

## 太陽コロナの内側から見た景色。史上初めて到達した NASA 探査機が撮影

2022-01-15 [松村武宏](#)



【▲ 2021 年 8 月の第 9 回フライバイ時に「パーカー・ソーラー・プローブ」が撮影した太陽コロナのストリーマー（流線）】（Credit: NASA/Johns Hopkins APL/Naval Research Laboratory）

こちらは、アメリカ航空宇宙局（NASA）の太陽探査機「パーカー・ソーラー・プローブ」が連続撮影した画像をもとに作成された動画です。パーカー・ソーラー・プローブは 2021 年 4 月に実施された第 8 回フライバイでアルヴェーン臨界面（太陽の上層大気であるコロナと太陽風の境界）を超え、太陽表面から約 1040 万 km（太陽半径の約 15 倍）まで接近しており、人類史上初めて太陽コロナに到達した探査機となりました。

【▲ 2021 年 8 月の第 9 回フライバイ時にパーカー・ソーラー・プローブが撮影した画像の 1 つ（Credit: NASA/Johns Hopkins APL/Naval Research Laboratory）】

【▲ 地球から撮影された太陽コロナの例。2017 年 8 月の皆既日食時にオレゴン州で撮影されたもの（Credit: NASA/Aubrey Gemignani）】

関連：[人類史上初「太陽の大気」に突入！ NASA 探査機「パーカー・ソーラー・プローブ」](#)

動画には左から右へと流れるような幾つもの明るい構造が捉えられています。パーカー・ソーラー・プローブを開発したジョンズ・ホプキンス応用物理学研究所によると、これらは「ストリーマー（流線）」と呼ばれる太陽コロナの構造で、皆既日食時には地球からも見ることができますが、コロナの内部に到達したパーカー・ソーラー・プローブはその近くを通過しながら撮影したことになります。

動画に使われている画像は、パーカー・ソーラー・プローブに搭載されている広視野カメラ「WISPR」によって、2021 年 8 月に実施された第 9 回フライバイ時に撮影されました。パーカー・ソーラー・プローブはこの時も前回の第 8 回フライバイと同じ距離まで太陽に接近しており、WISPR は最接近前後の様子を撮影し続けました。WISPR は撮影方向と範囲が異なる 2 つのカメラで構成されているため、動画では各カメラの画像が合成された上で用いられています。

なお、パーカー・ソーラー・プローブは金星の重力を利用した軌道変更（スイングバイ）を繰り返し、徐々に太陽へと接近していきます。2021 年 11 月の第 10 回フライバイ時には太陽表面から約 850 万 km（太陽半径の約 12 倍）まで近づいており、最終的には太陽表面から約 616 万 km（太陽半径の 8.86 倍）まで接近して観測を行う予定です。 関連：[かつてない視点、太陽の近くから撮影された 6 つの惑星の集合写真](#)

Image Credit: NASA/Johns Hopkins APL/Naval Research Laboratory

Source: [NASA ゴダード宇宙飛行センター / ジョンズ・ホプキンス応用物理学研究所](#) 文／松村武宏

<https://digital.asahi.com/articles/ASQ164CD7PDYUHB102S.html?pn=7&unlock=1#continuehere>

## 人類は火星を目指す NASA が 3 年かけてまとめた二つの理由

聞き手・合田 稔=ワシントン 2022 年 1 月 10 日 11 時 00 分



[ジョエル・レビン](#) [米ウィリアム・アンド・メアリー大教授](#)=本人提供



人類はなぜ火星を目指すのか。長年、[米航空宇宙局](#)（NASA）で火星探査の研究をしてきたジョエル・レビン米ウィリアム・アンド・メアリー大教授に、挑戦の真の狙いと、実現可能性について聞いた。

——どうして人類は火星を目指す必要があるのですか。

最も大切なのは科学的な探査と理解を深めるためです。NASAは2007年、科学的な目的のために人類を火星に送るべきかどうかという問いに答えを出すため、委員会を立ち上げました。私はその共同委員長を務めました。3年間かけて結論をまとめました。人間が火星に行かなければ答えられない問題が二つありました。

一つは、火星に生命は存在するのか、過去に生命が存在したのか、という問題です。もう一つは、なぜ火星は現在のような姿になったのかということです。

——なぜその二つの問いが大切なのですか。

火星で生命が生まれていたら、地球と同じような[化学物質](#)の構成なのでしょうか。これは非常に重要なことです。

地球にはアメーバも、ゾウも、人間もいますが、すべての生命は水素や炭素、窒素、酸素といった同じ化学元素を持っていて、分子レベル、元素レベルでは同じ物質です。もし火星の生命が地球と違う形だったとしたら、比較することで、私たちは人間の体、病気、老化、生命システムのすべてについて、より深く理解することができます。生物学には黄金期が訪れます。また、火星はかつて海のある惑星で、川があり、湖があり、厚い大気がありました。地球のような惑星だったのに、現在は液体の水が存在せず、大気も非常に薄いのです。何がこれほどまでに大きな変化をもたらしたのか。そして、これは未来の地球にも起こることなのかという問題です。

私たちは、地球の気候の歴史を何億年もさかのぼって再現してきました。これは北極と南極に氷があるからできることです。氷の中には過去の大気が閉じ込められているので、その氷にドリルで穴を開け、長さ100フィート（約30メートル）のコアを採取し、実験室で溶かし分析することで、過去の大気の化学組成を知ることができるのです。火星にも北極と南極があります。ドリルで穴を開け、コアを採取することができれば、現地で分析するか、コアを地球に持ち帰るかすればよいのです。

——人類が火星に移住する必要はありますか。

私はまず、火星に人類を送って、基本的で重要な科学的疑問に答えようと言っています。一方で、人類が火星に長期滞在することを検討するのは必然だと思います。21年、アルテミス計画が決まりました。NASAは1972年のアポロ17号を最後に月への人類の派遣を中止しましたが、再び[宇宙飛行士](#)を月へ送るのです。月面に何カ月も滞在できるようにして、居住施設を建設する予定です。[宇宙飛行士](#)が生活し、働き、探索できるようにするためです。同じことが火星でも起きると思います。最初は科学者や技術者、医学研究者が、長期間の実験や滞在をするようになるでしょう。ただ、何十万人もの人類が火星へ行くようになるには、とても長い時間がかかると思います。

——2015年の「TED Talk」での講演で、火星移住が必要になる理由について、地球の[気候変動](#)、[パンデミック](#)の発生、天体の衝突という三つの危機を挙げていました。医学者たちの研究と[ワクチン](#)の生産によって、世界的なパンデミックは制御することができるかもしれません。世界の国々が国際的な会合で、どうすれば気候変動を抑えることができるかを検討しています。私は、パンデミックと気候変動は、人間の活動によって引き起こされ、人間の活動によって解決できると考えています。一方で、天体の衝突というのは、私たちが制御できない

ものです。6500 万年前、大きな小惑星が地球に衝突し、その結果、恐竜は絶滅しました。衝突の衝撃で、多くの物質が飛び散り、太陽が遮られたためです。ある日、大きな小惑星が地球に衝突し、人類が滅亡する可能性はあります。もし、そうなることが分かっていると、火星に人類を送る能力があれば、火星に行くという選択肢が生まれるでしょう。

——人類が火星に住めるようになるには、どんなことが必要ですか。

現在の火星の大気は非常に薄く、95%が二酸化炭素、3%が窒素、そして2%はアルゴンです。地球上の大気は、約8割が窒素、約2割が酸素です。火星の地表の気圧は低く、地球の上空10万フィート（約30キロ）と同じです。また、地球よりも太陽から遠いため、より寒冷です。大気を厚くし、酸素を発生させなければなりません。

NASA エイムズ研究センターのクリストファー・マッケイ博士によれば、それは次のような手法です。

火星の表面下にはたくさんの凍った水と凍った二酸化炭素があります。火星の軌道上に大きな太陽光反射板を設置し、それらが埋まっている場所に向けるのです。水と二酸化炭素が温まり、気体になって放出されると、大気は厚くなり、温室効果が大きくなり、火星は温められます。いったん気温が上昇し、植物のような光合成を行う生物がいれば、大気中の二酸化炭素を吸収して酸素に変換し、放出します。これがマッケイ博士の提案です。

しかし、私が知っている限り、NASA やその他の宇宙機関には、こういった「火星のテラフォーミング」の明確な計画はありません。紙と鉛筆、そしてコンピューターを使った研究という段階です。

——火星のテラフォーミングをするとすれば、どれくらいの年月がかかるのでしょうか。

テラフォーミングのプロセスがどのくらい時間がかかるのかは誰もまだ知らないのですが、火星の年月で、1万~10万年前というスケールのようなようです。だから、今すぐに荷造りを始めないでください。火星に行くのはずっと先です。

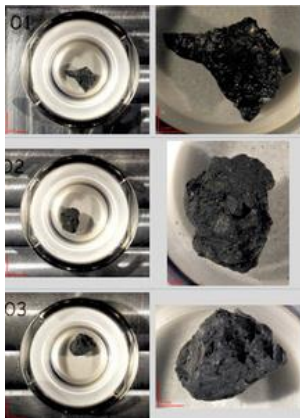
——気候変動について考えるとき、火星の環境を改変して移住するより、地球の環境を変える方が簡単なのでしょうか。

そうですね。火星をテラフォーミングして地球らしくするよりも、地球の大気を変える方が簡単だと思います。1970~2011年にNASAのラングレー研究センターの上級研究員を務め、専門は大気の化学組成や惑星科学、火星の有人探査など。11年からは同センターのコンサルタント。18年には共著で「Dust in the Atmosphere of Mars and Its Impact on Human Exploration (火星の大気のちりが有人探査に与える影響)」を出版した。(聞き手・合田禄=ワシントン)

<https://www.asahi.com/articles/ASQ1F5VCNQ1FULBJ00F.html>

## はやぶさ2が持ち帰ったリュウグウの砂443個をカタログ化して公開

小川詩織 2022年1月13日 21時00分



[カタログ化されたリュウグウの砂=JAXAのサイトから](#)

探査機「はやぶさ2」が持ち帰った小惑星「リュウグウ」の砂について、宇宙航空研究開発機構（JAXA）は13日、大きさや形などをカタログ化したデータを専用サイトで公開した。その上で、この砂をつかう研究テーマの国際公募を近く始めると発表した。国内外の審査委員が評価し、承認されたテーマについては今年6月にも砂を



分配するという。公開したのは、リュウグウに着陸して、地表と地下から採取した 443 個の砂や石。重さや大きさ、形などを画像付きでカタログ化し、公開した。臼井寛裕・地球外物質研究グループ長は「高精度な画像を誰でも見ることができる。リュウグウの世界を、たくさんの人に楽しんでもらいたい」と話した。

カタログは下記サイト (<https://darts.isas.jaxa.jp/curation/hayabusa2/>) で見られる。(小川詩織)

<https://news.yahoo.co.jp/articles/db41063f506e692588f3ceeeff2ab5cd9db1d2fa>

## NASA の火星探査車「パーサヴィアランス」にサンプルを格納できないトラブル発生



1/13(木) 6:00 配信 **GIZMODO**

### [NASA の火星探査車「パーサヴィアランス」にサンプルを格納できないトラブル発生](#)

[NASA](#) の火星探査車「パーサヴィアランス」が、サンプルチューブを本体内部のストレージに移せないというトラブルに見舞われています。この岩石サンプルは 12 月 29 日に採取されたもので、NASA はさらなるサンプル採取へと進む前に、原因と思われる岩石の碎片を取り除く作業に取り掛かります。【[全画像をみる](#)】[NASA の火星探査車「パーサヴィアランス」にサンプルを格納できないトラブル発生](#)

#### センサーが通常より高い抵抗を検知

NASA のジェット推進研究所 (JPL) でサンプリングとキャッシング部門のチーフエンジニアを務める Louise Jandura 氏は、サンプルチューブがドリルビットと共にロボットアームの先端から車体内部の格納場所ビットカールセルへと移される際に問題が起きたと、NASA のブログに綴っています。サンプルを保持しているコアリングビットがカールセルに接触するとパーサヴィアランスのセンサーが抵抗を検知するのですが、今回は通常時よりも高い抵抗を検知したそう。そこでパーサヴィアランスのチームはデータと画像を取り寄せ、カールセルからドリルビットとサンプルを取り出すよう探査車に指示を出しました。その作業が 1 月 6 日に行なわれ、NASA は 1 月 7 日にデータを受信したのです。探査車の画像から、カールセル内に表土と小石が落ちていたことが判明しました。それらは採取された岩石の一部であって、サンプルチューブを受け渡す過程の途中で落ちてしまい、そのせいでドリルビットがカールセルに入らなくなっていると推測されています。Jandura 氏は岩石の碎片が邪魔になっていたとしてもパーサヴィアランスはサンプルを格納できると記していましたが、火星に到着してまだ日の浅い 27 億ドルの探査車にはたくさんの科学ミッションが控えていることから、チームはミッションを継続する前に小石を取り除きたいようです。

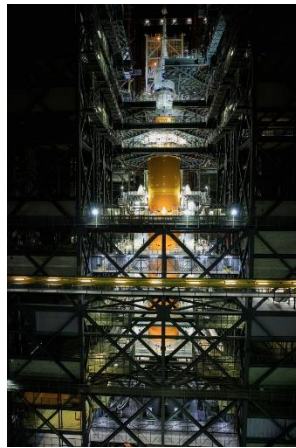
#### 原因となったのは貴重な岩石サンプル

問題となっている岩石サンプルは、Séítah ([セイタ](#)) という領域にある Issole ([イソル](#)) と名付けられた露頭から採取されました。Séítah は大きな砂丘があり航行しにくい一帯で、チームはクレーターの底のサンプルを一对採取したいと望んでいます。Séítah の岩石は特に科学的に興味深いようで、昨年 11 月の NASA のブログには「層が傾斜した方向を研究していったら、Séítah の岩石はジェゼロ・クレーター内で露出した岩石の中でもっとも古いものだろうと私たちは判断した。それゆえ Séítah は手に入る地質学的な記録の第一歩であって、ミッションに 1 度あるかないかという地形の進化の全容を探索する好機をもたらす」と書かれていました。やがてパーサヴィアランスは、干上がった河川デルタだと考えられているジェゼロ・クレーターの東端に到達するでしょう。地球に存在する微生物の化石を根拠に、このクレーターが古代の火星の生命の痕跡を探すのに最適なロケーションだとパーサヴィアランスのチームは考えています。パーサヴィアランスは火星に 43 本のサンプルチューブを持ち込んでおり、そのうち 7 本にはサンプルが入りました。1 本目と 2 本目は空っぽでしたが、その後は成功しています。NASA は 2020 年代末に岩石サンプルを地球に持ち帰って、その後は数年間にわたって分析するつもりです。そのためにもまずこのトラブルを解消する必要がありますが、探査車はその名のおり「忍耐」強く待つ

<https://sorae.info/space/20220114-nasa-artemis.html>

## NASA「アルテミス計画」初の有人飛行ミッションとその先に向けて進む準備

2022-01-14 [松村武宏](#)



【▲ 飛行する「SLS（スペースローンチシステム）」ブロック 1 の想像図（Credit: NASA/MSFC）】

【▲ SLS 初号機へのオリオン宇宙船搭載作業の様子（Credit: NASA/Frank Michaux）】

【▲ フロリダに到着した「アルテミス 2」向け SLS の上段「ICPS」（Credit: NASA）】

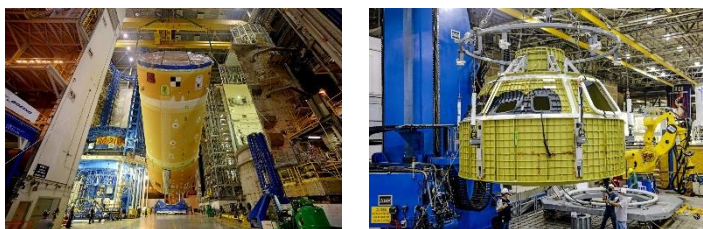
アメリカ航空宇宙局（NASA）は現在、半世紀ぶりの有人月面探査を目指して「アルテミス」計画の準備を進めています。地球から月周辺へと 4 名の宇宙飛行士を運ぶ新型の有人宇宙船「Orion（オリオン、オライオン）」と、オリオン宇宙船の打ち上げに使われる新型ロケット「SLS（スペースローンチシステム）」は、無人で実施される同計画初のミッション「アルテミス 1」で使われる初号機の組み立てが 2021 年 10 月に完了しました。アルテミス 1 は 2022 年 2 月中旬以降の実施が予定されており、ケネディ宇宙センターで打ち上げに向けた地上テストが進められています。

関連：[NASA 新型ロケット「SLS」ついに完成！ 新型宇宙船「オリオン」初飛行の打ち上げは 2022 年 2 月にアルテミス 1 の実施が間近に迫るアメリカでは、アルテミス計画初の有人ミッションとなる「アルテミス 2」や、アルテミス 2 以降で使用される SLS の製造作業も進められています。](#)

アルテミス 2 で使われる SLS の上段（第 2 段）「ICPS（Interim Cryogenic Propulsion Stage）」は 2021 年 7 月下旬にフロリダ州へ到着。現在はボーイングとユナイテッドローンチアライアンス（ULA）の施設で最終段階の準備が進められており、NASA によると近日中にケネディ宇宙センターに向けて出荷される見込みです。ICPS にはエアロジェットロケットダインの「RL10」エンジンが 1 基搭載されており、オリオン宇宙船を月へ向かう軌道へ投入します。SLS の中核となる「コアステージ」（第 1 段）は、ルイジアナ州ニューオリンズのミシュー組立工場にて製造が行われています。NASA によると現在ミシュー組立工場ではアルテミス 2 をはじめ、アルテミス計画初の有人月面着陸が行われる「アルテミス 3」ミッションや、その次の「アルテミス 4」ミッションで使われるコアステージの製造も進められています。

SLS にはスペースシャトルに搭載されていた「SSME」の改良版である「RS-25」エンジンが 4 基備わっていますが、こちらはコアステージへの搭載に向けた出荷準備が整いつつあり、エアロジェットロケットダインではアルテミス 4 より後のミッションで使われる RS-25 の製造も進められています。

関連：[NASA 新型ロケット「SLS」エンジン燃焼試験に成功、初飛行に向け一歩前進](#)



【▲ ミシュー組立工場で完成した「アルテミス 2」向け SLS の液体酸素タンクを含むコアステージ上部 (Credit: NASA)】

【▲ 溶接作業を終えた「アルテミス 3」向けオリオン宇宙船クルーモジュールの圧力容器 (pressure vessel) (Credit: NASA/Michael DeMocker)】

