

人工磁場で火星を居住可能に。科学者らが提唱する大胆なテラフォーミング計画

11月24日（水）20時0分 [カラパイア](#)



世界の目は今、宇宙へ向けられている。民間企業も続々と宇宙事業に参入し、有人月面着陸や有人火星探査もまもなく実施予定だ。人類が宇宙を目指すのは、第二の地球探しという目的もある。地球がいよいよヤバくなったら、他の惑星に移住するというSFの世界が現実となるのだ。移住先の候補地としてあがっているのが火星である。そこで、NASAなどの研究グループが、火星に「人工磁場」を発生させる大胆な計画を提唱している。

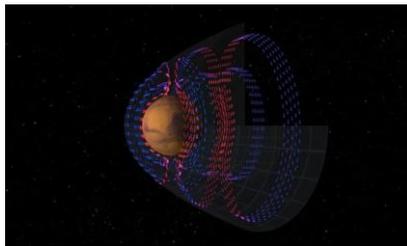
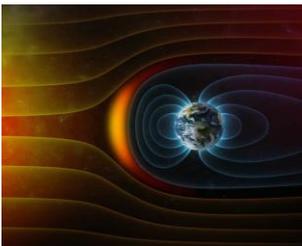
近未来、人類が火星で恒久的に暮らそうというのなら、惑星を守るバリアとなる磁場が欠かせない。そこで、火星の第1衛星「フォボス」を磁場の発生装置にしてしまおうというのだ。

・火星に移住するには磁場が必要

火星は、1日の長さが地球とほぼ同じで、地表には凍った水まであり、いずれは呼吸できる大気すら作れるだろうと考えられている。人類の将来的な入植地としてこれだけ有利な条件を備えながら、1つ足りないものがある。それは「**磁場**」だ。磁場は、太陽風や宇宙線から惑星を守るバリアになる。

たとえば、ここ地球では、宇宙から飛来する高エネルギーの宇宙線を防ぎ、私たちの体を守ってくれている。

また大気があり続けるためにも不可欠だ。今、地球に大気が存在するのは、磁場が太陽風を防いでくれるからだ。火星にはかつて分厚い大気があったが、磁場が弱かったために太陽風に吹き飛ばされてしまった。



地球の磁場 photo by iStock credit:NASA / Goddard / MAVEN / CU Boulder / SVS / Cindy Starr

火星の第1衛星 フォボス photo by iStock

・人工的に火星に磁場を作る

地球の場合、その核でドロドロに溶けた鉄が対流しており、その作用によって磁場が発生している。

ところが火星の核は小さく、温度も低い。そのため、地球内部で起きているプロセスをそのまま再現することができない。ならどうすればよいのか？ 人工的に磁場を作り出せばよいのだ。その方法はある。

『[Acta Astronautica](#)』に投稿された研究（『[arXiv](#)』で未査読版を閲覧可能）によると、惑星に磁場を形成させるうえで大切なのは、その内部か周囲にしっかりと「荷電粒子の流れ」があることなのだという。

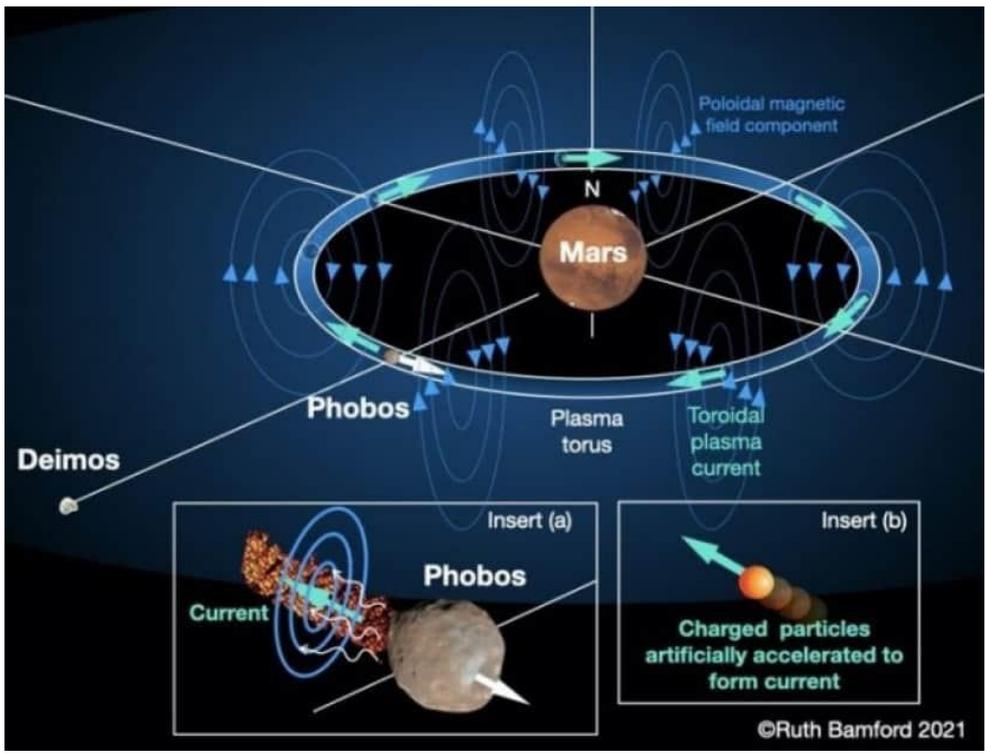
先ほど説明したように、火星は内部にその流れを作るのには向いていない。だから周囲にそれを作るのだ。火星の第1衛星「フォボス」を使って。

・衛星「フォボス」でプラズマのリングを形成

第一衛星であるフォボスは、火星にぴったり寄り添うように公転している。あまりにも距離が近いために、たった8時間で火星を一周してしまうほどで、磁場の発生装置としては、都合がいい特徴だ。

今回の論文では、そんなフォボス表面の粒子をイオン化し、さらに加速させることで、その軌道に沿って「プ

ラズマのリング」を形成しようと提唱されている。これによって発生する磁場は、火星をテラフォーミングするのに十分な強さであるという。惑星の大気や温度、表面の地形や生態系を地球の環境に近づけ、地球に住む生命体が居住できるようにするプロセスをテラフォーミングという。



credit:Ruth Bamford

・惑星のテラフォーミングに向けて

これまで人類は、SFの世界にしか存在しなかったものを次々と具現化してきた。今回のアイデアも大胆で、技術的な難易度は高いものの、試行錯誤を繰り返していけば、実現可能になるかもしれない。

Amazonの創始者、[ジェフ・ベゾス氏](#)は、いずれ地球は住むべき場所ではなく守るべき場所となり、数世紀後に人類は宇宙で生まれ、宇宙コロニーで生活するようになると予想した。

その移住先が月になるか、火星になるか、あるいはほかの惑星になるかはわからないが、テラフォーミングに向けての計画は着々と進められているようだ。

References:[How to create an artificial magnetosphere for Mars - ScienceDirect/](#) An [Absolutely Bonkers Plan to Give Mars an Artificial Magnetosphere - Universe Today/](#) written by hiroching / edited by parumo

関連記事（外部サイト）

[2050年までに火星都市建設は可能。イーロン・マスクがツイッターでコメント](#)

[火星に住みたい？ならば、ある物質で覆い地球大気の温室効果を模倣すればよい。という研究（米・英共同研究）](#)

[地球滅亡に備えて、月に数百万種の精子や卵子のサンプルを保存する「ルナアーク」計画が提唱される（米研究）](#)

[火星移住への第一歩。火星で初めて酸素を生成することに成功（NASA）](#)

[人間は宇宙で生まれ、地球は国立公園のような扱いになるだろう。ジェフ・ベゾス（Amazon創設者）の予言](#)



<https://sorae.info/astronomy/20211121-exoplanet-toliman.html>

太陽系に最も近い恒星の系外惑星を探すプロジェクト「TOLIMAN」発表

2021-11-21 [松村武宏](#)



【▲ハッブル宇宙望遠鏡が撮影したケンタウルス座アルファ星 A(左)と同 B(右) (Credit: ESA/Hubble & NASA)】

【▲ケンタウルス座アルファ星 A・同 B (Alpha Centauri AB、左上)とプロキシマ・ケンタウリ (Proxima Centauri、右下の円内) 周辺の様子。A 星と B 星は単一の星のように見えている (Credit: Digitized Sky Survey 2, Acknowledgement: Davide De Martin/Mahdi Zamani)】

【▲系外惑星「プロキシマ・ケンタウリ b」を描いた想像図 (Credit: ESO)】

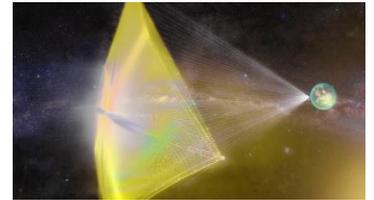
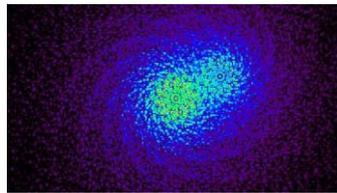
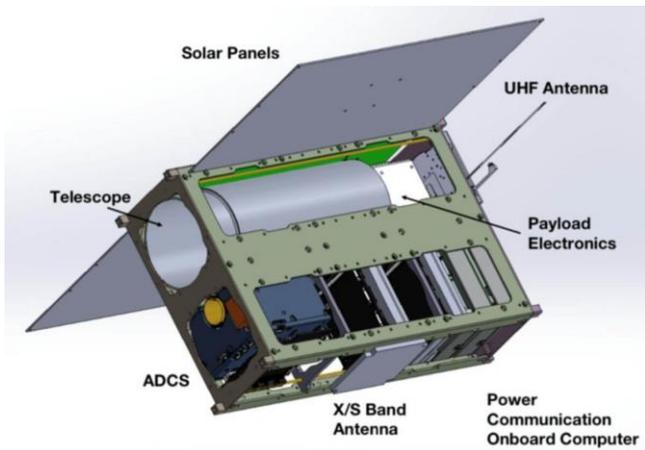
地球外知的生命体探査 (SETI) など複数のプロジェクトを手がける「ブレイクスルー・イニシアチブ」は、太陽系外惑星を探査する新たなプロジェクト「TOLIMAN」(※)を発表しました。TOLIMAN は太陽に最も近い恒星である「ケンタウルス座アルファ星」(アルファ・ケンタウリ)を主なターゲットとしており、ハビタブルゾーン (ゴールドロックゾーン) を公転する系外惑星の発見を目指しています。

※...Telescope for Orbit Locus Interferometric Monitoring of our Astronomical Neighbourhood の略

■太陽の“隣人”ケンタウルス座アルファ星を公転する系外惑星の発見を目指す

約 4.3 光年先にあるケンタウルス座アルファ星は、太陽に似た恒星「ケンタウルス座アルファ星 A」と「ケンタウルス座アルファ星 B」、それに赤色矮星の「プロキシマ・ケンタウリ (ケンタウルス座アルファ星 C)」からなる三重連星です。ケンタウルス座アルファ星 A と同 B は比較的距離が近く、互いの共通重心を約 80 年周期で公転していますが、プロキシマ・ケンタウリは 2 つの星から遠く離れた軌道を約 55 万年周期で公転しているとされています。このうち、プロキシマ・ケンタウリでは 2016 年にハビタブルゾーンを公転しているとみられる系外惑星「プロキシマ・ケンタウリ b」が発見されています。いっぽう、過去に発見が報告されたことはあるものの、ケンタウルス座アルファ星 A や同 B で存在が確認された系外惑星はまだありません。プロジェクトリーダーを務めるシドニー大学・シドニー天文学研究所の教授 Peter Tuthill さんは「天文学者は銀河の広大な範囲に存在する何千もの系外惑星を見つけ出せる驚くべき技術を利用できるようになりましたが、天空における自分たちの“裏庭”についてはほとんど何も知りません」と語ります。現代の社会にたとえて「ソーシャルメディアを介したグローバルな繋がりを持つものの、同じ地区に住んでいる人のことは誰も知らないようなものです」と表現する Tuthill さんは、大気や表面、場合によっては生物圏の痕跡を発見・分析するのに最も有望な探査対象となることから、太陽の“隣人”に系外惑星が存在するかどうかを知るのは重要なことだと指摘します。

発表によると、TOLIMAN では太陽に近い恒星、特にケンタウルス座アルファ星をターゲットとした系外惑星の探査を行うために、小型の宇宙望遠鏡が打ち上げられる予定です。シドニー大学の研究者とブレイクスルー・イニシアチブ、セイバー・アストロノーティクス、アメリカ航空宇宙局ジェット推進研究所 (NASA/JPL) が提携する同プロジェクトは 2021 年 4 月にスタート。プロジェクトの名称はアラビア語に由来するケンタウルス座アルファ星の古くからの名前「トリマン」(現在はケンタウルス座アルファ星 B の固有名) から名付けられました。宇宙望遠鏡としての TOLIMAN は、恒星の位置を精密に測定する位置天文観測に特化しています。惑星とその主星 (恒星など) は共通の重心を公転するため、惑星の公転にともなって主星も円を描くようにふらつきます。TOLIMAN はこのふらつきを恒星の位置のわずかな変化として捉えることで、間接的に系外惑星の検出を目指しています。天体の像をシャープに結ぶ一般的な望遠鏡とは異なり、TOLIMAN では恒星の動きを検出しやすくするために、特殊な鏡 (diffractive pupil lens) で複雑なパターンに広げられた恒星の像を得るように作られているといいます。



【▲計画されている TOLIMAN の外観を示した図 (Credit: Breakthrough Initiatives)】

【▲TOLIMAN が観測したケンタウルス座アルファ星をシミュレーションで再現した画像 (Credit: Breakthrough Initiatives)】

【▲レーザー推進で飛行する探査機を描いたイメージ図 (Credit: Breakthrough Initiatives)】

ブレイクスルー・イニシアチブが進めるプロジェクトの一つ、地球から 20 光年以内に存在する地球サイズの岩石惑星発見を目指す「ブレイクスルー・ウォッチ」でチーフエンジニアを務める Pete Klupar さんは「近隣に数十の恒星が存在することを考慮すれば、恒星から適度な距離を公転していて表面に液体の水を保持できる地球のような岩石惑星が、ほんの少数でも存在すると期待できます」と語ります。

なお、ブレイクスルー・イニシアチブでは、ケンタウルス座アルファ星に向けて超小型の無人探査機を送り出すプロジェクト「ブレイクスルー・スターショット」も進めています。もしも TOLIMAN の観測でケンタウルス座アルファ星に系外惑星が検出されれば、ブレイクスルー・スターショットの探査機による将来の探査ミッションにつながる発見となるかもしれません。

