 月 19 日、JAXA は S-520-31 号機に搭載されていた「回転デトネーションエンジン」（RDE：Rotating Detonation Engine）が稼働する様子を撮影した冒頭の写真を公開しました。S-520-31 号機には、回転デトネーションエンジンおよび「パルスデトネーションエンジン」（PDE：Pulse Detonation Engine）という 2 つのデトネーションエンジンから構成される「デトネーションエンジンシステム」が搭載されていました。打ち上げ後に第 1 段から分離されたデトネーションエンジンシステムは、宇宙空間において回転デトネーションエンジンを 6 秒間、パルスデトネーションエンジンを 2 秒間×3 回、いずれも正常に作動させることに成功しています。

発表によると、宇宙空間におけるデトネーションエンジンの実証実験成功は世界初とされています。取得されたデータの一部は地上に伝送されましたが、冒頭の画像を含む大容量データは、大気圏再突入時の減速と海上での浮揚を可能とする展開型エアロシェルを備えた小型回収機「RATS」(※) を使って海上で回収されています。

※...Reentry and Recovery module with inflatable Aeroshell Technology for Sounding rocket experiment の略

### ■デトネーションエンジンとは

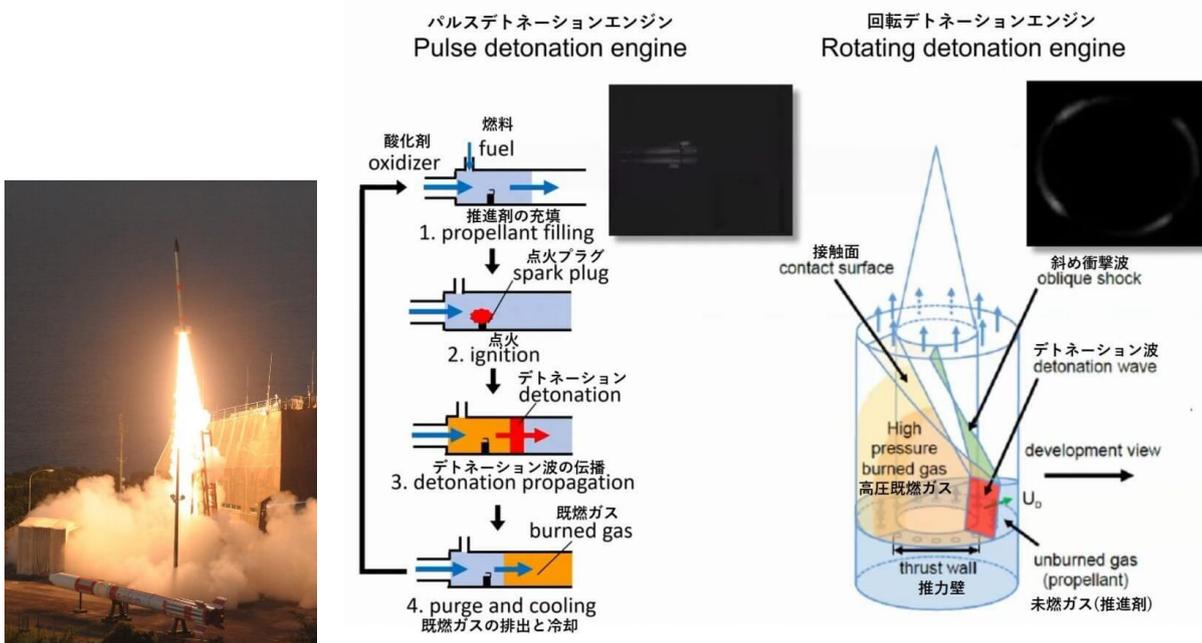
デトネーション（detonation）は日本語で爆轟（ばくごう）と言い、火炎の伝播速度が音速を超える爆発的な燃焼現象です。衝撃波と燃焼領域の相互作用によって維持されるデトネーションの伝播速度は秒速 2～3km にも達するといえます。デトネーションエンジンはこの現象を応用して推進剤（燃料と酸化剤）を燃焼させるロケットエンジンで、従来のロケットエンジンと比べて構造が単純であり、理論上の熱効率が低いというメリットがあります。実用化されればエンジンの小型・軽量化や高性能化につながることから、各国でデトネーションエンジン

の研究が進められています。S-520-31号機に搭載されていたデトネーションエンジンシステムは、名古屋大学未来材料・システム研究所、名古屋大学大学院工学研究科、慶應義塾大学、室蘭工業大学の研究グループと JAXA 宇宙科学研究所が共同で開発したものでした。デトネーションエンジンシステムに組み込まれていたパルスデトネーションエンジンと回転デトネーションエンジンの仕組みは、次の通りです。

パルスデトネーションエンジンの燃焼器は片側が閉じた筒状の構造をしていて、内部に満たされた推進剤に点火するとデトネーション波が生じて伝播し、推進剤が高速で燃焼されます。燃焼後のガスは不燃性のガスなどを用いて燃焼器から排出し、新たに充填した推進剤に再び点火することを繰り返します。デトネーション波を間欠的に生じさせることから「パルス」デトネーションエンジンと呼ばれています。

いっぽう、回転デトネーションエンジンの燃焼器は片側が閉じた二重の円筒構造をしています。デトネーション波は外側と内側の筒の間をぐるぐると回転するように連続的に伝播し、推進剤の燃焼によって生じたガスは円筒の軸方向に噴出していきます。パルスデトネーションエンジンとは違ってデトネーション波は一度発生させれば良く、推力を連続的に得られるのが回転デトネーションエンジンの特徴です。