また、コアステージの左右に取り付けられる固体燃料ロケットブースターはアルテミス 3 向けまでの製造が完了。ユタ州にあるノースロップグラマンの施設ではアルテミス 4 で用いられるブースターの製造が進められています。なお、アルテミス 3 までの SLS は上段に ICPS を用いる「ブロック 1」構成で飛行しますが、アルテミス 4 からは上段に「EUS (Exploration Upper Stage)」を用いる「ブロック 1B」に切り替えられます。ミシュー組立工場ではその準備として EUS の試作版の製造も始まっています。EUS は ICPS と同じ RS10 エンジンを 4 基搭載し、40 トン前後のペイロード (搭載物) を月へ向かう軌道へ投入する能力を持ちます。

関連：[NASA 新型ロケットの打ち上げ能力を強化する「EUS」の詳細設計審査が完了](#)

いっぽう、SLS に搭載されるオリオン宇宙船の製造も順調に進められていて、宇宙飛行士が搭乗する「クルーモジュール」はアルテミス 3 で飛行する機体まで製造が始まっています。また、エンジンやソーラーパネルを備えた欧州製の「サービスモジュール」については、アルテミス 2 で用いられる機体がケネディ宇宙センターへ 2021 年 10 月に到着しました。2021 年 12 月 28 日に改定された政府の宇宙基本計画工程表には、アルテミス計画を考慮した上で、2020 年代後半を目処に日本人宇宙飛行士による月面着陸実現を図ると記されています。数年後には日本人も搭乗することになるかもしれないオリオン宇宙船と、その打ち上げに使われる SLS。早ければ来月にも行われる初飛行に注目です。 関連：[NASA「アルテミス計画」有人月面着陸は 2025 年以降に、新型コロナや訴訟も影響](#) Image Credit: NASA Source: [NASA](#) / [内閣府](#) 文／松村武宏

<https://sorae.info/astromy/20220109-quadruple-halo.html>

## 非常に珍しい月の 4 重ハロー。さらに何重もの幸運に恵まれた冬空の光景

2022-01-09 [吉田 哲郎](#)



【▲2012 年のある土曜日の夜、スペインのマドリード近郊で撮影された非常に珍しい月の 4 重ハロー。内暈と外暈の間にオリオン座の三つ星やシリウス、ヒアデス星団なども見えています。(Credit: Dani Caxete)】

太陽や月の周りに光の輪が現れることがあります。これは「ハロー」(halo) と呼ばれる現象で、日本語では「暈 (かさ)」と呼ばれています。太陽の場合は「日暈」、月の場合は「月暈」になります。

この現象は、雲を作っている氷の結晶 (氷晶) がプリズムの働きをし、太陽や月からの光が氷晶の中を通り抜ける際に屈折して発生する大気光学現象の一種です。

冒頭の画像は 2012 年のある土曜日の夜、スペインのマドリード近郊で撮影された非常に珍しい月の 4 重ハロー



です。月からの光は、六角形の氷の結晶の中で屈折し、月を囲む（月を中心とした視半径）22度のハローを作ります。その外側に接して見えるのが外接ハローと呼ばれる光輪です。さらに珍しいことに、月明かりの一部が遠くの氷の結晶を通して屈折し、月から46度離れたところ（月を中心とした視半径46度）に虹のような弧を作り、絵のような美しい冬景色の上空に現れています。22度ハローに加えて46度ハローの一部も見えており、月としては非常に珍しい4重のハローが撮影されました。22度ハローは「内暈」、46度ハローは「外暈」とも呼ばれます。よく見ると内暈と外暈の間にオリオン座の三つ星やシリウス、ヒアデス星団なども写っています。ペテルギウスは内暈と、プレアデス星団は外暈とほぼ重なって見えています。4重のハローだけでなく、何重もの幸運に恵まれた冬空の光景と言えそうです。

関連：[月のインスピレーション溢れる光景2選](#) [月暈の下の雪原の足跡と「月の男」](#)

Image Credit: Dani Caxete Source: [APOD](#) 文／吉田哲郎

<https://www.cnn.co.jp/fringe/35181923.html>

## 幅1キロの小惑星、来週地球に最接近 190万キロ先を通過

2022.01.12 Wed posted at 08:04 JST

### NASAの「DART」計画 初の地球防衛実験へ

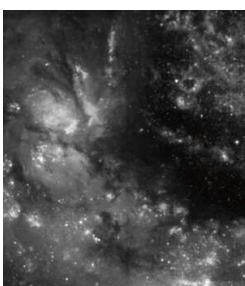
(CNN) 幅約1キロと推定される小惑星が今月18日、地球に最接近する。米航空宇宙局(NASA)の地球近傍天体研究センターによると、地球から約190万キロの距離を時速約7万6000キロで通過する見通しだ。NASAによると、この小惑星は「7482(1994PC1)」の名称で知られ、1994年に発見された。7482(1994PC1)が地球に衝突すると予想する人はいないが、NASAの予測によると、今回はこの小惑星が今後200年で最も地球に接近する機会となる。地球近くを通過するのは米東部時間18日午後4時51分(日本時間19日午前6時51分)になるとみられている。地球のそばを通過した小惑星で過去最大のものとして知られているのは「3122フローレンス(1981ET3)」で、2017年9月1日に地球近くを通過したものの衝突することはなかった。この小惑星は幅4キロ~8.8キロと推定され、57年9月2日にふたたび地球の近くを通過する。7482(1994PC1)が肉眼で見える可能性は低いが、ウェブサイト「EarthSky.com」によると、小型望遠鏡を持つアマチュア天文家なら発見できるはずだという。今年9月には、NASAの宇宙機を小惑星に意図的に衝突させて軌道を変更するミッション「DART(二重小惑星方向転換試験)」も予定されている。地球近傍天体とは地球から4800万キロ以内に接近する小惑星や彗星(すいせい)のことを言う。NASAなど世界の宇宙機関では、重大な被害をもたらす可能性のある地球近傍天体の脅威を検出することを主要な取り組みとしている。

<https://news.yahoo.co.jp/articles/576c2ae58e12efc83c4a502b603d99b328be78a5>

## すべてがバラバラに!? 宇宙終焉のシナリオ「ビッグリップ」とは何か

1/15(土) 11:02 配信

|||| 現代ビジネス



[photo by gettyimages](#)

[photo by gettyimages](#)

----- 世界的ベストセラー『エレガントな宇宙』著者 [ブライアン・グリーン](#)による新作『時間の終わりまで』から本文の一部を紹介するシリーズ第 8 回。なぜ物質が生まれ、生命が誕生し、私たちが存在するのか。膨張を続ける「進化する宇宙」は、私たちをどこへ連れてゆくのか。時間の始まりであるビッグバンから、時間の終わりである宇宙の終焉までを壮大なスケールで描き出す本書から、今回は、宇宙終焉のシナリオのひとつ「ビッグリップ」の解説を取り上げます。 ----- [【画像】ビッグバンに挑んだ物理学者たち](#)

## ビッグリップ

リンゴを真上に放り上げれば、たゆまず働く重力のために、リンゴの上向き速度はどんどん小さくなる。これは重力作用を説明するためによく使われる例だが、そこには宇宙論的に深い意味がある。1920年代に [エドウィン・ハッブル](#)による観測が行われて以来、われわれは宇宙空間が膨張していることを知っている。銀河たちは、互いに急速に遠ざかっているのだ。しかし、放り上げられたリンゴと同じく、それぞれの銀河が他のすべての銀河に及ぼす重力は、宇宙全体が飛び散る速度を遅くするように働くはずだ。宇宙空間は膨張しているが、その速度はだんだん小さくなっているに違いない。1990年代には、この予想を証明しようと、天文学者のふたつのチームが、その減速率を測定する仕事に取りかかった。10年ほど研究を続けたのち、その結果が発表された――そして科学界を仰天させた。予想は間違いだったのだ。遠方の [超新星](#)は、宇宙のいたるところにある測定可能な強い光源だが、それらを地道に観測した結果、宇宙の膨張は減速していないことがわかったのである。宇宙の膨張は加速している。そしてその加速は、最近になってギアを高いほうに入れ替えたというようなものではなかった。驚きのあまり椅子から転がり落ちた研究者たちの目の前に突きつけられたのは、宇宙は過去 50 億年にわたって、一貫して膨張の速度を上げてきたことを示す、天文学の観測結果だった。膨張速度は減速しているはずだと多くの人が思い込んでいたのは、それが当たり前だと思っていたからだ。宇宙空間の膨張が加速しているなどというのは、リンゴをそっと放り上げれば、リンゴはわれわれの手を離れるなり、どんどん速度を上げて天に昇っていくというのと同じぐらい馬鹿げたことに思われたのだ。もしもあなたがそんなおかしな出来事を目撃すれば、リンゴを上向きに加速するような、それまで見逃されていた隠れた力を探さだろう。それと同じく、宇宙膨張が加速しているという圧倒的な証拠がデータから引き出されると、研究者たちは床から起き上がり、何本ものチョークを握って原因を探しはじめた。もっとも有力な説明は、第 3 章でインフレーション宇宙論の話をしたときに出会った、アインシュタインの一般相対性理論の中核となる重要な性質に訴えるものだ。 [ニュートン](#)とアインシュタインのどちらの重力理論でも、惑星や [恒星](#)のような物質の塊はおなじみの引力的重力を及ぼすが、アインシュタインのアプローチでは、重力の振る舞いのレパートリーが増える。もしも宇宙のある領域に物質が存在せず、その領域が均質なエネルギーに満たされていれば、重力は斥力になるのだった。インフレーション理論では、エキゾチックな場(インフラトン場)がそのエネルギーを担い、強力な斥力がビッグバンをスタートさせたと考える。それは 140 億年ほども前の出来事だが、現在観測されている空間の加速膨張を説明するためにも、それと似たアプローチが使える。

[次ページは：暗黒エネルギー](#)      [暗黒エネルギー](#)



[photo by gettyimages](#)

[photo by gettyimages](#)

もしも宇宙空間の全体が、インフラトンとはまた別のエネルギー場で均一に満たされているとすれば、銀河がお互いから急速に遠ざかる理由が説明できる(われわれはその新たなエネルギー場を、光を発しないことから「暗黒エネルギー」と呼んでいるが、「見えないエネルギー」という名前も同じぐらいふさわしい)。物質が寄り集



まっけてきている銀河は、引力的重力を及ぼし合い、銀河が飛び散る速度を小さくさせる。均一に広がる暗黒エネルギーは斥力的重力を及ぼして、銀河が飛び散る速度を大きくさせる。天文学者が観測している加速膨張を説明するためには、暗黒エネルギーによる押し出しが、銀河同士が集団として引き合う力より大きくなければならない。その差は大きなものである必要はない。ビッグバンの時期に起こった激しい膨張に比べれば、今日の膨張は穏やかで、その程度の加速を説明するためには、ごくわずかな暗黒エネルギーがありさえすればよい。実際、銀河が遠ざかる速度の増加分を生むために必要な暗黒エネルギーは、宇宙空間の典型的な体積 1 立方メートル中に、100 ワットの電球を 1 個、5 兆分の 1 秒だけ点灯させるエネルギーに等しい。とはいえ、宇宙空間には膨大な数の 1 立方メートルが含まれている。すべての 1 立方メートルからの寄与を足し上げれば、天文学者たちが測定した膨張の加速を生じさせるだけの外向きの力が得られるのだ。暗黒エネルギーを支持する証拠には説得力があるが、あくまでも状況証拠でしかない。暗黒エネルギーを捕まえて、その特徴を直接的に調べる方法を見つけた者はいないのだ。それにもかかわらず、暗黒エネルギーはあまりにもうまく観測結果を説明するため、宇宙が加速膨張しているのはこのためだということになっている。しかし、暗黒エネルギーの長期的な振る舞いとなると、よくわかっていない。そして、宇宙の未来を予測するためには、暗黒エネルギーの長期的振る舞いとして考えられる可能性を徹底的に検討することがきわめて重要になる。あらゆる観測結果と矛盾しないもっともシンプルな可能性は、宇宙論的な時間スケールにわたって、暗黒エネルギーの値が変化しないというものだ。しかし、シンプルなのは良いことだが、だから真実だということにはならない。暗黒エネルギーの数学的な記述を見ると、エネルギーが減少して加速膨張にブレーキをかける可能性もあれば、増大して加速膨張のアクセルを踏む可能性もあることがわかる。もっとも不吉なのは後者——斥力的重力がどんどん強くなる場合——だ。もしもそれが現実なら、われわれは、物理学者たちが「ビッグリップ」と呼ぶ、激烈な終末に向かって突き進んでいることになる。

#### [次ページは：分子や原子レベルでバラバラに](#) 分子や原子レベルでバラバラに

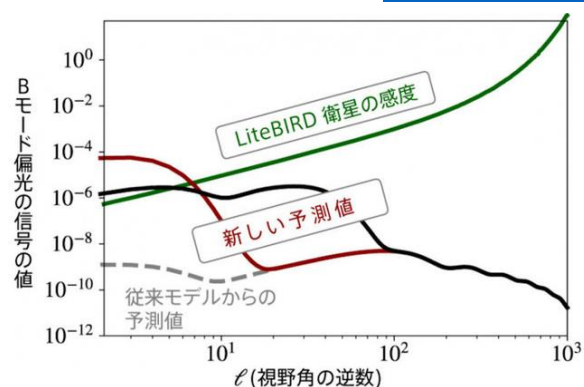
斥力的重力は徐々に強まり、いずれは物質をまとめているすべての力に勝利し、いっさいをバラバラに引きちぎるだろう。あなたの身体がひとつにまとまっているのは、あなたを構成する原子と分子を結びつけている電磁力と、あなたの体内の原子に含まれる陽子と中性子とを結びつけている強い核力のおかげだ。電磁力と核力は、現時点での膨張空間の斥力よりもはるかに強いため、あなたの身体はひとつにまとまっている。もしもあなたの横幅が広がりつつあるとしても、それは空間の膨張のせいではない。しかし、もしもその斥力がどんどん強くなり、あなたをひとつにまとめている電磁力と核力に打ち勝てば、あなたの体内の空間は膨張しはじめるだろう。あなたは膨らんで、最終的には、他のすべてのものと同じくバラバラに飛び散るだろう。詳細は、斥力的重力がどんなペースで強まるかによるが、物理学者ロバート・コールドウェル、マーク・カミオンコウスキー、ネヴィン・ワインバーグが調べた代表的なケースでは、今から約 200 億年後には、斥力的重力のために銀河のクラスターはバラバラになり、それからさらに約 10 億年後には、天の川銀河を構成する星たちが花火のように飛び散り、それから約 6000 万年後には、地球をはじめとする太陽系の惑星が太陽から遠ざかり、それからさらに数ヵ月後には、分子間に作用する斥力的重力のために恒星と惑星がものすごい勢いで飛び散り、それから 30 分ほどで、原子を構成する粒子間に作用する斥力があまりにも強くなり、原子さえもバラバラに飛び散るだろう。今のところ、宇宙の終末がどのようなものになるかは、空間と時間に関する未知の量子的性質にかかっている。数学的な厳密性のない大雑把な言い方をすれば、斥力的重力は、時空そのものの織りなす基本構造そのものをズタズタに引き裂くかもしれない。実在は爆発で始まり、ビッグバンから 1000 億年後に、ズタズタに引き裂かれて終わるかもしれない。現時点での観測結果からすると、暗黒エネルギーが今後増大する可能性を考慮に入れなければならないが、しかし私は——そして私以外にも多くの物理学者たちが——その可能性はないだろうと考えている。私はその方程式を調べてみたとき、なるほど数学的にはありうるが、自然でもなければ説得力もないと感じた。それは、この分野で何十年も研究してきた経験にもとづく感触であって、数学的な証明ではないから、間違っている可能性はもちろんある。それでも、その感触は楽観的な仮定を置く動機にはなる。そこで

ここでは、暗黒エネルギーは今より大きくはならないという仮定のもと、宇宙の年表の旅を続けることにしよう。階段をそれほど上らないうちに、われわれは次の転回点となる出来事に出会うことになる。(つづく) (翻訳: 青木 薫) \*本記事は『時間の終わりまで 物質、生命、心と進化する宇宙』の一部を抜粋したものです \*この記事のつづきは、1月19日公開予定です。----- [ブライアン・グリーン](#)による新作『時間の終わりまで』から本文の一部を紹介するシリーズ。これまでの公開記事はこちらから【『時間の終わりまで』読みどころシリーズ】 <https://gendai.ismedia.jp/search? fulltext=『時間の終わりまで』読みどころ&media=bb> ----- ---- 時間の終わりまで 物質、生命、心と進化する宇宙 著:ブライアン グリーン 訳:青木 薫 世界的ベストセラー『エレガントな宇宙』著者の最新作 なぜ物質が生まれ、生命が誕生し、私たちが存在するのか? 進化する宇宙は私たちをどこへ連れてゆくのか? ビッグバンから時空の終焉までを壮大なスケールで描き出す! この進化する宇宙の中で、ほんの束の間、まったく絶妙な瞬間に存在する私たち人間を基点に、時間の始まりであるビッグバンから、時間の終わりであるこの宇宙の終焉までを、現代物理学の知見をもとに、「存在とは何か」という根源的な問いから描き出す。第一級のポピュラーサイエンス! ブライアン グリーン (コロンビア大学物理学・数学教授)

[https://news.biglobe.ne.jp/it/0114/mnn\\_220114\\_6439808774.html](https://news.biglobe.ne.jp/it/0114/mnn_220114_6439808774.html)

## インフレーション時の原資重力波発生の新たなメカニズムを Kavli IPMU が提唱

1月14日(金) 19時22分 [マイナビニュース](#)



東京大学 国際高等研究所 カブリ数物連携宇宙研究機構(Kavli IPMU)は1月12日、宇宙最初期においてインフレーションを発生させる場における「量子ゆらぎ」から発生する「原始重力波」に加え、インフレーションの最中にさらに追加的な場の量子ゆらぎが生じることで、大きな原始重力波が発生する可能性があることを指摘したと発表した。また、これによりたとえ低いエネルギーでインフレーションが発生したのだとしても、Kavli IPMUも参加する次世代衛星計画の「LiteBIRD」(ライトバード)による「宇宙マイクロ波背景放射」(CMB)に刻まれた原始重力波の痕跡を検出することが期待できることも併せて発表された。

同成果は、Kavli IPMUのヴァレリ・ヴァルダニヤン特任研究員、同・佐々木節特任教授兼 Kavli IPMU 副機構長らが参加する国際共同研究チームによるもの。詳細は、米物理学会が刊行する主力学術誌「Physical Review Letters」に掲載された。今から40年以上前、佐藤勝彦博士や米アラン・グース博士らによって独立して提唱された「インフレーション理論」は、現在ではそのバリエーションがいくつも提唱され、もっとも単純なモデルであったとしても、現在の宇宙における不均衡な物質の分布を正確に予測することが可能だとされている。具体的には、インフレーションを引き起こす場に生じた量子ゆらぎが、インフレーションによって天文学的なスケールまで引き伸ばされ、CMBの温度のゆらぎ、宇宙における暗黒物質や銀河の非均一な分布など、現在の宇宙のあらゆる構造の源となったとされている。また、インフレーションが生じるのと同様のメカニズムにより、原始重力波が発生したと予想されている。原始重力波は、インフレーション期の物理を理解する上で重要であり、それを検出することができれば、インフレーションが起きた時のエネルギーを決定できるとされるほか、インフレーション

