

小惑星の地球への衝突を核爆弾で防ぐ妙案、爆破はせず、最新研究

大型や発見が遅れた小惑星にも、「今後に非常に期待できる結果」 2024.09.27



最新の研究によると、核爆弾を使えば直径 4 キロメートルと大型の小惑星の衝突まで防げるという。(Illustration by Detlev Van Ravenswaay, Science Photo Library) [画像のクリックで拡大表示]

ギャラリー：小惑星、彗星 地球にぶつかったら大変な天体 12 点（写真クリックでギャラリーページへ）

2004 年 5 月、青と紫の光を放ちながら宇宙空間を移動する彗星「C/2001 Q4」。この写真では、別名「ニート（NEAT）」とも呼ばれるこの彗星のコマ（頭部）と尾の一部が、まるで無数の星からできているように見える。米国アリゾナ州にあるキットピーク国立天文台が撮影。(PHOTOGRAPH COURTESY T. RECTOR (UNIVERSITY OF ALASKA ANCHORAGE), Z. LEVAY AND L. FRATTARE (SPACE TELESCOPE SCIENCE INSTITUTE), AND NATIONAL OPTICAL ASTRONOMY [\[画像のクリックで別ページへ\]](#))

都市をひとつ壊滅させられるほどの小惑星が地球に向かっていているとする。幸い、何年も前からわかっているのであれば、大惨事を防ぐ方法を科学者はすでに知っている。探査機を小惑星に衝突させて、地球に向かう軌道をずらす方法だ。ただし、小惑星が大型だったり、あるいは小型であっても発見が遅れてしまったりしたら、この方法がうまくいくとは限らない。では、どうすればいいのか？ その有力な解決策を示した[研究](#)が、9 月 24 日付けで学術誌「Nature Physics」に発表された。人類の文明を破壊するほどの大きな小惑星であっても、核爆発で生じる X 線で小惑星の軌道をずらして地球への激突を回避できるかもしれない。

研究では、過去最高レベルの強力な X 線を発生させる装置を使い、小惑星を模した標的に照射した。すると、表面の物質が瞬時に蒸発して蒸気が噴出し、標的はロケットと化して後方に飛んだという。「大成功だとすぐに思いました」と語るのは、米ニューメキシコ州のサンディア国立研究所の化学エンジニアで、論文の筆頭著者のネイサン・ムーア氏だ。今回の研究は実験室環境で行われたため、核爆発を使う小惑星軌道変更ミッションの完全なシミュレーションではない。だが、スケールダウンしたモデルとはいえ、宇宙で実際に核爆発を起こさずに技術を検証するよい方法ではある。

「今後非常に期待できる結果です」と、米メリーランド州にあるジョーンズ・ホプキンス大学応用物理学研究所で超高速衝突を研究する物理学者のアンジェラ・スティクル氏は述べている。同氏はこの研究には関与していない。(参考記事：[「小惑星と彗星とは：違いは何？ 地球に衝突する可能性は？」](#))

実証済みの探査機には限界が

天文学者が、地球に向かってくる危険なサイズの小惑星の存在に気づいたとしよう。

サイズがある程度小さく、その到来が少なくとも 10 年先のことであれば、いわゆる「キネティック・インパクト」と呼ばれる探査機を使える。すでに実証済みの DART ミッションが前提とする条件はこれだ。

NASA は 2022 年 9 月、自動車ほどの大きさの半自律式無人探査機を、（無害な）直径約 170 メートルの小惑星「ディモルフォス」に時速約 2 万 2500 キロメートルで衝突させ、軌道を大きく変えるのに成功した。(参考記事：[「【解説】NASA 探査機が小惑星に命中、史上初の地球防衛実験」](#))

しかし、衝突まで 10 年もない場合、あるいは小惑星が 1 国を壊滅させるほど大きいとしたら、DART のような方法では人類は救えないかもしれない。巨大な小惑星なら、衝突まで時間的余裕が十分あったとしても、「キネ

ティック・インパクトを1機、あるいは仮に何十機も揃えたとしても、地球衝突は回避できないかもしれません」と、米カリフォルニア州ローレンス・リバモア国立研究所の惑星防衛研究者であるメガン・ブラック・サイアル氏は言う。対して、核弾頭であれば、地球を救うために必要となる莫大な量のエネルギーと運動量を得られるかもしれない。「小惑星の軌道変更を物理学的に考えた場合、実現可能な選択肢はそれしかありません」と、仏コート・ダジュール天文台の惑星科学者ハリソン・アグルーサ氏は語る。同氏は今回の研究には関与していない。

[次ページ：爆破は「一か八か」の作戦](#) 爆破は「一か八か」の作戦

時間的に切羽詰まった状況では、小惑星を破壊する方法が選ばれるかもしれない。つまり、小惑星を粉々に破壊し、小さなかけらにする。そうすれば大半は地球に降り注ぐことはない。あるいは大気圏で跡形もなく燃え尽きてしまうだろう。衝突まで2カ月以上あれば、直径100メートル級の小惑星（1都市を壊滅できるサイズ）は、1メガトンの爆弾を使えばほぼ完全に蒸発させられるというコンピューターシミュレーションの[結果](#)もある。（参考記事：[「43万年前の南極で隕石が空中爆発、詳細を解明」](#)）

ただし、これには小惑星という1個の砲弾を散弾銃の弾のように変えて広範囲に飛び散らせてしまう危険性もある。「一か八か」の作戦だ。理想は小惑星の軌道変更だ。そのためには、小惑星のすぐ近くで核爆弾を爆発させて、X線やガンマ線、中性子線といった放射線を放出させる。これらの放射線は小惑星の片面に吸収されて、岩石の一部が瞬時に蒸発して噴流が発生し、小惑星が逆方向へ押しやられる、という理屈だ。

似た現象はDARTミッションでも起こった。探査機が小惑星ディモルフォス（緩やかに結びついた石の塊）に衝突したとき、その衝撃でえぐれて破片が大量に飛び散り、ディモルフォスは推進力を得て軌道が大きく変わった。これは、DART型宇宙船3.6機分が衝突した衝撃に相当する。つまり華奢な宇宙船が、自身の重さをはるかに上回る強さのパンチを食らわせた形だ。（参考記事：[「続報：NASAの「地球防衛実験」、小惑星の軌道変化を確認」](#)）核爆弾はDARTなどよりもさらに強力な打撃を与えることができる。しかし、入手可能な最強レベルの核爆弾の使用は、必ずしも最善策ではない。思わぬ崩壊の恐れがあるからだ。

「軌道変更に必要なエネルギー量をほんの少し多く見積もってしまったために、無数の放射性物質の破片が地球に降り注いでくる様子を想像してみてください」と、スイス、ベルン大学の惑星科学者であるサビーナ・ラドゥカン氏は語る。同氏は今回の研究には関与していない。

核爆発装置を使った地球防衛策を宇宙で検証するのは非現実的だ。失敗すれば放射性物質を大気中にまき散らしてしまう。それに、いかなる理由であろうとも、核弾頭を宇宙空間に配置しようとする国があれば、かつてない政治的緊張が生じるだろう。核兵器による実験や高エネルギー実験施設（ローレンス・リバモア国立研究所の国立点火施設など）からのデータ、および最先端のコンピューターシミュレーションで得られたデータからは、幸い、核爆弾による軌道変更作戦は、きめ細かな調整ができれば「小惑星の地球衝突を防ぐ上で非常に効果的である可能性が高い」（前述のブラック・サイアル氏）ことが強く示唆されている。同氏は今回の研究には関与していない。研究者チームはこの理論の検証を望んだ。そして今回、実際に検証が行われた。

[次ページ：ダイヤモンドも簡単に溶かせる「Zマシン」](#)

ダイヤモンドも簡単に溶かせる「Zマシン」

研究者チームが使ったのは、サンディア国立研究所の核融合実験装置である「Zマシン」だ。この装置は、強力な磁場によって高温・高圧状態を作り出し、強力なX線を発生できる。ダイヤモンドも簡単に溶かせるほどの強さだ。核爆発による軌道変更モデルでは、隕石に見られる2つの鉱物を標的とした。爪のサイズほどの石英と溶融シリカのガラス片だ。マシンの片方の端で、特殊な技術を使ってこれら鉱物を真空中に一瞬浮かせ、大量のX線を放射した。これが宇宙での核爆発のシミュレーションだ。

結果、標的の表面が蒸発して超音速の噴流が発生し、固体の標的が時速約250キロメートルの速度で押し戻された。実際の隕石に対して換算すると、直径4キロメートルの小惑星でも、数年の時間的猶予があれば、徐々に軌道を変えて地球衝突を回避できる、というのが研究チームの推定だ。

DARTなどのキネティック・インパクトによるモデルの精度を上げるため、実験室で弾道学を用いるのは割と一般的だ。しかし、今回の実験装置は、X線による小惑星軌道変更技術を検証する斬新な手法だ。「研究チームは今回、真の創造性を発揮した」と、ジョンズ・ホプキンス大学応用物理研究所の物理学者であるパトリック・キング氏は語っている。同氏は、今回の研究には関与していない。

世界を救う手段になりうる核

ただし、Zマシンの設定にも限界はある。小さくした標的は、小惑星の真の姿をかなり単純化しており、実際の小惑星の複雑な地質学的組成や、小惑星ごとに大きく異なる内部構造の影響まではわからない。「岩石や隕石のように複数の鉱物で構成される物質だとどのような挙動になるのか、非常に興味があります」と、スティクル氏は言う。核爆弾が、小惑星の軌道を十分な精度で変化させられるのかという疑問も残る。また、実際に衝突が差し迫ったとき、小惑星がなにかのはずみに粉々になって広く飛び散ってしまう懸念は常にある。しかし、全体的に見れば、今回の研究は地球防衛にとって歓迎できるニュースだ。(参考記事: [「人類が探査機をぶつけた小惑星の破片、火星に衝突するかも、研究」](#))

「実験室での結果もコンピューターシミュレーションの結果も、核爆発装置が小惑星の軌道を変えられることを十分に示していると思います」と、アグルーサ氏は言う。

「(核爆発装置が) 絶対的な解決策だ、と言いたいわけではありません」とキング氏は言う。いかなる状況であっても、それが地球を守るためであっても、核爆発装置の使用は危険をはらむ。「(核爆発装置を) 使用するという選択は、重大な決断であり、取り返しのつかない事態を生むかもしれません」。しかし、とりわけ残された時間が少ない場合に、核爆発は世界を救う手段になりうるというエビデンスが、今回の研究でまた1つ積み上がった。

「大きな小惑星の地球衝突はそう頻繁に起こることではないとわかれば、人は安心します」とムーア氏は言う。「この天災に備える方法があることがわかれば、さらにもっと安心です」

文=Robin George Andrews／訳=夏村貴子

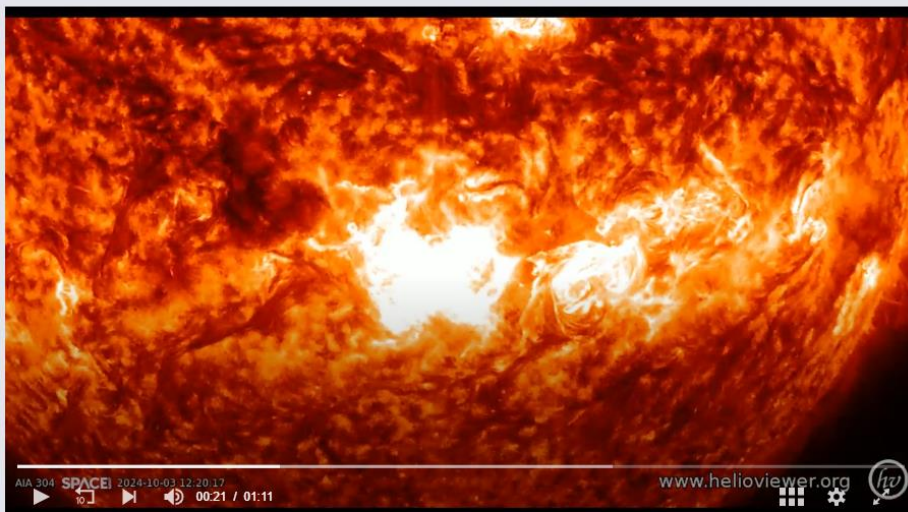
<https://www.space.com/most-powerful-solar-flare-this-solar-cycle-x-9-earth-firing-line>