関連：[目標は「ケンタウルス座アルファ星」 恒星間宇宙航行に挑戦するプロジェクト](#)

Image Credit: Breakthrough Initiatives Source: [ブレイクスルー・イニシアチブ / シドニー大学](#) 文／松村武宏

<https://www.asahi.com/articles/ASPCS7RF0PCSUHBI01Q.html>

米国防総省が UFO 担当部署を新設へ 安全保障上の懸念、真剣に調査

ワシントン=高野遼 2021 年 11 月 25 日 8 時 30 分



[米国防総省で 17 日、記者会見をするオースティン国防長官=AP](#)

米国防総省は 23 日、未確認飛行物体 (UFO) などの調査を担う新たなグループを設立すると発表した。米政府は UFO の疑いがある動画や目撃情報などの検証を進めてきたが、真相はつかめていない。安全保障の観点からも、引き続き実態解明に取り組む方針だ。新たなグループは国防総省だけでなく、情報機関も含めて政府内の幅広い連携を進め、飛行制限空域などにおける飛行物体を「発見し、識別し、原因を特定する」ことを目指す。同省は「飛行や作戦の安全性に懸念をもたらし、安全保障上の問題にもなりかねない」として、真剣に調査にあたと表明した。米国では UFO の目撃情報などが相次いでいるが、[自然現象](#)や中国やロシアの新技术、米国による極秘の技術開発など、様々な説が取りざたされている。こうした状況を受け、[国防総省](#)は昨年、[米海軍](#)の航空機が撮影した謎の飛行物体の映像を公開し、タスクフォースを新設して実態解明に乗り出していた。

今年 6 月には、情報機関を統括する[国家情報長官室](#)が報告書を公開した。その中で 2004~21 年に報告された 144 件の目撃情報やセンサー、レーダーのデータなどを検証。中には風に逆らって動いたり、かなりの速度で移動したりしているものもあったという。だが、ほぼすべてについて「結論は出なかった」と報告され、真相は

謎に包まれたままとなっている。(ワシントン=高野遼)

<https://sorae.info/space/20211126-esa-solar-orbiter.html>

ESA の太陽探査機「ソーラー・オービター」まもなく地球スイングバイを実施



2021-11-26 [松村武宏](#)

【▲地球スイングバイを行うソーラー・オービターを描いた想像図 (Credit: ESA/ATG medialab)】

こちらは欧州宇宙機関 (ESA) の太陽探査機「ソーラー・オービター (Solar Orbiter)」を描いた想像図です。ソーラー・オービターは搭載されている 10 種類の観測装置を使って探査機周辺の観測とリモートの観測を行い、太陽と宇宙天気 (太陽の活動によって引き起こされる地球周辺の環境変化) の関係を探ることを主な目的としています。ESA によると、ソーラー・オービターは最終的に太陽から約 4200 万 km (太陽の直径の約 30 倍) まで 6 か月ごとに接近し、太陽の極域 (北極や南極) を観測できるように 30 度以上傾いた軌道に入ることが計画されていますが、その軌道へ至るには地球と金星を利用した「スイングバイ」を何度か行わねばなりません。

スイングバイとは天体の重力を利用して探査機の軌道を変更する手法のことで、スイングバイを利用しない場合と比べて探査機に搭載する推進剤を減らせるメリットがあります。日本時間 2020 年 2 月 10 日に打ち上げられたソーラー・オービターは、すでに 2 回の金星スイングバイ (2020 年 12 月と 2021 年 8 月) を終えています。

▲打ち上げから 2030 年 9 月までのソーラー・オービターの軌道を示した動画 ▲

地球で 1 回、金星で 8 回のスイングバイが予定されている (Credit: ESA/ATG medialab)

そして今、ミッション中で唯一の地球スイングバイを行うために、ソーラー・オービターは一時的に地球周辺へ戻ってきています。ESA によると、ソーラー・オービターは日本時間 2021 年 11 月 27 日 13 時 30 分に北アフリカとカナリア諸島の上空で地球へ最接近します。冒頭の画像で背景に地球が描かれているのはそのためです。最接近時のソーラー・オービターの高度は 460km で、これは国際宇宙ステーション (ISS) の高度とほぼ同じ。日本から見ることはできませんが、ESA によれば北アフリカやカナリア諸島に住む人は双眼鏡を使えばソーラー・オービターの輝きを目にするチャンスがあるとのこと (肉眼で見るには暗く、望遠鏡で追うには速すぎるようです)。ESA によると、ソーラー・オービターは 2020 年 6 月 15 日に太陽から約 7700 万 km (地球から太陽までの距離のおよそ半分) まで一度接近しましたが、今回の地球スイングバイ後は太陽から 5000 万 km 以内へ近付く軌道に入るといいます。今後は 2030 年 9 月までに金星を利用したスイングバイが 6 回予定されており、軌道を徐々に傾けることで太陽の極域の観測を目指します。

関連: [「ソーラー・オービター」「ベピ・コロombo」相次いで金星スイングバイを実施](#)

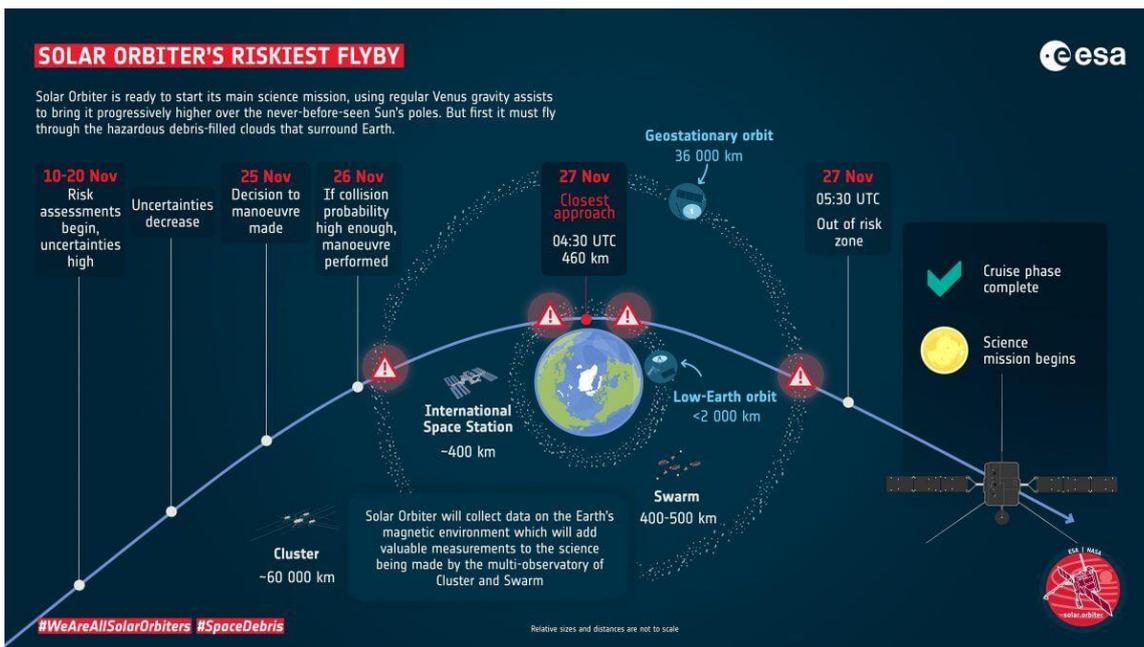
■限りなく低いもののゼロではないデブリとの衝突リスク

ESA はソーラー・オービターの地球スイングバイについて、あるリスクに言及しています。

地球最接近時のソーラー・オービターの高度 460km は静止衛星が飛行する高度約 3 万 6000km よりもはるかに低く、高度 2000km 以下の地球低軌道に含まれます。ソーラー・オービターは通信や気象観測などで利用されている静止軌道と、宇宙ステーションから超小型衛星まで数多くの人工物が飛び交う地球低軌道を横切ることから、スペースデブリ (宇宙ゴミ) と衝突するリスクがゼロではないというわけです。

ESA が説明するように、ソーラー・オービターが実際に何らかの人工物と衝突する確率はきわめて低いものの、そのリスクは考慮されています。ソーラー・オービターが地球スイングバイを実施する際に人工物と衝突するリスクは、地球周辺の人工物を追跡する ESA のスペースデブリオフィス (Space Debris Office) が評価しており、

もしも潜在的な衝突のリスクがあると判断された場合、最接近の約 6 時間前にリスクを回避するための軌道修正が行われます。こうした衝突回避のための軌道変更は、ESA の地球観測衛星シリーズ「Sentinel (センチネル)」では 5~6 か月に 1 回ほどの頻度で行われているとされています。



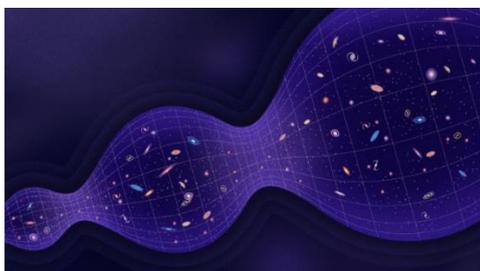
【▲ソーラー・オービターの地球スイングバイを解説した図（英語）。地球への最接近は 11 月 27 日 13 時 30 分（日本時間）で、その前後に静止軌道と地球低軌道を通過する（Credit: ESA）】

地球を利用したスイングバイはソーラー・オービターが初めてではありません。宇宙航空研究開発機構（JAXA）の小惑星探査機「はやぶさ」や「はやぶさ 2」も地球スイングバイを行いましたし、過去には土星探査機「カッシーニ」、木星探査機「ジュノー」、彗星探査機「ロゼッタ」なども実施しています。しかし、当時と比べても現在の地球周辺は人工衛星やデブリの数が増えており、衝突する確率がほとんどないとはいえ、過去と比べてリスクが高まっていると ESA は指摘しています。先日、ロシアが重量 2 トンの人工衛星を標的とした人工衛星破壊実験を実施し、追跡可能なものだけでも 1500 個以上のスペースデブリが地球低軌道で新たに生み出されてしまいました。地上なら吹けば飛ぶほどの小さな欠片のようなデブリでも、相対速度が秒速数 km 以上に達する宇宙では脅威となり得ます。2016 年には ESA の地球観測衛星「Sentinel-1A」の太陽電池アレイにデブリが衝突し、姿勢や軌道の変化と発電量のわずかな低下が引き起こされました。太陽電池アレイの損傷範囲は直径約 40cm と推定されていますが、衝突したデブリのサイズはわずか 5mm 未満とみられています。ESA によると、このサイズのデブリは何億個も軌道を周回しているといわれています。人類の宇宙利用が困難になるほど爆発的にデブリが増える現象は「ケスラーシンドローム（Kessler syndrome）」と呼ばれています。何らかの原因で生じたデブリが次々にデブリを生み出していく連鎖反応の怖ろしさは、コミック／アニメ作品の「プラネテス」や映画「ゼロ・グラビティ」といったフィクションでも描かれてきました。ケスラーシンドロームのような状況には至っていないとはいえ、デブリはすでに現実的なリスクとして私たちの頭上を覆っています。新たなデブリが発生するのを防ぐための取り組みや、デブリの捕獲・落下処分を実現させるための技術開発などが国内外で進められていますが地球低軌道が取り返しのつかない状況に陥るのを避けるためにも宇宙を利用するすべての国家や組織には責任ある行動が求められます。

関連：[ロシア、衛星破壊実験を実施 1500 以上のデブリ発生 ISS に滞在中の飛行士が一時緊急措置をとる](#)

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

<https://creators.yahoo.co.jp/uchuyabaichkyabechi/0100159573>



2021/11/26 [専門マスター](#)

宇宙が誕生と消滅を無限に繰り返している証拠を発見!?

中の人キャベチです。今回は「宇宙が無限ループしている証拠を観測!？」というテーマで動画をお送りしていきます。去年、ロジャー・ペンローズ博士がブラックホールの特異点定理の功績で2020年のノーベル物理学賞を受賞しました。そんなペンローズ博士は、宇宙は消滅と再生を繰り返しているとする「共形サイクリック宇宙論(CCC)」を提唱していることでも知られています。今回は CCC の解説と、それにまつわる新発見を紹介します。

宇宙の終焉

これまでの研究で、宇宙は加速膨張していることが明らかになっています。

さらに膨張している宇宙を遡った先にある、全てが1点に集まっていた宇宙の始まりの瞬間は、今から約138億年前であるというのが通説となっています。そんな宇宙も無限には続かず、いつか終焉を迎えると考えられています。現在考えられている主な宇宙の終焉には、ビッグクランチ、ビッグチル、ビッグリップという3つのシナリオがあります。それぞれ簡単に解説します!

ビッグクランチは、現在の加速膨張する宇宙がいずれ減速に転じ、最終的に再び1点に巻き戻ってしまうというシナリオです。宇宙の始まりの瞬間まで巻き戻り、1点に収縮することをビッグクランチと呼びます。

ビッグチルは、宇宙が現在の膨張速度を維持し続けると起こると考えられているシナリオです。

宇宙が延々と膨張し続け、温度も物質の密度も極限まで低下します。するともはや宇宙では新たな反応が起こらなくなり、冷たく真っ暗で何もない空間がただただ広がるばかりの寂しい死を迎えてしまいます。

ビッグリップは宇宙の膨張が加速し続ければ、ついには宇宙を構成するとされている重力、弱い力、電磁気力、強い力という4つの力全てが、宇宙膨張の斥力に対抗できなくなってしまうというシナリオです。

こうなると銀河や恒星系が形を維持できなくなり、その後単体の恒星や惑星などの天体、さらには生命体を形作る結合も引き剥がされ、最終的には原子や素粒子単位ですら独立して存在するようになってしまいます。

様々な観測事実から、現在ではビッグチルが一般的に支持される理論となっているようです。

このように宇宙の終焉はどれも壮大なのですが、ハッピーエンドは一つもなさそうなのが寂しい所です!

