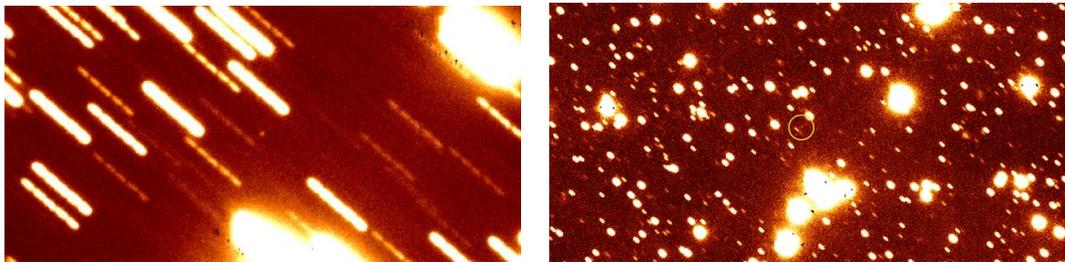


## すばる望遠鏡が「はやぶさ 2」を撮影

12月6日に地球へ帰還する探査機「はやぶさ 2」の姿を、すばる望遠鏡が今月 20 日に撮影した画像が公開された。【2020 年 11 月 26 日 [すばる望遠鏡](#)】

探査機「はやぶさ 2」は現在、12 月 6 日の地球帰還を目指して飛行中だ。小惑星「リュウグウ」のサンプルを格納したカプセルは 6 日未明（日本時間）に、オーストラリアのウーメラ砂漠に着地する見込みとなっている。米・ハワイのすばる望遠鏡は科学観測の合間を利用して、11 月 20 日未明（ハワイ時間）に「はやぶさ 2」を撮影し、帰還 2 週間前のタイミングで探査機をいち早く出迎えた。撮影時の、地球から「はやぶさ 2」までの距離はおよそ 580 万 km で、カシオペア座の方向に 24.6 等級の光の点として観測された。



すばる望遠鏡の超広視野主焦点カメラ「ハイパー・シュプリーム・カム」がとらえた「はやぶさ 2」（画像中央の点光源）。探査機の動きに合わせて追尾しながら観測したため、探査機は点像になり、背景の星の像は流れて写っている。2020 年 11 月 20 日 00:12~00:29（ハワイ時間）に撮影した 3 分間露出の画像を 5 枚合成。画角は 2.0×1.0 分角（提供：国立天文台、以下同）

5 枚の画像から作成されたアニメーション。画面中央付近を移動する光点（黄色の円内）が「はやぶさ 2」。画角は 5.0×2.5 分角

「地球に帰還する『はやぶさ 2』の姿をすばる望遠鏡がとらえることができ、光栄に思います。『はやぶさ 2』は、小惑星から採取したサンプルを格納したカプセルを地球に届けた後、さらなる探査の旅に出かけると聞いています。すばる望遠鏡は『はやぶさ 2』の新たな挑戦にも貢献していきたいと考えています」（すばる望遠鏡 国立天文台ハワイ観測所所長 吉田道利さん）。

すばる望遠鏡は 2010 年に「はやぶさ」初号機の光跡を大気圏突入の約 8 時間前にとらえることに成功している（参照：[『はやぶさ』のカプセル回収を完了！KAGAYA 氏撮影の再突入時の画像も](#)）。また 2015 年には、リュウグウも撮影した（参照：[『はやぶさ 2』のターゲットをすばる望遠鏡が撮影](#)）。

[https://news.biglobe.ne.jp/domestic/1127/ji\\_201127\\_4049588958.html](https://news.biglobe.ne.jp/domestic/1127/ji_201127_4049588958.html)

## 野口さん「大変おいしい」＝高校生開発のサバ缶

11 月 27 日（金）20 時 16 分 [時事通信](#)



[写真を拡大](#)

国際宇宙ステーション（ISS）での長期滞在を始めた宇宙飛行士野口聡一さん（55）が、福井県立若狭高校（同県小浜市）が開発したサバの缶詰を食べる様子を自身のユーチューブで公開した。「大変おいしい」と感謝する動画を見た生徒らは 27 日、「とてもうれしい」と喜んだ。

野口さんが食べたのは、味覚が鈍る宇宙向けにしょうゆと砂糖で濃いめの味付けをしたサバ缶。フォークで

次々と口に入れながら、「お魚がジューシーで、しょうゆがしっかり染みっていて大変おいしい。高校生の皆さんありがとう」と笑顔で話した。同校2年生で、サバ缶研究に取り組む西本光里さんは「たくさん食べていただいて、とてもうれしい」。長年開発に携わった小坂康之教諭も「やっと夢がかなった。これまで関わってきた先生と生徒に感謝したい」と感慨深げに語った。【時事通信社】

〔写真説明〕福井県の高校生が開発したサバの缶詰を食べる宇宙飛行士の野口聡一さん（YouTubeより）

[https://news.biglobe.ne.jp/entertainment/1125/oks\\_201125\\_0540346403.html](https://news.biglobe.ne.jp/entertainment/1125/oks_201125_0540346403.html)

## 国際宇宙ステーション「KIBO 宇宙放送局」がポケモンとコラボ 宇宙から年越し

LIVE 番組配信 11月25日（水）15時0分 [おたくま経済新聞](#)



国際宇宙ステーションの日本実験棟「きぼう」をスタジオにし、番組を配信する放送局「KIBO 宇宙放送局」が、初の年越しライブ番組を配信します。国際宇宙ステーションに滞在中の野口聡一宇宙飛行士が「宇宙の初日の出」を中継するミッションなどが実施される予定です。

高度 400km の軌道を周回する国際宇宙ステーション。その日本実験棟「きぼう」を番組スタジオにした放送局「KIBO 宇宙放送局」は、2020年8月12日に開局宣言をして番組の配信を始めました。

JAXA の共創型研究開発プログラム「宇宙イノベーションパートナーシップ（J-SPARC）」の一環として誕生した KIBO 宇宙放送局では、国際宇宙ステーションと地上とをリアルタイムで結び、双方向でコミュニケーションしながら番組を生配信。俳優の中村倫也さんと菅田将暉さんがメインクルーを務めるほか、スペース X の民間宇宙船クルードラゴンで国際宇宙ステーションに到着し、長期滞在ミッションに入った JAXA の野口聡一宇宙飛行士も番組を支えるメインクルーに就任予定となっています。野口さんを「きぼう」スタジオに迎えた KIBO 宇宙放送局。2020年12月31日の23時45分から、初の年越しライブ番組「さあ、新しい宇宙の日の出～THE SPACE SUNRISE LIVE 2021～」を配信することになりました。8月12日の開局特番でも宇宙からの日の出を生中継しましたが、今度は「2021年の初日の出」を国際宇宙ステーションから生中継することになります。

番組では宇宙と地上が双方向につながるディスプレイを通じ、国際宇宙ステーションに滞在する野口さんのもとへ地上からのツイートを届けるほか、互いの表情を確認しながらのリアルタイムコミュニケーションができる機会が提供されるとのこと。また、宇宙からの年越しカウントダウンも実施します。

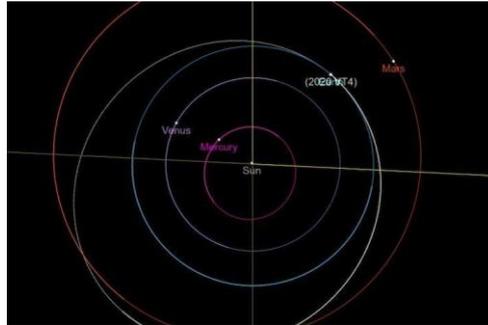
そして国際宇宙ステーションから届くリアルタイムの地球映像とポケモンがコラボ。宇宙空間から届けられる、新しい形のエンターテインメントにも挑戦するといいます。

宇宙からの年越しカウントダウンに初日の出。どのような形になるのか「KIBO 宇宙放送局」公式サイトや公式 Twitter アカウント（@KIBO\_SPACE）で発信される続報を待ちたいところです。

<出展・引用>JAXA プレスリリース ※画像は「KIBO 宇宙放送局」公式サイト、ポケモン公式 Twitter（@Pokemon\_cojp）のスクリーンショットです（咲村珠樹）

## 11月13日、小惑星が地球に最も接近していた.....

2020年11月24日（火）18時30分 [松岡由希子](#)



地球から国際宇宙ステーションと同じ距離だった..... Credit: ESA/P. Carril

<2020年11月13日、地球に最も近づいていたことが明らかとなった。これまでの記録を大幅に更新して地球に接近していた.....> 2020 VT4の軌道 Credit: NASA/JPL

ある小惑星が、2020年11月13日、地球に最も近づいていたことが明らかとなった。5~10メートルの小さな地球近傍小惑星（NEA）「[2020 VT4](#)」は、同日17時21分（協定世界時）、南太平洋ピトケアン諸島近くの上空240マイル（約386キロ）を通過した。

これまでに最も地球に接近した小惑星は、約3000キロだった

これまでに最も地球に接近した小惑星は、2020年8月16日にインド洋南部の上空1830マイル（約2945キロ）を通過した「[2020 QG](#)」であり、「2020 VT4」は、この記録を大幅に更新したことになる。

「2020 VT4」は、地球に最接近した15時間後の11月14日早朝、ハワイ島のマウナロア観測所に設置されたATLAS（小惑星地球衝突最終警報システム）で初めてとらえられた。

ATLASは、掃天観測により地球近傍小天体（NEO）の地球への衝突を事前に検知する早期警告システムだが、「2020 VT4」のように太陽の死角から地球に向かって速移動する小惑星は珍しくない。

### 国際宇宙ステーションも約400キロ上空の軌道

「2020 VT4」が地球に最接近した時間帯は昼間であったため、地上で目撃されたとの報告は確認されていないが、豪州タスマニア島では、夜明けの空に3等級ほどの明るさで「2020 VT4」を観測できた可能性があるという。「2020 VT4」の地球への最接近によって影響を受けた衛星は、現時点で確認されていない。平均約400キロ上空の軌道を周回している国際宇宙ステーション（ISS）は、「2020 VT4」の最接近時、南大西洋上空に位置しており、影響はなかった。「2020 VT4」の軌道は、地球への接近により大きく変わった。「2020 VT4」は従来、黄道に対して13度傾き、太陽の周りを549日の周期で公転していたが、地球に最接近した後は、公転周期が315日となり、黄道への傾きが10.2度となった。

### 次に接近するのは2052年

次回「2020 VT4」が地球に最接近するのは[2052年11月13日11時6分](#)で、その距離は、今回の最接近よりもはるかに遠い0.02AU（約299万キロ）となる見込みだ。