今回のデトネーションエンジンシステムによる実証実験成功について、名古屋大学未来材料・システム研究所は、既存のロケットエンジンが軽量・高性能化するデトネーションエンジンによって航空宇宙機のエンジンやシステムに変革がもたらされるきっかけとなるものであり、ロケットに搭載されるエンジンや深宇宙探査機のキックモーター（軌道投入用の推進装置）としてのデトネーションエンジン実用化に大きく近づくことになったとしています。ロケットや宇宙機のエンジンが小型軽量化・高性能化されれば、より多くの観測機器やペイロード（搭載物）を搭載したり、今までは到達するのが難しかった天体を目指したりすることが可能になります。デトネーションエンジンは、宇宙における人類の活動を拡大していく上で欠かせないシステムになるかもしれません。



【▲ 打ち上げられた S-520-31 号機 (Credit: JAXA)】

【▲ パルスデトネーションエンジン (左) と回転デトネーションエンジン (右) の仕組み。2021 年 3 月に実施された JAXA 相模原キャンパスのオンライン特別公開で配信された「観測ロケット S 520 31 号機の紹介 【オンライン特別公開 #3】」より (Credit: JAXA、日本語表記の追加など一部改変)】

関連 : [JAXA、観測ロケット「S-310-45 号機」の打ち上げ実験を成功](#) Image Credit: JAXA

Source: [JAXA/ISAS / 名古屋大学未来材料・システム研究所 / JAXA 相模原キャンパス YouTube チャンネル](#)  
文/松村武宏

# 宇宙望遠鏡「ジェームズ・ウェッブ」地上での試験が完了！ 打ち上げに向け輸送準備

備始まる

2021-08-31

[松村武宏](#)



【▲ 宇宙望遠鏡「ジェームズ・ウェッブ」を描いた想像図 (Credit: Adriana Manrique Gutierrez, NASA Animator)】

【▲ ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡の打ち上げを描いた想像図 (Credit: ESA – D. Ducros)】

アメリカ航空宇宙局 (NASA) と欧州宇宙機関 (ESA) は、NASA・ESA・カナダ宇宙庁 (CSA) の新型宇宙望遠鏡「ジェームズ・ウェッブ (James Webb)」が地上での試験をすべて完了し、打ち上げが行われる南米のギアナ宇宙センターへの輸送準備が始まったことを発表しました。当初は 2007 年に予定されていたジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡の打ち上げが、いよいよ間近に迫ってきました。

■赤外線を捉えるジェームズ・ウェッブは初期宇宙の謎に迫る

ジェームズ・ウェッブは六角形の鏡を 18 枚組み合わせた直径 6.5m の主鏡を持ち、赤外線の波長で天体を観測する宇宙望遠鏡です。今年で打ち上げから 31 周年を迎えた「ハッブル」宇宙望遠鏡 (主鏡の直径 2.4m) は地球を周回していますが、ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡は地球と太陽の重力が釣り合うラグランジュ点のひとつ「L2」(地球からの距離は約 150 万 km) まで移動して観測を行います。

地上試験は製造を担当したノースロップ・グラマンのカリフォルニア州にある施設で行われてきましたが、打ち上げには欧州の「アリアン 5」ロケットが用いられるため、ジェームズ・ウェッブはフランス領ギアナのクールーにあるギアナ宇宙センターに向けて船で輸送されることとなります。打ち上げは 2021 年 11 月~12 月の予定で、機器の冷却や較正などを終えて観測が始まるのは打ち上げからおおよそ 6 か月後とされています。

赤外線を利用するジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡の重要な役割の一つが、遠方宇宙の観測です。遠くの宇宙を観測することは、初期の宇宙を観測することでもあります。地球上では一瞬で届くように感じる光 (電磁波) も、実際には秒速おおよそ 30 万 km という限られた速度で進みます。天文学で用いられる「光年」という単位は、光が 1 年間に進む距離をもとに定められています。そのため、100 億光年先の銀河から届いた光は、今から 100 億年前にその銀河から放たれた光ということになるわけです。

ただ、この宇宙は膨張しているため、宇宙空間を進む光の波長は距離が長くなるほど伸びていきます。人の目に見える可視光線であれば、遥か彼方にある銀河から地球に届くまでのあいだに波長が伸びて、赤外線になってしまいます。ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡は遠方宇宙から届いた赤外線を捉えることで、初期宇宙で誕生した宇宙最初の世代の星 (初期星、ファーストスター) や最初の世代の銀河を観測し、宇宙の起源に迫ることが期待されています。

関連：[NASA の次世代ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡、初期宇宙の謎に挑む！](#)

■畳んだ状態でロケットに搭載し、打ち上げ後に各部を展開

▲ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡各部の展開手順を示した動画 (英語) ▲

赤外線は天体だけでなく熱を持つ物体からも放射されます。宇宙望遠鏡自体も例外ではなく、主鏡や副鏡、観測装置、機体の温度をできるだけ低く保っておかないと、自身が放射した赤外線が観測の妨げになってしまいます。そのため、ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡は、鏡や機体を温める太陽光を遮断するために展開式のサンシールド (日除け) を装備しています。サンシールドは展開すると約 21m×14m という巨大なものですが、直径 6.5m

の主鏡も含めて、そのままではアリアン5 ロケットの直径 5m のフェアリング（ロケットの先端にある人工衛星や探査機などを搭載する部分）に収まりません。そこで、ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡では主鏡・副鏡・サンシールド・太陽電池パネルをすべて畳んだ状態で打ち上げ、宇宙空間で展開する方法が採用されています。2014 年に公開されたこちらの動画では、ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡が打ち上げられてから太陽と地球の L2 に到達するまでの 1 か月間、各部の展開や軌道修正がどのような手順で行われるのかが示されています。巨大なサンシールドの展開手順は特に複雑ですが、地上試験では予定通りに展開されています。



【▲ すべての地上試験を終え、打ち上げのために各部が畳まれたジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡（Credit: NASA/Chris Gunn）】

関連：[次世代宇宙望遠鏡「ジェームズ・ウェッブ」の複雑な展開手順](#)

冒頭でも触れたように、ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡の打ち上げは 2007 年が予定されていましたが、これまでに何度も延期を繰り返しており、直近では新型コロナウイルス感染症の影響を受けて 2021 年 3 月から 10 月末に延期されていました。