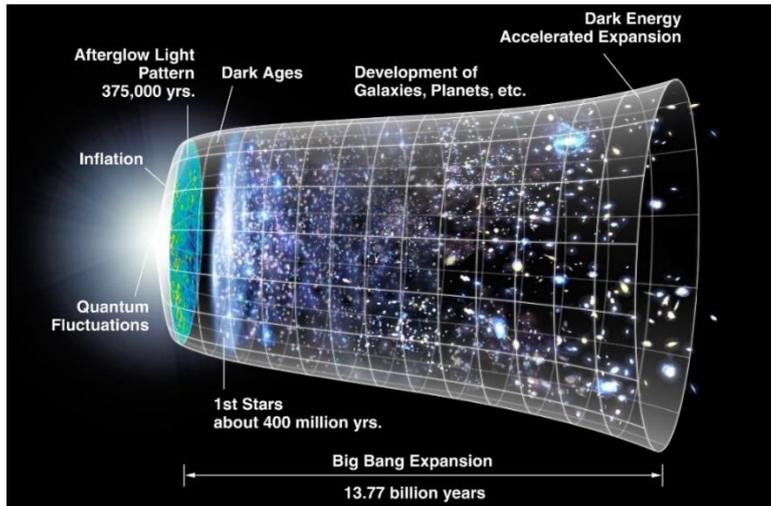
共形サイクリック宇宙論(CCC)

それでは今回の本題の共形サイクリック宇宙論(CCC)の解説に入ります。

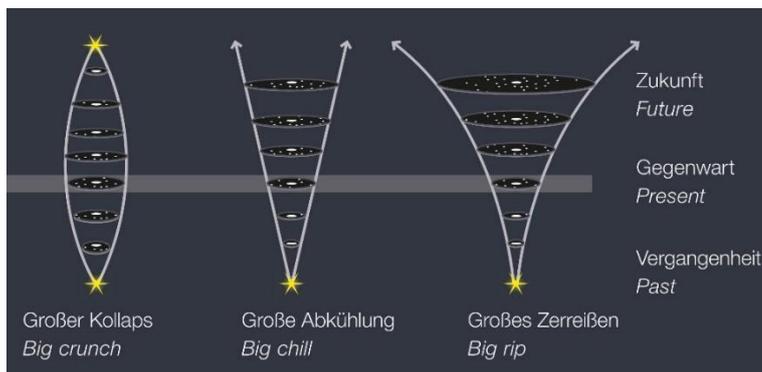
かなり難解なのですが、概要だけでもすごく面白いので、可能な限り紹介してみたいと思います。

CCCではこの宇宙はビッグチルが起こるような宇宙であり、しかもなんと「消滅と再生を永遠に繰り返している」と主張されています!しかも宇宙の始まりと終わりは同じであり、スムーズに次の宇宙への転換が行われるため、現在の宇宙にも以前の宇宙の名残が存在しているそうです!非常に長い年月が経つと、この宇宙の全ての物質がブラックホールに飲み込まれてしまうと考えられています。ですがそんなブラックホールも、更に途方もない年月が経つと蒸発して消えってしまうと考えられています。ブラックホールが蒸発すると、宇宙にあるのはブラックホールから蒸発して残った、光子などの質量を持たない素粒子のみになってしまうそうです。アインシュタインの特殊相対性理論によると、物質は速く動くほど時間の進みがゆっくりになり、周囲の空間が縮んで見えません。速度の上限である光速にもなると、もはや時間や空間という概念が存在しなくなっているそうなんです。質

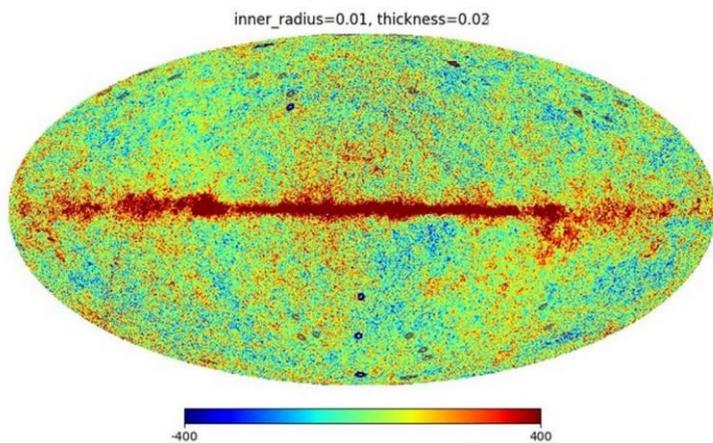
量を持たない光子などの粒子は光速で移動するため、光速で移動する粒子のみで構成された宇宙ではもはや何が時間で何が空間なのかははっきりしていません。そんな状況は、まさに宇宙が始まる前の無の空間に似ています。そのような未来の宇宙ではビッグバンが起こり、そこから新たな宇宙が始まります！このように宇宙の終わりと始まりは「同じ」なんだそうです。1つの宇宙の周期はアイオンと呼ばれ、それが延々とループしています。



Credit: NASA/WMAP Science Team



Credit: design und mehr



Credits: Daniel An, Krzysztof A. Meissner and Roger Penrose

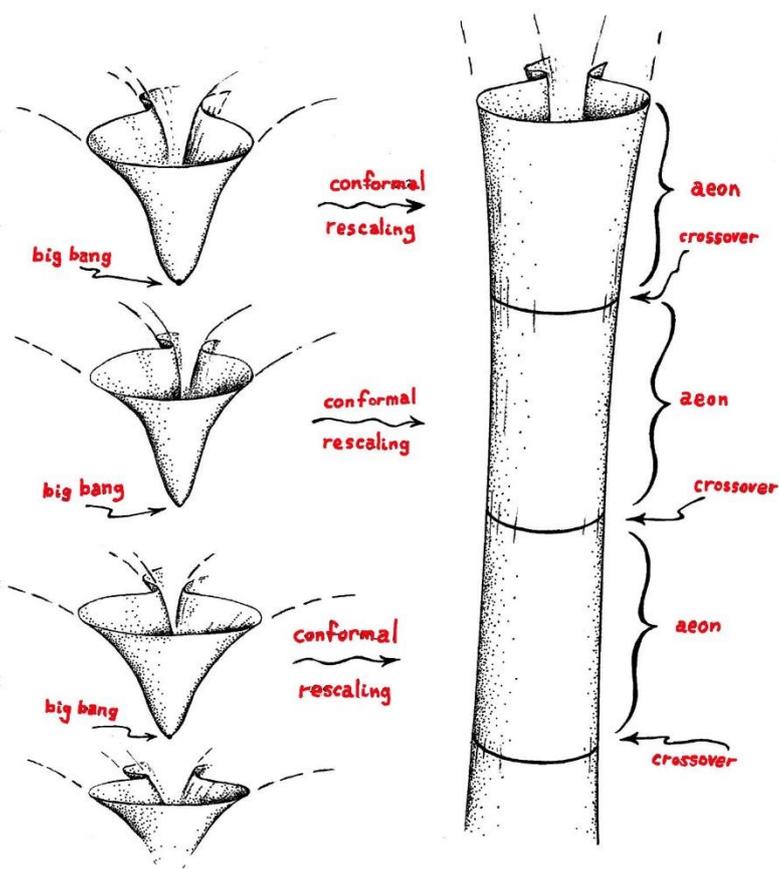
無限ループの痕跡を発見!?

この理論が仮に正しければ今の宇宙は少なくとも2代目以降の宇宙であり、今の宇宙には「ホーキング・ポイント」と呼ばれる以前の宇宙の名残が残っていると考えられています。

実は以前の宇宙から存在していた光子などの質量を持たない粒子にとっては新旧の宇宙の境界がなく、新たな宇宙にもスムーズに移動してくることができるのだとか...そのような以前の宇宙からやってきた光子は、現在の宇宙の始まりであるビッグバンの残光と考えられている宇宙背景放射に紛れ込んで存在しており、特定の模様を形成しているそうです。宇宙背景放射に紛れ込んだ以前の宇宙の名残は、「ホーキング・ポイント」と呼ばれ、それが本当に存在するのかどうか調べるため、観測が行われていました。そんな中、2019年の8月になんと20か所

のホーキングポイントが実際に発見されたら、ペンローズ博士自身の論文にて発表があり、これが共形サイクリック宇宙論の証拠であると主張されているわけなんですね！これが本当に以前存在していた宇宙からの名残であれば、とんでもない大発見となりますね。ですが宇宙背景放射はランダムでやってくるため、偶然でホーキングポイントと読み取れる模様が形成された可能性もあります。仮に本当にホーキングポイントが存在するとしたら、宇宙背景放射の中から数万個単位で発見されるはずであり、20個では統計的に有意ではない、という反論もあります。いずれにしても今回は非常に難しい話でしたが、宇宙が無限ループしていて、さらにかつての宇宙の痕跡が発見されたかもしれないというのは、本当にロマンがあるお話でした！

今回の関連で、以下の動画では「宇宙の始まりであるビッグバンは存在せず、過去が無限に続いていた」とする驚くべき説について紹介しているので、併せてご覧ください。



Credit:maths.ox.ac.uk



<https://arxiv.org/abs/1808.01740>

<https://www.forbes.com/sites/jesseshanahan/2018/08/24/did-scientists-actually-spot-evidence-of-another-universe>

<https://www.maths.ox.ac.uk/node/36137>

サムネイル : Samuel Velasco/Quanta Magazine

<https://sorae.info/space/20211126-dart.html>

NASA、小惑星に衝突させて軌道を変える探査機「DART」の打ち上げに成功 ミッ

ションは来年 9 月頃

2021-11-26

[出口 隼詩](#)

NASA は、初の「惑星防衛」の技術実証をする探査機を打ち上げました。このミッションは「DART」(Double Asteroid Redirection Test : 二重小惑星方向転換試験) と呼ばれ、探査機を小惑星へぶつけることにより、軌道変更を行う実験を実施します。探査機を搭載したスペース X 社のファルコン 9 ロケットは、日本時間 11 月 24 日午後 3 時 21 分、カルフォルニアにあるヴァンデンヴァーグ宇宙軍基地第 4 番発射台から打ち上げられました。



【▲DART ミッションで使用される探査機を搭載したファルコン 9 ロケット (Credit: NASA)】

【▲切り離される探査機 (Credit: NASA)】

その後、発射から約 55 分後にロケットからの分離に成功し、数分後には地球と最初の通信や探査機に設置されている太陽光パネルの展開も確認されました。なお、お馴染みとなったファルコン 9 ロケットの再帰還にも成功。このミッションでは、3 回目の機体を使用し、太平洋上に待機するドローン船「Of Course I Still Love You」へ着陸しました。DART は、直径 780m の小惑星ディディモス (Didymos) の衛星であるディモルフォス (Dimorphos) に探査機を衝突させて、軌道変更を行います。ミッションは、ジョンズ・ホプキンス大学応用物理学研究所がリードして実施されます。また、探査機にはイタリア宇宙機関 (ASI) が開発したキューブサット「LICIACube」が搭載され、探査機の衝突前に切り離され、衝突の瞬間を撮影する予定です。さらに 4 年後、ヨーロッパ宇宙機関 (ESA) の Hera ミッションが、両方の小惑星について詳細な調査を行う予定にもなっており、「国際的な」プロジェクトといえます。探査機は、2022 年 9 月 26 日から 10 月 1 日の間に、秒速 6.6km でディモルフォスに衝突する予定です。そして軌道の変更は、地上にある精密な望遠鏡により観測が可能であるとしています。



【▲DART 探査機の想像図 (Credit: NASA/Johns Hopkins APL/Ed Whitman)】

地球への天体衝突は私たちにとって脅威です。2013 年にはロシアで隕石が落下し、1000 名以上の負傷者が発生しました。また一方で、天体衝突を想定した SF 映画や SF 小説が古くから作られてきました。NASA 長官のビル・ネルソン氏は「DART は科学小説を科学的な事実に変えるでしょう」と述べています。

地球に接近する軌道を描く小惑星は「地球接近天体」(Near Earth Object) と呼ばれ、特に衝突の危険性が高いものは「潜在的に危険な小惑星」(Potentially Hazardous Asteroid) として追跡観測の対象となっています。万が一、小惑星が地球へ衝突する確率が高くても、衝突体をぶつけて軌道を変える「キネティック・インパクト」により

回避できるとされており、DART はこれを初めて実証するミッションです。

関連記事：[小惑星に体当たりする探査機「DART」打ち上げ準備進む](#)

Image Credit: NASA/Johns Hopkins APL/Ed Whitman

Source: [NASA/Space News/NASA Spaceflight](#) 文／出口隼詩

<https://sorae.info/space/20211126-dart-hera.html>

NASA 探査機衝突後の小惑星を観測する ESA のミッション「Hera」

2021-11-26 [松村武宏](#)



【▲欧州宇宙機関の二重小惑星探査ミッション「Hera」のイメージ図。Hera 探査機（中央）と小型探査機「Milani」（右下）および「Juventas」（右上）が描かれている（Credit: ESA/Science Office）】

【▲二重小惑星をなす小惑星「ディディモス」（奥）とその衛星「ディモルフオス」（手前）の想像図（Credit: ESA）】

【▲飛行中の DART 探査機を描いた想像図（Credit: NASA/Johns Hopkins APL）】

こちらは欧州宇宙機関（ESA）が計画している二重小惑星探査ミッション「Hera（ヘラ）」のイメージ図です。Hera では小惑星「ディディモス」（Didymos、直径約 780m）とその衛星「ディモルフオス」（Dimorphos、直径約 160m）からなる二重小惑星に探査機を送り込むことが計画されています。

ESA によると探査機の打ち上げは 2024 年 11 月、二重小惑星への到着は 2026 年後半が計画されており、探査機は半年間に渡りディディモスとディモルフオスの観測を行います。Hera ミッションには日本の宇宙航空研究開発機構（JAXA）も参加しており、小惑星探査機「はやぶさ 2」で実績のある熱赤外カメラが Hera 探査機に搭載されます。また、Hera 探査機には「Milani（ミラーニ）」および「Juventas（ユウエンタース）」という 2 機の小型探査機（いずれも CubeSat 規格の 6U サイズ）が搭載される予定で、Milani は小惑星表面のスペクトル（波長ごとの電磁波の強さ）探査を、Juventas は小惑星内部のレーダー探査を行います。実は、Hera は単独の小惑星探査ミッションではありません。Hera は惑星防衛（プラネタリーディフェンス）の技術実証を行う「AIDA