<https://news.mynavi.jp/article/20201124-1523977/>

## アレスボ天文台の305m電波望遠鏡、解体へ - 老朽化で破損、修理不可能に

2020/11/24 13:03 [著者：鳥嶋真也](#)

目次 [アレスボ天文台305m電波望遠鏡の廃止](#) [アレスボ天文台の歴史](#)

全米科学財団(NSF)は2020年11月20日(日本時間)、プエルトリコにあるアレスボ天文台の305m電波望遠鏡に

ついて、廃止のうえ解体すると発表した。

2020年8月に望遠鏡のケーブルが破損、今月にも別のケーブルが破損していた。修理が検討されていたが、復旧は難しいと判断された。かつて世界最大の電波望遠鏡として、天文学上の数々の発見や地球外知的生命体の探索で活躍し、映画「コンタクト」などにも登場し大きな存在感を放ったが、57年の歴史に幕を閉じる。



2020年11月7日に撮影されたアレンボ天文台の305m電波望遠鏡。お皿のような形の反射面部分に穴が空いている様子がわかる (C) University of Central Florida

2020年8月に破損した305m電波望遠鏡の様子 (C) Arecibo Observatory

### **アレンボ天文台 305m 電波望遠鏡の廃止**

アレンボ天文台は、カリブ海に浮かぶ米国自治領のプエルトリコにある天文台で、直径305mもの口径をもつ巨大な電波望遠鏡があることで知られる。NSFが管轄しており、セントラル・フロリダ大学が運営・管理を担っている。この305m電波望遠鏡は1963年に完成したもので、お皿のような形をした電波の反射面はカルスト地形の窪地を利用して造られている。その周囲には3基のタワーが立ち、そこからケーブルを伸ばし、高さ約150mの位置に900tもの重さのプラットフォームを吊り下げている。このプラットフォームに電波の受信機や、レーダーの送信機などを搭載し、観測を行っている。しかし2020年8月10日、複数あるケーブルのうちの1本の補助ケーブルが破損。反射面上にケーブルが落下した。ケーブルは太さ3インチ(7.62cm)もあり、それだけでもかなりの重さがあったことから、反射面には約30mもの亀裂が入った。ケーブル破損の原因は明らかになっていないが、この直前に上陸し、通過したハリケーン「イサياس」の影響が指摘されている。

NSFは交換用の補助ケーブルを手配していたが、交換する前の11月6日には同じタワーから出ている主ケーブルも破損。反射面の損傷が拡大した。また、この2本目のケーブルの状態を調べた結果、最小破断強度の約60%で破断していたことが判明。さらに、他のケーブルも当初の予想よりも老朽化し弱くなっており、一部ではわずかに破損も確認されるなど、すでに900tのプラットフォームを支えることができなくなっている可能性があるとして推定された。このため、修理にはすべてのケーブルを交換する必要があるものの、望遠鏡の設計が複雑で修理が難しいこと、また修理中に作業員に危険が及ぶ可能性もあること、そして望遠鏡全体の築年数がかなり経っており、ケーブルだけを修理しても長く運用できる見込みがないことなどから、NSFでは望遠鏡の廃止、解体を決定したとしている。NSFの天文科学部門の責任者を務めるRalph Gaume氏は「ケーブルの詳細な評価が行われるまでは、私たちは『望遠鏡を修理すべきかどうか』ではなく、『どのように修理すべきか』と考えていました。しかし、ケーブルの状態が明らかになると、安全に修理することができないことがわかりました。安全性をないがしろにすることは、私たちが越えてはならない一線です」と語っている。

現在、望遠鏡の周囲はすでに立入禁止となっており、今後さらなる破損や、大規模な崩壊が起きたとしても、安全性は確保されているという。なお、解体されるのは305m電波望遠鏡のみで、アレンボの地理研究に使用されているLIDAR施設や、雲量や降水量のデータを解析する施設など、望遠鏡以外の施設や、ビジターセンター、インフラは可能な限り残し、将来の別の研究や教育活動のために利用できるようにすることを目指すという。305m電波望遠鏡を解体することで、こうした施設やインフラを安全に保つことができるとしている。

また、望遠鏡が収集したデータの分析とカタログ作成などといった運用も継続するとしており、すでに2019年から、Microsoft Azureを使ったデータ・プラットフォームの構築が始まっている。

NSFのSethuraman Panchanathan長官は「この約60年間、アレンボ天文台は画期的な科学と、プエルトリコ

の地域社会とのたしかなパートナーシップを示し続けてきました。望遠鏡の廃止は大きな変化となりますが、私たちは科学者のコミュニティを引き続き支援し、そしてプエルトリコの人々との力強い関係を維持する方法を模索していきます」とコメントしている。



アレシボ天文台の 305m 電波望遠鏡の空撮写真。3 基のタワーからケーブルが伸び、中央部分で受信機などを取り付けたプラットフォームが吊られている (C) Arecibo Observatory

アレシボ天文台の 305m 電波望遠鏡は、数々の科学的成果をあげたほか、映画などの撮影地としても使われた (C) Arecibo Observatory

### アレシボ天文台の歴史

アレシボ天文台は 1963 年の完成後、その唯一無二の大きさと性能をもった電波望遠鏡として数々の成果をあげてきた。なかでも特筆すべきは、1974 年にマサチューセッツ大学アマースト校の宇宙物理学者ラッセル・ハルス氏とジョゼフ・テイラー氏が、アレシボ天文台を使った観測で、中性子星(パルサー)の連星(連星パルサー)「PSR1913+16」を発見したことである。連星パルサーの発見は世界初で、それだけでも大きな成果だったが、さらにその軌道の分析から、当時はまだ理論的に予言されているだけにすぎなかった「重力波」の存在を間接的に証明することにも成功。この功績から、1993 年に両氏はノーベル物理学賞を受賞した。

さらに、地球外知的生命体の探索にも活用され、1974 年には地球から 8kpc(2.5 万光年)離れたヘルクレス座にある球状星団「M13」へ向けて、地球に知的生命体が存在することをアピールする文面の「アレシボ・メッセージ」が送られたほか、他の科学観測で取得したデータの中に、地球外知的生命体から送られてきた信号がないかどうかを探す試みも行われた。このほか、中性子星や太陽系外惑星、小惑星の観測や、地球の電離層の研究など、大気科学、惑星科学、電波天文学、レーダー天文学の分野で何十年にもわたって活用されてきた。2018 年には観測能力を強化するための超高感度アンテナ「ALPACA」が開発され、プラットフォームに搭載されるなど、この 8 月の破損まで現役で観測を続けていた。その一方で近年では、資金不足や老朽化、ハッブル宇宙望遠鏡など他の観測手段の発展などによって閉鎖の危機にさらされた。さらに、ハリケーンや地震に何度も見舞われ、2017 年のハリケーン「マリア」でも一部が破損する被害を受けた。また 2016 年には、中国が直径 500m もの口径をもつ電波望遠鏡「FAST(天眼)」を完成させたことで、世界最大の栄誉を譲ることにもなった。

アレシボ天文台はまた、007 シリーズ第 17 作『007 ゴールデンアイ』(1995 年)や、カール・セーガン氏の SF 小説を原作とした『コンタクト』(1997 年)などの映画の撮影地としても使われ、重要な舞台として大きな存在感を放った。ちなみに、今回の廃止が発表された 11 月 19 日(米国時間)は、奇しくも『コンタクト』で主人公エリナー・アロウェイを演じたジョディ・フォスター氏の誕生日でもあった。

参考文献・[Arecibo Observatory Telescope to be Decommissioned After Second Cable Break | University of Central Florida News](#)

- ・[NSF begins planning for decommissioning of Arecibo Observatory's 305-meter telescope due to safety concerns | NSF - National Science Foundation](#)
- ・[The Arecibo Observatory | Research center operated by UCF, YEI & UMET and funded by NSF and NASA](#)
- ・[Repairs Update | The Arecibo Observatory](#)

鳥嶋真也とりしましんや

<https://sorae.info/space/20201127-starlink-spacex.html>

## スペース X、スターリンク衛星打ち上げ成功 ファルコン 9 ロケット 100 回目の打ち上げ

2020-11-26 [出口 隼詩](#)



スターリンク衛星を搭載したファルコン 9 ロケット (Credit: SpaceX Twitter)

米スペース X 社は、コンステレーション衛星「スターリンク」60 基の打ち上げに成功しました。打ち上げは現地時間 11 月 24 日午後 9 時 13 分、フロリダ州にあるケープカナベラル空軍基地で行われました。第一段機体は、ドローン船「Of Course I Still Love You」号に着陸し、回収に成功。ファルコン 9 ロケットの打ち上げに欠かせないものとなっています。また、今回使用された第一段機体は 7 回目の飛行、回収を達成し、記録を更新しました。スターリンク衛星は、スペース X 社が進めるインターネットサービスに使用する超小型衛星です。現在総計 955 基が打ち上げられ、軌道上には 895 基が展開されています。インターネットサービスの試験も北アメリカと南カナダの一部地域で始まり、今後も拡大される予定です。

スペース X 社にとって 2020 年は大きなマイルストーンとなりました。同社の代表的なロケットである ファルコン 9 ロケットは今回で 100 回目の打ち上げを達成しています。1 ヶ月前の 10 月 24 日にはファルコン 1 ロケット、ファルコンヘビーロケットを含めた 100 回目の打ち上げに成功するなど飛ぶ鳥を落とす勢いです。さらに、今年 5 月と 11 月には同社が開発した有人宇宙船「クルードラゴン」の打ち上げに成功しています。これによりスペースシャトル引退以来、9 年ぶりにアメリカが有人宇宙飛行の手段を持ったことで、大きな脚光を浴びました。また、来週には同社が開発を進める大型ロケット「スターシップ」の試験機「SN8」が高度 15km の飛行に挑戦する予定です。Image Credit: SpaceX Twitter Source: [Space News](#), [Space.com](#) 文／出口隼詩

[https://news.biglobe.ne.jp/it/1125/mnn\\_201125\\_3841698889.html](https://news.biglobe.ne.jp/it/1125/mnn_201125_3841698889.html)

## ロケットを差出人に返送せよ！ ロケットラボ、ロケットの回収試験に成功

11 月 25 日 (水) 10 時 27 分 [マイナビニュース](#)



[写真を拡大](#)

米国の宇宙企業「ロケットラボ」は 2020 年 11 月 20 日、打ち上げたロケットの第 1 段機体を回収する試験に成功した。同社では、第 1 段機体を回収、再使用することで、打ち上げ頻度を向上させることを目指しており、今回の成功で実現に一步近づいた。

### エレクトロンの再使用化計画

ロケットラボ(Rocket Lab)は米国の宇宙企業で、小型・超小型衛星を打ち上げることを目的とした超小型ロケット(Micro Launcher)の「エレクトロン(Electron)」を開発、運用している。