関連：[次世代宇宙望遠鏡「ジェームズ・ウェッブ」来年 10 月 31 日に打ち上げへ](#)

初期宇宙の銀河や初代星だけでなく、太陽系内の惑星・衛星や太陽系外惑星の観測などでも活躍が大いに期待されているジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡。打ち上げが成功し、無事に観測が始まることを願うばかりです。

関連：[ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡はなぜ「銀河風」を観測するのか？](#)

Image Credit: NASA Source: [NASA](#) / [ESA](#) 文／松村武宏

<https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/news/21/090200432/>

## 太陽系に未知の惑星、99.6%存在、天の川の方向

第 9 惑星は思ったより近かった？ 「1~2 年で見つかる」と論文の著者 2021.09.05



一部の天文学者たちは、太陽系外縁のどこかに、地球のおよそ 6 倍の質量をもつ惑星が潜んでいると考えている。（CALTECH/R. HURT (IPAC)）[画像のクリックで拡大表示]

太陽系にまつわる謎のなかでも特に興味深いのは、海王星の外側に巨大な氷の惑星が本当にあるのかどうか、という問題だ。もし実在すれば太陽系第 9 の惑星となることから、仮に「プラネット・ナイン」と呼ばれているが、この仮説は、提唱された当時から賛否両論を巻き起こしてきた。一部の小さな天体が描く奇妙な軌道から推定されたものだからだ。そんななか、米カリフォルニア工科大学の天文学者であるマイク・ブラウン氏とコンスタンティン・バティギン氏は、もしプラネット・ナインが実在するとすれば、これまで考えられていたよりも地球に近く、より明るく、見つけやすいだろうという分析結果を発表した。両氏による論文は、学術誌

「Astronomical Journal」に8月22日に受理され、近く掲載される予定だという。

論文によると、これまでプラネット・ナインは太陽の周囲を1万8500年の周期で公転していると考えられてきたが、新たな計算ではその期間が7400年に短縮された。また、質量は地球の約6倍である可能性が高い。地球よりは大きな岩石惑星か、あるいは海王星よりは小さなガス惑星かということになるだろう。

「あと1~2年でプラネット・ナインは見つかると思います」と、ブラウン氏は自信を見せる。ただし、「ここ5年ほど、毎年同じ予測を立てていますけどね。私は超楽観的な性格なので」と付け加えた。ブラウン氏とバティギン氏はプラネット・ナインが潜んでいそうな空の一角を示した「宝の地図」も作成した。その地図を横切るように、天の川が流れている。プラネット・ナインは、多くの星が密集し明るい光を放つ天の川に隠れていたために、これまで見つけれなかったのだろうか。(参考記事:[「第9惑星の存在示す?準惑星を太陽系外縁で発見」](#))

「これで、どこを探すべきか、どこを探さなくても良いかがわかります。私たちの方で何か間違えていない限り、大丈夫でしょう」と、ブラウン氏は言う。

### 姿の見えない遠い星

ブラウン氏らがプラネット・ナインは存在すると考える理由は、それが海王星の外側にあるカイパーベルトの天体の一部に影響を与えているように見えるためだ。カイパーベルトに集まる小さな天体のなかには、太陽に最も接近したときの距離は太陽・地球間の約50倍以内なのに、最も離れたときはその3倍以上になるなど、極端な軌道を持つものがある。

2016年、バティギン氏とブラウン氏は、そのうち6個の天体について詳しく調べていた。それらの天体の楕円形で傾いた軌道は、科学者たちを長年困惑させてきたが、このときブラウン氏らのチームは、質量が地球の約10倍ほどの惑星が、重力によって天体の軌道に影響を与えているに違いないと結論付けた。惑星の質量は、地球よりは大きく、海王星よりは小さいと推定された。(参考記事:[「太陽系に第9惑星の証拠見つかる」](#))

### 次ページ: [プラネット・ナインの見つけ方は](#)

ブラウン氏とバティギン氏は今回、2016年に発表した論文以降の議論にこたえるべく、プラネット・ナインの大きさと軌道を計算し直した。その際、前回とは少し異なる天体に目を付けた。5年前に調べた6個の天体のうち一部は残したが、新たにいくつか別の天体を加え、最終的に11個のカイパーベルト天体を分析対象とした。

その結果、これらの天体の奇妙な軌道は99.6%の確率で、未知の天体の影響を受けているという結論に達した。

米アリゾナ大学のレヌ・マルホトラ氏は、この数字に感心しつつも、逆に言えば250分の1の確率で偶然そうなった可能性もあるということだと指摘する。2016年のブラウン氏らによる予測では、その確率は1万分の1だった。マルホトラ氏は、プラネット・ナインの存在を否定も肯定もすることなく、独自にその位置を調べている。11個の天体の軌道を形作っているものが何であれ、バティギン氏は他にも多くのシミュレーションを実行し、その特徴や、特に位置と質量についての予測を出した。プラネット・ナインの軌道があるであろう方向を指し示す「宝の地図」は、そうやって作成された。ただし、地図のどこに惑星が潜んでいるかはまだ一切わかっていない。新しく計算された質量は、地球の5~6倍と、過去の予測より小さくなった。同時に軌道も過去の予測より小さくなり、地球に近くなったため、プラネット・ナインはこれまで考えられていたよりも明るく夜空に輝いているはずだ。ただしブラウン氏によれば、惑星が何でできているかによって明るさは変わってくるという。

ギャラリー: [太陽系の謎に挑む小天体探査](#) 写真16点 (写真クリックでギャラリーページへ)

2015年、数千年ぶりに太陽に接近したC/2014 Q2 ラブジョイ彗星(2枚の画像を組み合わせた)。太陽系を取り巻いていると考えられる領域「オールの雲」から飛来したとみられる。太陽系外縁の領域では4000個ほどの彗星が確認されているが、実際には何十億個もあると推定されている。(VELIMIR POPOV AND EMIL IVANOV AT THE IRIDA OBSERVATORY) [\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