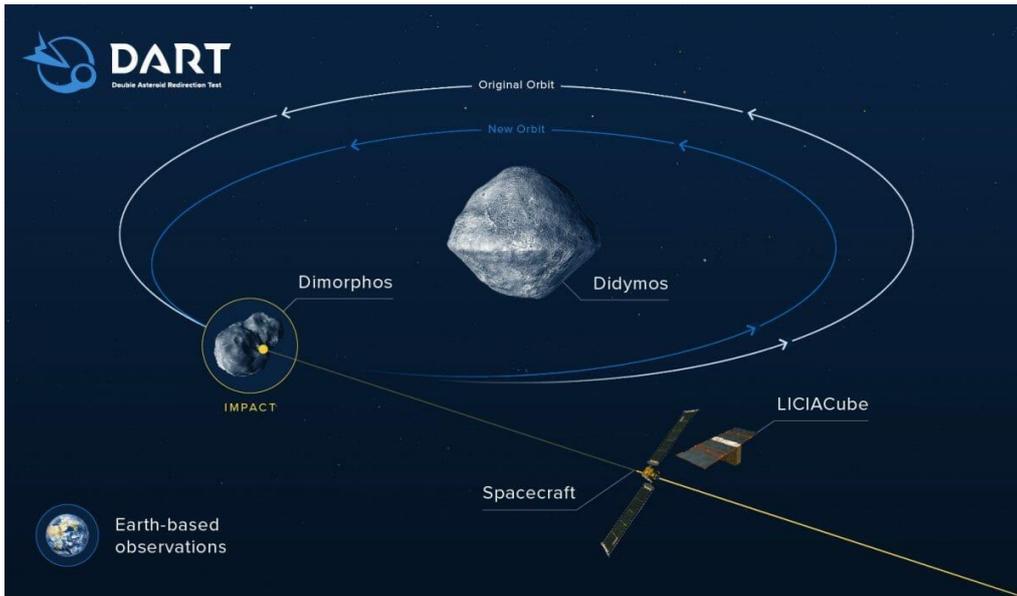
（Asteroid Impact and Deflection Assessment）という計画のもとで、先日探査機の打ち上げに成功したアメリカ航空宇宙局（NASA）の「DART」（Double Asteroid Redirection Test、二重小惑星方向転換試験）ミッションと連携して進められています。関連：[小惑星に体当たりする探査機「DART」打ち上げ準備進む](#)

惑星防衛とは、深刻な被害をもたらす天体衝突を事前に予測し、将来的には小惑星などの軌道を変えて災害を未然に防ぐための取り組みのこと。NASA の DART ミッションは、衝突体（インパクト）をぶつけて小惑星の軌道を変える「キネティックインパクト」（kinetic impact）と呼ばれる手法を史上初めて実証することを目的としています。2021 年 11 月 24 日に打ち上げられた DART 探査機はディディモスへと向かい、2022 年 9 月下旬～10 月上旬の期間中にその衛星ディモルフオスへと秒速 6.6km で衝突します。

NASA や ESA によると、太陽を公転する二重小惑星の軌道そのものは変わらないものの、DART 探査機の衝突によってディモルフオスの軌道はディディモスへとわずかに近付くように変化し、その様子は地球からの観測でも検出できると予想されています。ただ、ディモルフオスの正確な質量、組成や内部の構造、DART 探査機の衝突によって生じるクレーターの大きさや形状といった情報は、地球からの観測だけではわかりません。

そこで登場するのが ESA の Hera 探査機です。DART が衝突した後の二重小惑星へ探査機を送り込むことで、これらの情報を現地で直接得ようというわけです。冒頭の画像には 2 つの小惑星も描かれていますが、画像右側に

ある小さいほうのディモルフォスには、DART 探査機の衝突で生じるはずのクレーターも描かれています。地球に衝突しそうな小惑星の軌道を変えて、衝突を回避する。今はまだフィクションでしか成し得ないことですが、DART がキネティックインパクトを実践し、その結果を Hera が調査する AIDA 計画の取り組みは、惑星防衛に有効とされる小惑星の軌道変更技術の確立につながると期待されています。



【▲DART のミッションを解説したイラスト。探査機 (Spacecraft) が衝突することで、ディディモス (Didymos) を周回するディモルフォス (Dimorphos) の軌道が変化する (白→青) と予想されている (Credit:NASA/Johns Hopkins APL/Steve Gribben)】

関連 : [NASA、小惑星に衝突させて軌道を変える探査機「DART」の打ち上げに成功 ミッションは来年9月頃](#)
Image Credit: ESA Source: [ESA](#) / [JAXA](#) 文/松村武宏

https://news.biglobe.ne.jp/trend/1123/kpa_211123_0463488532.html

小惑星衝突だけではない。人類は宇宙からやってくる病原菌の侵略にも備えなければならぬ



photo by Pixabay

photo by iStock

photo by iStock

宇宙からもたらされる地球の危機と言え、小惑星の衝突が真っ先に思い浮かぶだろう。事実、NASA は[地球防衛ミッション](#)をテスト中だ。だが、他にも圧倒的脅威が存在するという。

地球外生命体の侵略だ。ここでいうのはグレイのようなエイリアンなどではなく、微生物レベルの小さな生命体だ。オーストラリアの侵略生物学者たちは、宇宙に運ばれた地球の微生物が宇宙で突然変異し、恐ろしい病原菌となって地球に戻って来ることを懸念しており、地球を守るため、より高度な体制を整えねばならないと警鐘を鳴らしている。この論文は『[BioScience](#)』(21年11月17日付)に掲載された。

・宇宙へ運ばれた地球の生命体が究極変異を遂げ地球に戻る危険性

数年後には[宇宙ホテルの建設](#)や[成層圏での結婚式サービス](#)が始まるように、近い将来、宇宙がもっと身近になるであろう気配はそこかしこから感じられる。だが、宇宙時代へ向けた進展は、少々先走りすぎているのでは

ないかと、懸念する専門家もいる。宇宙旅行が当たり前のものになる前に、きちんと宇宙のバイオセキュリティを整えておかねば、危険なエイリアンの襲撃を受ける恐れがあるというのだ。もちろん、現段階で地球外生命体は発見されていない。ゆえに、まったく未知の生命体が地球に襲来する危険性は低いかもしれない。

より現実的なのは、宇宙へと運ばれた地球の生命体が宇宙で変異し、それを逆輸入するというシナリオだ。

宇宙では、微生物の遺伝子に突然変異が起きやすいことが知られている。たとえば、微重力下の「大腸菌」を 1000 世代ほど観察した研究では、それらが抗生物質への抵抗力を身につけたことが確認されている。

もし、そんな細菌が宇宙から地球へ持ち込まれてしまったら、SF の世界で描かれているような恐ろしい事態になるかもしれない。

・地球の生物を宇宙に持ち込むことで生じるリスク

地球の生物を宇宙に持ち運んでしまうリスクは現実的なものだ。たとえば、宇宙船の組み立てに使われていた NASA のクリーンルームでは、非常に強い耐性を身につけた細菌が発見されている。また人間が何らかの目的で生物を宇宙に連れて行くこともある。2019 年に月に墜落したイスラエルの宇宙船には、最強の生命力を誇るクマムシが乗せられていた。墜落の衝撃は、人間ならひとたまりもないかもしれない。だが、そのクマムシについては、[まだ生きている可能性](#)が指摘されている。

・宇宙でのバイオセキュリティの重要性

オーストラリア、アデレード大学の侵略生物学フィル・キャシー氏は、「起きる可能性は低くても、重大な結果をもたらす恐れのあるリスクは、バイオセキュリティ管理の中心に据えおくべき対象です」と述べる。

宇宙の科学研究を促進するために設立された国際機関「国際宇宙空間研究委員会 (COSPAR)」には、地球防衛に特化した部門が存在する。だが、そのメンバーに地球外生物侵略の専門家はいない。キャシー氏は、これは重大な見落としであると指摘。「地球”外”生物による地球”内”汚染」や「地球”内”生物による地球”外”汚染」に対応するための制度が必要であると主張する。・宇宙の生物汚染を防ぐことはできるか？ 一度広まってしまったものに対処するのは容易なことではない。火星などでパンデミックが起きてから対応するよりも、それが起きないように未然に防ぐ方がずっと楽だ。その一方で、地球の微生物を完全に地上に封じ込めておくなど、現実には不可能ではないかという意見もあるようだ。人間が移動すれば、必然的に微生物を連れて行くことになるからだ。はたして地球と地球外のバイオハザードを防ぐことはできるのか？ 宇宙は「バイオセキュリティ・リスクの次なるフロンティア」であると、専門家は警鐘を鳴らしている。

研究論文：[BioScience | Oxford Academic : Planetary Biosecurity: Applying Invasion Science to Prevent Biological Contamination from Space Travel |](#)

References:[Alien organisms - hitchhikers of the galaxy?](#)/ written by hiroching / edited by parumo

<https://mag.executive.itmedia.co.jp/executive/articles/2111/26/news081.html>

日本初の月面着陸へ超小型探査機打ち上げ JAXA

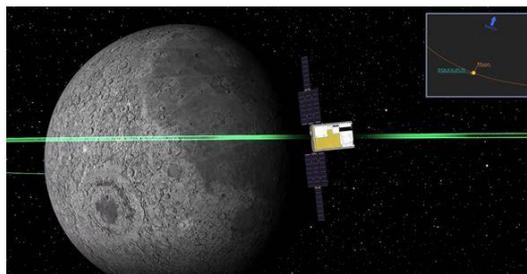


宇宙航空研究開発機構は 25 日、来年 2 月以降に、米航空宇宙局が開発中の月に向かう次世代宇宙船「オリオン」の無人試験飛行に合わせ、超小型探査機を 2 基打ち上げると発表した。月探査に向けた調査や技術実証などが目的で、1 基は日本の探査機としては初の月面着陸にも挑戦する。 [産経新聞]

宇宙航空研究開発機構 (JAXA) は 25 日、来年 2 月以降に、米航空宇宙局 (NASA) が開発中の月に向かう次世代宇宙船「オリオン」の無人試験飛行に合わせ、超小型探査機を 2 基打ち上げると発表した。月探査に向けた調査や技術実証などが目的で、1 基は日本の探査機としては初の月面着陸にも挑戦する。

2 基は「OMOTENASHI (オモテナシ)」と「EQUULEUS (エクレウス)」で、JAXA と東京大が共同開発。縦 20 センチ、横 30 センチ、高さ 10 センチ程度の超小型探査機で、オリオンを打ち上げる NASA の新型ロケット「SLS」に相乗りし、打ち上げ後は独自に月に向かう。オモテナシは、固体ロケットを搭載し軌道制御しながら

ら月への着陸を目指す探査機で、将来の有人探査に備えて飛行中に地球から月周辺までの放射線の計測も行う。エクレウスは、太陽や月の重力を利用し、物流の拠点となる「宇宙港」の設置が検討されている月の裏側の地点まで効率的に到達することを目指す。月面に降ってくる隕石（いんせき）の大きさや頻度なども調べる。



月面着陸する探査機「オモテナシ」のイメージ（JAXA 提供）

月に近い付近を飛行する探査機「エクレウス」のイメージ（JAXA 提供）

JAXA が開発した月周回衛星「かぐや」や、現在開発中の日本初の無人月面着陸機「SLIM」（スリム）などの中・大型探査機と比べ、超小型探査機は大幅なコスト削減が可能となり、民間や大学などに探査の間口を広げること期待できる。JAXA は「超小型探査機による新たなミッションの創出、技術開発実証を行っていきたい」としている。

<https://news.yahoo.co.jp/articles/d17006506919df1e6c5e5e7f6643b958b935eebf>

新潟で観測された赤いオーロラ 観測記録などを展示 「赤いオーロラ」展 新潟大学



11/26(金) 19:20 配信

TONY テレビ新潟

https://news.biglobe.ne.jp/domestic/1126/ym_211126_4976025363.html

新潟において観測されたオーロラの観測記録などを展示する企画展「新潟の赤いオーロラ」が、新潟大学・旭町学術資料展示館で開催されています。館内には“日本でも見える赤いオーロラ”について広く知ってもらおうと、過去に新潟大学のチームにより観測されたオーロラに関する論文や、気象台の観測図、当時の新聞記事などが展示されています。新潟大学によりますと太陽活動の活発な時期には、日本のような緯度の低い地域でもしばしばオーロラが観測されることがあるということです。北の空が暗赤色に染まり巨大で幕のようなオーロラが観測されるといいます。「低緯度オーロラ」と呼ばれ1958年には新潟で赤いオーロラが観測されました。新潟県内では1770年以降に確認され、かつ記録として残されているオーロラ観測は5例あるとされ、直近では1989年10月に観測されました。この時は新潟市では肉眼では見えなかったといいますが、新潟大学のチームが写真を撮影しています。企画展「赤いオーロラ」は12月19日（日）まで開催されます。

https://news.biglobe.ne.jp/domestic/1126/ym_211126_4976025363.html

ISSから帰還の「宇宙シイタケ」、地上で栽培始まる 11月26日（金）23時43分読売新聞

“宇宙旅行”後に桐生市の「森産業」で増やされたシイタケの種駒が、岩手県洋野町に届けられ、同町で栽培が始まった。来年10月には収穫できる見込みだという。シイタケの宇宙旅行は、東日本大震災の被災地復興を宇宙から発信する「東北復興宇宙ミッション」の一環として、特産とする同町が同社に協力を依頼して実現した。今年6月に国際宇宙ステーション（ISS）へ打ち上げられたロケットにシイタケの種駒が積み込まれた。約1か月の滞在後、米・フロリダ沖で回収された7ミリ四方の種駒2個が、同社に持ち込まれ、約4か月間の培養で約3000個に増加した。種駒は同町に届けられ、15日に町立宿戸小学校で帰還式を実施。児童たちは

原木に種駒を打ち付ける「駒打ち」を体験した。今後、同町は「宇宙シイタケ」として売り出すことを検討している。 ミッションを主催した一般財団法人「ワンアース」(茨城県龍ヶ崎市)の長谷川洋一代表理事(59)は「宇宙シイタケが懸け橋となり桐生と洋野の子どもたちの交流が広がるきっかけになれば」と期待している。

https://news.biglobe.ne.jp/economy/1126/pts_211126_7724372893.html

高校生でも人工衛星を飛ばせる-人工衛星の開発・運用にチャレンジする「宇宙教育プロジェクト」発足の裏側

11月26日(金)9時52分 [PR TIMES STORY](#)

君よ、“宇宙に”大志を抱け。クラーク記念国際高等学校は、高校生が人工衛星の開発・運用にチャレンジするという前代未聞のプロジェクトを立ち上げました。高校として人工衛星や宇宙に取り組むのはなぜか。プロジェクト担当者である業務推進部広報課課長の成田康介とプロジェクトに参加している生徒から、プロジェクト発足の裏側を聞きました。



写真=2021年7月1日に行われたクラーク記念国際高等学校の「宇宙教育プロジェクト」記者会見。左から鈴木梨々子さん(クラーク記念国際高3年)、[山崎直子](#)さん(宇宙飛行士)、山根充輝さん(クラーク記念国際高1年)、中須賀真一さん(東京大学大学院工学研究科教授)、甘露寺さくらさん(クラーク記念国際高2年)、永崎将利さん(Space BD株式会社表取締役社長)、鈴木海仁さん(クラーク記念国際高2年)

