

太陽が X クラスの太陽フレアを放出、1 週間で 3 回目のコロナ質量放出を地球に向けて発射（動画）

メレディス・ガロファロ 2024.8.10

活動的な黒点 AR3777 は今週、3 つの太陽フレアのうち最も強いものを放出し、今週末には地球に影響を及ぼす新たな CME を送り込み、地磁気嵐を引き起こす可能性がある。



現在、地球に向かって 3 つの異なるコロナ質量放出（CME）が進行しており、今週末は米国北部とヨーロッパでオーロラを観測する機会が増えるかもしれない。[CME は、太陽からの太陽フレア](#)から発生する磁場とプラズマの巨大な爆発で、地球上で強力な磁気嵐を引き起こす可能性があります。これらの嵐により、天文観測者は夜空に広がる[オーロラ](#)と呼ばれる見事な色のショーを目にすることができます。

水曜日（8 月 7 日）に発生した M クラスの太陽フレアにより、すでに 2 つの CME が地球に接近しており、米国海洋大気庁（NOAA）の宇宙天気予報センター（SWPC）の科学者らは[予報の議論の中で](#)、木曜日（8 月 8 日）には X クラスのフレアから別の CME が発生したことを確認した。これらの CME は、8 月 11 日と 12 日の[ペルセウス座流星群](#)のピークと[完全にタイミングが合っており](#)、天体観測者は今週末、1 つどころか 2 つの素晴らしい天体現象を観測できる可能性がある。



2024 年 8 月 8 日の太陽フレアとそれに伴う無線停電の警告を示す NOAA のリリース。(画像提供: NOAA) もっと見る

2024 年 8 月 8 日に NASA の太陽観測衛星によって撮影された太陽の画像。太陽の東端から X1.3 の太陽フレア

が噴出している様子が写っている。(画像提供: Helioviewer.org)

X クラスの太陽フレアは最も強力なクラスの太陽フレアであり、X の指定の後に 1 から 9 までの数字が続き、その強さを示します。9 が最高です。

木曜日の太陽黒点領域 AR3777 からの爆発は X1.3 で、東部夏時間午後 3 時 35 分（協定世界時 19 時 35 分）頃にピークを迎えた。NOAAによると、この活動的な領域からの爆発はこれまでに最大で、この爆発により短波ラジオが混乱し、ハワイ諸島を含む北米全域で停電が発生した。CME には速度制限がありません。実際、Spaceweather.com の[投稿によると](#)、木曜日の噴火は時速 220 万マイル (1,000 km/s) を超えたそうです。

3 つの CME は今から週末の終わりまでに到着すると予測されており、地磁気嵐の監視は日曜日（8 月 11 日）まで継続される。現在の予測では G2（中程度）の太陽嵐となるが、科学者たちは CME が[地球](#)に到達し始めると、その影響を監視し続ける予定である。もちろんオーロラが見えるかどうかは現地の気象状況次第だが、SWPC の予報官はニューヨークからアイダホにかけての北部および中西部北部全域でオーロラが見える可能性があると予想している。[NOAA の 30 分予報モデル](#)または継続的に更新される 実験的な [Aurora Viewline](#) を通じて、いつでも特定の位置を確認できます。[最新のミッション、夜空など、宇宙について語り合うには、当社のスペースフォーラムに参加してください](#)。ニュースのヒント、訂正、コメントがある場合は、community@space.com までお知らせください。

[メレディス・ガロファロ](#) 寄稿者 メレディスは、地域のマロー賞を受賞した認定放送気象学者であり、科学/宇宙特派員です。彼女は最近、ニューヨーク市の NY 1 とクリーブランドの 19 First Alert Weather Team でフリーランスの気象学者として働いていました。自称「ロケット ガール」のメレディスは、この 10 年間、個人的および職業的な仕事で高い評価を受けており、その中には、第 1 回ヴァルパライソ大学同窓会 10 年功労賞、地域エドワード R. マロー賞を受賞したニュース 12 の気候特集「Saving Our Shores」の 2 つの特別レポート、気象学と報道に関するフェア メディア カウンシル フォリオおよびロング アイランド プレス クラブの複数の賞、ロング アイランド ビジネス ニュースおよび NYC TV ウィークの「40 Under 40」賞などがあります。

<https://forbesjapan.com/articles/detail/72943>

2024.08.06 17:00

太陽活動が 2001 年以降で最も活発に、オーロラが発生しやすくなるとの予測



[Jamie Carter | Contributor](#)



米オハイオ州ウォルナットビーチパークから見たオーロラ、2024 年 5 月 10 日（Getty Images）

2024 年 7 月に太陽黒点が 2001 年 12 月以降で最大数に増えたことが明らかになった。科学者たちは、今後数週間あるいは数カ月間、オーロラの出現が増えるかもしれないという。太陽黒点（以下「黒点」）とは、太陽の表面の磁気の乱れであり、地球ほどの大きさになることもある。NASAによると 1611 年以降、数え続けられており、その数は太陽が磁氣的にどれほど活発であることを示している。

宇宙気象サイトの spaceweather.com が報じているように、ベルギー王立天文台の[太陽影響データ解析センター](#)によると、2024 年 7 月の月間平均黒点数は 196.5 に達した。

先週、北米ではオーロラの写真が数多く投稿されたが、しばらくの間この状態が続く可能性がある。

コロナガス放出

黒点とは太陽フレアの発生源であり、しばしばコロナガスの放出をともしなう。太陽フレアとは太陽から放たれる高エネルギーの電磁波で、光速で移動しわずか8分間で地球に到達する。太陽フレアは電波障害を起こすことがあるが、オーロラは発生させない。しかしコロナガスの放出は、磁場と荷電粒子を最大速度秒速3000kmで太陽系に向けて放出する。地球の方向に放出されれば、磁気嵐を起こす可能性があり、それがオーロラを発生させる。コロナガスの放出は数日かけて地球に到達する。

