

## 国際宇宙ステーションが緊急の軌道変更を実施。接近する宇宙ゴミを回避

9/23(水) 22:13 配信

宇宙へのポータルサイト  
sorae



2018年10月にソユーズ宇宙船から撮影された国際宇宙ステーション

NASAは日本時間9月23日、国際宇宙ステーション（ISS）において未確認のスペースデブリ（宇宙ゴミ）との接近を回避するための軌道変更（デブリ回避マヌーバ）が同日6時19分に実施されたことを発表しました。ロスコスモスはISSがデブリと衝突する危険性が高い「レッドゾーン」にあったとしており、緊急の回避マヌーバが必要と判断されたとしています。ISSに滞在している第63次長期滞在クルーの宇宙飛行士3名は万が一の場合に備えて「ソユーズ」宇宙船がドッキングしているISS後方のロシア区画で待機していましたが、実際に飛行士たちが危険にさらされることはなく、デブリは同日7時21分にISSから1.39km以内を通過していったとされています。軌道の変更はISSの最後部にドッキングしているロシアの無人補給船「[プログレス MS-14](#)」のエンジンを2分30秒間噴射することで行われました。NASAのジム・ブライデンスタイン長官によると、ISSのデブリ回避マヌーバは今年に入って3回実施されたといいます。ISSとの衝突が懸念される危険度の高いデブリの接近は過去2週間だけでも3件あったといいます。

### ■接近したデブリはH-IIA ロケット40号機の一部の可能性も

ハーバード・スミソニアン天体物理学センターのJonathan McDowell氏は、今回ISSに接近したデブリ（同氏によるとデブリの国際衛星識別符号は「2018-084CQ」）が三菱重工の「H-IIA」ロケット40号機に由来するものとしています。日本時間2018年10月29日に打ち上げが実施されたH-IIAロケット40号機には、温室効果ガス観測技術衛星2号「いぶき2号（[GOSAT-2](#)）」、アラブ首長国連邦（UAE）ムハンマド・ビン・ラシード宇宙センター（MBRSC）の観測衛星「[ハリーフアサット（KhalifaSat）](#)」、それに国内の大学が開発した小型衛星4基が搭載されており、打ち上げは無事成功しています。McDowell氏によると、軌道上に残されたH-IIAロケット40号機のロケットステージは残った燃料を使い切るための運用が行われたものの、2019年2月に何らかの理由で分裂。確認されたデブリのうち5つはすでに大気圏へ突入したものの、残る72個が現在も軌道を周回中とされています。また、米空軍で宇宙状況把握の任務にあたる18 Space Control Squadronは、H-IIAロケット40号機の打ち上げで生じたデブリのひとつ（国際衛星識別符号「2018-084C」）が分裂し、関連する53個のデブリが確認されたことを今年の7月に発表しています。打ち上げに使われたロケットの一部や何らかの理由で運用を終えた人工衛星がデブリ化する問題はH-IIAに限らず、どのロケットや衛星でも起こり得ます。近年ではスペースXの「スターリンク」のように数千～数万の衛星で構成される衛星コンステレーションが構築されつつありますし、2019年にはインドの人工衛星破壊実験によって追跡できるものだけでも60個のデブリが生じており、衛星と衛星、あるいは衛星とデブリの衝突に対する懸念が高まっています。数を増すデブリを除去したりデブリを生み出したりするのを防ぐための取り組みは、国内外で進められています。三菱重工とJAXA（宇宙航空研究開発機構）は、宇宙ステーション補給機「こうのとり」の打ち上げに使われていた「H-IIB」ロケットの2段目を安全な海域に制御落下する実験を行ってきました。不要になったロケットステージを制御できるうちに落下させてしまえば、後にデブリ化するのを防ぐことができます。また、今年6月には[スカパーJSAT](#)がデブリ除去の事業化を目指すことを発表。人工流れ星の実現を目指すALEも、JAXAと共同で衛星のデブリ化を防止する装置の共同実証を行うことを今年の3月に発表しています。松村武宏

発見間もない小惑星、地球に最接近 小型で事前観測難しく 9/24(木) 11:48 配信



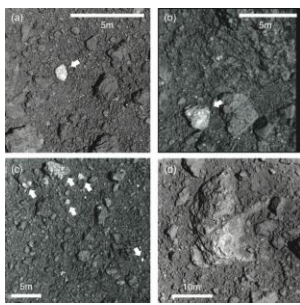
### [18日に発見されたスクールバスサイズの小惑星が地球の近くを通過すると予想されている](#)

(CNN) 米航空宇宙局(NASA)が発見したばかりの小惑星「2020 SW」が地球に接近している。米東部標準時の24日午前7時12分(日本時間同日午後8時12分)ごろ、オーストラリアとニュージーランドに近い太平洋南東部の上空を通過する。2020 SWは今年18日に発見されたばかりだった。直径4.5~9メートルとスクールバスほどの大きさで、地球から約2万キロの距離を通過する見通し。この距離は、地球の約3万5000キロ上空の軌道にある静止気象衛星より、はるかに近い。天体観測サイトの「earthsky.org」によると、2020 SWは地球の重力の影響を受けて、速度と軌道が変化する。NASA地球近接天体研究センター(CNEOS)の専門家によれば、今回のような小型の小惑星は大量に存在していて、毎年数回、至近距離を通過するものがある。「幸いなことに、今回の小惑星は地球に影響を与える軌道にはない。もしあったとしても、地球の大気によって分解され、明るい隕石(いんせき)ができる」と専門家は指摘する。今回の2020 SWは6日前に発見されていたが、8月に観測された小惑星「2020 QG」は、誰にも発見されないまま地球に記録的な接近を行っていた。2020 QGは8月16日、地球から約2900キロ離れたインド洋の上空を通過した。発見されたのは通過した後だった。大きさは3~6メートルと小型だったことから、接近を事前にとらえることができなかった。地球に影響を与えない小惑星が、これほど接近したのは史上初めてだった。2020 QGや2020 SWのような小型の小惑星は地球近くに数百万個存在している可能性があり、地球に接近してくるまで発見は極めて難しい。

<https://news.yahoo.co.jp/articles/b132f2fd83f34e90ec7fda252e39ab4e023dfc53>

### リュウグウ表面に別タイプの小惑星の岩石が存在。はやぶさ2の観測で判明

9/23(水) 23:10 配信 宇宙へのポータルサイト **SORAe**



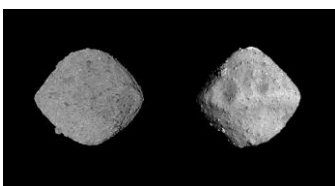
[はやぶさ2によって撮影された小惑星リュウグウの表面に散在する明るい色合いの岩石\(矢印\)を示した図](#)  
東京大学の巽瑛理氏らの研究グループは、JAXA(宇宙航空研究開発機構)の小惑星探査機「[はやぶさ2](#)」が観測

とサンプル採取を行った小惑星「リュウグウ」の表面に存在する明るい色合いをした岩石を調べたところ、リュウグウの元になった天体（母天体）と衝突した小惑星に由来する可能性が高い岩石が見つかったとする研究成果を発表しました。

### ■母天体を破壊した小惑星の破片が混ざった可能性が高いとみられる

リュウグウは有機物を多く含む C 型小惑星に分類されていて、母天体が破壊された際の破片が集まって形成されたとみられています。研究グループは、はやぶさ 2 の「光学航法カメラ (ONC)」と「近赤外分光計 (NIRS3)」の観測データをもとに、全体的に暗い色合いをしたリュウグウの表面に散在している明るい色合いの岩石を多数発見し、詳細な分析を行いました。その結果、リュウグウの多くは水を取り込んだ含水鉱物でできているのに対し、明るい岩石のうち 6 個は無水鉱物（珪酸塩鉱物）であることが明らかになったといいます。研究グループは、リュウグウの表面に含水鉱物ではなく無水鉱物でできた岩石が存在する理由として、リュウグウの元になった母天体が無水鉱物でできた S 型小惑星と衝突したことで破壊され、その際に混ざった S 型小惑星の破片が母天体の破片とともに現在のリュウグウを形成したのではないかと考えています。また、無水鉱物だった 6 個以外にも明るい岩石が見つっていますが、これらは暗い岩石とは異なる温度条件を経験してきたために色が変わったものであり、リュウグウの母天体に由来する岩石とみられています。

### ■ベンヌとリュウグウは同じ衝突で一緒に形成された小惑星ではない可能性も



[小惑星リュウグウ（右、直径約 900m）とベンヌ（左、直径約 500m）。大きさは 2 倍近くも違うが、どちらもそろばん玉に似た姿をしている](#)

いっぽう、NASA の小惑星探査機「オシリス・レックス」の観測データをもとに、小惑星「ベンヌ」の表面に V 型小惑星（小惑星「ベスタ」に似た特徴を持つ小惑星）に由来するとみられる明るい岩石が見つかったとする研究成果が、アメリカ月惑星研究所 (LPI) の Daniella DellaGiustina 氏らの研究グループから同時に発表されています。リュウグウとベンヌについては「同じ母天体の破片から一緒に形成された」可能性が指摘されていますが、リュウグウとベンヌからそれぞれ S 型小惑星と V 型小惑星に由来するとみられる岩石が見つかったことで、2 つの小惑星は同じ衝突からは形成されておらず、異なる歴史を歩んできたことが示唆されるといいます。はやぶさ 2 はリュウグウにおいて 2 回のタッチダウンを実施しましたが、S 型小惑星に由来するとみられる明るい岩石の欠片も微量ながら含まれている可能性があるといいます。研究グループは、今年の 12 月 6 日にオーストラリアへ届けられる予定のサンプルを分析することで、リュウグウのさらに詳しい歴史が明らかになることに期待を寄せています。 松村武宏

[http://www.astroarts.co.jp/article/hl/a/11490\\_ph201001](http://www.astroarts.co.jp/article/hl/a/11490_ph201001)

## 2020 年 10 月 1 日 中秋の名月（十五夜）

今年の中秋の名月（十五夜）は 10 月 1 日で、満月の前日となる。美しい月を眺めて楽しもう。

より詳しくは「[中秋の名月特集](#)」をご覧ください。



旧暦の八月十五日は十五夜。この日の月は「中秋の名月」として知られており、お月見をする習慣がある。今年の中秋の名月の日は10月1日だ。日付上は満月の前日だが、満月の瞬間は2日の朝6時ごろなので、1日の夜の名月は肉眼ではほぼ丸く見えるだろう。天体望遠鏡で大きく拡大してみると、左（東）がわずかに欠けているのがわかるかもしれない。