写真=宇宙教育プロジェクトについて語る業務推進部広報課課長の成田康介

写真=記者会見に臨む甘露寺さくらさん(クラーク記念国際高2年)

写真=記者会見で着用した青いジャケット。生徒の手で一つひとつ宇宙教育プロジェクトのロゴワッペンが縫いつけられた

クラーク記念国際高等学校は1992年に開校した日本最大の通信制高校。日本とオーストラリアに50カ所以上の拠点があり、約1万人の生徒が学んでいます。通信制でありながら学校に通う頻度を選択でき、多くの生徒が制服を着て週5日登校しています。モットーは「夢・挑戦・達成」。教科学習だけでなく、一人ひとりが興味のある分野を学べるのが特長です。総合進学コースやインターナショナルコースのほか、パフォーマンス、eスポーツ、ロボティクス、食物栄養、美術デザインなど多彩なコースや専攻があり、生徒たちは好きな勉強にとことん打ち込んでいます。

「高校生でも人工衛星を飛ばせる」

今年、開校30周年記念事業の一環として「宇宙教育プロジェクト」がスタート。発端は、小惑星探査機「はやぶさ2」の帰還というニュースでした。2020年12月、はやぶさ2が地球に帰還して小惑星リュウグウで取得したサンプルを分離し、その後また新たな宇宙の旅へと飛び立つ。そのニュースを見て、クラーク記念国際高を運営する学校法人創志学園の専務執行役員である増田は胸を躍らせました。「宇宙こそが、今の時代にもっとも多くの人をワクワクさせる題材だ」そう直感した増田は、クラーク記念国際高の業務推進部広報課課長の成田に「学校教育に宇宙という題材を取り入れ、クラーク国際生が夢中になって取り組むことで社会全体を明るくできないだろうか」と持ちかけました。「クラーク国際は通信制高校のパイオニアであり、校長の[三浦雄一郎](#)がエベレスト世界最高齢登頂記録を達成したり、野球部が創部わずか3年で夏の甲子園大会に出場を果たすなど、これまでにさまざまな明るい話題を世の中に発信してきました。常に新しいことに挑戦してきた学校だからこそ、コロナ禍で暗くなっている日本全体を明るくしたいと私自身も考えていましたので、“宇宙+教育、という増田の

発想に私も大きな可能性を感じました」と、成田は振り返ります。 壮大なプロジェクトに学校として踏み出す決定打となったのは、増田が知人を介して知り合った宇宙飛行士の山崎直子さんのアドバイスでした。

「高校生でも人工衛星を飛ばせますよ」

めざすは、高校生たちによる人工衛星の開発と運用。小型人工衛星開発の第一人者である東京大学大学院工学研究科の中須賀真一教授の指導、宇宙における総合的なサービスを提供する宇宙商社®Space BD 株式会社の支援も決まり、山崎直子さんをプロジェクトアンバサダーに迎えて、宇宙教育プロジェクトは動き出しました。

宇宙の環境問題に取り組みたい

中須賀教授から宇宙について特別授業を受ける中で、生徒たちが強い関心を持ったのはスペースデブリ（宇宙ゴミ）の問題でした。使用済み、または故障してしまった人工衛星やロケットの破片はスペースデブリとして軌道上を浮遊し続けます。スペースデブリが人工衛星などの危機に衝突すると故障につながるほか、人類の宇宙進出計画にも大きな妨げとなります。また、地球に落下して人的被害や建物の損傷をもたらすこともあります。

「こうした宇宙の環境問題に取り組みたいと生徒たちは考えています。生徒たちが考えたミッションは今後正式に発表される予定です」（成田）

生徒主体の記者会見。その舞台裏とは

クラーク記念国際高校ではほとんどの年間行事を生徒が主体となって行いますが、今年7月1日に行われた宇宙教育プロジェクトを発表する記者会見の司会進行も生徒たちによるもの。国内外に広く自分たちの取り組みを伝えるため、生徒たちは2週間前から練習を重ねて会見に臨みました。 記者会見には多くの報道陣が集まるし、クラーク記念国際高校の全キャンパスにもオンラインで配信される。英語が得意なことを評価され、会見では日本語と英語の両方を使ったスピーチを任されていた2年生の甘露寺さくらさんは、プレッシャーに押しつぶされそうになったといいます。「怖くなってしまって、お弁当ものどを通らなかつたです」（甘露寺さん）

台本を何度も読みこんで一生懸命練習してきたが、直前のリハーサルではどうしても言葉が出てこなかった。苦しむ甘露寺さんに声をかけたのは、記者会見で司会を務める3年生の鈴木梨々子さんと、1年生の山根充輝さんだった。「さくらちゃんなら大丈夫だよ」（鈴木さん）「大丈夫です。ちゃんとフォローします」（山根さん）

そのときのことを甘露寺さんはこう振り返る。「梨々子先輩はいつも励ましてくれるし、山根くんは1年生なのにすごく頼もしいなと思った。うれしかったです」 緊張で頭は真っ白。それでも友人たちに励まされ、会見本番、甘露寺さんは次のように力強くスピーチした。「私たちはこのプロジェクトを通して一人でも多くの人に楽しんでもらいたいです。昨今パンデミックで気持ちが落ち込む状況が続いていますが、私たちが打ち上げる人工衛星のように人々の心を盛り上げたいです」 子どもの頃から天体望遠鏡で星を見ることが大好きだったという甘露寺さん。もともと人前で話すことはあまり得意ではなかったが、今回の記者会見のように、宇宙という大きな夢に挑戦する姿を広く発信していく経験を将来につなげたいと考えています。

「海外には、聞く人のモチベーションを高めるためのスピーチをする“モチベーションスピーカー”という仕事があります。宇宙教育プロジェクトでの経験を生かして、夢に向かってがんばる人の背中を押すようなモチベーションスピーカーをめざしたいです」 記者会見には、宇宙飛行士の山崎直子さん、東京大学大学院工学研究科の中須賀真一教授、Space BD 株式会社の永崎将利代表取締役社長ら、プロジェクトの外部協力者も登壇。のちに山崎直子さんは、「生徒さんたちが自ら司会をしたり発表したりして、自分たちの手ですばらしい会見をつくりあげていることに感動しました」と生徒たちに感想を伝えました。 登壇者全員が着用したおそろいの青いジャケットにもストーリーがある、と成田は話します。「宇宙をイメージさせるものが重要だと思って、青いジャケットを探して買いそろえました。胸には、クラーク宇宙教育プロジェクトのロゴワッペンを生徒たちが一つひとつ縫いつけました。みんなの想いがつまった手づくりのジャケットなんです」

数十年後、宇宙で暮らす未来に向けて

宇宙教育プロジェクトについて、「高校生が人工衛星を飛ばして終わりではない」と成田は強調します。

「いまは宇宙に強い関心をもっている有志の生徒たちが部活動として人工衛星の開発や、プロジェクトの広報活

動を行っているが、次の段階としてはこの経験値を生かし、クラーク国際の全生徒が受けられる宇宙をテーマにした探究学習プログラムを開発したい。クラーク国際生が小学生に宇宙のおもしろさを伝えるフォーラムも開催したいですね」 NASAは、2024年に月に人類を送る「アルテミス計画」を進めています。その後、ゲートウェイと呼ばれる中継地点を整備することによって、人類は近い将来、月や火星で生活できるようになるといい、2050年には100万人が火星に移住する計画もあります。そんな未来を前に、成田課長は究極のビジョンを語ってくれました。「20年後、30年後、40年後、実際に宇宙へ行く生徒もいるかもしれない。さらに、人類が宇宙で暮らすということは、生活に必要なものをすべて宇宙空間で調達しないといけないということ。あらゆる職業が宇宙空間で必要になってきます。そうした意味でも、将来何らかの形で宇宙に関わる生徒は多いと思います。いまからいろいろな知識を吸収して、宇宙関連のなかでも自分はどのような分野に関わりたいのか、どんなことで貢献したいのか考えてほしい」 **未来は星のように輝き、高校生たちの挑戦を待っています。**

今後のプロジェクトの予定については、随時プレスリリースや、特設サイトよりご報告させていただきます。

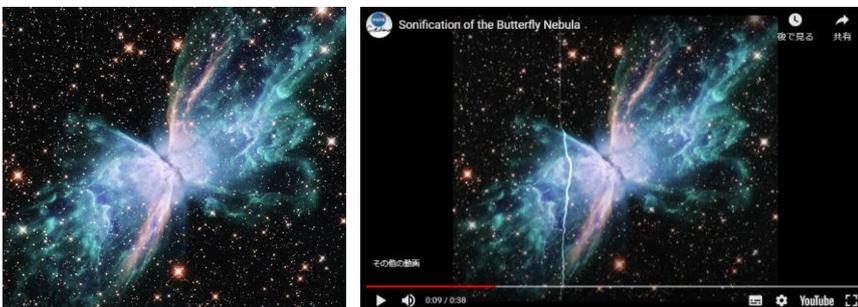
宇宙教育プロジェクト 特設サイト：<https://sp.clark.ed.jp/space/>

[行動者ストーリー詳細へ](#) [PR TIMES STORY トップへ](#)

<https://sorae.info/astromy/20211121-ngc6302-butterfly.html>

宇宙の蝶を耳で聴く。NASAがハッブル撮影の「バタフライ星雲」を音に変換

2021-11-21 [松村武宏](#)



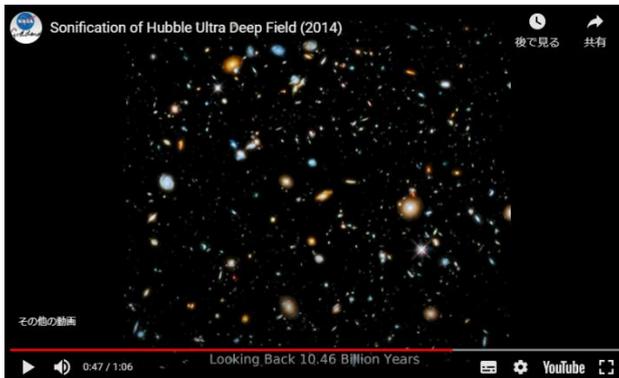
【▲惑星状星雲「NGC 6302」、別名「バタフライ星雲」(Credit: NASA, ESA, and J. Kastner (RIT))】

▲Sonification of the Butterfly Nebula▲ (Credit: Sonification: SYSTEM Sounds (M. Russo, A. Santaguida))

こちらは「さそり座」の方向およそ4000光年先にある「NGC 6302」、別名「バタフライ星雲」と呼ばれる惑星状星雲です。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・紫外線の観測データをもとに作成されました。**惑星状星雲とは、太陽のように超新星爆発を起こさない比較的軽い恒星が赤色巨星になった頃に周囲へ放出したガスによって形成された天体で、赤色巨星から白色矮星へと進化していく熱い中心星が放射する紫外線によってガスが電離することで輝くとされています。**アメリカ航空宇宙局(NASA)によると、NGC 6302の蝶の羽のように見える部分はガスが摂氏2万度以上に加熱されている領域で、時速60万マイル(約96万6000km)以上という速度で広がっているといいます。このバタフライ星雲の壮大な眺めを「音」に変換して30秒ほどの短い動画にまとめた作品を、NASAのゴダード宇宙飛行センターが公開しています。まずはその音をお楽しみ下さい。音で表現されたバタフライ星雲は、オルゴールのように画像の縦方向を音の高さ・横方向を時間の流れに置き換えた上で、音の強弱で明るさを表現。また、天体の違いを聞き取れるように、星雲と星々には異なる音色が割り当てられています。

このように非言語音を使って画像などの情報を伝える手法は「ソニフィケーション」(可聴化)と呼ばれています。なお、NASAはこれまでも天体画像を音に変換した作品を幾つか公開しています。こちらの動画はその一つで、2014年に公開された「ハッブル・ウルトラ・ディープ・フィールド(2014)」(Hubble Ultra Deep Field (2014))を音に変換したものです。ハッブル宇宙望遠鏡が捉えたおよそ1万もの銀河を地球から近い順に表示しつつ

音を鳴らすというシンプルなもので、宇宙の広大さと歴史の長さを視覚と聴覚の両方で感じることができます。



▲ Sonification of Hubble Ultra Deep Field (2014) ▲

(※動画中の 1 Billion Years=10 億年。Credit: Sonification: SYSTEM Sounds (M. Russo, A. Santaguida))

関連：[聴いてみよう！ ハッブル宇宙望遠鏡が撮影した無数の銀河を「音」に変換](#)

Image Credit: NASA, ESA, and J. Kastner (RIT)

Sonification Credit: SYSTEM Sounds (M. Russo, A. Santaguida)

Source: [ゴダード宇宙飛行センター](#) 文／松村武宏

<https://sorae.info/astromy/20211122-variable-star.html>

天の川で 10000 個の新しい変光星を発見 市民天文学の活躍と期待



2021-11-22 [吉田 哲郎](#)

【▲ボランティアの市民天文学者が、天の川で約 1 万個の新しい変光星を発見 (Credit: Shutterstock)】

科学はプロの（職業的な）科学者だけで研究が行われているわけではありません。とくに天文学はアマチュア科学者の研究活動が活発な科学分野として知られています。彗星や小惑星の発見、変光星の観測などはアマチュア研究者に支えられている部分が多いと言われています。一般的にこのような研究活動は「シチズンサイエンス」(citizen science：市民科学)と呼ばれています。天文学分野のシチズンサイエンスに携わっている人たちは「アマチュア天文学者」「市民天文学者」と呼ばれることが多いようです。オハイオ州立大学によると、世界中の望遠鏡の観測データを解析しているボランティアの市民天文学者が、今年、天の川で約 1 万個の新しい変光星を発見（特定）したことが、最近の論文で明らかになりました。ボランティアは、1 月から「ASAS-SN」(All-Sky Automated Survey for Supernovae) と呼ばれる超新星の全天自動検索システムのデータを調査しています。この検索システムは、オハイオ州立大学の研究者によって運営されています。論文によると、3100 人以上のボランティアが、10 万本以上の「光度曲線」(天文学者が天体を識別するための重要なデータ)に対して、約 83 万 9 千件の分類を行いました。変光星とは、時間とともに明るさが変化する星のことで、わたしたちが見ている星の光は一定とは限りません。市民天文学者たちは、1 つの星がもう 1 つの星の前を通過することによって変光する「食変光星」(食連星)、星自身が膨張・収縮することで変光する「脈動変光星」、星の自転に伴って変光する「回転変光星」に大別することにしました。データが星以外の何かである場合は「ジャンク」に分類しました。例えば、地球の低軌道にある人工衛星は、望遠鏡に映る星の光を妨害してしまうので、人工衛星からのデータはジャンクに分類され