2017 年以来最大の太陽フレアが太陽から噴出し、地球もその攻撃を受ける (動画)

デイジー・ドブリエビッチ 2024.10.4

10月3日、太陽はこの太陽活動周期で最も強力な太陽フレア、X9.05の巨大な噴火を放出した。

X9! 太陽が2017年以来最大の太陽フレアを発生 - タイムラプスをご覧ください 2分



◀ 戻る

ビデオを保存

2024年10月1日、太陽黒点AR3842がX9クラスの太陽フレアを噴出した。これは2017年9月のX8.2フレア以来最大のフレアであった。NASA

太陽は今サイクルで最も強力な太陽フレア、巨大な X クラスの噴火を放出したばかりだ。

10 月 3 日、太陽は今期の太陽活動周期で最も強力な太陽フレア、X9.05 の巨大噴火を放出し、地球に向かっていく。(画像提供: NASA / SDO および AIA、EVE、HMI 科学チーム / helioviewer.org)

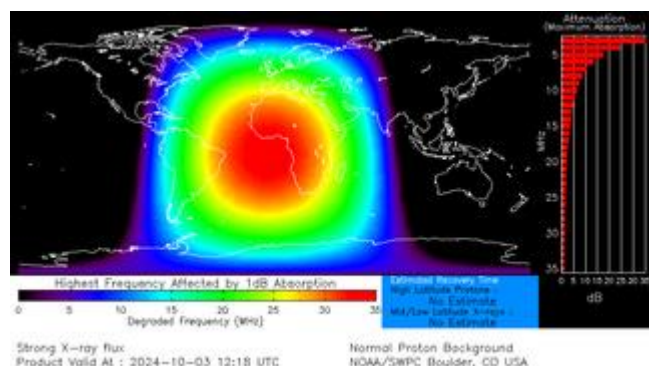
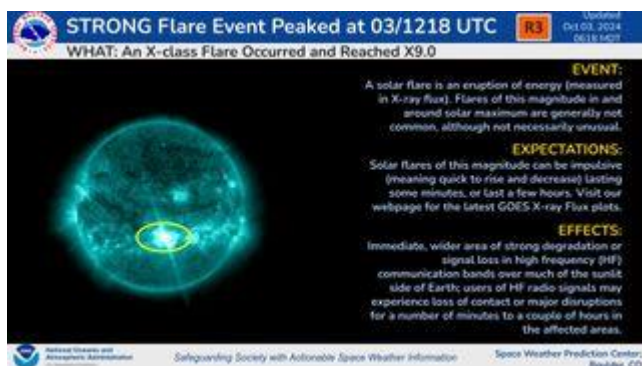
X9.05 [太陽フレアは東部夏時間午前 8 時 10 分](#) (グリニッジ標準時午後 12 時 10 分) にピークに達し、噴火当時地球上で太陽が照らされていたアフリカとヨーロッパ上空で短波ラジオの通信が途絶えた。

この太陽フレアは、以前にも話題になったことがある[太陽黒点群 AR3842 から発生した](#)。[10 月 1 日には、同じ黒点領域で強力な X7.1 太陽フレア](#)が発生し、[コロナ質量放出](#) (CME) (プラズマと磁場の塊) が放出された。CME は現在、[地球](#)に向かって猛スピードで進んでいる。この CME は [10 月 3 日から 5 日の間に地球に衝突する](#)と予想されており、広範囲にわたるオーロラの発生を引き起こす可能性がある。

宇宙天気予報士で気象学者のサラ・フーシール氏は、X の投稿で、この巨大フレアの後には地球に直撃した CME が確かに発生したことを[確認した](#)。これはオーロラを追いかける人にとっては素晴らしいニュースかもしれない。CME は地磁気嵐を引き起こし、その結果、オーロラの出現が劇的に増加する可能性があるからだ。「現時点では、5 日後半から 6 日前半にかけて地球に衝突すると予想しています」とフーシール氏は書いている。

関連: [2024 年にオーロラが見られる場所と時期](#)

CME はイオンと呼ばれる電荷を帯びた粒子を運び、これが地球の[磁気圏](#)と衝突すると、磁気嵐を引き起こす可能性があります。磁気嵐の間、イオンは[地球の大気](#)中のガスと相互作用し、光の形でエネルギーを放出します。この現象は、北半球ではオーロラ、南半球ではオーロラとして知られています。



最新情報については、[swpc.noaa.gov](#) をご覧ください。(画像提供: NOAA 宇宙天気予報センター)

今後数日で何が起こるかは、待つしかない。[宇宙天気](#)は気まぐれで予測不可能なので、予報官たちは常に緊張している。大規模な X フレアに伴って、電波が途絶えたことはわかっている。

NOAA の宇宙天気予報センターによる短波ラジオ停電マップ。(画像提供: NOAA 宇宙天気予報センター)

[ヨーロッパとアフリカで発生した](#)短波ラジオの停電は、太陽フレアからの放射線が地球に到達し、到達時に上層大気を電離させた結果です。この電離により、長距離通信を可能にする高周波短波ラジオ信号が伝わる密度の高い環境が生まれます。これらのラジオ波は電離層 (電荷を帯びた層) を通過する際に[電子](#)との衝突が増加することでエネルギーを失い、ラジオ信号が弱まったり完全に吸収されたりすることがあります。

今日の記録破りの太陽フレアは、これまでの[太陽活動周期](#)の中で最も強力なものでした。実際、7 年以上で最も強力な太陽フレアでした。2017 年 9 月には、前回の太陽活動周期の衰退期に、X13.3 と X11.8 の [2 つの巨大なフレア](#)が報告されました。(太陽活動は 11 年周期で増減します。)

関連記事: [—オーロラ警報: 磁気嵐の可能性により、イリノイ州やオレゴン州南部でもオーロラが発生する可能性がある](#) [—史上最悪の太陽嵐](#)

[—太陽が地球のオーロラを超強化する可能性のあるモンスターX7.1 フレアを放出 \(ビデオ\)](#)

太陽フレアは大きさによってクラスに分類され、最も強力であるのは X クラス フレアです。M クラス フレアは X クラスより 10 倍弱く、次に C クラス フレアが続きます。C クラス フレアは M クラスより 10 倍弱く、B クラス フレアは C クラスより 10 倍弱く、A クラス フレアは B クラスより 10 倍弱く、地球に目立

った影響はありません。各クラスは、フレアの相対的な強さを示すために、1 から 10 までの数字 (X クラス フレアの場合はそれ以上) でさらに分けられます。

宇宙天気を追跡し、オーロラがいつどこで見られるかを知りたい場合は、現在地に基づいて予報を提供する宇宙天気アプリをダウンロードすることをお勧めします。私が使用しているオプションの 1 つは、[iOS](#) と [Android](#) の両方で利用できる「My Aurora Forecast & Alerts」です。ただし、同様のアプリであればどれでも問題なく動作するはずです。また、現在の宇宙天気の状態がオーロラの観測に適しているかどうかをより深く理解するために、[iOS](#) と [Android](#) で利用できる「Space Weather Live」アプリも使用しています。

[デージー・ドブリエヴィッチ](#) 参照エディタ

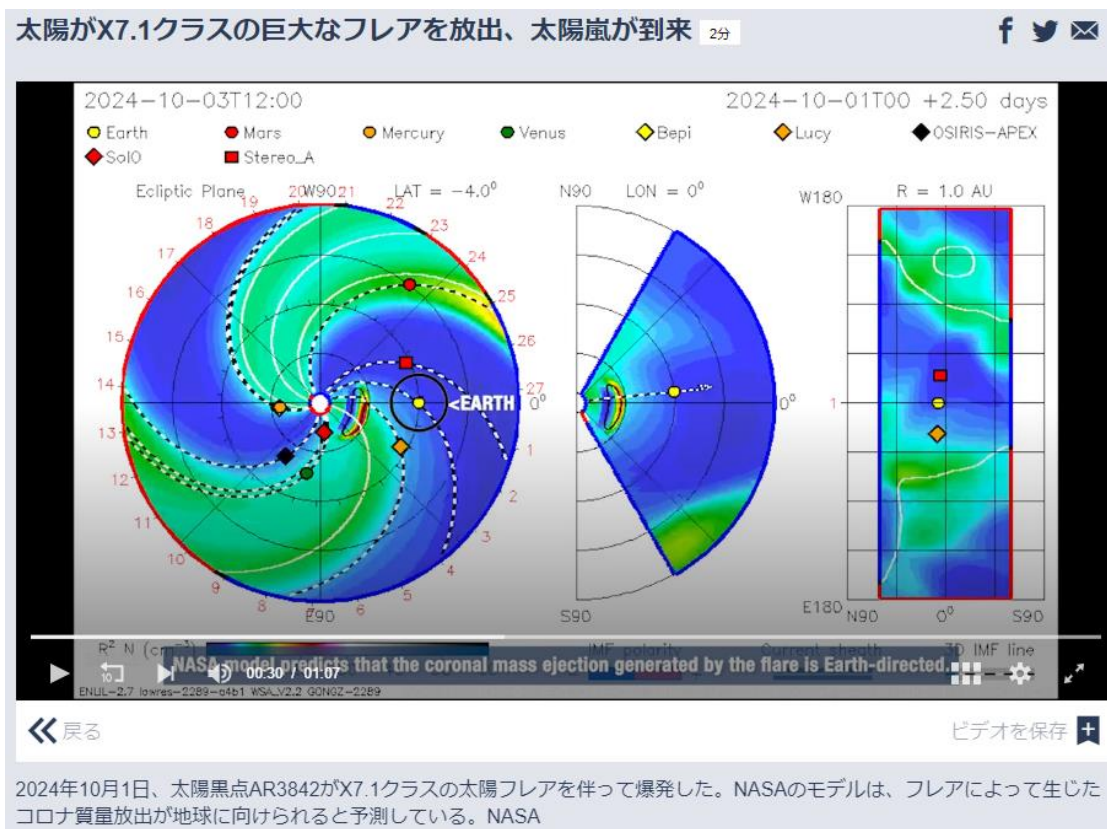
デージー・ドブリエヴィッチは、2022 年 2 月に [Space.com](#) に入社しました。以前は姉妹誌の [All About Space](#) 誌でスタッフライターとして働いていました。入社前は、BBC Sky at Night Magazine で編集インターンシップを修了し、英国レスターにある[国立宇宙センター](#)で勤務し、宇宙科学を一般の人々に伝えることに熱中していました。2021 年にデージーは植物生理学の博士号を取得し、環境科学の修士号も取得しており、現在は英国ノッティンガムを拠点としています。デージーは宇宙に関するあらゆることに情熱を注いでおり、太陽活動と宇宙天気を好みます。天体観光に強い関心があり、オーロラを追いかけるのが大好きです。

<https://www.space.com/aurora-alert-northern-lights-far-south-illinois-oregon-g3-geomagnetic-storm-predicted>

オーロラ警報：今夜、磁気嵐によりイリノイ州やオレゴン州南部でオーロラが発生する可能性あり

[デージー・ドブリエヴィッチ](#) 2024.10.4

10 月 3 日から 10 月 5 日まで G1-G3 の磁気嵐が予測される



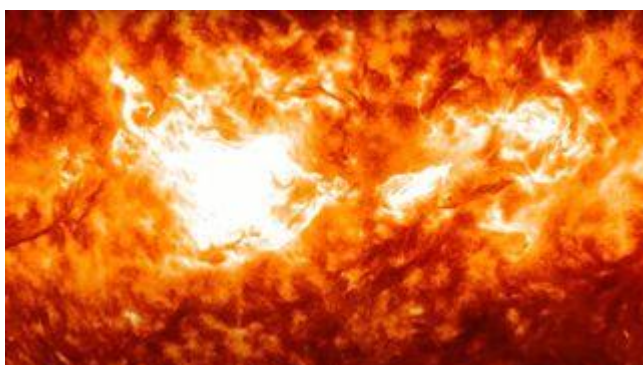
2024年10月1日、太陽黒点AR3842がX7.1クラスの太陽フレアを伴って爆発した。NASAのモデルは、フレアによって生じたコロナ質量放出が地球に向けられると予測している。NASA