ギャラリー: [太陽系の謎に挑む小天体探査](#) 写真16点 (写真クリックでギャラリーページへ)



## プラネット・ナインの見つけ方は

もしプラネット・ナインが実在するならば、現在それは地球から最も離れた軌道にあるのではないかと、ブラウン氏とバティギン氏は考えている。あまりに遠すぎて姿がかすんでしまい、さらに他の星々に紛れて見えなくなっているのだろうと。現在ブラウン氏らは、ハワイ島のマウナケア山にある、すばる望遠鏡を使ってプラネット・ナインを見つけようとしているが、地球上に存在する最も鮮明な望遠鏡であっても、それは容易な仕事ではない。ブラウン氏らが計算ではじき出した明るさと軌道であれば、プラネット・ナインは天の川に集まる他の明るい星たちに交じって見えにくくなっている可能性が高い。「隠れているとしたら、天の川のなかだとしか考えられません。こんなに明るく、こんなに近くにあつて、こんなに目立つ天体なのですから。でも、もうすぐ見つかると思いますよ」と、米エール大学の天文学者グレッグ・ラフリン氏は話す。

頼みとするのはすばる望遠鏡だけではない。太陽系外惑星を探している NASA の「トランジット系外惑星探索衛星 (TESS)」もまた、プラネット・ナインの軌道があると思われる領域を観測したときに、その姿をとらえるかもしれない。(参考記事: [【解説】NASAの新衛星 TESS、宇宙で何を?】](#))

2019年に天文学者たちは、TESSの観測データをうまく処理すれば、太陽系外縁の天体を拾い出せるかもしれないと提案した。現在、ラフリン氏とエール大学のマレナ・ライス氏がこの作業に取り組んでいる。

だが、多くの天文学者が最も期待を寄せているのは、チリの山頂に現在建設中のベラ・ルービン天文台だ。およそ満月40個分という驚異的に広い視野を持つ口径8.4メートルの「大型シノプティック・サーベイ望遠鏡 (LSST)」は、設置場所から見渡せる限りの夜空を、数日ごとに撮影できるという。2023年から本格的な運用が開始されれば、天文学者たちは数百万もの天体の動きを追えるようになるはずだ。そのなかには、宇宙ゴミ、隕石、彗星、スパイ衛星、恒星、そしてプラネット・ナインが含まれているかもしれない。

技術者たちが点検しているのは、ベラ・C・ルービン天文台のデジタルカメラに搭載される直径64センチのセンサーアレイ。天文観測では史上最大の3.2ギガピクセル(32億画素)を誇る。米国の資金でチリに建設中のこの天文台は、2023年に運用を開始する予定。小天体をおよそ500万個発見できると期待されている。(JACQUELINE ORRELL, SLAC NATIONAL ACCELERATOR LABORATORY) [\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

文=NADIA DRAKE/訳=ルーバー荒井ハンナ

<https://sorae.info/astromy/20210903-hycean.html>

## 大気と海があり生命存在の可能性のある「系外惑星」の新しい分類が登場

2021-09-03 [飯銅 重幸](#)



【▲ 今回、新しく提唱された系外惑星の分類「ハイセアン (hycean) 惑星」の想像図。水素を豊富に含む大気

の下に惑星規模の海を持ち、生命が存在する可能性があるとする (Credit: Amanda Smith)】

【▲ 地球から 124 光年のところにある系外惑星「K2-18b」の想像図。K2-18b はハイセアン惑星の最も有望な候補になります (Credit: Amanda Smith)】

イギリスのケンブリッジ大学は 8 月 26 日、ケンブリッジ天文学研究所のニック・マドゥダン博士率いる研究チームが、系外惑星の新しい分類として「ハイセアン (Hycean) 惑星」を提唱したと発表しました。ハイセアン惑星は、水素を豊富に含む大気の下に、惑星規模の海が存在し、生命が存在する可能性があるといいます。

これまで系外惑星における生命探査は主に地球に近い大きさ、質量、温度、大気の組成などを持つ系外惑星についておこなわれてきました。しかし、研究チームは、2020 年に発表した地球の 2.6 倍の大きさを持つミニネプチューン「K2-18b」に関する論文において、この種類の系外惑星においても、一定の条件があれば、生命が存在する可能性があることを明らかにしました。そして、その後、研究チームは、系外惑星とその主星についてどのような特徴があれば、この条件が満たされるのか、これまで知られている系外惑星についてどの系外惑星がこの特徴を持っている可能性があるのか、そのような系外惑星についてバイオシグネチャー (biosignatures=生命存在指標) は観測可能か、などを詳しく調べました。ちなみにミニネプチューンとは地球の 10 倍ほどから海王星ほどの質量を持つ系外惑星をいいます。そして、研究チームはその結果に基づいて系外惑星の新しい分類としてハイセアン惑星を提唱しました。ハイセアン惑星は、大きさが最大で地球の 2.6 倍ほどにまでなりえ、水素を豊富に含む大気の下に、惑星規模の海が存在していると考えられます。その気温は最大で 200°C 近くほどにまでなりえませんが、その海中の環境は地球のそれとさほど変わらないと考えられるといいます。

また、ハイセアン惑星には、潮汐ロックされ永続的に夜の部分と昼の部分が固定された暗いハイセアン惑星 ('dark' Hycean worlds) と主星からほとんど放射エネルギー (radiation) を得られない冷たいハイセアン惑星 ('cold' Hycean worlds) があるといいます。暗いハイセアン惑星の場合、生命が存在可能なのは夜の部分のみということになります。研究チームによれば、ハイセアン惑星の大気における、酸素、オゾン、メタン、亜酸化窒素 (N<sub>2</sub>O) などのバイオシグネチャーは分光観測 (spectroscopic observations) によってたやすく検出できるだろうといいます。ハイセアン惑星は、地球によく似た惑星に比べると、サイズが大きく、気温が高いうえに、大気に水素が豊富に含まれるために、これらのバイオシグネチャーを検出しやすいためです。研究チームではすでに相当数のハイセアン惑星の候補を確定しています。これらの候補は、ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡などの次世代望遠鏡による詳細な観測の主要な候補になっています。研究チームではこれから数年以内に系外惑星においてバイオシグネチャーが検知される現実的な可能性があると考えています。Image Credit: Amanda Smith Source: [ケンブリッジ大学のプレスリリース／論文](#) 文／飯銅重幸