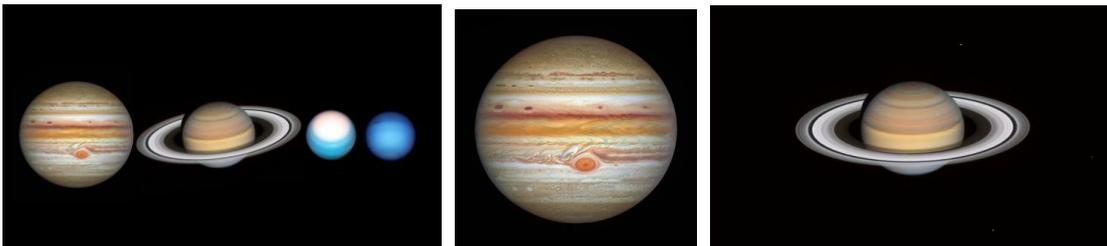
ます。光度曲線が他のクラスの変光星に当てはまらない場合、データを「不明」とマークしました。

市民天文学者たちが分類した星の中には、以前に同定されたものもあり、オハイオ州立大学の研究者たちは、ボランティアがどの程度正確であるかを確認することができたということです。この論文の筆頭著者であり、ASAS-SNのアナリストである Collin Christy 氏は「データの中から食変光星や脈動変光星を見つけるのがとても上手でした」と述べています。また、データのユーザーはジャンクデータを簡単に見分けることができたということです。このプロジェクトは、ASAS-SN がこれまで行ってきた、ブラックホールやその他の宇宙現象を探するための活動に基づいています。ASAS-SN の望遠鏡は最近アップグレードされ、新しい変光星や超新星などの天体を探するために、より深く宇宙を見ることができるようになりました。これまでの ASAS-SN のデータ解析は、主にコンピュータによる機械学習アルゴリズムを用いて行われてきました。「私たちの主な目標は、データを公開し、科学をより幅広い人々のコミュニティと共有することです。もちろん、データから研究成果を引き出したいと考えていました」と、オハイオ州立大学の博士課程の学生であり研究員でもある、論文の共著者の Tharindu Jayasinghe 氏は語っています。「一般の人々が科学に貢献し、科学者と一般の人々がこのプラットフォームで交流しています。ユーザーが私たちに質問し、私たちがそれに答えることで、信頼関係を築くことができるのです。つまり、双方にメリットがあるのです」市民天文学者たちの活動は、機械学習アルゴリズムの改良にも役立っています。「人間の目は、これまでの機械よりもはるかに優れた方法で異常を発見し、それを研究チームに報告することで、本当に偉大な発見をすることができます。チャンスを与えれば、人間はとても素晴らしいことができるのです」日本でも、国立天文台よる市民天文学プロジェクト「[GALAXY CRUISE](#)」(ギャラクシークルーズ)がよく知られています。 Image Credit: Getty Images Source: [Ohio State University](#) / [論文](#)、[NHK](#) 文/吉田哲郎

<https://sorae.info/astronomy/20211123-hubble.html>

ハッブルが撮影した「木星・土星・天王星・海王星」2021年の最新画像公開！

2021-11-23 [松村武宏](#)



【▲ハッブル宇宙望遠鏡が2021年に撮影した木星・土星・天王星・海王星 (Credit: NASA, ESA, A. Simon (Goddard Space Flight Center), and M.H. Wong (University of California, Berkeley) and the OPAL team)】

【▲ハッブル宇宙望遠鏡が撮影した木星。2021年9月4日撮影 (Credit: NASA, ESA, A. Simon (Goddard Space Flight Center), and M.H. Wong (University of California, Berkeley) and the OPAL team)】

【▲ハッブル宇宙望遠鏡が撮影した土星。2021年9月12日撮影 (Credit: NASA, ESA, A. Simon (Goddard Space Flight Center), and M.H. Wong (University of California, Berkeley) and the OPAL team)】

こちらは「ハッブル」宇宙望遠鏡が撮影した木星・土星・天王星・海王星の画像を一つにまとめたものです (※縮尺は統一されていません)。1990年に打ち上げられてから2021年で31周年を迎えたハッブル宇宙望遠鏡は、スペースシャトルによる5回のサービスミッションを経て今も現役で観測を続けており、天文学の発展に貢献し続けています。これらの画像はいずれも2021年にハッブル宇宙望遠鏡の「広視野カメラ3 (WFC3)」を使って撮影されたもので、太陽系の巨大な惑星たちの大気の変化を捉える「OPAL (Outer Planet Atmospheres Legacy)」プログラムのもとで取得されました。各惑星の現況とともに、ハッブルが撮影した画像を順に見てみましょう。木星の画像は2021年9月4日に撮影されました。画像の中央付近に捉えられている木星最大の特徴「大赤斑」

は、その風速が加速していることが最近の研究で明らかになりました。その大赤斑のすぐ北には、オレンジ色をした赤道帯の雲が広がっています。欧州宇宙機関（ESA）やハッブル宇宙望遠鏡を運用するアメリカの宇宙望遠鏡科学研究所（STScI）によると、赤道帯の従来は白やベージュであり、ここ数年見られるようになったオレンジ色は珍しいのだとか。研究者は赤道帯から赤みを帯びたヘイズの層が失われると予想していたものの、オレンジ色が持続していたことに驚いたといいます。関連・[木星の大赤斑が最近「加速」していることが判明](#)
・[木星とエウロパのツーショット。ハッブル宇宙望遠鏡が撮影した最新画像](#)（2020年8月に撮影された木星の画像を掲載）

・[ハワイと宇宙から赤外線・可視光線・紫外線で撮影された木星の姿](#)（2017年1月に撮影された木星の画像を掲載）

土星の画像は2021年9月12日に撮影されました。環の上側に見える茶色い北半球の雲と、環の下側に一部が見えている青みを帯びた南半球の雲。南北の雲の色の違いが印象的です。

ESAやSTScIによると、秋を迎えた土星の北半球では雲の色が急速かつ極端な変化を示しているといいます。たとえば、土星の北極周辺では流れる雲の帯が六角形を形作っていることが知られていますが、2020年にハッブルが撮影した画像ではこの六角形が識別しづらかったものの2021年に撮影されたこの画像では再び識別できるようになったとされています。関連・[環が美しい土星の最新画像](#) [ハッブル宇宙望遠鏡が2020年7月に撮影](#)
・[巨大な嵐に不思議な六角形、カッシーニが撮影した土星の北極](#)



【▲ハッブル宇宙望遠鏡が撮影した天王星。2021年10月25日撮影（Credit: NASA, ESA, A. Simon (Goddard Space Flight Center), and M.H. Wong (University of California, Berkeley) and the OPAL team)】

【▲ハッブル宇宙望遠鏡が撮影した海王星。2021年9月7日撮影（Credit: NASA, ESA, A. Simon (Goddard Space Flight Center), and M.H. Wong (University of California, Berkeley) and the OPAL team)】

天王星の画像は2021年10月25日に撮影されました。ハッブル宇宙望遠鏡は近年、北極を中心に白く巨大な雲の帽子をかぶっているような天王星の姿を捉えています。

ESAやSTScIによると、春の天王星の北半球では太陽からの紫外線がより多く吸収されるようになったことで、北極域の明るさが増しているようだといいます。研究者は大気中のメタンガス濃度の変化やヘイズのもとになる粒子の特性、それに気流のパターンから北極を覆う雲が明るくなる理由を調べています。

また、明るさは増しているものの、雲が覆う範囲に変化はみられないようです。OPALプログラムにおける過去数年間の観測でも雲の南端の緯度は43度で一定だったといい、ジェット気流が障壁として働いているのではないかと考えられています。

関連・[ポップなキャンディーみたい。巨大な雲を纏った天王星](#)（2019年2月に公開された天王星の画像を掲載）

海王星の画像は2021年9月7日に撮影されました。近年の海王星では白く明るい雲が出現している様子がハッブル宇宙望遠鏡によって捉えられていましたが、今年撮影された画像には明るい雲がほとんど見られず、STScIでは1989年に惑星探査機「ボイジャー2号」が撮影した画像を彷彿とさせるとしています。

画像の左上、海王星の北半球には「暗斑」が1つ見えています。STScIによるとこの暗斑は2020年にも撮影されており、通常は中緯度から赤道へ移動しながら消滅するはずなのに、何らかの理由で動きが反転して消滅しな

かった暗斑と同じものようです。また、海王星の南半球には、南極を取り囲むような暗くて細い円形の模様が現れているといいます。関連 ・[海王星の新たな謎、移動して消えると思われた暗斑が予想外の U ターン](#) (2020 年 1 月に撮影された海王星の画像を掲載)

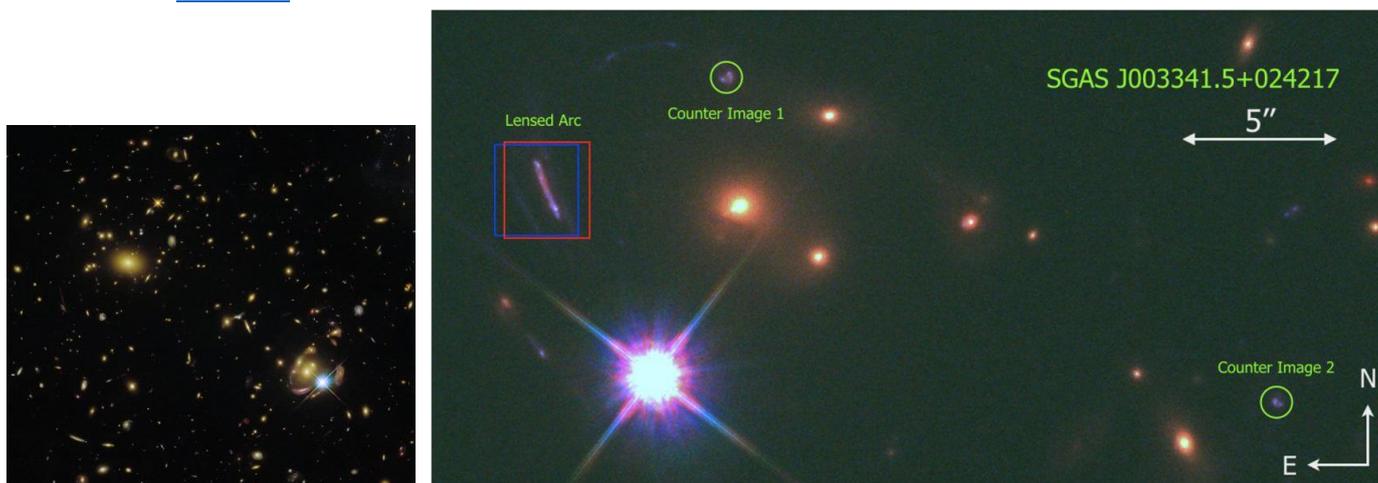
なお、ハッブル宇宙望遠鏡では今年 10 月下旬に搭載機器のデータ同期に関する不具合が生じ、観測機器がセーフモードに切り替わりました。運用チームは原因の特定と並行して機器の復旧作業に取り組んでいます。アメリカ航空宇宙局 (NASA) によると 11 月 7 日から「掃天観測用高性能カメラ (ACS)」が科学観測を再開しており、11 月下旬には広視野カメラ 3 の復旧が試みられる予定です。

Image Credit: NASA, ESA, A. Simon (Goddard Space Flight Center), and M.H. Wong (University of California, Berkeley) and the OPAL team Source: [STScI](#) / [ESA/Hubble](#) / [NASA](#) 文／松村武宏

<https://sorae.info/astronomy/20211124-sgass0033-02.html>

“うお座”で輝く「1 つの銀河の 3 つの像」 ハッブル宇宙望遠鏡が撮影

2021-11-24 [松村武宏](#)



【▲重力レンズ効果を受けた銀河「SGAS 0033+02」とその周辺の様子 (Credit: ESA/Hubble & NASA, E. Wuyts)】

【▲重力レンズ効果を受けた SGAS 0033+02 の 3 つの像の位置を示した図 (Credit: Travis C. Fischer et al.)】

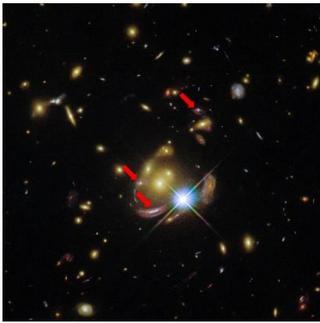
こちらは広大な夜空のほんの一部、「うお座」の一角を撮影した画像です。撮影された範囲は一辺の長さが満月の視直径 (見かけの直径、約 0.5 度) の 15 分の 1 程度なのですが、画像には実に多くの銀河が捉えられています。画像の右下には白く輝く明るい星が写っていますが、そのすぐ左側には、画像の下に向かって押し曲げられたように弧状にゆがんだ天体が写っています。これは「SGAS J003341.5+024217」、短縮して「SGAS 0033+02」と呼ばれる銀河の像です。欧州宇宙機関 (ESA) によると、SGAS 0033+02 の像は重力レンズ効果を受けているためにゆがんで見えているのだといいます。

重力レンズ効果とは、遠くにある天体の像が地球との間にある別の天体の重力の影響を受けてゆがんで見える現象のこと。およそ 110 億光年先 (赤方偏移 $z=2.39$) にある SGAS 0033+02 は、銀河団などの重力によって像が拡大された銀河を特定する「SGAS (Sloan Giant Arcs Survey)」というプロジェクトのもとで発見されました。ESA によれば、この画像には SGAS 0033+02 の像が全部で 3 つ写っているのだとか。1 つ目の像は明るい星の左側にはっきりと見えています、2 つ目の像はその上に、3 つ目の像は明るい星から見て画像の上方向へ少し離れたところに写っているといいます。

こちらの画像は、SGAS 0033+02 の活動銀河核を研究した Travis Fischer さん (アメリカ航空宇宙局ゴダード宇宙飛行センター) たちの論文から引用した図。目印となる明るい星は左下に写っており、SGAS 0033+02 の弧状に見える像 (Lensed Arc) は四角で、別の 2 つの像 (Counter Image 1、Counter Image 2) は丸で囲まれています。図は向きが 90 度近く違うことに加えて、天体の色合いや明るさも異なるため、冒頭の画像とは見比べ

づらいかもしれません。最後に Fischer さんたちの論文の図を参考に矢印を追加した拡大画像を用意してみました。3つの像がどこに写っているか、わかりましたでしょうか？