ふだん、星空を観察するときには少し嬉しくない月明かりだが、この日ばかりは明るい月を愛でて楽しもう。旧暦九月十三日にお月見をする「後の月（十三夜）」は、今年は10月29日。

<https://news.yahoo.co.jp/articles/0a0d93f08df38b6d49b1033bc43b25a5d27747f8?page=1>

## 「アポロが月に着陸した興奮を、もう一回見ることができる」宇宙飛行士・向井千秋

秋さんが語った、これからの宇宙の話【独占インタビュー全文掲載】 9/23(水) 22:10 配信

### 07NEWS24

「私が高校生の頃にアポロが月に着陸して、月面から地球上に音声を送っていました。『この一歩は人類にとって大きな一歩である』みたいな。あのときの興奮を、2020年(代)後半にもう一回見ることができるわけです」そう語るのは、宇宙飛行士の向井千秋さん。JAXA(宇宙航空研究開発機構)が主導するビジネス共創プラットフォーム「THINK SPACE LIFE」のイベントにて、向井さんが日本テレビ「the SOCIAL」榎本麗美キャスターの単独インタビューに応じました。向井さんが語る、最新の宇宙開発事情とは。日本の強みとは。インタビュー内容を全文掲載します。(インタビュー:2020年7月16日)

月へ「観光」で行ける時代が来ます



### インタビューに答える向井千秋さん

——向井さんからみて、宇宙で暮らすために何が必要なのか教えていただけますか。「衣食住」の中で人にとってどうしても必要なのが、エネルギー、水、空気、食料です。その周辺の、例えばインターネットで通信ができるだとか、あるいは環境を綺麗にしたり、そういったものは出てくるけど、やはり水、空気、エネルギー、食料というのは、人が宇宙であれ、地球上であれ、外して生活できるものではないので、そういうものを今いる東京理科大学で研究しています。——その中でも、特に宇宙において難しいことは何でしょうか。どれも難しいけど、長期に滞在する(こと)。今は、宇宙ステーションの中でみんなが滞在しているような状況になっています。先日、日本人もNASAと一緒に月に行く、「アルテミス計画」(2024年に宇宙飛行士の月面着陸を目指すアメリカの計画)に参画する、ということが文部科学大臣から出たように、これからは宇宙ステーションから月、さらに火星に向かっていく。宇宙ステーションの低軌道というものは、まだ地球に近いんです。(地上から)400キロくらいのところしか回っていない。そこから月面に向かうと、放射線がたまっている「ヴァン・アレン帯」を通り越し、なおかつ宇宙放射線がガンガン通っているようなところに月面で住むため、宇宙ステーションより、生存するための生活様式がさらに必要になってきます。——月は国際宇宙ステーションよりも厳しい環境下にあるということでしょうか。環境はもっと厳しいです。月は(地球から)近くて3日以内に行けてしまうぐらいの距離なので、どうしても緊急の場合は3日もあれば月から帰って来ることができます。1週間で往復できます。しかし、火星に行くとなると、往復で3年弱くらいかかります。そのため、住むという意味では、今の宇宙ステーションとは格段に難しさが違います。ただ、宇宙ステーションと月面あたりは非常に距離が近いため、月面の放射線などの解決しなければならない問題はありますが、民間の人たちが「観光旅行」で行けるような場所にしようとしているわけです。宇宙飛行士は月面を開拓してみたり、そこで家を作ってみたり、という「仕事」で行きますが、「観光」で行ける時代がこれから来ます。そういう点でいうと、安全性や快適性、宇宙医学などのサポー

トなどしていかないと、一般の人が安全に行くことができません。そういったところは、宇宙飛行士を月面・火星に送るという基準とはまた別に、一般の人が行く基準を決めたりしています。今はそういう時代になっています。——2040年頃に、月に1000人住むという指標を聞いたことがあります。やはり目標は立てないといけないので。——その目標に向かって今、衣食住のことや人がどのように生活できるかを研究・開発しているということなのです。2020年(代)の後半には、アルテミス計画でアメリカ人の男女が月面に降り立ち、放射線などがあるために、簡単な小屋的なものかもしれませんが、月の表面より下の洞穴のようなところに住む。そういった時代が来ます。私が高校生の頃にアポロが月に着陸して、月面から地球上に音声を送ってきました。「この一歩は人類にとって大きな一歩である」みたいな。あのときの興奮を、2020年(代)後半にもう一回見ることができるわけです。さらに、映像や音声がものすごく良くなっているため、月前のすごくきれいな映像が携帯電話で聞くようなきれいな音で「いま月面に立っています。地球はこのように見えます」といったリポートが来ると思うので、それをすごく楽しみにしています。——そういう映像が流れると、みんなが宇宙に興味を持ち、また開発が進むかもしれませんね。そうだと思います。民間の旅行もみんなで行こうと言っています。初めは行く人が少なければ1回のお金が高かかりますが、どんどん団体旅行的に行くことができれば、昔飛行機に乗るのは限られたお金のある人たちしか乗ることができなかったのが、いまでは少し頑張れば学生旅行でも飛行機に乗って行ける。それと同じように、宇宙飛行も1回のフライトが、地球をちょっと見るだけとか、月に1週間行って帰ってくるとか、色々なパターンの民間旅行ができるようになると思います。——ニューヨーク、ロシア、宇宙、というようにみんなで乗り込んで行くことができると。さらに地球上にもスペースポートができるので、今の成田からヨーロッパだとか、成田からワシントンだとかいっているように、例えば地球上の種子島やケネディスペース、そこから第三宇宙ステーションに行きますとか、明日のロケットは月面に向かいます、といったスペースポートができてくると思います。——宇宙に行くための空港、ということですね。そう、空港です。——衣食住含め、月で生活するための色々な開発が進んでいくと思うのですが、地球にいる側にも何かメリットはあるのでしょうか。元々[「エクスプロレーション」]というと、知らないものをどんどん開拓していくことが1つですが、その開拓をしていくときに難しいチャレンジに向かっていくと、そこからいわゆる技術開発やスピノフとして地球上で役立つ物もたくさん出てきます。宇宙開拓というのは基本的に、人が住んでいない、孤立しているところを開拓していくため、地球上の天候や災害で孤立してしまっている集団やそういった場所で、安全・安心・快適に過ごせるような居住空間、そういったこと(に役立つこと)もできます。

#### 次ページは：地産地消ならぬ“月産月消”

——宇宙空間での生活は、災害などで被災した人たち避難所の生活に少し似ているということですね。似ています。あと、例えば今、プラスチックごみなど地球上のゴミを減らそうという動き。地球は資源が限られていて、みんなが思っているほど大きな惑星ではないため、あっという間に人が資源を使い果たしてしまいます。そのため、「持続可能な」という言葉がいまキーワードになっています。持続可能にこの大事な資源を使っていこう、というときに、その大事に使うことに加えて、ゴミというのはゴミと言っているからゴミなので、リサイクルする、有効利用すればゴミではなくなります。プラスチックごみも。——宇宙空間はリサイクルしないと回っていかないですよ。例えば、宇宙ステーションではおしっこもリサイクルして水として飲んでいきます。便は捨てていきますが、例えば便などもリサイクルして、火星に行くための燃料に使うことも考えられますよね。月面で水耕栽培をやり、地球上から持っていくのではなく、食料も宇宙で作ろうという時代になっています。なるべく地球から持ち出す物を少なくし、地産地消ならぬ“月産月消”、月で作ったものでみんなが月で生活するという、閉鎖空間でも有効に循環させるような、循環型の都市を作らなければいけません。こうした循環型の都市は、例えば水が少ないところで水を綺麗にして飲むことにつながります。また、今の人類共通の敵の新型**コロナ**や感染症に対しては、フィルターや光触媒のような技術を使ってウイルスを弱くする。宇宙の閉鎖空間の中で変な感染症が出たらダメなわけです。だからフィルターでほこりや病原菌を取る、放射線を防御する。そういったことは、地球上で困っている人たちに十分使えるわけです。生活に関して、宇宙開発というものは、地球上に持ってこられ

る技術が多いのです。——宇宙開発が地球の課題解決にもつながるのですね。「SDGs」という、正しくそういう風になりますし、衣食住だとみんなが入り込みやすいです。宇宙開発って「ロケット」「衛星」というと、今までやっていた大学や企業はロケットの会社・衛星の会社でやったりしますが、「ロケット・衛星ってあんなに大変でお金もかかる、いつできるかわからない」と、みんな投資もしなくなってしまう。そうではなく、衣食住で私達が閉鎖空間の極限に住むために、食べ物はどうしよう、エネルギーはどうしよう、おしっこをリサイクルして飲もう、といったものを、地球上でいくらかでも社会課題を解決する技術として使えます。そういったところを私たちは狙い、(宇宙の)滞在技術を高度化させてその技術を地球に実装しようとしています。