2024 年 5 月 11 日の早朝、オレゴン州ラトゥーレルのチャンティクリアポイント展望台からコロンビア川渓谷上空に見えるオーロラ。（画像提供：マシュー・ルイス・ローランド/ゲッティイメージズ）

オーロラを追いかける人たちはカメラを充電しましょう!太陽活動の活発化により、アメリカ海洋大気庁 (NOAA) 宇宙天気予報センターは [10 月 3 日から 10 月 5 日まで](#) 磁気嵐警報を発令しました。

[これはオーロラ](#)を見たい人にとっては素晴らしいニュースです。なぜなら、予測された G3 条件が達成されれば、中緯度 (約 50°) の奥深く、南は[イリノイ州やオレゴン州](#)までオーロラを観察できる可能性があるからです。犯人は? 10 月 1 日に起きた爆発的な [X クラス太陽フレアの際に太陽](#)から放出された、[コロナ質量放出](#) (CME) として知られるプラズマと磁場の巨大な煙だ。



NASA の太陽観測衛星「ソーラー・ダイナミクス・オブザーバトリー」が、2024 年 10 月 1 日に発生した X7.1 太陽フレアの画像を撮影しました。(画像提供: NASA/SDO および AIA、EVE、HMI 科学チーム、helioviewer.org)

[CME が地球の磁気圏](#)と相互作用すると、イオンと呼ばれる電荷を帯びた粒子が地球の磁場と衝突します。これらの衝突により、磁気嵐が発生する可能性があります。このような磁気嵐の間、イオンは大気ガスに激突し、光として現れるエネルギーを放出します。この現象は、北半球ではオーロラ、南半球ではオーロラとして観測されます。10 月 3 日から 10 月 5 日まで G1 から G3 の監視が実施されます。（画像提供: NOAA 宇宙天気予報センター）磁気嵐は、NOAA によって、その強さを測る G スケールを使用して分類されています。最も激しいクラスの G5 から、より弱いクラスの G1 までの範囲です。NOAA が最近発行した磁気嵐警報は、現在、G1 から G3 クラスに分類されています。

磁気嵐はいつ発生するのでしょうか？

現在の予報では、10 月 3 日から 10 月 5 日の間に G3 状態になる可能性があると予測されています。最新のタイミングについては、[NOAA の 3 日間予報を確認してください](#)。

しかし、[宇宙天気は](#)予測不可能で予報が難しいという点で地球の天気と似ていることを覚えておいてください。このレベルの磁気嵐警報はまれですが、それでも時には何も起こらないこともあります。

関連記事: [—オーロラの季節が到来: 2024/25 年のオーロラに期待すること](#)

[—オーロラを撮影する場所と方法](#)

[—オーロラの初の「ハイパースペクトル」画像がオーロラの本当の色を明らかにする](#)

宇宙天気を追跡し、オーロラがいつどこで見られるかを知りたい場合は、現在地に基づいて予報を提供する宇宙天気アプリをダウンロードすることをお勧めします。私が使用しているオプションの 1 つは、[iOS](#) と [Android](#) の

両方で利用できる「My Aurora Forecast & Alerts」です。ただし、同様のアプリであればどれでも問題なく動作するはず。また、現在の宇宙天気の状態がオーロラの観測に適しているかどうかをより深く理解するために、[iOS](#)と[Android](#)で利用できる「Space Weather Live」アプリも使用しています。

[デージー・ドブリエヴィッチ](#) 参照エディタ

デージー・ドブリエヴィッチは、2022年2月に[Space.com](#)に入社しました。以前は姉妹誌の[All About Space](#)誌でスタッフライターとして働いていました。入社前は、BBC Sky at Night Magazineで編集インターンシップを修了し、英国レスターにある[国立宇宙センター](#)で勤務し、宇宙科学を一般の人々に伝えることに熱中していました。2021年にデージーは植物生理学の博士号を取得し、環境科学の修士号も取得しており、現在は英国ノッティンガムを拠点としています。デージーは宇宙に関するあらゆることに情熱を注いでおり、太陽活動と宇宙天気を好みます。天体観光に強い関心があり、オーロラを追いかけるのが大好きです。

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20241002-3036468/>

2024年5月に日本各地でオーロラを起こした太陽嵐の電波観測に成功、名大とNICT

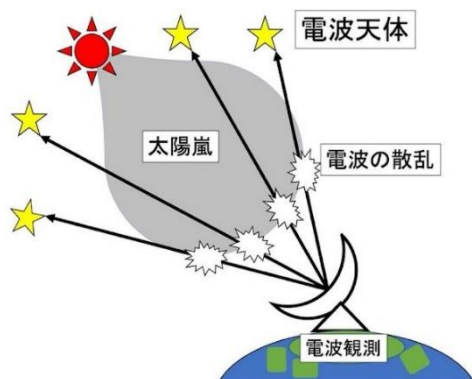
掲載日 2024/10/02 06:55 [著者：波留久泉](#)

名古屋大学(名大)と情報通信研究機構(NICT)は10月1日、2024年5月11日に日本各地でオーロラを起こしたと考えられる複数回発生した大規模な太陽嵐の電波観測に成功したことを発表した。

同成果は、名大 宇宙地球環境研究所(ISEE)の岩井一正准教授、NICTの塩田大幸研究マネージャーらで構成される研究グループによるもの。詳細は、9月11日～13日に神戸大学で開催された「日本天文学会秋季年会」にて口頭発表された(発表日は9月11日)。

2024年5月上旬に、太陽活動が活発な状態となり、複数回の大規模な「太陽フレア」が発生したのに伴い生じた「太陽嵐」が地球に到来し、地球周辺環境に大規模な擾乱現象(磁気嵐)を発生させたことが確認されている。日本でも5月11日(日本時間)に、通常は極域でしか観測できないオーロラが観測されたほか、当該期間中には衛星ナビゲーションにおける誤差の増大や、短波通信に障害があったことなども報告されており、太陽嵐による擾乱との関連が調べられている。こうした影響を踏まえ研究グループでは今回、5月11日の大規模な地磁気擾乱を起こした太陽嵐から時間軸を遡っての電波観測結果を分析することにしたという。

太陽嵐は、太陽表面で生じた太陽系最大の爆発現象であるフレアによって、太陽の大気であるコロナの一部が超高速の爆風として惑星間空間に放出されたもの。高エネルギーのプラズマの塊であり、電波を散乱する性質がある(放射線(X線)も発生する)。そうした太陽嵐を検出するには、太陽系外の電波天体を観測した際の電波が散乱されて強度が激しく揺らぐことを用いることで可能だという。

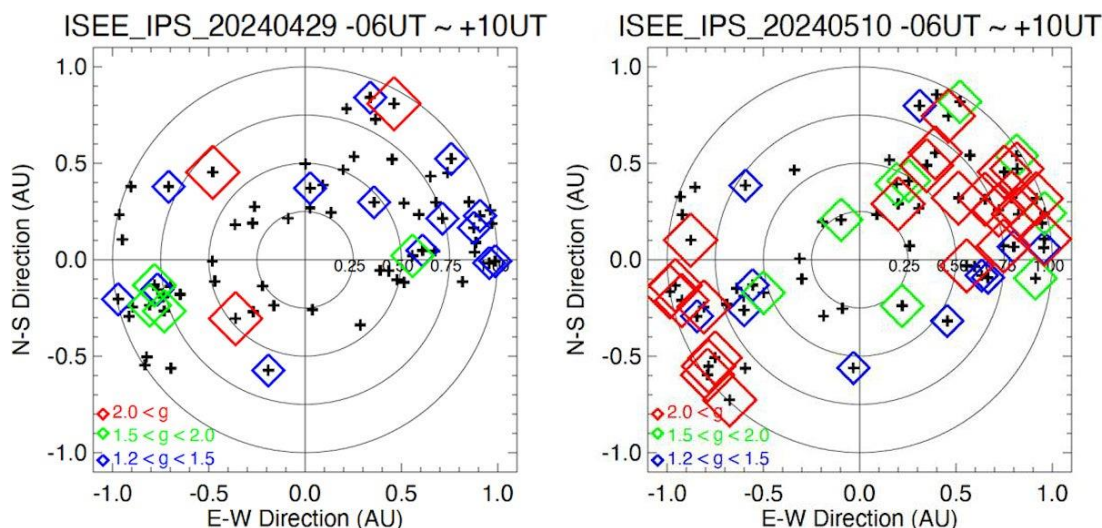


電波天体からの電波の地上観測により、地球に迫り来る太陽嵐を検出する模式図 (出所:名大プレスリリース PDF) [名大で運用されている大型電波望遠鏡\(愛知県豊川市\)](#) (出所:名大プレスリリース PDF)

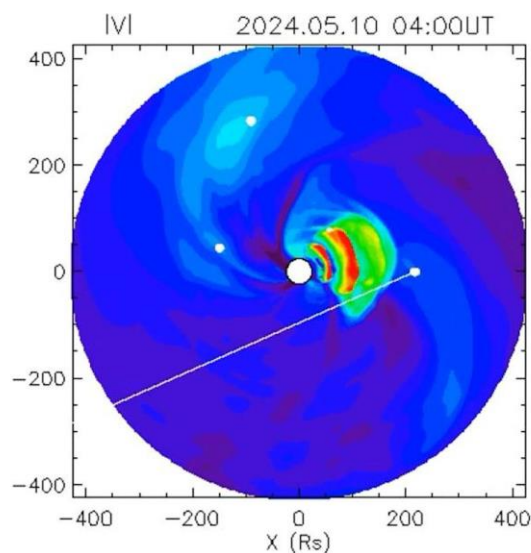
ISEEでは、国内3か所に設置された大型電波望遠鏡群を用いて、太陽嵐を検出するための地上電波観測を連続的に行っており、今回の研究では、愛知県豊川市に設置された約4000m²の面積がある国内最大級の電波望遠鏡

で観測されたデータの解析が行われた。小規模な太陽フレアは常に発生しており、それに伴い、それほど威力の無い太陽嵐は常に発生している。これは、惑星間空間は常に太陽風が流れているということを意味し、程度の差はあるが、電波天体からの電波はこの太陽風によって毎日散乱されていることが検出されている。今回の解析からは、4月29日の時点ではまだ太陽活動が活発化していなかったが、太陽嵐が地球に到達する直前の5月10日の観測では、非常に多くの天体から大振幅の散乱反応が得られていたことが確認されたという。

また、太陽系を模した三次元空間の中心(太陽)から、太陽観測や地球周辺の人工衛星による観測から予想される太陽嵐に近いパラメータを入力し、その伝搬を磁気流体の方程式を用いて解く形で今回観測された太陽嵐の伝搬がNICTにて磁気流体シミュレーションとして解析され、その結果、電波の散乱が検出された方向は観測時間中に太陽嵐が通過していたと考えられる領域と概ね一致したという。さらに、この期間は複数の太陽嵐が発生し、それらが隣接・合体することで、高密度な領域が宇宙空間の至る所に形成されていた可能性が示唆されたともしており、この高密度な領域は特に電波を散乱しやすく、強い電波散乱がさまざまな方角で観測されたことを説明できるとした。



電波の散乱現象の変化。観測結果は、4月29日(左)と5月10日(右)。+印が観測天体の方角を表し、散乱現象が検出された天体は菱形で囲まれている。菱形の色は青、緑、赤になるにつれて大きな振幅の散乱現象が検出されたことを意味している (出所:名大プレスリリース PDF)



磁気流体シミュレーションによって再現された5月11日にオーロラを引き起こした太陽嵐の伝搬。太陽系を北(地球の北半球側)から見た図。色が太陽風速度を表し、青から赤になるにつれて速い速度に対応する。中心が太陽、右の白丸が地球の位置、太陽嵐の速度が色で表されている。地球から伸びる白の直線は、この時間の電波の観測方向に対応 (出所:名大プレスリリース PDF)