第25太陽周期

太陽はおおよそ11年の太陽周期をもち、その間、太陽の磁気活動は強弱の変化を繰り返す。今は活動のピークである「太陽極大期」への変わり目にあることが、太陽表面の黒点を数えることでわかっている。現在は第25太陽周期で2019年に始まった。SWPCの[最新予測](#)によると極大期は2024年8月から2025年1月になるという

オーロラはどうやって発生するのか

オーロラは、太陽から放出される荷電粒子の流れである太陽風によって作られる。太陽風が地球の磁場と衝突すると、北極と南極で磁力線を加速し、複数の緑と赤の楕円を作る。通常それらはアラスカ、カナダ北部、あるいはスカンジナビア北部（ノルウェー、フィンランド、スウェーデン、アイスランド）などの北極圏近くでのみ見られる。しかし、太陽フレアとコロナガスの放出が多く発生すれば、太陽風はより強くなり、それらの楕円形はさらに南下する。それが起きた時、北米の人々は北の地平線上のかすかな輝きとしてオーロラを見ることができると。(forbes.com 原文) 翻訳＝高橋信夫

<https://forbesjapan.com/articles/detail/72974>

2024.08.07 10:30

いよいよペルセウス座流星群がピークに、オーロラ出現の可能性も 今週の夜空



[Jamie Carter | Contributor](#)



カナダ、サスカチュワン・サマー・スターパーティー上空のペルセウス座流星群、2018年8月10日 (Getty Images) [全ての画像を見る](#) ヘルクス座球状星団 (Getty Images)

今週は、みんなが大好きなペルセウス座流星群がピークを迎えとともに、太陽の活動が極大になる。今週末、「流れ星」と[オーロラ](#)を同時に見る可能性は十分にある。

新月が過ぎ三日月が少しずつ満ちていく今週、日没後の西の空の少しずつ高い位置に現れる月をゆっくり見るのもいいだろう。今週の星空観賞と天文について知っておくべきことを以下に述べる。

8月7日(水曜日): 金星と三日月と「地球照」

この日、輝面比8%の細い三日月が、日没後の西の地平線に輝く。月の「暗い側」には、かすかに輝く「地球照」が見えるだろう。太陽光が地球の海と氷冠に反射して月を照らす現象だ。

8月8日(木曜日): 三日月と「地球照」

8日も三日月の「地球照」を見るチャンスだ。輝面比14%まで満ちた三日月は、日没後の西の空で昨日より少し高い位置に見える。

8月9日（金曜日）：再び三日月と「地球照」

輝面比 21%になった三日月はこの日も日没後の西の空に現れ、「地球照」を見せている。

8月10日（土曜日）：月とスピカ

輝面比 29%になった三日月が、西の空でおとめ座で最も明るく、夜空で 15 番目に明るい星、スピカに接近する。スピカは約 250 光年の距離にある（訳注：日本では両者がさらに接近して月がスピカを隠す「スピカ食」を多くの地域で見ることができる）

8月12日（月曜日）：ペルセウス座流星群がピークに

人気のペルセウス座流星群は、この日の夜にピークを迎え、1 時間当たり 50 個程度の「流れ星」を見せてくれる。上弦を明日に控えた月は深夜前に沈み、空は月明かりのない最高の条件になる。流れ星の見かけ上の出発点（放射点）のあるペルセウス座は、空高く上っている。

「流れ星」は、宇宙の塵が地球の大気と衝突して起きる。この流星群はスウィフト・タットル彗星が残した塵によるものと考えられている。光害のないところへ行くか、少なくとも視野に明るい光のない場所で見るのがよい。

今週の星座：ヘルクレス座

ヘルクレス座は構成する星々が比較的暗いため、見つけるのは少々難しいが、それでも探す価値があるのには理由がある。ヘルクレス座球状星団（M13）があるためだ。夜空で最も大きい星座の 1 つであるヘルクレス座は、夏の 2 つの明るい星、こと座のベガとうしかい座のアークトゥルスに挟まれたあまり明るくない星々からなる大きな集まりだ。この星座の最も特定しやすい部分である「キーストーン」が M13 の場所だ。北半球から見える最も近く最も明るい球状星団で、多くの星々が密に集合している M13 は、約 2 万 5000 光年の彼方にあり、双眼鏡か小型望遠鏡でそのすばらしい光景が見られる。

球状星団とは、天の川銀河の外で形成され、現在、近傍銀河を周回していると考えられる古代の星々からなる集団だ。M13 は北半球から見える最も明るく最も美しい球状星団の 1 つだが、ほかにも 150 個の球状星団が知られている。（forbes.com 原文） 翻訳＝高橋信夫

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20240806-2999493/>

核融合研など、暗いオーロラでも二次元分光観測が可能な特殊カメラを開発

掲載日 2024/08/06 06:59

著者：波留久泉

核融合研究所(核融合研)と京都大学(京大)は 8 月 2 日、核融合研の「オーロラ観測プロジェクト」において、分光計測システムを用いたプラズマ観測の技術を駆使して、オーロラの詳細な色を調べることができる観測システム「オーロラ観測用ハイパースペクトルカメラ」(HySCAI)をスウェーデン・キルナに設置して 2023 年 9 月より観測を開始し、初観測に成功したことを共同で発表した。