### 次ページは：日本は逆にアメリカや他の国にないものを作る。それが技術力でできる

——向井さんからみた、今の日本の宇宙開発と今後の展望を改めて聞かせてください。日本の宇宙開発は、非常に効率は良くやっていると思います。予算は少ないですが、宇宙ステーションだとかそういったものは、アメリカやロシア、ヨーロッパ、そういうところと日本は肩を並べてやっていますし、今の宇宙ステーションの滞在時間も、ロシア、アメリカに次いで日本人の滞在時間が3番目に多いのです。日本は、1回約6か月の滞在を2年で3人くらいのペースでどんどん行っているの、滞在時間がすごく長い。その代わりにJAXAの人たちを含め、本当にアメリカの人たちの3倍は働いているのではと思いますが、かけている予算に比べると効率良くやっていると思います。いまは、宇宙ステーションに行って科学技術をやる、というのはだいたい先進国が普通にやっています。次に向かっているところが月面で、アメリカが行う[アルテミス計画](#)に日本も参画するとなっています。そういう点でいうと、日本は予算が少ない割に世界の大きな流れの中に一緒についていっていると思います。それはやはり日本の技術力もあり、日本人は約束や時間も守る。そういった意味で、日本人の宇宙飛行士はみんな優秀な人たちで、そこを評価されて国際社会の中に入っているのだと思います。——スペースXの「クルードラゴン」などスピード感のある世界に対し、日本の宇宙開発が対抗するにはどうすることが必要かをお聞きしようと思っていたのですが、今の話聞いていると、日本には日本の良さがあるのですね。クルードラゴンなど人を乗せる有人のロケットはものすごくお金がかかります。地球は狭いので、どの国も全部が同じロケットを持つ必要はなくて、アメリカやロシア、中国と、人を乗せるロケットに興味持っている国はそれでやってもらい、日本は逆にアメリカや他の国にないものを作る。それが技術力でできるわけです。元々日本は天然資源のない国で、科学技術こそが日本を繁栄させるというふう信じて一生懸命やってきています。企業の人たちも含めて色々なことを日本で展開してやっています。私は次の宇宙時代も、日本はアメリカや他の国を真似するのではなく、今後アメリカが何かやりたい、ロシアが何かやりたい、というときに「日本のこの技術がないと、日本のこの知識がないと駄目だ」というくらいのを日本が出せば、一緒のチームに入り得意分野をやりながらみんなで開発できる。そういうものだと思います。宇宙開発はチームワークでやっているため、1つ1つが良い意味の競争はしているけど、やはりチームワークがないとできない。宇宙という相手は大きいから。そう思います。——こういうものは競争社会になるのかと思いきや、宇宙業界は本当に協力が必要なのです。両方必要です。よく「ヘルシーコンペティション、健全な競争」と言うのですが、例えばオリンピック選手も競争する相手がいるからお互い記録が伸びるわけです。それと同じで、企業同士も競争相手がいるから、自分のところも頑張ってると思うと伸びる。手を組むときは手を組みますが、それはお互いがチームを組む時、相手ができる人じゃないと組まないじゃないですか。競争相手になるくらいの相手で、「悔しいけど自分が持っていないものを相手は持っているな」と思えば、一緒になった時に1+1が3にも4にもなる。そういった「競争のもとに協力する」というものが、一番強力な推進力になると思います。——よくわかりました。宇宙飛行士さんの中で日本食が宇宙食の中で一番人気と聞いたことがあります。そういった意味でも日本の良さというのはどんどん出せそうですね。日本食は宇宙だけでなく世界遺産にもなっていますから、いま日本食ブームで、健康だし、美味しいし、季節感はあるし、自然を取り入れているので。そういう意味でいうと、文化も含めて日本が打ち出していけるものはたくさんあると思います。お金があるとか、資源がたくさんあるから尊敬されるというのではなく、その人たちが生きている生き方。例えば日本が3.11の時に、みんなが水に困っていれば取り合いにならずにしっかり並

んで水をもらうとか。誰が教えているわけではなく、国民性にそういうのはある。そういう意味で、日本の芯は強いけれども協力してやっていくとか、あるいは、物は粗末なものしかないかもしれないけれども、それを自分たちの工夫でより良いものにして世界に出していけるようなものにするとか。自然を愛でて出す日本食のような。そういったことが日本人はいくらでも出来ると思うので、とても期待しております。私も日本人だし。

### [次ページは：次に行くとしたら月がいい](#)

——最後に少し余談なのですが…。向井さんは2回宇宙に行かれていて、また行きたいなと思いますか。次に行くとしたら月がいいです。3日で行けますし。——月に行ったら何がしたいのですか。月の遊覧飛行で裏側を見て、一番は月から地球が見たいです。もともと私が宇宙に行きたかったのは、自分が宇宙から自分のいる地球を見ることで、考え方とか視野が広がると思ったからです。いまの(宇宙ステーションからの)400キロくらい(の距離)では、地球1個が見えるわけではないから、「(見える範囲で)こういうふうな地球が見えた。故郷って綺麗だな」と。それが月に行くと、地球はボールのように見えるから、「やはりあそこに住んでいたんだ」と(思える)。みんなが旅をして自分の故郷を振り返るときに、やっぱり故郷の中にいたらどんなに良い故郷でも良さがわからない。そこから離れたときに、私の故郷って意外と綺麗で良いところだったんだというふうに思えるじゃないですか。ぜひそういう思いをしたいと思います。——そのお話を聞いたら、私も月から地球を見たいです。本当にすごく概念が変わるじゃないですか。地球から月が出る時は地平線から出るわけですが、(月から見た場合)あれは月平線。地平線じゃなく、月平線から地球が出るというのは、昔の天動説ではないけれど、全部地球が中心で動いている、地球から見たものしか見えていないけれど、アポロの飛行士のようにあっち(月)側に立って、こっち(地球)を見た人がいるというのがものすごいことだと思うのです。——アポロ以来誰も見ていないというのもすごいですね。それが2020年(代)の後半に行き日本の人も行く可能性があるので期待しています。

<https://www.cnn.co.jp/fringe/35159917.html>

## 2024年までに女性初の月着陸を、NASA「アルテミス計画」に3兆円の予算



2020.09.23 Wed posted at 14:56 JST

NASAが史上初の女性の月面着陸を目指す「アルテミス計画」の詳細を発表した/NASA

(CNN) 米航空宇宙局(NASA)は、男女の宇宙飛行士を2024年までに月に送り込む「アルテミス計画」の詳細を発表した。実現すれば、史上初めて女性が月に降り立つことになる。男性の到達は1972年以来。NASAはアルテミス計画のために、2025年までのフェーズ1予算として280億ドル(約3兆円)を要求する。アルテミスはギリシャ神話に登場する月の女神で、アポロの双子の姉妹でもある。NASAのアポロ11号は1969年7月20日、人類初の月面着陸に成功した。それから1972年までの間に月に降り立った12人は、全員が米国人男性だった。月のさらなる探検を行うことは、米国が宇宙で戦略的プレゼンスを確立し、国際的なパートナー関係を成長させる一助になるとNASAは説明する。予算のうち10億ドルは、月へ人類を送り込むためのシステム開発に充て、6億5100万ドルは宇宙船「オリオン」と、ボーイングが建造するロケット「スペース・ローンチ・システム(SLS)」に割り振る。NASAは既にSLSのために少なくとも119億ドルを費やしており、SLSは2017年12月までに準備が整うはずだった。NASAによると、SLSは完成していて、中核ステージと付属ロケット4基はこの秋の実験に備えて最終点検を行っているところだという。アルテミス計画では、2021年に無人で月の周りを飛行する2度の実験を予定している。さらに、商用配送サービスを使って2021年に2回、ロボットを月に送り込む。2023年には宇宙飛行士を乗せて「アルテミス2号」を打ち上げ、「アルテミス3号」による人類の月面再着陸に備える。

## NASA はブルー・オリジン社と精密月面着陸技術試験のため提携 最終更新 2020.09.25

米ブルー・オリジン社(Blue Origin, LLC) のニューシェパードは、垂直離着陸型の回収ロケットとミッション機器を搭載するカプセルから構成されています。日本時間 2020 年 9 月 26 日(土)午前 0 時から、13 回目(NS-13: New Shepard 13)の飛行を実施予定です。NASA テレビでライブ放映が実施される予定です。(晴天が必要とされることから、天候により延期される可能性もあります。当日の打ち上げウィンドウは午前 4 時まで。)

[NASA テレビ番組案内](#) [NASA テレビ\(NASA : 25 日\(金\)午後 11 時 30 分~\)](#)

今回の機体による打ち上げは 7 回目で、運用上の再利用性が実証されます。ニューシェパードは、NASA の宇宙ミッション技術本部とのパートナーシップの下、軌道離脱、降下、着陸センサーのデモンストレーションを含む実験を 12 個の商用ペイロードを外側にとりつけて実施予定です。月面センサーのデモンストレーションでは、指定された地点から 100m 以内の月面に自律的に着陸することを可能にすることを検証します。

なお、この精密離着陸技術に関しては、NASA は、月面に米国宇宙飛行士を送る(2024 年までに月面南極域に飛行士を着陸させる)とされたアルテミスミッションで使用する可能性のあるセンサーとアルゴリズムを成熟させるために、SPLICE(Safe and Precise Landing - Integrated Capabilities Evolution)技術を開発中です。航法ドップラー・ライダー(NDL)、地形相対航法(TRN)カメラ、危険検知用ライダー(HDL)、降下着陸コンピュータ(DLC)から成るシステムで、宇宙船が軌道から降下しはじめると機能します。月探査機からの画像を基に作成された月面マップと、リアルタイムで取得した画像を比較して特徴を検出して追跡することで、アポロ時代のような目視操縦をせずに着陸することが可能になります。

<https://jp.techcrunch.com/2020/09/23/2020-09-22-cmus-moonranger-robot-rover-will-be-the-first-to-search-for-water-ice-on-the-moon-in-2022/>

## カーネギーメロン大のロボット探査車 MoonRanger が 2022 年に月面の水氷探索に

初挑戦、拠点設置に備える 2020 年 9 月 23 日 by [Darrell Etherington](#)

カーネギーメロン大学とスピンオフ宇宙スタートアップの Astrobotic は、月面の水を探すためのロボット探査車を開発している。この小さなロボットは、重要な予備設計のレビューに合格し、2022 年に行われるその着任ミッションに一步近づいている。MoonRanger と名付けられた探査車は、将来の人間による月探査を支えるに十分な量の氷が埋まっているかを調査する最初のロボット調査官となることを目指している。

VIPER の目標は、月の地表近くに存在する水氷を探すことで、それにより 2024 年に予定されている人間の月着陸に備える。これは NASA と国際的な宇宙コミュニティのパートナーたちとの共同プロジェクトで、私たちの大きな自然衛星の上に、人間が常駐する恒久的な研究所を作る。MoonRanger は、スケジュールどおりに進めば最初の探査機になるかもしれないが、2022 年 12 月の月面着陸を目指すゴルフカートサイズのロボット探査車である「VIPER」と呼ばれる NASA 独自の水氷探査機との競争になるだろう。VIPER の目的は、2024 年に計画された月面着陸のための準備で、月の地表近くに存在する水氷を探すことだ。これをきっかけに NASA と国際宇宙コミュニティのパートナーたちは、共同プロジェクトで、大きな自然衛星である月面に科学と研究の拠点を恒久的に設置しようとしている。VIPER と同様に、MoonRanger も月の南極点を目指しており、NASA のミッションのための一種の先遣隊となるだろう。理想的には、NASA の商用月面運送サービス(CLPS)プログラムの一環として Masten Space Systems の月着陸船 XL-1 で送り込まれる MoonRanger は、一定量の水氷の存在を確認し、そのやや後に到着する VIPER がドリルなどを使って本格的な調査を行う。MoonRanger は VIPER よりもはるかに小さく、スーツケース程度の大きさだが、これまでの宇宙探査車の中では前代未聞の速度で移動する能力があ

