

## 北大、ニュートリノが太陽コロナを 100 万度に加熱しているとする説を提唱

掲載日 2023/09/19 13:30 著者：波留久泉

北海道大学(北大)は 9 月 15 日、太陽コロナ内でのみ働くニュートリノと光の相互作用「電弱ホール効果」を理論的に解明し、これがニュートリノのエネルギーを光のエネルギーに変換し、太陽コロナ(以下「コロナ」)に多量の熱を供給することを示したと発表した。

同成果は、北大の石川健三名誉教授(元・同・大学大学院 理学研究院 教授)らの研究チームによるもの。詳細は、[物理学の全般を扱うオープンアクセスジャーナル「Physics Open」](#)に掲載された。



日食で撮影されたコロナ。これまで、太陽の中心で生成されたニュートリノは、コロナを何の相互作用もなく通過すると考えられてきたが、今回の研究により、コロナを加熱している可能性が提唱された。(出所:北大プレスリリース PDF)

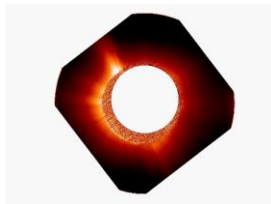
太陽に関する謎の 1 つに、太陽表面がおよそ 6000°C なのに対し太陽の大気であるコロナが、100 万度以上という遥かに高温である「コロナの加熱問題」がある。太陽の熱源は中心部で起きている核融合であり、そこから表面へと熱源から遠ざかるにつれて温度が低下していくのは、我々の身の回りの一般的な感覚と等しい。しかし、コロナは太陽表面からさらに数千 km 上空にもかかわらず、なぜか逆に 3 桁も高温なのである。太陽表面の磁気リコネクション(磁気をつなぎ換わり)によって加熱される仕組みなどがこれまで唱えられているが、今のところコロナの熱源が何なのか決定的な解明には至っていない状況だ。これまで、太陽の中心部の核融合反応で生成された後に表面から飛び出していくが、コロナを通過する際には何の影響も与えないと考えられてきた素粒子にニュートリノがある。レプトン(軽粒子)の一種であるニュートリノは、化学反応に関与することもなく、他の素粒子や原子核などもほとんど相互作用することがないことから、人体はおろか地球程度も容易に貫通してしまうことで知られる。しかし、電磁気力と弱い相互作用を統一した「電弱ゲージ理論」(電弱統一理論)によれば、量子力学的な効果によってニュートリノと光の相互作用が生じることは理解されていた。この相互作用は、コロナの磁場と自由電子が共存する磁気プラズマ状態でも変わらないと仮定した場合、真空中や物質中ではさらに弱くなるのがわかっていた。そこで研究チームは今回、磁場中における電子系の特異な現象「量子ホール効果」の理論を電弱ゲージ理論に拡張し、磁気プラズマ中における電子、光とニュートリノの相互作用を、特に相互作用の形や結合の大きさに重点を置いて調べることにしたという。そして、ニュートリノは中心部で生成された後、コロナを通過する際、重いニュートリノの一部が光と軽いニュートリノに崩壊すること(ニュートリノの光崩壊)が明らかになったとした(なお、地球内部に関しては従来と変わらず、圧倒的多数が他の素粒子や原子核とは相互作用せず、貫通するとしている)。電弱ホール効果によって導かれるニュートリノの光遷移の振幅は、従来のものよりも 20 桁以上大きく、時空座標に対する特異な不変性を持つ。その結果、ニュートリノの光崩壊が大きく増幅され、磁気プラズマ中ではそれほど弱くない相互作用がもたらされることが解明された。ただし、この崩壊はプラズマ中の光子の有効質量が、ニュートリノの質量差よりも小さい時に起きるといふ。その必要条件は、「コロナで満たされ、光球の内部では満たされない」こととした。それゆえ、ニュートリノの光遷移はコロナ領域でだけ起き、光球の内部では発現しないとする。ニュートリノの遷移で生じたコロナ中の光は、周囲にある分子、原子、電子などに対し、電磁的な相互作用を通してエネルギー

(熱)を与える。そのため、コロナ領域が100万度以上という高温になるのである。研究チームは、近い将来行われるであろう大規模な測定機器を使っての検証に期待しているという。特に有力なのは、2つの物理量を用いる方法とする。1つ目は、コロナからの光のスペクトルだ。これについては現在、太陽観測衛星などによるさまざまな観測が進行中であり、その過程でスペクトルが明らかにされることが考えられるとしている。2つ目は太陽からのニュートリノのスペクトルだ。こちらについては、コロナにおける光崩壊により生じたニュートリノのスペクトル変化を直接観測することで、検証できる可能性があるという。たとえば、2027年の実験開始を目指して建設が進められている次世代ニュートリノ観測装置「ハイパーカミオカンデ」による高精度のニュートリノ観測で、直接検証を行える可能性があるとしている。なおこれらの観測データは、電弱ホール効果の影響を受ける。よって、理論データと比較することで検証可能と考えられるとした。

<https://wired.jp/article/a-pair-of-sun-probes-just-got-closer-to-solving-a-solar-enigma/> 2023.09.22

## NASA と欧州の探査機が総力を結集、「太陽の謎」の解明が加速している

NASA と欧州の太陽探査機が協力しながら、初めて共同で太陽コロナの測定に成功した。天文学的な妙技の数々によって実現している一連のプロジェクトは、「太陽の謎」の解明を加速させている。



PHOTOGRAPH: ESA 燃え盛る太陽の表面には、プラズマと呼ばれる帯電した非常

に高温のガスが渦巻いている。この宇宙の溶鉱炉の表面温度は約5,500°Cあるが、ここで本当の謎が発覚する。表面を後光のように包んでいる太陽の大気は、どういうわけかそれより150倍も高温なのだ。「どうして太陽コロナは100万°Cもあるのに、光球は5,500°Cしかないのでしょうか？」と、欧州宇宙機関（ESA）の太陽探査機「ソーラー・オービター」の次席プロジェクトサイエンティストのヤニス・ズガネリスは問いかける。

「最大の問題は、わたしたちが数々の考えや仮説をもっている、実際の測定値がまったく手に入らないということなのです」それも、これまでの話だ。ソーラー・オービターは昨年、太陽を至近距離で撮影しようと急降下した。そして1億4,000万kmの距離からコロナを観察したのである。良好な測定値を得るには十分な距離だが、カメラが溶解したり破損したりするほどではない、ちょうどいい距離だ。さらに重要なことに、エンジニアたちは天文学的な妙技の数々を使うことで米航空宇宙局（NASA）の探査機「パーカー・ソーラー・プローブ」のフライバイと調整することで、このプロジェクトで初めて共同で太陽コロナを測定した。ズガネリスによると、この2機の探査機は、どちらも単独ではできなかった観測を成し遂げたという。この成果は、このほど学術誌「Astrophysical Journal Letters」に掲載された。

### 最も注目すべき発見

ESAのソーラー・オービターには、イタリア国立天体物理学研究所の科学者らが開発した「METIS」と呼ばれる太陽コロナの観測装置（コロナグラフ）が搭載されている。この装置は太陽表面からの光を遮断するので、探査機はコロナだけを撮影できる仕組みだ。太陽コロナを光波長や紫外線波長で詳細に撮影することで、科学者は太陽の大気中の動力学を研究し、大気中の加熱速度をより深く理解できるようになる。

NASAの探査機は、太陽から約900万kmとさらに近くまで到達した。この探査機にはカメラは搭載されていないが、太陽の大気圏内でも稼働し、プラズマと磁場を測定できる。それによって科学者は熱とエネルギーがどのようにコロナを動き回っているか追跡できるわけだ。これらの探査機を併用することで、両チームの研究者は測定と画像とを結びつけられるようになった。最も注目すべき発見は、太陽プラズマ内の乱流がコロナの熱量に寄与していることを突き止めたことである。その寄与がどの程度かは、今後の解明が期待される。

プラズマとは、要するに太陽の表面から放出される高温の荷電粒子からなる気体だ。それが太陽コロナに向かうにつれ、熱エネルギーを外部に放出する。その様子は炎が揺らめきながらエネルギーを散逸するさまに近いかもしれない。「ふたつの探査機のデータを組み合わせることで、2機が離れて並んでいても、ひとつ目の探査機（の読み取り値）から次の探査機までのプラズマの変化を知ることができます。こうした情報を得られることは極めて重要です」と、パーカー・ソーラー・プローブのプロジェクトに所属する科学者で、今回の研究には参加していないヌール・ラウアフィは語る。

### 天文学的な離れ業での観測

新たに得られたデータは、天体物理学者たちを長年にわたって悩ませてきたもうひとつの謎への手がかりも与えてくれるものだ。その謎とは、太陽風はどのようにして超音速まで加速しているのか、というものである。太陽風は太陽の磁力線に沿って飛ぶ荷電粒子から構成されており、太陽コロナの基部で断続的に発生する小規模の爆発ジェットによって太陽系へと押し出されているらしい。ESAのズガネリスの研究チームは、コロナ上層の乱気流も太陽風の加速に関与している可能性が高いと考えている。「こうした現象が組み合わさって、現在のような太陽風が成り立っているのです」と、ラウアフィは説明する。

科学者が太陽の仕組みを研究するには相応の理由がある。太陽コロナの下部や内部の挙動は、太陽フレアやコロナ質量放出の発生に影響するが、これらが地球に飛来すれば大混乱を引き起こす恐れがあるからだ。またこうした研究は、地球の磁場という保護膜の外側にある月へと宇宙飛行士を送る準備を進めている宇宙機関にとっても重要になる。太陽を周回するESAとNASAの探査衛星は1年差で打ち上げられたが、2022年6月1日に予定されていたタンデム測定に最適な配置にまで移動させるには、天文学的な離れ業の数々が必要となった。両機は同時に太陽と同一平面上にある必要があり、その日までに両探査機をほぼ正しい位置に配置できた。しかし、パーカーはわずかに片寄っていた。このためエンジニアたちは、パーカーを視野内に収めるためにソーラー・オービターを45度回転させなければならなかったという。科学者たちは今年の年末と24年3月の計2回、両機の周回軌道が合流するチャンスに観測を試みる予定だ。科学者たちは太陽がどのようにして大気をこれほどまで加熱するのかをより正確に知るために、追加の測定を実施したいと考えている。その後、ソーラー・オービターは黄道面から外れて、太陽の両極の調査に着手する予定だ。

### インドの探査機も調査に参加へ

両探査機が上空にある間、各国の科学者チームは協力してデータを共有することで、より効果的な結果を得られている。「ハワイにある4mの主鏡を持つ望遠鏡を加えると、これらの3つが太陽物理学研究の黄金時代を築くと言ってもいいでしょう」と、ラウアフィはマウイ島にあるダニエル・K・イノウエ太陽望遠鏡を引き合いに出して語る。これは、太陽表面の高温プラズマと低温プラズマがつくり出すパターンを解析する装置を備えている望遠鏡だ。インドの太陽探査機「Aditya-L1（アディティヤL1）」は、インドの無人探査機が月に着陸してからわずか10日後の9月2日に打ち上げられた。そして、まもなく米欧の探査機の仲間に加わることになる。Aditya-L1は数カ月後には、周回しながら太陽の磁場や太陽嵐の調査に着手する予定だ。

太陽を研究する者にとって、これは太陽の詳細な姿を描写する貴重な機会になる。太陽は太陽系の中心的な星であるだけでなく、宇宙で唯一、3次元で像を捉えることができる星なのだ。そしてついに、研究者たちが待ち焦がれていた写真を撮影できる日がやってくる。（[WIRED US](https://wired.us)/Edit by Daisuke Takimoto）

<https://sorabatake.jp/33692/>

2023/9/18

## ドイツがアルテミス協定の29カ国目の署名国に。米独共同の取り組みを後押し

【宇宙ビジネスニュース】【2023年9月18日配信】一週間に起きた国内外の宇宙ビジネスニュースを宙畑編集部員がわかりやすく解説します。



9月14日、NASAのビル・ネルソン長官とドイツ航空宇宙センター（DLR）のワルテル・ペルツァー局長が、アルテミス協定に署名しました。

## 宙畑メモ アルテミス協定

有人月面着陸を目指すアルテミス計画を見据え、宇宙利用の基本原則をまとめたものです。

アルテミス協定は、米国、日本、カナダ、英国、イタリア、ルクセンブルク、オーストラリア、UAEが2020年10月に署名した後、韓国、ニュージーランド、フランスらが署名しています。ドイツは29カ国目の署名国となりました。



### アルテミス協定の署名国

DLRのペルツァー局長は「ドイツと米国は長い間、宇宙におけるパートナーとして成功を収めてきました。例えば、ドイツの宇宙関連企業はすでにアルテミス計画に貢献しています。ドイツがアルテミス協定に署名したことは、この共同の取り組みをさらに後押しします」と述べました。

<https://uchubiz.com/article/new28144/>

## 中国宇宙ステーションに「宇宙菜園」-飛行士の食料源に、100種類の種子を保管

2023.09.22 14:56

中国宇宙ステーション「天宮」に滞在している宇宙飛行士が、栽培中の野菜を手入れしている様子を中国国営放送のCCTV+が報じた。[天宮](#)は中国が独自に運営している宇宙ステーションで、2022年に基本形が完成。現在は宇宙船「神舟16号」で打ち上げられた[3人の宇宙飛行士が滞在している](#)。

天宮では、宇宙飛行士の食料として野菜が栽培されている。栽培装置では温度、湿度、酸素、二酸化炭素がコントロールされ、野菜の育成に合わせた環境が作り出されている。また将来的には、微小重力が植物の成長に与える影響の研究も予定されている。現在、天宮には100種類もの種子が保管されている。一方で、宇宙飛行士は「天舟」貨物船からの食料の補給を得られ、120種類もの料理を楽しむことが可能だ。



(出典：CCTV+)

<https://soraie.info/space/20230921-ssps.html>

## 日本でも1980年代から研究が続く太陽光発電衛星、その実現の可能性は？

2023-09-21 [soraie編集部](#)

太陽光発電といえば、風力発電と並ぶ再生可能エネルギーの双璧です。東日本大震災以降、日本でも太陽光発電の導入が進んできました。2023年4月に国際エネルギー機関が発行した「太陽光発電システム研究協力プログラム報告書」によれば、電力需要に占める太陽光発電の割合が高い国として、日本は10.2%で9位につけています（1位はスペインで19.1%）。また2022年の国内における太陽光発電の年間導入量は6.5GWで7位でした（1位は中国で106GW）。累積導入量は2022年の時点で84.9GWで日本は3位と健闘しているのです。しかし、日本はもともと国土が狭く、太陽光発電施設の設置に適した平野部は限られています。太陽光発電の今度の導入に関しては、現在主流の重いシリコン型太陽光パネルのままでは今後の大幅な伸びを期待しにくいとされています。また、経済産業省・資源エネルギー庁によれば、日本では太陽光パネルの費用が海外と比べておよそ1.5倍、工事費もおおよそ1.5~2倍と割高であることを示す調査結果もあるといます。こうした国土や費用の制約もあり、太陽光発電は各家庭、マンション、オフィスビルなどに設置されるような、主要な発電システムとはなっていません。この傾向は日本だけでなく、世界でも同様です。太陽光パネルの設置に適した場所が不足していることに加えて、発電量が天候に左右されやすく、パネルの表面が汚れても発電量が低下しますし、そもそも夜間は発電できないというデメリットなどがその理由です。

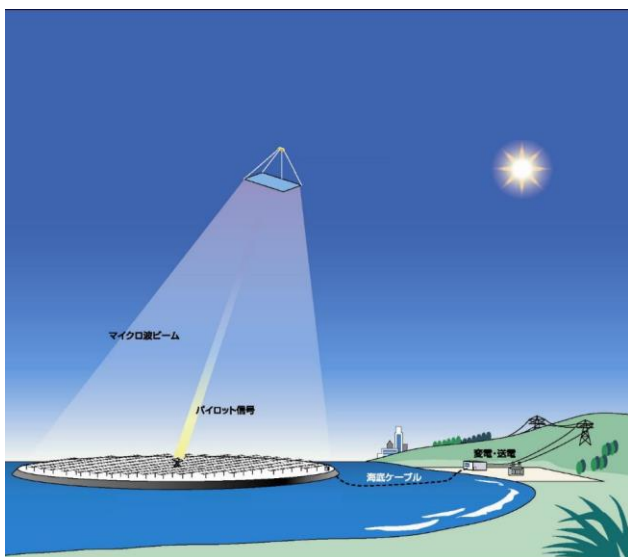
#### ■1980年代から研究が続けられてきた日本の太陽光発電衛星

そうした事情を背景に、従来の太陽光発電が抱える課題を克服できる技術として研究が進められているのが、究極の太陽光発電ともいべき「宇宙太陽光発電システム」（SSPS:Space Solar Power System※）です。