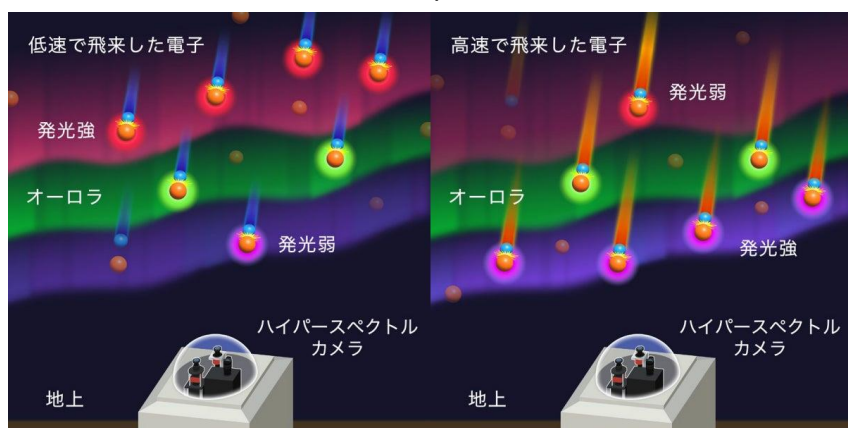
同成果は、核融合研の吉沼幹朗助教、同・居田克巳特任教授、京大 生存圏研究所の海老原祐輔教授らの共同研究チームによるもの。詳細は、[地球惑星科学と関連分野全を扱う学術誌「Earth, Planets and Space」に掲載された。](#)

オーロラは、太陽由来の宇宙から降り込んでくる電子と上層大気原子・分子との衝突によって引き起こされる発光現象。観測される光の大半は、中性または電離した窒素、酸素の原子の発光線や分子の発光帯で構成されており、遷移するエネルギー準位、分子の振動や回転によって色が決まる。オーロラはタイプによって発光色が異なるが、それがどのような発光プロセスなのかはまだ意見が分かれているという。オーロラの発光過程や色を詳細に調べるためには、包括的(時間的・空間的)なスペクトル(分光)観測が必要だ。

一方、核融合研では、超伝導プラズマ閉じ込め装置「大型ヘリカル実験装置」(LHD)において、磁場中のプラズマからの発光が観測されていた。これまで、その光のスペクトルを計測し、エネルギーの輸送過程や原子、分子の発光過程の研究が行われてきた。研究チームは、その技術と知識をオーロラ観測に適用することで、オーロラの発光の理解、それをもたらす電子のエネルギー生成過程の研究に寄与できると考えたとする。

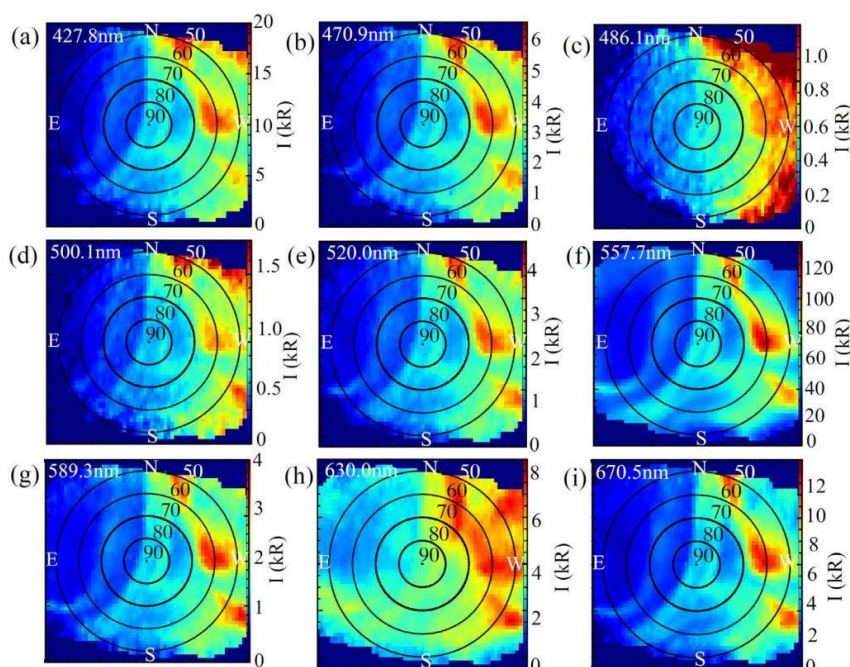
従来の光学フィルタを用いたオーロラ観測では、取得できる波長が限られており、その波長分解能が低いことが欠点だった。それに対してハイパースペクトルカメラは、波長分解能の高いスペクトルの空間分布を得ることが可能。そこで研究チームでは、2018 年より、LHD でも活用してきた「EMCCD カメラ付きレンズ分光器」に「ガルバノミラー」を用いたイメージ掃引光学系を組み合わせることで、HySCAI を開発する計画をスタート。そして 2023 年に、1 キロレイリー(kR)の暗いオーロラも計測可能な HySCAI の開発に成功したという。なお、kR とはオーロラの明るさの単位で、1kR は天の川の明るさに相当する。

2023 年 5 月に、オーロラ帯の直下のスウェーデン・キルナにある同国宇宙公社 エスレンジ宇宙センターに HySCAI が設置された。そして同年 9 月より、日本からの遠隔操作での観測がスタート。そして今回、オーロラのハイパースペクトル画像を取得(オーロラの二次元像を波長ごとに分解)することに成功したという。



電子のエネルギーが小さく低速で飛来した場合(左)と、エネルギーが大きく高速で飛来した場合(右)のオーロラの色の違い(出所:京大プレスリリース PDF)

オーロラ発光強度の較正、および設置後に取得した星の位置から観測位置の較正が行われ、ユーザーがすぐにデータを利用できるようにした上でデータは公開中だ。2023 年 10 月 20 日のオーロラ爆発も観測され、HySCAI を用いてどのようなデータを観られるのかが明らかにされた。その中で、異なる波長の光の強度比から電子のエネルギー推定が行われた。電子が低速の場合は、高い高度で発光し赤色の光を強く出す。一方、高速の場合は、低い高度まで電子が侵入し、緑色や紫色の光が強く出てくる。HySCAI で観測された各色(波長)に分解されたオーロラの二次元画像により、光の発生する高さの違いで光を生み出す元素が異なるため、色による分布の違いが観測された。このように、オーロラが生み出すさまざまな色の二次元画像が得られる装置の開発に成功した。



今回の装置で計測した各色(波長)に分解されたオーロラの二次元画像(出所:京大プレスリリース PDF)