ちなみに5月10日に観測された顕著な電波の散乱現象はオーロラの原因となった可能性がある太陽嵐群によるものと考えられると研究グループでは指摘しており、特に複数の太陽嵐が複合することで大規模に発達する現象は地球への影響も大きくなる可能性があり、そのような現象を電波観測で事前に捉えたことには大きな意義があるとする。そのため、今後は太陽嵐の電波観測結果をリアルタイムに解析し、その結果を再現できるようなシミュレーションを行うことで、同様の現象を地球への到来前に予測できる可能性があるとする一方、今回観測された顕著な電波の散乱現象の方角は、シミュレーションから予想される太陽嵐の方角と完全には一致していなかったことから、この違いの解消には、より多くの観測データが必要となることに加えて、シミュレーションに使ったモデルの改良も必要と考えられるため、今後の研究が期待されるとしている。なお、太陽嵐による電波の散乱現象をより高性能に検出するために「次世代太陽風観測装置」の開発計画が名大を中心に進められているが、この計画は最先端のデジタル信号処理技術を搭載した国内最大級の電波望遠鏡を開発し、現在の10倍の太陽嵐観測性能を実現するというもので、太陽嵐の予報精度を飛躍的に向上させることが期待されるという。

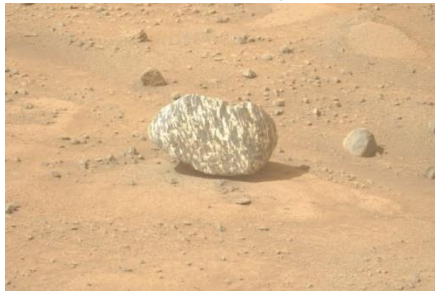
<https://forbesjapan.com/articles/detail/74092>

2024.10.03 10:30

火星に起源不明の奇妙な「シマウマ石」 NASA 探査車が発見



[Amanda Kooser | Contributor](#)



NASA 火星探査車パーシビアランスが2024年9月13日に撮影した、黒と白の縞模様の岩石「フレイヤ・キャッスル」の画像（NASA/JPL-Caltech/ASU）[全ての画像を見る](#)

NASA 火星探査車パーシビアランスが2024年8月22、25、26日にジェゼロ・クレーターの縁を登る途中で撮影した斜面の画像。この3日間で約160m走行し、約35m上昇した（NASA/JPL-Caltech）

米航空宇宙局（NASA）の火星探査車パーシビアランスが、9月13日に[驚くべき岩石](#)を発見して以来、火星ファンはその話題で持ちきりになっている。探査車から地球に送信されてきた未処理画像には、砂塵に覆われた地面の上にある、黒と白の縞模様の岩石が写っている。この「シマウマ石」のような外見の火星の岩石は、これまで他に知られていない。研究者はこの奇妙な岩石に関して、考えられる説明をいくつか挙げている。

パーシビアランスは現在、ジェゼロクレーターの[縁に登っている](#)。ここは古代の湖や河川がかつて存在していた領域だ。今回見つかったのは、幅が20cmほどの岩石だ。探査車の運用チームは当初、岩石を遠くから発見した後、探査車にコマンドを送信して、より接近した画像を撮影させた。チームは、グランドキャニオンにある岩峰の名前にちなみ、縞模様の石に「フレイヤ・キャッスル」という愛称をつけた。

周囲の地形とは際立って異なる特徴を持つため、関心を集めるのも当然だ。運用チームの一員で、米パデュー大学の博士課程学生のアタナシオス・クリダラスは、9月23日に発表されたミッション最新情報の中で「この『シマウマ石』が何である可能性があるかをめぐって、インターネット上ではすぐさま憶測が飛び交ったので、いろいろな説をおもしろく読ませてもらった」と[記している](#)。宇宙生物学者のナタリー・カブロールは、岩石の画像をX（旧ツイッター）で共有し、「これは大騒動に発展しそうだ！」と述べている。コメント欄では、花崗岩、片麻岩、大理石や他の地球で見られるよく知られた岩石にどのように類似しているかをめぐる議論が巻き起こった。

🗨️ Now in true colors! We are on for a wild ride with this one! pic.twitter.com/6cXdUbtJD4

– Nathalie A. Cabrol (@shasta721) [September 15, 2024](#)

クリダラスは、この岩石を調査している科学チームからの見解をいくつか共有している。「この岩石は、ジェゼロ・クレーター内で、そしておそらく火星全体でも、これまでに確認されたどの岩石とも異なるテクスチャー（色や模様などの表面の様相）を持っている」と、クリダラスは記している。「岩石の化学組成に関してわかっていることは限られているが、初期の解釈は、この縞模様が火成作用や変成作用で形成された可能性があるというものだ」と、クリダラスは続けた。火成岩は火山活動に関連する一方、変成岩は、熱、圧力、流体やそれらのエネルギーの組み合わせによって形成される。

[次ページ > 斜面上方から転がり落ちてきた可能性](#)

この岩石は、どこか別の場所に由来するものと思われ、より高いところから転がり落ちてきたのかもしれない。パーシビアランスの行程では現在、クレーターの縁を登坂中なので、フレイヤ・キャッスルに似た岩石がもっと見つかる可能性もある。特徴が一致する露頭をパーシビアランスが発見し、岩石の起源を特定する助けになるより詳細な調査を行うことを、NASA は望んでいる。

パーシビアランスはこれまで、古代の生命の可能性を示唆する[驚くべき岩石](#)などの地質学的な驚異の数々を発見してきた。2021 年に火星に到着して以来、はるか昔の火星に微生物が生息していたかどうかを解明するための探査活動が続けている。その目的のために、岩石サンプルを採取して、密閉されたチューブ内に保管している。NASA は、より詳細な調査のためにチューブの一部を地球に持ち帰りたいと考えているが、[サンプルリターンミッション](#)の計画は深刻な予算問題に直面している。

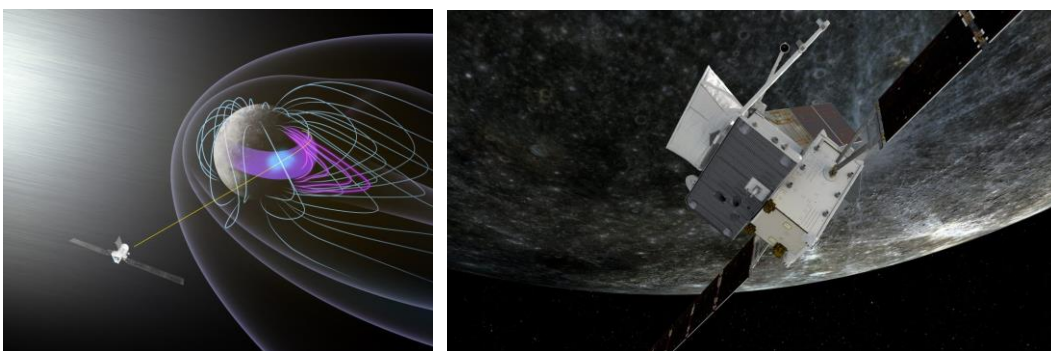
パーシビアランスが収集したサンプルを今後どうするかは、まだ未定かもしれないが、現在進行中の火星探査については引き続きしっかりと実行されている。パーシビアランスはわずか数年のうちに、ジェゼロ・クレーター内の水の歴史に光を当て、太陽系内の生命への理解を変革する可能性のある岩石を調査し、息をのむような画像を数えきれないほど地球に送り届けてきた。フレイヤ・キャッスルは、科学者が今後解明すべき新たな謎だ。この謎は、このまま解明されないままかもしれないが、あるいはパーシビアランスがジェゼロ・クレーターの縁を登り切れば、より明らかになるかもしれない。（[forbes.com 原文](#)） 翻訳＝河原稔

<https://sorae.info/astrometry/20241005-bepicolombo.html>

水星探査ミッション「ベピ・コロombo」スイングバイ時の観測データが描き出した

水星磁気圏の様相

2024-10-05 2024-10-05 [sorae 編集部](#)



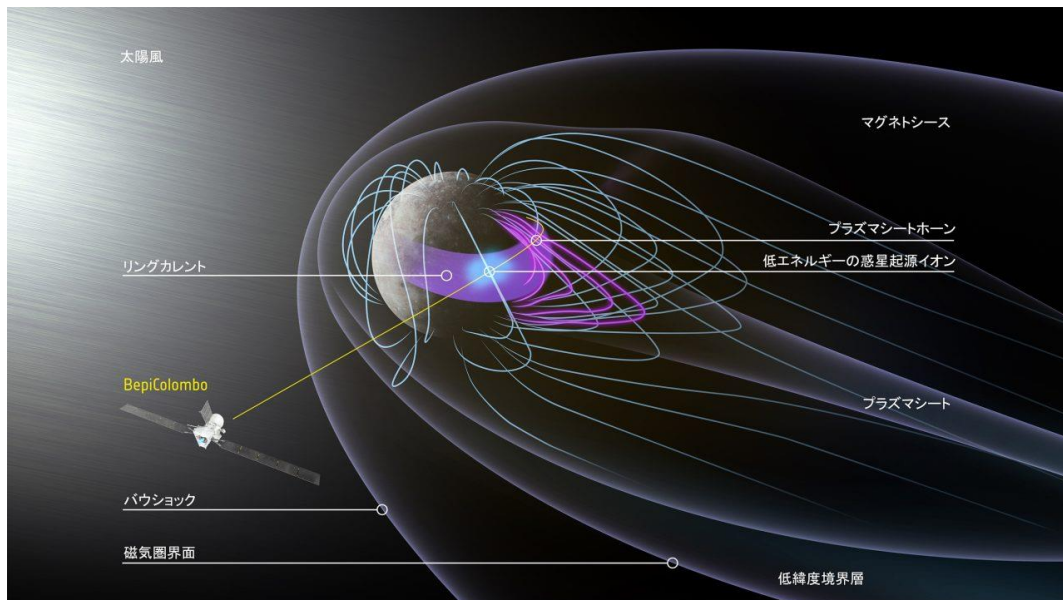
【▲ BepiColombo 探査機による第 3 回水星スイングバイ時の観測データをもとにした水星磁気圏の描像 (Credit: ESA)】

【▲ 水星スイングバイを行う日欧の水星探査ミッション「BepiColombo（ベピ・コロombo）」探査機の想像図 (Credit: ESA/ATG medialab)】

宇宙航空研究開発機構（JAXA）と欧州宇宙機関（ESA）は 2024 年 10 月 3 日付で、水星探査ミッション「BepiColombo」（ベピ・コロombo、ベピコロombo）の探査機による第 3 回水星スイングバイ時の観測データを

分析したパリ天文台プラズマ物理研究所（LPP）の Lina Hadid さんを筆頭とする研究チームの研究成果を紹介しています。BepiColombo はヨーロッパの水星表面探査機「Mercury Planetary Orbiter（MPO）」と日本の水星磁気圏探査機「Mercury Magnetospheric Orbiter（MMO、みお）」の 2 機による日欧共同の水星探査ミッションです。ここに両探査機の水星周回軌道投入前までの飛行を担当するヨーロッパの電気推進モジュール「Mercury Transfer Module（MTM）」が加わり、現在の 3 機は縦に積み重なった状態で飛行を続けています。

このミッションでは探査機を水星周回軌道へ投入するために、地球・金星・水星で合計 9 回のスイングバイ（※太陽を公転する惑星などの重力を利用して軌道を変更する方法）実施が計画されています。全体では 6 回目となる第 3 回水星スイングバイは日本時間 2023 年 6 月 20 日に行われ、水星の夕方側から夜側へと進入した BepiColombo 探査機は表面から約 235km まで接近しました。研究チームは第 3 回スイングバイ時に取得された「みお」の「プラズマ粒子観測装置（MPPE）」の観測データとプラズマ粒子の数値シミュレーションを組み合わせ、観測されたプラズマの起源を特定し、水星磁気圏内の様相を明らかにしました。JAXA によると、スイングバイの前半では事前に予測されていた低緯度境界層（※太陽風が自由に流れる領域と磁気圏の境界）が観測されていますが、アメリカ航空宇宙局（NASA）の水星探査器「MESSENGER（メッセンジャー）」の観測データをもとにした想定よりも広範なエネルギーを持つ粒子が観測されました。続いて水星の磁気圏に補足された高エネルギーのイオンが水星の赤道平面付近や低緯度で観測されていますが、これらは部分的もしくは完全なリングカレント（※磁気圏に捕捉された荷電粒子が作る電流、環電流。地球にも表面から数万 km 離れた場所に存在することが知られている）ではないかと考えられています。水星の磁気圏は惑星のサイズに対して小さく、表面から数百 km 以内に粒子が補足され続ける仕組みはまだ明らかではないといい、MPO と「みお」が水星の周回軌道に入ってから観測を行うことでより多くの知見が得られると期待されています。