<https://sorae.info/astrometry/20210904-centaurus-a.html>

## ダークエネルギーカメラが撮影した電波銀河「ケンタウルス座 A」の姿

2021-09-04 [松村武宏](#)



【▲ 電波銀河「ケンタウルス座 A」 (Credit: CTIO/NOIRLab/DOE/NSF/AURA)】

こちらは南天の「ケンタウルス座」の方向およそ 1200 万光年先にある銀河「ケンタウルス座 A」です。塵が豊富な暗いダストレーン (ダークレーン) が、明るく輝く銀河の中心部分を覆い隠すかのように取り巻いている様

子が捉えられています。ダストレーンの上下の端には若く高温な青い星々の輝きが見えており、若い星が放射する紫外線によって電離した水素で赤く輝く星形成領域とともに、ケンタウルス座 A の広範囲で星形成活動が起きていることを示しています。

ケンタウルス座 A は大規模なジェット構造を持ち強い電波を放つ電波銀河に分類されています。米国科学財団 (NSF) の国立光学・赤外天文学研究所 (NOIRLab) によると、天の川銀河に比較的近くて明るい銀河であるケンタウルス座 A は、南半球の夜空で最も研究されている天体のひとつとされています。その中心部分は狭い領域から強い電磁波を放射する活動銀河核であることが知られていて、ジェットは太陽の約 5500 万倍の質量を持つ超大質量ブラックホールが噴出させていると考えられています。

#### ▲ケンタウルス座 A の解説動画▲

ケンタウルス座 A のジェットの根元は楕円銀河「M87」の超大質量ブラックホールを観測したことで知られる国際共同プロジェクト「イベントホライズンテレスコープ (EHT)」によって高い解像度で観測されていて、その成果が 2021 年 7 月に発表されています (関連: [銀河から噴出するジェットの根元が鮮明に！ EHT による成果が発表される](#))。EHT が捉えたジェットの根元は端の部分のほうが中央の部分よりも明るく、ブラックホールによって生成されるジェットを理解する上で重要な特徴とみなされています。

冒頭の画像はチリのセロ・トロロ汎米天文台にあるブランコ 4m 望遠鏡に設置されている「ダークエネルギーカメラ (DECam)」の観測データから作成されたもので、NOIRLab の今週の一枚「Spectacular Portrait of Centaurus A」(ケンタウルス座 A の壮観な肖像画) として 2021 年 8 月 31 日付で公開されています。

ダークエネルギーカメラは満月約 14 個分の広さ (3 平方度) を一度に撮影できる巨大なデジタルカメラ (画素数約 520 メガピクセル) のような観測装置で、その名の通りダークエネルギー (暗黒エネルギー) の研究を主な目的として開発されました。ダークエネルギー研究のための観測は 2013 年から 2019 年にかけて実施されましたが、その後も運用が続けられています。

関連: [夜空の一角にあふれる無数の銀河、ダークエネルギーカメラが撮影](#)

Image Credit: CTIO/NOIRLab/DOE/NSF/AURA

PI: M. Soraisam (University of Illinois at Urbana-Champaign/NSF's NOIRLab)

Image processing: T.A. Rector (University of Alaska Anchorage/NSF's NOIRLab), M. Zamani (NSF's NOIRLab) & D. de Martin (NSF's NOIRLab) Source: NOIRLab 文/松村武宏

<https://sorae.info/astrometry/20210901-ngc346.html>

## 輝く星団と赤い星雲のコントラスト、ハッブルが撮影した 21 万光年先の星形成領域

2021-09-01 [松村武宏](#)



【▲ 散開星団「NGC 346」(Credit: NASA, ESA and A. Nota (STScI/ESA))】

【▲ ブランコ 4m 望遠鏡 (セロ・トロロ汎米天文台) の「ダークエネルギーカメラ (DECam)」を使って撮影された小マゼラン雲 (Credit: CTIO/NOIRLab/NSF/AURA/SMASH/D. Nidever (Montana State University))】

こちらの画像の中央に写っているのは、南天の「きょしちょう座」(巨嘴鳥座) の方向にある散開星団「NGC 346」

です。散開星団とは、数十～数百個の恒星がまばらに緩く集まっている天体のこと。画像に写る NGC 346 の力強く輝く星々は、アーチ状の構造に支えられた赤いベールのような領域に優しく包まれているかのようにも見えます。NGC 346 を取り囲んでいるこの赤色の領域は、幅およそ 200 光年に渡って広がる「N66」と呼ばれる HII 領域です。HII 領域は、若く重い星が放射する紫外線によって電離した水素が輝いている輝線星雲の一種です。ここはガスや塵でできた低温で高密度な分子雲のなかで新しい星が誕生している場所でもあるため、星形成領域とも呼ばれます。星団を包むような N66 の姿は、若い高温の星々からの放射が星雲の高密度な部分を侵食したことで形作られたと考えられています。散開星団 NGC 346 と HII 領域 N66 は天の川銀河ではなく、およそ 21 万光年先にある不規則銀河「小マゼラン雲」に位置しています。アメリカ航空宇宙局 (NASA) によると、小マゼラン雲にあることが知られている青く高温な大質量星全体のうち、その半分以上にあたる数十個が NGC 346 に存在しているといえます。小マゼラン雲のように小さな不規則銀河は初期の宇宙では一般的であり、他の銀河と合体することでより大きな銀河のもとになったと考えられています。