赤色の光と紫色の光の強度比から、オーロラを生み出す降り込み電子のエネルギーを求めることが可能であり、HySCAI を使い、今回観測されたオーロラ爆発時の降り込み電子のエネルギーは 1600 電子ボルト(約 1000 個分の乾電池の電圧で得られるエネルギー)と見積もられた。これまで知られている値と大きな矛盾はなく、観測が妥当だったことが示されたという。HySCAI により、降り込み電子の分布やオーロラの色との関係、オーロラの発光メカニズムというオーロラの重要課題の解決に貢献できることが期待されるとする。

今回のシステムは、従来の限られた波長のみを観測する手法の欠点を補うもので、スペクトルの詳細な変化を観測することで、オーロラ研究の進展に寄与するという。一方、核融合プラズマ中においても注目されている、磁場中の荷電粒子と波との相互作用によるエネルギー輸送についても知見を得られると考えられるとしている。今後、国内外の大学・研究機関と協力し、この学際研究を進展させ、世界のオーロラ研究の発展に寄与することが期待されとしている。

<https://www.space.com/3-sun-mysteries-still-have-not-cracked>

まだ解明されていない太陽の 3 つの謎 ライアン・フレンチ 出版された 2024 年 8 月 6 日

太陽に関する私たちの理解はここ数十年で大きく進歩しましたが、現在および将来のミッションで解決したい未解決の謎がまだ数多く残っています。



太陽については多くのことが分かっていますが、これら 3 つの謎は科学者を困惑させ続けています。(画像提供: Javier Zayas Photography、Getty Images 経由)

ジャンプ先: [1. コロナ加熱問題](#) [2. 太陽の内部ダイナモと太陽活動周期](#)

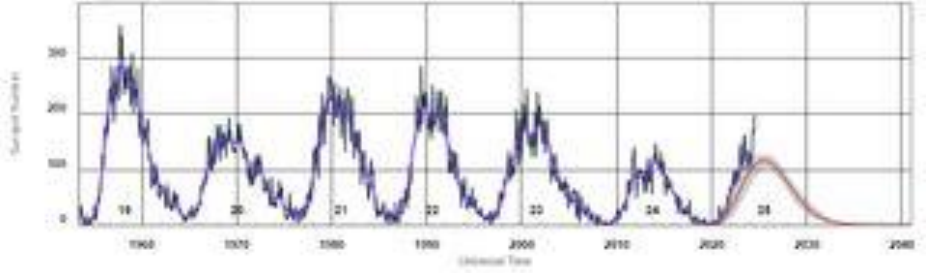
[3. 太陽フレアとコロナ質量放出の予測](#) [これらの質問に答えるにはどのようなツールがありますか？](#)

宇宙に衛星を送り始めて以来、太陽に関する知識は飛躍的に増加しました。私たちは太陽を新たな波長で観測し、初めて紫外線と X 線で地元の恒星を観測しました。これらの観測により、太陽に関する多くの新しい未解明の現象が明らかになりました。これらの初期の太陽観測の多くはずっと前に説明されましたが、太陽に関する謎は未だに残っており、科学者たちはそれを解明しようと取り組んでいます。ここでは、私たちの地元の恒星に関する未解決の主な謎を 3 つ概説しますが、もちろん他にも謎はあります。地上または宇宙から太陽を観測する現在および将来のプロジェクトのほとんどには、これらの謎の 1 つ以上を主要な科学的目標として含めています。

1. コロナ加熱問題

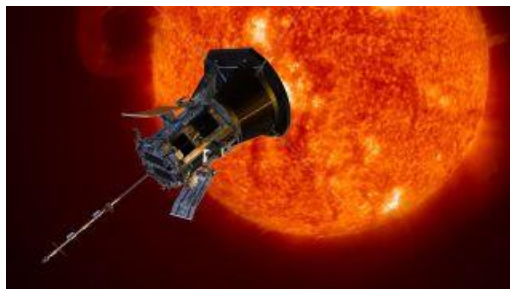
太陽の外側の大気はコロナと呼ばれ、その温度は約 180 万度 (摂氏 100 万度) です。しかし、太陽の表面は光球と呼ばれ、それよりずっと低い 10,000 度 (摂氏 5,500 度) です。一見すると、これは不可解に思えます。太

関連：[太陽の磁場が長年の太陽熱の謎を解くかもしれない](#)



つまり、太陽の場合、コロナは太陽の表面よりはるかに高温ですが、密度ははるかに低いのです。一方、表面は低温ですが、密度ははるかに高いのです。その結果、光球の温度は低いものの、総エネルギーは依然として高くなります。しかし、光球のエネルギーが高いためコロナが高温になっていることは分かっていますが、それでもコロナ加熱の問題は解決していません。謎のままなのは、エネルギーが太陽の表面から大気圏にどうやって運ばれるかということです。複数の説がありますが、私たちの観測では決定的な証拠はまだ得られていません...まだ。

3. 太陽フレアとコロナ質量放出の予測



7/33

太陽を観測する NASA のパーカー・ソーラー・プローブのアーティストによる概念図。(画像提供: NASA/ジョンズ・ホプキンス大学 APL/スティーブ・グリベン)

太陽フレアと CME (太陽からの噴出) は、[宇宙天気](#)(太陽が地球近傍の環境に及ぼす影響) の主要な要因です。これは、電力網、[衛星](#)、無線通信に影響を及ぼします。世界中で、数十人の宇宙天気予報士が主要な利害関係者に定期的に予測を発表し、太陽による潜在的な混乱について知らせています。これらの予報士は素晴らしい仕事をしていますが、利用可能な観測と、太陽フレアと CME の要因に関する私たちの限られた集合的知識の両方によって、予報には大きな限界があります。

現在、フレアや CME の予測は確率的かつ反応的です。発生確率が高い時期は特定できますが、噴火の時期を具体的に特定することはできません。これらのイベントをより正確に予測するには、まず、非常に小さな規模でフレアや CME を引き起こす複雑なプロセスを理解する必要があります。これは、現在進行中の研究のもう 1 つの重要な分野です。