ションのエネルギー源となった「インフラトン場」が、インフレーションの最中にどれだけ変化したか(「Lyth Bound」と呼ばれる関係)という点と、原始重力波は関係していると考えられている。

CMBは宇宙最古の光であり、宇宙誕生後約38万年後に起きた“宇宙の晴れ上がり”イベントが発生した際の残光とされている。光学観測ではそれより前の時代は遡れないため、原始重力波はさまざまな点からその検出が期待されているが、ブラックホールや中性子星の合体などによる一般的な重力波以上に微弱であるため、従来の観測装置での検出は困難だとされている。ただし、次世代衛星のLiteBIRDによるCMB偏光観測では、原始重力波がCMBに刻んだ特殊な偏光パターンの痕跡を検出できる可能性があると考えられているため、原始重力波を理論的に理解することに注目が集まっているとする。もしインフレーションが十分に高いエネルギーで起きた場合には、LiteBIRDで原始重力波が検出できると期待されている一方で、量子重力の枠組みで構築されているインフレーションモデルの多くでは、インフレーションの起きたエネルギーの値が小さいと予測されており、その場合にはLiteBIRDでも原始重力波の検出は難しく、理論の実証はできないと考えられていた。

しかし、国際共同研究チームは今回、従来の研究とはまったく異なる可能性を理論的に示すことに成功。インフレーションが起きる前の量子ゆらぎから発生する原始重力波に加えて、インフレーションの最中に追加的な場の量子ゆらぎが生じることで、大きな原始重力波が発生する可能性が指摘された。

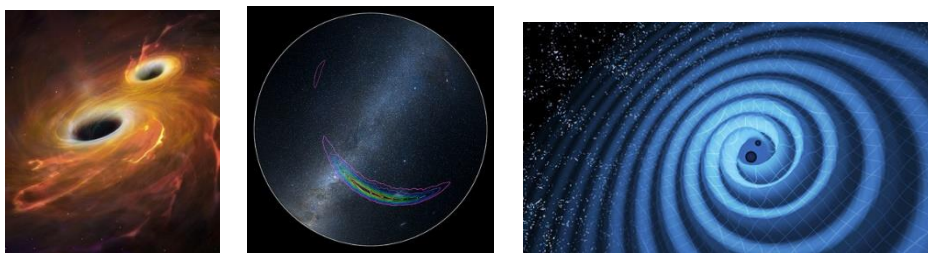
インフレーション中の場の量子ゆらぎは通常は非常に小さく、ここから発生する原始重力波は無視できる大きさだという。しかし、量子ゆらぎが増強されるような場があれば、かなりの量の重力波を発生させることができる。つまり、たとえ低いエネルギーでインフレーションが起こったとしても、LiteBIRDで観測可能なレベルの原始重力波が生まれた可能性があるとする。ヴァルダニヤン特任研究員は今回の研究成果に対し、「ほかの研究者たちも私たちのアイデアと関連した研究に取り組んでいますが、これまでのところ私たちのようなインフレーションを起こす場のみに基づく大きな原始重力波発生メカニズムの提唱に成功したグループはありません。こうした理論において主に問題になる点は、場の量子ゆらぎを増強して原始重力波を発生させると、同時に余分な曲率ゆらぎも発生してしまい、宇宙が実際よりも“でこぼこ”になってしまうことです。私たちは、場の量子ゆらぎと曲率ゆらぎをうまく分離することで、理論的な問題を解決できました」とコメントしている。

なお、研究チームは、原始重力波発生においてこのメカニズムが機能することを定量的に証明し、原始重力波がCMBに刻んだ特殊な偏光パターンが、このモデルにおいてどのくらいの予測値として現れるかを示すことにも成功しており、今後、LiteBIRDによる原始重力波の痕跡を検出することにより、インフレーション理論の実証と詳細なメカニズムの特定につながることを期待されるとしている。

<https://news.yahoo.co.jp/articles/b5a3f83cbe11e7a6797d5c95951a869e44bfab8a>

## ノーベル賞受賞の「重力波初検出」 その意外な舞台裏！

1/10(月) 9:46 配信  現代ビジネス



[photo by gettyimages](#) [図1 GW150914の到来方向を表すスカイマップ](#) (LIGO/Axel Mellinger)  
[ブラックホールの合体と重力波のイメージ](#) LIGO/T. Pyle

----- 宇宙物理学の様々な謎に挑む新しい天文学「マルチメッセンジャー天文学」。この幕開けともいえる重力



波の初検出には、2017年のノーベル物理学賞が贈られました。その現場に立ち会った研究者が語る、意外な裏話とは！ ----- [【画像で見る恒星の色】「太陽は何色ですか？」 宇宙人に聞かれたら、どう答える？](#)

なんか怪しいよね!? 私にとってのマルチメッセンジャー天文学が始まったのは、2015年9月16日のことでした。日本時間14時40分、重力波観測装置LIGO、Virgoのメンバーから一通のメールが届いたのです。そこには「2015年9月14日に重力波が観測された」と書かれており、重力波の到来方向を示した「地図」(図1)が添えられていました。このメールを受け取ったとき、私はある研究会に参加していました。すぐさま隣にいた共同研究者と小声で「なんか怪しいけどやるしかないよねえ」というような会話をしたのを覚えています。今思うとこれは歴史的瞬間だったのですが、とにかく「怪しかった」のです。

### 重力波の検出は本当なのか!?

その理由は、そのときに送られてきたメールを読むと分かります。実際の文面はすでに公開されていますので、日本語に訳したものをこのコラムの末尾に掲載します。その内容をまとめると、このメールの2日前、9月14日に重力波が検出された。でもそれは正式な観測開始よりも前だった。データの較正も完璧ではない。それでも「練習」にもなるし、ぜひ電磁波でも観測してほしい。というものでした。これでは全く歴史的な大発見の瞬間という感じがしませんよね? さらに悪いことに、事前の取り決めにより、重力波観測装置と電磁波観測の全体をテストするため、「blind injection」という偽の重力波信号を人工的に(かつほとんどの研究者には知らせずに)注入する可能性があることが合意されていました。つまり、このイベントは人工的なものかもしれません。しかも、このメールには「練習」(exercise)という言葉まで登場します。この状況では、このメールを信じる方が難しいのが分かっていただけだと思います。それでも、面白い可能性のあることにはチャレンジするという精神で、私を含む日本の研究グループは重力波の探査観測を行うことにしました。

### [次ページは：重力波はどこから来たのか？ 重力波はどこから来たのか？](#)

残念ながら重力波の到来方向は、主に南半球から観測できる領域で、かつ太陽にも近く望遠鏡が使える夜になるとすぐに沈んでしまう領域だったため、わずかな時間しか観測することができませんでした。しかし、これが重力波と電磁波の初めてのマルチメッセンジャー観測となったのでした。さて、この重力波検出の速報には、一つ重要な情報が欠けていました。それは、観測されたのがどのような重力波のシグナルだったのかということです。中性子星の合体の場合は、一般相対性理論に従って重力波の波形を予想することができ、その波形から合体した天体の質量を推定することができます。一方で、速報のメールには「バースト解析」で解析されたということが書いてありました。これは[超新星爆発](#)からの重力波など、事前に波形(重力波のテンプレート)が分からないときに使う手法です。そのため、もしや銀河系内で[超新星爆発](#)が起きたのでは? という考えも頭をよぎりました。銀河系内で超新星が起きれば、肉眼で見えるほど明るく輝くはずですが。このときは、念のため肉眼で空を確認しておこうという(今思い返すと冗談のようですが)話も飛び出すほどでした。

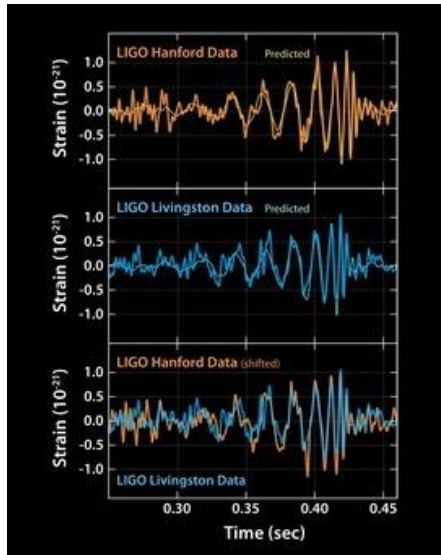
### 重力波を放った天体とは?

世界中の望遠鏡が重力波源の探査観測を進めるなか、2015年10月3日に新しい情報をもたらされました。それは、重力波を放った天体はブラックホール同士の合体らしい、ということです。2015年以前は、最初に観測される重力波は中性子星の合体からのものだろうと多くの研究者が考えていました。中性子星が合体すると電磁波で輝くことが予想されます。そのため、私たちも世界中の研究者も、重力波源の電磁波観測を実現しようとしていたのです。ブラックホールが合体すると……光さえ抜け出せない天体が合体しても、あまり光りそうにありませんよね? 私たちは光らない天体を探していたのかもしれないのです!

### [次ページは：人類初のブラックホール合体を検出 人類初のブラックホール合体を検出](#)

その後、2016年1月になってついに重力波データの詳細な解析結果がもたらされました。やはり重力波源の正体はブラックホールの合体で、LIGOとVirgoのチームが正式に論文を書き始めているとのこと。ちなみに、私はこのあたりでやっと重力波検出の実感が湧いてきました。でも、まだblind injectionの可能性は捨て切れません。blind injectionの場合でも、チーム全体が論文を書き切るまで、偽信号であることは明かされない

ことになっていたからです。今思うとなんとも意地悪な仕組みです。ちなみにこの取り決めは、その後撤廃されました。



[photo by gettyimages](#) [GW150914 の重力波シグナル](#) Caltech/MIT/LIGO Lab

### 全世界に向けて発せられた言葉とは！

もちろん、結果は冒頭に記した通りです。 2015年9月14日に検出された重力波は、正真正銘本物のシグナルで、これが人類史上初めての重力波の直接観測でした。 また、最初に重力波のテンプレートとの照合で検出されなかったのは、合体したブラックホールが予想していたよりも重く(太陽質量の30倍程度)、事前にテンプレートが用意されていなかったためでした。 様々な意味で、ブラックホール合体からの重力波検出は驚きの結果だったのです。 2016年2月11日、重力波の検出のニュースは正式に全世界に向けて公開されました。記者発表を行った LIGO のデビッド・ライツェ氏の冒頭言葉は、今聞いても鳥肌が立ちます。 “Ladies and gentlemen, we have detected gravitational waves. We did it.” ----- 【9月16日・重力波検出を知らせるメール(日本語訳)】 これは、<https://gcn.gsfc.nasa.gov/other/GW150914.gcn3> から読むことができます。 件名:LIGO/Virgo G184098:LIGO 試験観測中のバースト候補 皆様 LIGO の第8期試験運転中に「バースト解析」\*1で重力波源が同定されましたのでご連絡します。 通常であれば private GCN Circular\*2で情報を送ることになっていましたが、まだ LIGO/Virgo 共同研究の GCN Circular は準備されていませんのでメールでお送りします。これは LIGO/Virgo 共同研究グループとしての報告です。LIGO ハンフォード観測所、LIGO リビングストン観測所で取得されたデータのリアルタイム解析で、重力波イベント候補 G184098 がバースト解析によって同定されました。イベントの時刻は世界時 2015-09-14 09:50:45(GPS 時間 1126259462.3910)です。試験観測中でしたので、この速報はリアルタイムでは送られませんでした。GCN を使ってお知らせします。G184098 が誤警報である可能性\*3は閾値の1カ月に1回よりも低く、興味深いイベントです。イベントの性質は以下のウェブページを参照してください。\*4 以下、重要な注意事項です。このイベントは予定された第一期観測期間の前に検出されたものです。検出器は、第一期観測期間の開始時に予定していた状態ではありませんでした。データの較正も完全ではありません。特に、天体の位置情報は大きな不定性があることが予想されます。とはいえ、このイベントは電磁波の追観測の練習をするのに重要な機会だと思われれます。ですので、上のリンクの情報を最大限ご活用ください。今のところ、2つのスカイマップ\*5が利用できます。バースト解析からの即時位置決定と、より精密な解析による位置決定です。両者の推定は定性的にはよく一致しています。50%の確率で重力波源が存在する領域は200平方度、90%の確率では750平方度です。より詳細な解析ができ次第、随時お知らせ致します。\*\*\* 注意 \*\*\* このメッセージは LIGO、Virgo と共同研究の取り決めを結んだグループにだけお送りしています。このイベント自体に関して、また関連する LIGO/Virgo のデータは機密扱いとしてください。観測者の皆さんが何を見つけるか、そして LIGO と Virgo による新しい時代を楽しみにしています。 訳注 \*1 [超新星爆発](#)

など重力波の波形が事前に分からない天体の探査方法。中性子星合体のような現象は事前に重力波の波形が予想できるため、テンプレートを用意して探査を行う。\*2 Gamma-ray Coordinates Network の略で、ガンマ線バーストの即時追観測の情報共有のために作られたメーリングリスト。重力波の情報は共同研究の取り決めに結んだグループにだけ GCN で送られることになっていた。\*3 本当のシグナルが来ていないときに、どれぐらいの期間観測すると偶然そのような誤警報を出してしまうかの指標。誤警報確率が 1 ヶ月に 1 回というのは、ノイズを見ていると 1 ヶ月に 1 回は偶然このようなシグナルが出てしまう、という意味。\*4 すでにページは存在しないので削除しました。\*5 重力波の到来方向を表した「地図」。図 1 を参照。----- マルチメッセンジャー天文学が捉えた新しい宇宙の姿——宇宙の物質の起源に迫る マルチメッセンジャー天文学の新鋭研究者として知られる著者が、実際の観測データを紹介しながら、その基礎から天文学の最新研究までを徹底的に解説します！ ----- 田中 雅臣（天文学者）

<https://news.yahoo.co.jp/articles/54ffe90f68053ec1f3225bbafa55b8af0844279c>

## ハッブル“定数”なのに、近くと遠くで食い違うのはなぜ？

1/13(木) 11:01 配信



[ハッブル宇宙望遠鏡が捉えた、約 2 億 1500 万光年離れたうお座の渦巻銀河「NGC105」。Image by ESA/Hubble & NASA, D. Jones, A. Riess et al., under CC BY 4.0.](#)

（小谷太郎:大学教員・サイエンスライター） 2021 年 12 月 8 日、アメリカ宇宙望遠鏡科学研究所のアダム・リース博士をはじめとする研究グループが、「近傍空間のハッブル定数を精密に測定」したと発表しました\*1。リース博士は、宇宙膨張が加速していることを発見した功績で、2011 年にノーベル物理学賞を受賞した一人です。おかげで宇宙空間は暗黒エネルギーという正体不明のものでいっぱいになってしまいました。リース博士のグループが今度は何を発見したのでしょうか。【グラフ】銀河の距離と速度 ハッブル定数はこの宇宙の膨張する速さを表します。この発表は、ハッブル宇宙望遠鏡などを使いまくって近傍の天体を観測し、近傍空間の膨張する速さを精密に測定したというものです。「近傍」といっても、私たちのいる天の川銀河から 20 億光年というとてつもなく広い範囲です。（これだから天文学者の言葉をそのまま受け取るのは危険です。） ハッブル定数は現在の天文学の熱い話題です。100 年間ずっと熱い話題だったのですが、最近は特に議論が沸騰しています。近傍のハッブル定数と、遠方の観測から求めたハッブル定数が食い違うのです。（天文学者も認める「遠方」とは 450 億光年です。） これは「ハッブルテンション（Hubble Tension）」と呼ばれる未解決問題です。宇宙に何が起きているのでしょうか。

■ [セファイド変光星](#)、宇宙の大きさを告げる まず、[エドウィン・ハッブル](#)（1889-1953）という天文学者から話をはじめましょう。彼は、宇宙が（1）人類の考えていたよりはるかに広く大きく、（2）そのうえどんどん膨張していることを見つけたのです。今から 100 年前、世界最大の望遠鏡はアメリカのウィルソン山天文台にある口径 2.54 m（つまり 100 インチ）の反射望遠鏡でした。天文学者エドウィン・ハッブルは、これを使い、現在では「銀河」と呼ばれるぼやっとした星雲を観測し、そこに「セファイド変光星」を見つけます\*2。これは、人類の知る宇宙の大きさを何千倍も何万倍も拡張する発見でした。変光星というのは明るさが変わる星です。中でもセファイド変光星という種族は、数日～数十日ぐらいの周期で規則的にちらちら明るくなったり暗



なくなったりします。そしてこの周期から、そのセファイド変光星の平均の明るさが予想できるのです。周期の長いものほど明るいという法則があります。当時、銀河の正体は不明でした。このレンズについて埃のような天体は、私たちの天の川銀河の内部にある星の小集団なのか、それとも天の川銀河の外部にある巨大な物体なのか、議論になっていたのです。エドウィン・ハッブルが銀河の中に見つけたセファイド変光星は、その解答でした。セファイド変光星のちらちらまたたく周期を測れば、その平均の明るさが予想でき、それと、見かけの明るさを比べると、そのセファイド変光星がどれほどの距離にあるのか測定できるのです。そしてその測定から分かったのは、銀河という天体が、天の川銀河を飛び出した遥かな遠方、何百万光年もの彼方にあるということでした。それは天の川銀河に匹敵する、[恒星](#)の大集団だったのです。それまでは、天の川銀河の大きさ（約10万光年）がすなわち宇宙の大きさだと考える人もいたのですが、ここで初めて、私たちの天の川銀河が宇宙に浮かぶ無数の銀河のひとつに過ぎないことが確実となったのです。（ハッブルの観測だけがその根拠というわけではありません。）宇宙の大きさは何倍も大きくなりました。ここから観測的宇宙論が始まります。