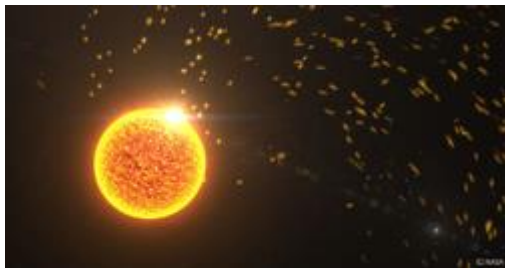


る。カーネギーメロン大学のロボット探査車は、1日で1000mの距離を探査することが可能だ。小さいため、リレー方式で地球に通信を送る。MoonRangerはまずMastenの着陸船に送信し、その着陸船が持つさらに高出力のアレイアンテナを使って地上の科学者たちに中継を行う。[[原文へ](#)] (翻訳: iwatani, a.k.a. [hiwa](#))

[https://news.biglobe.ne.jp/it/0925/mnn\\_200925\\_6618444526.html](https://news.biglobe.ne.jp/it/0925/mnn_200925_6618444526.html)

## 宇宙天気予報で飛行士を守れ！ NASAが新しい宇宙科学ミッション候補を選定

9月25日(金) 10時42分 [マイナビニュース](#)



[写真を拡大](#)

米国航空宇宙局(NASA)は2020年8月29日、地球周辺の“宇宙天気”を観測することを目指した、5つの新しい宇宙科学ミッションの候補を選定した。5つの候補はこれからさらなる検討が行われ、最大2つのミッションを採択し、実際に打ち上げに向けた開発が行われる。

宇宙天気は、宇宙船や宇宙飛行士の命に大きな影響を与える。そのため、宇宙天気のメカニズムの解明や、その動向を予測する“宇宙天気予報”の実現は、将来の人類の宇宙進出にとって必要不可欠なものとなる。

### 宇宙天気を観測する5つのミッション候補

太陽から吹き出しているX線や紫外線、高エネルギー粒子、プラズマは、地球周辺の宇宙環境に影響を与えることが知られている。

とくに、太陽表面で起こる大規模な爆発(太陽フレア)によってX線や高エネルギー粒子、プラズマなどが大量に放出されたり、コロナ質量放出(CME)という現象で大量のプラズマが放出されたりし、それが地球の近くまで届くと、人工衛星が故障したり、宇宙にいる宇宙飛行士が被曝したり、無線通信に障害が起きたりし、場合によっては地上の送電線を破壊するほどの被害をもたらすこともある。

こうした太陽の活動や、地球のまわりの宇宙環境の変動を「宇宙天気」と呼び、そのメカニズムの解明や、どのように変化するかを予測する「宇宙天気予報」の実現は、ただ宇宙に関する理解を深めるだけでなく、宇宙飛行士の命や衛星の機能を守り、そして通信や衛星測位システムなどを利用する私たちの生活を守ることにつながる。そこでNASAは、宇宙科学プログラムのひとつである、次期中型クラスのエクスポローザーズ計画(MIDEX)の枠組みで、宇宙天気について調べるミッションを計画。2019年7月に提案の募集が始まり、今回5つの候補が選定された。それぞれの提案には125万ドルが与えられ、9か月間のミッション・コンセプト調査が行われる。そしてその後、NASAの審査により最大2つの提案が選ばれ、最大2億5000万ドルの予算が与えられ、打ち上げに向けて開発が始まることになる。NASAの科学ミッション本部のトーマス・ザブーケン副本部長は「太陽の物理を調べたり、オーロラを研究したり、磁場が宇宙空間をどのように移動しているかを観測したりと、私たちの地球物理学のコミュニティは、さまざまな視点から地球のまわりの宇宙システムを探求しようとしています。これらのミッションは、衛星や探査機、そして宇宙飛行士がますます活躍することになる、この宇宙を理解するための重要な視点を提供するでしょう」と語っている。

### 今回選ばれた5つの候補たち

#### Solar-Terrestrial Observer for the Response of the Magnetosphere(STORM)

ストーム(STORM)は、NASAゴダード宇宙飛行センターが提案しているミッションで、太陽風と呼ばれる太陽か

らの高速の粒子の流れが、地球の磁気圏と相互作用する様子を、史上初めて全球的に観測することを目指している。探査機には地球の磁場と、太陽風と惑星間磁場を同時に観測できる装置があり、地球周辺に太陽からのエネルギーがどのように流れ込むかという全体像を捉えることができる。これにより、磁気圏にまつわるさまざまな謎を解決するとともに、宇宙天気は地球のまわりでどのような振る舞いを見せているのかを解明することを目指す。また、立教大学が観測装置を提供することが検討されている。

### ヘリオスウォーム(HelioSwarm)

ヘリオスウォーム(HelioSwarm)はニューハンプシャー大学が提案するミッションで、太陽風を大きな動きから微細な動きまで幅広いスケールで観測し、質量、運動量、エネルギーの輸送とそれにとともなう散逸といった、基本的な宇宙物理学的プロセスを解き明かすことを目指す。

同ミッションは9機の小型衛星で構成され、それぞれが離れた位置から協調して観測を行うことで、マルチスケールでかつ3次元的に、そして時間変化も含めたメカニズムを捉えることができるという。

### Multi-slit Solar Explorer(MUSE)

ミューズ(MUSE)は、ロッキード・マーティンが提案しているミッションで、太陽の表面から2000kmほど上空にある大気層の「コロナ」を観測し、そこで起こっているメカニズムなどを解き明かすことを目的としている。たとえば、太陽の表面温度は約6000°Cであるにもかかわらず、コロナは100万°C以上もあり、なぜ表面よりもはるかに高温になっているのかは「コロナ過熱問題」と呼ばれ、まだ未解決である。また、コロナは、地球環境にも影響を与える太陽フレアが突発的なエネルギー解放を起こす場所でもある。

そこで、ミューズによってコロナに関する詳細なデータを集め、高度な数値太陽モデルを構築し、コロナ加熱問題や、太陽フレアなどにまつわる研究に役立てることを目指す。

### Auroral Reconstruction CubeSwarm(ARCS)

アークス(ARCS)は、ダートマス大学が提案するミッションで、オーロラの発生に関するプロセスを、電離層や熱圏を通過する大規模な宇宙気象システムの動きと、オーロラに直接つながる小さな局所的な現象との間の中間的なスケールで観測することを目指している。このスケールでの観測は、これまでほとんど研究されてこなかったという。これにより、大気と宇宙の境界の物理学の理解にとって重要な情報が得られるとしている。

ミッションは32機のキューブサット(超小型衛星)と、32台の地上の観測所からなり、複数の異なる場所から観測することで、地球を取り巻く磁気圏システム全体への洞察が得られるという。

### ソラリス(Solaris)

ソラリス(Solaris)はサウスウェスト研究所が提案しているミッションで、太陽の北極、南極の上空を通過して観測し、それぞれ太陽が3回自転する様子を観測。これにより、太陽表面の光や磁場、表面の動きを観測する。

これまでに太陽を極側から観測した例はなく、また現在太陽に向けて飛行中の欧州宇宙機関(ESA)の探査機「ソーラー・オービター」も、極に対して斜めから見た画像が得られるのみとなっており、ソラリスが実現すれば史上初めて太陽を極から観測できることになる。

極から見た物理的プロセスの情報は、磁場がどのように進化し、どのように動くのかなど、約11年ごとに移り変わる太陽活動周期と密接な関わりをもつ、太陽全体のグローバルなダイナミクスを理解することにつながるとしている。

### ○参考文献

- ・ NASA Selects Proposals for New Space Environment Missions | NASA
- ・ 立教大学が参加する地球磁気圏観測衛星「STORM」がNASAの新計画候補として選定されました | 立教大学
- ・ HelioSwarm
- ・ MUSE: the Multi-Slit Solar Explorer - NASA/ADS
- ・ Auroral Reconstruction CubeSwarm - ARCS: a NASA Heliophysics mission concept for decoding the aurora - NASA/ADS

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。この著者の記事一覧はこちら

<https://news.yahoo.co.jp/articles/c2a1b1789362d09f85f51d1030a0488047f0bf75>

宇宙へ戻っていく流れ星を観測。この正体は？ 9/26(土) 22:33 配信 宇宙へのポータルサイト **SORae**



### 9月22日に撮影されたアースグレイジング火球とその軌跡

「流星（流れ星）」は、地球の大気に入射した微小な天体（塵～小石程度の大きさ）が気化して光を放つ現象です。特に明るいものは「火球」とも呼ばれています。多くは大気中で消滅しますが、なかには消滅せずに隕石として地上へ到達するものがあり、国内でも今年の7月に千葉県習志野市などに落下した隕石が見つかっています。[動画含むオリジナル記事 \(sorae\)](#) ただ、ドイツ北部やオランダで現地時間2020年9月22日の未明に観測された流星は、大気圏で消滅することも地上へ落下することもなく、再び宇宙へと戻っていきました。現地の流星観測ネットワーク「Global Meteor Network」によって撮影された流星の動画をESA（欧州宇宙機関）が紹介しています。このような流星は「アースグレイジング火球」（英：Earth-grazing fireball、Earthgrazer）と呼ばれていて、これまでも度々観測・撮影されてきました。ESAによると、今回観測されたアースグレイジング火球の最低高度は約91kmとされています。Global Meteor Networkに携わるウェスタンオンタリオ大学のDenis Vida氏によると、大気圏突入時の速度は秒速34.1kmに達していたといいます。国際宇宙ステーション（ISS）の飛行速度は秒速約7.7kmなので、その4倍以上の速さです。ESAによると、数多くの流星に対してアースグレイジング火球が占める割合は少ないものの、年に数回程度は発生しているとのこと。松村武宏