※...SBSP（Space-Based Solar Power）とも。本記事ではSSPSと表記します。

SSPSの概要は次の通りです。常に太陽光を受けられる軌道に平方kmスケールの巨大な太陽光パネルを備えた衛星を配置し、地上にはアンテナと整流回路（マイクロ波-電力変換回路）が一体となった「レクテナ」を建設します。太陽光パネル衛星で発電した電力は一旦マイクロ波に変換してからレクテナに伝送し、地上でマイクロ波から電力に再変換することでエネルギーを得る、というシステムです。

仮に、地球の影に入ることが少ない高度約3万6000kmの静止衛星軌道に面積2平方kmの太陽光パネル衛星を配置すれば、90%以上の時間帯で発電可能です。宇宙では太陽光の強度が地上の約1.4倍になるため、地上設置型の太陽光パネルと比べて同じ面積でも発電量は5~10倍になると推定されています。



【▲SSPSのイメージ。高度3万6000kmのSSPS衛星で発電された電力はマイクロ波に変換され、パイロット波を発している地上のレクテナへ向かって送電されます。レクテナのサイズは直径4km。（Credit：経済産業省製造産業局宇宙産業室/一般財団法人宇宙システム開発利用推進機構）】

実は、SSPSのアイデアはとても古く、1968年に米国のPeter Glaser博士が提唱したのが最初です。当初は欧米などでも盛んに研究されましたが、財政上の課題や政策上の方針転換などにより、次第に国としての研究開発は行われなくなっていました。ただ、近年になって米国で再評価されているほか、中国でも研究が活発

化しています。多額の研究予算をかけた国の大規模プロジェクトというわけではないものの、日本では1980年代からSSPSの研究が続けられています。SSPSは日本の将来的な宇宙開発の1つとして捉えられており、2023年6月に宇宙開発戦略本部から発表された最新の「宇宙基本計画」によれば、文部科学省と経済産業省の主導による宇宙太陽光発電の研究開発が、少なくとも2033年までは継続されることがロードマップに記されています。また、2025年度を目標に、SSPSに欠かせない重要技術であるマイクロ波での長距離伝送を実現するための実験として、まずは低軌道から地上へのエネルギー伝送の実証を行うとされています。

年度	令和5年度 (2023年度)	令和6年度 (2024年度)	令和7年度 (2025年度)	令和8年度 (2026年度)	令和9年度 (2027年度)	令和10年度 (2028年度)	令和11年度 (2029年度)	令和12年度 (2030年度)	令和13年度 (2031年度)	令和14年度 (2032年度)	令和15年度以降	
7 衛星開発・利用基盤の拡充⑤	衛星データ及び地理空間データプラットフォームの充実・強化 [経済産業省等]											
	必要な衛星データがオンデマンド・低遅延で生産・配信される基盤システムの開発 [経済産業省等]											
	海外の衛星データプラットフォームとの連携を通じた衛星データの国際共有 [経済産業省等]											
	宇宙天気予報の高度化・利用拡大 [総務省、国土交通省、防衛省]											
	ひまわり10号の整備 [国土交通省、総務省]						打上げ▲	ひまわり10号の運用・利用 [国土交通省、総務省]				
	宇宙環境センサの技術開発 [総務省]			ひまわり10号へ搭載する宇宙環境センサの製造・試験 [総務省]								
	宇宙天気予報の24時間365日運用、予報の配信及び大規模フレア発生時等の周知 [総務省]											
	観測・分析システムの高度化、宇宙天気予報システムの高精確化 [総務省]											
	宇宙天気ユーザー協議会での産官学連携の強化、宇宙天気サービスの高度化、新事業の創出の検討 [総務省]											
	宇宙太陽光発電の研究開発 [文部科学省、経済産業省]											
地球低軌道から地上へのエネルギー伝送実証に向けた研究開発 [経済産業省等]												

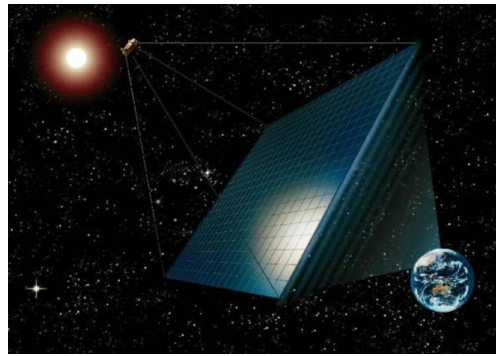
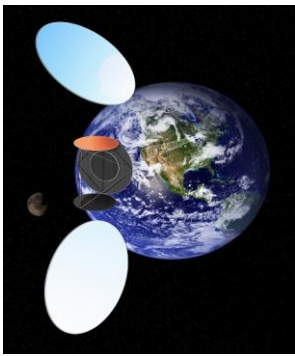
【▲2023年6月に宇宙開発戦略本部から発表された最新の「宇宙基本計画工程表」にあるロードマップ。最下段に「宇宙太陽光発電の研究開発[文部科学省、経済産業省]」とある。その2行目は、2025年度目標で、「地球低軌道から地上へのエネルギー伝送実証に向けた研究開発[経済産業省等]」となっています。(Credit:宇宙開発戦略本部決定)】

日本ではこれまでのところ、宇宙航空研究開発機構（JAXA）と一般財団法人宇宙システム開発利用推進機構（JSS）が発電量100万kW級のSSPS衛星のコンセプトを発表しています。各スペックは以下の通りです。

項目	JAXA案（反射鏡タイプ）	JSS案
軌道	静止軌道	静止軌道
寸法	反射鏡：2.5km×3.5km 発電部：直径1.25km 送電部：直径1.8km	パネル：2.5km×2.375km×0.02m
全重量	1万トン	2万6600トン
地上レクテナ寸法	直径2.45km	3.5km×4.0km (周囲2kmに緩衝地帯を設ける)
太陽光入射エネルギー	11.71GW（反射鏡使用）	8GW
発電電力	2.03GW（効率17%）	2.75GW（効率35%）
マイクロ波送電電力	1.40GW	1.40GW
交流出力	1.0GW（原発約1基分）	1.0GW（原発約1基分）
再使用型輸送系要求（低軌道）	貨物重量：50トン 打ち上げ頻度：0.84回/日 必要機体数：7機 打ち上げコスト：1700万円/トン	貨物重量：45トン 打ち上げ頻度：3.1回/日 必要機体数：16機 打ち上げコスト：1700万円/トン
建設期間	1年	1年
目標建設コスト	1兆2000億円	1兆2716億円
稼働期間	40年	40年
メンテナンスコスト	建設コストの3%/年	建設コストの3%/年
その他	発電コスト：8円/kWh	売電価格：15円/kWh 累積資金収支：建設後29年で黒字化



【▲JAXA が提案した SSPS のコンセプトモデル（反射鏡タイプ）と、JSS が提案した SSPS のコンセプトモデル（シングルバス・タイプ、同機関の前身である財団法人無人宇宙実験システム研究開発機構が 2002 年に発表）のスペック（Credit: sorae 編集部）】



【▲JAXA が提案した SSPS のコンセプトモデル（反射鏡タイプ）（Credit: JAXA）】

【▲JSS が提案した SSPS のコンセプトモデル（シングルバス・タイプ、同機関の前身である財団法人無人宇宙実験システム研究開発機構が 2002 年に発表）のスペック（Credit: JSS）】

【▲日本がこれまでに宇宙で建設した最大の構造物である ISS の日本実験棟「きぼう」。2023 年 2 月 20 日に ISS の別のモジュールから撮影され、若田光一宇宙飛行士が X（旧ツイッター）に掲載した 1 枚。（Credit : JAXA/NASA）】

#### ■SSPS 衛星の技術的課題とメリット

SSPS 衛星を実際に建設するとした場合、どのような技術的課題が考えられるのでしょうか？ 容易に想像できるのは、面積 2 平方 km という巨大な建造物をどうやって衛星軌道に配置するのか、という点でしょう。これまでに人類が建造した宇宙最大の人工物は国際宇宙ステーション（ISS）ですが、そのサイズはおよそ 108.5m×72.8m で、サッカーのフィールド程度です。それに対し、SSPS 衛星はパネルの部分だけでも一辺 1.4km 強が必要となります（正方形で建設する場合）。ISS と比べてざっと 15~20 倍のサイズが必要であり、どれだけ巨大な構造物を必要とするかがわかるというものです。

まして、ISS は一度に打ち上げられたのではなく、スペースシャトルなどを使って少しずつ構成要素を打ち上げて建設されました。たとえば日本の実験棟「きぼう」は船内実験室のサイズが直径 4.4m×全長 11.2m、船外実験プラットフォームが全長 5.2m×全幅 5.0m×全高 3.8m なので、全長は合計 16m 強です。やや複雑な構成をしているという事情もありますが、「きぼう」の各部分はスペースシャトルが 5 回（STS-119、同 123、同 124、同 126、同 127）にわたって ISS まで運んで組み立てられたのです。

ISS を大きく上回る SSPS 衛星の建設となれば、今よりも大幅な低コストで大量の物資を一度に衛星軌道へ輸送できる手段が必要になりますし、これだけ巨大な建造物を宇宙で建設するための技術、そして長期間にわたって運用する技術も開発しなければなりません。

そのような SSPS 衛星を地球から資材を打ち上げて建設するのでは、コストがかかり過ぎます。月面に建設した工場で資材を生産し、打ち上げにはマストライバー（リニアモーター式の打ち出しシステム）を利用するなど、コストを大きく抑える工夫が必要になるでしょう。また、日本だけで SSPS 衛星を運用する場合には、宇宙飛行士が建設やメンテナンスを行うために日本独自の有人宇宙船が必要になるかもしれません。

解決すべき課題は他にもあります。これほど大きな面積の衛星にはスペースデブリや微小天体（小惑星）が衝突する危険性も高くなりますし、静止軌道には気象衛星や通信衛星が数多く配置されていることから、仮に静止軌道に SSPS 衛星を配置するとしたら他の衛星との調整も必要になると考えられます。

さらに、運用寿命を終えた SSPS 衛星を廃棄する時のこともあらかじめ考えておかなければなりません。また、人の健康をはじめ、地球環境、航空機、電子機器などに対するマイクロ波の影響の有無も、明確にすべき課題です。その一方で、SSPS には大きなメリットがあるのも事実です。SSPS 研究の第一人者である京都大学

の篠原真毅教授によれば、十分に投資をして SSPS を一度稼働させられれば、そこから地球へ供給されるエネルギーによって SSPS の成長が増進される「自己増殖状態」を実現でき、地球上の成長限界を回避できることが、過去の研究のシミュレーションで示されているとされています。日本政府も SSPS の可能性に期待しているようです。政府が諸外国に対して日本に関する情報を発信している英語 Web サイト「KIZUNA」では 2023 年 4 月、日本の 2 つの太陽光発電に関する有望な技術として、次世代フレキシブル太陽電池（ペロブスカイト型太陽電池）とともに SSPS が紹介されていました。とはいえ、SSPS 衛星やその受電部のレクテナの建設には膨大な予算が必要であり、前述の通り現在は実現できていない技術も必要です。国内の自動車メーカーでもハイブリッド車や電気自動車へのシフトが進められていることからわかるように、今後は再生可能エネルギーによる発電がますます求められていくはずですが、SSPS 衛星を日本一国で建設するのはとても大変そうですが、SDGs の観点からも、開発に本腰を入れるべき時が来ているのかも知れません。そう遠くない未来、宇宙太陽光発電に支えられたクリーンな世界が到来することを期待しましょう。

Source

[THE GOVERNMENT OF JAPAN - KIZUNA](#) - Japan's Long-Planned Photovoltaics: Space-Based Solar Power and Perovskite Solar Cells

[内閣府](#) - 宇宙政策 - 宇宙基本計画（令和 5 年 6 月 13 日 閣議決定）

[内閣府](#) - 宇宙政策 - 宇宙基本計画工程表（令和 5 年 6 月 13 日 宇宙開発戦略本部決定）

[経済産業省 製造産業局 宇宙産業室/一般財団法人 宇宙システム開発利用推進機構](#) - 宇宙太陽光発電における無線送電技術の高効率化に向けた研究開発事業委託費の概要（中間評価）（2022 年 1 月 14 日）

[経済産業省 製造産業局 宇宙産業室](#) - 宇宙太陽光発電システム（送電一体型システム 2006 モデル）研究開発ロードマップについて（2017 年 3 月 28 日）

[新エネルギー・産業技術総合開発機構](#) - 国際エネルギー機関・太陽光発電システム研究協力プログラム（IEA PVPS）報告書 世界の太陽光発電市場の導入量 速報値に関する報告書（第 11 版、2023 年 4 月発行 翻訳版）

[JAXA - 研究開発部門](#) - 宇宙太陽光発電システム（SSPS）について

[JAXA](#) - JAXA における宇宙太陽光発電システムへの取り組み状況について（平成 29 年 3 月 28 日）

[後藤大亮](#) - SSPS（宇宙太陽光発電システム）の新たなロードマップ構築と早期実現ミッション案

[京都大学 - 篠原研究室](#) - 宇宙太陽光発電所 SPS

文／波留久泉

[https://news.biglobe.ne.jp/international/0923/rec\\_230923\\_6135427197.html](https://news.biglobe.ne.jp/international/0923/rec_230923_6135427197.html)

## なぜ米国は日本で宇宙軍の創設を急いでいるのか—仏メディア

2023 年 9 月 23 日（土）11 時 0 分 [Record China](#)



20 日、仏国際放送局 RFI の中国語版サイトは、「なぜ米国は日本に宇宙軍を創

設しようとするのか」と題した文章を掲載した。[写真を拡大](#)

2023 年 9 月 20 日、仏国際放送局 RFI（ラジオ・フランス・アンテルナショナル）の中国語版サイトは、「なぜ米国は日本に宇宙軍を創設しようとするのか」と題した文章を掲載した。

文章は、さまざまな関係筋の情報として、米軍が近いうちに日本に新たな宇宙軍司令部を新設し、日米韓合同の宇宙軍システムを完成させて、宇宙の軍事利用を拡大する中国や核ミサイル開発を続ける北朝鮮に対処する計



画だと伝えた。そして、日本メディアの報道として「在日宇宙軍」はハワイに本部を置く米インド太平洋宇宙軍の下部組織であると伝えたほか、米軍が2019年に宇宙軍を設立し、22年11月にはインド太平洋宇宙軍を創設し、同12月には在韓米軍でも宇宙軍を立ち上げたと紹介。今年8月に米国で開催された日米韓首脳会談では3カ国が宇宙安全保障に関する対話を推進し、指令センターを設立して3カ国の協力を推進することで合意したとしている。その上で、米国が急ピッチで「在日宇宙軍」創設を進める理由を考察。まず1つ目として、朝鮮半島、台湾海峡、東シナ海など日本の周辺有事に備える必要がある中で、米空母打撃群が中国の長距離ミサイルによる精密攻撃に苦しむ可能性がある点を挙げた。文章は、現在中国が米空母戦艦群を効果的に攻撃するため、対艦弾道ミサイル「DF-21D」と「DF-26D」を開発、配備しており、DF-21Dは米国が開発したGPS（全地球測位システム）を使わず、中国独自の北斗衛星航法と測位システム、そして独自の慣性ジャイロ스코ープと機載コンピューターによる制御を実現していると指摘。インド太平洋地域における米国の宇宙監視ネットワークはデータが限られているため、日本の宇宙監視態勢と監視能力を活用する必要があるとあり、在日宇宙軍の創設が宇宙を含む多くの分野における日米協力の円滑化につながるとした。また2つ目の理由として、中国やロシアなどによる衛星撃墜や大量の人工衛星打ち上げに対処する必要性を指摘。現在、中国とロシアは他国の宇宙利用を妨げ、宇宙における軍事的優位性を確保するために、衛星の機能を排除する作戦を開始したという報道があるとし、中国は07年1月11日に地球上空865キロの軌道にあった廃棄気象衛星「風雲1号」の撃墜に成功していることを紹介した。そして、米国が日本の宇宙航空研究開発機構（JAXA）と協力して、中国が発射する可能性のある「人工衛星除去ミサイル」を的確に監視し、適時に迎撃する体制を整えるだろうと予測した。さらに3つ目の理由として、北朝鮮のミサイル発射、核兵器発射に関する日米韓3カ国の情報共有強化に言及。ロシアのプーチン大統領が13日、アムール地方の発射場で北朝鮮の金正恩（キム・ジョンウン）朝鮮労働党総書記と会談し「北朝鮮の人工衛星開発を支援する」と述べたことに触れ、今後発展することが予測される中国、北朝鮮、ロシアの共同による宇宙戦略や宇宙利用に対応すべく日米韓共同による宇宙軍の設立を進めているのだと伝えた。（翻訳・編集/川尻）