関連記事: [— 太陽の蛇のような磁場が科学者を太陽の大きな謎の解明に近づける](#)

[— パーカー・ソーラー・プローブとソーラー・オービターが協力し、65 年にわたる太陽の謎に挑む](#)

[— NASA の太陽観測衛星が宇宙での最初の 10 年間で成し遂げた 10 の素晴らしい発見](#)

現在、太陽物理学の研究はデータが豊富な時代を迎えています。宇宙では、NASA が[太陽観測衛星](#)や界面領域撮像分光器など、地球周回軌道上で多数の太陽物理学ミッションを実施しています。これらに、この 10 年以内に NASA のマルチスリット太陽探査ミッションが加わる予定です。地球周回軌道上の主要な望遠鏡には、日本のひので、インドの[アディティア L1](#)、中国の[先進宇宙太陽観測衛星](#)などがあります。

太陽の周りを周回しているのは、欧州宇宙機関の[太陽探査機](#)と NASA の[パーカー太陽探査機](#)です。そして最後に、地上には多数の太陽望遠鏡があり、その中で最大のものは国立科学財団の[イノウエ太陽望遠鏡](#)です。これらの太陽物理学ミッションは、他のミッションと合わせて、太陽の未解決の謎を解くために必要なデータを提供するという素晴らしい仕事をしています。

[ライアン・フレンチ](#) 寄稿者 ライアン・フレンチ博士は、太陽物理学者、科学コミュニケーター、作家です。地上と宇宙で最先端の望遠鏡を使用し、現代の太陽物理学研究の最前線で太陽の謎を追っています。ライアンはまた、博物館や天文台、テレビ、Twitter や TikTok のソーシャルメディアを通じて、太陽と宇宙の素晴らしさを一般の人々と共有する活動も行っています。ライアンの最初の著書「[太陽：地元の星への初心者向けガイド](#)」は 2023 年に出版されました。

https://sorae.info/space/20240807-iss-kibo.html#google_vignette

国際宇宙ステーションの「きぼう」では何が行われているの？ 日本チームの驚く

べき研究結果

2024-08-07 [寄稿記事](#)

皆さんは日の出前や日没後の空を駆け抜ける星のような光、通称「ISS」と呼ばれる国際宇宙ステーション (International Space Station) を見たことがあるでしょうか？

世界各国が協力して作り上げた地球の上空約 400 kmにある巨大な宇宙実験室、それが ISS。そこでは、ミッションに任命された宇宙飛行士達が何か月間も滞在しながら、日々様々な実験を行っています。

ISS には日本が開発した実験棟「きぼう」があり、最先端の宇宙実験が行われています。とはいえ、細胞や遺伝子の研究、新薬の開発などがあまり身近に感じられず、実際にどのような実験が行われているのか、詳しくご存知ではない方も多いと思います。本記事では、きぼうの歴史やそこで行われた研究事例を解説していき、宇宙に浮かぶ最先端の実験室「きぼう」でのすばらしい成果を見ていきたいと思います。

この記事でわかること ・宇宙実験のメリット ・日本モジュールきぼうについて



【▲ 国際宇宙ステーション（ISS）（Credit: NASA/JAXA）】

■宇宙実験のメリット

はじめに、地上と宇宙の大きな違いと言えば、重力があるかないかということです。ISS は完全な無重力空間ではありませんが、地球の 1 万分の 1 から 100 万分の 1 ほどの重力しかなく、「微小重力環境」と呼ばれています。重力があるおかげで、実は私たちの住む地球の空気も重力により引き寄せられており、私達が住める環境となっているんです。

微小重力環境には 4 つの特徴があります。

1. 沈降がない（水と油のように重さの違うものが分離しない）。
2. 熱対流が起きない。
3. 静水圧がない（地上では液体の深いところほど水圧が高くなるが、微小重力環境では水圧はほぼ発生しない）。
4. 容器がなくても浮遊できる。

上記の条件が、まさに微小重力環境の魅力的な部分なのです。

この条件のもとで、「きぼう」では高品質なタンパク質の結晶を作成したり、不純物の入っていない均等で高品質な半導体を作ったりすることができます。さらには、宇宙放射線や太陽エネルギーなど地上とは異なる環境で植物を育ててみる実験や、あるいは宇宙空間で地上と同じような生活を実現するための実験といった、宇宙での生命活動の可能性を探る実験が行われています。これらの実験結果を理解することは、生命の誕生の秘密を探ったり、今後月よりも遠くの惑星探査や宇宙旅行で多くの人が宇宙へ行く際の医療サポートや食の向上につながったり、宇宙での生活環境をよりよくしたりすることに貢献します。

■日本実験棟「きぼう」について

宇宙航空研究開発機構（JAXA）が開発した日本実験棟「きぼう」は ISS の中で最も大きな実験モジュールで、船内実験室、船外実験プラットフォーム、船内保管室、ロボットアームの 4 つで構成されています。2008 年 3 月 11 日に運用が開始されて以来、現在に至るまで途切れることなく 24 時間体制で運用されています。「きぼう」ではどんなことができるのでしょうか？ 主なもののだけでも以下のような実験がサポートされています。

- ・微小重力環境を活かした実験、高品質タンパク質結晶の作成など
- ・地上の環境変動を予測、広域災害をいち早く察知
- ・水再生システムの開発
- ・遠隔医療システム
- ・X 線による全天の監視
- ・超小型衛星の放出

最新技術を駆使した「きぼう」での実験は、まさに無限大の可能性を秘めており、今後も様々な研究の舞台として活躍する予定です。

■「きぼう」は地上から見られるの？

「きぼう」を含む ISS は、いつ日本上空を通るのが手軽に確認できるようになっています。

インターネットで「きぼうをみよう」と検索すると、株式会社バスキュールの「KIBO 宇宙放送局」が運用するウェブサイトで「きぼう（ISS）」が見える方角や時間帯を確認できます。