【▲ BepiColombo 探査機

による第 3 回水星スイングバイ時の観測データをもとにした水星磁気圏の描像(Credit: ESA, 日本語翻訳: JAXA)】また、第 3 回水星スイングバイでは MPPE を構成する「イオン質量分析器（MSA）」の観測対象である惑星起源イオン（※微小隕石の衝突や太陽風との相互作用などによって惑星の表面から飛び出した中性粒子がイオン化したもの）の観測も行われました。惑星起源イオンの観測は惑星表面とプラズマ環境のつながりを調査することと同義であることから、今後の観測に期待が寄せられています。

なお、BepiColombo 探査機は日本時間 2024 年 9 月 5 日に第 4 回水星スイングバイを行っており、1 年前よりもさらに近い水星表面から約 165km まで接近しました。今後は 2024 年 12 月に第 5 回水星スイングバイ、2025 年 1 月に第 6 回水星スイングバイを行い、2026 年 11 月に水星の周回軌道へ投入される予定です。水星到着後は「みお」と MPO の協働観測が計画されている他に、NASA の「[Parker Solar Probe（パーカー・ソーラー・プローブ）](#)」や ESA の「[Solar Orbiter（ソーラー・オービター）](#)」といった太陽探査機との協働観測も検討されている

といい、広く太陽圏と惑星圏・惑星磁気圏観測をつなぐ太陽圏システム探査の推進が期待されていると JAXA は述べています。

Source

[JAXA/ISAS](#) - 水星磁気圏の様相をつかんだ！～ BepiColombo「みお」水星スイングバイが明らかにした水星磁気圏プラズマ環境 ～

[ESA](#) - Mercury's magnetic landscape mapped in 30 minutes

[Hadid et al.](#) - Mercury's plasma environment after BepiColombo's third flyby (Communications Physics)

文・編集／soraie 編集部 #JAXA #BepiColombo #ESA

<https://wired.jp/article/comet-c2023-a3-tsuchinshan-atlas/> 2024.09.30

肉眼でも観測できる？ 地球に接近中の紫金山・アトラス彗星（C/2023 A3）とは

地球に接近中の彗星「紫金山・アトラス彗星（C/2023 A3）」が注目されている。肉眼でも観測できる可能性があるこの彗星について、その由来や見ごろなどについて詳しく解説する。

地球に接近している彗星「紫金山・アトラス彗星（C/2023 A3）」が、その明るさゆえに肉眼でも観測できる可能性があるとして注目されている。なかでも北米や欧州、日本をはじめとする北半球では、9 月下旬から 10 月上旬、10 月中旬に観測の機会が訪れる可能性があり注目されているのだ。

紫金山・アトラス彗星は、2023 年 1 月に中国・紫金山天文台によって初めて確認された。その後は一時的に姿が見失われたが、23 年 2 月に南アフリカの惑星地球衝突最終警報システム（ATLAS）によって再び確認された。「紫金山・アトラス彗星」という名称は、これらの 2 つの観測機関に由来する。

紫金山・アトラス彗星は、太陽系の外側に存在すると考えられている「オールトの雲」と呼ばれる天体群からやってきたとされている。オールトの雲は、太陽から 10,000AU から 10 万 AU（1AU は太陽から地球までの平均距離）ほどの位置に存在すると考えられている、氷微惑星が太陽系を球殻状に取り囲んでいる領域だ。公転周期が 200 年以上のいわゆる長周期彗星は、このオールトの雲からやってくると考えられている。



[「スーパームーン」「スーパーブルームーン」とは？ 貴重な満月について知っておくべきこと](#)

By WIRED Staff

ただ、紫金山・アトラス彗星は軌道が放物線状なので、太陽や地球に接近する機会は 1 度限りだ。このため非周期彗星と呼ばれる。その後は太陽系を飛び出し、[宇宙](#)のはるか彼方に飛び去ってしまう。

再確認された当初は太陽から 7.3AU ほど離れた距離にあり、18.1 等級の明るさだった。しかし、軌道が判明した後の 24 年 9 月 27 日には 0.39AU の位置まで太陽に最接近（近日点）し、10 月 12 日には 0.47AU まで地球に接近することが判明。非常に明るくなることが予測され、大彗星となって肉眼でも観察できるのでないかと期待が高まった。ところが 24 年 7 月になって、紫金山・アトラス彗星は近日点に到達する前に崩壊するだろうと予測する[論文が発表された](#)のである。2AU ほどの位置まで太陽に近づいても、ちりの急激な放出量の低下を伴いながらいっこうに明るくならないことなどを根拠とするものだ。論文を発表した米国の天文学者であるズデネク・セカニナは、彗星研究の第一人者として知られている。

しかし、どうやらセカニナの予測は外れたようだ。9 月 10 日には、拡張ミッションの途上にある日本の「はやぶさ 2」が紫金山・アトラス彗星の姿を捉えた画像を、日本の宇宙航空研究開発機構（JAXA）が[X に投稿した](#)。JAXA によると、はやぶさ 2 が観測した 8 月には紫金山・アトラス彗星は地球から見て太陽の反対側にいたこと

から、地球からの観測は難しかったものの、宇宙を旅するはやぶさ2からは観測できたという。
そして最近になって、世界各地で紫金山・アトラス彗星が続々と観測され始めた。



Photograph: [Lucy Yunxi Hu](#), Courtesy of NASA



Photograph: Daniel Korona, Courtesy of NASA

上の写真は9月25日に公開された [NASA の「本日の天文画像 \(Astronomy Picture of the Day\)」](#) だ。公開の4日前にオーストラリアのニューサウスウェールズ州にあるジョージ湖で長時間露光によって撮影された写真を合成したもので、夜明け前から夜明けにかけて徐々に明るく色鮮やかになっていく空を背景に、紫金山・アトラス彗星とそのダストの尾が見えている。

上の写真は同じく9月30日に [NASA のサイトで公開された](#) もので、メキシコのサカテカス上空で公開の数日前に撮影された。夜明け前の空が雲に覆われていたことから、天体写真家がドローンを放って高い位置から撮影したという。

彗星には尾があるが、この尾には2種類ある。このうち「ダストの尾」は主に氷からなり、「汚れた雪だるま」とも呼ばれる彗星の核から放出されたちりが太陽の光の圧力に流されてできたものだ。これに対して「イオンの尾」は、彗星の核から放出された電荷を帯びたガス（イオン）が太陽風に流されてできる。いずれも太陽と反対方向に伸びるが、ダストの尾は白色から黄色味がかっており、イオンの尾は青味がかって見える。

日本でも肉眼で観測できる可能性

紫金山・アトラス彗星は、日本でも観測され始めている。兵庫県にある明石市立天文科学館は、2024年9月26日に撮影された紫金山・アトラス彗星の画像と、10月12日から10月20日までの予想位置を [公開している](#)。 [日本の国立天文台によると](#)、日本では10月初頭ごろの日の出直前に東の空に一度姿を現すが、このときは極めて地平線に近いことから観察には向かないという。地平線に近い位置だと、地上の明かりの影響を受けてしまったりするからだ。見ごろとなる時期は、地球に接近している10月中旬ごろになる。特に夕方に西の空に再び現れるタイミングにおいて、高度が比較的高くて非常に暗い空なら、肉眼で確認できる可能性もある。なお、街明かりの影響がある場所では双眼鏡を使ったり、写真に撮影したりすると確認しやすくなるという。

国立天文台では近日中に、紫金山・アトラス彗星が見ごろとなる時期などについての詳細な情報を公開するというので、確認しておくといいだろう。

(Edited by Daisuke Takimoto) ※『WIRED』による [彗星の関連記事はこちら](#)。 [宇宙の関連記事はこちら](#)。

<https://sorae.info/astronomy/20241002-barnard-b.html>

6 光年先のバーナード星で太陽系外惑星が見つかる さらに3つの候補も

2024-10-02 2024-10-02 [sorae 編集部](#)



【▲ バーナード星を公転する太陽系外惑星の想像図 (Credit: ESO/M. Kornmesser)】

カナリア天体物理学研究所（IAC）の Jonay González Hernándezさんを筆頭とする研究チームは、「へびつかい座（蛇遣座）」の方向約 6 光年先の恒星「Barnard's star（バーナード星）」で太陽系外惑星を発見したとする研究成果を発表しました。研究チームの成果をまとめた論文は Astronomy & Astrophysics に掲載されています。

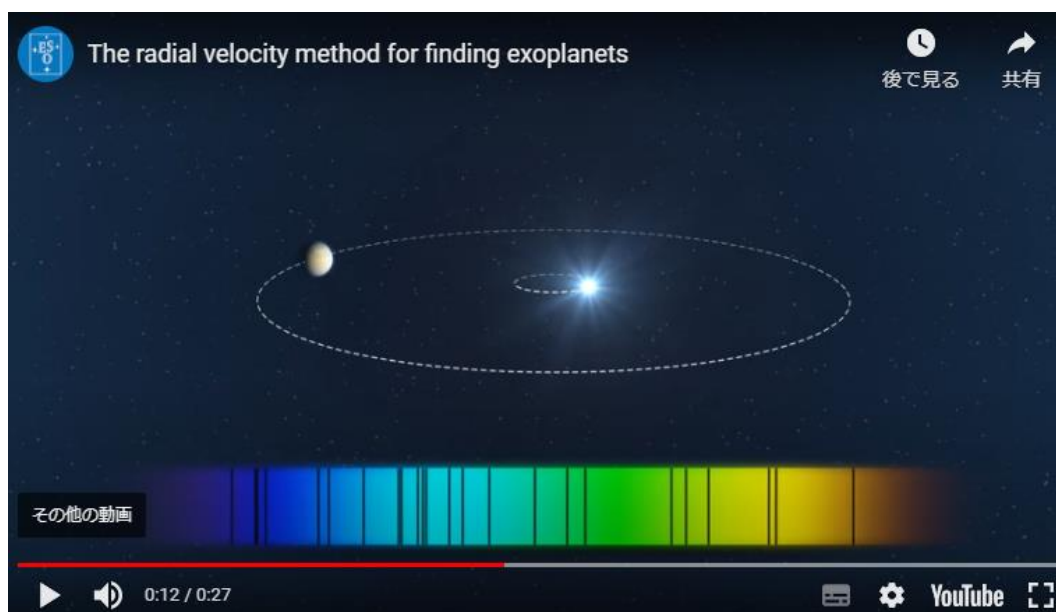
研究チームが報告した系外惑星は「Barnard b（バーナード星 b）」と呼ばれており、最小質量は地球の約 0.37 倍（火星の質量の約 3 倍）で、主星であるバーナード星を約 3.15 日周期で公転しているとみられています。バーナード星は連星を成していない単一の恒星としては太陽に最も近い星として知られています。

主星から Barnard b までの距離は約 0.023 天文単位で、太陽から水星までの平均距離（約 0.39 天文単位）の 6 パーセントほどしか離れていません。赤色矮星であるバーナード星の表面温度は太陽の半分程度（約 2900℃）と低いものの、Barnard b の公転軌道はバーナード星のハビタブルゾーンの内側に位置しており、表面の平衡温度は約 125℃と推定されています。今回の成果は、ヨーロッパ南天天文台（ESO）が運営するパラナル天文台の「超大型望遠鏡（VLT）」に設置された分光観測装置「ESPRESSO」を使用して 4 年間にわたって取得された 156 件のデータセットをもとに、「視線速度法」という手法を用いた分析の結果として得られました。研究チームによると、Barnard b の他にも公転周期が 2.34 日、4.12 日、6.34 日の惑星が存在する可能性があるといい、確認には ESPRESSO による追加観測が必要とされています。なお、バーナード星については 2018 年にも Ignasi Rablísさんを筆頭とする研究チームが系外惑星の発見を報告しています。Rablísさんらが報告した惑星は最小質量が地球の約 3.2 倍、公転周期が約 233 日と推定されていましたが、その後にバーナード星の活動に由来する一時的な信号だと反論されていました。González Hernándezさんらはこの惑星についても検証を行いましたが、存在を裏付けるデータは得られなかったということです。