■ ハッブル、ハッブル定数を雑に測る 宇宙の大きさを変えた[エドウィン・ハッブル](#)は、次に、宇宙論の基礎となる極めて重要な物理量を測定します。ハッブル定数です。（ただし自分で「ハッブル定数」と呼んだわけではありません。）ハッブル定数を測定するには、なるべくたくさんの銀河の速度と距離を測ります。速度を測るには、光の「ドップラー効果」を利用します。遠ざかる光源から観測者に届く光は波長が長くなり、近づく光源からの光は短くなるという効果です。銀河からの光の中に、水素原子などの発する（または吸収する）波長を見つけて、それを静止している水素原子の波長と比べれば、ドップラー効果のほどが分かり、銀河の速度が分かります。ドップラー効果を用いる速度測定は、近くの銀河にも遠くの銀河にも応用できて、大変信頼できる手法です。問題なのは、距離の測定です。エドウィン・ハッブルは[セファイド](#)変光星を用いる手法で、24個の銀河の距離を求めました。するとそれらの速度と距離の関係は図1のようになりました。驚いたことに、ほとんどの銀河が天の川銀河から大急ぎで遠ざかっています。しかも遠い銀河ほど速く。エドウィン・ハッブルは、（当時、一部の理論家が予想していたように）宇宙が膨張していることを発見したのです。図1は、この宇宙が過去に大爆発とともに誕生し、現在も広がりつつあることの証拠なのです。エドウィン・ハッブルは、この図にエイヤと直線を引いて、速度と距離の関係を求めました。両者が比例する、つまり銀河の遠ざかる速度 =  $H_0 \times$  銀河までの距離とみなすと、比例定数  $H_0$  は  $H_0 = (465 \pm 50) \text{ km/s/Mpc}$  と求められました。「Mpc」は「メガパーセク」と読み、天文学の距離の単位です。約300万光年ですが、まあ気にしないでいいです。この465という数値は、史上最初に求められたハッブル定数です。後ほど紹介する最新の測定値と比べると、6倍ほど過大評価となっています。またほとんどの測定点は直線からだいぶ飛んだり跳ねたりずれていて、ここから比例関係を読み取るのは、かなり大胆な推論です。偉大なエドウィン・ハッブルだから許されるのであって、凡人が真似たら「雑」「やり直し」「査読者仕事しろ」などと言われる恐れがあります。

■ ハッブル定数の意味するところ それにしても、他の銀河が遠ざかっていると、どうしてそれが宇宙膨張の証拠となるのでしょうか。1節使って説明しましょう。（このあたりのことは分かっている、というかたは次の節へ進んでください。）他の銀河が私たちの天の川銀河から遠ざかっていることは、私たちの天の川銀河が宇宙の特別な場所に位置しているということでも、他の銀河に嫌われているということでもありません。どの銀河から宇宙を眺め渡しても、よその銀河が自分から遠ざかっているように観測されるのです。オセロ盤か将棋盤か碁盤を用意して、これが宇宙空間だと思ってそのマスに銀河を置いてみてください。適当に1マス選んで私たちの天の川銀河を置きます。マスの間隔、つまりとなりの銀河までの距離は1cmとしましょう。（ちよっと小さい盤です。）次に、その盤が銀河を載せたまま膨張すると想像してください。となりのマスが遠ざかる速さは毎秒1cmです。1秒後にはとなりの銀河までの距離は2cmに伸び、さらに1秒後には3cm、さらに1秒経つと4cmという具合です。盤面全体が一様に膨張すると、遠くのマスほど高速で遠ざかります。最初2マス、つまり2cm離れていたとなりのとなりのマスは、1秒後にはもう4cmの距離まで遠ざかっています。最初3マス、すなわち3cm離れていたマスは毎秒3cmで遠ざかります。つまり、後退速度はマス（銀河）まで

の距離に比例するのです。その比例定数、すなわちこの盤面宇宙のハッブル定数は[1 cm/s/マス]です。この盤面にある全ての銀河は、他の銀河から遠ざかっていきます。どの銀河に住む宇宙人も、盤面を眺め渡せば、他の銀河が自分から遠ざかっていること、そのハッブル定数が[1 cm/s/マス]であることを発見します。つまり、遠くの銀河が距離に比例して遠ざかっているという、[エドウィン・ハッブル](#)の発見は、すべての銀河がお互いから遠ざかっていることを意味するのです。これが宇宙膨張の表われです。さらにいうと、宇宙膨張は宇宙の中を銀河が単に四方八方に飛んでいるのではありません。宇宙空間そのものが膨張しているのです。これはどう思い描けばいいかというと、前述の盤面を風船の表面にびっしり隙間なく描いて、風船を膨張させると、数学的にかなり近いイメージになります。このモデルの場合、宇宙空間は風船の内部ではなく、盤面と銀河の描かれた表面です。ところで、マスの間隔が1 cmの盤面宇宙ですが、現在これが膨張しているならば、過去にはこの盤面宇宙がもっと小さかったということになります。1 cm離れたマスが毎秒1 cmで遠ざかっているならば、出発時刻を（はじきの法則で）計算してみると1秒前になります。ということは、この膨張する盤面宇宙におけるすべてのマス、すべての銀河は、1秒前に一点に集まっていたことになります。ハッブルの発見からは、過去のある時点で、宇宙のすべての銀河すべての物質が一点に集中していたこと、この宇宙空間が一点から始まったことが導かれるのです。これがビッグバン理論です。

■ 天（あま）かける距離はしご さて最初は風変わりな仮説だったビッグバン理論は、[エドウィン・ハッブル](#)による発見から約100年経った現在、今では学説の主流となり、「標準宇宙モデル」などと大層な呼び方をされています。ハッブル定数の測定手法は格段に進歩しました。大望遠鏡の口径は100インチだったのが、今では10 mを超え、「ハッブル宇宙望遠鏡」のような、人工衛星に搭載された観測装置も使われます。（言うまでもありませんが、ハッブル宇宙望遠鏡の名はエドウィン・ハッブルにちなみます。このため、「ハッブルによって測定されたハッブル定数」といった表現に出くわしたら、前後を3回ほど読んで、人か望遠鏡か筆者の意図を確かめないといけなくなりました。命名は慎重に、という教訓です。）ハッブル定数を定めるための銀河も、さらに遠くのものを利用できるようになりました。[セファイド](#)変光星を用いる距離測定は1億光年くらいまでしか使えません。もっと遠くの銀河の距離を測るには、Ia（いちエー）型超新星という天体現象を利用します。遠方のIa型超新星を見つけたら、その見かけの明るさから、距離が分かります。これだと1億光年から20億光年くらいまで距離が測れます。どうして1億光年より近いところが測れないかというと、そんな近くにIa型超新星はめったに起きないからです。裏庭に雷が落ちることがめったにないのと同じ理屈です。したがって、だいたい1億光年より近い銀河の速度からハッブル定数を定める時にはセファイド変光星を使い、1億光年～20億光年の銀河から定める時にはIa型超新星を使うことになります。このように測定方法を組み合わせ、近くや遠くの銀河の距離を測定することを「距離はしご」といいます。天文学において、精確で信頼できる距離はしごは大変重要です。例えばもしもIa型超新星についての人類の知識が誤っていたならば、1億光年～20億光年の範囲の銀河で決めたハッブル定数と、1億光年以内の銀河から決めたハッブル定数が違ってしまいます。

■ プランク衛星のハッブル定数 ここまでは、銀河を利用してハッブル定数を測定する話をしてきました。宇宙には銀河以外の天体、というか物質も浮いているので、そういうものを使ってもハッブル定数は測定できません。例えば、「宇宙マイクロ波背景放射（CMBR）」を放射している高温ガスです。CMBRとは、約450億光年の彼方から来る「マイクロ波」という電波の一種です。CMBRの源は、今から約138億年前に宇宙空間を満たしていた高温ガスです。ガスが放った白熱光は、138億年の間、宇宙の虚空を飛び続け、波長が伸びてマイクロ波になり、今、地球や星々や私たちに降り注いでいます。一方、マイクロ波を発した物質は、現在約450億光年の遠方にあります。そんな変なことがあるのだろうかと思議に思うかもしれませんが、あるのです。このCMBRを観測すると、138億年前の高温ガスを観測したことになり、宇宙の始まりビッグバンについて分かります。宇宙膨張についても当然分かり、ハッブル定数も（子細は省きますが）分かっちゃいます。そして最近の宇宙論業界の熱い話題は、CMBRの観測から求めたハッブル定数と、銀河から求めたハッブル定数が、どういふわけか食い違うということです。CMBR観測専用の宇宙機「プランク衛星」は、ヨーロッパ宇宙機関(ESA)

によって2009年に打ち上げられ、2013年まで運用しました。正式名称はただの「Planck」で、しかも人工衛星ではなく太陽・地球系のラグジュ点 L2 にある人工惑星なのですが、なぜか日本語訳は「プランク衛星」とされます。物理学者マックス・プランク（1858-1947）にちなみます。 ややこしいことにドイツには、「マックス・プランク研究所」という、ありとあらゆる研究分野を網羅した研究機関があって、さまざまな宇宙物理学研究を行なっているので、「プランクによるハッブル定数」などと書かれると、前後を5回くらい読み直さないといけません。こういう命名慣習は考えなおしたほうがいいんじゃないでしょうか。そして、プランク衛星によるハッブル定数の測定値は  $H_0 = (67.4 \pm 0.5) \text{ km/s/Mpc}$  という値です\*4。これは、450億光年の彼方から来るCMBRの測定から得られる、2021年現在最も信頼できる測定値といえます。

■ **ますます高まるハッブルテンション** 2021年12月、アダム・リース博士をはじめとする研究グループは、20億光年以内の銀河をハッブル衛星などで観測して、ハッブル定数を史上空前の精度で測定しました。その値は  $H_0 = (73.30 \pm 1.04) \text{ km/s/Mpc}$  というものです。この発表では、[セフィイド](#)変光星やIa型超新星や水メーザーなど、これまでに達成された信頼できる距離測定方法を用いて、大変に精密な距離はしごを構築しています。おそらく銀河を用いる測定結果としては、当分この精度を超えられないのではないのでしょうか。そしてここまで精度よく測定したところ、プランク衛星による結果との食い違いは、ますますはっきりしてしまったのです。その差はカッコよく言って5シグマです。ハッブルテンションは、測定精度の不足によるものではなく、確かに存在するようです。この違いは、宇宙論のさまざまな議論に影響をおよぼします。例えば、宇宙の年齢は最近の推定値では約138億年とされており、この記事にも「138億年」という数値を何回も使っています。しかしこの数値はプランク衛星の測定値に基づくもので、もしもリース博士らのデータを用いるならば、宇宙年齢は10億年ほど若くなってしまいます。いったいなぜ、450億光年先のハッブル定数と、私たちの近所の20億光年内のハッブル定数が違うのでしょうか。これは、私たちの宇宙の理解が不十分であることを示しているのかもしれませんが、もしかしたら、私たちがすっかり見落としている物理現象が宇宙初期に起きたか、あるいは相対性理論そのものの変更など、宇宙物理にかなり根本的な見直しが必要なのかもしれません。それにしても宇宙論は、100年前には6倍の違いも許されたおおらかな学問だったのが、今では1%の違いが問題となる精密科学になってしまいました。ハッブル（衛星ではなくエドウィン先生）が見たらなんと言うのでしょうか。

\*1:Adam G. Riess, Wenlong Yuan, Lucas M. Macri, Dan Scolnic, Dillon Brout, Stefano Casertano, David O. Jones, Yukei Murakami, Louise Breuval, Thomas G. Brink, Alexei V. Filippenko, Samantha Hoffmann, Saurabh W. Jha, W. D'arcy Kenworthy, John Mackenty, Benjamin E. Stahl, Weikang Zheng, “A Comprehensive Measurement of the Local Value of the Hubble Constant with 1 km/s/Mpc Uncertainty from the Hubble Space Telescope and the SH0ES Team,” 2021, submitted to Astrophysical Journal. \*2:Edwin Hubble, 1925, “NGC 6822, A REMOTE STELLAR SYSTEM,” Astrophysical Journal, 62, 409. \*3:Edwin Hubble, 1929, “A RELATION BETWEEN DISTANCE AND RADIAL VELOCITY AMONG EXTRA-GALACTIC NEBULAE,” Proc. N. A. S., vol. 15, 168.

\*4:Planck Collaboration, 2020, “Planck 2018 results VI. Cosmological parameters,” A&A 641, A6.

小谷 太郎

[https://news.biglobe.ne.jp/animal/0112/kpa\\_220112\\_8534884997.html](https://news.biglobe.ne.jp/animal/0112/kpa_220112_8534884997.html)

## 宇宙船による初の星間旅行、最初の搭乗者は地球最強生物クマムシが有力候補

1月12日（水）20時0分 [カラパイア](#)

星と星を股にかけた宇宙旅行ができる可能性はうっすらとだけ見え始めている。しかし生物が光速に近づいたとき、その体に何が起きるのかやってみなければわからない。科学者らは、それを知るためにまずは地球最強生物、[クマムシ](#)を宇宙船に乗せればいいと、『[Acta Astronautica](#)』（2021年10月15日付）で提案している。

・レーザーを使えば星間旅行は夢ではない



銀河から銀河へ、星から星へと大宇宙を旅するロマンは、人類にとって未だ見果てぬ夢だ。それでもその可能性は、おぼろげながら見えてきている。それはワームホールを通り抜けてワープしたり、時空を歪めてハイパードライブしたりといったものではない。レーザーを使うのだ。重さ1グラム程度のごく小さな探査機に、地球や月からレーザーを照射する。理論上、これによって光速の2、3割まで加速させることができる。

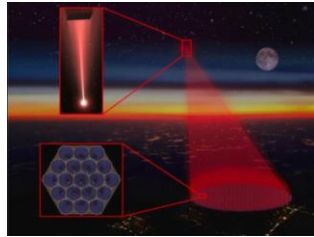


image credit:Lantin et.

photo by iStock

小型宇宙船なので生身の人間が乗ることはできないが、太陽からもっとも近い恒星「[プロキシマ・ケンタウリ](#)」に20年で到達できる。

・クマムシを史上初の星間旅行の宇宙飛行士に

米カリフォルニア大学サンタバーバラ校などの研究グループは、その小型宇宙船に乗る最初の地球の生物は、クマムシや線虫が最適だと考えている。強烈な宇宙線にも耐えるクマムシは、仮死状態になることで実質的にすべて代謝機能を停止することができる。この力を利用すれば、遠く離れた目的地に送り届けることもできるだろう。また、線虫はすでに宇宙旅行のベテランで、国際宇宙ステーションなどで数々の実験に参加してきたし、爆発して散ったスペースシャトル「コロンビア号」の悲劇を生き残ったことさえある。

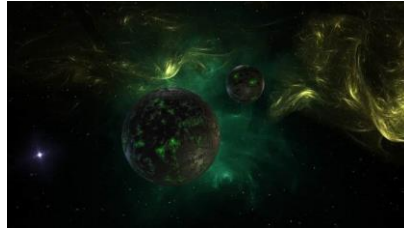


photo by iStock

photo by Pixabay

・光速に近づいたときの影響を調べることができる

だが、こうした小さな生物を宇宙船に乗せて何か意味があるのだろうか？ 大いにある。彼らを利用すれば、超々高速で宇宙空間を移動すると生物の体にどのような影響があるのか確かめられるからだ。

「光速近くで移動したときに、地球での訓練をどの程度覚えていられるのか調べたり、代謝・生理・神経機能・生殖・加齢といったことも検査できます」と、ジョエル・ロスマン氏は説明する。

こうした実験結果から、人体への影響を推測することもできるだろう。もちろん、そこには倫理的な問題がつきまとう。地球上の生物をほかの星系に送り込めば、生物汚染を引き起こす恐れがあるからだ。

実際、地球上の生命の起源は、彗星などによって宇宙から運ばれてきたとする説（パンスペルミア説）や、高度な地球外文明が意図的に植え付けたとする説すらある。それを我々人類が行ってもいいものだろうか？

しかし研究グループによれば、宇宙船の大きさを考えれば、そのようなリスクはないだろうという。仮にどこかの惑星にたどり着けたとしても、地上に到達する前に燃え尽きてしまうだろうからだ。

また宇宙船はあくまで片道旅行なので、帰還して地球を汚染することもない。

・人類はいつか星間移動できる日がくるのか？

では、その先はどうだろう？ 人類が直接星々を股にかけて移動する日は来るのだろうか？

その可能性についてフィリップ・ルビン氏は、より生命力の強い生命体や、生身と機械のハイブリッド人間が作られるかもしれないと話す。ユーリ・ガガーリンが人類として初めて宇宙に出てから60年。宇宙開発の歴史はまだまだ始まったばかりだ。我々の子孫が大人になった頃には、今よりもっと具体的な可能性が見えているかもしれない。「これは世代を超えたプログラムなのです」と、ルビン氏は語っている。

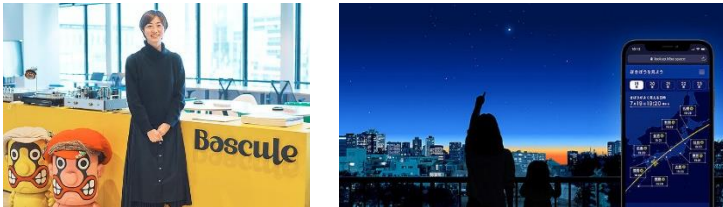
<https://news.livedoor.com/article/detail/21500486/>

## 「宇宙まわり」で働く女性たち。／KIBO 宇宙放送局 プロデューサー・南郷瑠碧子さん

2022年1月13日 9時0分 [Hanako.tokyo](#)

一見、男性ばかりなのでは？という印象を持たれがちな宇宙業界。実は多くの女性たちが生き生きと活躍しているという。宇宙にまつわる仕事をしている方の、やりがいや思いとは？今回は、KIBO 宇宙放送局 プロデューサー・南郷瑠碧子さんにお話を伺いました。

宇宙と地上を繋ぐ、楽しいプロジェクトを実現。



広告やマーケティングなど、いくつかの職種を経験したのちにプロジェクトデザインスタジオ〈バスキュール〉に所属した南郷瑠碧子さん。現在は、国際宇宙ステーションの日本実験棟「きぼう」に開設した「KIBO 宇宙放送局」のプロデューサーとして活躍している。「JAXAにJ-SPARCという民間事業者とのパートナーシップがあると知り、宇宙で何かやりたい！」と志願。初めはロケットにプロジェクションマッピングして……などと考えていましたが、想像以上にお金と時間がかかるんですね。だから、物を打ち上げるのではなく、『きぼう』の中でできることから企画を考えるようになりました。宇宙に行ける人はまだまだ限られている中、宇宙から見える地球の姿を広く共有することで、“ここに住んでいる”ということ客観的に考えるきっかけになればなと」「果てしなく広がる宇宙の魅力をみんなに届ける。」2021年9月にはJ-SPARCのサポートから離れ、「KIBO 宇宙放送局」を事業化。コストや工数にシビアになり、これまでは「宇宙でこんなことをしたらどうなるだろう？」と気軽に相談できていたことも、慎重に進めていかななくてはいけなくなったそう。「宇宙での実験は、たった1つの行動に対しても綿密に手順を決めなくてはならなくて。フライトディレクタさんに『これじゃ時間が足りませんよ』と指摘されることもあり、遠隔で人に何かをお願いするって大変なことなんだと実感しています。軌道が直前に変わることもあるし、計画を立てにくいというのが苦労するところですね」宇宙のプロじゃないからこそ、柔軟な発想でワクワクするような企画を実現できることも。2021年末には年越しライブ配信を行い、宇宙でのカウントダウンや宇宙から見る初日の出を視聴者に届ける予定だ。「私たちは自分に大きなミッションを課しているつもりはなくて、『こうなったらもっと楽しそうだな』という気持ちを原動力に働いています。実は、これまで宇宙飛行士との通信は音声メインで、テレビ中継も音声しか届いていなかったんです。でも、私たちのシステムを使えば、タイムラグはあるけれどお互いの顔を見ながら会話ができる。つまり、スマホとインターネットさえあれば、宇宙にいる人と会話ができちゃうんです。自分の姿やメッセージが宇宙まで届くって考えると、胸にグッとくるものがありますよね。そういう体験をより多くの人に届けたいと常に考えています」企画を考える際の参考にしたり、宇宙ファンと繋がるきっかけにも。南郷さんの仕事に欠かせない「#きぼうを見よう」というウェブサイトでは、国際宇宙ステーションの現在位置をARで確認できる。Twitterで全国の人々と「今見えました！」と共有し合うことも。Profile…南郷瑠碧子(なんごう・るみこ)