また、「きぼう」など ISS から見た地球や宇宙は、JAXA の「きぼうの窓から」で見ることができます。このウェブサイトには「きぼう」船内などから撮影した写真が掲載されています。

この他にも、ISSに滞在している世界各国の宇宙飛行士たちがXなどでISSからの眺めを発信しているので、そちらも確認してみてください。お住まいの地域の写真が見つかるかもしれません。

参考リンク ・ [KIBO 宇宙放送局](#) - #きぼうを見よう - 国際宇宙ステーションが見える予測日時をお知らせ
・ [JAXA 有人宇宙技術部門](#) - 「きぼう」の窓から

■最先端宇宙実験の事例紹介

それでは、これまでに「きぼう」で行われてきた実験を6つピックアップしてご紹介します。

宇宙ならではの実験ばかりを集めてみました。

◆宇宙で炎はどのように燃え広がるの？ 宇宙火災を未然に防ぐ実験！「FLARE」



【▲ Mission Mark (Credit: JAXA)】

【▲ Mission Mark (Credit: たんぽぽ計画ホームページ)】

ISS 船内の機械や宇宙飛行士の装備などには燃えにくい素材が使われていますが「燃えにくい」というのは地上での話であり、宇宙の方が燃えやすい場合もあると言われています。そこで登場するのが JAXA が開発した燃焼実験装置「SCEM」です。SCEM は様々な気圧や酸素濃度を設定して実験することができ、月環境を想定することもできます。例えば、ろうそくは地上だと細長い炎ですが、宇宙では対流（空気の移動）が生じないので丸い球体の形になります。また、それに伴って燃焼は遅くなり、地上よりも長い時間燃え続けるようです。今後の有人宇宙探査において、日本が安全な宇宙滞在に貢献出来るよう研究が進められています。

参考リンク ・ [JAXA 有人宇宙技術部門](#) - 火災安全性向上に向けた固体材料の燃焼現象に対する重力影響の評価

◆微生物は惑星間移動ができる？「Tanpopo（たんぽぽ）計画」

この実験では「きぼう」の船外実験プラットフォームに取り付けた装置に微生物を入れ、宇宙空間に3年間さらすという長期にわたる研究が行われました。すると、なんと3年間経過しても微生物の生存が確認されるという成果が得られました。火星と地球の間を移動する場合、自然現象では平均すると数千万年かかりますが、移動する軌道によっては数か月から数年で到達できる場合もあります。この実験は、未だに謎が多い生命の起源について、微生物が惑星間を移動可能であるならば、地球上の生命は火星で誕生した可能性もあるという仮説を立てることを可能にしました。地球外生命体の発見にも繋がりそうな研究であり、今後の進展が楽しみです。

参考リンク ・ [JAXA 有人宇宙技術部門](#) - 「きぼう」船外環境で微生物が3年間生存していた！

・ [東京薬科大学](#) - 微生物は紫外線下で長期間生存可能：国際宇宙ステーション曝露実験

・ [たんぽぽ計画公式サイト](#)

◆人工血液に挑む、タンパク質生成実験！

「きぼう」船内では沈殿や対流がなく、宙に浮いたまま生成することができるので、不純物を付着させることなくきれいなタンパク質の結晶を作ることができます。結晶化したタンパク質は構造を詳しく解析できることから、人工血液の構成物質であるヘモグロビンというタンパク質を結晶化する実験が行われました。現在は宇宙で作られたタンパク質を元に安心安全な人工血液を作るための、より詳しいタンパク質の構造解析が進められています。この研究をされている中央大学理工学部の小松教授は20年以上にわたって研究を続けており、災害や病気での輸血の際に人工血液が使える未来を見据え、実用化に向けて着実に研究を進めています。

参考リンク ・ [JAXA 有人宇宙技術部門](#) - 研究者インタビュー01 | タンパク質結晶生成宇宙実験

・ [JAXA](#) - 宇宙で作ったきれいなタンパク質結晶が人工血液研究のカギとなる (YouTube)

◆微小重力空間での植物の育ち方とは？ 実は重力がストレスだった？ 「Space Seed」



【▲ Mission Mark (Credit: JAXA)】 【▲ Mission Mark (Credit: JAXA)】 【▲ Mission Mark (Credit: JAXA)】

今後、宇宙での滞在期間は今よりももっと長期的になる事が予想されています。人間の生存に欠かせない食物の確保がより重要になることを踏まえて、植物の成長過程を観察する実験が行われました。実験に使用されたのは「ぺんぺん草」の名で親しまれているシロイヌナズナです。シロイヌナズナは給水、湿度、光のコントロールがすべて自動で行われる植物実験ユニット（PEU）という装置内で栽培されました。実験の結果、地上と比べて茎の成長速度が早く、葉の老化が遅いという結果が出ました。これは、植物の成熟に関わる「エチレン」の合成が、ストレスを受ける重力環境では促進されるものの、無重力環境では抑えられたためだと考えられています。また、重力環境では植物の体を支えるために、細胞壁が固く、丈夫になります。茎の成長が促進したのは、微小重力環境で細胞壁が伸びやすくなったことが原因だと分かりました。近年では宇宙での野菜の栽培実験も行われており、地上と同じように新鮮な野菜が食べれる日も近いかもしれません。

参考リンク ・ [JAXA](#) - ライフサイエンス実験 Space Seed

◆氷の結晶化実験「Ice Crystal2」、食品保存に新しい可能性

冷たい氷の下を泳いでいる魚は、「不凍糖たんぱく質」というものが体液に含まれていて、体が凍ってしまうのを防いでいます。この機能を上手く活用して冷凍食品や臓器の低温技術に役立てようと、不凍糖タンパク質の働きを解明する実験を行いました。すると、不凍糖たんぱく質を含んだ水溶液では氷結晶の成長速度が3～5倍も早くなり、成長が速くなったり遅くなったりを繰り返す不思議な現象が起こっていました。そして、成長が早い面は成長し続けた結果消失し、最終的に一番成長速度の遅い面で氷が囲まれ、結晶の成長が止まることが分かりました。これを元に、冷凍食品を凍結解凍を繰り返さずにおいしさをキープした冷凍食品の開発につながったり、臓器を損傷しないように、低温で凍らせずに保存する技術の開発に大きな貢献が見込まれています。