エレクトロンはこれまでに 16 機が打ち上げられ、14 機が成功。1 号機の試験機のほか、今年 7 月にも 13 号機

が失敗したものの、8月には早くも打ち上げを再開し、今回を含め3機連続で打ち上げを成功させるなど、高い信頼性をもつ。これにより同社は、小型・超小型衛星の商業打ち上げ市場におけるリーダーとして確固たる地位を築いている。しかしその一方で、世界中で高まる小型・超小型衛星の打ち上げ需要に対して、ロケットの製造が追いつかないという課題があり、さらに米国を中心に、複数の企業が近い性能のロケットの開発を進めており、競争が激化することが予想されている。そこで同社は2019年、エレクトロンの1段目機体を回収、再使用できるようにすることで、打ち上げ頻度を高める計画を発表した。ロケットの回収、再使用は、スペースXの「ファルコン9」ロケットがすでに実用化しているが、スペースXは打ち上げコストを低減するために再使用しているのに対し、ロケットラボはあくまで打ち上げ頻度を向上させることを目的とし、打ち上げコストの低減は副次的なものとしてされている。また、回収方法も大きく異なり、ファルコン9はロケット・エンジンを逆噴射して着陸するのに対して、エレクトロンは、パラフォイル(翼の形をしたパラシュート)を使って降下し、ヘリコプターを使って空中で捕まえるという方法をとる。ロケットラボはまず、2019年12月と2020年1月に行ったエレクトロンの打ち上げにおいて、第1段機体に誘導・航法システムや、テレメトリー・システム、コンピューター、そしてスラスターなど、回収に必要なハードウェアやシステムを搭載。実際に打ち上げ後の1段目機体を大気圏に再突入させ、実証試験を行った。さらに今年4月には、ヘリコプターからエレクトロンの第1段機体を模した試験機を投下し、パラフォイルを展開して降下しているところを、別のヘリコプターで捕まえるという試験も行っている。そして今回、さらに一歩進み、実際の打ち上げを利用して、ヘリコプターで捕獲しないこと以外は、実際に想定している回収とほぼ同じ流れの試験が実施された。エレクトロンの16号機、ミッション名「Return to Sender(差出人に返送)」は、日本時間2020年11月20日12時20分(現地時間15時20分)、ニュージーランドのマヒア半島にあるロケットラボ所有の発射場から離昇した。ロケットは順調に飛行し、離昇から約2分半後、高度約80kmの地点で第1段と第2段を分離。第1段はその後、大気圏への再突入に適した姿勢にするため、スラスターを使って機体を180度反転させた。そして大気圏に再突入し、ある程度降下したところで、機体を安定させつつ抗力で降下速度を落とすためのドロッグ・シュートを展開。さらに高度1kmにさしかかったところで、メインのパラシュートを展開した。そして、発射場から数百km離れた太平洋上に着水した。機体はその後、船で回収され、同社の施設へ運ばれた。今後、検査やデータの分析などが行われる。なお、着水した機体も海水の洗浄やメンテナンスを行い、問題がなければ再使用することを計画しているという。着水時の速度は秒速約10mほどとされ、ロケットが海水で濡れる以外は、ロケットに大きなダメージが加わることは予想していないとしている。ただ、あくまで最終的なゴールはヘリコプターによる回収であり、洗浄などをすることなく再使用することを目指している。今回の成功に際し、ロケットラボの創設者でCEOのPeter Beck氏は「今日、チームが達成したエレクトロンの第1段機体の回収は至難の業でした。多くの努力が必要でしたが、エレクトロンを再使用可能なロケットにするための大きな一歩としてその成果が実を結んだことに興奮しています」とコメントしている。

## ノーム・チョンプスキー、宇宙へ

一方、第2段はそのまま宇宙へ向けて飛行し、搭載していた約30機の衛星を所定の軌道に投入した。これにより、ロケットラボが打ち上げた衛星の総数は95機になった。

今回打ち上げられた衛星のなかには、スペース・デブリを除去する技術の試験機「ドラッグレーサー(Dragracer)」2機、海上監視システムの構築を目的とした衛星「BRO (Breizh Reconnaissance Orbiter)」2機、宇宙からのインターネットの実現を目指した衛星「スペースBEE」23機などが含まれている。

また、オークランド大学が開発した、ニュージーランド初となる学生衛星「APSS-1」も搭載。同衛星は地球の上層大気を監視し、電離層の乱れが地震と関連しているかどうかを調べることを目的としている。ロケットラボは、打ち上げを無償で提供することでプロジェクトを後援した。

さらに変わり種のペイロードとして、ビデオゲーム「ハーフライフ2(Half-Life 2)」などに登場するガーデン・ノームの「ノーム・チョンプスキー(Gnome Chompski)」のフィギュアも搭載された。これは「ハーフライフ」などを開発したValveの共同設立者であるゲイブ・ニューウェル(Gabe Newell)氏の発案によるもので、打ち上げ生

中継の視聴者数 1 人につき 1 ドルを、小児病院に寄付するというキャンペーンのために製作、打ち上げられた。また、このフィギュアはチタン製で、ロケットラボが将来の宇宙機の部品に使用することを目指した、新しい 3D プリント技術の試験という役割も果たしたとしている。

○参考文献・Rocket Lab Launches 16th Mission, Completes Booster Recovery | Rocket Lab

・ Rocket Lab | Electron - satellite launch vehicle | Rocket Lab

・ Rocket Lab Successfully Completes Electron Mid-Air Recovery Test | Rocket Lab

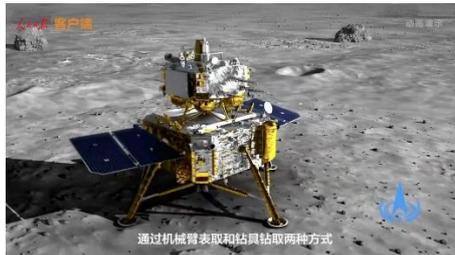
鳥嶋真也 とりしましんや：著者プロフィール 宇宙開発評論家、宇宙開発史家。宇宙作家クラブ会員。宇宙開発や天文学における最新ニュースから歴史まで、宇宙にまつわる様々な物事を対象に、取材や研究、記事や論考の執筆などを行っている。新聞やテレビ、ラジオでの解説も多数

<https://sorae.info/space/20201125-change5.html>

## 中国、初の月サンプルリターンミッション「嫦娥 5 号」打ち上げ成功 44 年ぶりの

### 月試料採取

2020-11-25 [出口 隼詩](#)



月探査機「嫦娥（じょうが）5 号」が搭載された長征 5 号ロケット (Credit: CNSA/CLEP)

嫦娥 5 号の着陸機 (Credit: CNSA/CLEP)

中国は、11 月 24 日午前 4 時 30 分（現地時間）、月探査機「嫦娥（じょうが）5 号」を打ち上げに成功しました。嫦娥 5 号は、中国最大のロケットである長征 5 号ロケットに搭載され、海南島にある文昌衛星発射センターから飛び立ちました。今回のミッションでは、月面に着陸し、世界で 3 番目かつ 44 年ぶりとなる月の石や砂の採取と地球への帰還を行う「サンプルリターン」を行う予定です。中国国内のみならず、世界中の研究者や宇宙ファンの注目を集めています。

#### 嫦娥 5 号とは？

嫦娥 5 号は、月のサンプルリターンミッションです。サンプルリターンとは、探査機が惑星や衛星へ行き、その天体の砂や石などを地球へ持ち帰るミッション形式のことを言います。嫦娥 5 号で行われるミッションでは、月の石や砂を採取し、地球へ帰還させて、試料を分析します。月のサンプルリターンミッションは、1969 年にアメリカのアポロ 11 号での採取、1976 年に旧ソ連（ロシア）が行ったルナ 24 号のみとなっています。そのため、嫦娥 5 号は 44 年ぶりに人類が月の石を手に入れる記念すべきミッションとなる予定です。

#### ミッションの方法とは？

嫦娥 5 号は主に 4 つの部分で構成されています。着陸機、上昇機、周回機、帰還カプセルの 4 つです。まず、探査機は月の軌道へ入ります。その後、着陸機と上昇機が月面へ着陸し、着陸機が月からサンプルを採取します。約 2m の穴をほり、2kg のサンプルを持ち帰ります。上昇機で月面から離れ、月軌道上に待機している周回機と合体して、地球周回軌道に向かいます。そして、カプセルのみが地球へ帰還します。

なお、着陸機は月の表側の「[リュムケル山](#)」に着陸する予定で、月のサンプルとしては非常に若い時代の試料が得られます。

#### ミッションのスケジュールは？

嫦娥 5 号の詳細について公式には明らかにされていません。一部の報道では、月への到着は 11 月 27 日ごろとなり、地球への帰還についても 12 月 17 日の予定です。 多少前後する可能性もあります。

## 嫦娥ミッションの歴史

ミッション名である「嫦娥」とは中国の神話に登場する月の女神のことです。これまで嫦娥ミッションは 1 号から 4 号まで行われています。嫦娥 1 号は 2007 年、嫦娥 2 号は 2010 年に打ち上げられ、月の周りを探査をする「周回機」が観測を行いました。その後、嫦娥 3 号が 2013 年に打ち上げられ、月面ローバーを月の表面に着陸させました。月面に探査機が軟着陸したのは実に 37 年ぶりでした。また、2019 年には嫦娥 4 号が世界で初めて月の裏側へ着陸し、月面ローバーが探査を行いました。月の裏側の映像を地球へ送信し多くの人を驚かせました。 中国は将来月面基地を作り、人を着陸させる計画もあるとされており、2024 年に再び月面着陸を目指すアメリカとの競争が一層盛んになるとの見方もあります。

Image Credit: [CNSA](#) Source: [Space News](#), [SpaceFlight now](#) 文／出口隼詩

<https://sorae.info/space/20201125-perseverance.html>

## NASA の火星探査車「Perseverance」が飛行中に録音した「音」が公開される



2020-11-25 [松村武宏](#)

火星探査車 Perseverance を描いた想像図。赤丸で示されているのが車体に搭載されているマイクの 1 つ「EDL Microphone」の位置 (Credit: NASA/JPL-Caltech)

日本時間 2020 年 7 月 30 日に打ち上げられた NASA の火星探査ミッション「マーズ 2020」の探査車「Perseverance (パーセベランス、パーサヴィアランス)」は、2021 年 2 月の火星到着に向けて順調に飛行を続けています。Perseverance にはさまざまな観測装置やカメラなどが搭載されていますが、そのなかには 2 台のマイクも含まれています。 NASA のジェット推進研究所 (JPL) は 11 月 18 日、Perseverance に搭載されているマイクの 1 つ「EDL Microphone」が 10 月 19 日に録音した飛行中の「音」(再生時間 1 分) を公開しました。