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20230920-2775151/>

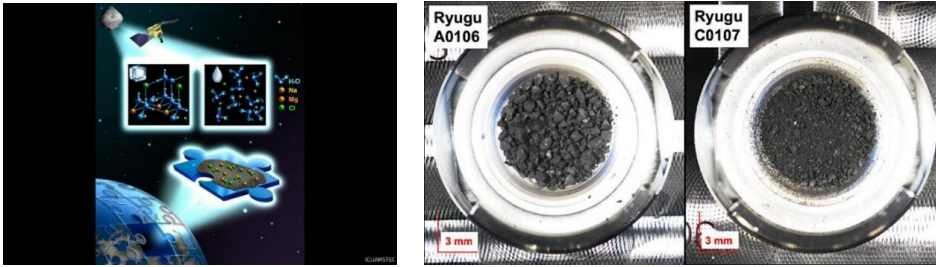
## JAMSTEC など、リュウグウサンプルにはナトリウムイオンが多いことを確認

掲載日 2023/09/20 12:12 著者：波留久泉

海洋研究開発機構(JAMSTEC)、九州大学(九大)、産業技術総合研究所(産総研)、北海道大学(北大)、サーモフィッシャーサイエンティフィック ジャパングループ、堀場アドバンスドテクノ、堀場テクノサービス、東京工業大学(東工大)、東京大学の9者は9月18日、小惑星リュウグウの表面から採取されたサンプルを複数種類の溶媒で抽出して可溶成分を分析したところ、最も溶解しやすい成分を反映する熱水抽出物には、ナトリウムイオンが非常に多く含まれていることを明らかにしたと共同で発表した。同成果は、JAMSTEC 海洋機能利用部門生物地球化学センターの吉村寿紘副主任研究員、同・高野淑識上席研究員、九大大学院 理学研究院の奈良岡浩教授、東大大学院 理学系研究科、産総研、堀場アドバンスドテクノ、堀場テクノサービス、サーモフィッシャーサイエンティフィック ジャパングループ、北大、東工大の研究者も参加した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。](#)

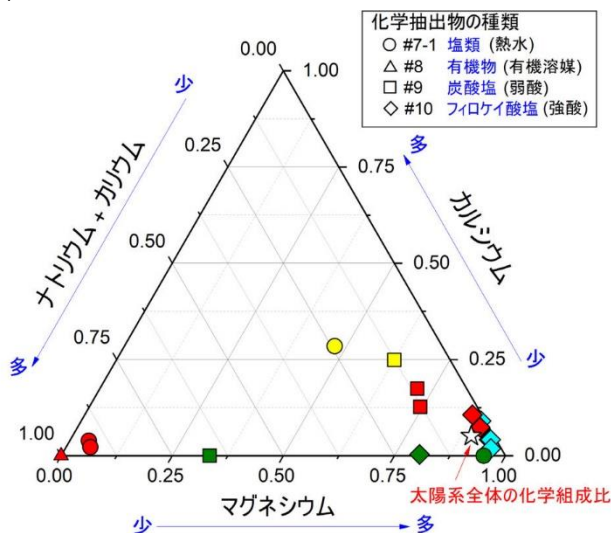
リュウグウは、小惑星帯で最も代表的な炭素を多く含む「C型」に属する始原的な小惑星だ。小惑星探査機「はやぶさ2」によりサンプルが地球に届けられて以来、これまで、複数の初期研究チームによりさまざまな性状や含有物、履歴などが明らかにされてきた。しかし、リュウグウの可溶性成分の含有量や組成、化学的な性質はまだわかっていなかった。リュウグウの化学進化を明らかにする上で重要なキーワードは、「水、有機物、鉱物、そしてヒストリー(熱史)」だという。研究チームは、初期状態の炭素、水素、窒素、酸素、硫黄な

ど、有機物を構成する元素組成に物理・化学的な作用が加わった場合、初生的な有機物や分子進化の姿、水質変成による「始原的な塩(えん)」を観測できると予測していたとする。



「はやぶさ2」が、リュウグウの塩と新しい硫黄分子群の入ったサンプルを地球へと持ち帰ったイメージ(c) JAMSTEC(出所:九大・北大・堀場テクノサービス共同プレスリリース PDF)

第1タッチダウンで採取されたAチャンバーサンプルのうちのサンプルID「A0106」(左)と、第2タッチダウンで採取されたBチャンバーのうちのサンプルID「C0107」(右)。A0106(13.08mg)とC0107(10.73mg)が今回の分析に用いられた。画像は、サンプル配布前にJAXA キュレーション施設のクリーンチャンバーで撮影されたもの(出所:九大・北大・堀場テクノサービス共同プレスリリース PDF)

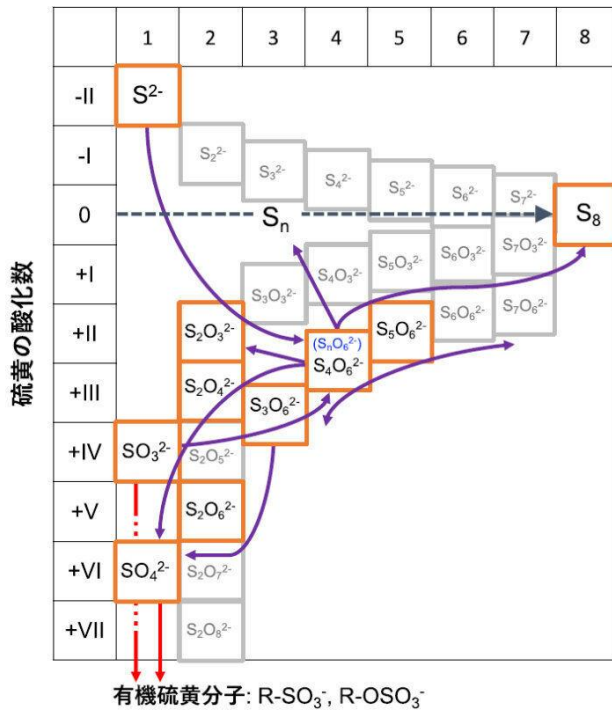


抽出液に含まれるマグネシウム、カルシウム、ナトリウム、カリウムのモル濃度の総和に対する各陽イオンのモル比。それぞれ青い矢印の方向に向かって濃度の増加が示されている。サンプル A0106 と C0107 は赤色、地球に落下した CI 隕石(リュウグウと同じ隕石タイプに属するオルゲイユ隕石)は黄色、その他の代表的な炭素質隕石(Cung 隕石、CM 隕石)は水色、対照実験で用いられた地球の蛇紋岩はオリーブ色で示されている。抽出に用いられた溶媒と抽出物の種類は右上の凡例の通り(参考のため、太陽系全体の存在比が星印で示されている)。リュウグウの熱水抽出物は左下にプロットされ、非常にナトリウムに富んだ組成であることが解明された(出所:九大・北大・堀場テクノサービス共同プレスリリース PDF)

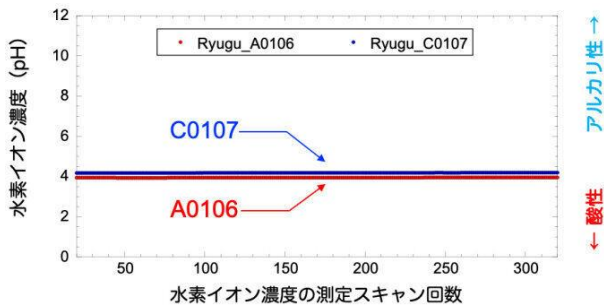
今回の研究では、サンプルの可溶性成分を熱水、有機溶媒、弱酸(ギ酸)、強酸(塩酸)の各溶媒を用いて段階的に抽出し、得られた成分をイオンクロマトグラフィーと超高分解能質量分析法により、陽イオン、陰イオン、イオン性有機物についての精密な解析を行うことにしたという。

天然に存在する硫黄の化学種と、今回イオンクロマトグラフィーと超高分解能質量分析法によって検出されたリュウグウの硫黄化学種(オレンジの枠)。紺の矢印は予想される化学反応経路、赤線は無機イオンからこれらの含硫黄有機物へのエステル化などの反応経路、紫色の線は硫黄同素体(S8)に安定化する反応経路が示されている(出所:九大・北大・堀場テクノサービス共同プレスリリース PDF)

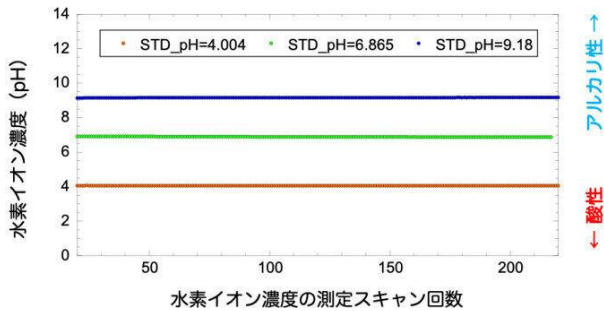
分析の結果、最も溶解しやすい成分の化学組成を反映する熱水抽出物は、ナトリウムイオンに富むことが判明。ナトリウムイオンは、鉱物や有機物の表面電荷を安定化させる電解質として働き、また一部は、揮発性の低分子有機物などとイオン結合を介したナトリウム塩を形成していることが考えられるとした。



(A) 小惑星リュウグウ



(B) 標準水溶液 (スタンダード)



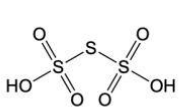
サンプルの抽出液の水素イオン濃度(pH)。(A)サンプル A0106 と C0107 を用いた極微小スケールの pH 測定結果。(B)酸性・中性・アルカリ性の同スケールの標準水溶液の結果(出所:九大・北大・堀場テクノサービス共同プレスリリース PDF)

さらに、今回の分析で検出された硫黄の分子種は、幅広い価数を持つイオン種や析出する無機塩と共存していることが確認された。リュウグウには元々、還元的な鉄やニッケルの硫化物が存在するが、水質変成を受けることで化学状態が変化し、親水性や両親媒性を持つ、さまざまな硫黄を含む有機分子へと化学進化を遂げたことが考えられるという。また、難溶性の硫黄同素体へ変化する準安定な親水性硫黄分子群も新たに発見され、多様な化学反応の痕跡が記録されていることが明らかにされた。

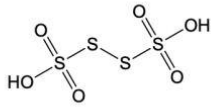
今回の研究成果は、地球が誕生する以前の太陽系において、初生的な物質はどのように存在していたのか、また、それが初期太陽系でどのように進化してきたのかを紐解くものであると同時に、地球や海、そして地球上の生命を構成する物質の化学進化の道筋を探求する上でも重要な知見となり得るとする。



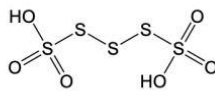
### ポリチオン酸



トリチオン酸

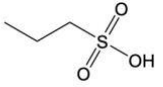


テトラチオン酸

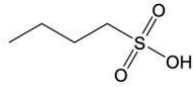


ペンタチオン酸

### アルキルスルホン酸

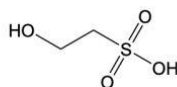


プロピルスルホン酸

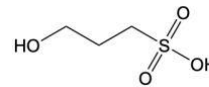


ブチルスルホン酸

### ヒドロキシアルキルスルホン酸

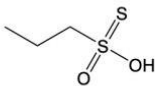


ヒドロキシエチルスルホン酸

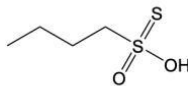


ヒドロキシプロピルスルホン酸

### アルキルチオスルホン酸

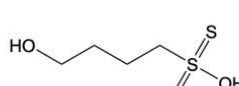


プロピルチオスルホン酸

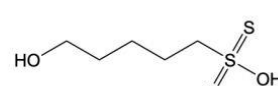


ブチルチオスルホン酸

### ヒドロキシアルキルチオスルホン酸

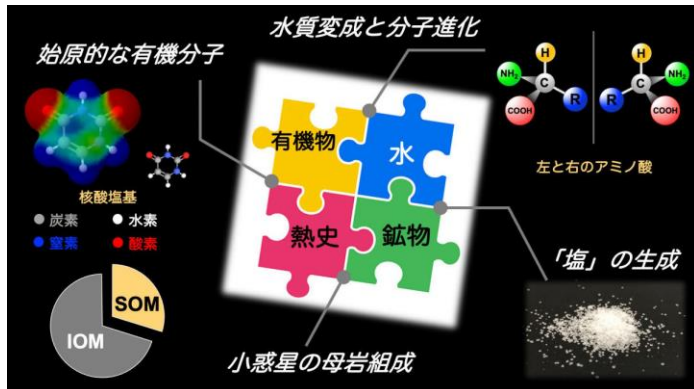


ヒドロキシブチルチオスルホン酸



ヒドロキシベンチルチオスルホン酸

サンプルの熱水抽出画分から新たに発見された有機硫黄分子群の構造。イオンクロマトグラフィー/高分解能質量分析法で同定されたポリチオン酸、アルキルスルホン酸、アルキルチオスルホン酸、ヒドロキシアルキルスルホン酸、ヒドロキシアルキルチオスルホン酸のうち、いくつかの代表的な構造が示されている(出所:九大・北大・堀場テクノサービス共同プレスリリース PDF)



リュウグウの有機宇宙化学的なサイエンス概要と多角的なアプローチの概念としての「水、有機物、鉱物、そしてヒストリー(熱史) 相互作用。これまでにサンプルから発見されたラセミ体アミノ酸や核酸塩基の分子情報、可溶性有機物と不溶性有機物の性状が含まれている (はやぶさ2 可溶性有機物チームによる文献に基づいて研究チームが作成) (出所:九大・北大・堀場テクノサービス共同プレスリリース PDF)

NASA 主導の小惑星サンプルリターン計画「OSIRIS-REx」もいよいよ佳境で、小惑星ベンヌから採取されたサンプルを収めたカプセルが、日本時間 9 月 24 日に大気圏へと再突入する予定だ。また、日本の JAXA が主導する火星衛星サンプルリターン計画「MMX」を含め、新たな地球外サンプルリターンプロジェクトも進行中である。こうした他天体からのサンプルリターンが増えることで、今後、地球が誕生する前の太陽系物質科学として、塩を含めた可溶性成分の組成や新しく発見された有機硫黄分子群の性状を含め、分子進化の統合的な理解を深めることが期待されるとしている。

<https://uchubiz.com/article/new28084/>

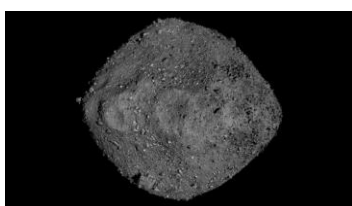
アメリカ版はやぶさ「OSIRIS-REx」、最後の軌道修正-9月24日に帰還



2023.09.21 14:16 佐藤信彦

[米航空宇宙局 \(NASA\)](#) は、小惑星からのサンプルリターンを目指すミッション「[OSIRIS-REx](#)」について、探査機の地球帰還に向けた最終軌道修正を実施した。サンプルは、米国時間 9 月 24 日に地球に到着する予定。

OSIRIS-REx は、小惑星「Bennu (ベンヌ)」から塵 (ちり) や岩石を地球へ持ち帰る計画。探査機は、2016 年に打ち上げられて地球から約 3 億 2000 万 km 離れた Bennu へ向かい、2020 年 10 月にサンプルを採取した。Bennu の岩石は形成当時からあまり変化していないとみられ、太陽系が形成された約 45 億年前の状況解明に役立つと期待されている。



探査機が撮影した Bennu (出典 : NASA) Bennu でサンプルを採取 (出典 : NASA)

OSIRIS-REx ミッションの紹介ビデオ (出典 : NASA/YouTube)

NASA は米国時間 9 月 17 日、探査機の最後軌道修正を行った。探査機は今後、地球から約 10 万 2000km の地点でサンプル入りカプセルを切り離し、地球へ落とす。カプセルの予定着地地点は、ユタ州の砂漠地帯にある米国防総省の試験訓練場内に設定された、58km×14km の範囲。探査機は現在、地球から 280 万 km 離れた位置にあり、時速 2 万 3000km で飛行中。カプセル切り離し後、次の探査目標である小惑星「Apophis (アポフィス)」を目指し飛行を続ける。ミッション名は「OSIRIS-APEX」に変わる。

関連リンク [OSIRIS-REx プロジェクト](#) [NASA ブログ](#)

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20230920-2775235/>

## 金大など、水星のフライバイ観測で局所的に発生するコーラス波動を発見

掲載日 2023/09/20 15:11 著者 : [波留久泉](#)

金沢大学(金大)、東北大学、京都大学(京大)、宇宙航空研究開発機構(JAXA)の 4 者は 9 月 15 日、電子を効率よく加速・散乱させる電磁波(コーラス波動)が水星の朝側(水星から約 1200km 内)で発生しており、発生メカニズムが十分にわかっていなかった水星の X 線オーロラの駆動源であることを直接示したと共同で発表した。