■視線速度法・トランジット法・透過スペクトル

系外惑星の観測では「視線速度法（ドップラーシフト法）」および「トランジット法」という 2 つの手法が主に用いられています。

「視線速度法」とは、系外惑星の公転にともなって円を描くようにわずかに揺さぶられる主星の動きをもとに、系外惑星を間接的に検出する手法です。惑星の公転にともなって主星が揺れ動くと、光の色は主星が地球に近づくように動く時は青っぽく、遠ざかるように動く時は赤っぽくといったように、周期的に変化します。こうした主星の色の変化は天体のスペクトル（波長ごとの電磁波の強さ）を得る分光観測を行うことで検出されています。視線速度法の観測データからは系外惑星の公転周期や最小質量を求めることができます。

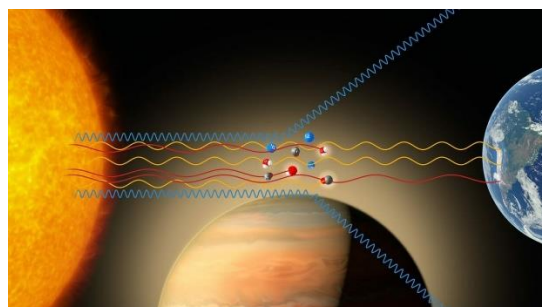
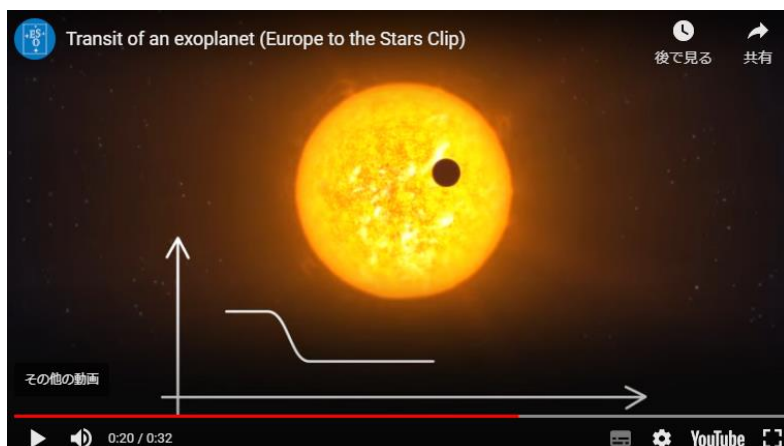


【▲ 参考動画：系外惑星の公転にともなって主星のスペクトルが変化する様子を示した動画】

(Credit: ESO/L. Calçada)

もう一つの「トランジット法」とは、系外惑星が主星（恒星）の手前を横切る「トランジット（transit）」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、系外惑星を間接的に検出する手法です。
繰り返し起きるトランジットを観測することで、その周期から系外惑星の公転周期を知ることができます。また、トランジット時の主星の光度曲線（時間の経過にあわせて変化する天体の光度を示した曲線）をもとに、系外惑星の直径や大気の有無といった情報を得ることも可能です。



【▲ 参考動画：系外惑星のトランジットによって恒星の明るさが変化する様子を示した動画】

(Credit: ESO/L. Calçada)

【▲ 参考画像：恒星（左）の光を利用して太陽系外惑星（中央下）の大気組成を調べる手法のイメージ図。系外惑星の大気を構成する物質が一部の波長を吸収するため、大気を通過して地球（右）に届いた主星の光のスペクトル（透過スペクトル）を分析することで、惑星の大気組成を調べることができる。また、大気にヘイズ（もや）がある場合は青い光が散乱して、通過した光は少し赤くなる（Credit: ESO/M. Kornmesser）】

また、系外惑星がトランジットを起こしている時の主星の光には、系外惑星の大気（存在する場合）を通過してきた光もわずかに含まれています。惑星の大気を通過してから届いた主星のスペクトルは「透過スペクトル」と呼ばれていて、系外惑星の大気に含まれる物質が特定の波長の電磁波を吸収したことで生じる暗い線「吸収線」が現れます。透過スペクトルを通常のスペクトルと比較すればどのような吸収線が現れているのかがわかるので、系外惑星の大気組成を調べることができます。

Source [ESO](#) - Scientists discover planet orbiting closest single star to our Sun

[González Hernández et al.](#) - A sub-Earth-mass planet orbiting Barnard's star (Astronomy & Astrophysics)

文・編集／soraie 編集部

<https://www.space.com/space-technology-climate-change-world-space-week>

2024 年世界宇宙週間：宇宙技術は気候変動と闘う科学者にどのように役立つか

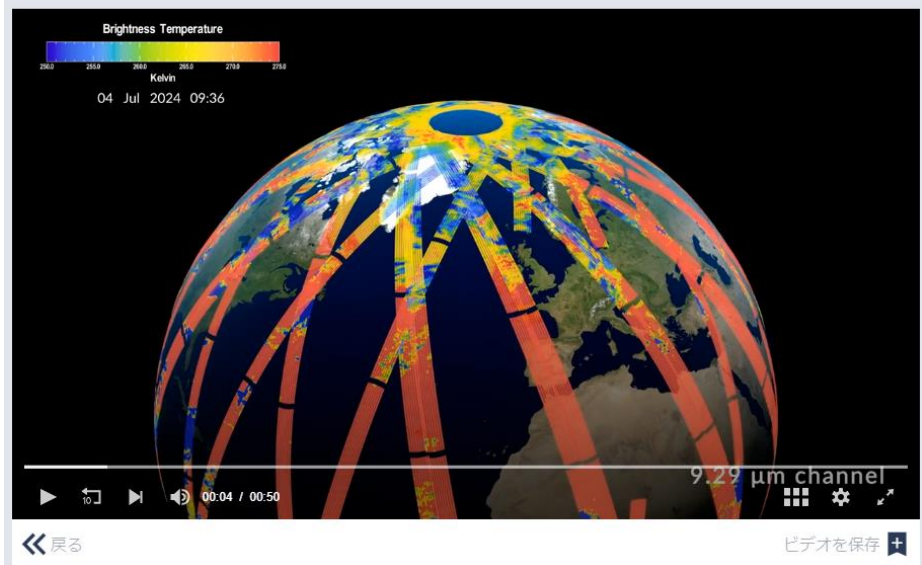
サマンサ・マシューソン 2024.10.05

宇宙技術の進歩により、気候科学者は地球の気候をよりよく理解し、管理できるようになりました。

宇宙技術の進歩により、気候科学者は地球の気候をよりよく理解し、管理できるようになりました。

毎年 10 月 4 日から 10 月 10 日まで開催される今年の世界宇宙週間では、「宇宙と気候変動」をテーマにしたイベントが開催され、[気候変動](#)との継続的な戦いにおける宇宙技術の変革的影響を強調することを目指している。

[世界宇宙週間協会](#) (WSWA) によると、「WSW 2024 は、さまざまな分野の専門家、学生、愛好家を結集し、生態学的持続可能性と気候変動に対する回復力のために宇宙技術を活用する戦略を議論し、策定する、世界的なコラボレーションの連携プラットフォームとしての役割を果たします。」



NASAの極域放射エネルギー遠赤外線実験 (PREFIRE) ミッションのデータをご覧ください。

提供元: NASAの科学視覚化スタジオ ピジュー

2024 年 8 月 20 日に歴史的なフライバイを行ったジュース宇宙船が撮影した地球の画像（画像提供：ESA/ジュース/JMC）

関連:[宇宙から衛星が見る気候変動の 10 の壊滅的な兆候](#)

国連は 1999 年に世界宇宙週間の祝賀を開始しました。この日は、1957 年 10 月 4 日に人類が作った初めての軌道到達物体である[スプートニクの打ち上げと、1967 年 10 月 10 日の宇宙条約](#)の調印を記念して、毎年 10 月の第 1 週に行われます。

今年は世界宇宙週間の 25 周年にあたり、そのテーマは、地球の[気候変動の影響を緩和する上で宇宙探査が果たす積極的な役割を強調しています](#)。今日、気候科学者は衛星を使用して温室効果ガスの排出を綿密に監視し、宇宙から地球の大気中の二酸化炭素とメタンを測定しています。宇宙技術は、[気象パターン](#)や世界の海面の変化を監視するためにも使用され、より正確な予測と修復に必要な情報を提供しています。

世界宇宙週間のイベントは世界中で開催されており、2024 年には 90 か国以上で 16,000 件を超えるイベントが予定されています。活動内容は、教育ワークショップやインタラクティブ セッションから、パネル ディスカッションや共同プロジェクトまで多岐にわたります。[登録されているイベント](#)の完全なリストはオンラインで確認できるため、近所で簡単に活動を探すことができます。また、独自の宇宙関連イベントを主催することもできます。WSWA は、気候変動との戦いにおいて宇宙技術が果たす重要な役割について認識を広め、祝うために、グループや個人が地域活動を組織することを奨励しています。

宇宙に関する最新ニュースを直接あなたの受信箱にお届けします

関連記事: [— 新たな報告書は、人間が引き起こした地球温暖化が過去最高に達したと結論づけている](#)

[— 衛星は気候変動の影響を受けやすい考古学遺跡をどのように保護できるか](#)

[— 衛星データによると、ビーバーは気候変動との戦いに貢献している](#)

イベントを主催する予定がある場合は、必ず WSWA に登録して、世界規模のカバレッジ マップに追加し、役立つ資料を受け取ってください。そしてもちろん、Space.com は[宇宙](#)技術と気候変動に関する一連の記事で世界宇宙週間を祝います。お近くで開催される可能性のある WSWA イベントの最新ニュースや更新情報を、週を通して必ずチェックしてください。

[サマンサ・マシューソン](#) 寄稿者

サマンサ・マシューソンは、2016 年夏に Space.com にインターンとして入社しました。彼女はコネチカット州ニューヘブロン大学でジャーナリズムと環境科学の学士号を取得しました。彼女の作品は、Nature World News

に掲載されました。科学に関する記事を書いたり読んだりしていないときは、サマンサは新しい場所を旅したり、写真を撮ったりするのが好きです。Twitter で @Sam_Ashley13 をフォローできます。

<https://uchubiz.com/article/new53200/>



商用宇宙ステーション、日本関連市場は 2000 億円に—2035 年まで 15.2%成長

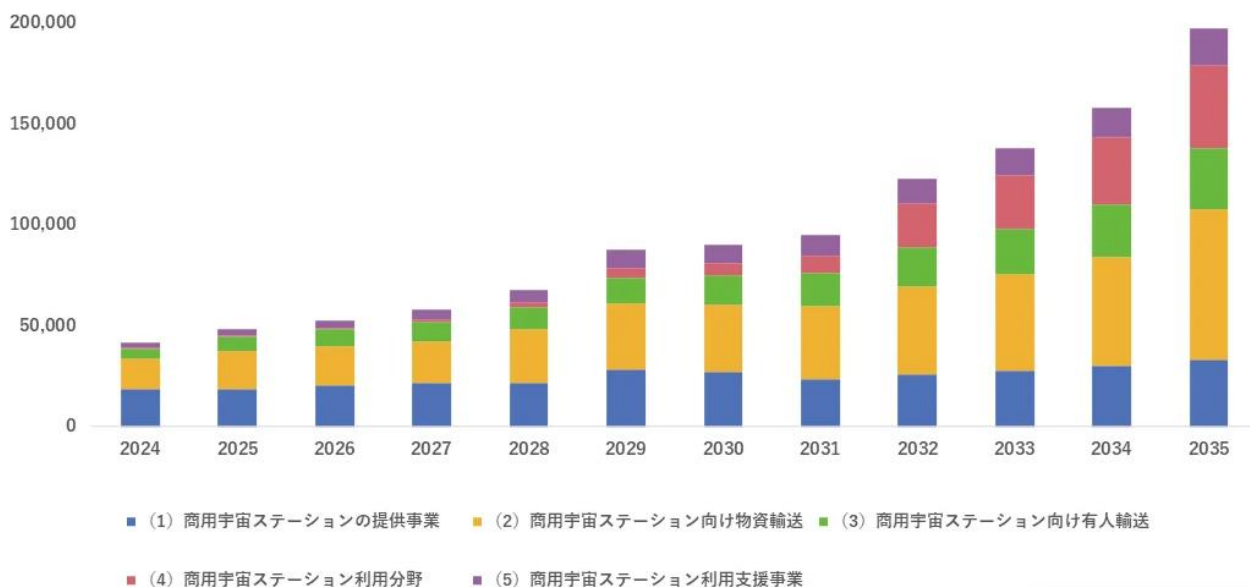
2024.09.30 16:30 [UchuBiz スタッフ](#)