冒頭の画像は「ハッブル」宇宙望遠鏡の「掃天観測用高性能カメラ (ACS)」による可視光と赤外線観測データから作成されたもので、NASA の今日一枚「Brilliant, Hot, Young Stars Shine in the Small Magellanic Cloud」として 2021 年 8 月 30 日付で紹介されています。

関連：[16 万光年彼方で輝く宝石のような星々。ハッブルが撮影した大マゼラン雲の散開星団](#)

Image Credit: NASA, ESA and A. Nota (STScI/ESA) Source: [NASA](#) 文／松村武宏

<https://sorae.info/astrometry/20210831-cosmic-rays.html>

## 100 年来の謎「宇宙線の起源」が解明される



2021-08-31 [飯銅 重幸](#)

【▲ 天の川銀河内に存在する超新星残骸「G292.0+1.8」の画像。今回の研究成果とは直接関係ありませんが、超新星残骸の参考画像として掲載します。チャンドラ X 線観測衛星によって撮影された X 線画像です (Credit: NASA/CXC/SAO)】

名古屋大学は 8 月 23 日、100 年来の謎であった宇宙線の起源を突き止めたと発表しました。研究チームによれば、宇宙線の起源は超新星残骸にあるといいます。宇宙空間では、陽子、ヘリウムの原子核、電子などの荷電粒子がほぼ光速のスピードで飛び回っています。これが宇宙線です。その割合は、陽子が 90%ほど、ヘリウムの原子核が 9%ほどになります。このような宇宙線は、1912 年にオーストリアの物理学者ヘスによって発見されましたが、その起源については、超新星残骸において加速された陽子などではないかと考えられてきました。

太陽の 8 倍以上の質量を持つ重い恒星が最期を迎えると大爆発を起こします。これを超新星爆発といいます。この超新星爆発によって発生した衝撃波により加速された陽子などが宇宙線の起源だというわけです。しかし、この考え方も、非常に有力な考え方ではありますが、決定打に欠けていました。つまり、宇宙線が発見されて以来 100 年以上その起源は謎でした。宇宙線は磁場が存在するとその進行方向が捻じ曲がります。そのため、宇宙線自体はどこからきたのか解りません。これに対して、宇宙線が星間物質などと衝突すると、ガンマ線が発生しますが、このガンマ線は磁場に影響されずに直進します。つまり、このガンマ線ならどこからきたのか解ります。そこで、研究チームは、ヘスガンマ線望遠鏡による超新星残骸「RXJ1713」からのガンマ線の観測データを詳しく分析しました。このとき、研究チームは、陽子が衝突した際に発生するガンマ線と電子が衝突した際に発生す

るガンマ線を分離する独自の解析方法を新たに開発し、この方法を使うことで、超新星残骸「RXJ1713」において、確かに、宇宙線の主成分である陽子が加速されていることを突き止めました。これまでの宇宙線の起源に関する考え方は正しかったというわけです。ちなみに、陽子に由来するガンマ線と電子に由来するガンマ線の割合は全ガンマ線の70%と30%でした。研究チームでは、「100年来の謎であった『宇宙線陽子の起源』が超新星残骸にあることに最終的な決着をつけました」と誇らしげにコメントしています。

Image Credit: NASA/CXC/SAO Source: [名古屋大学のプレスリリース](#) / [論文](#) 文 / 飯銅重幸

<https://sorae.info/astromy/20210902-hh111.html>

## ハッブルが撮影、若い星のジェットが輝かせるハービッグ・ハロー天体



2021-09-02 [松村武宏](#)

ハービッグ・ハロー天体「HH 111」(Credit: ESA/Hubble & NASA, B. Nisini)

こちらは「オリオン座」の方向にあるハービッグ・ハロー天体「HH 111」です。観測には人の目に見えない赤外線波長が使われたため、画像の色は擬似的に着色されたものとなります。画像には、視野全体に漂う雲の中央付近から右上と左下に向かって、間欠的に噴き出すジェットのような構造が写っています。

ハービッグ・ハロー (Herbig-Haro) 天体とは、生まれたばかりの星の周囲にみられる星雲状の天体です。欧州宇宙機関 (ESA) によると、活動が活発な若い星はイオン化したガスの細く絞られたジェットを両極方向に高速で噴出することがあるといます。このジェットが秒速数百 km で若い星の周囲にあるガスや塵の雲に衝突して輝いたものが、ハービッグ・ハロー天体だと考えられています。つまり、2本のジェットの根元にあたる画像中央の雲の中には、若い星が存在していることとなります。ESAによると、こうした若い星は主に人の目に見える可視光線の波長で光を放っているものの、豊富な塵やガスが可視光線の多くを吸収してしまうので、観測するのが難しいようです。ガスや塵の影響を受けにくい赤外線を利用することで、ハービッグ・ハロー天体をうまく観測できるのだといます。冒頭の画像は「ハッブル」宇宙望遠鏡の「広視野カメラ3 (WFC3)」による赤外線の観測データをもとに作成されたもので、ハッブル宇宙望遠鏡の今週一枚「Astronomy in Action」として、ESAから2021年8月30日付で公開されています。

関連: [若い星から噴き出すジェット、南天“ほ座”のハービッグ・ハロー天体](#)

Image Credit: ESA/Hubble & NASA, B. Nisini Source: [ESA/Hubble](#) 文 / 松村武宏

<https://sorae.info/astromy/20210903-galactic-bulge.html>

## 木星や海王星のような冷たい惑星は天の川銀河のバルジにも存在する可能性

2021-09-03 [松村武宏](#)



【▲ 太陽系外惑星を描いた想像図（Credit: ESO/L. Calçada）】

【▲ 天の川銀河を描いた想像図。中心付近に古い星が集まったバルジがあり、その周りを渦巻腕がある円盤部が取り囲んでいる（Credit: NASA/JPL-Caltech）】