水星でのコーラス波動発生イメージ。(水星画像(c) NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington)(出所:共同プレスリリース PDF)

同成果は、金大 理工研究域 電子情報通信学系の尾崎光紀准教授、同・八木谷聡教授、同・松田昇也准教授、金大 学術メディア創成センターの笠原嶺也教授、東北大学大学院 理学研究科 惑星プラズマ・大気研究センターの笠羽康正教授、京大 生存圏研究所の大村善治教授、同・栗田伶准教授、JAXA 宇宙科学研究所の中澤暁氏、同・村上豪助教に加え、マグネデザイン、仏・プラズマ物理学研究所の研究者も参加した国際共同研究チームによるもの。詳細は、[英科学誌「Nature」系の天文学術誌「Nature Astronomy」に掲載された。](#)

地球よりも太陽系の内側へと向かうのは難しく、中でも水星探査に関してはまだ2回しか行われていない。

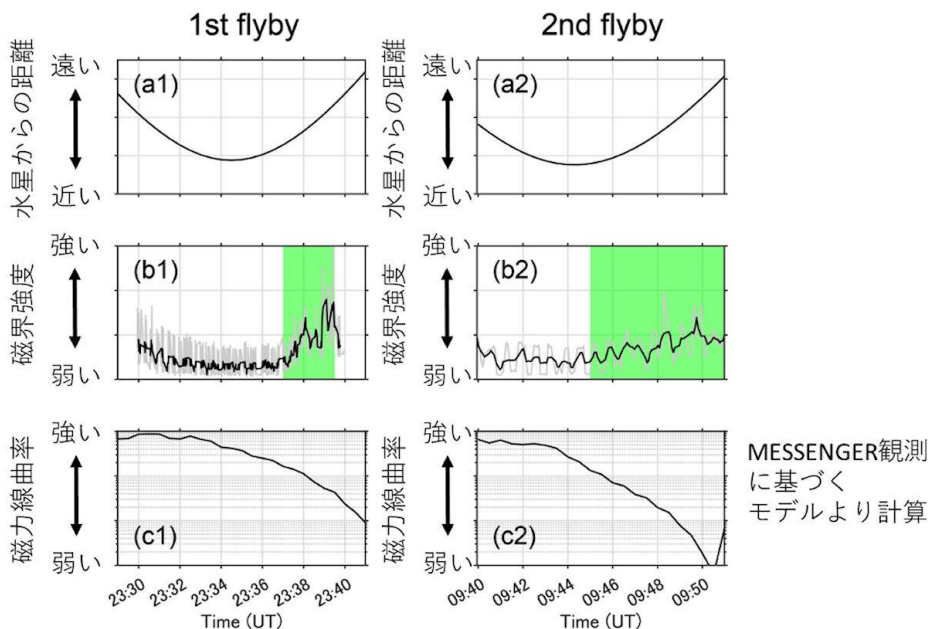
1974年～1975年に行われた米国航空宇宙局(NASA)の「マリナー10号」によるフライバイ観測では、水星が地球と同じく固有磁場を有していること、地球と似た磁気圏構造を有することが発見された。そして2011年～2015年に初の周回軌道からの探査を行ったNASAの「メッセンジャー」は、水星の持つ固有磁場や磁気圏の様相をより詳細に解明し、水星の磁場の中心が約0.2RM(RMは水星半径2439.7km)北へずれていることなども明らかにした。そして現在、探査機による3回目の直接探査として、JAXAの水星磁気圏探査機「みお」と欧州宇宙機関(ESA)の水星表面探査機「MPO」のコンビによるベピ・コロポ国際水星探査計画が進行中だ。2023年6月20日(日本時間)には3回目の水星スイングバイが成功し、2025年12月5日の軌道投入へ向けて順調に航行を続けている(水星スイングバイはあと3回実施される見込みで、4回目は2024年9月5日の予定)。

みおは数百Hz以上の電磁波を調べることが可能で、水星周辺における未知の電磁環境の解明が期待されている。電磁波は、プラズマを効率よく加速、減速させることに関わり、水星プラズマ環境の理解に直結する役割があるという。同探査機は現在、MPOと合体して水星への軌道投入に向けて航行を続けている。そのため、現在は観測に最適といえる状態ではないのだが、観測機器を作動させることが可能なことから、1回目(2021年10月2日)と2回目(2022年6月23日)のスイングバイの機会を利用して、水星周辺の電磁波計測が行われた。この時みおは、約200kmの高度まで水星に接近。日欧共同開発の交流磁界センサを用いて、水星周辺の電磁波観測が実施された。その結果、地球磁気圏で頻りに検出されるコーラス波動の局所的発生を捉えることに成功したという。水星磁気圏でコーラス波動が発生している可能性は、2000年代から予想されており、その周波数範囲や強度などが推測されていた。しかし研究チームによると、水星磁気圏のコーラス波動が朝側の極めて限られた領域にのみ検出されるという「空間局所性」があることは予想外だったという。そしてこの発見は、水星磁気圏の朝側に特有のコーラス波動を発生させやすい物理メカニズムがあることを意味するとしている。

朝側でのコーラス波動発生要因として、研究チームは、京大の大村教授が確立したコーラス波動の非線形成長理論に基づき、太陽風により強く変歪する水星磁場の曲率の影響の評価を行ったとする。夜側の磁力線は太陽風に引き延ばされるのに対し、朝側の磁力線はその影響が小さく、曲率は小さくなる。この磁力線の特徴と非線形成長理論より、朝側は磁力線に沿って効率よく電子から電磁波にエネルギーが授受され、コーラス波動が発生しやすい条件となることが解明され、その効果は水星環境を模擬した数値シミュレーションでも確認されたという。今回の水星フライバイ観測の成果は、水星にコーラス波動を発生させるような活発な電子が存在すること、そして、コーラス波動により効率よく加速される高エネルギー電子発生の可能性、コーラス波動が駆動源となる水星磁気圏から水星表面に強制的に降下される電子によるX線オーロラ発生など、水星環境を理解するための科学的影響は広範囲に及ぶとする。

また、水星フライバイ観測の限られた水星領域の観測に際して、磁場の歪みがプラズマ環境において重要であることが解明された。そして研究チームは、今後のみおによる周回軌道での電磁環境総合探査は、水星磁気圏全体のプラズマ環境理解に貢献するだけでなく、地球磁気圏との比較により、生命に悪影響を及ぼす宇宙放射線を、防ぐ役割のある磁気圏の詳細理解に貢献していくことが期待されるとしている。





2度の水星フライバイ観測での水星からの距離と、コーラス波動の強度と磁力線曲率の関係(弱い磁力線曲率の領域につながる朝側での観測でコーラス波動を検出)。(出所:共同プレスリリース PDF)

<https://news.livedoor.com/article/detail/25034643/>

## 生命の可能性に期待、木星の衛星エウロパの海から二酸化炭素が発生していることが NASA のジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡によって

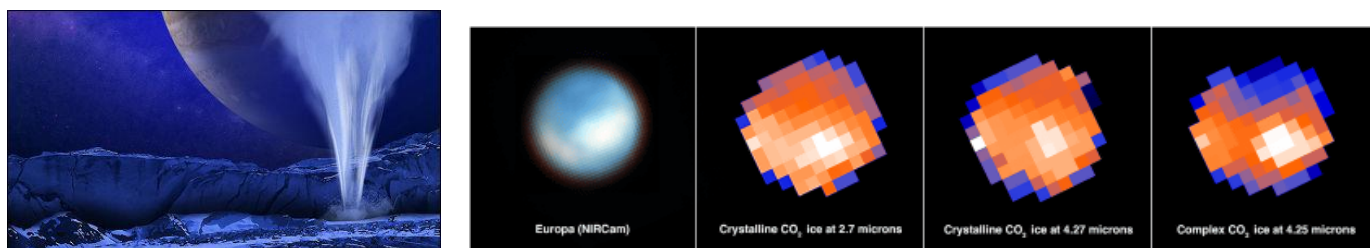
2023年9月22日 14時0分 [GIGAZINE \(ギガジン\)](#)

木星の衛星「エウロパ」には「液体の水」を含む海が存在する可能性が示されています。新たにジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡を用いた観測によってエウロパに二酸化炭素が存在することが確認されました。

[NASA' s Webb Finds Carbon Source on Surface of Jupiter' s Moon Europa | NASA](https://www.nasa.gov/feature/goddard/2023/nasa-s-webb-finds-carbon-source-on-surface-of-jupiter-s-moon-europa)

<https://www.nasa.gov/feature/goddard/2023/nasa-s-webb-finds-carbon-source-on-surface-of-jupiter-s-moon-europa>

エウロパは氷に包まれた星として知られていますが、2013年にはハッブル宇宙望遠鏡によって「水の噴出」が観測されており、分厚い氷の下に液体の水でできた海が隠れている可能性が示されています。液体の水は生物の生存に重要な物質であるため、エウロパに生命が存在する可能性が浮上していました。



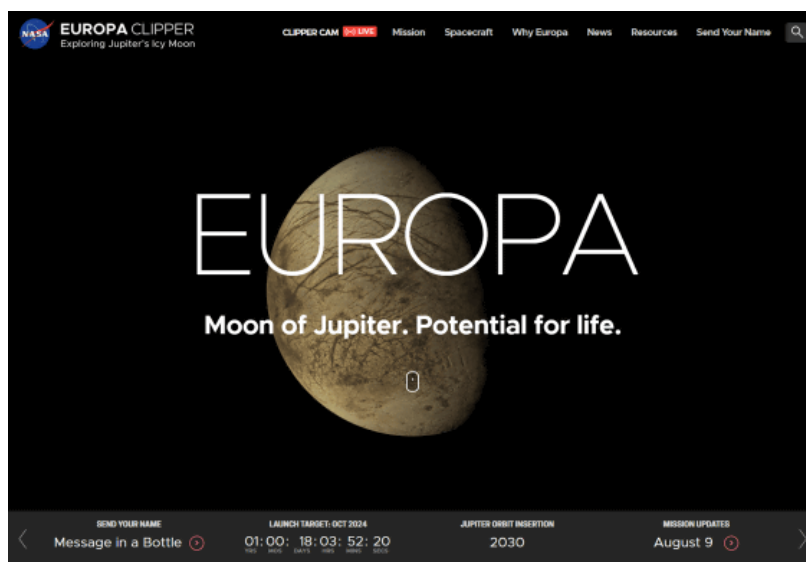
NASAによると、エウロパに水が大量に存在する可能性は示されたものの、生物にとって重要な物質である「炭素」の有無は確認されていなかったとのこと。そこで、研究チームはジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡の赤外線分光装置「NIRSpec」を用いてエウロパの表面に存在する物質を分析しました。

分析の結果、エウロパの「タラ地域」と呼ばれる領域に二酸化炭素が存在することが明らかになりました。NIRSpecによる分析結果を示した画像が以下。左側の3枚の画像内に表示された白いピクセルが二酸化炭素の位置を示しているとのこと。

NASAによると、エウロパで発見された二酸化炭素は隕石(いんせき)などの飛来物によってもたらされたものではなく、エウロパの地下海洋で発生した可能性が高いとのこと。研究チームの一員であるジェロニモ・ビジャヌエバ氏は「地球生命は炭素をベースに生活しています。エウロパの海の化学的性質を理解することは、エウロパの海が生物の生存に適しているか否かを判断するのに役立つでしょう」と述べています。また、同じく研究チームの一員であるサマンサ・トランボ氏は「私たちはエウロパの表面に存在する二酸化炭素がエウロパの海に由来するという観測的証拠を持っています。これは取るに足らないことはありません。炭素は生物に必須の元素なのです」と語り、エウロパに生物が存在する可能性に期待を示しています。

なお、NASAは2024年10月に無人探査機「Europa Clipper」をエウロパに向けて打ち上げる予定です。

NASA's Europa Clipper <https://europa.nasa.gov/>



Europa Clipperの組み立て状況は以下のライブ配信で確認できます。

Live From the Clean Room - Building Europa Clipper - YouTube

本記事に関連するフォーラムをGIGAZINE公式Discordサーバーに設置しました。誰でも自由に書き込めるので、どしどしコメントしてください！・Discord | "エウロパに生命はいると思う?" | GIGAZINE(ギガジン)

<https://discord.com/channels/1037961069903216680/1154712973038854174> GIGAZINE

<https://sorae.info/astromy/20230917-aluminium26.html>

# 初期太陽系の「アルミニウム 26」濃度は不均一だった？ 古い隕石の年代の再検討

## 討が必要な可能性も

2023-09-17 [彩恵りり](#)

初期の太陽系の状態を研究する上で、非常に年代が古い隕石の調査は有効な手段のひとつです。しかし、何十億年も時間を遡って当時の様子を推定しようとする、様々な問題や障害が立ちまわります。

オーストラリア国立大学の Evgenii Krestianinov 氏などの研究チームは、年代が古い隕石の1つである「チェック砂砂漠 002 隕石（エルグ・チェック 002、Erg Chech 002、EC 002）」（※1）の分析結果を発表しました。その目的は、初期太陽系での重要な熱源であり、年代測定の手掛かりとなっているアルミニウムの同位体（※2）「アルミニウム 26」の推定濃度を他の隕石と比較しながら調査することでした。

分析の結果、初期の太陽系におけるアルミニウム 26 の濃度はかなり不均一だった可能性が判明しました。この結果は、「アルミニウム 26 の分布が均一だった」という前提で年代が分析されてきた古い隕石の年代を再検討しなければならないことを示しています。

※1…Erg は砂砂漠（砂漠という名前から一般的に想像される、砂が主体の砂漠）を意味し、その後続く番号は発見順や記載順などをもとに付与されます。Erg Chech 002 は「チェック砂砂漠の地域で発見された隕石のうち、2番の番号が付与された隕石」という意味になります。

※2…原子核は複数の陽子と中性子で構成されています。同じ数の陽子が含まれている原子核は同じ元素に分類されますが、陽子の数が同じでも中性子の数が異なる場合は、その元素の「同位体」として区別されます。また、異なる元素どうしを比較する場合にも、「核種」という言葉の代わりとして使用されます。



【▲ 図 1: チェック砂砂漠 002 隕石の磨かれた断面の様子。緑色の輝石結晶（特に左上側）があることが特徴的な隕石である（Credit: A. Irving (Public Domain)）】

### ■「チェック砂砂漠 002 隕石」の概要

地球では数多くの隕石が見つっていますが、そのなかでもかなり興味深い隕石の1つが「チェック砂砂漠 002 隕石」です。巨大な緑色の輝石結晶が特徴的なこの隕石は、2020年にアルジェリアのチェック砂砂漠（Erg Chech）で発見された隕石の1つです。2021年に発表された研究では、チェック砂砂漠 002 隕石は約 45 億年 6500 万前に固化した安山岩（※3）であることが分かりました。

この年代は、地球で見つかる最も古い鉱物結晶（約 44 億 400 万年前）よりも古く、太陽系が誕生したとされている約 45 億 6730 万年前（±16 万年）にかなり近い年代です。現在のところ、チェック砂砂漠 002 隕石は太陽系で最も古い火成岩（※3）の1つです。また、初期の太陽系における標準的な組成の物質を融かして固化させると、安山岩ができることが分かっています。しかし、これまでに見つかった火成岩に分類される隕石のほとんどは玄武岩（※3）であり、安山岩は非常に珍しく数例しか発見されていません。希少な安山岩の隕石であるチェック砂砂漠 002 隕石は、誕生したばかりの太陽系に岩石が融けるほどの高温な環境があったことを示す重要な手掛かりなのです。※3…マグマが冷えて固まった岩石を火成岩と呼びます。火成岩はその成因や成分で様々な分類がありますが、今回の話に限って説明すれば、より金属元素に乏しい火成岩を安山岩、金属元素に富む火成岩を玄武岩と呼びます。