「商用宇宙ステーション」の日本国内関連市場は 2035 年に約 1975 億円——。シード・プランニングが 9 月 27 日に発表した。1998 年に建設が始まり、2011 年 7 月に完成した国際宇宙ステーション（[ISS](#)）は、米航空宇宙局（NASA）や宇宙航空研究開発機構（JAXA）などの多国間協力で運営されており、20 年以上 4000 件以上の実験や商業活動の場として活用されてきた。地球低軌道（[LEO](#)）は、創薬やライフサイエンス、再生医療、革新的な新素材、宇宙での育種など「微小重力環境」、電子材料や宇宙用部品の耐久試験などの「宇宙曝露環境」、宇宙旅行やコマーシャルの撮影、アート制作、コンテンツスタジオなどの「エンターテインメント」の分野の場として有用と捉えられるようになってきているという。だが、ISS は 2030 年末に運用が終了して、その後は民間企業が運用する商用宇宙ステーションが ISS の役割を受け継ぐことが決まっている。シード・プランニングは、NASA や JAXA などの宇宙機関が宇宙ステーションを「建設する立場」から「利用する立場」に移り変わると表現、「ポスト ISS 時代」が到来しようとしていると説明する。現在では、[Starlab](#)」「[Orbital Reef](#)」「[Axiom Station](#)」などの商用宇宙ステーションの研究開発が進んでおり、NASA はそうした商用宇宙ステーションの研究開発を支援している。こうした状況下からシード・プランニングは、LEO 経済圏について、宇宙ステーション事業を巡る産業構造は大転換期を迎えていると表現。新産業の主導権を握るべく、開発競争や事業連携が活発化していると説明している。日本でも、ポスト ISS 時代を見据えて、商用宇宙ステーション事業の一翼を担おうとして商社や宇宙スタートアップ企業がグローバルに出資したり事業開発したりといった動きがみられるようになってきている。しかし、微小重力環境などのメリットを活用するのは、一部の科学や産業領域に限定されていると同社は説明。宇宙利用に対する理解が広まらない中で科学やほかの産業への波及効果を疑問視する見方もあるとしている。加えて、ロケットの打ち上げ費用はいまだに高額であることから、有望な事業領域を発見できない場合は、商用宇宙ステーションとして事業採算性を確保していくことは困難になる可能性もあるとしている。

こうした背景を踏まえて同社は、現在運用中の ISS を含めて商用宇宙ステーションの日本国内関連市場について「楽観的」シナリオと「悲観的」シナリオに沿って将来を予測。楽観的シナリオと悲観的シナリオのあいだの中間的シナリオに基づいた将来予測として、2024 年は約 418 億円と推計、2035 年には約 1975 億円に成長するとしている。2024 年時点では、ISS 関連の JAXA 予算が大きな割合が占めているが、いずれは商用宇宙ステーションの有償利用が拡大するとともに宇宙旅行ビジネスが発展していくと予想。官需にも支えられながら、2024～2035 年は年平均成長率（CAGR）は 15.2%で推移する、高い成長が期待できる市場であると解説している。

市場全体は順調に拡大していくと考えられる一方で、商用宇宙ステーションを利用することで得られる産業界の経済効果は、「商用宇宙ステーションの提供事業」と「商用宇宙ステーション向け物資輸送」の費用面と比較すると、2035 年時点でも過小であることに注意が必要としている。商用宇宙ステーションの事業経営は当面、科学技術分野のための研究や実験を官需で行いながら、長期的な民間利用を促進することが必要になると考えられるとしている。

百万円



商用宇宙ステーション日本国内関連市場の将来予測（中間的シナリオ、2024～2035 年、出典：シード・プランニング） 関連情報 [シード・プランニングプレスリリース](https://resemom.jp/article/2024/10/04/79070.html)

<https://resemom.jp/article/2024/10/04/79070.html>

JAXA 筑波宇宙センター「特別公開 2024」10/26

JAXA 筑波宇宙センターは 2024 年 10 月 26 日、「筑波宇宙センター特別公開 2024」を開催する。普段入ることができない施設の見学や宇宙開発現場技術者の講演、体験イベントや工作などを実施する。入場無料。事前予約不要（一部のイベントでは事前申込制）。雨天決行。 2024.10.4 Fri 9:45



JAXA 筑波宇宙センターは 2024 年 10 月 26 日、「筑波宇宙センター特別公開 2024」を開催する。普段入ることができない施設の見学や宇宙開発現場技術者の講演、体験イベントや工作などを実施する。入場無料。事前予約不要（一部のイベントでは事前申込制）。雨天決行。

筑波宇宙センター特別公開は、年に 1 回特別公開を実施しており、普段は入ることができない施設の見学や、宇宙開発現場の技術者の生の声を聴くことができる。

会場は、「E エリア」「C エリア」「S エリア」「W エリア」の 4 つのエリアに分かれており、各エリアでさまざまなイベントが実施される。 事前申込が必要なイベントは、「手話ツアー」「知らなくても楽しめる！宇宙探査トークショー～JAXA の人に最前線＆ウラ側を聞いてみよう～」など。「手話ツアー」は、展示室でロケットや人工衛星の試験モデル、ISS（国際宇宙ステーション）、宇宙食など宇宙に関する展示物を手話で紹介する。抽選制。申込期限は 10 月 17 日。Web サイトより申し込む。当選発表は、10 月 21 日までに応募者全員に通知する。

「知らなくても楽しめる！宇宙探査トークショー～JAXA の人に最前線＆ウラ側を聞いてみよう～」は、宇宙

探査に携わる職員の話を知ることができる。申込方法などは、後日 Web サイトに掲載される。

そのほか、整理券を配布するイベントなども実施される。

「JAXA 筑波宇宙センター特別公開 2024」は入場無料。雨天決行。事前予約不要（一部のイベントでは事前申込制）で、子供から大人まで楽しむことができる。

◆JAXA 筑波宇宙センター特別公開 2024

日時：2024 年 10 月 26 日（土）10:00～15:30（最終入場 15:00）※雨天決行

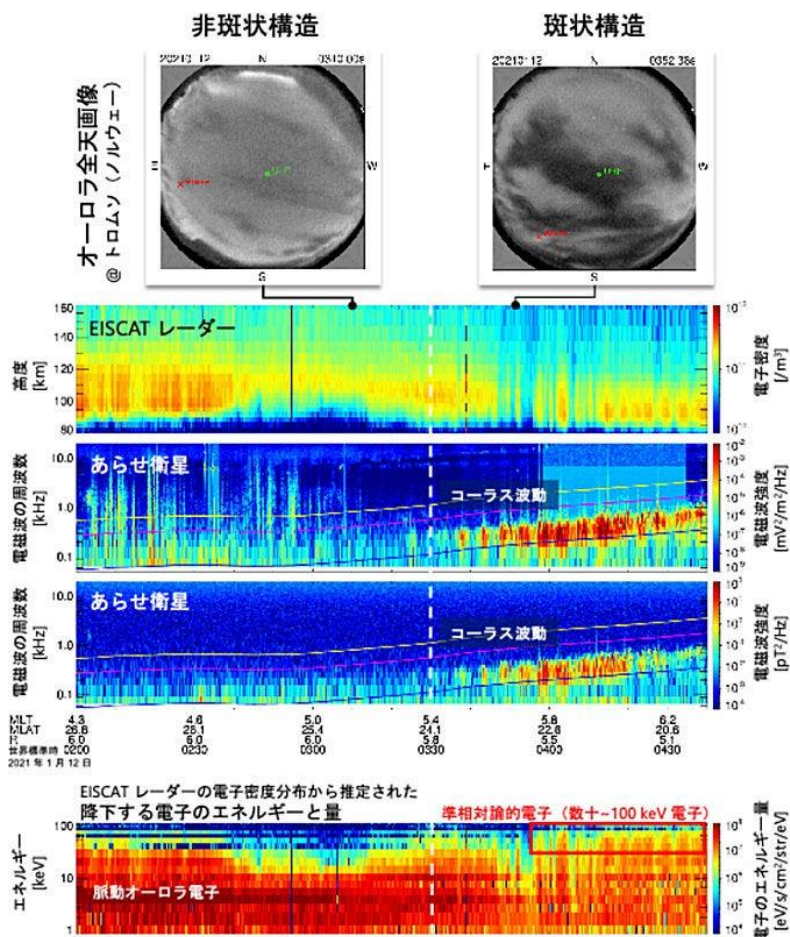
会場：筑波宇宙センター（つくば市千現 2-1-1）

入場料：無料 事前申込：不要 ※一部のイベントでは事前申込が必要 《宮内みりる》

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20241001-3035338/>

電通大など、脈動オーロラと磁気圏の管状構造「ダクト」などの関係を解明

掲載日 2024/10/01 06:45 著者：波留久泉



2021 年 1 月 12 日に光学機器、EISCAT レーダー、「あらせ」によって観測された時系列データ。オーロラの形状の違いに対応して、超高層大気の電子密度の様子、地球に近い位置におけるコーラス波の観測の有無、降下電子のエネルギーが変化している。MLT(磁気地方時)、MLAT(磁気緯度)、R はあらせ衛星の位置を表す指標。MLAT の大きさは磁力線に沿って地球に近いことを示しており、今回の研究において重要なパラメータだという(出所: 電通大プレスリリース PDF)

電気通信大学(電通大)、国立極地研究所(極地研)、総合研究大学院大学(総研大)、名古屋大学、金沢大学、東京大学(東大)、大阪大学の 7 者は 9 月 27 日、数秒から数十秒で準周期的に脈を打つように点滅する「脈動オーロラ」の形状、地球近傍の宇宙空間に形成されている「磁気圏」から地球大気中に降り込んでオーロラ発光を引き起こす電子、および磁気圏における電子密度の管状構造「ダクト」の関係を解明したと共同で発表した。

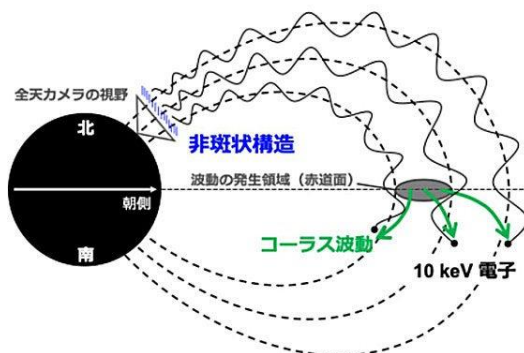
同成果は、電通大大学院 情報理工学研究科の伊藤ゆり大学院生(現・極地研 宙空圏研究グループ 特任研究員 兼 総研大 大学院生)、同・細川敬祐教授を中心とした 20 名の研究者が参加した共同研究チームによるもの。詳細は、[米国地球物理学連合が刊行する地球物理の中でも太陽-地球システムなどの宇宙物理に関する全般を扱う「Journal of Geophysical Research: Space Physics」に掲載された。](#)

脈動オーロラの発光を生み出す「脈動オーロラ電子」は、一般的に約 10 キロ電子ボルト(keV)のエネルギーを持ち、その多くは磁気圏の赤道面で発生する自然電磁波「コーラス波動」によって散乱され、宇宙から大気中に降下してくる。最近になり、同オーロラの発生中には同電子よりも高エネルギーの「相対論的電子」も降下しており、中間圏・上部成層圏のオゾンの破壊を誘発していることが示唆されている。そのため、同オーロラの特性を理解することの重要性が高まっていた。