宇宙と地上を双方向で繋げる「KIBO 宇宙放送局」で、企画やキャスティング、時には番組出演まで幅広く担当。

【BIOGRAPHY】メキシコ生まれ。中学までメキシコ育ち。高校だけ日本で進学し、大学からアメリカへ。

2005：東京系井重里事務所に入社。Webページや商品などのデザインを手がける。

2012：国内クリエイティブエージェンシーへ転職し、デジタル広告やブランディングキャンペーンに携わる。

2014 外資系クリエイティブエージェンシーでプロジェクトマネージャーとして働く。

2016 : バスキュールへ移り、デジタル領域、リアルイベントやIoTのUI/UXなどのプロジェクトを担当。

2020 : 「KIBO 宇宙放送局」が開局。プロジェクトのプロデューサーとなる。

(Hanako1204号掲載 / photo : Shu Yamamoto, Wataru Kitao text : Kahoko Nishimura, Momoka Oba)




<https://news.livedoor.com/article/detail/21495047/>

## 和歌山の公立高に宇宙専門コース 全国初の試み 2022年1月12日 10時54分 [共同通信](#)



[和歌山県](#) 串本町に建設中のスペースポート紀伊=2021年11月

和歌山県は12日、県立串本古座高(串本町)に宇宙専門のコースを新設すると発表した。県によると、公立高で宇宙専門コースを設ける試みは「全国で初めて」としている。2024年度の新設を目指す。

串本町で日本初の民間ロケット発射場「スペースポート紀伊」の建設が進められている。宇宙に関心を持つ生徒を県内外から呼び込むとともに、地域の活性化につなげたいと考えた。コース新設は、発射場を運営する宇宙事業会社スペースワン(東京)の関係者らの協力を得て実現する運びとなった。 

[https://news.biglobe.ne.jp/economy/0114/prt\\_220114\\_1263241507.html](https://news.biglobe.ne.jp/economy/0114/prt_220114_1263241507.html)

## Space BD × 学習院大学 3日間の特別授業「宇宙ベンチャー概論」を開催



1月14日(金) 17時47分 [PR TIMES](#)

事業開発・技術の両面から宇宙ビジネスの最前線を学ぶ 全学部の学生を対象にワークショップを実施

Space BDは、学習院大学で、学部学生を対象に3日間の特別授業「宇宙ベンチャー概論」を開催しました。今回の取り組みは、宇宙に関わる学術研究を行う学習院大学と、宇宙の事業開発をリードするSpace BDが共同で、宇宙利用をテーマにしたカリキュラム開発を行うことをきっかけにスタートしました。文理融合的な幅広い取り組みや考え方が問われる宇宙ビジネスを学びのテーマに、今後も共同で活動を予定しています。

[画像1: <https://prtimes.jp/i/50164/32/resize/d50164-32-d0281f0b40a06ec2e053-4.png>]

Space BD株式会社(本社:東京都中央区、代表取締役社長:永崎 将利、以下Space BD)は、学校法人学習院 学習院大学(住所:東京都豊島区、学長:荒川 一郎、以下学習院大学)で、学部学生を対象に3日間の特別授業「宇宙ベンチャー概論」を開催しました。今回の取り組みは、宇宙に関わる学術研究を行う学習院大学と、宇宙の事業開発をリードするSpace BDが共同で、宇宙利用をテーマにしたカリキュラム開発を行うことをきっかけにスタートいたしました。文理融合的な幅広い取り組みや考え方が問われる宇宙ビジネスを学びのテーマに、今後も共同で活動を予定しております。

宇宙ベンチャー概論は、12月16日(木)、17日(金)、18日(土)の3日間に分けて実施されました。所属学部の制限なく参加でき、1日目は「宇宙ビジネスに挑むスタートアップのリアル」をテーマに、Space BD代表取締役社長永崎による宇宙ビジネスの今や、会社創業に至るまでのストーリーについての講演、2日目はエンジニアによる宇宙の技術とビジネスを学ぶ講義、3日目は宇宙ビジネスを実際に考えてプレゼンテーションを行う



ワークショップでした。3日間の特別授業では、学習院大学の学生に宇宙ビジネスやスタートアップへの興味関心を育成するとともに、事業開発や模擬ビジネス商談の挑戦や社会人との交流を通じて、キャリアを考える機会を持つことを狙いとしました。

1日目：「宇宙ベンチャーのリアルを創業者から聞く」

[画像 2: <https://prtimes.jp/i/50164/32/resize/d50164-32-098973fb3c3cd342b345-1.png>]

オンライン授業にて Space BD の共同創業者であり、代表取締役社長を務める永崎から、Space BD の事業紹介と永崎自身が独立を決断し Space BD を創設するまでの出会いやきっかけ、そこにある想いをお話しました。学生からは「文系でも宇宙業界で働くことができますか?」「ビジネスに繋がる人との出会いや予想外の出会いを増やすために大学生のうちにやっておくべきことはありますか?」といった質問が飛び、宇宙ビジネスの創設者との交流を通して、実践者の苦悩や喜び、決断する勇気などを直接感じる機会となりました。

2日目：「宇宙の技術とビジネス」

[画像 3: <https://prtimes.jp/i/50164/32/resize/d50164-32-ac583d10b6c13b480641-0.png>]

Space BD のエンジニアが人工衛星開発や輸送、リモートセンシング、国際宇宙ステーション(ISS)「きぼう」日本実験棟の設備などについて学生に向けてレクチャーしました。衛星開発の基礎から始まり、リモートセンシング技術を活用した事例の紹介、ISS の船内と船外の設備を活用したこれまでの宇宙実験の実例を紹介し、宇宙での活動がどのように地上の社会で活用されているのかをお話しました。

3日目：「宇宙ビジネスワークショップ」

3日目は、学習院大学のキャンパスにて半日間のワークショップを実施しました。冒頭に宇宙を題材とした事業開発事例について説明し、技術をそのまま相手に提案するのではなく、相手や社会が求める課題の解決方法を宇宙技術を活用して提案していく姿勢を学生に伝えました。ワークショップでは、チームに分かれ、チームごとにリサーチをした会社に対し、ビジネス提案を5分のプレゼンテーションで実施しました。セミナーを振り返って「プレゼンするまでの過程で議論の進め方、発想のヒント、プレゼンの仕方、言葉の選び方など社会に出てとても役に立つスキルをたくさん教えていただきました。」といったコメントが学生からあがるなど、Space BD の社員と学生の距離が近く密度の濃い時間となりました。

[画像 4: <https://prtimes.jp/i/50164/32/resize/d50164-32-d01fc3ecf6059fea87d6-3.png>]

[画像 5: <https://prtimes.jp/i/50164/32/resize/d50164-32-986b1cc84c7ed6ff3b01-2.png>]

Space BD 事業開発本部長 川元 健一のコメント

[画像 6: <https://prtimes.jp/i/50164/32/resize/d50164-32-a530b51e239e756b7d6e-6.png>]

宇宙というテーマを通しての未知への挑戦という体験や多面的な視点で物事を考える気付きは、予測が難しいこれからの社会を担う人材の育成にとって大きな意味があると確信しています。

また、学ぶ分野が異なる学生が相互に作用し、チームでより良い議論とアイデアを生み出すことで、視野を広げる機会の一つとなれば幸いです。

学習院大学理学部物理学科教授 渡邊匡人のコメント

[画像 7: <https://prtimes.jp/i/50164/32/resize/d50164-32-f387130b4112f25347a9-5.jpg>]

民間の宇宙事業が活発化している現在、宇宙利用という正解のない課題を異分野の学生同士が討論し結論をまとめた今回の試みは、学生たちが今後の社会を担うことへの動機付けに非常に有意義でした。

宇宙利用は様々な課題があり文理融合で取り組む最良のテーマで、今後もこの活動を継続し、将来的には学生が宇宙利用事業を実際に立ち上げるプロジェクトにまで発展させていきたいと考えています。

学習院大学法学部法学科教授 小塚 荘一郎のコメント

[画像 8: <https://prtimes.jp/i/50164/32/resize/d50164-32-562dd75c89fa8e5f5c04-7.png>]

大学の教育は、基礎から学んで先端的な話題に進むという「積み上げ型」ですが、それだけでは、何のために学ぶのかが見えなくなるときがあります。いま注目されている「宇宙利用」をテーマとして取り上げ、そのフロン

ティアに自分が飛び込んだらどうするのかを考えてみることは、大学で学ぶ意義・目的を実感する機会になりました。学習院大学で、こうした場を継続的に提供していきたいと思っています。

### Space BD について

Space BD は、日本の宇宙ビジネスを、世界を代表する産業に発展させることを目指す「宇宙商社(R)」です。2017年の創業以来、宇宙への豊富な輸送手段の提供とともに国際宇宙ステーション(ISS)を初めとする宇宙空間の活用において、ビジネスプランの検討からエンジニアリング部門による技術的な運用支援までをワンストップで提供してまいりました。これまで衛星取扱い 50 機以上を含め 100 件以上の受注実績を重ね、宇宙商社として幅広く展開しています。

社 名 : Space BD 株式会社 本 社 : 東京都中央区日本橋室町一丁目 5 番 3 号 福島ビル 7 階

代 表 者 : 代表取締役社長 永崎将利 説 立 : 2017 年 9 月 1 日

事業内容 : 宇宙における各種サービス事業・教育事業 U R L : <https://space-bd.com/>

### 学習院大学について

学習院大学は、法学部・経済学部・文学部・理学部・国際社会科学部を持つ総合大学です。今回の特別授業「宇宙ベンチャー概論」は、令和 3 年度学校長裁量枠「文理融合が導く先端研究による人間中心の社会の実現」事業により実施しました。過年度においても「文理融合による学習院大学の特色ある SDGs の検討と試行」事業において、「地球環境の持続を目指した宇宙資源利用プロジェクト」を発足させるなど、宇宙利用に関する多様な教育研究活動を行っています。

大学名 : 学校法人学習院 学習院大学 住 所 : 東京都豊島区目白 1-5-1

学 長 : 荒川 一郎 設 立 : 1947 年 4 月 U R L : <https://www.univ.gakushuin.ac.jp/>

<https://www.cnn.co.jp/fringe/35182087.html>

## 太陽系外衛星か、惑星の周囲に巨大天体検出 2 つ目の系外衛星候補

2022.01.14 Fri posted at 13:00 JST



地球から 5 0 0 0 光年以上離れた巨大系外惑星 (右) を周回する巨大天体 (青色)

が発見された/Helena Valenzuela Widerström

(CNN) 地球から 5 5 0 0 光年離れた木星サイズの惑星「ケプラー 1 7 0 8 b」の周回軌道で、衛星の可能性のある巨大天体が検出されたことが分かった。太陽系外衛星の候補となる天体の発見は 2 例目。

この発見について詳述した論文は 1 3 日の科学誌ネイチャー・アストロノミーに発表された。

新たに検出された天体は地球の 2. 6 倍の大きさを持つ。太陽系ではこのような大型衛星は類例がなく、月は地球の 3. 7 分の 1 の大きさしかない。米コロンビア大学のデビッド・キッピング助教 (天文学) らのチームが系外衛星候補を見つけるのは 2 回目だ。ひとつ目は巨大系外惑星「ケプラー 1 6 2 5 b」を周回する海王星サイズの衛星で、2 0 1 8 年に発見した。キッピング氏は声明で「天文学者はこれまでに 1 万個を超える系外惑星候補を発見しているが、系外衛星はこれよりはるかに難度が高い」「未知の領域といえる」と指摘した。

衛星の形成過程や生命を支える環境の有無、惑星のハビタビリティ (居住可能性) との関係などを理解できれば、惑星系の成り立ちについてより大きな理解が得られる可能性がある。ただ、キッピング氏らは依然、ひとつ目の候補が本当に系外衛星か確認を進めている状況で、今回の発見についても確認は難航しそうだ。

これまでに 4 0 0 0 個あまりの系外惑星が確認されているが、発見は簡単ではなかった。系外惑星の多くは、惑

星が恒星の前を横切る際の減光を探す「トランジット法」で検出される。衛星は惑星より小さく減光の度合いも少ないことから、発見はさらに難しくなる。2つ目の衛星候補を見つけるため、キッピング氏らは既に運用が終了したケプラー宇宙望遠鏡のデータを使用して、特に温度の低い巨大ガス系外惑星を調査した。この基準を用いたのは、太陽系では木星や土星といった巨大ガス惑星がもっとも多く衛星を持つためだ。調査対象となった惑星70個のうち、衛星とみられる信号を伴っていたのは1個だけ。これが衛星以外のものである可能性は1%にとどまるという。

<https://www.afpbb.com/articles/-/3384682>

## ラグビーボール形の系外惑星、ケオプス宇宙望遠鏡で初検出 研究

2022年1月12日 16:56 発信地：その他/宇宙 [ [宇宙 例外](#) ]



欧州宇宙機関（ESA）が公開した、ラグビーボールのように変形した太陽系外惑星「WASP-103b」（左）の想像図（2022年1月11日公開）。(c)AFP PHOTO /European Space Agency

【1月12日 AFP】主星を1日足らずで公転する太陽系外惑星が、球体というよりもラグビーボールに近い形状に変形していることが、欧州宇宙機関（[ESA](#)）の宇宙望遠鏡「ケオプス（[CHEOPS](#)）」による観測で明らかになった。系外惑星の変形が検出されたのは今回が初めて。これにより、主星のすぐ近くを公転する系外惑星の内部構造についての新たな手掛かりが得られる。研究論文は11日の国際天文学誌アストロノミー&アストロフィジックス（[Astronomy and Astrophysics](#)）に掲載された。

「[WASP-103b](#)」として知られるこの惑星は、ヘルクレス座の方向約1000光年の距離にある。主星「[WASP-103](#)」と惑星との間の強力な潮汐（ちょうせき）力の作用で変形している。

主星 WASP-103 は、太陽に比べて約200度高温で、大きさは1.7倍。惑星 WASP-103b は半径が木星の約2倍で、木星の1.5倍の質量を持ち、主星の周りを一周する公転周期が1日よりも短い。

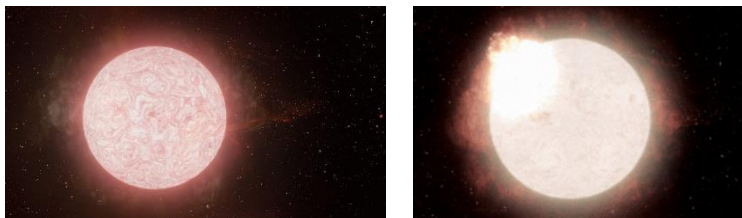
ケオプスは「恒星面通過（トランジット）」と呼ばれる、惑星が主星の前を横切る際の主星のわずかな減光を高精度で複数回測定できる。これにより研究チームは、WASP-103b の潮汐変形を示すわずかな兆候を検出することができた。今回の研究では、WASP-103b のトランジット光度曲線を用いて、惑星の内部で質量がどのように分布しているかの指標となるパラメーター「ラブ数」を導き出すことができた。WASP-103b のラブ数は木星に近いこと、内部構造も木星に似ていることが示唆される。ただ、半径は木星の2倍あった。これについて研究チームは、「原理上、質量が木星の1.5倍の惑星でも大きさはほぼ同じと予想されるので、WASP-103b は主星や他のメカニズムによる加熱によってかなり膨張していると考えられる」と説明している。(c)AFP

<https://sorae.info/astrometry/20220109-sn-red-giant.html>

## 超新星爆発の直前にもガスを激しく放出？ 赤色超巨星の観測結果が示唆

2022-01-09 [松村武宏](#)





【▲ 生涯最後の年にガスを激しく放出する赤色超巨星を描いた想像図（Credit: W.M. Keck Observatory/Adam Makarenko）】

【▲ 赤色超巨星が電磁波やガスを激しく放出した後に II 型超新星へ至る様子（アニメーション画像）（Credit: W.M. Keck Observatory/Adam Makarenko）】

カリフォルニア大学バークレー校の Wynn Jacobson-Galán さんを筆頭とする研究グループは、赤色超巨星が超新星爆発に至るまでの最後の数か月間における活動についての研究成果を発表しました。今回の成果は、死を迎えつつある大質量の恒星の活動をより良く理解するための突破口になると期待されています。

#### ■超新星爆発の 130 日前に増光した様子が捉えられていた

恒星は内部で起きる核融合反応をエネルギー源として輝くと同時に、自重で潰れないように自らを支えてもいます。青年期から壮年期の恒星では水素の核融合反応がエネルギー源となっていますが、中心部分の水素が使い果たされるとその周辺で核融合反応が起きようになり、恒星の外層が膨張して赤色巨星や赤色超巨星へと進化していきます。恒星の最期はその質量によって異なると考えられていて、太陽の 8 倍以上ある比較的重い恒星は超新星爆発を起こして中性子星やブラックホールを残すいっぽうで、太陽の 8 倍以下の比較的軽い恒星は超新星爆発を起こさずに白色矮星へ進化するとみられています。たとえば、太陽やシリウスは白色矮星になりますが、ベテルギウスは超新星爆発を起こすとされています。

2020 年 9 月 16 日、後に「SN 2020tlf」と名付けられる超新星をハワイの小惑星地球衝突最終警報システム「ATLAS」が検出。追加観測の結果、この超新星は「うしかい座」の方向およそ 1 億 2000 万光年先にある銀河「NGC 5731」で発生した「II 型超新星」（※）だったことがわかりました。超新星に至ったのは質量が太陽の 10 倍ほどの大質量星として誕生した赤色超巨星で、爆発時点では直径が太陽の約 1100 倍まで膨張していたと推定されています。