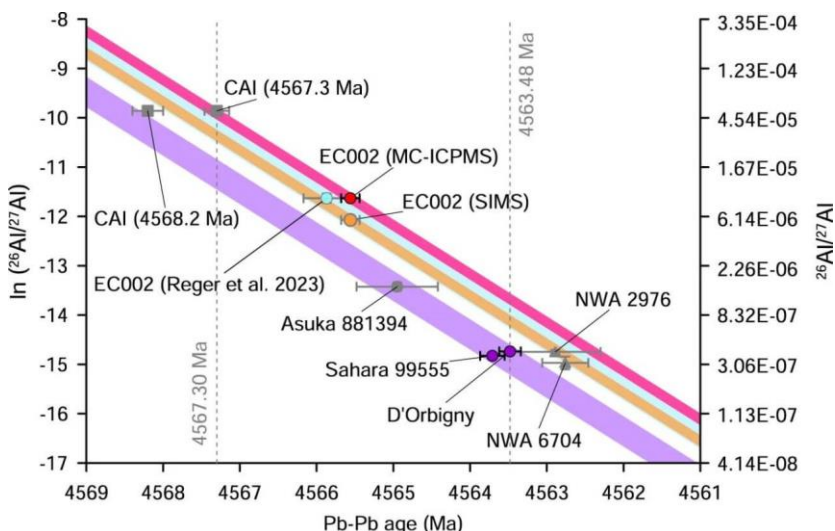
ただし、チェック砂漠 002 隕石の年代は再検討が必要であると Krestianinov 氏らは考えています。上記の 2021 年の研究とは別に、2022 年にはマンガン 53 の崩壊で生じるクロム 53 の比率を調べる 2 つの独立した研究が行われました。2 つの研究チームはチェック砂漠 002 隕石が固化した年代を 45 億 6556 万年前 (±59 万年) もしくは 46 億 6666 万年前 (±56 万年) と推定しており、双方の結果には 1 億年ものズレがあるからです。2 つの研究で示された古いほうの年代は、チェック砂漠 002 隕石の元となったマグマの中に偶然入り込んだ、より古い年代の岩石による可能性があります。もしもこの予測が正しい場合、チェック砂漠 002 隕石は分析する部分によって異なる年代を示す可能性があるため、より細かな分析が必要になります。

### ■「アルミニウム 26」の概要

初期の太陽系における岩石を融かすほどの熱源には様々な要因（微惑星同士の衝突、重力による分化、太陽放射など）が考えられますが、主要なものとして挙げられるのは「アルミニウム 26」の崩壊熱です。

アルミニウム 26 は半減期 70 万 5000 年で崩壊するため、現在の太陽系にはほとんど残っていませんが、太陽系誕生時には豊富に存在していたと考えられており、その崩壊熱が微惑星の主要な熱源の 1 つになっていたと考えられています。また、アルミニウム 26 が崩壊すると安定同位体のマグネシウム 26 に変化するため、マグネシウムの他の同位体との比率をもとに、隕石が岩石として固まった年代を割り出す手掛かりの 1 つにもなります。しかし、アルミニウム 26 とマグネシウムによる年代測定が成立するには、ある前提が必要です。それは「アルミニウム 26 が初期の太陽系全体で均一に分布しており、他の隕石同士で同位体の比率を補正せずに比較できる」というものです。太陽系が誕生した当時の詳細には謎が多く、物質がほとんどムラなく均一に分布していたのか、それとも場所によって不均一だったのかはよく分かっていません。そこで、通常の隕石の研究ではアルミニウム 26 の均一性に依存することを避けるために、他の元素の同位体を分析することで年代測定の確かさを高める手法が取られます。ただ、分析の対象となる元素がサンプルに十分含まれてはならず、この手法が適用できない場面も多々あります。古い隕石の年代をアルミニウム 26 の均一性に依存して測定せざるを得ないというこの問題は、特に太陽系誕生時から一度も変化が起こっていない「コンドライト隕石」と呼ばれるタイプの隕石でよく指摘されています。チェック砂漠 002 隕石のように、全体が融けて均一に混ぜられていると推定される「エイコンドライト隕石」と比べて、コンドライト隕石は物質の構成がかなり不均一であり、場所ごとの形成年代もバラバラな傾向にあります。また、コンドライト隕石の中で最も年代が古いとされる「CAI (Calcium-Aluminium-rich Inclusion)」と呼ばれるタイプの隕石はしばしば詳細な分析が行われますが、CIA は軽い元素が豊富に含まれる一方で、年代測定によく使用されるウランや鉛といった重い元素は不足している傾向があります。そのため、年代が極めて古いと推定される隕石のいくつかは、アルミニウム 26 が崩壊して生じるマグネシウムだけで年代が推定されているか、アルミニウム 26 とマグネシウムから推定された年代が精度の低い他の年代測定結果よりも重視される傾向にあります。

### ■初期太陽系のアルミニウム 26 は不均一であったと判明



【▲図 2: 様々な隕石をアルミニウムの同位体比率 (縦軸) と鉛による年代 (横軸) でグラフ化したもの。岩石が固化した時のチェック砂砂漠 002 隕石 (EC002) のアルミニウム 26 の推定濃度は、最も少ないサハラ 99555 隕石 (Sahara 99555) の 4 倍にも達する大きな違いがあることが今回判明した (Credit: Evgenii Krestianinov, et al.)】

Krestianinov 氏などの研究チームは、チェック砂砂漠 002 隕石の確かな年代を確かめるための詳細な分析を行いました。まず、鉛の同位体比率による年代測定を、チェック砂砂漠 002 隕石の全体で 7 回、鉱物結晶の単位で 16 回 (輝石が 15 回、斜長石が 1 回) 行いました。

その結果、チェック砂砂漠 002 隕石がマグマから固化した年代は、今から 45 億 6556 万年前 (±12 万年) であることが分かりました。過去の研究も合わせると、チェック砂砂漠 002 隕石の元となったマグマが固化した年代は 45 億 6556 万年前後で正しいようです。この場合、チェック砂砂漠 002 隕石は太陽系が誕生したとされる 45 億 6730 万年前から 174 万年後に固化したことになります。

研究チームは次に、チェック砂砂漠 002 隕石に含まれるアルミニウムと鉛のそれぞれの同位体比率を、同程度に古いと推定される他のエイコンドライト隕石と比較しました。その結果、岩石 (=隕石) がマグマから固化した時に含まれていたアルミニウム 26 の推定濃度には、最大で 4 倍もの差が生じていることが分かりました。さらに、アルミニウムと化学的な挙動が関連している他の元素 (※4) の同位体の比率も測定した結果、アルミニウム 26 の分布が不均一であったらしいという別の角度からの証拠も発見しました。

※4…チタン 50、クロム 54、ストロンチウム 84、および酸素の安定同位体

このため Krestianinov 氏らは、アルミニウム 26 の不均一な分布はエイコンドライト隕石だけでなく、非常に始原的なコンドライト隕石でも同じような傾向にあると推定しています。つまり今回の研究結果は、初期の太陽系では場所によってアルミニウム 26 の濃度が相当不均一だった可能性が高いことを示しています。

■古い隕石の “古い年代測定結果” は再検討が必要?

この結果から、Krestianinov 氏らは隕石を通じた初期太陽系の分析について再検討が必要だと提言しています。初期の太陽系が時間の経過に応じてどのように変化したのかを知るためには、古い隕石を分析して年代順に並べる必要があります。そしてその年代は、過去の研究で推定された年代を参照している場合がしばしばあります。現在ほど分析技術が優れていなかった過去の研究では、アルミニウム 26 以外の方法で年代測定が行われていないことも珍しくありません。前述の通り、この方法のみで年代測定を行うには「アルミニウム 26 の濃度が太陽系全体でほぼ均一だった」という前提が必要ですが、今回の研究結果はそれを否定しています。

現在では分析技術が進歩しており、わずかな濃度のウランや鉛の同位体比率を利用する、過去には不可能だった年代測定が行えるようになっていきます。Krestianinov 氏らがチェック砂砂漠 002 隕石を通じて今回の研究が行えたのも、まさにその一例と言えます。このため、他の隕石でも最新の方法を適用すれば、より正しい年代が推定できるようになり、初期太陽系の詳細の理解がさらに進むと Krestianinov 氏らは考えています。

Source

[Evgenii Krestianinov, et al.](#) “Igneous meteorites suggest Aluminium-26 heterogeneity in the early Solar Nebula” . (Nature Communications)

[Martin Schiller, et al.](#) “Early accretion of protoplanets inferred from a reduced inner solar system 26Al inventory” (Earth and Planetary Science Letters)

[Jean-Alix Barrat, et al.](#) “A 4,565-My-old andesite from an extinct chondritic protoplanet” . (Proceedings of the National Academy of Sciences)

[Ke Zhu, et al.](#) “Radiogenic chromium isotope evidence for the earliest planetary volcanism and crust formation in the Solar system” . (Monthly Notices of the Royal Astronomical Society: Letters)

[Aryavart Anand, Pascal M. Kruttsch & Klaus Mezger.](#) “<sup>53</sup>Mn-<sup>53</sup>Cr chronology and  $\epsilon$  <sup>54</sup>Cr- $\Delta$  <sup>17</sup>O genealogy of Erg Chech 002: The oldest andesite in the solar system” . (Meteoritics & Planetary Science) 文/彩恵りり

## 地球に最も近いブラックホール、150 光年先のヒアデス星団に複数存在か



[Jamie Carter | Contributor](#)



地球に最も近い散開星団のヒアデス星団 (NASA, ESA, and STScI Licensed under CC BY 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

わずか 150 光年先のヒアデス散開星団に、これまで検出された中で最も地球に近いブラックホールがあるとみられることが分かった。散開星団とは、同時期に誕生した数百個の恒星がまばらに集まったもので、所属する恒星はすべて共通の化学的性質を持っている。オリオン座の三つ星の近くのおうし座に位置するヒアデスは、太陽系に最も近い散開星団で、冬の間中肉眼で見ることができる。天文情報サイト「[EarthSky](#)」によれば、約 500 個の星から成り、「雄牛の顔」とも呼ばれている。

### 地球に最も近いブラックホールを検出

そのヒアデス星団に、小型のブラックホールが複数存在する可能性あることが、英国王立天文学会の学会誌 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society (MNRAS) に[掲載](#)された論文で明らかになった。今まで検出された中で最も近くにあるブラックホールになる。ブラックホールは、光を発しないので直接には観測できない。そこで研究チームは、ヒアデス星団内の恒星の運動と進化をシミュレーションし、結果を恒星の実際の位置と速度と比較した。恒星の位置と速度については、欧州宇宙機関 (ESA) の天文観測衛星ガイア (Gaia) の最新データを用いた。ガイアは、天の川銀河 (銀河系) の 3 次元 (3D) 地図の作製を目指して、数十億個の恒星の運動を高精度で測定している。

### ブラックホールは 2~3 個

今回の研究結果は、ヒアデス星団の中かその近くに、小型のブラックホールが 2~3 個存在することを示唆している。論文の筆頭執筆者で、イタリア・パドバ大学の博士課程修了研究者ステファノ・トルニアメンティは「今回のシミュレーションでは、いくつかのブラックホールが現在 (あるいは最近まで) ヒアデス星団の中央部に存在すると仮定した場合でのみ、星団の質量と大きさの両方が一致する結果となった」と[説明した](#)。太陽系に最も近いブラックホールとこれまで考えられていたのは、へびつかい座の方向に 1560 光年の距離にある「Gaia BH1」だった。へびつかい座は、北半球の夏 (南半球の冬) の間中見えている。今回の研究は、パドバ大とスペイン・バルセロナ大学宇宙科学研究所 (ICCUB-IEEC)、英ケンブリッジ大学、欧州南天天文台 (ESO)、中国・中山大学が共同で実施した。 ([forbes.com 原文](#)) 翻訳=河原稔・編集=遠藤宗生

<https://sorae.info/astromy/20230917-ngc4632.html>

## 隠れた極リング銀河？ おとめ座の渦巻銀河を取り囲むリング構造を発見

2023-09-17 [sorae 編集部](#)



こちらは「おとめ座」の方向約 5600 万光年先の渦巻銀河「NGC 4632」です。国立天文台ハワイ観測所の「すばる望遠鏡」に搭載されている超広視野主焦点カメラ「Hyper Suprime-Cam (HSC、ハイパー・シュプリーム・カム)」で撮影した画像と、オーストラリア連邦科学産業研究機構 (CSIRO) マーチソン電波天文台の電波望遠鏡「ASKAP」の観測データを合成したものとなります。



【▲ 渦巻銀河「NGC 4632」と電波で見つかったリング構造。国立天文台の「すばる望遠鏡」

と CSIRO の電波望遠鏡「ASKAP」の画像を合成して作成 (Credit: Jayanne English (U. Manitoba), Nathan Deg (Queen's University) & WALLABY Survey, CSIRO/ASKAP, NAOJ/Subaru Telescope)】

CSIROによると、青く輝く NGC 4632 を取り囲んでいるのは ASKAP で捉えられた低温の水素ガスのリングです。このリング構造は NGC 4632 の銀河円盤に対して 90 度の角度で周回しているといい、クイーンズ大学 (カナダ) の Nathan Deg 博士らが参加した研究チームの観測で発見されました。

星々やガスでできたリングが円盤に対して大きな角度で周回している銀河は「極リング銀河 (Polar Ring Galaxy)」と呼ばれていて、「うお座」の「NGC 660」などが知られています。アメリカ航空宇宙局

(NASA)によると、既知の極リング銀河はどれも光学観測で発見されてきたといい、NGC 4632 は電波観測によって極リング銀河の可能性が示された初の銀河のうちの 1 つとされています。

関連: [独自の環と大規模爆発が確認された「極リング銀河」](#) (2019 年 5 月 13 日)

研究に参加した CSIRO の Bärbel Koribalski 教授によると、今回の研究は ASKAP を使用して行われている観測プロジェクト「WALLABY サーベイ」の一環として実施されました。WALLABY は南天全体の観測を通して数十万の銀河におけるガスの分布の検出・可視化を目的としており、今回の研究では同サーベイ初期の小規模な観測の対象となった 600 個の銀河から 2 つの銀河 (NGC 4632 と NGC 6156) が極リング銀河の候補として特定されています。Deg さんによれば、今回の結果は天の川銀河の近くにある銀河のうち 1~3 パーセントにはこうしたリングが存在する可能性を示唆していますが、この割合は光学観測の結果から予測された割合よりも高いようです。CSIROによると極リング銀河のリング構造がなぜ存在するのかはまだよくわかっておらず、相互作用した銀河から剥ぎ取られた物質でできている可能性や、コズミックウェブ (※) に沿って銀河に流れ込んだガスからリングが形成される過程で星が誕生した可能性などが考えられるとされています。ASKAP による今後数年間の観測で極リング銀河のようなめずらしい銀河がより多く発見されれば、暗黒物質 (ダークマター) の性質に関する手がかりが得られるかもしれないと期待されています。

※...暗黒物質が形作るフィラメント状 (糸状) の大規模構造、宇宙のクモの巣とも。

冒頭の画像は CSIRO や NASA から 2023 年 9 月 13 日付で紹介されています。

Source Image Credit: Jayanne English (U. Manitoba), Nathan Deg (Queen's University) & WALLABY Survey, CSIRO/ASKAP, NAOJ/Subaru Telescope

[CSIRO](#) - Astronomers reveal cosmic ribbon around rare galaxy

[NASA](#) - NGC 4632: Galaxy with a Hidden Polar Ring

[Deg et al.](#) - WALLABY pilot survey: the potential polar ring galaxies NGC 4632 and NGC 6156 (MNRAS, [arXiv](#))

文/sorae 編集部

## 直径 10 億光年の泡状構造を発見 ハワイの創世神話にちなみ「ホオレイラナ」と命名

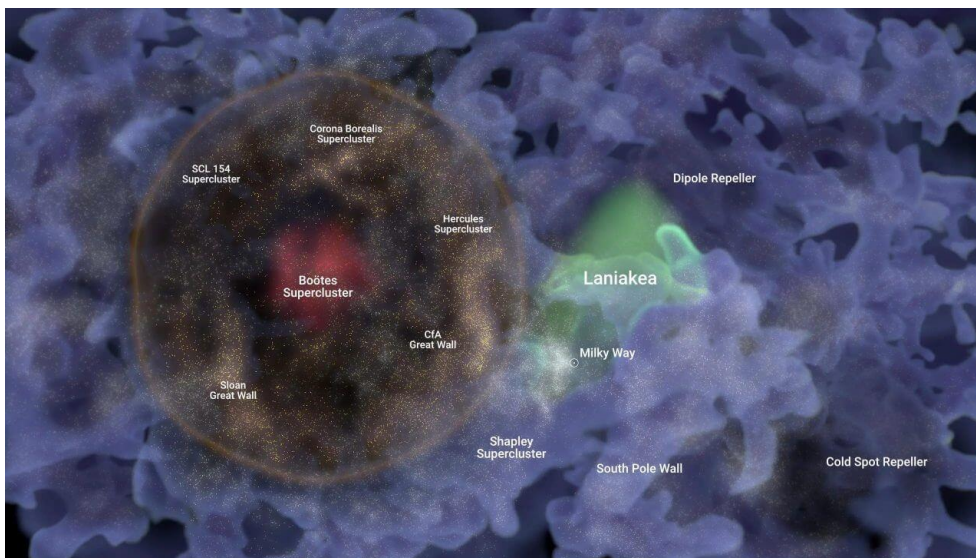
2023-09-19 彩恵りり

この宇宙に存在する銀河はランダムに分布しているのではなく、物理法則に従い規則的に分布していると考えられていますが、銀河の分布に対する影響はとても小さく、観測で見つかる可能性は低いと考えられてきました。ハワイ大学マノア校の R. Brent Tully 氏などの研究チームは、これまでで最大規模の銀河分布図