### [NASA · Perseverance Rover's Interplanetary Sounds](#)

ファイルを再生してみると、コップを耳に当てた時に聞こえるような音や虫の羽音にも似た音が記録されていることがわかります。JPL によると、Perseverance のマイクが録音したのは機体の熱制御を担う循環ポンプの作動に由来する音のようです。音は気体や液体だけでなく固体も媒質として伝わります。真空の宇宙空間を音が伝わることはありませんが、機体そのものを介して伝わったポンプの振動をマイクが拾った結果、このような音が録音されたとのこと。機器の作動にともなうノイズと言ってしまうかもしれませんが、マーズ 2020 に携わるエンジニアの Dave Gruel 氏は「システムが機能していて、着陸時の音を録音する準備が整っていることを意味します」と語ります。EDL Microphone は火星大気圏への突入 (Entry)、降下 (Descent)、着陸 (Landing) の過程における音を捉えるために搭載されていますが、宇宙探査のために設計されたものではないといい、Gruel 氏は「着陸までの音が少しでも録音できれば素晴らしいことです」とコメントしています。

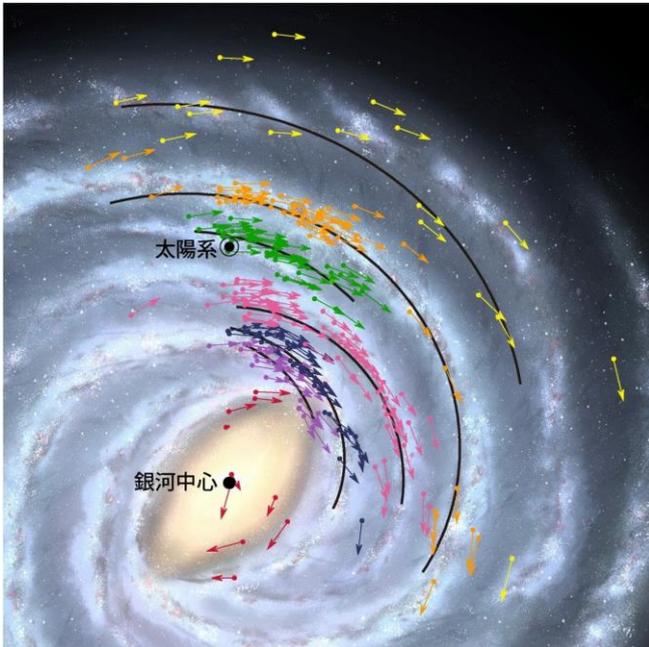
マーズ 2020 は古代の火星で誕生していた可能性がある生命の探索を重要な目的としています。Perseverance は採取したサンプルを分析することに加えて、NASA と ESA (欧州宇宙機関) が共同で取り組む火星サンプルリターンミッションのために、地球に持ち帰るサンプルを保管する容器も 43 本搭載。 また、火星大気中での飛行を実証するための小型ヘリコプター「Ingenuity (インジェニユイティ)」も搭載しています。

Perseverance は日本時間 2021 年 2 月 19 日 5 時 47 分に火星の大気圏に突入し、その約 7 分後にジェゼロ・クレーターへ着陸する予定です。Image Credit: NASA/JPL-Caltech Source: [NASA/JPL](https://www.nasa.gov/) 文／松村武宏

<https://sorae.info/astronomy/20201128-milkyway.html>

## 太陽系から銀河中心までの距離は約 2 万 5800 光年。日本の VLBI などによる観測成

果 2020-11-28 [松村武宏](#)

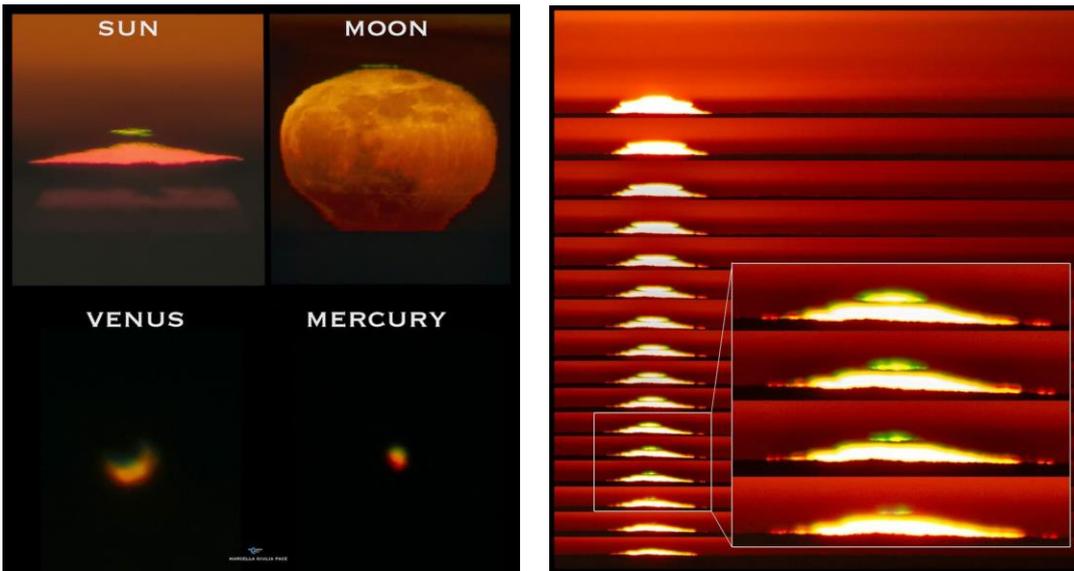


VERA プロジェクトによる観測を含む 224 天体の位置と動きを天の川銀河の想像図に重ねたもの。色は同じ渦巻腕に属する天体ごとに着色されている (Credit: 国立天文台)

太陽系から天の川銀河の中心までの距離は、従来の想定よりも近い約 2 万 5800 光年だった。そんな新しい測定結果を含む研究成果が、国立天文台水沢 VLBI 観測所と鹿児島大学の研究者を中心としたグループから発表されています。発表されたのは「VERA (VLBI Exploration of Radio Astrometry)」と呼ばれる超長基線電波干渉計 (VLBI: Very Long Baseline Interferometer) を用いたプロジェクトによる 20 年間に渡る観測成果をまとめた 10 本の論文です。VERA プロジェクトでは水沢 VLBI 観測所をはじめとした国内 4 か所にある電波望遠鏡を連携させることで直径 2300km の望遠鏡に匹敵する高い解像度が実現されており、天体までの距離や運動を高精度で計測する位置天文観測が行われてきました。VERA プロジェクトの観測で得られた 99 天体を含む 224 天体の観測データをシミュレーションと比較した結果、天の川銀河の基本的な尺度となる銀河中心距離 (太陽系から天の川銀河中心までの距離) は約 2 万 5800 光年、太陽系の位置における銀河回転速度は秒速 227km であることが測定できたといいます。国立天文台は、今回測定された銀河中心距離は国際天文学連合 (IAU) が 1985 年に勧告した約 2 万 7700 光年よりも 2000 光年ほど短く、天の川銀河中心に存在が確実視されている超大質量ブラックホール「いて座 A\* (エースター)」を周回する天体の軌道をもとに算出され 2019 年に発表された 2 万 5800~2 万 6600 光年という推定値とよく一致するとしており、「いて座 A\*」が銀河回転の力学的な中心に位置することが示唆されるといいます。現在 VERA プロジェクトでは「いて座 A\*」までの距離の直接測定に挑戦しており、国立天文台では今後も超大質量ブラックホール研究の進展に寄与することが期待されるとしています。また、位置天文観測を行う人工衛星との協力による重要な天体の高精度観測に加えて、VERA が中心的な役割を担う東アジア VLBI ネットワークの拡張も見据え、VERA を構成する 4 局の電波望遠鏡を活用した研究を引き続き推進するとしています。Image Credit: 国立天文台 Source: [国立天文台 / 水沢 VLBI 観測所](#) 文／松村武宏

## 日の出や日の入りで見られるグリーンフラッシュは「月・金星・水星」にも

2020-11-27 [吉田 哲郎](#)



太陽、月、金星、水星のグリーンフラッシュ

【参考】沈む太陽の連続写真。沈む直前の数秒間に発生する (Aleksandar Cikota / ESO)

晴れた日の夕方、太陽が地平線や水平線に没する直前、一瞬だけ太陽面の頭頂部付近で緑色の閃光を見ることがあります。この現象は「グリーンフラッシュ (緑閃光：りょくせんこう)」と呼ばれています。

グリーンフラッシュは太陽光 (可視光線) が地球の大気で屈折されて発生することで知られています。夕方は太陽光の大気を横切る距離が長くなります。そのため緑色の光は波長が短く屈折率が大いので大気中で散乱されてしまいます。しかし波長の長い赤色に近い光は散乱されず地上に届きます。夕日が赤いのはそのためです。しかし、**空気が非常に澄んでいるなど条件が良ければ、緑色の光が散乱されずに地上に届きグリーンフラッシュを引き起こします。**太陽だけでなく月や金星、水星によるグリーンフラッシュも難しいですが観測することが可能です。望遠鏡や望遠レンズを使えば、天体が地平線や水平線の近くにあるとき、冒頭の画像のような魅惑的なグリーンフラッシュを撮影することができます。画像の上段は、太陽 (左上) と月 (右上) のグリーンフラッシュで、それぞれ 2019 年 3 月 18 日、2020 年 5 月 8 日にシチリア島で撮影。また、下段は 2020 年 5 月 24 日の黄昏時に西の地平線上に現れた金星 (左下) と水星 (右下) のグリーンフラッシュで、地中海の島で撮影されました。ちょうどこの頃、金星と水星が西の空で接近していました。

なお、2020 年 11 月には、東京の府中市で珍しくグリーンフラッシュが観測されるなど、SNS を中心に話題を呼んでいます。もしグリーンフラッシュの観測を試みる場合の注意点ですが、太陽を肉眼またはレンズ越しに直接見ると、目に悪影響を及ぼす可能性がありますので、必ず太陽の光を減光する物を使ったり沈む直前までは直接見ないように気をつけましょう。Image Credit: Marcella Giulia Pace Source:

APOD <https://apod.nasa.gov/apod/ap200530.html> 文／吉田哲郎

<https://www.itmedia.co.jp/news/articles/2011/26/news141.html>

## 新政権で米宇宙政策はどうか？ NASA「アルテミス計画」 次期長官の動向にも

注目集まる (1/4)

2020 年 11 月 26 日 18 時 56 分 公開

[[秋山文野](#), ITmedia]