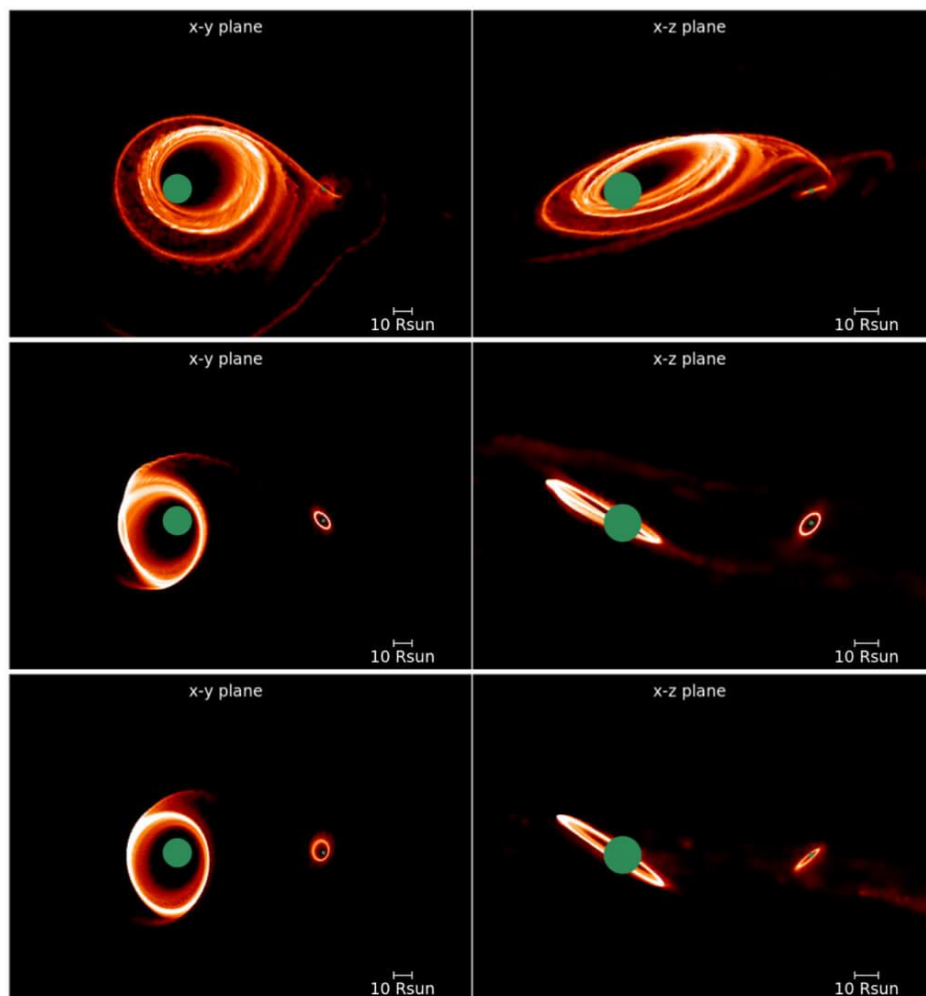
※...「コア崩壊型」や「重力崩壊型」の超新星とも。参考記事：[存在が予測されていた「電子捕獲型超新星」ついに観測 国内アマチュア天文家も貢献](#)

研究グループによると、SN 2020tlf が発生した領域は突発天体（超新星のように電磁波の強さが突発的に増す天体）の検出を目的とした「Young Supernova Experiment」というプロジェクトのもとで、ハワイの掃天観測システム「パンスターズ（Pan-STARRS）」を使って 2020 年 1 月から観測が行われていました。ATLAS による SN 2020tlf の検出に先立つ約 130 日前、パンスターズは後に超新星爆発を起こす赤色超巨星が大幅に増光した様子を捉えていたといいます。パンスターズによって検出された増光は、超新星に関する従来の理解に反するものだったようです。発表によると、これまで超新星爆発前に観測することができた赤色超巨星はどれも比較的静穏で、激しい物質の放出や増光が示されたことはなかったといいます。今回の観測結果は、赤色超巨星の少なくとも一部では爆発直前の時期に内部構造が大きく変化し、星が崩壊する直前にガスが激しく放出される可能性を示すものとなりました。通常の II 型超新星に至った赤色超巨星における爆発前の活動が直接観測された例は過去にないと指摘する Jacobson-Galán さんは「これは死の直前における大質量星のふるまいを理解する上での突破口です」と語ります。また、SN 2020tlf 検出後の追加観測データは、超新星を起こした赤色超巨星が高い密度の星周物質（星の周囲に存在するガスや塵など）に取り囲まれていたことを示しているといいます。研究グループは、パンスターズが検出した超新星前の活動によって放出されたガスと、この星周物質は同じものではないかと考えています。Jacobson-Galán さんは「この発見がもたらした『未知』にとっても興奮しています」とも語っており、恒星進化の最後の数か月間の様子を明らかにする上で、SN 2020tlf のような超新星のさらなる観測が大きな影響を及ぼすだろうと期待を寄せています。関連：[「Ia 型超新星」発生直後の閃光を捉えることに成功 東京大学木曾観](#)

<https://sorae.info/astronomy/20220110-be-star.html>

## Be 星と中性子星からなる連星系の挙動 流体力学的シミュレーションで把握

2022-01-10 [吉田 哲郎](#)



【▲Be 星（大きな緑の丸）と中性子星（小さな緑の丸）からなる連星系（Credit: Franchini & Martin 2021）】

【▲Be 星（大きな緑の丸）と中性子星（小さな緑の丸）の降着円盤シミュレーション。明るい色はより高密度な物質を示しています。連星が 29 軌道（上）、33 軌道（中）、38 軌道（下）を経た後の結果を表示しており、それぞれ左側は x-y 平面（連星の軌道平面）、右側は x-z 平面になっています。最初の物質移動の後、中性子星の周りに降着円盤が形成され、伸長していく様子がわかります。（Credit : Franchini & Martin 2021）】

表面温度が高く質量も大きい B 型星の中でも水素の輝線スペクトルを示すものは、特に「Be 型星」（または「Be 星」、e は emission line の意味）と呼ばれています。Be 星は高速で自転しているため、遠心力によって放出されたガスが恒星の周りに円盤状に分布していると考えられています。

Alessia Franchini 氏（イタリア、ミラノ・ビッコカ大学：University of Milano-Bicocca, Italy）と Rebecca Martin 氏（ネバダ大学ラスベガス校：University of Nevada, Las Vegas）は Be 星と中性子星からなる連星系を研究しています。その研究結果によると、Be 星は高速で回転しているため、その質量の一部を降着円盤に放出し、そこから中性子星が物質を吸い上げることができます。Be 星-中性子星連星は、軌道周期に 1 回、あるいは不定期に X 線バーストを放出する傾向があり、この不定期バーストはしばしばペアで発生しますが、その理由はまだ解明されていません。彼らは、流体力学的シミュレーションを用いて、この連星系の挙動を把握しました。それによると、

ペアの X 線バーストのうち、1 回目は Be 星から中性子星への質量移動によって起こり、2 回目は中性子星の周りに形成された円盤の離心率の変化によって起こる可能性があります、その結果を確認するためには、さらに解像度の高いシミュレーションが必要になるとのことです。

Image Credit: Franchini & Martin 2021 Source: [American Astronomical Society](#) / [論文](#) 文／吉田哲郎

<https://sorae.info/astromy/20220110-ngc976.html>

## 1 億 5000 万光年先の渦巻銀河「NGC 976」 ハッブル宇宙望遠鏡が撮影

2022-01-10 [松村武宏](#)



【▲ 渦巻銀河「NGC 976」 (Credit: ESA/Hubble & NASA, D. Jones, A. Riess et al.)】

こちらは「おひつじ座」の方向およそ 1 億 5000 万光年先にある渦巻銀河「NGC 976」です。先日公開された「NGC 105」と同じように、多くの星々が集まる明るい銀河バルジを中心に、若く高温な青い星々の散らばる渦巻腕が穏やかに渦巻いている NGC 976 の姿が、画像には精細に捉えられています。

関連：[ハッブル宇宙望遠鏡が撮影、穏やかに渦巻く"うお座"の銀河「NGC 105」](#)

NGC 976 では 1999 年 9 月に超新星「SN 1999dq」(Ia 型) が検出されています。晩年を迎えた大質量星のコア(中心部)が崩壊したり、連星をなす白色矮星に恒星のガスが降り積もったりすることで起きるとされる超新星爆発は、壮大な星の死であると同時に、その後誕生する恒星や惑星といった天体の材料となる物質を生成・放出する現象でもあります。私たちの身体を形作る炭素・酸素・窒素といった元素も、かつてこの宇宙に存在していた恒星内部の核融合反応で生成されたものなのです。

冒頭の画像は「ハッブル」宇宙望遠鏡の「広視野カメラ 3 (WFC3)」による可視光線・赤外線観測データから作成されたもので、ハッブル宇宙望遠鏡の今週の一枚「Galactic Tranquility」として、欧州宇宙機関 (ESA) から 2022 年 1 月 10 日付で公開されています。なお、アメリカ航空宇宙局 (NASA) の発表によると、ハッブル宇宙望遠鏡は今年に入って軌道投入から「10 億秒」が経過しました。ハッブル宇宙望遠鏡は 1990 年 4 月 24 日に打ち上げられたスペースシャトル「ディスカバリー」による STS-31 ミッションで宇宙へと運ばれ、同年 4 月 26 日 4 時 38 分頃 (日本時間) にロボットアーム「カナダアーム」を使って地球低軌道に投入されています。

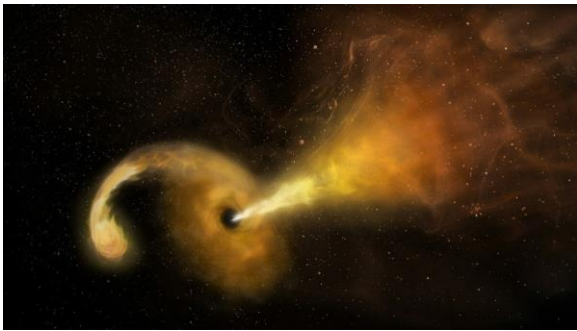
NASA によれば、10 億秒を迎えたのは現地時間 2022 年 1 月 1 日とのこと (日本時間では 2022 年 1 月 2 日 6 時 25 分頃、カシオの「高精度計算サイト」にて算出)。NASA は発表にて先日打ち上げに成功した「ジェームズ・ウェッブ」や、2020 年代半ばの打ち上げが計画されている「ナンシー・グレース・ローマン」といった次世代の宇宙望遠鏡に触れ、今はまだ想像することしかできない「これからの 10 億秒」でもたらされる発見に期待を述べています。Image Credit: ESA/Hubble & NASA, D. Jones, A. Riess et al.

Source: [ESA/Hubble](#) / [NASA](#) / [NTRS](#) 文／松村武宏

<https://sorae.info/astromy/20220111-j1533-2727.html>

## ブラックホールが恒星を破壊する「潮汐破壊」数十年前の電波観測データから発見





【▲ 恒星がブラックホールに破壊される様子を描いた想像図。破壊された恒星の物質がブラックホールの周りで降着円盤を形成し、ジェットも噴出している（Credit: Sophia Dagnello, NRAO/AUI/NSF）】

【▲ 超大質量ブラックホールに引き裂かれながら飲み込まれていく恒星の様子（アニメーション）（Credit: ESO/M. Kornmesser）】

カリフォルニア工科大学の Vikram Ravi 助教授を筆頭とする研究グループは、過去に電波望遠鏡が取得した観測データを調べたところ、恒星がブラックホールに破壊される「潮汐破壊現象」によるものとみられる電波の増光が捉えられていたとする研究成果をアメリカ天文学会の第 239 回会合にて発表しました。研究グループによると、潮汐破壊はこれまでに約 100 件が捉えられているものの、電波で検出された候補は今回が 2 例目とされており、電波観測による潮汐破壊のさらなる検出に期待が寄せられています。

■約 5 億光年先の銀河で起きた潮汐破壊現象が捉えられていた可能性

私たちが住む天の川銀河をはじめ、多くの銀河の中心には質量が太陽の数十万～数十億倍以上もあるような「超大質量ブラックホール」が存在すると考えられています。これらの銀河の中心では星々が超大質量ブラックホールを周回しているとみられており、天の川銀河の超大質量ブラックホールとされる「いて座 A\*」（いてぎエースター、最新の研究によると質量は太陽の約 430 万倍）については 1990 年代から周辺の星々の動きが観測され続けています。関連：[天の川銀河の巨大ブラックホール「いて座 A\\*」これまでで最も正確な質量の推定値を算出](#) ある程度ブラックホールから離れて周回するのであれば星は無事ですが、接近しすぎるとブラックホールの強い重力がもたらす潮汐力によって破壊され、細長く引き伸ばされながら飲み込まれてしまうと考えられています。これが「潮汐破壊」と呼ばれる現象です。

研究グループによると、破壊された恒星の残骸はブラックホールへ落下する際に降着円盤を形成して様々な波長の電磁波で輝いたり、場合によっては強い電波を放射するジェットをブラックホールが噴出したりするといえます。カリフォルニア工科大学の大学院生 Jean Somalwar さん（今回の研究には不参加）は潮汐破壊について、銀河中心という極端な領域を明らかにするための非常に強力なツールだと語ります。

関連：[ブラックホールに引き裂かれ飲み込まれていく太陽サイズの恒星を観測](#)

Ravi さんによると、潮汐破壊はこれまで主に光学観測や X 線観測で検出されてきたものの、従来の方法では塵に隠された潮汐破壊が検出できなかった可能性があるといえます。そこで研究グループは、アメリカ国立電波天文台（NRAO）の「カール・ジャンスキー超大型干渉電波望遠鏡群（VLA）」が数十年に渡り取得した電波観測のデータを精査しました。すると、1990 年代中頃にはかなり明るかった「FIRST J153350.8+272729」（以下「J1533+2727」）と呼ばれる天体の電波での明るさが、2017 年までに劇的に暗くなっていたことがわかったといえます。手がかりを得た研究グループは、過去にグリーンバンク天文台で運用されていた電波望遠鏡「300 フィート望遠鏡」（1988 年 11 月に崩壊）による観測データを参照。その結果、J1533+2727 の明るさが 1986 年と 1987 年にはさらに明るかったことが判明しました。1980 年代中頃と比べると、J1533+2727 の電波での明るさは 500 分の 1 まで暗くなっているといえます。VLA による新しい観測データも含めて分析を進めた研究グルー

プは、過去に検出された J1533+2727 における電波の増光は、潮汐破壊にともなって噴出した相対論的ジェット（光速に近い速度を持つジェット）を捉えたものではないかと考えています。潮汐破壊は「へび座」の方向およそ 5 億光年先にある銀河（SDSS J153350.89+272729.6、弱いセイファート 2 型の活動を示す）で発生したとみられており、恒星を破壊した可能性がある超大質量ブラックホールの質量は太陽の約 4000 万倍と推定されています。Ravi さんは、今回見つかった潮汐破壊候補 J1533+2727 のように電波で明るい潮汐破壊について、従来の予想よりも多く発生している可能性を指摘しています。また、研究に参加したトロント大学の Hannah Dykaar さんは、今回の J1533+2727 を含む電波で検出された 2 件の潮汐破壊候補が見つかった銀河は、これまで潮汐破壊が一番多く見つかったタイプの銀河ではなかったとコメント。発生する銀河の種類やその数といった謎を解き明かすためにも、電波観測による潮汐破壊の検出に期待を寄せています。

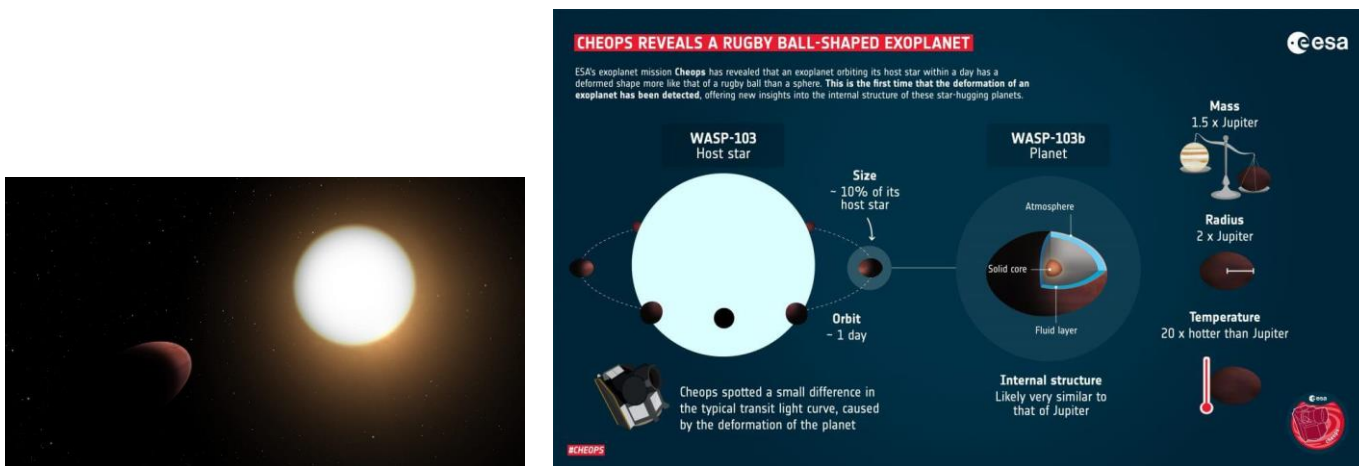
関連：[ブラックホールが恒星を破壊する「潮汐破壊」にともなう高エネルギーニュートリノを初検出か](#)

Image Credit: Sophia Dagnello, NRAO/AUI/NSF Source: [カリフォルニア工科大学](#) 文／松村武宏

<https://sorae.info/astrometry/20220113-cheops-wasp103b.html>

## 太陽系外惑星の変形を初めて検出！ 欧州の宇宙望遠鏡「ケオプス」の成果

2022-01-13 [松村武宏](#)



【▲ 太陽系外惑星「WASP-103b」(左)の想像図。その形は主星「WASP-103」(右)の重力がもたらす潮汐力によってラグビーボールのように歪んでいるとされる (Credit: ESA)】

【▲ ESA による WASP-103b の解説図 (英語)。左：主星 WASP-103 との関係、中央：推定される内部構造、右：木星との比較。内部構造は木星に似ていると推定されている (Credit: ESA)】

ポルトガル天体物理・宇宙科学研究所 (IA) /ポルト大学の Susana Barros さんを筆頭とする研究グループは、「ヘルクレス座」の方向およそ 1200 光年先にある太陽系外惑星「WASP-103b」について、恒星（主星）の重力がもたらす潮汐力によってラグビーボールのように歪んでいることが明らかになったとする研究成果を発表しました。今回の研究で観測データが用いられた宇宙望遠鏡「CHEOPS(ケオプス)」を運用する欧州宇宙機関(ESA)によると、系外惑星の変形が検出されたのは今回が初めてのことでとされています。

■潮汐力によってラグビーボール状に変形、主星による加熱等で膨張しているとみられる

WASP-103bは木星と比べて質量が約1.5倍、半径が約2倍ある系外惑星で、太陽よりも一回り大きな恒星「WASP-103」(太陽と比べて質量は約1.2倍、半径は約1.7倍、表面温度は摂氏約200度高い)を公転しています。WASP-103bは主星であるWASP-103から0.02天文単位(地球から太陽までの距離の2パーセント)ほどしか離れておらず、その公転周期(WASP-103bにとっての「1年」)は地球の1日弱という短さで、表面温度は摂氏2000度を上回ると推定されています。人類はすでに4800個以上の系外惑星を発見しており、WASP-103bのように主星のすぐ近くを公転する系外惑星が幾つも見つかっています。ESAによると、このような系外惑星は主星の重