「Cosmicflows-4」を使用した研究により、天の川銀河の比較的近くに存在する直径 10 億光年にも達する巨大な銀河の泡状構造を発見しました。この構造は、これまで別々の超銀河団として個別に発見されていた大規模構造を含んでいます。Tully 氏らは、ハワイの創世神話に因み、この構造を「ホオレイラナ (Ho'oleilana)」と名付けました。

### ■宇宙の銀河の分布を決定した「バリオン音響振動」

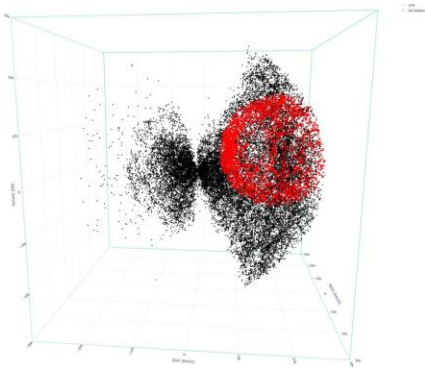
誕生したばかりの宇宙は高温であり、原子が電子と原子核に分離した「プラズマ」で満たされていました。この状態は、宇宙の温度がプラズマを維持できなくなるほど低くなった、誕生から約 38 万年後まで続いたとされています。プラズマの中を進む光は電子や原子核に頻繁に衝突して、粒子どうしの距離を拡大しようとし、一方、重力は物質が集まって質量が増えるほど強くなるため、光とは反対に粒子どうしの距離を縮小させようとする力が働きます。この正反対の力のせめぎ合いによって、プラズマ内では音波に似た圧力波が発生します。これを「バリオン音響振動 (BAO: Baryon Acoustic Oscillations)」と呼びます。BAO は宇宙のあちこちで発生したため、重なり合う波が互いを強め合ったり打ち消し合ったりする場所が発生しました。プラズマが消える約 38 万年後には BAO も消えてしまいましたが、波の重なり合いは物質密度のわずかな差を生み出し、最終的には銀河が発生する“種”になったと考えられています。従って、現在観測できる銀河の分布を調べることは、BAO がどのような現象であったのかを調べることにつながり、宇宙の物質構成や膨張速度といったパラメータを知る手掛かりとなります。ただし、宇宙の物質密度に対する BAO の影響はわずかなもので、これまでの研究では明確に BAO の影響によるものだと決定づけられた宇宙の構造は存在しませんでした。



【▲ 図 1: ホオレイラナ (画像左側の茶色の円) は、天の川銀河 (Milky Way) のすぐ近くにある巨大構造である。緑色は幅約 5 億光年の大きさを持つラニアケア超銀河団 (Credit: Frédéric Durillon, Animea Studio; Daniel Pomarède, IRFU, CEA University Paris-Saclay)】

### ■直径 10 億光年の巨大な泡「ホオレイラナ」発見

Tully 氏らは天の川銀河の近くにある銀河の分布を調べる研究を行っていましたが、当初は BAO が関わる内容になるとは想像していませんでした。研究に使用されたのは、銀河の分布図としては最大規模かつ正確なものとなる「Cosmicflows-4」でした。



【▲ 図 2: 天の川銀河の近くにある銀河の 3 次元分布 (中央が天の川銀河)。

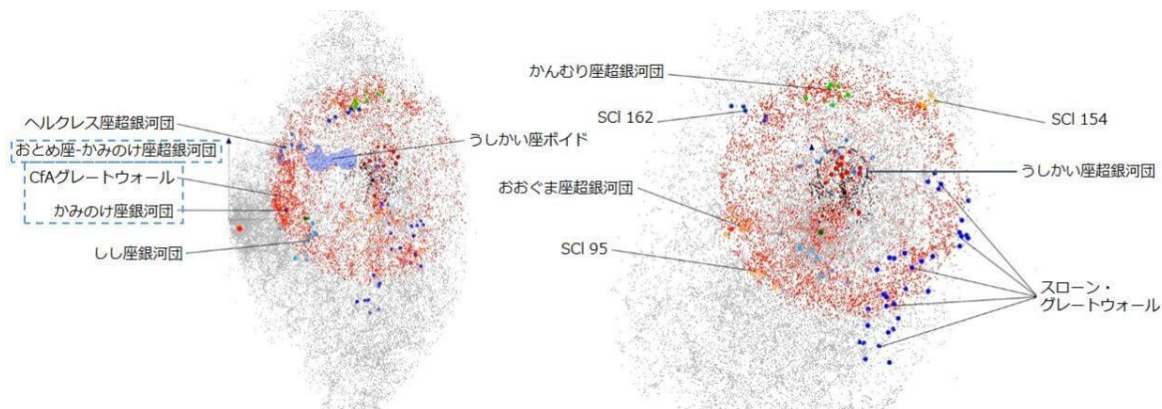
ホオレイラナを構成する銀河は赤色で示されている。ホオレイラナの一部は Cosmicflows-4 の範囲外となるため、銀河の分布が描き出す球の一部は欠けているように見える (Credit: R. Brent Tully, et al.)】

ところが研究を進めるうちに、Tully 氏らは天の川銀河近くの宇宙に特徴的な構造があることに気づきました。それは地球から約 6 億 8000 万光年 (※1) 離れた場所を中心に、多くの銀河がリング状に分布しているように見えました。後の調査で、これはリングではなく、3 次元的な泡のような構造であると推定されました (※2)。

※1...赤方偏移の値は  $z=0.068$ 。この研究ではハッブル定数について独自の推定を行い (詳しくは後述)、その値を  $76.9\text{km/s/Mpc}$  として距離を計算しています。一方、通常の遠方宇宙までの距離計算で参照される  $67.7\text{km/s/Mpc}$  を採用する場合、距離は約 9 億 7000 万光年となります。

※2...ホオレイラナの泡のような球面構造という推定は、主に地球に近い銀河の分布で推定されています。遠い銀河になるほど分布が不正確となり、球面を構成しているかどうか曖昧となっています。また、最も遠い球面の一部は Cosmicflows-4 の範囲外であり、データが欠損しています。

この構造は、Tully 氏らによって「ホオレイラナ」と名付けられました。これは、ハワイの創世神話『クムリポ (Kumulipo)』における「Ho'oleilei ka lana a ka Po uliuli,」(深い暗闇から目覚めのささやきが聞こえた) という一節に因んでいます。泡状構造という推定が正しい場合、ホオレイラナは直径 10 億光年もの超巨大な構造となります。今回の研究チームは、2014 年に天の川銀河も含まれる「ラニアケア超銀河団」という幅 5 億光年もの巨大構造を発見していますが、今回報告されたホオレイラナはそれを上回る、天の川銀河に比較的近い宇宙では最大の構造です。



【▲ 図 3: 別の 2 方向から見たホオレイラナの構造。これまで個別に発見されてきた超銀河団はホオレイラナの一部であることが分かる (Credit: R. Brent Tully, et al. / アニメーションから引用。日本語訳および名称の加筆は筆者)】

ホオレイラナの発見により、これまでに知られていた宇宙の大規模構造のいくつかは、ホオレイラナの構成要素であることが分かりました。「スローン・グレートウォール」「かんむり座超銀河団」「おおぐま座超銀河団」「おとめ座-かみのけ座超銀河団」などは、ホオレイラナの泡状構造を構成する超銀河団であることが判明しました。また、ホオレイラナの中心付近には「うしかい座超銀河団」があり、ホオレイラナの内部には「うしかい座ボイド」も存在します。ホオレイラナはあまりにも巨大なため、これまでそのような構造が存在する



とは気付かれていませんでした。一部の超銀河団の配置をもとに、かなり大規模な構造が存在すると推定した研究成果は2016年には報告されていたものの、全容が判明していなかったため、泡状構造の特定には辿り着いていませんでした。Tully氏らがこの結論に辿り着くことができたのは、Cosmicflows-4という広範囲をカバーした銀河の分布図があったおかげです。ホオレイラナが統計学上の偶然である確率（たまたま銀河が直径10億光年の泡状構造に分布した確率）は1%未満であると見られています。

#### ■宇宙論にも影響する発見

ホオレイラナが創世神話に因んで命名されたのは、初期宇宙の“ささやき”とも言えるBAOに関係しています。BAOによって生成された構造は、BAOが存在できる約38万年の間に移動できる距離に制限されるため、これまでその最大値は5億光年だと考えられてきました。ホオレイラナはその制限を大幅に破る巨大構造であるため、ホオレイラナを生み出す何かしらの説明が必要です。

Tully氏らは、初期の宇宙の膨張速度がこれまでの推定よりもずっと大きかったという説を提唱しています。宇宙の膨張速度を表す「ハッブル定数（H0）」には、近くの宇宙で測定した場合の値と、遠い宇宙で測定した場合の値に大きな差が生じる「ハッブル緊張（Hubble tension）」という大きな謎があります。Tully氏らは、ホオレイラナの存在を説明する最も適したハッブル定数は76.9km/s/Mpcだと独自に割り出していますが、この値は近くの宇宙で測定されたハッブル定数の値とよく一致します。

関連：[セファイド変光星で求めたハッブル定数の値を0.9%の精度でチェック](#)（2023年4月25日）

ホオレイラナの存在は、現状の宇宙論に何らかの不備があることを示す1つの証拠です。数億光年の距離にあるホオレイラナは、宇宙論の研究においては“近所”と言えるほど近い距離にあるため、ホオレイラナの観測によってBAOやハッブル定数と言った宇宙の大きな謎についての手がかりが得られる可能性は十分にあります。

Source

[R. Brent Tully, Cullan Howlett & Daniel Pomarède](#). “Ho'oleilana: An Individual Baryon Acoustic Oscillation?”. (The Astrophysical Journal)

[“Vast bubble of galaxies discovered, given Hawaiian name”](#). (University of Hawai'i at Mānoa) 文／彩恵りり

<https://soraie.info/astromy/20230920-9io9.html>

## 約200億光年離れた銀河「9io9」の磁場を観測 史上最も遠い固有磁場の観測記録

2023-09-20 [彩恵りり](#)

宇宙にあるほとんどの天体には固有の磁場があります。磁場は個々の銀河にも存在し、銀河の進化において基礎的な役割を果たしていると推定されています。しかし、遠く離れた天体の磁場を観測するのは難しく、銀河における磁場の役割には多くの謎があります。また、銀河の磁場が発生する理由もよくわかりません。ハートフォードシャー大学のJ. E. Geach氏などの研究チームは、大型電波干渉計「ALMA（アタカマ大型ミリ波サブミリ波干渉計）」（チリ、アタカマ砂漠）による観測を通じて、地球から約200億光年離れた銀河「9io9」の固有磁場を測定することに成功しました。これは史上最も遠い固有磁場の観測記録です。（※編注：9io9までの約200億光年という値は宇宙の膨張を考慮した「共動距離」にもとづきます。天体を発した光が地球で観測されるまでに移動した距離を示す「光路（光行）距離」にもとづく値は約113億光年です）



【▲ 図 1: 電波で捉えられた 9io9 の画像に磁気の向きを書き加えたもの。2 つに分裂して見えるのは重力レンズ効果による像の歪みのため (Credit: ALMA (ESO, NAOJ, NRAO) , J. Geach et al.) 】

【▲ 図 2: 9io9 の赤外線画像。VISTA 望遠鏡とカナダ・フランス・ハワイ望遠鏡の撮影画像を組み合わせたもの。中心部で光っているのは重力レンズ効果の重力源となっている別の銀河であり、その周りを囲む赤い弧が 9io9 の像である (Credit: ESO, J. Geach et al.) 】

#### ■謎が多い銀河磁場

地球は 1 個の磁石に例えられるように、地磁気という固有の磁場を持っています。磁場があるのは地球だけでなく、宇宙に存在するほぼ全ての天体には磁場が存在します。多数の恒星などが集合した銀河も例外ではなく、銀河の磁場は「銀河磁場」と呼ばれます。磁場は様々な物質に作用するため、銀河という天体の進化にも関わりがあるとされています。しかし、これまでその役割はあまり理解されていませんでした。理由の 1 つは、一般的に遠く離れた天体の磁場を直接測定することができないからです。銀河の磁場の構造や強度を知るためには、その天体を電波で観測して「偏光」と呼ばれる性質を測定する必要があります。電波は文字通り「波」であり、進行方向に対して垂直に振動しています。通常、その振動方向はバラバラですが、何らかの理由で振動方向が一定の角度に揃っている場合があります。これが偏光です。銀河には星だけでなく大量の塵も含まれており、塵は電波を発しています。銀河磁場は塵の配列を一定方向に揃える性質があるため、塵から発生する電波の振動方向も一定の角度に揃う傾向にあります。つまり、塵から発せられた電波の偏光を観測できれば、銀河磁場の強度や向きを知ることができるのです。しかし、遠い天体になればなるほど、地球に届く電波の強度は弱くなります。そのうえ、磁場による偏光は非常に弱く、観測自体が技術的に難しいことから、遠い銀河の磁場の研究はほとんど進んでいませんでした。宇宙は遠くを見れば見るほど初期の宇宙に近づくことになるため、言い換えれば初期の銀河における磁場の情報が不足していることとなります。

#### ■約 200 億年離れた「9io9」の固有磁場の観測に挑戦

Geach 氏などの研究チームは、地球から約 200 億光年離れた銀河「9io9」を ALMA で観測しました。9io9 が選ばれた理由の 1 つは、過去に ALMA や「ハッブル宇宙望遠鏡」で詳細な観測が行われていたためです。これに加えて、9io9 は重力レンズ効果 (※1) によって増光されているため、遠くの天体としては明るく、詳細な観測に適しているという特徴があります。

※1...天体と観測者の間に別の天体があると、重力が光を曲げて 1 点に集中させる場合があります、通常は観測が難しい遠くの天体の情報を知ることができます。重力が凸レンズのような役割を果たすため、この現象は重力レンズ効果と呼ばれています。

研究チームは 2022 年 4 月に 9io9 を 2 日間に渡って観測し、データを分析しました。その結果、9io9 の偏光成分を取り出すことに成功しました。偏光成分は 1% 程度であり、これは近くにある渦巻銀河と同程度です。この結果から、9io9 には約 1 万 6000 光年の範囲に渡る 500 $\mu$ G 以下の磁場構造があると結論付けられました。これは史上最も遠い固有磁場の観測記録となります。磁場の強度は地磁気の 1000 分の 1 ですが、これは通常の渦巻銀河と比べて 50 倍も強い値であり、銀河磁場としては極めて強い値です。

9io9 は今から 110 億年前の宇宙に存在する、誕生から 25 億年後の宇宙に存在する若い銀河であると見られています。銀河磁場の形成過程はよくわかっていませんが、個々の塵の非常に弱い磁場が増幅されたものであると考えられており、銀河磁場程度の強度と規模にまで成長するには 10 億年程度の時間がかかると推定されています。これは、9io9 という若い銀河に銀河磁場が見つかったこととも矛盾しません。

また、個々の塵の磁場の増幅は、星形成 (※2) や超新星爆発によって塵の中に乱流が発生したためであると推定されていますが、特に星形成は固有の磁気構造の維持に主要な役割を果たしていると考えられています。9io9 は現在の天の川銀河の 1000 倍ものスピードで星形成が行われていると考えられており、星形成による乱流から発生する磁場の理論的強度は今回の観測結果とよく一致します。

※2...銀河を満たす塵やガスが重力で集まり、恒星が生まれること。

今回の 9i09 の観測結果は、観測史上最も遠い固有磁場の観測記録となりましたが、詳細な観測が行われたとまでは言えないため、まだまだ追加の観測を行う余地があります。例えば、9i09 の銀河磁場の強度はかなり強く、銀河磁場が測定されたことがあるいくつかのスターバースト銀河 (※3) よりも高い値です。しかし、9i09 の銀河磁場は場所ごとの細かな強度があまりよくわかっていません。9i09 の星形成の激しさからすると、銀河全体でそこまで強い磁場は発生しにくいと考えられます。9i09 では局所的に磁気強度の強い部分があると考えれば説明がつくため、より詳細な磁気強度の測定が必要となります。※3...通常の銀河と比べ、非常に激しい星形成が行われている銀河。