トランプ米大統領が政権移行への協力を認める方向となり、バイデン次期大統領の閣僚人事が進められている。

トランプ政権下で締結された米国主導の有人月面探査「アルテミス計画」が注目を集める一方、これまで政権交代によって消えた宇宙政策もある。新政権での宇宙政策はどうなるのか——。宇宙専門の米メディアの報道などから、米航空宇宙局（NASA）を始めとする科学関係の政府機関の動向を追った。

### 宇宙関連計画は基本的に長期スパン 複数の政権をまたぐこともざら

宇宙政策はそもそも、経済や新型コロナウイルス感染症対策といった課題に比べ、大統領選の争点になりにくいという事情がある。NASAの宇宙探査など大型の計画の実施には時間がかかり、5年、10年のスパンで複数の政権をまたいで進められることも少なくない。例えば、11月15日、宇宙航空研究開発機構（JAXA）の野口聡一宇宙飛行士が搭乗したSpace Xの新型宇宙船「Crew Dragon」（クルードラゴン）の開発までには、2005年のブッシュ政権時代に計画の策定、オバマ政権下で10年にSpace Xなどの有人宇宙船開発企業を選定、トランプ政権で20年に実現という経緯があった。つまり、地球低軌道への宇宙輸送民間化は計画から実現まで15年の年月がかかっている。バイデン政権となる今後は、民間宇宙ステーションの開発へと発展する方向となっており、低軌道の民間化は恐らく20年以上の時間をかけて進められる。



2020年、ついに実現した民間企業による地球低軌道への宇宙飛行士輸送。NASAとの契約の元、Space Xの「クルードラゴン」宇宙船が11月に野口聡一宇宙飛行士ら4人をISSへと送った Photo Credit: (NASA/Joel Kowsky) アルテミス計画の月面着陸システム「HLS」イメージ Credits: NASA

### 政権交代に翻弄された宇宙計画

もちろん中には政権交代によって消えた宇宙計画もある。

共和党のブッシュ政権から民主党のオバマ政権に移行した後は、大型ロケット「アレス」開発を含む月・火星探査計画「コンステレーション計画」が中止となり、宇宙探査向けの大型ロケット「SLS」と「オリオン」宇宙船の開発に切り替えられた。オバマ政権時代に小惑星探査を盛り込んだ「小惑星再配置ミッション」(ARM)は議会が難色を示したこともあり、トランプ政権に入った18年にはNASA予算から消える形で中止となっている。ではバイデン新大統領がどの程度まで現在の宇宙計画を引き継ぐのか、また新たな計画を始動するのかという点だが、まだ情報は少ない。これまで20年の選挙戦中に両大統領候補が宇宙政策を巡って論戦するといったことはなかった。また新政権の宇宙政策はまだ発表されておらず、政権移行チームの政府機関評価委員がNASAを始めとする機関のレビューを行っている最中だ。

### 「アルテミス計画」はどうなる？

#### 新政権でも「アルテミス計画」は継続か

とはいえ、バイデン次期大統領はオバマ政権時代に副大統領として宇宙計画の実施に関わっていること、また科学技術を重視する姿勢などから、ある程度は事前に政策の方向性を予想できる。

その核になるのは、20年8月に採択された民主党の政策綱領だ。第2項「強力かつ公正な経済の建設」には、NASAの行う月の有人探査、火星探査、太陽系探査活動を支援する旨が明記されている。また、NASAと米海洋大気庁（NOAA）による気候変動を解明するための地球観測ミッションを支援するとも書かれている。

こうしたことから、現在進められている有人月探査を含む国際宇宙探査「アルテミス計画」は引き続き実施というのが、新政権の宇宙政策に関する米宇宙専門メディアの見方だ。特にアルテミス計画については、10月に国際的な宇宙探査協力の指針となる「アルテミス合意」を日米、およびオーストラリア、カナダ、イタリア、ルクセンブルク、アラブ首長国連邦、英国のパートナー国で結んでいる。アルテミス合意は罰則を伴うものでは

ないが、国際的な合意をすぐに米国側の都合でほごにするということは考えにくく、ある程度は実行を後押しするものと考えられている。

## 月面有人探査の目標年は？ コロナ禍で延期多発の可能性

一方で、アルテミス計画を目標通りの年に実施できるか、という点については否定的な見方が強い。

月・火星の有人探査を目標とする活動はオバマ政権時代から進められており、17年にトランプ大統領が[宇宙政策指令-1 \(SPD-1\)](#)に署名し、有人月探査及びその後火星探査を実施することを正式に決定した時点では、米国の宇宙飛行士による月面再着陸は28年を目標としていた。

しかし19年3月、[NASAの月面再着陸目標が大幅な前倒しとなる24年になる](#)とペンス副大統領が発表した。前倒しの理由は明らかにされていないが、トランプ政権が2期続いた場合、24年は2期目の最終年となり、任期中に月面着陸の復活を実績としたい意向があったとみられている。

18年にNASA長官に就任した元共和党議員のジム・ブライデンスティン氏は、アルテミス計画の目標達成に向けてリーダーシップを発揮してきた。とはいえ、技術的な要となる有人着陸システム(HLS)の開発のため、21年度予算としてNASAが要求した37億ドルの予算は、議会で最終的に10億ドルと大幅減額を強いられた。

また11月12日付で発表された[NASA監察総監室\(OIG\)の報告](#)では、COVID-19などの要因で計画が遅延する可能性が高いという指摘が上がっている。SLSロケット・オリオン宇宙船の組み合わせによるアルテミス無人実証機「アルテミス1」の実施は3年、有人による月周回実証「アルテミス2」の実施は2年遅れる可能性が高いとの見方だ。すでにアルテミス1は打ち上げ目標を20年から21年に延期している。新政権はアルテミス計画の実施は堅持するものの、実行目標をより現実的な年に再設定するとみられている。日本は19年10月にアルテミス計画への参加を表明し、20年代後半に日本人宇宙飛行士の月面着陸を目指しているが、この目標も玉突き的に遅れるとみられる。

## 気候変動の分野で新政権に期待高まる 新政権で温室効果ガス観測衛星の復活も

気候変動の分野も、新政権で大きな動きがあるとみられる分野の1つだ。[NASAの計画では、気候変動の解明を目標とする「地球科学プログラム」が新政権で復活するのではないかとの期待が米宇宙専門メディアを中心に高まっている](#)。民主党綱領に「気候変動との闘い」が挙げられている上、バイデン氏が21年の大統領就任後にパリ協定へ再加入する方針を示しているためだ。現職のトランプ大統領は気候変動対策に冷淡で、NASAの研究分野を縮小するとともに事業をNOAAへ移管するなど、地球観測プログラムはトランプ政権下では縮小された。現政権の影響でNASA・NOAAの連携は当面続くと考えられるものの、予算が縮小された温室効果ガス観測衛星の復活など具体的な施策が早期に実施される可能性もある。

## 次期NASA長官は誰？ 現職長官は辞任表明も根強い続投論

次期NASA長官の人事にも注目が集まっている。約1万7000人の職員を抱える世界最大の宇宙機関NASAを率いる長官は、これまで政権移行後にホワイトハウスから指名され、投票によって議会の承認を受けて就任してきた。政権移行とともにNASA長官も交代するのが慣例だ。[現在のジム・ブライデンスティンNASA長官は、トランプ政権発足時の17年に指名を受けて18年春に就任。指名当時は共和党の元議員だったブライデンスティン氏に対して、政権の意向を受けてNASAから地球観測プログラムを縮小しに来たとの見方があり、党派性が強すぎるとの懸念の声は強かった](#)。18年春の投票ではわずかな差で承認されることになったが、実際には就任後のブライデンスティン長官は「共和・民主両党のバランスをとって公平性のある運用を実現した」との評価が高い。オバマ政権時代のチャールズ・ボールドン前長官とも連携し、2010年からスペースX、ボーイングが開発を進めてきた民間宇宙船の飛行をついに実現させ、5月の有人飛行実証「Demo-2」、そして野口宇宙飛行士が搭乗した運用段階の「Crew-1」にこぎつけたことは記憶に新しい。



2019年9月に来日した際のジム・ブライデンスティンNASA長官 撮影：小林伸

ブライデンスティン長官は地球観測プログラムに対しても当初の予想に反して一定の理解を示し、予算カットはあったものの NOAA への協力も惜しまなかった。NOAA が運用する気象観測衛星のデータ受信と地上の 5G 通信網の間で電波干渉問題が発生した際には、連邦通信委員会 (FCC) へ先頭に立って申し立てを行うなど調整に尽力している。こうしたリーダーシップと人柄への評価から、選挙期間中からブライデンスティン長官の続投を望む声があった。政権交代と連動するのが慣例とはいえ、1990 年代にはブッシュ政権からクリントン政権をまたいでダニエル・ゴールディン元長官が続投したという先例がある。同様のケースは今回もありうるのではないかというわけだ。続投を希望するネット署名活動まで行われたが、ブライデンスティン長官自身がこうした見方を否定し辞任の意向を示した。航空宇宙専門誌 Aviation Week へのブライデンスティン長官のコメントによれば、「NASA 長官職は大統領と緊密に連携する必要がありバイデン新大統領とはそうした関係を築くことが難しいためふさわしくない」という。こうしてブライデンスティン長官は惜しまれて NASA を去ることになった。

### 新長官候補は？ 新長官候補には女性がずらり

新長官の候補には、元宇宙飛行士で米国防高等研究計画局 (DARPA) や連邦航空局 (FAA) の商業宇宙局の経歴を持つパメラ・メルロイ氏、航空宇宙分野の研究機関「エアロスペース・コーポレーション」の元代表ワンダ・オースティン氏、NASA 出身のグレッチェン・マクレイン氏、ロッキード・マーティンの前バイスプレジデントであったワンダ・シングル氏、下院の科学技術宇宙小委員会の宇宙航空分科会で議長を務め、今回の議会選挙で落選した民主党のケンドラ・ホーン氏らの 名前が挙がっている。

いずれも航空宇宙業界の実績を持つ女性で、バイデン新大統領とハリス新副大統領のもとで NASA を率いていくとみられている。

<https://sorae.info/space/20201123-juice.html>

## スウェーデン産の科学観測装置が木星周辺の過酷な環境での生命探索ミッションを

可能にする 2020-11-23 [KadonoMisato](#)



スウェーデン宇宙物理研究所 (IRF) が開発する「粒子環境観測パッケージ (PEP)」(Credit: Airbus)

木星氷衛星探査計画「JUICE」のイメージ図 (Credit: Spacecraft: ESA/ATG medialab; Jupiter: NASA/ESA/J. Nichols (University of Leicester); Ganymede: NASA/JPL; Io: NASA/JPL/University of Arizona; Callisto and Europa: NASA/JPL/DLR)