<https://news.yahoo.co.jp/articles/990386ebdb0a6fc3fda164ecd4d6bd56f12725c2>

## 円周率？ 恒星を約3.14日周期で公転する地球サイズの系外惑星が見つかる

9/22(火) 21:30 配信 宇宙へのポータルサイト **SORae**



### 約3.14日で公転する太陽系外惑星「K2-315 b」を描いたイメージ図

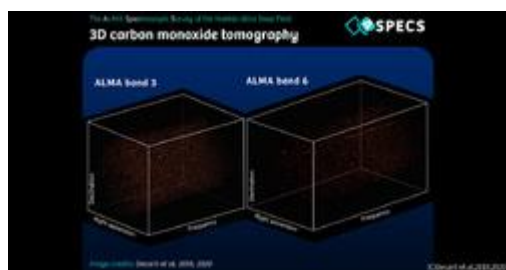
マサチューセッツ工科大学（MIT）のPrajwal Niraula氏らの研究グループは、「[てんびん座](#)」の方向およそ185光年先にある赤色矮星「K2-315」を周回する太陽系外惑星「K2-315 b」が見つかったと発表しました。今回発見された系外惑星 K2-315 b の直径は地球とほぼ同じ（地球の約0.95倍）で、公転周期は円周率を連想させる約

3.14 日とみられています。質量はまだ明らかではありませんが、研究グループでは地球のような岩石質の系外惑星の可能性が高いと考えています。主星の K2-315 は質量が太陽の約 0.17 倍、直径は太陽の約 0.2 倍と小さな恒星で、温度は摂氏およそ 3000 度とされています。研究に参加した MIT の Julien de Wit 氏が「最近では誰もがちょっとした楽しみを必要としています」と語るように、研究成果をまとめた論文のタイトルは「 [\$\pi\$  Earth](#)」（ $\pi$  は円周率、Earth は地球）で始まっており、研究グループの遊び心を感じさせます（ちなみに観測によって割り出された K2-315 b のより正確な公転周期は「 $3.1443189 \pm 0.0000049$  日」とされています）。地球サイズの系外惑星はその環境も気になる場所ですが、K2-315 b は主星に近い軌道を周回していることから、平衡温度（※）は摂氏およそ 180 度と算出されています。研究グループは「ジェイムズ・ウェッブ」宇宙望遠鏡（2021 年 10 月に打ち上げ予定）が実施する系外惑星の大気の観測において K2-315 b が観測対象の有力な候補になり得るとしており、将来の観測で大気の有無や組成、地表の環境などが判明するかもしれません。※…大気の内容を考慮せず、主星から受け取るエネルギーと惑星から放射されるエネルギーだけを考慮した温度 なお、K2-315 b は 2018 年に運用を終えた宇宙望遠鏡「[ケプラー](#)」の観測データをもとに、低温の矮星を周回する地球サイズの系外惑星発見を目指す「SPECULOOS」プロジェクト（ヨーロッパ南天天文台）の望遠鏡と、同プロジェクトに参加している MIT の望遠鏡「[アルテミス](#)」の観測により発見されています。松村武宏

[https://news.biglobe.ne.jp/it/0925/mnn\\_200925\\_2121487061.html](https://news.biglobe.ne.jp/it/0925/mnn_200925_2121487061.html)

## アルマ望遠鏡で約 100 億年前に分子ガスと宇宙塵を持つ銀河を特定、広島大

9 月 25 日（金）17 時 54 分 [マイナビニュース](#)



[写真を拡大](#)

広島大学は 9 月 24 日、アルマ望遠鏡を用いて、空間と時間方向を含む 3 次元による従来にない大規模な深宇宙探査を行うことで、星の原材料となる分子ガス（一酸化炭素分子）と塵を持つ約 100 億年前の銀河を特定したと発表した。同成果は、同大学宇宙科学センターの稲見華恵 助教が参加する国際共同研究チームによるもの。チームには、ドイツ、イタリア、オランダ、チリ、米国などの研究者が参加している。詳細は、米天体物理学専門誌「The Astrophysical Journal」に掲載された。星は、宇宙空間を漂う星間ガスや宇宙塵が重力によって集まることで誕生する。つまり、そうした星の源材料である分子ガスを分析することで、銀河どのようにして星を誕生させて進化し、現在の宇宙を形作ってきたのかがわかってくる。星間ガスの一種である一酸化炭素分子ガスは電波を発することから、電波望遠鏡により観測が行われている。しかし、これまでの電波望遠鏡では一度に多数の銀河を観測することは感度的に困難だった。そのため、従来の研究では観測対象となる銀河を事前に選別して数を絞り込んだ上で、一つひとつ調査していく手法が取られてきた。そうした従来の電波望遠鏡の限界を打ち破り、一気に多数の銀河の観測を行えるようにしたのがアルマ望遠鏡だ。今回の研究は、同望遠鏡を用いた大型プログラム「ASPECS」(The ALMA SPECTroscopic Survey in the Hubble Ultra-Deep Field)で得られた成果である。ASPECS では、事前に銀河を選別することなく、銀河の姿の全体像を捉えられるよう、空間と「時間方向」を含めた 3 次元空間的な大規模観測が実施された。なお時間方向とは、3 次元空間で地球から見て遠いほど、過去に遡ると等しいからだ。仮に 100 億光年離れた銀河があったとしたら、そこから届いた光や電磁波は 100 億年前に発せられたものだからだ。同プログラムがターゲットとしたのは、ハッブル宇宙望遠鏡がこれまでに重点的に観測を行ってきた領域の 1 つである、ろ座の一角にある「ハッブル・ウルトラ・ディープ・フィールド」(HUDF)であ

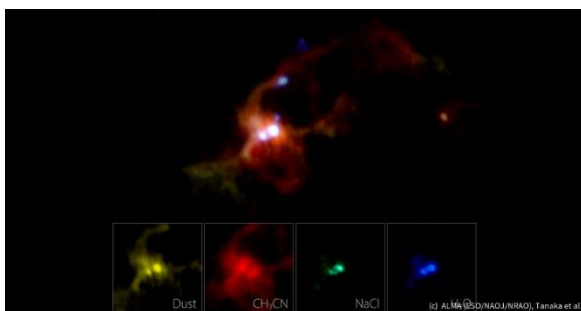
る。HUDFには超遠方の銀河が多数存在し、中にはビッグバンから10億年も経っていない極初期の銀河も含まれている。今回の研究では、アルマ望遠鏡を用いてHUDFにおける分子ガスの3次元空間の位置情報を得て、そのデータを精査することで、宇宙で星が最も多く誕生した約100億年前(ビッグバンから40億年経った頃)の時代における、分子ガスと塵を持つ銀河の特定がなされた。事前に選別を行わなかったことで、それまでは大量の分子ガスと塵がないと考えられていた銀河においても、その存在が確認されたという。また、それらの詳細な解析により、現在の銀河は分子ガスよりも星の方が大きな割合を占めているが、100億年前はその逆だったことが判明したという。さらに稲見助教は、アルマ望遠鏡で得られたデータを発展させるべく、欧州南天文台のVLT望遠鏡で取得した可視光データを基に作製されたHUDFの3次元銀河地図と組み合わせた分析も実施。この3次元銀河地図は、VLT望遠鏡に搭載されている最新の3次元分光観測装置「MUSE」による観測データを基に、稲見助教が3年前に作成したものだという。3次元銀河地図を用いて、アルマ望遠鏡で分子ガスが検出されたか否かを問わず、銀河が存在する場所すべてに対して、アルマ望遠鏡の観測データの重ね合わせが行われた結果、これまではアルマ望遠鏡でも直接捉えることが困難だった、微弱な分子ガスの検出にも成功したという。

これまでの研究から、大型銀河は星の合計質量が増えると分子ガスと星の合計質量比が大きく減少することがわかってきた。そして今回の研究により、星の合計質量が天の川銀河の1/10程度の小さな銀河では、ガスと星の質量比の減少が小さいことが判明。つまり、大型銀河では星が多くなるほど、その原料となるガスの質量が急激に小さくなるのに対し、小型銀河では星が多くなっても、ガスがそれほど減らない傾向にあることがわかったのである。このことは、星の合計質量が少ない、ありふれた存在である小型銀河の生成・進化過程が、大型銀河とは異なる可能性を示唆しているという。ちなみに、この傾向が遠方銀河で確認されるのは初めてのことだという。これらに加え、共同研究チームでは、ビッグバンから20億年経った頃から現在までの宇宙における分子ガス質量密度の進化についての調査も実施。その結果、これまでの研究よりも高い精度で、宇宙が40億歳頃、つまり星の誕生が最も多かった宇宙最盛期に、宇宙では分子ガスが最も多く存在していることが確認されたほか、分子ガスは現在までに1/10に減少しているという確証もつかんだとしている。今回の研究成果により、宇宙初期の銀河が持つ分子ガスのおおよその量が判明したこととなる。共同研究チームでは、銀河がどのようにしてそれを消費して星を誕生させてきたのか、その過程を調べることで銀河進化のさらなる解明が期待されるとしている。また共同研究チームは今後、今回の研究で検出された大量の分子ガスを持つ銀河を、さらに高空間分解能な観測を実施し、分子ガスの運動などを分析することにより、ガスが消費され星になる手がかりをつかむことを検討しているとしている。また、2021年に打ち上げが予定されている、ハッブル宇宙望遠鏡の後継機である「ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡」を用いることで、初期宇宙銀河の性質を多面的に理解できるようになるともしている。

<https://news.mynavi.jp/article/20200925-1338439/>

## 国立天文台など、アルマ望遠鏡による大質量原始連星の観測で“塩”を検出

2020/09/25 23:20 著者：波留久泉



国立天文台ならびに理化学研究所(理研)は9月25日、アルマ望遠鏡でふたつの大質量原始星「IRAS 16547-4247」を観測したところ、それぞれの原子星を囲むガス円盤の中に、チリが砕かれて飛び出した塩化ナトリウムや、高

温に加熱された水蒸気が含まれていることを発見したと共同で発表した。

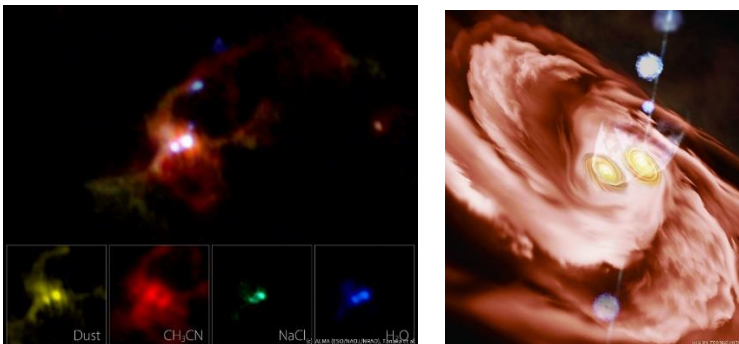
同成果は、国立天文台(当時・大阪大学)の田中圭特任研究員、理研の Yichen Zhang 基礎科学特別研究員、国立天文台(当時・総合研究大学院大学)の廣田朋也助教、理研の坂井南美主任研究員、山口大学の元木業人講師、東北大学(当時・大阪大学)の富田賢吾准教授、チャルマース工科大学/バージニア大学の Jonathan C. Tan 氏、米国立電波天文台の Viviana Rosero 氏、国立天文台の樋口あや特任研究員、理研の大橋聡研究員、バージニア大学の Mengyao Liu 氏、タイ国立天文学研究所/国立天文台の杉山孝一郎の特別客員研究員らの国際共同研究チームによるもの。[詳細は、天文学専門誌「THE ASTROPHYSICAL JOURNAL LETTERS」に掲載された。](#)