大阪大学大学院の越本直季氏らの研究グループは、太陽系の木星や海王星のように恒星から比較的離れた軌道を公転する冷たい惑星は、天の川銀河の場所によらず普遍的に存在するとして研究成果を発表しました。

天の川銀河には多くの恒星が集まる中心部分のバルジ（銀河バルジ）と、バルジを取り巻く渦巻腕がある直径約10万光年の円盤部（銀河円盤）があります。太陽系は天の川銀河の中心から約2万5000光年離れた円盤部に位置しています。研究グループによると、太陽系近傍とは環境が異なるバルジには惑星が存在しない可能性が過去の研究において指摘されていたといえます。

越本氏らは今回、実際の観測結果と理論モデルを使用して、惑星の存在率が天の川銀河の中心からの距離に応じてどのように変化するかを分析しました。その結果、中心から3000光年しか離れていないバルジに位置する星における惑星の持ちやすさは、中心から約2万5000光年離れた太陽系近傍の星と比べて0.3~1.5倍であり、冷たい惑星の存在率は天の川銀河の中心からの距離に大きく依存しないことが明らかになったといえます。

バルジには誕生から100億年程度の古い恒星が多く、星々は太陽系近傍の10倍以上の密度で分布しています。発表では今回の成果について、太陽系の周辺とは環境が異なるバルジでも恒星から離れて公転する冷たい惑星が長期間存続できる可能性を示すものであり、惑星の形成過程を解明する上で重要な手がかりになるとしています。

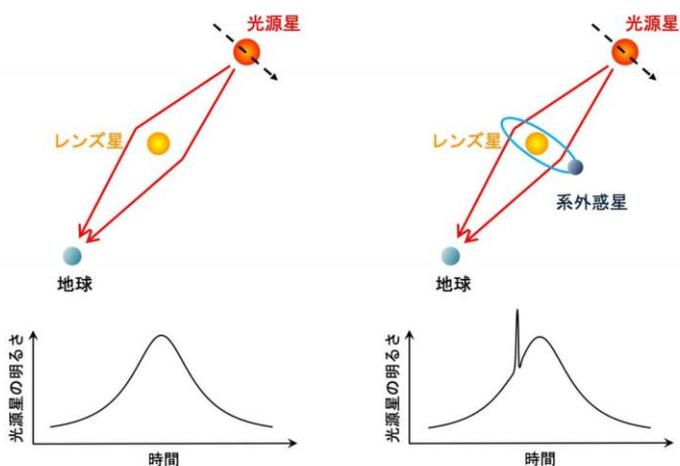
#### ■重力マイクロレンズ法で見つかった系外惑星のデータを利用

人類はこれまでに4500個以上の太陽系外惑星を発見していますが、その多くは太陽系から3000光年以内存在しています。直径約10万光年とされる天の川銀河のサイズと比べれば、人類が知っているのはごく近くにある系外惑星ばかりです。

遠くの系外惑星を検出する方法のひとつに「重力マイクロレンズ法」というものがあります。重力マイクロレンズ法とは、遠くにある恒星（光源）と地球の間を別の恒星（レンズ天体）が通過したとき、光源を発した光の進む向きが通過した恒星の重力によって曲がることで時間とともに明るさが変化する「重力マイクロレンズ」効果を利用した観測手法です。遠くの銀河を発した光の進む向きが手前の銀河の重力によって曲げられることで像が歪んで見える「重力レンズ」と基本的には同じ効果ですが、重力マイクロレンズでは像の歪みは観測できず、光源星の明るさの変化として観測されます。

このとき、光源となる星の手前を通過したレンズ天体が惑星系だった場合、恒星だけでなく惑星の重力による明るさの変化も生じることがあるため、惑星の存在を検出することが可能です。

関連：[アマチュア天文家が見つけた重力マイクロレンズ現象から太陽系外惑星を発見！](#)



【▲ 重力マイクロレンズ効果を受けた光源星の明るさの変化を示した図。レンズ天体が恒星だけの場合（左）に対し、レンズ天体が惑星系だった場合（右）は光源星の明るさの変化に惑星の重力による特徴的なパターンが生

じる (Credit: 東京大学)】

しかし、重力マイクロレンズ法を使えば太陽系から遠いバルジに位置する惑星系を見つけることもできるものの、研究グループによると、特に太陽系から1万光年以上離れた惑星系までの距離を測定することは難しく、過去の研究も不正確な距離測定のデータに基づいていたのだといいます。そこで研究グループは、重力マイクロレンズ効果をもたらす惑星系全体の質量と、その惑星系までの地球からの距離に応じて決まる「アインシュタイン半径」に注目しました。重力レンズ効果において、光源の星・レンズ天体・地球が一直線に並ぶと、地球からは光源の像がリング状に見えます。重力レンズ効果はアルベルト・アインシュタインの一般相対性理論によってその存在が予言されていたことから、このリングは「アインシュタインリング」と呼ばれています。アインシュタイン半径は、このアインシュタインリングの半径にあたる物理量です。研究グループによると、アインシュタイン半径は観測された全ての惑星系において偏りなく測定されており、不正確な測定結果が含まれる可能性をほぼ排除できるメリットがあるといいます。研究グループは、これまでに重力マイクロレンズ法で発見された28の惑星系（いずれも恒星から離れた冷たい惑星が存在する）のアインシュタイン半径と、重力マイクロレンズ効果の発生を予測できる理論モデルとを比較。その上で、天の川銀河の中心から太陽系近傍にかけて惑星の存在率が徐々に変化することを想定した理論モデルについて、実際の観測結果を説明できるものを調べた結果、冷たい惑星は天の川銀河の中心からの距離に大きく依存せず存在することが明らかになったとされています。