スウェーデン宇宙物理研究所 (IRF) は、同研究所が開発した科学観測装置が木星周辺の生命探索ミッションに参加すると発表しました。IRF の主導で開発されたのは「粒子環境観測パッケージ (PEP)」と呼ばれる科学観測装置です。PEP は欧州宇宙機関 (ESA) が主導し 2022 年 6 月にギアナ宇宙センターから打ち上げられる予定の木星氷衛星探査計画「JUICE (Jupiter Icy Moons Explorer)」の探査機に搭載されるといいます。

JUICE で探索される予定の氷衛星は「エウロパ」「カリスト」「ガニメデ」の 3 つです。木星の強い磁場におけるプラズマ粒子や中性粒子の振る舞いを観測することで木星周辺の環境を理解し、そして 3 つの氷衛星が粒子から受ける影響を計測するのが PEP の役割です。PEP を製造するに当たって大きな課題だったのが、太陽系でもっとも放射線の強い環境で計測を継続できるかどうかです。たしかに、氷衛星は太陽系の中でも魅力的な研究対象です。氷の地殻の下には海が存在すると考えられており、生命が生息するのに好都合な環境が眠る可能性がある

といいます。しかし氷衛星の環境は非常に過酷です。科学観測装置が木星環境で晒される放射線量は、1986年に原発事故が発生したチェルノブイリ原子力発電所（現・ウクライナ）のど真ん中で短期間に浴びる放射線量と比類しうるといいます。IRFが開発した科学観測装置はこうした過酷な環境に飛び込み、計測したデータを送り続けられる高い耐久性を実現したといいます。PEPが問題なく計測を継続できれば、木星の生命探索プロジェクトはガニメデでJUICEを大破させることで無事終焉を迎えることになります。

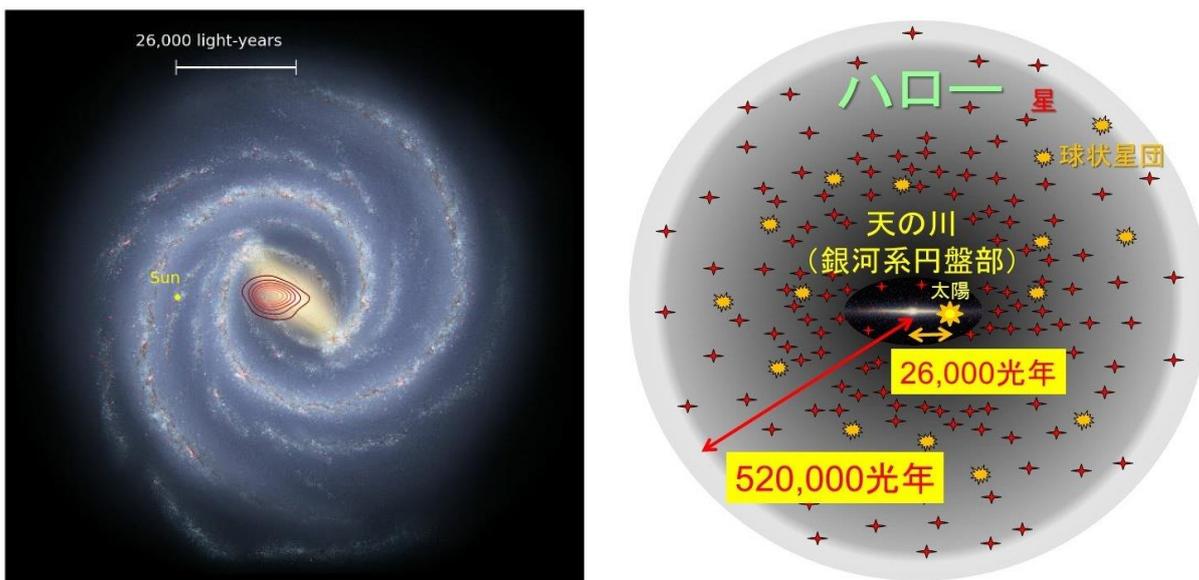
関連：[エウロパの水噴出の新たな証拠を発見。探査機「ガリレオ」の観測データを再解析](#)  
[木星衛星「エウロパ」から水噴出の可能性高まる ガリレオ観測を精査](#)

Image Credit: Airbus Source: [Phys.org](#) 文/Misato Kadono

<https://sorae.info/astromy/20201126-hercules.html>

## 天の川銀河の奥深くに埋没した銀河の「化石」が発見された！

2020-11-26 [KadonoMisato](#)



天の川銀河の中心付近に埋もれた銀河の化石「ヘラクレス」に由来する星々の分布。黄色の点は太陽（Sun）の配置（Credit: Danny Horta-Darrington (Liverpool John Moores University), NASA/JPL-Caltech, and the SDSS)

天の川銀河の概念図。多数の星が集まる中心部の「バルジ」、それを取り巻く「円盤」、バルジと円盤を囲む「ハロー」から構成される。（Credit: 東北大学）

イギリスのリバプール・ジョン・ムーア大学の大学院生 Danny Horta 氏が率いる研究グループは、天の川銀河の奥深くに埋没した銀河の「化石」を発見しました。天の川銀河がまだ誕生したばかりの約 100 億年前にこの銀河と衝突した可能性があるといっています。不死力を授けられたギリシャ神話の英雄の名にちなんで、研究グループはこの銀河を「ヘラクレス」と命名しました。研究グループは「スローン・デジタル・スカイサーベイ」（SDSS）にデータを提供するアメリカのアパッチポイント天文台を利用した「アパッチポイント天文台銀河進化観測実験（APOGEE）」の中で「ヘラクレス」を見出しました。APOGEE は、分光データから天体の元素組成と運動を調べることで、天の川銀河が形成されたプロセスの解明を目指すプロジェクトです。しかし、塵を含む星間物質の「雲」は可視光線を遮ってしまうため、その向こうに隠された天の川銀河の中心部にある星の情報を調べるのは困難です。そこで APOGEE では、塵の向こうを観測できる近赤外線分光データを集めることで、天の川銀河中心部の様子を観測しました。10年にわたる APOGEE の観測では 50 万個以上の星の分光データが取得されたといっています。研究グループによる分析の結果、天の川銀河中心部にある数万個の星のうち数百個は、元素組成や運動が顕著に違っていることが明らかになりました。研究グループは、この特殊な星々がヘラクレスに由来する

と予想しています。天の川銀河は多数の星が集まった中心部分の「バルジ（銀河バルジ）」、それを取り巻く星々が渦を巻くように形作る「円盤（銀河円盤）」、バルジと円盤を球形に取り囲む希薄な「ハロー（銀河ハロー）」から構成されています。太陽系は天の川銀河の中心から約2万6000光年離れた円盤の部分に位置しています。発表によると、このような天の川銀河をはじめとした銀河は小さな銀河が合体しつつ形成されたと考えられており、古い銀河の残骸はハローで頻りに発見されるものの、天の川銀河は内側から外側へと形成されたため、黎明期の衝突を物語る証拠はバルジや円盤の奥深くに埋もれているといえます。

研究グループは、今回「ヘラクレス」に由来する星の総質量が銀河ハローの約3分の1だったことが明らかになったことで、ヘラクレスとの衝突が銀河系の歴史において重要な出来事だったことを意味すると結論づけるとともに、天の川銀河は穏やかな初期の時代を過ごした大半の巨大な渦巻銀河とは異なるめずらしい存在かもしれないとしています。

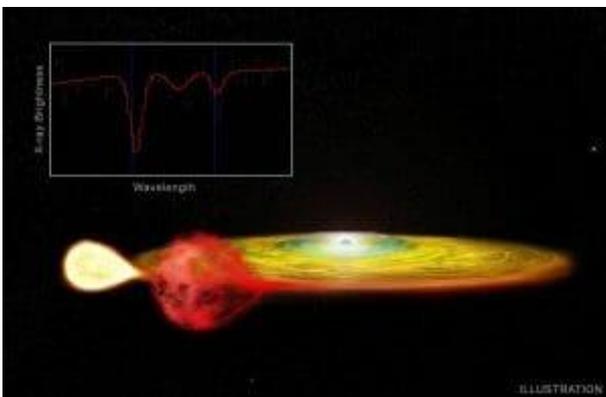
関連：[この宇宙で誕生する最後の世代の銀河か。比較的近い宇宙に形成初期の銀河を発見](#)

Image Credit: Danny Horta-Darrington (Liverpool John Moores University), NASA/JPL-Caltech, and the SDSS, 東北大学 Source: [Phys.org](#) 文/Misato Kadono

<https://sorae.info/astronomy/20201128-chandra-gravitational-redshift.html>

## GPSにも必須の「重力赤方偏移」が超コンパクトな天体で観測される

2020-11-28 北越 康敬



アインシュタイン、GPS、そして地球から遠く離れた星のペアに共通するものは何でしょうか？

答えは「重力赤方偏移」と呼ばれる現象です。難しい名前ですが、アインシュタインの相対性理論（の元となるもの）から導き出される現象で、重力により光の波長が長いほうにずれるというものです。目に見える光の場合、赤い光は青い光よりも波長が長いので、赤いほうにずれることからこのような名前になっています。天文学者たちはNASAのX線観測衛星「チャンドラ」を用いて、地球から約29,000光年離れた星のペアで重力赤方偏移を発見しました。重力赤方偏移は天文学だけではなく、私たちがGPSで正確な位置情報を得るためにも考慮しなければならない現象となっています。天文学者たちがどのようにして今回の発見に至ったのでしょうか。また、GPSとはどのような関係があるのでしょうか。

### ■超コンパクト天体「4U 1916-053」

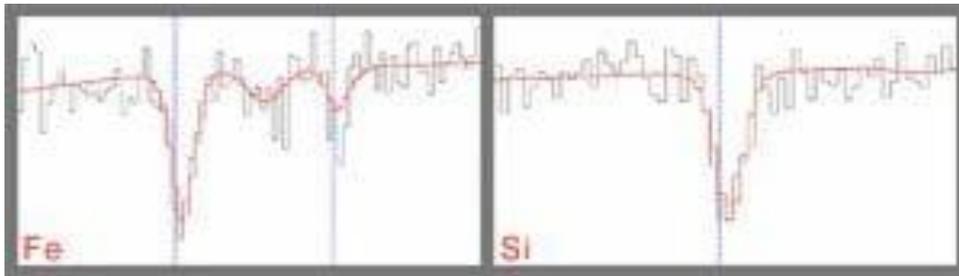
実は重力赤方偏移そのものはこれまでも観測されている現象で、私たちの太陽系や、銀河系の中心にある巨大ブラックホールでの観測例があるようです。ただし、一般的には遠い天体ほど重力赤方偏移を観測するのは難しく、今回のチャンドラによる成果は新たな天体の環境に対して重力赤方偏移の証拠を見つけたということができます。天文学者たちが観測したのは「4U 1916-053」と名付けられた天体です。ここには2つの星があり、互いの周りをぐるぐると回っています（連星と呼びます）。星の1つは相手の星の重力により外層がはぎとられてしまった星のコアで、太陽よりもずっと重い天体です。その「相手の星」とは中性子星で、重い星が「超新星爆発」という爆発現象を引き起こした後に残った、非常に重い天体です。冒頭の画像は想像図ですが、円盤の中心部に