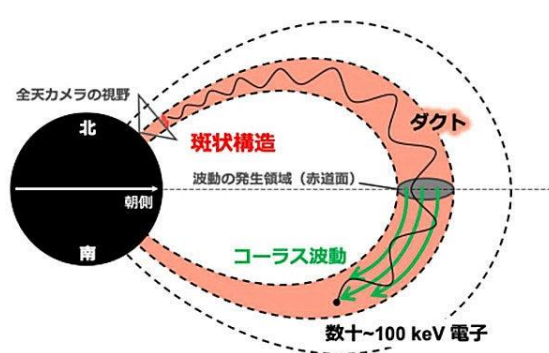
これまでに、脈動オーロラ電子のエネルギーが高まっている時に脈動オーロラの形状が斑状になるという観測がいくつかされていた。また、コンピュータシミュレーションにより、同電子のエネルギーが大きくなるためには、磁気圏を伝搬するコーラス波動が発生した後に、地球近傍まで減衰せずに伝搬する必要があることが示唆されていた。しかし、それらの関係を支配する物理メカニズムを解明するために十分な条件を満たした、オーロラ撮像装置、大気レーダー、磁気圏における衛星の同時観測の事例がなく、観測的な解明には至っていなかったという。そこで研究チームは今回、ノルウェーのトロムソに設置されている「全天型オーロラ撮像装置」と大型大気レーダーで観測されたオーロラや超高層大気の電子密度と、磁気圏で衛星観測された波動や電子などの時系列データを比較することにしたとする。

エネルギーが高い電子が降下するほどの低い高度において、超高層大気の電子密度は高くなるため、降下電子のエネルギーを逆算して推定することが可能。その結果、発光している領域の境界が明瞭な「斑状」の脈動オーロラの発生、準相対論的電子(数十~100keV の高エネルギー電子)の降下、およびコーラス波動の地球近傍までの伝搬が同時に観測されていたことが判明した。この同時成立の関係から、「磁気圏の電子密度が管状に高く、あるいは低くなった構造のダクトが、コーラス波動の磁力線に沿った地球方向の伝搬を促し、さらにダクトの断面の形状を反映するようにして脈動オーロラの形状を決めている」という物理メカニズムを提案することにしたとする。

密度ダクトが存在しない場合



密度ダクトが存在する場合



観測結果から提案された物理メカニズムの模式図。磁気圏における電子密度の管状構造「ダクト」の有無によって、コーラス波動の伝搬の様子、降下する電子のエネルギー、および脈動オーロラの形状が変化(出所:電通大プレスリリース PDF)

また、そのメカニズムを解析事例で証明するため、磁気圏の電子密度と脈動オーロラの発光の比較が行われた。そして、同オーロラの斑状構造に対応する磁気圏電子密度の空間変動が確認され、提案された物理メカニズムの妥当性が証明されたとした。

今回の研究成果は、脈動オーロラの形状を見ることでダクト構造の有無を把握することが可能になり、さらには宇宙天気予報の枠組みの中で、磁気圏高エネルギー電子の生成・消滅プロセスを可視化できることが示されているとする。しかし、これは1つの事例による解析であり、統計的な傾向は不明。そのため研究チームは今後、同様の事例を得るため、地上におけるオーロラ撮像装置と「EISCAT(欧州非干渉散乱)レーダー」、および磁気圏に

おける宇宙航空研究開発機構(JAXA)の衛星「あらせ」による連携観測を継続して実施していく予定とした。さらに、これまでの膨大なデータを利用し、同オーロラの斑状構造の特徴(くっきり度、大きさなど)、相対論的電子の降下、コーラス波動の地球近くまでの伝搬について、統計的な解析を進めていくとしている。



最先端の大型大気レーダー「EISCAT_3D」。約1万本のアンテナを用いて、超高層大気の3次元観測を行う(極地研 伊藤ゆり特任研究員撮影)(出所:電通大プレスリリース PDF)

また、2025年以降には世界でも最先端の大型大気レーダーシステム「EISCAT_3D」による超高層大気の三次元観測も始まる。それにより、これまで観測できなかった脈動オーロラの発光がある空間とない空間における降下電子のエネルギーの違いを把握できると考えているとした。さらに、衛星との同時観測を継続することで、今回提案された物理メカニズムの理解が進み、相対論的電子の宇宙空間における分布の可視化やオゾン破壊への影響など、宇宙天気予報に貢献していくことが期待されるとしている。

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20241002-3036397/>

広島大、ダークマターを観測するための「遠方誘導崩壊反射法」を発案

掲載日 2024/10/02 06:32 著者: 波留久泉

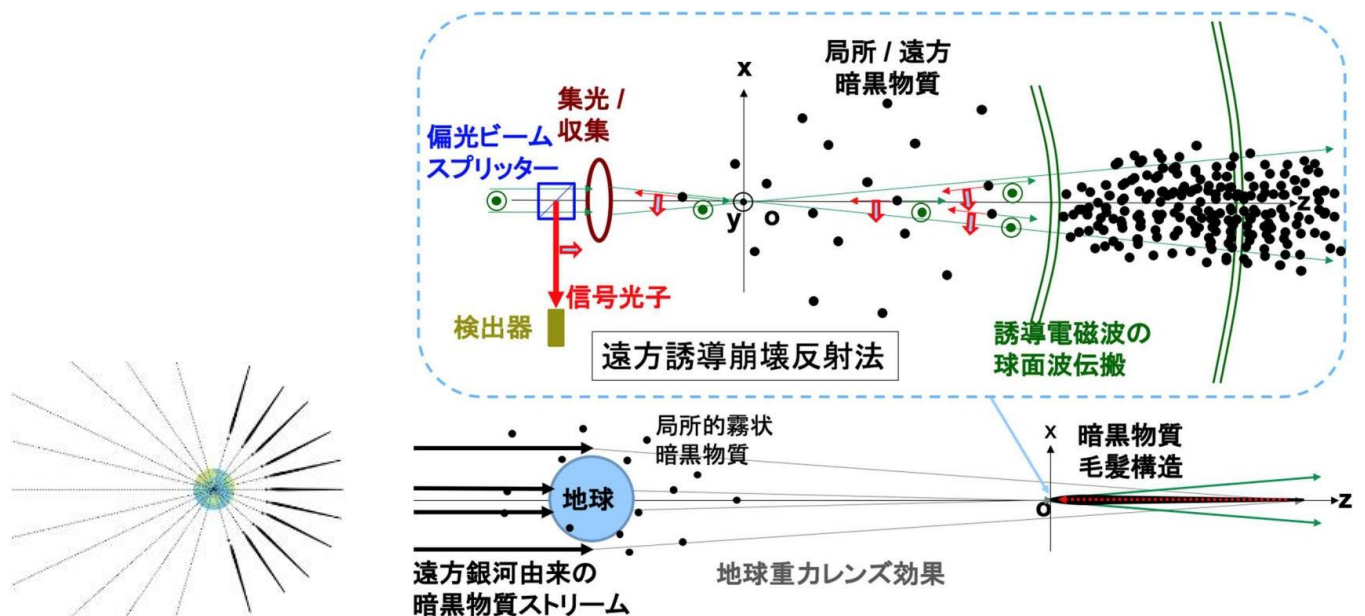
広島大学は9月30日、地球などの惑星の重力を利用して「ダークマター」(DM)の様子を映し出して観測する将来計画「惑星重力レンズDM望遠鏡構想」を実現するための、宇宙空間を伝播する電磁波により、遠方の軽いDM候補を光へと強制的に崩壊させ、その反射光を手元で捉える「遠方誘導崩壊反射法」を発案したことを発表した。同成果は、広島大大学院 先進理工系 科学研究科の本間謙輔准教授(高エネルギー加速器研究機構 量子場計測システム国際拠点兼務)によるもの。[詳細は、理論物理学および実験物理学を扱った学術誌「Journal of High Energy Physics」に掲載された](#)。これまで、DM候補の探索には、主として磁石を使って、磁場を介してDM候補を光子へと変換し、その光子を観測する手法が取られてきた。この場合、静止する磁場内に、偶然DMが入射するまで待ち続けることになるため、この手法で感度を上げるには、強い磁石を巨大化し、DMに触れられる体積を大きくするしかなかった。そこで、研究チームは今回、未知の素粒子である「アクシオン」や、それに類似した「アクシオン類似粒子」など、宇宙空間を漂う、崩壊し得る軽いDM候補を一般的に探索する新手法を提案することにしたという。仮に磁石を光速で長距離移動させることができたのなら、その実効的体積は桁違いに増大することになる。磁石を光速で動かすのは実際には無理だが、その代わりに電磁波を飛ばすことによって置き換えることはできる。レーザーやマイクロ波のような位相の揃った電磁波を宇宙空間に放った場合、その光によりDM候補を長距離にわたって誘導崩壊、つまり、まれにしか崩壊しないDMを強制的に崩壊させられる可能性があるという。この時、もしDMが静止している場合には、運動量の保存(作用反作用)から2つの崩壊光子が正反対に出る。片方の光の方向を指定するのは、誘導用の電磁波の進行方向なので、もう片方の崩壊光子は、鏡に反射したように誘導用電磁波の発射された方向に戻る形で放出されることになる。もし、パラボラミラーのごとく鏡の面を球面に変えられるとすると、1か所に反射光を集光させられることになる。レーザーのような位相の揃った光を宇宙空間で集光後発散させておくと、その集光点から少し離れた所ではほぼ球面状の伝播になる。その球面状光波で誘導崩壊させられた光子は、その発生点だった集光点に必ず戻るということになるという。

問題は、DMが観測者に対し、どの程度静止した状況を実現しているかとなるが、DMの速度上限は、天の川銀河に拘束されていることから光速の1/1000未満と見積もられるという。地球の重力はDMに対しては重力レン

ズとして働き、秒速 220km の入射速度を想定すると、その焦点距離は地球中心から約 100 万 km 程度となる。その密度凝縮の効果は、焦点位置では 10 億倍程度かつ、およそ 100 万 km の距離にわたって少なくとも 1000 万倍程度の凝縮効果が維持されるという。例えば地球表面を頭皮に見立てると、DM の毛髪のような構造が現れることとなり、もし観測衛星を毛根に置き、誘導電磁波を毛先に向けて打ち出した場合、DM 崩壊からの信号収量は密度増大に比例し、毛髪長の 4 乗に比例することとなり、光子と DM の結合が重力結合並みに弱い場合ですら感度を持てる超高感度探索が原理的には実現できるとする。

ただし実際には DM は四方八方から地球に入射するため、あまり密度増大は期待できないという。それに対して、最近見つかった天の川銀河に重力的に捕捉された、白鳥座の方向にある太陽質量の 100 億倍程度の矮小楕円銀河から、太陽系のある方向に向かって星々が天の川銀河に流れ込んできている現象である「白鳥座 S1 ストリーム」のような遠方の DM 源がある場合には、DM は地球レンズにほぼ平行入射するため毛髪形成が起こるとする。この場合、たとえ伝播軸方向に DM がさまざまな速度を持っていたとしても、衛星を姿勢制御して毛髪方向に向けることができれば、常に毛髪全体を光の網で捉えられることになるという。これは、遠方からの DM ストリームに対しても同様に、DM 源と地球レンズの中心を結ぶ線上に毛髪が「必ず」生じていることになるとする。これらを踏まえると、DM を豊富に含む遠方銀河に対して、どの方向から飛来するかによらず、地球自体が全天的な望遠鏡レンズとして働くことが期待できることとなり、これが惑星重力レンズ DM 望遠鏡構想となり、今回の研究はこの同構想を実現するための礎となると研究チームでは説明している。

なお、研究チームによれば、これまで地球や木星などの惑星により、DM の毛髪構造が現れることまでは予言されていたが、毛髪を検知する具体的な方法論は提唱されていなかったとのことで、今回の研究成果は、新たな観測手法の導入により、惑星重力レンズ効果による DM 観測という新たな天文学構想を展開する可能性を切り拓くものとなるとしている。



地球周辺に現れると予想される暗黒物質の毛髪構造のイメージ (出所:広島大プレスリリース PDF)

今回の研究の概要 (出所:広島大プレスリリース PDF)