参考リンク ・ [JAXA](#) - 物質科学実験 Ice Crystal2

・ [北海道大学低温科学研究所](#) - Case 6 氷点下でも魚が凍らないのはなぜ？

◆金魚のウロコは最高の実験素材！ 宇宙での骨量減少問題に取り組む「Fish Scales」

金魚のウロコは実は人の骨とよく似た成分、似た働きをする細胞で出来ており、人の骨について研究する際にピッタリなんです。この実験ではウロコをISSに運び、骨を作る細胞（骨芽細胞）と古い骨を壊す（破骨細胞）のメカニズムを調べました。宇宙では骨芽細胞の働きが弱まり、破骨細胞の働きが強くなることで、骨量の減少が起こってしまいます。このプロセスを抑制する上で有効とされているのが睡眠ホルモンこと「メラトニン」です。メラトニンは特に骨吸収の抑制効果が期待されており、メラトニンを添加した培地で育てたウロコでは骨吸収を促進する因子の表れが抑制される事が明らかになりました。2025年には再び魚のウロコを使用した宇宙実験が行われる予定で、骨粗しょう症に対する新たな予防法や治療法についての成果に期待が持てそうですね。

参考リンク ・ [JAXA](#) - 宇宙空間で引き起こされる骨吸収がメラトニンによって抑制！：「きぼう」での実験

・ [金沢大学](#) - 宇宙空間で引き起こされる骨吸収がメラトニンによって抑制！

■「きぼう」は2030年まで運用される方針

JAXAは2023年12月にISSでの2030年までの活動の在り方について発表しており、アメリカが主導する国際月探査計画「アルテミス」で必要となる技術などの実証の場として継続する実験から、新たな試みに至るまでより幅広く行っていく予定です。また、今後は商業利用としての間口も広がり、民間利用も増えると期待されています。JAXAが公表していた発表の一部をご紹介しますと、

- ・ 健康寿命の延伸。小型動物飼育実験、タンパク質生成実験など。
- ・ X線天文学における世界的発見、世界初の高エネルギー領域での宇宙線観測等、科学的知見を獲得。
- ・ 多くの民間企業の参入を実現。CM(コマーシャルメッセージ)撮影案件の募集。
- ・ 臓器培養技術開発。
- ・ 深宇宙放射線が次世代哺乳類に与える影響、宇宙でのがん治療の研究。
- ・ 宇宙での食糧生産。 などとなっており、今後も宇宙開発をリードする国のひとつとして様々な領域で力が入れられていくことになります。

■まとめ

私たちは宇宙実験室を利用して細胞や生命についてより深く理解し、地上では解明出来なかった詳細な解析までできるようになりました。私たちの知識はISSができる前と比べて圧倒的に飛躍し、長期間の宇宙滞在や惑星間移動をするための研究も進められています。

また、どの実験も斬新なアイデアから始まって新しい知見を見出しており、宇宙実験の可能性を感じられたのではないのでしょうか。今後も宇宙実験から革新的な技術が生まれ、私たちの生活を一層豊かで便利なものにしてくれると期待しています。

Source [JAXA](#)

[国際宇宙ステーション（ISS）のこれまでの成果と今後の活用の在り方について](#)（宇宙政策委員会 宇宙科学・探査小委員会 第59回会合 資料2）

[たんぽぽ計画公式サイト](#) [東京薬科大学](#) [北海道大学低温科学研究所](#) - Research Frontier [金沢大学](#)
文／池澤朱音 編集／soraie 編集部

<https://forbesjapan.com/articles/detail/72924>

2024.08.08 17:45

日本版 GPS「みちびき」の誤差が1m以下になる測位補強サービス



[Forbes JAPAN Web-News | Forbes JAPAN 編集部](#)