天の川銀河の恒星の4分の3は、太陽よりも小型の赤色矮星といわれている。ペテルギウスなど、太陽の10倍以上の大質量星もあるが、それらは割合としては少ない。太陽程度から下の小質量星の方が圧倒的に多いことから、観測も行われており理解も進んでいる。大質量星は数の少なさに加え、大質量星の誕生現場は地球から遠方にあることもあって、その形成メカニズムの理解は小質量星に比べると十分に進んでいないという。

大質量星は短命ながら大量の水素を核融合させて強烈な光と熱を放ち、そして最期には超新星爆発を起こして核融合で作りに出した各種元素を宇宙に供給。さらには燃えかすとして中性子星やブラックホールを残し、一生に渡って周囲の宇宙環境に多大な影響を及ぼす。それ故、大質量星の形成メカニズムを理解することは、さまざまな宇宙現象を理解するために重要なことと考えられている。

大質量星の形成メカニズムにおいて特に重要なことは、生まれたばかりのときに、どのように周囲から物質を取り込んで巨大に成長していくのかを理解することだという。小質量星の場合は、生まれたばかりの原始星の周囲をガスの円盤が取り巻いていて、原始星の重力によって引きつけられた物質はいったん円盤に滞留し、そこからさらに原始星へと流れ込んでいくという過程が明らかになっている。大質量星も、おそらく同様の過程をたどるものと考えられている。しかし、これまで大質量原始星の周囲を回るガス円盤の観測は十分に行えていなかった。その理由は、大質量原始星の周囲には非常に大量のガスが存在し、複雑な分布をしているため、ガス円盤を見分けるのが難しかったためだ。アルマ望遠鏡は人の目と比較すると、視力6000にも相当する超高感度を有する。だが、そんな高性能な電波望遠鏡群を持ってしても、大質量原始星の周囲のガス円盤を捉えた例は限られているのである。そこで共同研究チームは今回、アルマ望遠鏡を用いてふたつの原始星からなる大質量原始連星「IRAS 16547-4247」を観測ターゲットとした。同連星はさそり座の方向に地球から約9500光年の距離にあり、連星の合計質量は太陽の25倍と見積もられている。そして、太陽質量の約1000倍という巨大なガス雲の中に深く隠れているため、アルマ望遠鏡による電波観測が最適だ。高い分解能と感度を活かしてアルマ望遠鏡がまず捉えたのが、「IRAS 16547-4247」の周囲にあるさまざまな分子が放つ電波だった。そして、分子ごとに分布が大きく異なることが判明。有機分子のシアン化メチル(CH<sub>3</sub>CN)や二酸化硫黄(SO<sub>2</sub>)といった大質量原始星の観測でよく調べられる分子は、「IRAS 16547-4247」を大きく取り巻く領域から検出された。また大質量原始星それぞれの近傍からは、高温の水蒸気、塩化ナトリウム(NaCl)、一酸化ケイ素(SiO)が検出された。これらの電波を解析した結果、以下の3点に示すような、「IRAS 16547-4247」の詳細な姿が浮かび上がってきた。(1)連星系を取り巻く大きなガス円盤、(2)大質量原始星それぞれを囲むふたつの小さなガス円盤、(3)そこから噴出するアウトフローとジェットなど。この中で(2)の小さなガス円盤は、それぞれ大質量原始星にガスを供給しており、その成長を探るカギとなるという。さらに、研究チームが発見した興味深い兆候は、(2)の小さなガス円盤が、それぞれ互いに逆方向に回転しているということだった。もしこの連星系がひとつの巨大なガス円盤から分裂して誕生した“双子”だとしたら、それぞれの円盤は同じ方向に回転するはずだ。つまり、逆回転していることが間違いないとしたら、それぞれの原始星は少し離れた場所にあったガスの集まりから生まれ、やがて出会ってペアを組んだことが考えられるという。つまり「IRAS 16547-4247」は本当の双子ではなく、同じタイミングですぐ近所において誕生した他人同士だった可能性があるのだ。このようにガス円盤の様子をつぶさに分析できたのは、原始星近傍にのみ含まれている塩化ナトリウムを検出できたことによる。塩化ナトリウムとは塩のことであり、我々ヒトには生きていくのに必須の物質だ。身近なイメージから、宇宙でも豊富に存在していそうだが、実はその逆。決してあり

ふれた分子ではないのだという。それはこれまでの発見例からもわかる。大質量原始星の周囲の円盤で塩化ナトリウムが発見されたのは、これまで「オリオン KL 電波源 I(アイ)」しかなかったのだ。ただし「オリオン KL 電波源 I」は大質量原始星の中でも少し変わった特性を持った星のため、塩化ナトリウムが本当に大質量原始星の近傍を観測するのに適しているのか、これまでは不確かだった。しかし今回の研究により、大質量原始星のガス円盤を探る上での重要な物質であることがはっきりしたという。なお、塩化ナトリウムは、高温に熱された水蒸気や、塵が砕かれることで飛び出したと考えられている。現在、次世代の望遠鏡の建設や打ち上げが進められているが、電波望遠鏡に関しては次世代超大型電波干渉計「ngVLA」(next generation Very Large Array)の検討が進められている。米国立電波天文台が中心となって検討中で、アルマ望遠鏡よりも少し低い周波数の電波を非常に高い解像で観測できるようにするという。惑星形成や星間化学、銀河進化、パルサー研究、マルチメッセンジャー天文学などに大きな進展をもたらすことが期待されているが、恒星の誕生や進化もターゲットのひとつ。ngVLA なら、塩化ナトリウムのような塵の破壊で飛び出す分子が放つ電波を観測するのに、アルマ望遠鏡以上に最適とされている。ngVLA が稼働すれば、大質量星誕生のメカニズムがより明らかになっていくことだろう。また、我々の太陽系の元となった原始太陽系円盤でも、塵が蒸発するような高温を経験したことが、隕石に含まれるさまざまな証拠から確認されている。研究チームは、塩化ナトリウムと高温の水蒸気などを手がかりとして、「熱い円盤」の観測を進めることで、太陽系誕生時の様子を探るヒントも得られる可能性があるとしている。



アルマ望遠鏡が撮影した原始連星「IRAS 16547-4247」の周囲の構造。塵、シアン化メチル、塩化ナトリウム、水蒸気がそれぞれ放つ電波が黄、赤、緑、青で合成されている。下の4つの画像は、それぞれの中心部の様子をクローズアップしたもの。塵とシアン化メチルが原始連星を大きく取り巻くように広がっているのに比べて、塩化ナトリウムと水蒸気が個々の原始星のまわりに集中して存在していることがわかる。全体画像で原始星の上側には、原始星から放たれるジェットからの電波が水色で合成されている。(c) ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), Tanaka et al. (出所:国立天文台 Web サイト)

観測成果をもとにして描かれた「IRAS 16547-4247」。ふたつの大質量原始星それぞれの周囲に小さなガス円盤があり、これらはより大きなガス円盤の中に位置している。原始星からは漏斗状にガスが噴き出しているほか、右側の原始星からは細く絞られたジェットが吹き出していて、周囲のガスと衝突していくつかの明るい電波源を作っている。(c) ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)

[http://www.astroarts.co.jp/article/hl/a/11517\\_wd1856](http://www.astroarts.co.jp/article/hl/a/11517_wd1856)

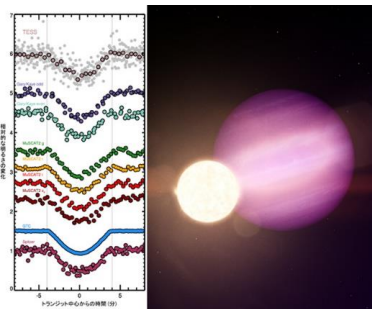
## 恒星が死んでも生き残る惑星

寿命を迎えた恒星の成れの果てである白色矮星の周りに初めて、木星の14倍以下の質量を持つ惑星と思われる天体が見つかった。【2020年9月24日 [アストロバイオロジーセンター／NASA](#)】

太陽の8倍以下の質量を持つ恒星が核融合の燃料となる水素を消費していくと、大きく膨れあがった赤色巨星の状態を経て外層を放出してしまい、あとには余熱で輝く小さな白色矮星が残る。この過程で、元の恒星の周りを回っていた惑星は普通なら破壊されてしまうと考えられている。実際、これまでに4000個以上の系外惑星が見

つかっているが、白色矮星の周りには惑星の残骸と思われる微惑星しか発見されていない。

NASA の系外惑星探査衛星「TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite)」が 2019 年 7 月から 8 月にかけて観測したデータで、約 1.4 日の周期で天体が減光しているシグナルが検出された。TESS は惑星が主星の前を通過する(「トランジット」する)ときに主星の光がわずかに暗くなる現象の観測から系外惑星を見つけ出すのだが、今回のシグナルは自動判別プログラムにより惑星によるものではないと判断された。通常の恒星の大きさであれば、その手前を惑星が通過するのに 30 分はかかるはずなのに、見つかったトランジットの持続時間は約 8 分にすぎなかったからだ。だが、米・ウィスコンシン大学マドソン校の Andrew Vanderburg さんやアストロバイオロジーセンター・東京大学総合文化研究科附属先端科学研究機構の成田憲保さんたちの国際研究チームは、小さな白色矮星の前を惑星が通過すればこのように短い減光が起こると考え、TESS がシグナルをとらえた方向(りゅう座の領域)にあった約 80 光年の距離に位置する白色矮星「WD 1856+534 (以下 WD1856)」を詳しく調べることを決めた。追加観測には 2020 年 1 月の退役を目前に控えていた赤外線天文衛星「スピッツァー」と地上の望遠鏡が動員され、WD1856 が 1.4 日ごとに赤外線から可視光線にかけての様々な波長で同じように暗くなっていることが確認された。これは白色矮星自体の明るさの変化などではなく、1.4 日の周期で周囲を回る天体が光を遮っているのだから説明できない。こうして検出された天体「WD1856 b」は半径が木星とほぼ同じだと推定されている。