冒頭の画像は「ハッブル」宇宙望遠鏡の「広視野カメラ3 (WFC3)」による可視光線と赤外線の見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「One Galaxy, Three Times」として ESA から 2021 年 11 月 22 日付で公開されています。



【▲冒頭画像の右下部分を拡大し、論文の図を参考に像の位置を示す矢印を追加したもの (Credit: ESA/Hubble & NASA, E. Wuyts、矢印は筆者が追加)】

関連：[ハッブル宇宙望遠鏡が撮影、柔らかに渦巻く“おとめ座”の渦巻銀河](#)

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

<https://sorae.info/astronomy/20211125-magellanic-stream.html>

マゼラン雲が生み出したマゼラニックストリーム 5000 万年後に天の川と合流か？

2021-11-25 [吉田 哲郎](#)



【▲夜空に浮かび上がるマゼラニックストリーム。この画像は、数値シミュレーションから直接得られたもので、美観のために修正が加えられています (Credit: COLIN LEGG / SCOTT LUCCHINI)】

わたしたちの銀河系 (天の川銀河) は独りぼっちで存在しているわけではありません。その周囲には、矮小銀河と呼ばれる小さな伴銀河が取り巻いています。その最大のもは南半球の夜空に輝く大小マゼラン雲です。

大小マゼラン雲が何十億年もかけて銀河系の周りを回っている間に、重力の相互作用によって、それぞれの雲から巨大な弧状の中性水素ガスが引き出されました。これが「マゼラニックストリーム」(Magellanic Stream) です。マゼラニックストリームは、天の川銀河とその周辺の銀河がどのようにして誕生したのか、その未来がどのようになるのかを教えてください。米国ウィスコンシン大学マディソン校と宇宙望遠鏡科学研究所の研究者が開発した新しいシミュレーションモデルによると、マゼラニックストリームがこれまで考えられていた距離の5分の1程度という、より地球に近い場所にある可能性を発見しました。今回の発見は、このストリームが予想よりもはるかに早く銀河系に衝突し、銀河系での新たな星の形成を促進する可能性を示唆しています。

「マゼラニックストリームの起源は、過去 50 年間、大きな謎でした。わたしたちは、モデルを使って新しい解決策を提案しました」と語るのは、ウィスコンシン大学マディソン校の物理学を専攻する大学院生で、論文の筆頭著者である Scott Lucchini 氏。「驚いたのは、このモデルによってストリームが天の川に大きく近づいたことです」今回の再現では、矮小銀河が銀河系に取り込まれる際に、小マゼラン雲が大マゼラン雲の周りを従来とは逆

方向に周回していたことがわかりました。軌道上の矮小銀河が互いにガスを奪い合うことでマゼラニックストリームが生成されたのです。この逆方向の軌道は、ストリームを押ししたり引いたりして、銀河間空間にまで伸びるのではなく、地球方向に向かって弧を描いています。ストリームが地球に最も接近する距離は、地球からわずか20キロパーセク、つまり約65,000光年であると考えられています。マゼラン雲自体は55~60キロパーセク離れたところにあります。マゼラニックストリームが接近しているということは、このガスが約5000万年後に天の川と合流を始めることを意味しており、銀河系内に新しい星が誕生するきっかけとなる新鮮な物質を提供することになります。

関連：[人類の先祖も目撃したかも。マゼラニックストリームを照らすほどの天の川銀河の爆発現象](#)

Image Credit: COLIN LEGG / SCOTT LUCCHINI

Source: [University of Wisconsin-Madison](#) / [論文](#) 文／吉田哲郎

<https://news.mynavi.jp/article/20211122-2195982/>

超大質量ブラックホール周囲の分子トラスの内部構造をすばる望遠鏡の観測で解明

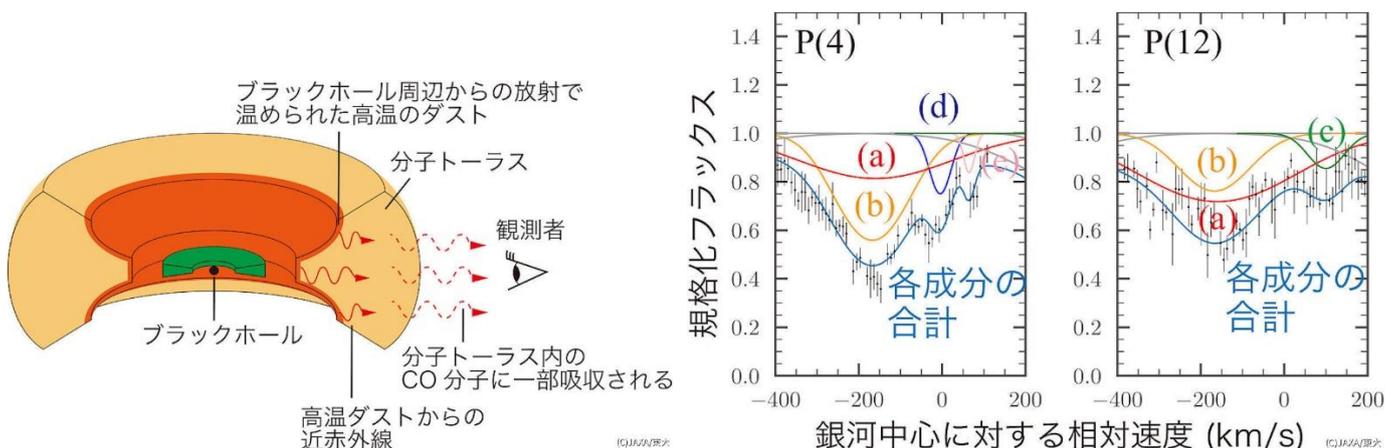
2021/11/22 17:19 [著者：波留久泉](#)

宇宙航空研究開発機構(JAXA)宇宙科学研究所は11月19日、超高光度赤外線銀河「IRAS08572+3915」の活動銀河核の中心にある超大質量ブラックホールを取り囲む「分子トラス」について、そのガス構造内にある一酸化炭素から生じる近赤外吸収線を分光観測して内部構造を調べた結果、(1)分子トラス内部が連続的なガスではなく、離散的な複数の分子ガスの雲(分子雲)によって構成され、それらが外側に噴出したり内側に落下したりしているような動的構造であること、(2)分子雲が、30~700Kと多様な温度を持つ高密度ガスであることの2点が判明したと発表した。同成果は、東京大学大学院 理学系研究科/JAXA 宇宙科学研究所 宇宙物理学研究系の大西崇介 大学院生、同 松本光生 大学院生、JAXA 宇宙科学研究所・宇宙物理学研究系の中川貴雄 教授、同 磯部直樹 助教らの研究チームによるもの。[詳細は、米天体物理学専門誌「The Astrophysical Journal」に掲載された。](#)

現在、ほぼすべての銀河の中心には太陽質量の数百万倍から数十億倍という超大質量ブラックホールが存在すると考えられている。活動銀河核とは、そのようなブラックホールに大量のガスが落ちることで明るく輝く、銀河の中心領域のことだが、可視光を分光した際に幅の広い輝線が観測される1型と、観測されない2型の2種類があり、その違いは、ブラックホールが分子トラスに取り囲まれていることに由来すると解釈されている。また分子トラスは、活動銀河核が光るために必要なガスの供給源であるともいわれている。

こうしたことから、分子トラスの内部構造を明らかにすることが、活動銀河核を理解する上で不可欠とされているが、分子トラスの直径は銀河全体の1万分の1程度と小さく、その内部構造を直接撮像することは現在の観測技術では困難であるため、いまだに詳細なことはわかっていないという。

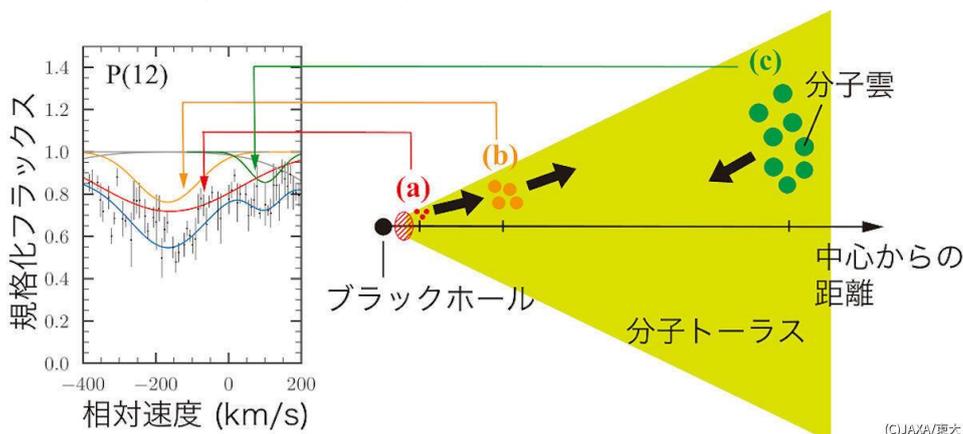
そこで今回の研究では、IRAS08572+3915という超高光度赤外線銀河を例に取り、撮像するのではなく、分子トラス内部の一酸化炭素(CO)ガスによる近赤外吸収線(振動回転遷移吸収線)を、すばる望遠鏡で高分散分光することで、トラスの内部構造を調べることが試みられた。



分子トラス内の CO ガスによる近赤外線吸収の概念図(Onishi et al.2021,ApJ,921,141,改編)。ブラックホールの周辺からは、高エネルギーな紫外線や X 線が放射されており、それらの放射によって温められた高温(1200~1500K 程度)のダストから出た近赤外線が、トラス内の CO ガスに一部吸収されることで観測が可能となる (出所:JAXA 宇宙科学研究所 Web サイト)

観測された吸収線スペクトルの速度成分が分離された結果、CO ガス吸収線には、複数の速度成分が存在することが判明。これは、分子トラス内の CO ガスが、連続的に存在しているのではなく、複数の分子ガスの雲(分子雲)を形成して離散的に存在していることを示唆するものであるという。

観測された CO 吸収線の一部と分離した速度成分(a)~(e)(Onishi et al.2021,ApJ,921,141,改編)。横軸は、銀河の中心に対するガスの相対速度で、正だと中心に落下、負だと中心から噴出していることが表されている。縦軸は規格化された光の明るさ(規格化フラックス)で、値が小さいほど強く吸収されていることが表されている。ガス速度は、ドップラー効果による吸収線波長のずれに基づいて計算されている (出所:JAXA 宇宙科学研究所 Web サイト)また、分子雲の運動と空間的な位置、分子雲と中心のブラックホールとの距離なども調べたところ、トラス内の分子雲は中心に近いところでは噴出し、離れたところでは落下しているという、動的な内部構造が判明したという。さらに、分子トラスがおおよそ 30~700K と多様な温度を持つ、高密度な分子雲によって構成されていることも確認されたとする。



観測された速度成分と、速度成分(a)、(b)、(c)を生じている分子雲の空間的な配置(Onishi et al.2021,ApJ,921,141, 改編)。ブラックホールに近い、分子トラスの内側で分子雲が噴出し、外側で落下していることが明らかにされた (出所:JAXA 宇宙科学研究所 Web サイト)

今回の成果について研究チームでは、CO ガス近赤外吸収線の高分散分光による、トラス内部構造のさらなる観測研究への足掛かりになるとしており、今後は、この手法をほかの活動銀河核にも適用することで、分子トラスの内部構造を体系的に調べることが可能になるとしているほか、今回の手法を用いることで、活動銀河核の研究を推進することが期待されるとしている。

<https://news.mynavi.jp/article/20211126-2200342/>

国立天文台など、異常検知 AI を用いてビッグデータから希少銀河の検出に成功

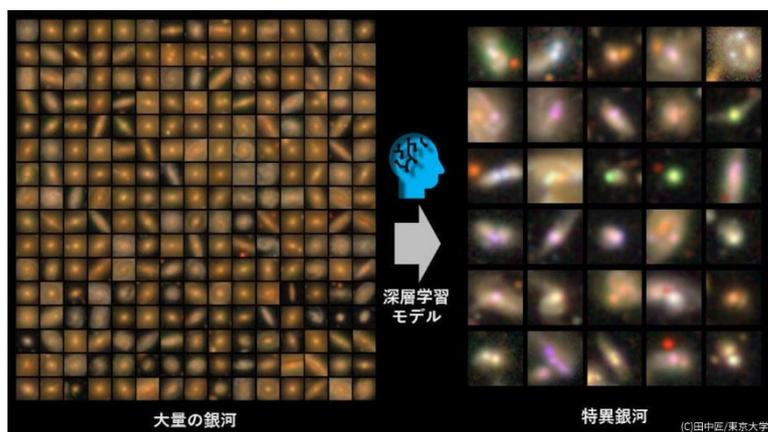
2021/11/26 14:47 著者：波留久泉

国立天文台(NAOJ)と東京大学は 11 月 24 日、産業利用から医療診断まで幅広い分野で実用化が進んでいる「異常検知 AI」を応用して、すばる望遠鏡で撮影された約 5 万枚の銀河画像の中から、特異な性質を持った希少銀河を検出することに成功したと発表した。

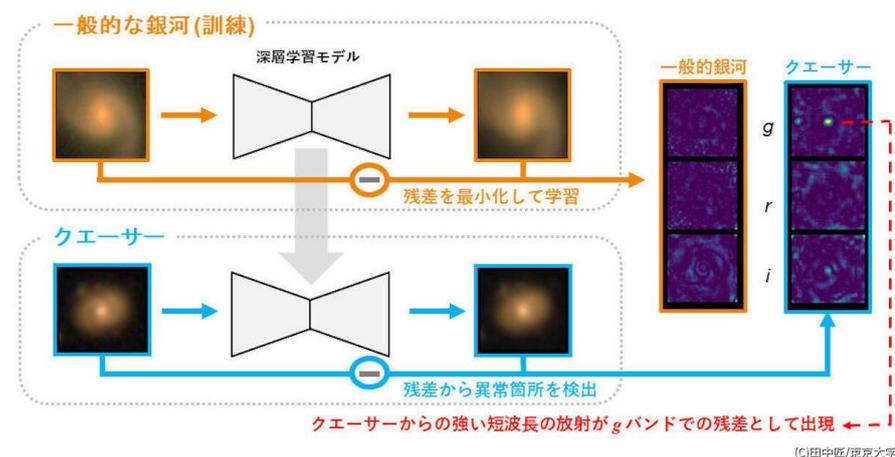
同成果は、NAOJ と総合研究大学院大学が毎年開催している「サマースチューデントプログラム」に参加した東大理学部の中田匠学部長、NAOJ ハワイ観測所の嶋川里澄特任助教授らを中心とした研究チームによるもの。[詳細は、「日本天文学会欧文研究報告\(PASJ\)」に掲載された。](#)