この四半世紀ほどで発見されてきた系外惑星のなかには、主星のすぐ近くを公転する高温のホットジュピターのように太陽系には存在しないタイプの惑星も数多く存在しており、惑星形成の理論も見直されてきました。天の川銀河の様々な環境でどのような惑星がどれくらい存在するのかを分析した今回のような研究を通して、太陽系の誕生や生命を育む惑星の存在確率など、惑星に関する知識がさらに深まることが期待されます。

関連：[朗報？ 赤色矮星のフレアが系外惑星に及ぼす影響は限定的かもしれない](#)

Image Credit: ESO/L. Calçada Source: [大阪大学](#) 文／松村武宏

<https://sorae.info/astrometry/20210830-tess-asteroseismology.html>

## TESS が観測した赤色巨星の星震コンサート 赤色巨星が奏でる天空交響楽

2021-08-30 [吉田 哲郎](#)



NASA のトランジット系外惑星探査衛星 TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite) の観測により、これまでにないほど多くの赤色巨星が天空で脈動していることがわかりました。

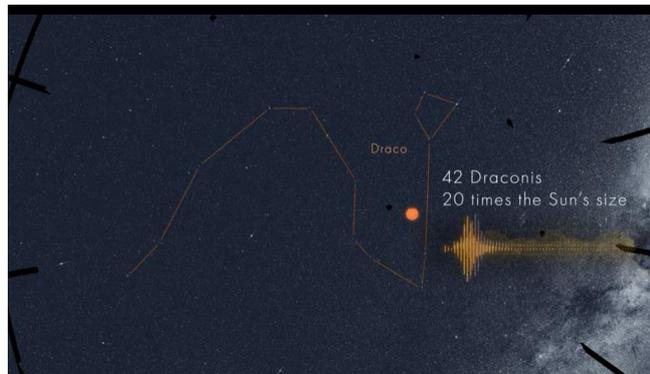
TESS は主に、太陽系外惑星を探査します。しかし、恒星の明るさを高感度で測定できる TESS は、恒星の振動を研究する「星震学」の分野でも理想的な探査機です。

ハワイ大学で NASA ハッブルフェローを務める Marc Hon 氏は「TESS の最初の 2 年間での恒星の測定結果から、振動している巨星の質量と大きさを正確に決定できることがわかりました。TESS の広い観測範囲のおかげで、ほぼ全天にわたって均一な測定が可能になったことは、他に例を見ないことです」と語っています。

本研究は、マサチューセッツ工科大学の支援のもと、8 月 2 日から 6 日まで開催された第 2 回 TESS 科学会議で発表されたものです。また、本研究の論文は「Astrophysical Journal」誌に受理されました。

こちらは、TESS によって発見された振動する赤色巨星をマッピングした動画です。ミッションの最初の 2 年間に観測された視野 24x96 度の領域ごとに色付けされています。その後、ESA のガイア衛星によって決定された

距離に基づいて、銀河系内での位置が表示されます。スケールはキロパーセク（1 kpc = 3260 光年）です。



太陽のような星の表面のすぐ下では、高温のガスが上昇し、冷却されて沈み、再び加熱されるという現象が起きています。この動きによって圧力変化の波（音波）が発生し、それらが相互に作用することで、最終的には数分程度の周期で安定した振動を起こし、微妙な明るさの変化をもたらします。

TESS は、4 台のカメラを用いて、約 1 カ月間にわたって広い範囲を観測します。2 年間のミッション期間中、TESS は全天の約 75% をカバーし、各カメラは 30 分ごとに視野 24x24 度の画像を撮影しました。2020 年半ばには、カメラはさらに速いペースである 10 分ごとに画像を収集するようになりました。

太陽の振動が初めて観測されたのは 1960 年代のことです。2006 年から 2013 年まで運用されたフランス主導の宇宙望遠鏡「Convection, Rotation and planetary Transits (CoRoT)」では、何千もの星から太陽のような振動が検出されました。また、2009 年から 2018 年まで観測を続けた NASA のケプラー衛星および K2 ミッションでは、数万個の振動する巨星が発見されました。今回、TESS はこの数をさらに 10 倍に増やしました。

天文学者が観測する星の振動は、それぞれの星の内部構造、質量、大きさによって異なります。つまり、星震学は、他の方法では達成できない精度で、多数の星の基本的な特性を決定するのに役立つのです。

関連：[天の川銀河で最も古い星の年代測定に成功](#) [「星震学」と分光法の組み合わせにより](#)

こちらの動画では、TESS が観測したりゅう座にある 3 つの赤色巨星のリズムを聴くことができます。可聴音にするため周波数（振動数）を 300 万倍にしてあります（後の 2 つはかなり聴きづらいので、音量を上げた方がよいかもしれません）。これらの画像は、TESS が 1 つの空の領域を観測する 27 日間で、約 2,400 万個の星の「ライトカーブ」（明るさの変化を示すグラフ）を作成するために使用されました。

膨大な量の測定値を整理するために、人工知能が用いられました。このシステムの学習には、15 万個以上の星のケプラー衛星によるライトカーブデータが使用され、そのうち約 2 万個が振動する赤色巨星でした。人工知能が TESS の全データを処理し終わったときには、158,505 個の脈動する巨星の大合唱が確認されました。

次に、ガイア衛星のデータから各巨星の距離を求め、それらの星の質量を天球上にプロットしました。太陽より重い星は進化が早く、若いうちに巨星になります。銀河天文学の基本的な予測では、若くて質量の大きい星は、銀河面の近いところに存在すると言われています。

共同執筆者であるハワイ大学の Daniel Huber 助教は、「今回のマップでは、ほぼ全天にわたってこのような状況が実際に起こっていることを経験的に初めて示しました」と述べています。「ガイアの助けを借りて、TESS は今、天空の赤色巨星コンサートのチケットを手に入れたのです」

Video Credit: Kristin Riebe, Leibniz Institute for Astrophysics Potsdam, NASA/MIT/TESS and Ethan Kruse (USRA), M. Hon et al., 2021      Image Credit: NASA      Source: [NASA](#)      文／吉田哲郎