(左) WD1856 b が惑星であることを確認するための多色トランジット観測の結果。天文衛星、撮像器、望遠鏡(9 つ)の観測から、全ての波長で減光が同じ深さとなっていることがわかる。(右) 白色矮星「WD1856」(手前)を公転する「無傷の」巨大ガス惑星「WD1856 b」(奥)の想像図(提供:(左)アストロバイオロジーセンターリリース(Nature 誌掲載論文の図を一部日本語に改変したもの)、(右)NASA's Goddard Space Flight Center)一方、トランジットのシグナルから天体の質量を計算することはできないため、WD1856 b が木星の 13 倍以上の質量を持つ「褐色矮星」に分類され系外惑星とは言えない可能性もある。ただし、褐色矮星は誕生直後に一時的に核融合を起こすことから赤外線で強く輝くはずだが、スピッツァーの観測データでは白色矮星本体に比べて強い赤外線は検出されていない。このため、WD1856 b の質量は最大でも木星の 13.8 倍であり、仮に褐色矮星だったとしても誕生から非常に長い時間が経ち赤外線が弱まっている状態だと推測されている。

惑星候補天体 WD1856 b は白色矮星から極めて近いため、中心星がまだ恒星だったころから同じ位置にあったなら、赤色巨星になった時点で飲み込まれてしまったはずだ。Vanderburg さんたちは、WD1856 b が現在の 50 倍以上遠い位置にいないければ中心星の死を乗り越えられなかったと考えている。白色矮星が形成されてから WD1856 b が内側へ近づいた原因としては、別の惑星との重力的な相互作用で弾かれた可能性が挙げられる。ただ、その過程でも少し条件が違えば白色矮星の重力で WD 1856 b が引き裂かれてしまったはずだという。

いずれにせよ、WD1856 b のような天体が見つかったことは、他にも白色矮星の周りを回る無傷の惑星が存在する可能性を示唆するものだ。その中に手ごろな大きさの岩石惑星があって、余熱で輝く白色矮星から適度な距離にあって水が液体として存在できる表面温度を保つこともありうる。白色矮星が冷え切るまでは数十億年以上かかるので、その間惑星では生命に適した環境を保持できるかもしれないのだ。仮に惑星の大気に生命が生成した酸素やオゾンが含まれていた場合、トランジットの際に大気を通過する光から検出できる可能性がある。実は、白色矮星の光はそうした観測を行うのに適しているのだという。具体的な見積りでは、WD1856 のような白色矮

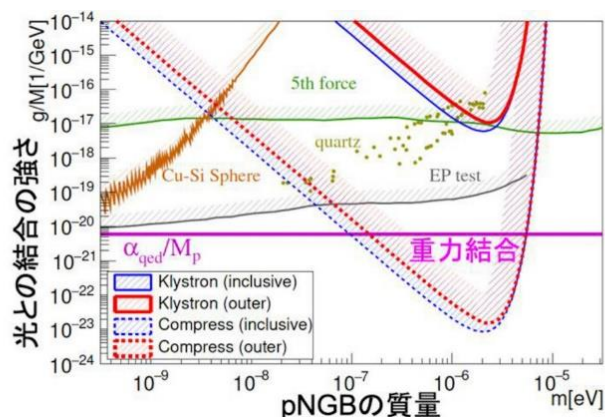


星の周りに生命居住可能惑星があったとすると、2021年に打ち上げ予定のNASAのジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡（JWST）で5回トランジットを観測すれば、その惑星の大気中に存在する水蒸気と二酸化炭素の分子を検出でき、25回トランジットを観測すれば、酸素、オゾンなどの生命の兆候と呼べるような分子も検出できるとされている。実際に白色矮星周りの生命居住可能惑星が発見されるかは今後の探査次第だが、WD1856 b の発見は、そのような惑星の可能性に光を当てるものと言える。

<https://news.mynavi.jp/article/20200924-1333376/>

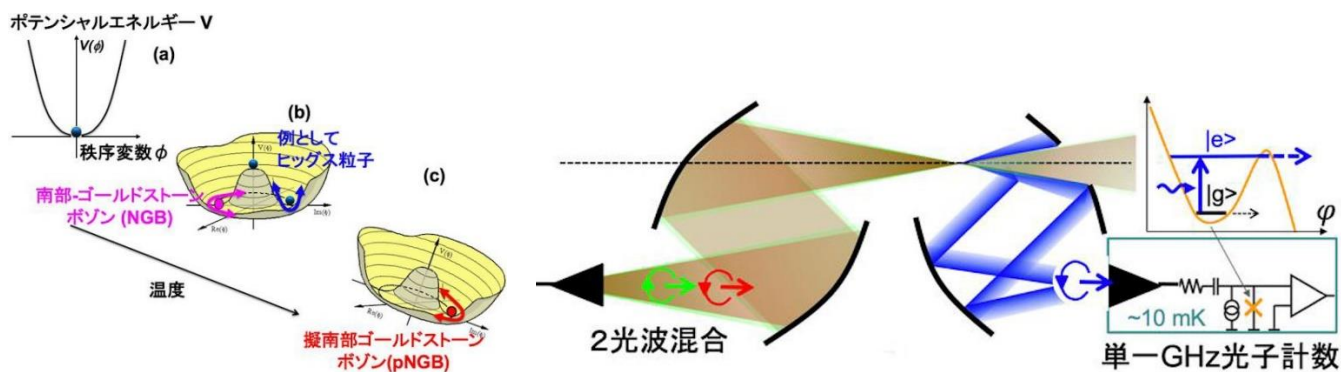
## 広島大、ダークマター&ダークエネルギー検出に向けた新たな観測手法を開発

2020/09/24 16:30 著者：波留久泉



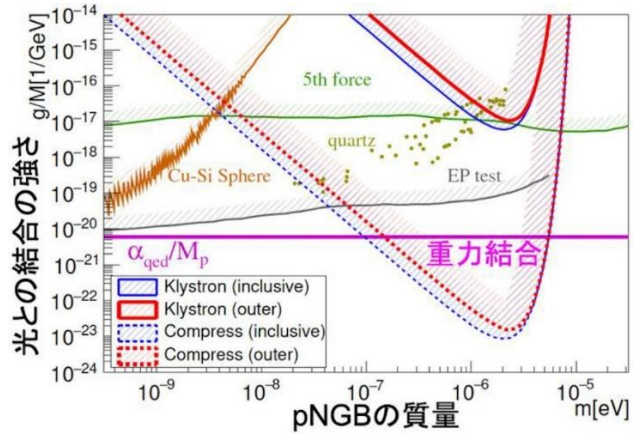
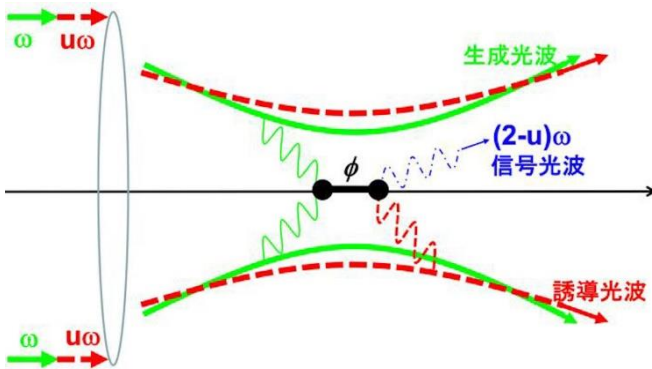
広島大学は、2波長の光波からなる強力なレーダーを真空中で混ぜ合わせ、全宇宙の95%を占めるダークマター（暗黒物質）とダークエネルギー（暗黒エネルギー）の源となり得る軽い未知の素粒子群を介した散乱を誘導することにより、直接的にそれらを生成・崩壊させる実験手法を精密に定量化したと発表した。そして、同観測手法が従来の素粒子観測手法の弱い結合に対する感度を桁違いに更新し、重力よりも弱い素粒子結合領域にすれすれを入れることを明らかにしたことも合わせて発表された。同成果は、同大学大学院先進理工系科学研究科の本間謙輔助教、同大学大学院理学研究科の桐田勇利大学院生らの研究チームによるもの。詳細は、[欧州の科学雑誌「Journal of High Energy Physics」に掲載された。](#)宇宙を構成する全エネルギー（物質も含む）のうち、我々人類などの生物や、地球などの物体、さらにはそのほか観測可能な既知の素粒子群は、宇宙全体のエネルギー密度収支の5%に満たないとされている。天の川銀河には1000億とも2000億ともいわれる恒星があり、宇宙には天の川銀河のような銀河が少なくともその同程度はあるとされる。人類の感覚からすると、無限に近いような圧倒的に膨大な物質が存在するが、それらと光子やニュートリノなど、宇宙を飛び交うだけの素粒子を含めても5%にも宇宙の1/20もないのである。残りの95%は、ダークマター（20%強）とダークエネルギー（約75%）の宇宙暗黒成分で構成される。ダークマターは通常物質とは重力による相互作用しかせず、あらゆる光・電磁波での観測が不可能な正体不明の物質もしくはエネルギーだ。一方のダークエネルギーは、宇宙を膨張させている未知のエネルギーのことだ。そして、自然界に存在が確認されている力は現在のところ4種類で、強い順に「強い力（クォーク同士を結びつけて原子核を作る力）」、「電磁気力」、「弱い力（原子核崩壊を促す力）」、「重力」となっている。科学者たちは、幾世代にもわたってこの4つの力を統一した超大統一理論を目指して研究を進めており、今のところ電磁気力と弱い力を結びつけた電弱統一理論が完成済みだ。そこに強い力を結びつける「大統一理論」は未完成ではあるが、研究が進んでいる。この4つの力の中で、強い力、電磁気力、弱い力は、加速器内の荷電粒子衝突による散乱実験で直接検証済みだ。しかし、重力だけは直接検証ができておらず、とても扱いが難しい力だ。そのため、4つの力を統一する「超大統一理論」の完成は、まだかなりの時間を要すると考えられている。重力の扱いが難しいのは、力として非常に微弱である点が大い。弱い力と比べると33桁も弱い。1溝（1溝=1京×1000兆）分の1のレベルである。重力は、体重や物体の落下などで感覚的に体感しやすい上に、億光年の宇