力がもたらす潮汐力によって変形しているのではないかと天文学者たちは予想していたものの、今まではその様子を捉えることができなかったといいます。研究グループは今回、「ハッブル」や「スピッツァー」といった宇宙望遠鏡によってすでに得られていた観測データと、2019年12月に打ち上げられたESAの宇宙望遠鏡「ケオプス」によって得られた新しい観測データを組み合わせ、WASP-103bの性質を調べました。その結果、WASP-103bが潮汐力によって引き伸ばされ、ラグビーボールのような形に歪んでいることが突き止められたのです。冒頭でも触れたように、系外惑星の変形が実際に検出されたのは今回が初めてだといいます。

関連：[いよいよ本格始動の宇宙望遠鏡 CHEOPS、テスト運用で期待以上の性能を発揮](#)

また、研究グループはケオプスの観測データをもとにWASP-103bの内部構造を推定しており、WASP-103bの内部は木星に似ている可能性が示唆されるといいます。研究を率いたBarrosさんは、原則として系外惑星の質量が木星の1.5倍であるならばそのサイズは木星とほぼ同じになると予想されることから、WASP-103bは主星による加熱もしくは何らかのメカニズムによって膨張しているはずだと言及。内部構造をより詳しく調べることができれば、WASP-103bが膨張している理由だけでなく、コアの大きさをもとにWASP-103bの形成史をより良く理解することにつながるといいます。いっぽう、新たな謎も浮上しています。発表によると、主星の近くを公転する木星サイズの系外惑星は、主星との重力を介した相互作用によって徐々に公転周期が短く（軌道が小さく）なっていく、最終的には主星に落下することが考えられるといいます。ところが、WASP-103bの観測結果は公転周期が長くなりつつある可能性を示しており、予想とは反対にWASP-103bは主星から遠ざかりつつあるかもしれないというのです。研究グループはWASP-103bの軌道の変化をもたらし得る潮汐力以外の要因として、WASP-103bの軌道の形状やWASP-103の伴星などを想定して分析を進めたものの、原因を突き止めることはできませんでした。WASP-103bの公転周期が実際には短くなりつつある可能性も残されていることから、詳細な内部構造の分析とあわせて、研究グループは今後のさらなる観測に期待を寄せています。

関連：[1年が地球の2日半という短さのスーパーアース、36光年先に見つかる](#)

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

<https://sorae.info/astromy/20220114-ngc1300.html>

## 可視光と電波、異なる波長で観測された棒渦巻銀河「NGC 1300」

2022-01-14      [松村武宏](#)



【▲ 可視光線と電波で撮影された棒渦巻銀河「NGC 1300」(Credit: ESO/ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)/PHANGS)】

【▲ ハッブル宇宙望遠鏡の「掃天観測用高性能カメラ (ACS)」で撮影された NGC 1300 の全体像。2005 年 1 月公開 (Credit: NASA, ESA, and The Hubble Heritage Team (STScI/AURA))】

こちらは「エリダヌス座」の方向およそ 6100 万光年先にある棒渦巻銀河「NGC 1300」です。棒渦巻銀河とは、中心部分に棒状の構造が存在する渦巻銀河のこと。渦巻銀河全体のうち約 3 分の 2 には棒状構造があるとされていて、私たちが住む天の川銀河も棒渦巻銀河に分類されています。

画像には NGC 1300 の明確な棒状構造の左右から渦巻腕が伸びている様子が捉えられています。渦巻腕には若くて高温の青い星々が分布していますが、その青い色合いを背景に、まるで燃えるような黄金色の輝きが棒状構造や渦巻腕を彩るように広がっています。これは星間空間(星と星の間に広がる空間)に存在する一酸化炭素(CO)が発した電波を捉えたもの(擬似的に着色)で、星を生み出す材料となる分子雲(低温のガスや塵の集まり)の



分布に対応しています。この画像は観測プロジェクト「PHANGS」の一環として取得されました。「ハッブル」宇宙望遠鏡、チリの電波望遠鏡群「アルマ望遠鏡 (ALMA)」、同じくチリのパラナル天文台にあるヨーロッパ南天天文台 (ESO) の「超大型望遠鏡 (VLT)」が参加した PHANGS プロジェクトでは、近傍宇宙に存在する 90 の銀河における星形成領域を調査するべく、5 年以上の歳月をかけて高解像度の観測が行われています。

ESO によると、NGC 1300 の黄金色で表現された一酸化炭素の分布はアルマ望遠鏡を、その背景に広がる星々の輝きは VLT の広視野面分光観測装置「MUSE」を使って取得されました。天文学者は異なる波長の電磁波で銀河を観測することで、新しい星を生み出す星形成活動がどのようにして活性化し、後押しされ、あるいは妨げられるのかを研究することができます。冒頭の画像は ESO の今週の一枚「A cosmic caramel swirl」として、2022 年 1 月 10 日付で公開されています。

関連：[まるで花火！近隣銀河の星形成領域の鮮明で美しい地図帳](#)

Image Credit: ESO/ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)/PHANGS Source: [ESO](#) 文／松村武宏

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20220111-2247566/>

## 小惑星のスペクトルは宇宙風化で青くなっていく、JAXA などが確認

2022/01/11 22:17 著者：波留久泉

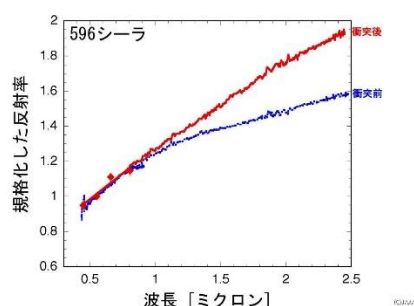
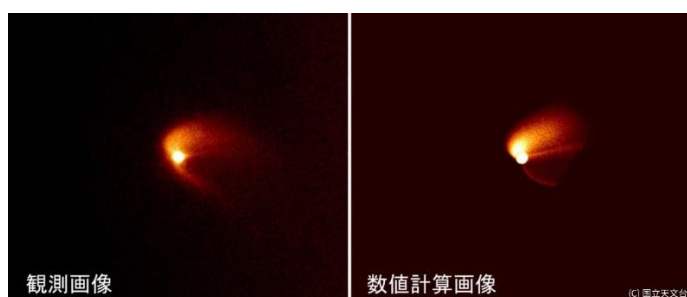
宇宙航空研究開発機構(JAXA)は 1 月 7 日、小惑星帯に位置する直径 114km の小惑星「596 シーラ(シャイラ)」において、2010 年 12 月に起きた天体衝突の前後に取得した近赤外線のスเปクトルを比較したところ、色がより赤く変化したことが確認され、衝突後は、長期間にわたって宇宙空間にさらされてきた小惑星の古い表層が、衝突でクレーターから放出された地中の新鮮な物質に覆われたことを示していると発表した。

同成果は、JAXA 宇宙科学研究所(ISAS)の長谷川直主任研究開発員を中心とする、マサチューセッツ工科大学、ヨーロッパ南天天文台、ハワイ大学、ソウル大学、京都大学、チェコ・カレル大学、神戸大学、仏・マルセイユ天体物理学研究所の研究者が参加する国際共同研究チームによるもの。[詳細は、米天文学会が刊行する学術誌「The Astrophysical Journal Letters」に掲載された。](#)

地球をはじめとする岩石惑星や準惑星、数多くの衛星、そのほか小天体の表面には、数え切れないほど生じた天体衝突の揺るがぬ証拠として、無数のクレーターが残されている。地球以外の天体については、月面での発光現象が目撃されるなど、いくつかの例が考えられているが、地上から観測可能なほどのサイズを持った天体の衝突する瞬間が観測されたことは現在のところないという。

火星と木星の間のメインベルトに位置する小惑星は数が多いため、実際には衝突が起きているものと考えられるが、微小な破片が衝突した程度では、地球から観測するのは難しく、ある程度のサイズの天体同士が衝突する必要がある。それが実際に確認されたのが、2010 年 12 月に起きたシーラへの天体衝突であったという。

シーラは直径 114km ほどであり、大型望遠鏡を駆使しても恒星のような点源にしか見えない。それが 2010 年 12 月に突然、彗星のようにコマや尾を持つようになったことから、塵が放出されているのが確認された。小天体によっては、それまで小惑星と思われていたものが、太陽光の当たり方が変化するなど、何らかのきっかけで突然塵を吹き出し、彗星となるようなケースもあるが、その後の観測から、シーラのコマは通常の彗星のコマとは異なる形状であり、またその彗星的な活動(塵の放出)も一過性のものであることが明らかとなった。



(左)石垣島天文台・むりかぶし望遠鏡で得られたシーラの画像。(右)モデル計算によって、忠実に再現された衝突現象 (Ishiguro et al. 2011 ApJ 741,L24 での研究結果を改変。(C) 国立天文台) (出所:JAXA Web サイト)

そこで当時、観測で得られた物理量と、宇宙科学研究所の超高速衝突実験施設で得られた衝突現象の知見を基にして現象のモデル化を実施し、この突然の彗星の活動が起こった原因が調査されたところ、シーラに直径 30~50m の天体が衝突することによって引き起こされたことが導き出されたという。

シーラはスペクトルで分類すると、衝突現象が観測される前は「T 型」であったという。T 型小惑星は、メインベルトや地球近傍軌道の小惑星では少数派であり、組成など不明な部分も多いが、そのスペクトルの特徴は、炭素の多い C 型小惑星「リュウグウ」よりも赤いことだという。

C 型小惑星よりもさらに始原的とされているほか、小惑星帯において、直径 100km 以上の小惑星は破滅的な破壊から免れていると一般的に考えられていることから、シーラのような小惑星は太陽系形成初期に形成された微惑星の生き残りと考えられるという。ただし、生き残った微惑星である可能性があったとしても、太陽風などにさらされたり、微小な小惑星による衝突などの影響から始原的な状態が維持されているとは限らないということに注意が必要とされるほか、木星や土星の重力の影響を受け、形成初期の軌道から大きく移動したことなども考えられ、それにより天体の組成が異なっていく可能性も考える必要があるという。

研究チームが実施してきたのは、近赤外線分光データを中心とした、メインベルトの直径 100km 以上の小惑星を対象とした分光サーベイで、小惑星帯形成時に、どのような組成の始原的な微惑星が、どのように分布していたのかを解明することを目的としたもので、近赤外線を用いるのは、観測データがこれまで取得されてこなかったためだという。今回、研究チームが過去のデータを精査したところ、シーラの近赤外分光観測が 2010 年の衝突現象の前後に実施されていたことが判明。そのほかの過去の文献データも含め、衝突前後のスペクトルのより詳細な調査を行ったところ、衝突前後において、可視光と 3 $\mu$ m の波長のスペクトルでは変動していなかったが、近赤外域の 0.8~2.5 $\mu$ m の波長スペクトルにおいて変動が検出された。具体的には、近赤外スペクトルの傾きは衝突後にさらに赤く変動し、スペクトル型としては、T 型から D 型に変化したという。

衝突前後でシーラのスペクトルの変化が示された図。横軸が波長、縦軸が波長 0.55 $\mu$ m 規格化した反射率の強度。波長が長くなるにつれ、強度が上がると、「赤く」といえる。逆に波長が長くなるにつれ、強度が下がると、「青く」といえる (Hasegawa et al. 2022 より改変 (C)JAXA) (出所:JAXA Web サイト)

衝突前後でスペクトルが変化する理由はいくつか考えられ、最も可能性が高いのは、宇宙風化作用による変化だという。これは衝突前までは宇宙風化を受けた状態の表層だったが、天体衝突によって形成されたクレーターから放出された新鮮な(宇宙風化を受けてない)物質に表層が覆われることで見た目が若返り、それによってスペクトルが変化したというものである。今回の観測により、赤いスペクトルを持つ小惑星の表層は、宇宙風化によりスペクトルが青く変化するという結果が出た。また、始原的な組成を持つと考えられる炭素質コンドライト隕石に対して行われた過去の宇宙風化模擬実験から今回の結果と同様に、宇宙風化が進むとそのスペクトルが青くなるという結果が出ていることから、これらの一致は、今回の研究の正当性を支持するものと研究チームでは説明している。今回のシーラに起きた規模の衝突現象は、おおよそ数千年~数万年に 1 度という頻度で起こっているものと考えられるという。もし、今回の程度の衝突現象で、シーラの表層が定期的に一新されるのだとすると、宇宙風化の変化のタイムスケールは長くても数千年~数万年以下であることが推定されるとしている。

また、小惑星帯のほかの小惑星について考えてみると、現在観測で見えている表層は宇宙風化された表層であることは間違いなく、スペクトルが青くなっていったものと考えられるという。よって、今回の研究成果から考えると、始原的な組成を持つと考えられる炭素質コンドライトと同様なスペクトルを持つ C 型、T 型、D 型、P 型(スペクトルが赤い小惑星のタイプの 1 つ)の各小惑星の新鮮なスペクトルは、小惑星が形成された当初はもっと赤かった可能性があるとしている。それに対し、海王星よりも外側の太陽系外縁領域の天体は、宇宙風化の原因と考えられている太陽風の影響力も小さく、微小隕石の衝突発生頻度が小惑星帯よりもはるかに少ないと考えられることから、宇宙風化を受けていないと考えられている。実際、この領域では、T 型、D 型、P 型のスペクト

ル持つ天体やさらに赤いスペクトルも持つ天体が大半を占めており、青くなっていないことから、小惑星帯に存在している T 型、D 型、P 型や、一部の C 型小惑星は本来はもっと赤いスペクトルであり、起源は太陽系外縁領域だったことが推測されるという。ただし、はやぶさ 2 の衝突実験によってリュウグウ表面に形成された人工クレーターや、同小惑星表面にもともと存在していた自然クレーターに対して行われた分光観測では、新鮮な場所のスペクトルの方が青く、古い場所は赤いという、今回の研究成果とは逆の結果が出ている。このような逆の結果が出た原因としては、「シーラとリュウグウのスペクトル型が異なるから」、「リュウグウは小惑星帯から地球近傍に移動してきたときに太陽にかなり近づいていた時期があるかもしれないそこで加熱されたから」といった 2 点が考えられるとしており、反対の結果が出たといっても必ずしも矛盾しているというわけではなく、その要因を考えることによって、リュウグウの進化の歴史にさらに迫ることができるだろうとしている。

なお、JAXA の火星衛星探査計画「MMX」の探査候補天体であるフォボスは、衝突現象後のシーラと同じ D 型のスペクトルを持つ天体であるとされており、もう 1 つの衛星であるダイモスとともに、火星への巨大隕石の衝突によるもの(火星起源説)と、小惑星が捕獲されたもの(小惑星起源説)が提案されており、どちらもスペクトルは D 型とされている。今回の研究によって、宇宙風化によってスペクトルが青くなることが示されたことから、フォボスの新鮮なスペクトルは D 型よりもさらに赤い可能性があり、そうだった場合は、太陽系外縁領域にある天体と類似しているということになるとする。一方、フォボスの表面には相対的に「青い」部分があり、その原因として、そこでは表面の宇宙風化した砂が除かれていつも新鮮な表面が現れているからという説もある。この前提は、D 型小天体が宇宙風化により赤くなるというもので、今回の結果と異なるものであることから、研究チームでは今後、解決すべきポイントだと考えられるとしており、こうした観点も含め、フォボスの起源に決着をつけるには、MMX によるフォボスの「地表」と「地下物質」双方からのサンプルリターンが待たれるとしている。

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20220114-2249344/>

## 天の川銀河における物質輪廻を担う星々の正体、アルマ望遠鏡の観測から判明

2022/01/14 17:54 著者：波留久泉

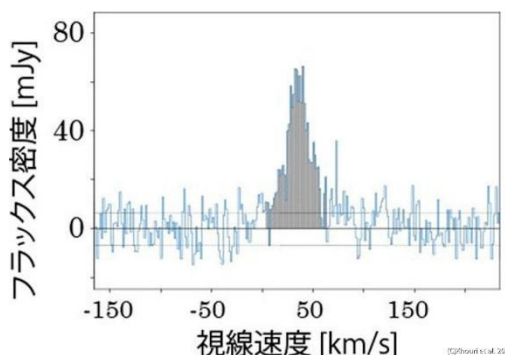
鹿児島大学は 1 月 12 日、アルマ望遠鏡を用いた観測から、天の川銀河における物質輪廻を現在担っている星々の正体が、太陽程度の比較的軽めの星の連星系であることを突き止めたと発表した。

同成果は、鹿児島大 理工学研究科 附属天の川銀河研究センターの今井裕准教授が参加した、スウェーデンやオランダ、スペインの研修者も参加する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。](#)

ヒトの場合、双子はおよそ 80 分の 1 から 100 分の 1 程度の割合で誕生するとされるが、恒星の場合、半分以上が複数の星が共通重心を回る連星系とされている。例えば、地球からもっとも近いケンタウルス座  $\alpha$  星系も、もっとも明るい  $\alpha$  星 A、それに次ぐ  $\alpha$  星 B、そして地球からもっとも近い隣の恒星であるプロキシマ・ケンタウリ(もっとも暗い)の三重連星系であることが知られている。半数以上が連星系であることの理由は、星形成領域において同時期にいくつもの星が誕生することにあるものと考えられる。そうした連星系の内、二重連星は重力的に安定しているが、長い年月の間に互いの距離がどんどん近づいていってしまう場合もあるという。そして、より重力の大きい星の方が相方のガスを剥ぎ取って巨大化し、最終的にはもう 1 つの星と一体となるという進化の道筋も想定されており、この時、一体となった 2 つの星はガスと塵で構成される分厚い層(共通外層)をまとわうことがわかっている。しかしその中では一体何が起きているのか、これまでさまざまな可能性が考えられてきたが、結論は出ていなかった。そこで研究チームは今回、このような段階にある星々と目される「宇宙の噴水」天体に注目して、アルマ望遠鏡を使った観測を行うことにしたという。宇宙の噴水天体とは、水蒸気分子が放つ強力なレーザーが観測される双極高速ガス流を伴う天体。天の川銀河には、1000 億とも 2000 億ともいわれる無数の星々が存在するが、宇宙の噴水天体はこれまで 15 例しか発見されておらず、希少性の高い天体として知られて