#### ■銀河以外の宇宙の謎にも関わる観測結果

また、今回の研究結果は「宇宙赤外線背景放射」や「宇宙マイクロ波背景放射」という別の要素にも影響する可能性があります。これは宇宙全体を満たしている赤外線とマイクロ波の放射ですが、その起源は全く異なると推定されています。宇宙赤外線背景放射は銀河に分布する塵からの放射であるのに対し、宇宙マイクロ波背景放射は「宇宙の晴れ上がり」 (※4) 時の光が宇宙の膨張によって引き伸ばされたものであると考えられています。※4...宇宙は誕生からしばらくの間は高温で、原子は電子と原子核がバラバラなプラズマ状態となっていました。電気を帯びたプラズマの中では、光はまっすぐに進みません。宇宙誕生から約 38 万年後、宇宙の温度が十分に冷え、電子が原子核に捕らわれプラズマが消滅すると、光はまっすぐ進むようになります。これが宇宙の晴れ上がりです。特に、宇宙マイクロ波背景放射は宇宙のごく初期の段階での情報を多数含んでいることから積極的に観測が行われており、その中には偏光成分もあります。しかし、今回の研究結果は塵から放射される電波の偏光成分を研究しているため、同じく塵から放射される赤外線も偏光している可能性を示しています。赤外線は宇宙の膨張によって引き伸ばされ、伝わってきた距離によってはマイクロ波となるため、宇宙マイクロ波背景放射の偏光成分にはわずかながらも宇宙赤外線背景放射の偏光成分が混ざっている可能性があります。宇宙赤外線背景放射の偏光は今まで観測されたことはなく、あったとしてもその強度はとても弱いと推定されます。今回の 9i09 のように遠い銀河の磁場を観測する研究は、間接的に宇宙赤外線背景放射の偏光を予測し、宇宙マイクロ波背景放射のノイズを除去することにも繋がるかもしれません。

Source

[J. E. Geach, et al.](#) “Polarized thermal emission from dust in a galaxy at redshift 2.6”. (Nature)

[James Geach, et al.](#) “Furthest ever detection of a galaxy’s magnetic field”. (ESO) 文／彩恵りり

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20230919-2774447/>

## 宇宙の物質とエネルギーの総量のうち 31%が物質、千葉大などが新手法で測定

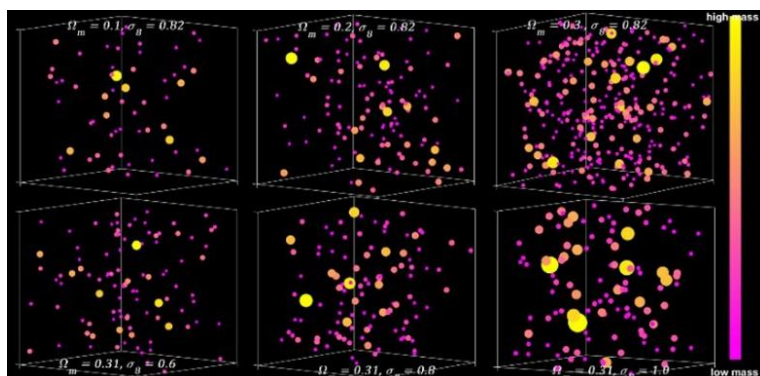
掲載日 2023/09/19 13:27 著者：上定真子

千葉大学とエジプト国立天文・地球物理学研究所は、銀河団の質量と銀河団の数の関係について、銀河団を構成するメンバー銀河を利用して推定。数値シミュレーションによる予測値と比較した結果、宇宙に存在する物質とエネルギーの総量のうち物質が 31%を占め、残りは暗黒エネルギーであることを突き止めたと発表した。同成果は、千葉大学 情報戦略機構の石山智明准教授と、エジプト国立天文・地球物理学研究所のモハメド・アブドラ研究員、同 ジリアン・ウィルソン研究員、アナトリー・クリピン研究員らの国際共同研究チームによるもの。詳細は、2023 年 9 月 13 日に[米国の天体物理学専門誌「The Astrophysical Journal」に掲載された。](#)

宇宙論における最も重要な問題の 1 つとして、宇宙における各物質成分がどれくらいの割合で存在するかが挙げられる。それを推定する方法の 1 つに、銀河団の質量と数の関係を用いるものがあるが、ほとんどの物質は暗黒物質であり、望遠鏡を用いた光学的な直接観測ができないため、この関係を正確に直接測定することは困難だったという。そこで、研究チームは今回、質量の大きい銀河団ほどより多くのメンバー銀河を含んでいるという事実に着目し、銀河団の質量を間接的に測定する方法を用いて研究を行ったとする。



銀河は光り輝く星で構成されているため、各銀河団に含まれるメンバー銀河の数の計測を、その銀河団の質量を間接的に測定する方法として利用できるという考え方のもと、研究チームはスローンデジタルスカイサーベイの観測データを解析、各銀河団に含まれるメンバー銀河の数を計測する形で銀河団の質量とメンバー銀河の数の関係を調査。その結果を数値シミュレーションによる予測と比較したところ、観測とシミュレーションが最もよく一致したのは全物質が宇宙の物質とエネルギーの総量の約31%を占める宇宙であり、プランク衛星による宇宙マイクロ波背景放射の観測から推定された値とよく一致したとする。



シミュレーション結果に基づいた銀河団の分布 (出所:千葉大学)

研究チームによると、物質の総量を推定する手法として、これまで宇宙マイクロ波背景放射、バリオン音響振動、Ia型超新星、重力レンズなどが用いられてきたが、今回の研究はスローンデジタルスカイサーベイの観測データを用いて、各銀河団までの距離とどの銀河が銀河団に重力的に結合しているメンバーなのかを決定したものであり、ほかの手法とは完全に異なるものであるとしている。

なおこの手法は、すばる望遠鏡、暗黒エネルギーサーベイ、暗黒エネルギー分光器、ユークリッド望遠鏡、eROSITA望遠鏡、ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡のような、広視野・深視野の大規模な撮像・分光銀河サーベイから利用可能になりつつある新しい観測データに対しても応用可能であり、今後の発展が期待できるともしている。

<https://wired.jp/article/mexico-congress-aliens-fake/>

2023.09.16

## 「地球外生命体の遺体」は本物なのか？ メキシコ議会で公開された謎のミイラが波紋

メキシコ議会でUFO（未確認飛行物体）に関する初の公聴会が開かれ、「地球外生命体の遺体」とされる2つの物体が公開された。このミイラ化した遺体は精巧な偽物の可能性が高いとされるが、真偽を巡って波紋が広がっている。



ILLUSTRATION: RODRIGO MEADE

ハイメ・マウサンが示した「人間ではない」とされる生物の遺体。PHOTOGRAPH: CANAL DEL CONGRESO  
明らかになったミイラの正体

あたかも地球外生命体の開封の儀のようだった。しかし、中身はペルーのナスカで発見されたミイラだった。メキシコ下院議会で開催された公聴会の終盤で、UFO 研究者兼ジャーナリストでメキシコのテレビ番組「Tercer Milenio (3千年紀)」の司会を務めるハイメ・マウサンが、「人類ではない」と主張する生物の遺体を示したのは9月12日（米国時間）のことである。有名な研究者であるマウサンは、UFOとしてよく知られ

ている「未確認空中現象（UAP）」に焦点を当てたこの歴史的な公聴会において、こうして聴衆に注目されたのだ。公聴会が始まる前、メキシコ与党の国家再生運動（MORENA）で副議長を務めるセルヒオ・グティエレス・ルナは参加者に対し、起立して真実を語ることを宣誓するよう求めた。聴衆のなかには、かつて米国議会で未確認物体に関する自身の体験について証言した元米海軍パイロット中尉のライアン・グレイブスや、天体物理学者でハーバード大学教授のエイブラハム・アヴィ・ローブもいた。ローブは地球外生命体の宇宙船が地球を訪問済みであるという理論の主な提唱者でもある。

マウサンは自分の発言の順番が回って来ると、ふたつの小さな石棺の蓋を開けるよう合図を送った。そこには2体の「人類ではない」という遺体が納められていた。

ところが、この2体は「人類ではない存在」ではなく、ナスカで発見されたミイラだった。厳密に言うと「ナスカの3本指の人型ミイラ」で、一時は偉大な考古学的な発見として紹介されたが、後に国際的な科学コミュニティから広く疑問視されるようになったものだ。

この2体のミイラは、変わった外見になるように細工された疑いがあり、その信憑性はミイラの研究組織「World Committee on Mummy Studies」のような重要な組織によって否定されている。この組織は発見を「詐欺」としており、「無責任かつ組織的な誤情報キャンペーン」と評している。

古代アンデス文明のカラル遺跡から、最も有名なマチュ・ピチュなどのインカ帝国の数々の遺跡まで、ペルーには多岐にわたる遺跡が存在する。その考古学的豊かさは世界的にもお墨付きだ。

しかし、このほどメキシコ議会で提示された2体のミイラは精巧な偽物にすぎない。学術研究者と考古学者、科学者の意見は一致している。このようなミイラの一部は、スペイン人による征服以前の人間の体を改造したものだ。残りのもの、特に発表されたような小さなものは、動物や人間の骨を組み合わせてつくられたものである。ペルーでミイラを研究している形質人類学者のグイド・ロンバルディは、ペルーの新聞『El Comercio』に次のように語っている。「先コロンブス期のミイラ、特にナスカ地域で発見されたミイラを研究したすべての研究者たちの経験から、このようなミイラは大きなものは先コロンブス期の人間の遺体が商業目的で改造されたものであり、“小さなミイラ”とされているものは組み立てられた人工物であることは非常に明らかです」

ペルー検察庁法医学研究所で今回のミイラを分析した法医学考古学者のフラビオ・エストラダは、ふたつの地球外生命体の遺体とされるものは「動物や人間の骨を合成接着剤でつなぎ合わせたつくり物」で、偽の皮膚で覆われていると説明している。この干からびた遺体についてマウサンは17年にペルーで発見されたものだとしており、「人類の地球上の進化とは無関係な、人間ではない生物です」と説明した。「放射性炭素年代測定を実施したメキシコ国立自治大学（UNAM）によると、この人間ではないとされた生物は約1,000年前のものです。墜落した宇宙船から回収されたものではなく、珪藻土に埋もれていました。珪藻土は1,700万年前の藻類の化石で、当時は豊富に存在したものです」

### 広がった失望

このニュースは爆発的に広まった。科学界からは声明が発表され、公聴会後の成り行きを見守る人々はマウサン支持派とマウサン不信派のふたつの陣営に分かれた。ほかにも、この騒動をただネタとしてからかう人々もいた。「科学者も招待すればよかったですと思います」と、天文学者兼物理学者で科学界の権威であるフリエタ・フィエロは言う。「地球外生命体を探す人たちと、遺伝人類学の専門家や過去の遺物の年代測定の専門家の両方を招待すればよかったですと思うのですが、こうした人たちは参加していませんでした」

「それだけでなく、ペルー大使も招待すべきでした。ペルーで発掘された“地球外生命体”をメキシコで展示し、ペルーの代表者を呼ばないなんてどういうことか想像できるでしょう。ひどいことです。どうやって税関を通過したのでしょうか？ それに、もし地球外生命体だったとしたら、まず隔離するのが先でしょう。もしどこからかウイルスを持ち込んでいて、ひどいパンデミックを引き起こしたらどうするのでしょうか？」

「メキシコ議会での公聴会は、必ずしも検証できるわけではない情報を使った見世物であり、狂信の産物でした。地球外に生命が存在する可能性があるという現象を説明することよりも、メディアの見世物や政治的利益

を目的としたものでした」と、UNAM 社会学研究所の研究者で政治社会科学部の社会学博士のラウル・トレホ・デラルブレは語っている。「何よりも、この問題は議会の範疇を超えています」

米国議会で証言し、今回の公聴会にも出席していた元米海軍中尉でパイロットだったライアン・グレイブスは公聴会の後に失望を表明し、今回の出来事を「大きな後退」であり、注目のための「根拠のない演出」だと評している。メキシコ議会では「わたしたちだけではない」という合言葉が響き渡った。自分たちには特殊な目撃の機会が与えられていると考えているパイロットや航空管制官、それからハーバード大学などの研究機関の天文学者、そして日本やアルゼンチン、フランス、ブラジル、ペルーの専門家や政治家たちが、空や深海で目にした説明のつかない発見をあえて報告しようとする「不満や嫌がらせ、脅迫」に直面すると証言したのだ。「議会は法律を制定するために存在します。メキシコ政府はこの分野で何の法律を制定しようとしているのでしょうか？まったくばかげています」と、UNAM のトレホ・デラルブレは言う。「今回の公聴会は、メキシコ議会を支配する多数党、つまり国家再生運動とその支持政党のはなはだしい方向性の誤りと、セルヒオ・グティエレス・ルナ下院議員の極度の無責任さという観点から理解されるべきだとわたしは考えています。グティエレス・ルナ議員は今回ほどお粗末なことはありませんでしたが、これまでも個人的な気まぐれを満たすために議員の座を利用してきました。今回の件で利益を得ているのは、ハイメ・マウサン氏です。彼は数十年にわたり、いわゆる UFO に対する社会的関心を基盤にした個人事業で利益を得てきました」

### 科学者たちからは疑問が噴出

マウサンのメキシコ議会への道を切り開いたのは米国だ。米国議会が UFO に関する公聴会を開いたことで、メキシコでも同様の公聴会の開催への門戸が開かれたのである。マウサンには多くの友人もおり、なかにはメキシコ下院議会を「国民の議会」と表現するグティエレス・ルナ下院議員もいた。公聴会でグティエレス・ルナは、聴衆は「国民の一部に大きな、大きな、大きな、大きな、大きな関心を引き起こした証言を聞くことになる」と発言している。グティエレス・ルナによると、この公聴会の発端は、他国ではすでに UFO が議会で取り上げられていることをマウサンが議員たちに説明しようとしたことにさかのぼる。「有名なジャーナリストで研究者であるハイメ・マウサン氏が、わたしたちに話をもってきました」と、グティエレス・ルナは説明する。そのうえで、「この立法権の行使の場において真実を語ることを誓うなら（中略）今日ここで議論されるすべてのことについて真実を証言することを誓います」と、公聴会の参加者を先導して宣誓した。

「メキシコ議会は、社会の啓蒙と指導のためにあらゆる問題を扱う権限をもっていますが、何よりも立法権をもっていることが基本です」と、トレホ・デラルブレは言う。そして「立法者はほかの権力を監督し、社会のニーズを管理しますが、何よりもまず法律を制定します。今回の会議はメキシコにおける UAP の規制に関する公聴会として開催されましたが、それはナンセンスです。異常で未確認のものをどうやって規制できるのでしょうか？ 公聴会の名称からして真面目に受け止めるべきではないことがわかります」と、一蹴した。

マウサンがメキシコ議会の公聴会に出席したのは今回が初めてではない。16 年には別の政党である制度的革命党 (PRI) の副議長からの招待を受け、田畑で栽培されている穀物が倒れて円形の跡を残す「ミステリーサークル」などの幾何学的図形に焦点を当てた下院議会の公聴会に出席している。



「ヒストリーチャンネル」のドキュメンタリー番組「ナスカのミイラ」を

撮影中のハイメ・マウサン。HISTORY CHANNEL

その公聴会で、メキシコの政府機関である国家情報公開庁 (INAI) のマリアノ・テロ長官は、INAI が 22 年 3 月 29 日にある国民から UFO に関する情報を求めるメールを受け取ったことを明らかにした。その情報公開請求



によって最終的に、1975年5月にパイロットが未確認物体について報告している航空管制記録が公開されることになったのだ。「パイロットが操縦している航空機の上空を飛行する奇妙な物体の存在を管制塔に報告していることがわかります」と、テロは発言している。INAIは03年以降、UFO関連の情報提供を求める1,011件の要請を受けており、そのうち93件が審査請求、58件がメキシコ領空に関するものだった。その58件のうち19件は具体的にUFOに関するもの、15件が航空管制サービスに関するもの、1件が地球外生命体に関するものだったという。マウサンが下院議会で開催された公聴会に出席した後、UNAM天文学研究所は声明を発表した。多くの研究や絶え間ない宇宙空間での活動監視にもかかわらず、「現在までのところ地球外生命体の存在の証拠となる観測的または実験的な報告は一切ない」ことを指摘したのだ。

また、この分野での研究は「科学研究機関の支援を受け、厳格な倫理基準に従って進められることが重要である」とも表明している。「科学者は地球外生命体探査の原動力であり、科学で求められる不断努力をもってこの分野の探査を続ける」ことも強調した。UNAMの物理学研究所も9月12日、メキシコ議会で提示されたペルーで発見されたミイラに実施した検査について、17年に初めて発表した声明を再発表した。「国立加速器質量分析研究所(LEMA)は17年5月、依頼者から提供された情報によると皮膚と脳組織とされる約0.5gの一連のサンプルに放射性炭素年代測定を実施しました。そして同じ年の6月に、まとめた結果を依頼者に届けました。これは商業契約なので結果は極秘情報であり、LEMAのいかなるメンバーもこの情報を発信することはできません」と、研究所は説明している。そして「LEMAは依頼者に提供した結果のその後の使用、解釈、不当な表示を認めません。17年6月の分析の場合、放射性炭素年代測定以外の活動にLEMAが関与していることを示唆するいかなる情報も無効です」と結んでいる。「科学にはプロセスがあり、ルーティンがあり、自ら出した結論に疑問を投げかけようとする熱意があります。ほかの惑星に生命が存在する可能性を否定する人はいません。わたしは今回の公聴会におけるこのような無駄な注目集めと、資源の無駄遣いの可能性を懸念しています」と、トレホ・デラルブレは言う。「メキシコ議会がもつべき科学に対する真摯な姿勢とコミットメントに非常に悪い印象を残した見世物でした。なぜなら、この見世物は現メキシコ政府の反科学的な姿勢と一致していたからです」([WIRED ES](https://wired.es/)/Edit by Daisuke Takimoto)