あるのが中性子星、左にある明るい球のようなものがもう一方の星です。中性子星の重力により相手の星の外層が引きはがされ、中性子星の周囲に円盤状の高温ガスとして存在しています。

これらの2つの星は地球と月との間ほどの距離しか離れていません。天文学的には非常に近く、月は地球の周りを約1か月で1周しますが、4U 1916-053 ではわずか50分で中性子星の周りを1周してしまいます。「超コンパクト」と書きましたがまさにその名の通りで、天文学の論文でも「ultra-compact」と表現されています。

### ■X線スペクトルの分析

天文学者たちの研究チームはチャンドラによる「X線スペクトル」を分析しました。X線の中にもいろいろな波長のものがありますが、スペクトルは波長ごとにX線の量を測定したものです。観測結果の一例を示します。X線の量が大きく減っているところは「吸収線」と呼ばれ、ここでは鉄の原子とケイ素の原子によるものが見られます。



X線観測衛星「チャンドラ」によるX線スペクトル。左が鉄、右がケイ素による吸収線。灰色は観測データ、赤がデータにもっとも適合するコンピューターモデル、青は地球上で観測した場合の波長です。Credit: NASA/CXC/University of Michigan/N. Trueba et al.

鉄・ケイ素ともに、X線を吸収すると期待される波長（図の青い縦線）の付近でX線が減っていることがわかります。しかし、よく見ると観測データはそれよりもやや右に（波長が長い = 赤い）ほうにずれています。チャンドラによる観測は3回行われましたが、どの観測データでもこのようなずれがあることがわかりました。こうした波長のずれは天体が私たちから離れていく場合にも観測されますが、それだけではこのずれを説明できず、重力赤方偏移によるものであると結論づけられたのです。

### ■GPSとの関連

ところでこれが一般相対性理論とGPSにどう関係するのでしょうか？アインシュタインの理論によると、重力の影響下にある時計は、それより弱い重力の場所にある時計よりもゆっくりと進みます。これは地球についても同様で、地球を回る人工衛星は地上に比べると地球の重力の影響がやや弱く、地上の時計のほうがゆっくりと進むことになります。GPSに使う人工衛星は地上との通信にかかる時間を使って地上の位置を決めるため、GPSで高い精度を得るためにはこのことを考慮する必要があります。この時間の進み方の違いを、重力赤方偏移による影響として補正しているのです。（なお、GPSについては他にもいくつかの補正が行われています。）

初めに書いた通り重力赤方偏移は重力によって引き起こされる現象で、X線を含めてすべての光は重力の影響を受けます。たとえば（実際やってはいけませんが）下りのエスカレーターを駆け上がっていくと、止まっていたり上りのエスカレーターで同じことをするよりエネルギーを消費します。これと同じように、重力の影響下にある光はエネルギーを失いますが、このとき、光の波の頂点が一定時間に何回来るかという「振動数」（周波数）も減少します。光は真空中では常に同じ速さであるため、同じ速さで一定時間に来る波の頂点が少なくなる、つまり頂点と頂点の間隔が広くなり、波長が長くなる（色としては赤いほうにずれる）という結果になります。

### ■X線はどこから来たものか？

研究チームは中性子星の近くにあるガス状の大気（冒頭の図で青っぽい色で示されています）がX線を吸収して今回の結果が得られたのではないかと考えています。スペクトルに見られる吸収線のずれの大きさから、アインシュタインの一般相対性理論と中性子星の標準的な質量を仮定して計算すると、この大気は中性子星から約2,400キロメートルのところに位置していることがわかりました。2,400キロとはいえ、これは中性子星と相手

の星との距離から見るとわずか0.7%ほどの距離にあたり、中性子星の非常に近くです。また、3回の観測のうち2回のデータからはさらに赤いほうにずれたスペクトルが見られ、信頼性は先のデータに比べると低いものの、ここから計算すると中性子星から0.04%というごく近い場所に相当することがわかりました。

スペクトルのデータは無味乾燥なものに見えるかもしれませんが、そこからは中性子星の強い重力が見えてきたり、理論との組み合わせによって天体の活動の様子を描き出したりすることが可能となります。研究チームでは今後さらに詳しい観測を行っていく予定で、より中性子星に近いところがどのような物理になっているのかなどについて調べていきたいとしています。

Image Credit: NASA/CXC/M. Weiss Source: [NASA, CHANDRA X-RAY OBSERVATORY](#) 文／北越康敬

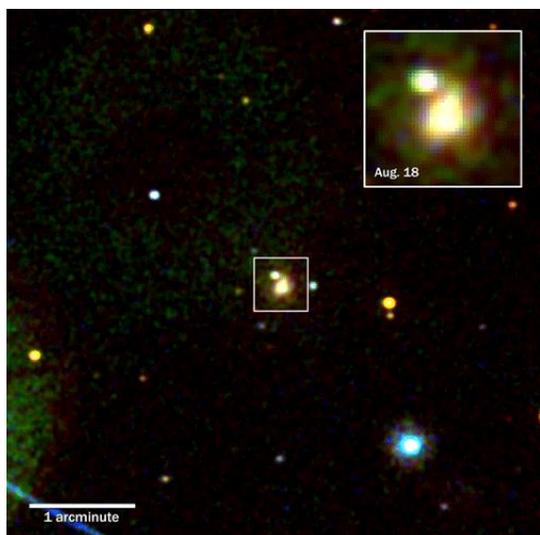
[http://www.astroarts.co.jp/article/hl/a/11655\\_kilonova\\_grb](http://www.astroarts.co.jp/article/hl/a/11655_kilonova_grb)

## 宇宙の距離を測定する最長の「ものさし」

特定の条件を満たすガンマ線バーストは、残光の変化とガンマ線の強さに一定の関係があることがわかった。Ia型超新星よりも遠くの天体の距離を測定するのに使えるかもしれない。【2020年11月27日 [理化学研究所](#)】

地球から遠方の天体までの距離を正確に測定するための「ものさし」として、見かけの挙動だけで真の明るさを見積もることができる「標準光源」と呼ばれる天体が活用されている。Ia型超新星は代表的な標準光源で、一番遠いものは約110億光年の距離で見つかった。しかし、138億年におよぶ宇宙の進化を理解するには、さらに遠くで観測できる標準光源が必要とされている。その候補が、宇宙で最も絶対光度が明るい現象である「ガンマ線バースト」だ。ガンマ線バーストは「即時放射」とも呼ばれる数秒前後だけ続くガンマ線の放出と、その後X線などの電磁波がしばらく見られる「残光」の2段階に分かれる。この即時放射と残光の起源については、全てのガンマ線バーストをまとめて説明できるモデルはなく、様々な現象が関わっていると考えられてきた。

即時放射が1秒程度の「ショート（短時間）ガンマ線バースト」の多くは、2つの超高密度天体の合体に伴って発生するという考え方が有力である。中でも中性子星同士が合体したときには、可視光線での明るさが新星(nova)と超新星(supernova)の中間程度の「キロノバ(kilonova)」が観測できることがあるが、これまでに何度かショートガンマ線バーストとキロノバが同時に検出されてきた。2017年8月17日には中性子星同士の合体に伴う重力波「GW170817」とほぼ同時にキロノバとショートガンマ線バーストが観測され、その関係は決定的になっている（参照：[「連星中性子星の合体からの重力波を初検出、電磁波で重力波源を初観測」](#)）。



2017年8月にうみへび座の銀河「NGC 4993」で起こった中性子同士の合体で発生した重力波GW170817の検出の約15時間後、観測衛星「ニール・ゲーレルス・スウィフト」が撮影したキロノバの画像から作成された動画（提供：[NASA/Swift](#)）

理化学研究所数理創造プログラム (iTHEMS) の Maria Dainotti さんたちは、このキロノバに伴うショートガンマ線バーストが標準光源として有用であるとする研究結果を発表した。

2016年に発表された論文では、DainottiさんたちはNASAの観測衛星「ニール・ゲーレルス・スウィフト」が検出した183個のガンマ線バーストを解析している。その結果、それぞれのガンマ線バーストについて

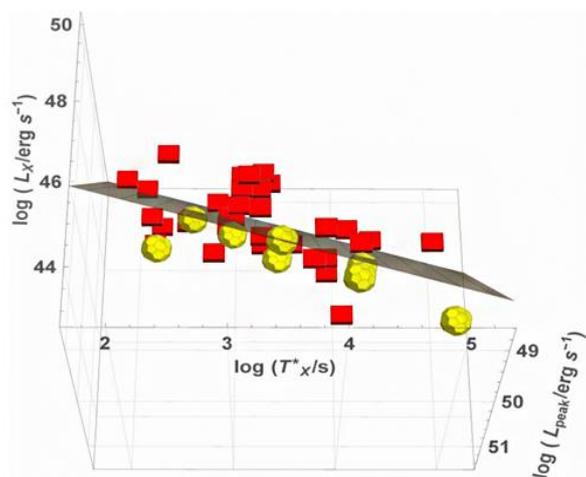
X線残光プラトーフーズの継続時間 (X線の残光はしばらくの間一定の光度を保つが、この時間を指す)

X線残光プラトーフーズ終了時のX線光度 (X線残光が減光に転じたときの明るさ)

即時放射中におけるガンマ線光度

の3つの値を取って3次元のグラフを作ると、データ点が一つの平面に集まるという法則を明らかにしていた。

今回、Dainottiさんたちの研究グループは、様々なタイプのガンマ線バースト372個のデータを調べた。グラフの点が一平面に集まるといっても、個々の点は平面から少しずつずれている。だがキロノバと同時に観測されたショートガンマ線バーストは、キロノバを伴わないショートガンマ線バーストに比べて平面からのずれが29%小さく抑えられていた。