宙スケールで遥か遠方まで引きつけ合う力を及ぼすことから非常に強いイメージがあるが、実はとてつもなく微弱な力なのである。重力が弱いということは、素粒子同士の結合が弱いということであり、それは素粒子間の散乱が減多に起こらないということの意味する。したがって、重力を散乱現象として顕在化させるためには、散乱の試行回数を膨大に起こさないとならない。つまり、膨大な素粒子群同士を関与させる必要がある。それ故、重力はこれまで、アボガドロ数(10の23乗個)以上の膨大な数の原子による、マクロスケールにおける物体の落下現象や、天体物理現象などによってのみ観測されてきたのである。しかも、これまで宇宙暗黒成分はこうした「重力の窓」を通じて観測されてきたが、素粒子標準モデルは重力以外の3つの力にしか感度を持っていないという課題があった。つまり、宇宙暗黒成分を詳細に計測できる物差しがないのだ。そうした中、研究チームは今回、特に宇宙暗黒成分の源として有望視されている、 $\mu\text{eV}$ (100万分の1電子ボルト)付近の質量領域の「擬南部-ゴールドストーン粒子」(pNGB)を直接生成することに念頭を置いて実験を進めたという。pNGBの南部とは、2008年にノーベル物理学賞を受賞した南部陽一郎博士のことだ。pNGBは、ポテンシャルエネルギーがふたつの自由度を持っている場合をまず考える必要がある。坂を転がり落ちてきた場合、粒子にとって移動できる方向はふたつ。そのうちの坂を上らない平らな方向(円周方向)に移動できるのが「南部-ゴールドストーン粒子」だ。ポテンシャルエネルギー全体が傾いている場合には、円周方向でも若干坂があるため、坂を上ること=質量を持つということなので、若干の質量を持つことになるという。日本人初のノーベル賞受賞者である湯川秀樹博士が予言した「パイ中間子」も、このpNGBに含まれる。



自発的対称性の破れと pNGB(擬南部-ゴールドストーン粒子)の概念図 (出所:広島大学プレスリリース PDF)  
 (左)  $\omega$ (生成)+ $\omega$ (生成) $\rightarrow\Phi$ (NGB) $\rightarrow u\omega$ (信号)+(2-u) $\omega$ (誘導)の誘導共鳴散乱の概念図。(右)生成用と誘導用のレーザー光波を同軸上で混合集光後、真空中で集光点の辺縁に生成された信号光波を超伝導デバイスで計数する実験セットアップの概念図 (出所:広島大学プレスリリース PDF)

研究チームはまず、重力結合領域へ到達するために必要となる諸条件を求めめるため、素粒子反応率を計算する理論形式を整え、数値計算を実施した。その上で、その諸条件を満たすべく、実験セットアップを考案し、その実現可能性を定量的に議論したという。そして、衝突エネルギーが pNGB 質量と一致すると pNGB は共鳴的に作られることから、できるだけ軽い pNGB を生成できるように、質量のない粒子=光子を“かすり衝突”させる手法が考案された。しかし pNGB が宇宙暗黒成分である限り、たとえ生成されてもその寿命は非常に長く崩壊しないため、結局何も検知することができない点が問題である。そこで、緑の赤の2色のコヒーレント光波ビームを真空中で混合かつ集光する「誘導共鳴散乱」が発案された。ちなみに用いられる光子ビームの集光強度には物理的上限がなく、アボガドロ数を超える巨大光子数も現在の技術なら到達可能だ。この誘導共鳴散乱の確率が、ビーム中の光子数の3乗に比例することを踏まえると、重力結合域へと感度が至る見込みが出てくるとする。



今回の観測手法により到達可能な pNGB の質量(m)vs 結合の強さ(g/M)に対する感度。重力的結合はマゼンダ色の太い実線で表されている。レーザー光源を時間圧縮した点線の曲線が、重力結合の水平線よりも下にあることが、重力よりも弱い結合に感度があることを示している (出所:広島大学プレスリリース PDF)

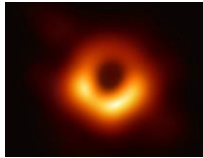
今回の観測手法により到達可能な pNGB の質量(m)vs 結合の強さ(g/M)に対する感度 (出所:広島大学プレスリリース PDF)

これまで研究チームはレーザービームを用いた探索を実施してきたが、 $0.1 \sim 1 \mu\text{eV}$  の質量領域かつ重力的結合行きにある pNGB を探索するには、さらに質量領域を下げる必要があるとする。そのような光源は、すでに荷電粒子加速器の高周波源やレーザー光源として実存しているが、そのままと重力的に弱い結合域までは感度が届かない。そこで研究チームがカギとなる要素として見出したのが、GHz 帯光波ビームのフーリエ変換限界に近い時間圧縮と、単一 GHz 光子の計数技術だ。これらの実験技術は要素としてすでに存在することから、それらを用いてシステムを作れば、重力的に弱い結合領域、さらにはそれよりも弱い結合領域まで探索感度を上げられることを定量的に示すことができたのである。なお、ダークエネルギーは依然として未知のままだが、ダークマターについては検証が進んでいる。ここ数十年、数々の候補が否定されてきたが、2020年6月に、イタリアの実験でダークマターの有力候補とされる、強い力に関する未発見の粒子「アクシオン」が、太陽から飛来している兆候を示す信号を検出したという報告が発表された。アクシオンは、反粒子変換かつパリティ変換の性質から理論的に要請される軽い pNGB の一種と考えられている。しかし課題は、今後統計精度が上がって仮に兆候が証拠に格上げされたとしても、その正体についての決定打を出すことが難しいことだとする。アクシオンを光で直に作り出すことができれば、決定打となるだろう。この報告によれば、兆候から推定されるアクシオンの質量が  $1\text{eV}$  付近であるため、今回の実験に用いたレーザーではなく、レーザーで同等な探索を実施するのが理に叶っていると研究チームは考えている。最終的に重力結合への感度まで至るには、実験設備への大きな投資が必要となるが、感度が重力結合域に到達する以前でも、さらなる発見兆候の機会に恵まれることは多々あり得るとして、今後はレーザーとレーザーの双方を駆使して、今回の同観測手法により広い質量領域で pNGB 探索を段階的に実施していくとしている。

<https://news.yahoo.co.jp/articles/60d7f1b51ddf63f02fd507b651764656a3be7759>

## 超大質量ブラックホールの揺れ動くシャドウ。M87 の過去の観測データを解析

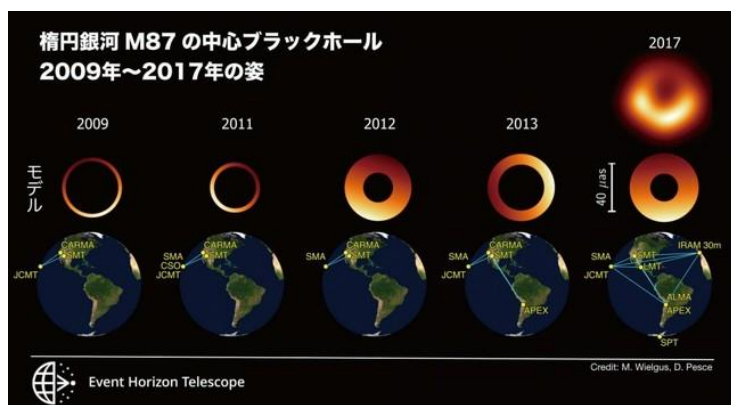
9/26(土) 21:17 配信 宇宙へのポータルサイト sorae



[国際協力プロジェクト「イベント・ホライズン・テレスコープ \(EHT\)」が撮影に成功した、](#)

[M87 の中心にある超大質量ブラックホールのシャドウ](#)

1年半前の2019年4月、国際協力プロジェクト「イベント・ホライズン・テレスコープ（EHT：Event Horizon Telescope）」は、[おとめ座](#)の方向およそ5500万光年先にある楕円銀河「M87」の中心に位置する超大質量ブラックホールのシャドウの撮影に成功したことを発表しました。公開された画像（冒頭に掲載）には、太陽の65億倍もの質量があるとされるブラックホールを取り囲む、非対称なリング状の構造が写し出されています。今回、ハーバード・スミソニアン天体物理学センターのMaciek Wielgus氏らの研究グループは、2009年から2013年にかけて得られたM87中心の超大質量ブラックホールの観測データを解析したところ、このリング状の構造が揺れ動きながらも8年間存在し続けていたことを示唆する結果が得られたとする研究成果を発表しました。EHTが2019年に公開した画像は、2017年4月に実施された1週間の観測で得られたデータをもとに作成されています。研究グループは、2017年の観測データを2009年以降に行われた過去の観測のデータと比較することを試みました。ただ、過去のデータはブラックホールシャドウを画像化するには情報量が少なすぎるため、統計学的な手法を用いることで観測データを最もよく説明できる形状のモデルが導き出されています。



[2009年から2017年にかけて観測されたM87中心の超大質量ブラックホールの姿（モデル）と、観測を行ったEHTの観測網を示した図。モデルの中心から見たリング状構造の明るい部分の向きが変化していることがわかる](#)

解析の結果、2009年から2017年までの8年間の観測データから得られたブラックホールシャドウの直径が、アインシュタインの一般相対性理論から予測された直径と一致していたことがわかったといます。研究に参加したマサチューセッツ工科大学の[秋山和徳氏](#)は「M87中心核の姿やその中心にあるシャドウの起源がブラックホールにあることがさらに確実になりました」と語ります。また、過去の観測データの解析により、非対称なリング状構造の明るい部分の向きが時間とともに揺らぐように変化している様子も捉えられました。今回の解析によって、ブラックホールに流れ込むガスの流れが事象の地平面のすぐ近くで時間とともに変化する様子を、研究者たちは初めて垣間見ることができたといいます。このようなブラックホール周辺の領域は、光速に近い速さで噴出するジェットが生成される仕組みや、一般相対性理論の新しい検証方法を確立する上で重要とされています。現在EHTではグリーンランドの望遠鏡が加わった2018年の観測データの解析が進められており、2021年からはさらに2か所（アメリカ、フランス）の望遠鏡が観測に参加する予定です。EHTのプロジェクトサイエンティストを務めるGeoffrey Bower氏は「ブラックホールの研究はエキサイティングな時期を迎えています！」とコメントしています。松村武宏