すばる望遠鏡の超広視野主焦点カメラ「Hyper Suprime-Cam」(HSC)を用いた大規模探査(すばる戦略枠プログラム)の進行により、大量の銀河が高感度で撮影されている。同探査プログラムで検出された天体は、これまでに5億を超えており、その中には発見数が少ないために統計的な解析が難しかった希少銀河や、未知の種類为天体が紛れている可能性もあると推測されている。しかし銀河の数があまりにも膨大であるために、そのような天体を探し出す作業は、人手ではもちろん、コンピュータを用いた既存の解析手法でも時間がかかり過ぎてしまい、これまでは分類などの作業が進んでいなかった。そこでこのような問題に対し、天文学の世界でも機械学習(AI)を導入し、大量のデータを効率的に分類する手法が近年になって検討されるようになってきた。そうした中で今回、東大の田中学部生とNAOJの嶋川特任助教が率いる研究チームが、すばる望遠鏡で得られた大量の画像データから、教師なし機械学習の一種である異常検知 AI を用いて希少天体や未知天体を探し出すプロジェクト「SWIMMY」(Subaru Wide-field Machine-learning anoMaY)をスタートさせたのである。

SWIMMY プロジェクトの第1段階となる今回の研究では、HSCで撮影された大量の銀河画像の中から異常検知 AI による希少天体の探査が行われた。用意された約5万枚の銀河画像を学習させた結果、中心部分に珍しい色や形状、明るさなどの特徴を持つ銀河(全サンプルの約12%)が検出。既存の銀河カタログとの照合が行われた結果、これらの候補天体の中には、クエーサーや、爆発的に星形成をしている銀河など、珍しい特徴を持つ既知の銀河を6割程度の割合で選択できていることが示されたとする。



今回の研究のイメージ図。約5万枚という大量の銀河画像から、異常検知 AI を用いて、極端な色や明るさ、形状などを示す特異銀河を検出することに成功したとした (C)田中匠/東京大学 (出所:国立天文台 Web サイト) またスローン・デジタル・スカイ・サーベイ(SDSS)で取得された分光データを確認したところ、多くの候補天体が一般的な銀河に比べ強い輝線を示す天体であることも確認されたとのことで、今回の手法によって初めて検出された候補天体の中には、これまで見落とされてきたクエーサーや極度に強い輝線銀河が多く含まれていることが期待されるとしている。



異常検知 AI を用いた手法のイメージ図。(左上・黄色のライン)入力画像を再構成する手法を学習する深層学習モ

デルを、一般的な銀河の銀河を用いて訓練する。(左下・水色のライン)訓練したモデルに、希少天体(例としてクエーサー)の画像を入力すると、珍しい特徴(明るい中心核)を再現することができず残差が大きくなるため、希少天体として検出されるという仕組みだ。(右端)上から順に、g、r、iバンドでの残差が示されている (C)田中匠/東京大学 (出所:国立天文台 Web サイト)

なお、今後の展開としては、検出した候補天体の詳細な解析に向けた追観測の実施や、モデルの改良による特定種類の天体の検出などへの応用などを考えているとしている。

<https://news.mynavi.jp/article/20211126-2200960/>

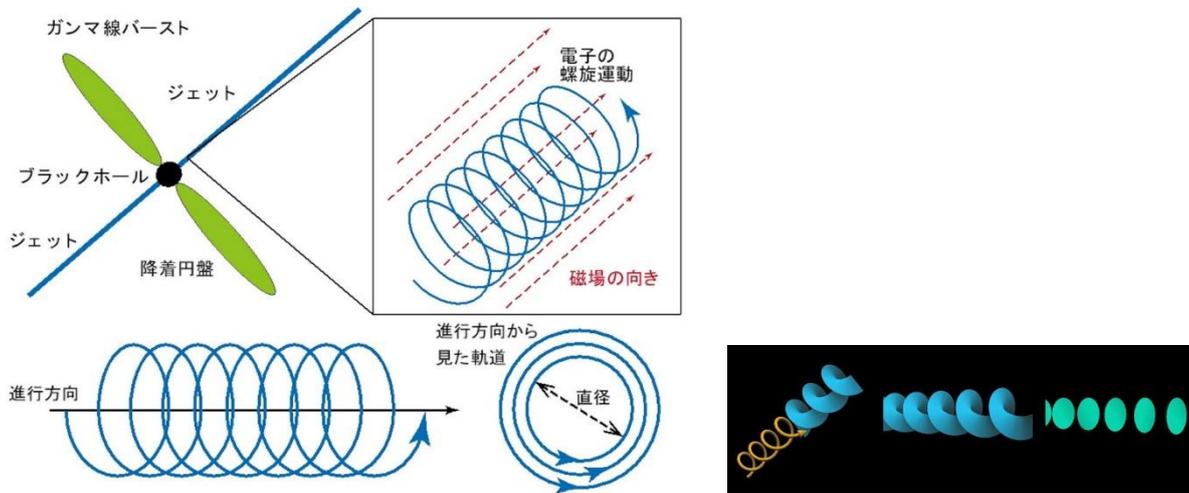
強い磁場の天体のシンクロトロン放射ではガンマ線渦が放射されている、量研など

が確認 2021/11/26 16:46 著者: [波留久泉](#)

量子科学技術研究開発機構(量研)は 11 月 25 日、ブラックホールのジェットや中性子星の表面など、強い磁場を持つ天体における電子のシンクロトロン放射で、「ガンマ線渦」と呼ばれる渦状の形状を持つ特殊なガンマ線が主に放射されていることを、量子力学による計算によって明らかにしたと発表した。

同成果は、日本大学の丸山智幸教授、量子科学技術研究開発機構の早川岳人上席研究員、北京航空航天大学の梶野敏貴教授らの国際共同研究チームによるもの。[詳細は、素粒子、原子核、宇宙論を扱う学術誌「Physics Letters B」に掲載された。](#)

宇宙空間における強力なガンマ線や X 線などが関連する天体現象としては、短時間に膨大なガンマ線が放出される「ガンマ線バースト」や、周期的に強力な X 線が放たれる「X 線パルサー」などがある。ガンマ線バーストは、強い磁場が存在する降着円盤とジェットを伴ったブラックホールから放出されているとする説が有力視されているほか、X 線パルサーは強い磁場を持った中性子星の「マグネター」から放出されていると考えられている。こうした天体がガンマ線や X 線を放出する際に重要な役割を果たしているのが強い磁場で、そうした磁場に電子が飛来すると、らせん運動を行い、「シンクロトロン放射」によって、らせん運動の外側にガンマ線や X 線を放出するとされている。また、この強い磁場中においては、電子のシンクロトロン放射によって、特殊な形状の光である「光渦」が生成されることが古典電磁気学理論によって示唆されていた。こうした背景を受け、研究チームは今回、量子力学の観点から強い磁場中の電子のシンクロトロン放射を計算することにしたという。渦状の波動関数を持つ光子は「光子渦」と呼ばれるほか、ガンマ線はエネルギーの高い光であり量子力学では光子でもあるため、エネルギーの高い光子渦は「ガンマ線渦」と呼ばれている。具体的には、磁場中の電子のらせん運動およびらせん運動からシンクロトロン放射で放出させる光について、ランダウ量子化を用いた計算が行われた。その結果、電子のらせん運動から放出された光(ガンマ線)は、渦の形状をしていることが判明したほか、空間的に均一の磁場で、シンクロトロン放射で放出される通常の光と渦状のガンマ線渦の割合を計算したところ、ガンマ線渦が放出される割合は、磁場の強さに依存することが判明。これは、磁場が強ければガンマ線渦が生成される割合が高くなるということを示唆しており、特に 10^{13} ガウスの磁場においては、通常のガンマ線よりガンマ線渦が生成される割合が高いことが判明。このことは、ガンマ線バーストや X 線パルサーにおいては、ガンマ線渦が多数含まれていることを示唆するものであると研究チームでは説明している。



(上)ガンマ線バーストと電子のらせん運動の模式図。(

下)磁場中の電子のらせん運動の量子化の模式図。らせん運動する電子を進行方向から見ると円軌道に見える。量子力学では、この円軌道の直径は磁場の強さに応じて特定の値しか取れない (出所:量研 Web サイト)

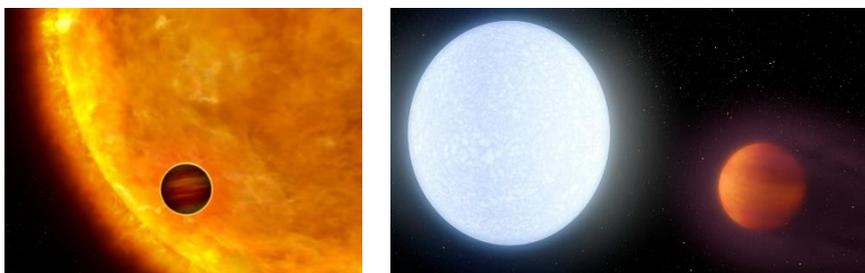
(左)ガンマ線渦の模式図。らせん運動する電子(黄)から、ガンマ線渦(青)が放出される。(中央・右)ガンマ線渦と通常のガンマ線を比較した模式図 (出所:量研 Web サイト)

なお、現在のガンマ線/X線天文学では、宇宙から飛来するガンマ線を人工衛星などに搭載したコンプトン散乱に基づいた測定装置で観測しているが、研究チームでは、すでに同原理に基づいた高性能測定装置を用いれば、宇宙から飛来するガンマ線渦の直接観測できる可能性を示しているとする。また、先行研究から、ガンマ線渦は通常のガンマ線とは異なり、素粒子、原子核、原子、分子などの物質と反応する時には、通常のガンマ線とは異なる反応確率を持ち、反応の生成物が異なると予想されていることから、今回の成果は、強い磁場を持つ天体現象をより正確に計算しようとする際に、影響を与える可能性があるとしてもしている。

<https://sorae.info/astronomy/20211127-toi-2109b.html>

「1年」がわずか16時間、観測史上2番目に熱い太陽系外惑星が見つかる

2021-11-27 [松村武宏](#)



【▲木星サイズの系外惑星が主星の手前を横切る様子を描いた想像図 (Credit: NASA, ESA and G. Bacon)】

【▲系外惑星 KELT-9b (右) と恒星 KELT-9 (左) を描いた想像図 (Credit: NASA/JPL-Caltech)】

マサチューセッツ工科大学 (※) の Ian Wong 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 855 光年先に太陽系外惑星「TOI-2109b」が見つかったとする研究成果を発表しました。

研究グループによると、この系外惑星は主星の「TOI-2109」をわずか 16 時間という短い周期で公転しており、(天文学的なスケールで) そう遠くない将来に主星へ落下するのではないかと予想されています。

※...研究当時、現在はアメリカ航空宇宙局 (NASA) ゴダード宇宙飛行センター

■木星よりも一回り大きな巨大ガス惑星、昼間の表面温度は摂氏約 3330 度と推定

今回発見された TOI-2109b は、木星と比べて直径が約 1.35 倍、質量が約 5.02 倍と推定されています。研究グル

ープによると、TOI-2109b から主星までの距離は太陽から水星までの平均距離のおよそ 4.2 パーセント（約 240 万 km）と非常に近く、TOI-2109b の公転周期.....言い換えれば「1 年」は約 16 時間しかないといえます。

公転周期が 10 日を下回るような木星サイズの系外惑星は、主星の放射によって高温に熱せられているとみられることから「ホットジュピター」と呼ばれています。人類はすでに 4500 個以上の系外惑星を発見していますが、発表によるとそのうち約 400 個がホットジュピターに該当するといひ、TOI-2109b の公転周期は既知の巨大ガス惑星としては最も短いとされています。TOI-2109b の場合、主星に非常に近い小さな軌道を公転していることに加えて、主星の TOI-2109 は太陽よりも一回り大きく表面温度の高い F 型星であることから、TOI-2109b の表面温度はかなり高くなっているようです。地球から見て TOI-2109b が主星の裏側へ回り込む「二次食」の観測データを研究グループが分析した結果、TOI-2109b の昼側の表面温度は摂氏およそ 3330 度（約 3600 ケルビン）と推定されています。発表によると、この温度はホットジュピター「KELT-9b」（推定される昼側の表面温度は摂氏約 4300 度）に次いで系外惑星の観測史上 2 番目に高いとされています。太陽よりも小さな恒星である赤色矮星（M 型星）の表面温度は摂氏 3000 度を下回ることもありますから、TOI-2109b の昼間の表面温度は一部の恒星の表面温度よりも高いこととなります。その特性を分析した研究グループは、TOI-2109b が主星へさらに接近する段階にあると考えており、1 周 16 時間で公転する TOI-2109b の軌道はいずれ主星へと落下するスパイラル（らせん）を描くことになると予想されています。Wong さんは「いかにして惑星が主星に近づくのか、運が良ければ 1 年か 2 年で検出できるかもしれません」と語ります。「この惑星が主星へ落下する様子を私たちが生きているうちに見ることはないでしょう。でも 1000 万年後にこの惑星は存在しないかもしれません」（Wong さん）また、Wong さんは、ホットジュピターのような惑星は太陽系には存在しておらず、研究者はその加熱された大気における物理的・化学的プロセスを理解し始めたばかりだと言及しています。TOI-2109b は NASA の系外惑星探査衛星「TESS」の観測データ（※）から見つかりましたが、研究グループは「ハッブル」宇宙望遠鏡や打ち上げ予定日が迫る「ジェームズ・ウェッブ」宇宙望遠鏡などによる TOI-2109b の追加観測に期待を寄せています。※...TESS は系外惑星が主星（恒星）の手前を横切る「トランジット」を起こした際に生じる主星の明るさのわずかな変化をもとに系外惑星を検出する「トランジット法」を用いて観測を行っています（参考：[NASA 探査衛星「TESS」の観測データから新たな手法で「周連星惑星」を発見](#)）

研究に参加したマサチューセッツ工科大学の Avi Shporer さんは、公転周期がわずか数日の軌道に移動してホットジュピターとなった巨大ガス惑星を研究し、その存在を説明する上で、TOI-2109b の観測がその手助けを得る機会になると考えているとコメントしています。

関連：[「1 年」が地球の 1 日よりも短いスーパーアースを観測、すばる望遠鏡などの観測成果](#)



Image Credit: NASA, ESA and G. Bacon Source: [マサチューセッツ工科大学](#) 文／松村武宏