<https://uchubiz.com/article/new27897/>

## NASA、UFO 目撃情報に「地球外が起源だという証拠は現時点で見つかっていない」と表明

2023.09.19 11:13 塚本直樹

米航空宇宙局(NASA)のUFO研究チームは現地時間9月14日、「未確認空中現象(Unidentified Aerial Phenomena: UAP)」の目撃情報について「現時点で地球外が起源だという証拠は見つかっていない」と報告した。



出典：U.S. Navy/DOD

UAP とは、正体をすぐには特定できない空中や水中での現象のことだ。一般的には未確認飛行物体 (Unidentified Flying Object : UFO) と呼ばれることも多い。

この UAP について、NASA は UAP の解明チームを設置しているほか、米国防総省も All-domain Anomaly Resolution Office ([AARO](#)) として調査をしている。

NASA の報告書では、現時点で地球外が由来であるという証拠は見つからなかったとしつつ、UAP のさらなる調査を進めるため、新たに Mark McLnerney 氏を UAP 研究のディレクターとして任命した。

同氏はこれまで、NASA と国防総省との連絡役として UAP に関する調査活動に関わってきた。今後は UAP の調査にさらに注力し、将来の UAP の評価のためのデータベース構築をめざす。

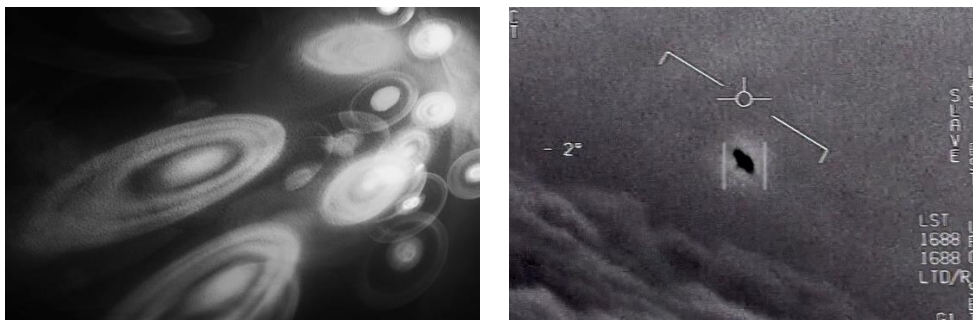
NASA の Bill Nelson 長官は、「NASA は探求の DNA を持っており、物事がなぜそのようになっているのかを問い続けることが私たちの使命だ」と語った。

<https://wired.jp/article/nasa-ufos-aliens-report-2023/>

2023.09.15

## NASA の「UFO に関する調査報告」は期待外れだったのか？

米航空宇宙局 (NASA) が、UFO (未確認飛行物体) の目撃談に関する公式見解を発表した。ところが、NASA は宇宙人の存在を立証も否定もしていない。



PHOTOGRAPH: GETTY IMAGES

[米情報機関が UFO を保有？ 内部告発と陰謀論にアメリカ議会が揺れている](#) BY MATT LASLO

ニューメキシコ州南東部に高高度気球が「それらしきもの」が墜落したことで有名な「[ロズウェル事件](#)」から 76 年。ついに米航空宇宙局 (NASA) が [UFO \(未確認飛行物体\)](#) の目撃談に関する公式見解を発表した。

とはいえ、あまり期待しないでほしい。[NASA](#) は宇宙人の存在を立証も否定もしていないのだ。

NASA の独立研究チームが 9 月 14 日 (米国時間) に [発表した報告書](#) では、連邦機関が UFO の代わりに使う用語「未確認空中現象 (UAP)」に関する新たな報告について、NASA がどう評価すべきかについて説明したのだ。NASA はこの報告書で「機械学習や人工知能 (AI) を分析ツールとして活用することも大事だが、まず必要なのはより高品質な分析用データだ」と強調している。

「NASA は [宇宙](#) で未知なるものを探索します。それはわたしたちの DNA なのです」と、NASA 長官のビル・ネルソンは記者会見で説明している。「NASA の研究から得られた最大の教訓は、『まだまだ学ぶべきことがある』ということです。研究では UAP が地球外起源である証拠は見つかりませんでした。しかし、UAP の正体も判明していません」この研究プロジェクトについてネルソンは、「UAP に関する対話をセンセーショナルなものから科学的なものへとシフトし、UAP の報告書の作成に伴う偏見を減らし、透明性のある情報を全世界で共有する」ための広範な取り組みの一環であると説明した。ネルソン長官と報告書の著者が大問題として強調しているのは、「空に奇妙な光が見えたという目撃証言は多数あるが、こうした現象から収集された高品質かつ標準化されたデータはほとんどない」点である。ほとんどの目撃情報は一瞬の遭遇であり、写真撮影のチャンスもおそらく一度だけだろう。報告書は次のように説明している。「科学の本質とは未知なるものの探求だ。科学者にとってのデータとは、宇宙の秘密を発見するための言語だ。証言や映像は多数あるが、一貫性の

ある詳細できちんと整理された観察情報は存在しない。つまり、UAPに関する最終的な科学結論を下すために必要なデータはまだないということだ」そのうえで報告書は、「センサーの較正不良、複数の測定値の欠如、センサーのメタデータ欠如、ベースラインデータの欠如などによって分析が妨げられている」としている。

### NASA が報告書で強調したこと

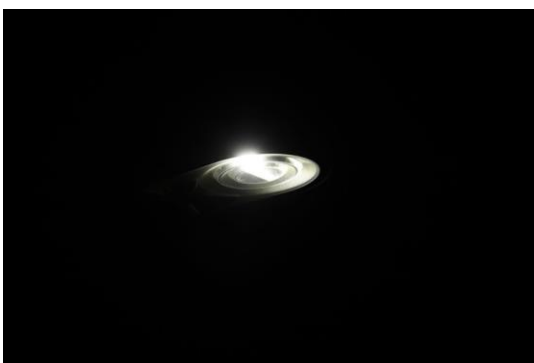
NASA は昨年の秋、宇宙物理学者や元宇宙飛行士、米連邦航空局（FAA）職員、民間航空宇宙企業の幹部、海洋学者、電気技師、科学ジャーナリストなどからなる 16 名のチームメンバーを発表した。ところが NASA の関係者は、「宇宙生物学的な探索（ほかの惑星に存在する生命の生物学的痕跡の探索）や地球外知的生命体（SETI）の探索は、この研究の範疇ではない」と明言している。

それより NASA は、将来的に証拠を得られた際の取り扱い方針を決めたいと考えているのだ。

NASA 科学ミッション本部のリサーチ・アドミニストレーターダン・エバンスは 5 月 31 日に長時間にわたり開催された[公開会議と記者会見](#)において、「過去の UFO に関する主張は新たに調査を開始する口実ではなく、将来的に新たな報告が届いた際にどう対処すれば最善なのか考えるために使います」と強調している。「主な目的は粗い映像を観ることではなく、未来のロードマップを提供することなのです」

研究チームの新しい報告書には、データ収集の改善に向けた具体的な推奨事項が記載されている。例えば、「NASA の地球観測衛星に搭載されているセンサーを使用し、大気や海洋の状態を監視して裏付けとなる証拠を探すが、自然現象は除外する」「合成開口レーダー（SAR）衛星を使用し、急加速や高重力操縦などの真に異常な特性を徹底検証する」「NEXRAD ドップラーレーダーネットワークを使用し、興味深い空中浮遊物を見分ける」といった具合だ。NASA 長官のネルソンは、さらに「NASA は今後の取り組みを監督する UAP 研究責任者を任命する」とも発表している。 WATCH [Former Air Force Pilot Breaks Down UFO Footage](#)

報告書は「NASA には現在、民間からの報告を収集する標準システムがない」という問題点を指摘している。そのうえで、「NASA がスマートフォンアプリを介してデータをクラウドソーシングする可能性」も示唆している（民間企業の Enigma Labs は今年 1 月、人々が UFO の目撃情報を報告してデータのアルゴリズム解析を可能にするという[モバイルアプリを発表](#)した）。



[「UFO の目撃情報」をアプリで共有。“未確認現象”の謎をデータで解き明かすプロジェクト、米国のスタートアップが開始](#) BY RAMIN SKIBBA

[米国防総省が公表した「UFO 報告書」が明らかにしたこと](#) BY WIRED STAFF

研究チームには「公共の安全に対する潜在リスクの評価」という任務もある。エバンスは記者会見で、「NASA の最初の『A』は Aeronautics（航空学）であることを忘れないでください」と語っている。「UAP の性質を理解すれば、空はわたしたち全員にとって確実に安全な空間であり続けることができます」

報告書はパイロットや航空管制官が米国の空域内で起きた事故を FAA に報告するために用いる「航空安全報告システム」からのデータ収集を推奨している。これは飛行上の潜在リスクを発見するためだが、信頼性の高い UAP の目撃データを得るためでもある。なお、36 ページに及ぶ報告書において「宇宙人」に言及しているのは 2 カ所だけだった。1 カ所目は、アマチュア科学者が発見した「ボヤジアン星」に関する説明である。この星の輝度変動が異常であり、「宇宙人の技術」によるものではないかと考えた人々がいたのだが、崩壊した彗星



だったことが判明したのだ。2カ所めは「テクノシグネチャーという言葉で知られる宇宙人の技術の兆候を探索することは天文学の重要分野だが、この報告書の範疇ではない」と述べている部分である。

NASAにとって「目撃情報の重要性を判断する」ことは、「それが地球上の現象によって説明できないかどうかを系統的に調べる」ことを意味する。独立研究チームのデビッド・スパーゲル委員長は記者会見で、「異常を調査する際は、新現象を特定しようとする前に従来の事象を除外する作業が必要です」と語っている。

「UAPが地球外起源であることを示唆する証拠は何も見つかっていません」と、スパーゲルは言う。「ほとんどの現象は飛行機や気球、ドローン、気象現象、計器の特徴などによって説明がつきます」

## 二分した米国の世論

この報告書はUFOの発見に対する期待に冷や水を浴びせるものだった。とはいえ、NASA長官のネルソンは「数十億もの銀河が存在し、138億年前に誕生したと推定される宇宙では地球のような惑星、つまり炭素ベースの生命体が生存可能な大気を持つ岩石状の惑星が発見される確率は高いでしょう」とも強調している。

「計り知れないほど広大な宇宙に生命体が存在すると思うかと問われれば、個人的な答えはイエスです」ネルソンは宇宙で生命体を発見するNASAのミッションとして、「[ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡](#)を用いた居住可能な太陽系外惑星の探索」や「(火星探査車の)[パーサヴィアランス](#)を用いた火星の初期生命体の痕跡の発見」などの継続的な取り組みを挙げた。UFOの目撃を巡る不透明な政治的・文化的状況が、NASAの取り組みによって近いうちに晴れることはなさそうだ。ピュー研究所の21年の世論調査によると、軍関係者によるUFOの目撃報告が地球外生命体を裏付ける証拠となるかどうかに関して、米国の世論は[二分されている](#)。

この世論の割れは、7月26日に米議会下院で開かれた[公聴会にも表れていた](#)。公聴会では、議員らが政府の透明性の欠如と主張することがらが注目されたのだ。公聴会では軍の元パイロット2人がUFOとの遭遇について語っている。さらに、元情報部員で自称告発者のデビッド・グラシが「人間ではない生物の痕跡」が見つかったとされるUFOの墜落地点に関する主張、また「(自身が)アクセスしようとして拒否された数十年にわたり進められたUAPの回収・リバースエンジニアリングプログラム」について繰り返し主張した。また、NASAが報告書を発表する前日には、UFO研究者でテレビパーソナリティのハイメ・マウサンがメキシコ議会で「宇宙人」の死骸と主張するものを披露している。7月の議会での公聴会の前日、非営利シンクタンクのランド研究所の研究者らは「Not the X-Files (Xファイルではない)」と題した[報告書を公開した](#)。1998~2022年に全米で公的に報告された10万件以上のUFO目撃情報をマッピングしたものだ。研究者たちは、ありきたりの結論に達している。目撃された多くは、おそらく軍用機だったという結論だ。報告で最も多くみられた要素は、それらが軍事作戦地域(MOA)から18マイル(約29km)以内に集結することが多い、というものだった。MOAは必ずしも主要軍備施設の近くには置かれていないが、パイロットの空中戦闘機動や空中迎撃の訓練といった非危険空中活動のための空域を設けているエリアだ。「MOAの周辺に住み、働き、移動していることに気づいていない人も多いのです。怪しく見えるものを目撃することがあるかもしれませんが、現実には米軍のものなのです」と、軍事社会学者で報告書の筆頭著者であるマレク・ポサードは語る。さらに今回の報告書は、国民の関与の向上、クラウドソーシングによる質の高いデータ収集、機械学習を用いたデータ分析を求めるランド研究所の提言にも合致するという。米国議会は今年7月、国の年間国防予算法案に、軍にUFO関連記録の回収・機密解除を義務づける修正案を付加した。実際に米国防総省は、04~21年に寄せられた説明のつかない目撃情報144件を考察した[独自のUAP報告書](#)を21年に発表している。報告書で自信をもって要因を特定できていたものはわずか1件で、それは気象観測用の気球だった。一方で、その他の目撃情報の要因は気球やドローン、大気中の自然現象、政府や産業の開発プログラム、外国の対敵システムなどの大気中のクラッター(不要な反射波)で、地球由来の可能性が高いと結論づけている。この年、国防総省は新たに現在の「全領域異常解決局(All-domain Anomaly Resolution Office: AARO)」を設立した。中国やロシアの航空機や宇宙船の可能性がある飛行物体への警戒など、国家安全保障上の課題を担う局だ。NASAの取り組みとそれ以外のすべての取り組みの違いは、AAROはデータの収集と発表をオープンに実施する民間の機関であってデータに機密情報が含

まれないことであると、研究チームのスパークは5月に語っている。報告書の筆頭著者であるポサードは、AAROはある程度は国民の懸念に対応したものではないかと指摘する。「政府の不透明性への批判を含め、選出された高官に対する国民からのプレッシャーが強まるなか、連邦政府内でも関心が高まっているのだと思います」

### 「地球外知的生命体が存在しないというものではない」

UFOの目撃に関する政府の関心は、特に目新しいことではない。しかし、以前はオープンではなかったことが多く、今回のNASAの公開プロジェクトは多くの政府機関を動員しようとする試みの一部かもしれないと、科学知識生産を専門とするペンシルベニア大学の歴史家のケイト・ドーシュは語る。

どんな科学プロジェクトでも極めて重要になる信頼性と再現性は、UFOの目撃における永遠の課題だとドーシュは指摘する。「残念ながら、こうした報告は自らの経験を適切に判断できない人によるものなのです。人間の視力は空中の物体の大きさやスピード、色や形状の特定において、距離が100ヤード（約91m）を超えると非常に信頼性が落ちてしまいます」と、ドーシュは語る。しかし、UFOを報告する多くの人々は自分でも説明できないような実経験をしており、調べる価値はあるという。

これに対して懐疑派は、目撃経験の多くは結局のところ、ごく普通の要因によるものであることが判明すると主張する。「UFOには2種類あります。わたしたちがよく知るUFOと、よく知らないUFOです」と、超常現象の批判的な調査を推進する「懐疑主義的研究のための委員会（CSI）」のメンバーで元天文学者のアンドリュー・フラクノイは言う。多くのUFOは最終的に「IFO」、つまり「確認飛行物体」となるが、IFOは「十分な情報と適切な調査により説明がつく」とフラクノイは語る。フラクノイはひとつの例として、1951年にテキサスで目撃されたV字型の謎めいた発光体群「[ラボックスライト](#)」を挙げる。これは後に鳥の群れに光が反射したものとして説明されたという。天文学者の大多数は、地球外知的生命体の形跡を見てみたいと間違いなく思っている。一方で明確な証拠も求めていると、地球外生命体の起源や探索を専門とする非営利団体「SETI Institute」の上級天文学者のセス・ショスタックは語る。「こうしたあらゆることが何なのかわからないからといって、宇宙人による地球訪問の証拠だと結論を急ぐべきではありません。それは無知に基づく主張です」と、ショスタックは言う。「かといって、地球外知的生命体が存在しないというものではありません。銀河の星の数は1兆以上かもしれず、100万にひとつの星に生命が生まれる環境があったら、生命体のある世界が100万あるということになるのですから」 ([WIRED US](#)/Edit by Daisuke Takimoto)