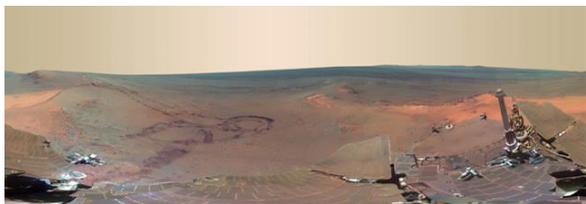


3次元物理量空間におけるショートガンマ線バースト (SGRB) の分布。X線残光プラトーフーズの継続時間 ( $T^*x$ )、X線残光プラトーフーズ終了時のX線光度 ( $L_x$ )、即時放射中におけるガンマ線光度 ( $L_{peak}$ ) を3軸に取った3次元物理空間。ニール・ゲーレルス・スウィフトによって観測された、キロノバと同時発生するSGRB (8イベント) を黄色、キロノバを伴わないSGRB (35イベント) を赤色でプロット。キロノバと同時発生するSGRBは基本平面 (灰色) のからのずれが小さく、かつ全てが基本平面の下側にあることがわかる (提供: 理化学研究所リリース) 今回の研究結果は、ガンマ線バーストの中でも、キロノバを伴うショートガンマ線バーストが「標準光源」として有望であることを示している。ただし、3次元グラフの点が一平面に集まるといのは経験則に過ぎず、「絶対光度が一定である」ということに理論的な裏付けがあって標準光源として利用されているIa型超新星とは状況が異なる。キロノバが中性子星の合体で起こることまではわかっているので、ガンマ線バーストのメカニズムと「点が平面に集まる」ことの理論的な裏付けが解明できれば、宇宙のものさしとしての信頼性も確立されそうだ。

[https://news.biglobe.ne.jp/trend/1128/spl\\_201128\\_8125467263.html](https://news.biglobe.ne.jp/trend/1128/spl_201128_8125467263.html)

## 生命の起源は宇宙から！「パンスペルミア説」ってなんだ？

11月28日 (土) 6時10分 [週プレNEWS](#)



火星探査車「オポチュニティ」が撮影した火星表面の360度パノラマ写真。地球の生命の起源は火星にあるのかもしれない

地球にいる微生物が、宇宙空間で数年間生きられることがわかり、以前は一笑に付されていた「地球の生命の起源は宇宙」に再び注目が集まっている。われわれは宇宙からやって来たのか？ この壮大な謎に迫る！

### ■微生物は宇宙空間でも数年生きられる！

「地球に存在する生命は、宇宙からやって来たのかもしれない……」

そんな仮説を裏づける実験結果が、8月26日に日本の研究チームによって発表された。

この実験は国際宇宙ステーション（ISS）で実施されている「たんぽぽ計画」（生命の起源に関わることを調べる計画）のひとつで、「放射線耐性のある微生物（ Deinococcus・ラジオデュランス）を宇宙空間に3年間さらす」というものだった。その結果、微生物は紫外線が当たる環境だと数年間、当たらない環境だと数十年ほど生存できることがわかったのだ。この実験の詳細を、研究チームのリーダーである東京薬科大学の山岸明彦名誉教授に解説してもらった。

—宇宙空間に微生物をさらす実験は、なんのためにやったのですか？

山岸 「パンスペルミア説」の検証のために行ないました。パンは「広く行き渡る」という意味、スペルミアは「種」「孢子」という意味です。「宇宙空間には広く微生物の孢子が漂っているのではないか」、そして「惑星間を微生物の孢子が移動できるのではないか」というのがパンスペルミア説の考え方です。

—普通、生物がそのまま宇宙空間に出ると、宇宙線や放射線ですぐ死ぬとされていますよね？

山岸 宇宙線や放射線ではなくて、紫外線ですね。

—紫外線なんですか。

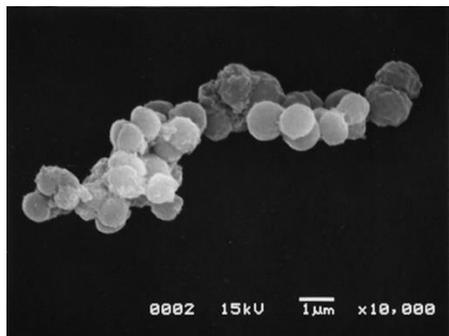
山岸 はい。宇宙線は国際宇宙ステーションの中も通っていますからね。放射線もあまり当たらないほうがいいんですが、宇宙空間にはそれほど多くは飛んでいません。それに比べて紫外線は飛んでくる量が圧倒的に多いんです。もし、宇宙飛行士が素手を宇宙空間に出したら、すぐにやけどするでしょうね。

—じゃあ、なんで微生物は大丈夫なんですか？

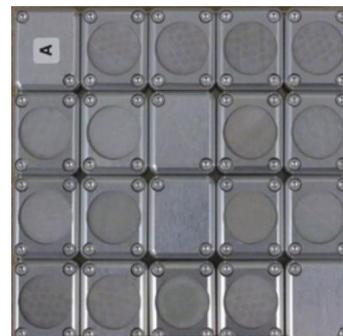
山岸 それは1匹で漂っていれば瞬殺されますよ。ところが1mmくらいの大きさの塊になると大丈夫なんです。表面の微生物は死滅しますが、下層の微生物は表面の微生物に守られて生きられるんです。

—へー。

山岸 それで「1年でこれくらい死んでいく」「2年でこれくらい死んでいく」という割合から計算すると、紫外線の当たる環境だと2年から8年は生きられる。紫外線に当たらない環境だと40年以上生きられることがわかりました。



宇宙空間で紫外線を耐えた微生物（ Deinococcus・ラジオデュランス）



微生物が入っていたケース

—微生物が何年間も宇宙空間で生きられるのはすごいと思いますが、その年月で生きたまま、例えば地球から火星まで移動することはできるんですか？

山岸 できます。まず、地球から火星に行くには地球から飛び出さなければいけませんよね。地球から飛び出るときに必要なスピードは秒速10キロ以上。ピストルの弾が秒速400メートルくらいだから、その25倍ですね。

—かなり速いですけど、どんなふう飛び出るんですか？

山岸 まだよくわかっていませんが、例えば地球に隕石（いんせき）がぶつくと逆に地球からいろんなものが飛び出ていきます。また火山の爆発も多くはそれほど遠くまで飛んでいきませんが、すごく大きな爆発だと飛び出るかもしれない。そして、僕らが考えているのはカミナリです。カミナリは通常、地上数km程度の所で起こりますが、同じような放電現象が地上80kmあたりでも見つかっています。1mmくらいの大きさの乾燥したバイオフィーム（微生物の集合体）が舞い上がり、そのとき、放電現象で加速され宇宙に出ていく可能性はある。

—地球から飛び出した微生物はどれくらいで火星に着くんですか？

山岸 飛び出した微生物の大部分は地球の周りをぐるぐる回るだけですし、もう少しスピードがあると地球から飛び出して太陽の周りをぐるぐる回って、たまたまそこに火星がやって来ると火星にぶつかるという感じです。その場合は数千万年ばかりかかります。

—じゃあ、微生物は死んじゃうじゃないですか！

山岸 ただ、たまたま火星の方向に飛び出すと数カ月で着く場合もあるんです。

—おー！

山岸 今回の実験では微生物が宇宙空間でも生きられることがわかったので、地球から火星に移動する可能性があることがわかりましたし、逆に火星から地球に移動することもできます。ということは、地球上の生命は、火星からやって来た微生物によって誕生したという可能性も出てきたわけです。

### ■微生物は地球と火星間を移動できる

—でも、地球の生命は海の中で誕生したって学校で習いましたよ。

山岸 はい。高校の教科書などには海水の熱水噴出孔の周辺で誕生したんじゃないかと書かれています。熱水噴出孔からは、硫化水素やメタンなどのエネルギー源がどんどん出ているので、化学合成ができる生命にとっては非常に住みやすい環境です。そして、この熱水噴出孔付近で、すべての生物の共通の祖先となる超好熱菌（90℃以上の高温でも生育できる微生物）が誕生したと考えられています。

—はい。

山岸 また、超好熱菌と僕ら人間の遺伝子を比べると、それほど差がありません。かなり完成された生物です。

—じゃあ、やっぱり超好熱菌が僕らの祖先だと。

山岸 そうですね。しかし、その超好熱菌が、どうやって誕生したのかがわかっていないんです。突然、ポンと出現したのでしょうか？

—なるほど。その超好熱菌のルーツが、宇宙からやって来た生命である可能性があるかと？

山岸 今回の実験では、微生物が火星から地球を移動できることがわかりました。次は火星に行って微生物がいるかどうかを調べる必要があると思います。そして、火星に微生物がいたら、その遺伝子を調べればわれわれの祖先となった微生物かどうかわかります。また、逆に地球から火星に行った微生物なのかもわかります。

もし、火星にいる微生物が、地球から行ったものだとわかれば、地球の生命の誕生の謎は振り出しに戻りますが、それでもアストロバイオロジーとしてはひとつの成果だと思います。

—アストロバイオロジーというのは？

山岸 NASAが作った造語で、「宇宙における生命の起源、進化、伝播（でんぱ）、未来を研究する」学問です。私たちは、まだ地球の生物しか知りませんが、地球だけにとらわれずに宇宙に生物がいることも含めて考えましょうということです。アストロバイオロジーで今、一番進んでいるのは電波天文学です。例えば、宇宙人が飛行

機に乗るときにはレーダーを使うはずだから、その電波を検出しよう。また、国立天文台は超大型望遠鏡を造っていて、酸素のある星を探そうとしています。酸素は植物が出した可能性が高いので、そこには高度な生き物がいる可能性がある。それから、今、一番わかっているのは宇宙の未来です。

一え、宇宙の未来がわかっているんですか？

山岸 はい。宇宙はどんどん広がり続けていますよね。「宇宙の地平」ってわかりますか？

一いいえ。

山岸 今、宇宙空間は光速を超えて広がっていると考えられています。すると光が到達しているところは見えませんが、その先の光より速く膨張している部分は見えません。この見えている範囲を宇宙の地平といいます。

そして、膨張がどんどん進むと、見えている宇宙から見えていない宇宙に星がどんどん漏れ出ていきます。すると100億年くらい後には僕らのいる天の川銀河と重力的につながっているアンドロメダ銀河以外は見えなくなるんです。これが宇宙の未来です。

一なんだか、ちょっと寂しい未来ですね。でも、100億年以上後だから、あんまり関係ないかもしれません(笑)。では、時を戻して……今、「たんぽぽ計画」では、ほかにどんな調査をやっているんですか？

山岸 今は宇宙の塵(ちり)を取ってきて、地球から脱出途中の微生物がいないかを調べています。

これが本当に大変な作業で、36個のサンプルがあるんですが、ひとつ5000枚くらいの顕微鏡写真を撮って、それをじーっと見て「これは、ひょっとしたら衝突痕かも」という傷みたいな部分を拡大して調べるんです。これがなかなか進まない。結果がわかるのはもう少し先ですね。

\* \* \*

地球の生命は、宇宙からやって来たのかもしれない……。 壮大な宇宙のことを考えるとなんだかワクワクしてきて、コロナ疲れも少しは吹っ飛ぶのではないだろうか。

取材・文／[村上隆保](#) 写真／山岸明彦 時事通信社