いる。その希少性と、高速ガス流がガスの分厚い層を貫くのに要する時間から、宇宙の噴水天体でいられる時間は、星の寿命(数億~数十億年)のうち、最後のたった100年未満だと考えられている。研究チームは今回の観測から、対象となった噴水天体のほとんどが、星の質量の半分にも達する大量の物質を、星の外へ吐き出していることを突き止め、これら物質の量を見積もるために、分厚い共通外層の中までも見通すことができる電波の輝線の観測を行ったという。それらの輝線の強さから、宇宙の噴水天体は、もともとは太陽程度、大きくてもその2~3倍の質量しか持たない比較的軽い星であることが判明。太陽質量のおよそ8倍以上になると、最期に超新星爆発を起こすため、重い星と分類されるが、それ以下の軽い星は、最期は派手な爆発などは伴わず、物質を大量に放出して、燃えかすである白色矮星となる。単独星の場合、物質を大量放出する際の所要時間は数十万年にも及ぶと考えられることから、宇宙の噴水天体は2つ以上の星から成り立っている証拠であるとしている。



共通の大気(共通外層)の中にある連星から、猛烈に吹き出すガス流のイメージ (C)Danielle Futselaar, artsources.nl (出所:アルマ望遠鏡 Web サイト)

さらに研究チームは、天の川銀河中の進化終末星の中で宇宙の噴水天体が占める割合に基づいて、太陽程度の軽い星々が連星系を構成する場合、進化の最終段階で必ず宇宙の噴水天体へと変身すると結論付けたとしており、このような連星系が、ある種の超新星爆発を起こしたり(連星系を構成する白色矮星が起こす Ia 型超新星)、多様な形状を持つ惑星状星雲を作り出したりするものとなる天体だと推測されるとしている。

アルマ望遠鏡による観測結果の1つ。宇宙の噴水天体「W43A」で検出された一酸化炭素同位体分子からの輝線スペクトル (C)Khouri et al. 2021 (出所:アルマ望遠鏡 Web サイト) なお研究チームでは今後、100年未満という、ヒトの寿命でも観測可能な、天文現象としては非常に短い時間において、これらの天体が実際に上述したさまざまな天体を作り出すような進化をするのか、精力的に見届けることが重要となるとしている。

<https://news.yahoo.co.jp/articles/3ca0ec289c9a96b25ecbed6e77db5b7d48d60615>

## 星の巨大サイクロンの謎は、地球の「海洋学」で解き明かせる：米国の研究チームが

初めて証明

1/12(水) 8:11 配信 **MIBED**



[PHOTOGRAPH BY NASA/JPL-CALTECH/SWRI/MSSS](#)

[南極大陸](#)を取り囲む南氷洋の渦を巻く海域を研究してきたライア・シーゲルマンは、米航空宇宙局(NASA)の木星探査機「[ジュノー](#)」が木星の北極付近で撮影した[サイクロン](#)のポスターを偶然見かけた。「それを見たときに衝撃を受け、『うわ、まるで海の乱流みたい』と思ったんですと、彼女は言う。[木星の“眼”のような大赤斑](#)、

[その驚きの「深さ」が観測から明らかに](#) カリフォルニア大学サンディエゴ校スクリップス海洋学研究所の研究者であるシーゲルマンは、こうして木星の詳細な姿を撮影した最新の画像に目を向けるようになった。そして彼女と研究チームのメンバーたちは、地球上で見られる種類の対流現象によって、木星でサイクロンを生み出す物理的な力とエネルギー源を説明できることを初めて証明したのである。物理学的に見れば、空気と水はどちらも「流体」である。このため、巨大なガスの惑星と地球の海には同じ原理が当てはまる、というわけだ。その研究成果をシーゲルマンたちは、科学誌『Nature Physics』で2022年1月10日（米国時間）に発表した。

### 地球の気象学と海洋学を応用

4ポンド（約1.8kg）の10の27乗倍もある太陽系の巨象・木星では、[低気圧](#)域の周りを回転する大きな嵐である巨大サイクロンが発生する。なかには数千マイルの横幅をもつアメリカ大陸ほどの大きさのものもあり、その突風は最大で時速250マイル（同約402km）にも達する。最大規模のサイクロンは木星の北極で8つ、南極で5つが見つかっている。それらの発生源について科学者たちが何年にもわたって推測してきたが、シーゲルマンと仲間の研究員たちは嵐の精密な地図を作成して風速と気温を測定することで、嵐が実際に形成される仕組みを明らかにした。その仕組みとは、シーゲルマンのよく知る海洋渦とそれほど変わらない小さな渦が乱気流の雲の間のあちこちに現れ、それが互いに合体し始めるのである。サイクロンはより小さな雲をのみ込み続け、そこからエネルギーを得て成長することで、回転し続けるのだと彼女は言う。5億マイル（約8億キロメートル）以上も離れた惑星の極端な気象を研究するためにシーゲルマンがとった方法は、賢いやり方と言える。「この論文の執筆者たちが気象学と海洋学を応用していることは明らかです。研究者たちはその分野の豊富な知識を用いることで、わたしたちがまず触れることのできない惑星に対して洗練された方法で適用しています」と、地球上のハリケーンや竜巻の物理特性をモデル化し、その研究成果を土星に適用してきたスタンフォード大学の大気科学者の[モーガン・オニール](#)は語る。

### [次ページは：赤外線画像から見えてきたこと](#) 赤外線画像から見えてきたこと

具体的には、科学者のチームは木星の[サイクロン](#)が地球上の雷雨と同じように「湿潤対流」というプロセスを通して発達する仕組みを立証しているのだと、オニールは言う。木星の大気の奥深くにある暖かく密度の低い空気は徐々に上昇し、極低温の真空付近にある冷たく密度の高い空気はゆっくりと下降する。この現象が、水分をたっぷり含んで渦を巻く木星のアンモニアの雲の中で見られる乱気流を生み出すのだ。オニールはこの対流現象を惑星の大気シミュレーションのなかで見てきたが、シーゲルマンと仲間の科学者たちは観測を通してその証拠を示している。彼女たちが詳しく調べたのは、[ジュノー](#)が17年に高速で通過しながら撮影した木星の両極の接近写真だ。それぞれの写真には、複雑に並ぶアンモニア雲が写っている。続けざまに撮影された画像を比較すると、それらの違いによって雲と回転する渦巻の変化が明らかになり、風の動きと、渦がかくはんされ成長する速さを追跡できた。シーゲルマンと彼女のチームは、イタリア宇宙機関の資金提供でジュノーに搭載された計測器「赤外線オーロラマッピング装置（JIRAM）」の画像を利用した。このカメラは木星の雲を1辺約10マイルの画素に分解し、赤外線によって熱放射も詳細に調査する。「高い所にある雲は冷たく、雲の中の穴や深い所にある雲は暖かく見えます。だから温度を上昇運動の尺度として使うことで、上昇する動きがあったのか、それとも下降する動きがあったのか判断できるのです。それが、この論文の独自性と言えるものです」と、この新しい研究論文の共同執筆者でジュノーの研究チームの一員でもあるカリフォルニア工科大学の惑星科学者、アンドリュー・インガソルは言う。

### 同じコインの裏表？

木星の大気は地球の大気と少し似ているが、多くの異なる姿も現す。例えば、地球には薄い層の大気しかなく、陸地と海が大地と空の間に硬いバリアをつくっている。これに対して木星は、すべて大気でできている。このため木星では、南極で観測された五角形の構造をもつサイクロンなど、地球では決して見られないいくつかの気象パターンが形成される。それらの気象パターンについてはまだ解明を試みている最中であり、シーゲルマンは研究すべきことが間違いなくもっとたくさんあるのだと言う。シーゲルマンはジュノーからさらに多くの画像が

送られてくることを楽しみにしている。外側に伸びる 3 つの太陽光発電装置をもつ SUV ほどの大きさのこの探査機は 11 年に打ち上げられ、16 年から木星の軌道を周回している。そのミッションのために残された時間はあと 1 年もなさそうだが、今後数回の飛行でより多くのデータを収集することが期待されている。シーゲルマンは木星の巨大サイクロンの科学のほかに、もうひとつ学ぶべき教訓があると考えている。地球の気候や気象の調査と、地球以外の世界の気候や気象の調査は、同じコインの裏表であるように思えるのだ。「地球上の動力学の知識をはるか彼方の惑星に適用できるなんて、素晴らしいことだと思います」と、シーゲルマンは言う。「そしてそれは、わたしたちの惑星をよりよく理解する助けにもなるのです」 RAMIN SKIBBA

[https://news.biglobe.ne.jp/economy/0113/prt\\_220113\\_8158865978.html](https://news.biglobe.ne.jp/economy/0113/prt_220113_8158865978.html)

## 【夢の宇宙旅行】宇宙で行ってみたい場所、1 位は「月」

1 月 13 日 (木) 19 時 17 分 [PR TIMES](#)



### 日本トレンドリサーチ・宇宙旅行に関する調査

日本トレンドリサーチ（運営会社：株式会社 NEXER）は、「宇宙旅行」に関するアンケートを実施し、結果をサイト内にて公開したので紹介します。

[画像 1: <https://prtimes.jp/i/87626/82/resize/d87626-82-589c53111a438f6baf1e-0.png>]

■7 割以上の方が宇宙旅行で「月」に行ってみたいと思っている

2021 年は、多くの民間人が宇宙旅行を成功させました。

12 月には、実業家の[前澤友作](#)さんと関連会社の役員を務める平野陽三さんの 2 人が、日本の民間人として初めての国際宇宙ステーションに滞在する宇宙旅行を成功させ、大きな話題となりました。

前澤さんは YouTube や Twitter など宇宙での生活の様子を投稿しており、多くの日本人が宇宙旅行をより身近に感じられるきっかけになったのではないのでしょうか。

そこで今回は、事前調査で「宇宙旅行で行きたい場所がある」と回答した全国の男女 1,500 名を対象に「宇宙旅行」についてアンケートを実施しました。

※本プレスリリースの内容を引用される際は、以下のご対応をお願いいたします。

- ・引用元が「日本トレンドリサーチによる調査」である旨の記載
- ・「日本トレンドリサーチ」の該当記事 (<https://trend-research.jp/11638/>) へのリンク設置
- ・株式会社 NEXER (<https://www.nexer.co.jp>) へのリンク設置「宇宙旅行に関するアンケート」調査概要

調査期間：2021 年 12 月 31 日～2022 年 1 月 6 日

質問内容：

質問 1: 宇宙旅行で行ってみたい場所はどこですか？[複数回答可] 質問 2: 具体的にどこに行ってみたいですか？

質問 3: その場所を選んだ理由は何ですか？

質問 4: 宇宙旅行の費用として、どの程度であれば行ってみたいですか？

質問 5: 回答の理由を教えてください。

質問 6: 宇宙でどんなことをやってみたいですか？

集計対象人数：1,500 名

調査対象者：事前調査で「宇宙旅行で行きたい場所がある」と回答した男女

※原則として小数点以下第 2 位を四捨五入し表記しているため、合計が 100%にならない場合があります。



## ■宇宙旅行で行ってみたい場所はどこですか？

初めに、宇宙旅行で行ってみたい場所について、複数回答可で聞きました。

[画像 2: <https://prtimes.jp/i/87626/82/resize/d87626-82-e35584062042931f3862-1.png>]

71.3%と7割以上の方が「月」に行ってみたいと思っているようです。

続いて「火星」が24.8%、「土星」が12.1%でした。「その他」と回答した方にどんな場所に行きたいかとその理由について聞いたところ、以下のような回答がありました。

### どんな場所に行きたいかとその理由

M78 星雲。ウルトラマンに会いたい。(60代・男性)

アンドロメダ銀河。天の川銀河の隣の銀河で、美しい銀河系だから。(50代・男性)

冥王星。最果てのほしだから。(50代・男性)

冥王星。銀河の果てを、この目で見てみたいから。(40代・男性)

まだ知られていない無名のところに行ってみたい。不思議が多いから。(30代・女性)

地球周辺を周回したい。地球を宇宙から観察してみたいのと、月の裏側からの「地球の出」を見てみたいから。(70代・男性) 太陽。あったかそう。(70代・男性)

太陽系以外の惑星。太陽系を制覇して太陽系以外の惑星にも行きたいから。(50代・男性)

地球と同じような星。地球のような星に行ってどんな生活をしているか見てみたい。(50代・男性)

ブラックホール。そこからどこかへ行けそうだから。(50代・女性)

太陽系の外側に行ってみたい。どのように太陽の周りを恒星が回っているのかみたい。(50代・女性)

ヴァルカン星。スポックに会いたい。ヴァルカン人のお耳はとんがっているのか確認したい。(50代・男性)

ウルトラマンの故郷である「M78 星雲」や2006年に惑星から準惑星となった「冥王星」などが挙げられていました。また、「地球周辺を周回して地球を見たい」という意見も多くありました。

続いて、宇宙旅行の費用についても聞いてみました。

現在は高額な費用が掛かると言われていますが、どのくらいの費用なら宇宙旅行をしてみたい方が多いのでしょうか。[画像 3: <https://prtimes.jp/i/87626/82/resize/d87626-82-9c6cbd292353bb98d824-2.png>]

「～10万円」と回答した方が一番多く、28.7%でした。2番目に多かったのは、「51～100万円」で20.3%でした。この回答の理由についても聞いたので一部を紹介します。

### 宇宙旅行の費用とその理由

「～10万円」だれでも宇宙に行ける価格帯にしてほしい。(40代・男性)

「～10万円」かなりのリスクがあるので、ある程度安くないと行きたい気持ちにならない。(40代・女性)

「～10万円」このくらいの金額で手軽に宇宙へ旅行ができるようになれば、安全で快適で、誰でも気楽に行ける世の中になっていそうだから。(50代・女性)

「～10万円」お安いほうが良いに決まっているので。(40代・男性)

「～10万円」宇宙に行ってみたい気持ちはあるが、金銭的な余裕がある方ではないから。(10代・女性)

「11～50万円」家族全員で行きたいから。(60代・女性)

「11～50万円」あんまりお金が掛かるとお金持ちしか行けない、庶民的に考えて手頃な金額が妥当だと思います。(70代・男性)

「11～50万円」これくらいの金額ならば、試しに体験しても良いと思うからです。(50代・男性)

「51～100万円」宇宙旅行なら高額になるのは覚悟しているけど、出せるのがこれくらいまでなので。(40代・女性)

「51～100万円」100万くらいなら海外旅行の感覚で行けるから。(70代・女性)

「101～300万円」う～ん、旅行費用としてはそのくらいしか出せない。何度も行きたいし。(70代・女性)

「101～300万円」何十億もかかるのであれば一生無理なので、自分で出せるお金であればいつも見ている月に行ってみたい。(50代・男性)

「301～500万円」やはり何億も支払って乗せてもらうのは難しい。数百万円だとある程度貯金すれば行ける。あまり安すぎるとありがたみがなく、だれでも行けてしまう。(50代・男性)

「301～500万円」300～500万円であれば一度は行ってみたいと感じる。それよりも高いなら地球上のいろんなところを回る資金に当てたい。(20代・男性)

「501～1000万円」どの旅行でもそうですが、極端に高過ぎても希望が持てないし、逆に安すぎると宇宙船の耐久性に問題が生じる場合も有り得るので、適度で理想的な資金で行けるレベルを決めました！(50代・男性)

「1000万円以上でも行きたい」お金がかかっても行きたいから。(40代・男性)

「1000万円以上でも行きたい」ある程度の危険は伴うし、訓練が必要だからある程度の値段はかかりそう。(40代・女性)

「行きたくない」行ってみたいとは思いますが、絶対に帰ってこられる保証がなくて正直怖いからです。(40代・女性)

「行きたくない」お金があったら行ってみたいのですがお金がないから行きたくないです。(70代・女性)

「行きたくない」まだ誰でも簡単に行ける事はできず、訓練を受けてまで行く気なんてないから。(30代・女性)

「行きたくない」お金を払ってまでも行きたくない。(60代・男性)

やはり「できるだけ安いほうが良い！」という方が多いようです。

「安くなるという事は安全に多数の方が行ける様になるという事だから」という意見もありました。一方で、「お金がかかってでも行きたい」「安すぎると安全性などが不安」という意見もありました。最後に、宇宙旅行でしてみたいことについて聞きました。

#### 宇宙旅行でしてみたいこと

ボールを使ったスポーツ。(40代・女性) 料理を自分で作って食べてみたい。(50代・女性)

ただ宇宙空間を見たり無重力を感じてみたい。(40代・女性) バク転。(40代・女性)

旗を立てたい。(40代・女性) ガガーリンみたく月面着陸の写真を撮って、散歩してみたい。(40代・女性)

石を持ち帰る。(80代・男性) カップラーメンを食べたい。(50代・男性)

スターウォーズ気分で駆けずり回りしたい。(70代・男性) 楽器を演奏してみたい。(50代・女性)

宇宙でダンスを踊る。(20代・女性)

「かくれんぼ」や「鬼ごっこ」、「ダルマさんが転んだ」など。(40代・男性)

ガンダムのようなロボットを操縦したい。(40代・男性)

球体になった水を飲む。(30代・男性) タバコを吸ってみたい。(50代・男性)

宇宙人に会いたい。(60代・女性) UFO探し。(50代・男性)

ジャンプ、無重力体験。(50代・男性) 宇宙遊泳がしたい。(30代・男性)

月で餅をつきたい。(30代・男性) ただ地球を眺めていたい。(70代・男性)

宇宙食を食べてみたい。(40代・男性)

キャッチボール、地質探査、鉱物資源、ダイヤモンド探査。(70代・男性)

タイムカプセルを置く。(20代・男性)

#### ■まとめ

今回は、「宇宙旅行」についてアンケートを実施しました。

7割以上の方が、もし宇宙旅行に行くなら「月」に行ってみたいと思っているようです。

費用については、「できるだけ安いほうが良い」「庶民でも気軽に何度も行けるようになってほしい」という方が多く、28.7%の方が「～10万円」と回答していました。

現在はまだまだ高額な費用が掛かりますが、今後民間人の宇宙旅行者がさらに増えるかもしれません。

“誰もが安全で気軽に宇宙に旅行できる時代”の到来が楽しみです。

本プレスリリースの内容は、弊社運営サイト「日本トレンドリサーチ」にて公開しております。

<https://trend-research.jp/11638/>

<記事等でのご利用にあたって>

本プレスリリースの内容を引用される際は、以下のご対応をお願いいたします。

- ・引用元が「日本トレンドリサーチによる調査」である旨の記載
- ・「日本トレンドリサーチ」の該当記事 (<https://trend-research.jp/11638/>) へのリンク設置
- ・運営元である株式会社 NEXER (<https://www.nexer.co.jp>) へのリンク設置

【日本トレンドリサーチについて】

『日本トレンドリサーチ』では、弊社運営のアンケートサイト「ボイスノート」などの調査サービスを使用し、各種サービス・商品などの満足度や、最近の出来事に関する意識調査の結果を公開しています。

日本トレンドリサーチ : <https://trend-research.jp/>

【株式会社 NEXER について】

本社 : 〒171-0014 東京都豊島区池袋 2-43-1 池袋青柳ビル 6F 代表取締役 : 宮田 裕也

Tel : 03-6890-4757 URL : <https://www.nexer.co.jp>

事業内容 : インターネットリサーチ、SEO、WEB ブランディング、レビューコンテンツ、リアルショップサポート、WEB サイト制作