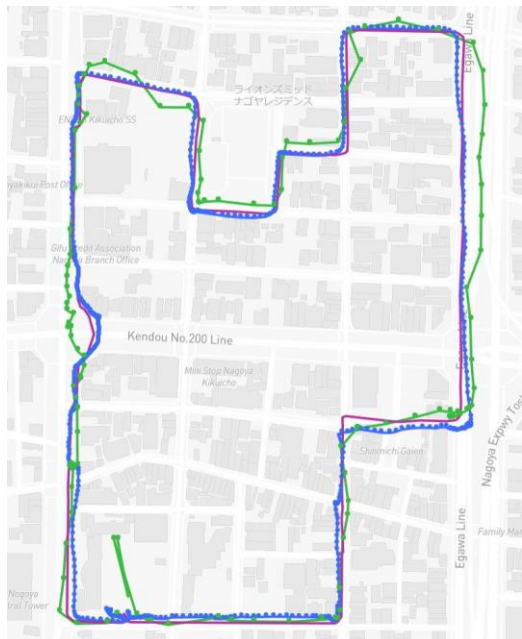


みちびきウェブサイト

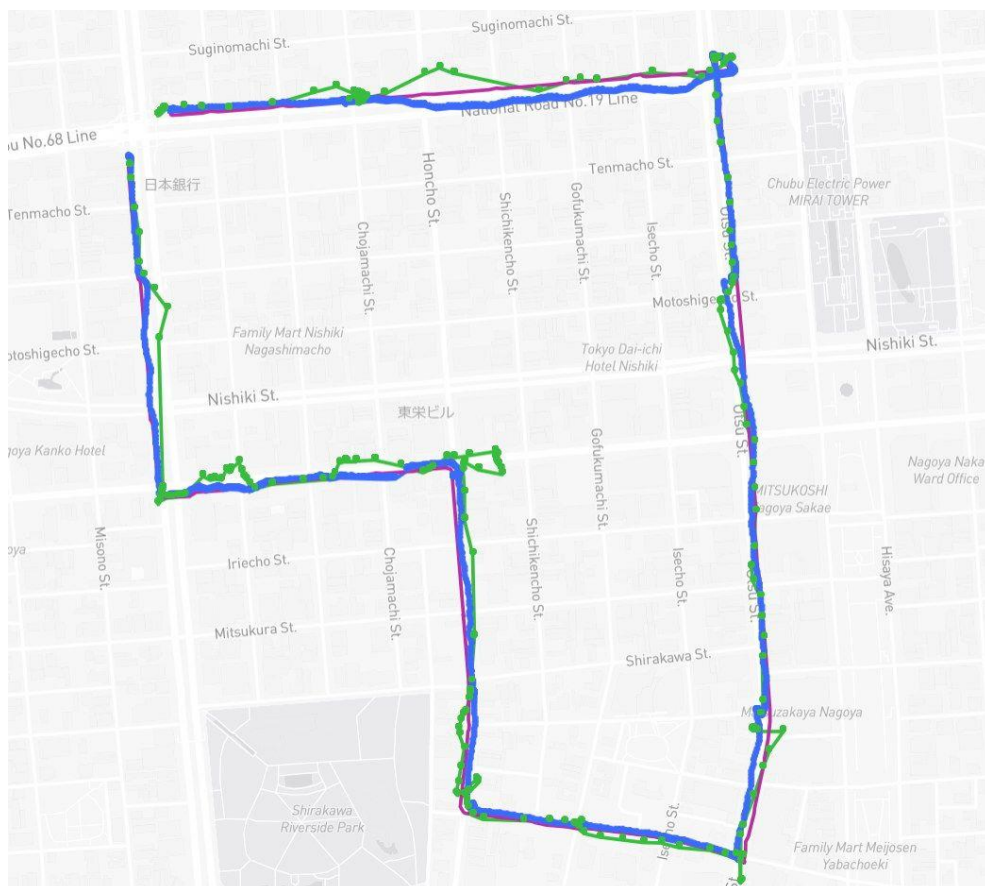
自分のいる位置を測位する衛星としてはGPSが有名だが、日本の測位システムである準天頂衛星「みちびき」も順調に精度を高めてきている。これが利用できるようになると、自分の居場所がより正確になり、徒歩でのナビなどには有効だ。現在、実証実験段階の「みちびき」のサブメータ級測位補強サービス（SLAS・現在GPSなどによる測位の誤差は10m程度だが、このサービスを活用することで誤差1m程度になる）を利用して、電動キックボードのシェアリングサービスを提供するCrystalが、電動キックボードに受信機器を装着し、GPSのみの

スマホとどの程度の差があるかを計測している。

それによると、実験場所は、名古屋市内の狭い住宅街（西区那古野周辺）、高層ビル等の障害物が多い地域（丸の内、伏見、矢場町）の2箇所。西区那古野周辺では下記の図の通りSLASを利用した測位（青の線）はおおむね、実際に走行した経路（紫の線）をたどっているが、スマホでの測位（緑の線）では、ところどころで大きく走行経路を外れていることがわかる。

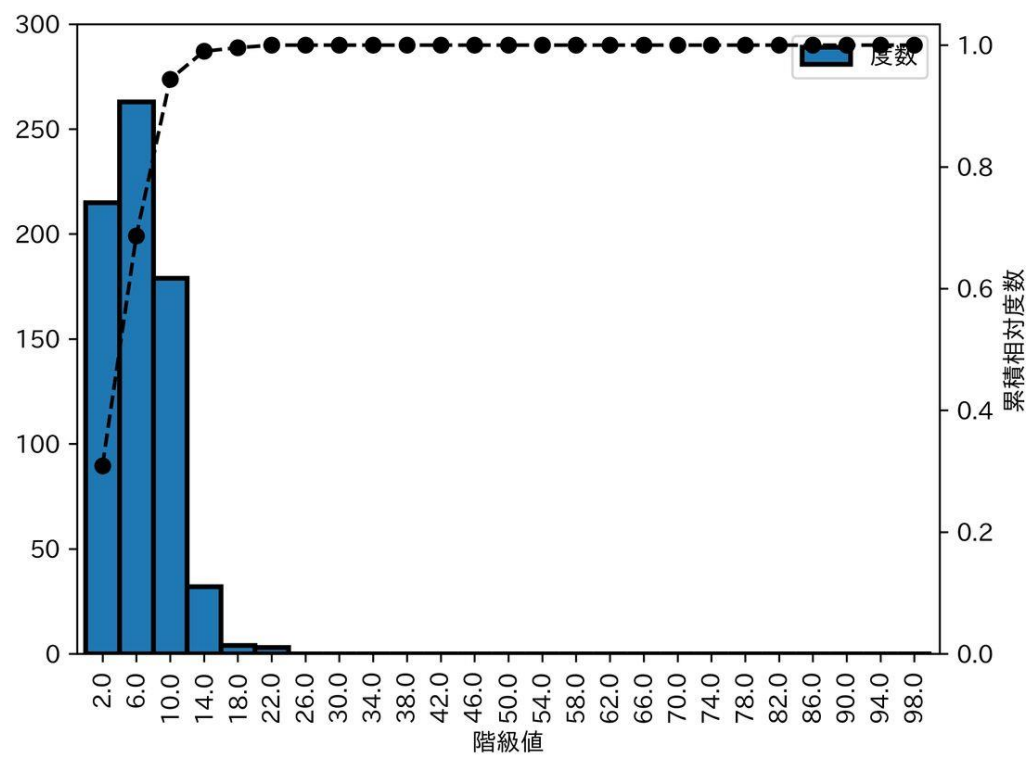


一方、丸の内、伏見、矢場町周辺でも、SLAS を利用した測位（青の線）のほうがスマホでの測位（緑の線）より誤差が小さく、場所によってはその差が最大 70m もなることがあったようだ。

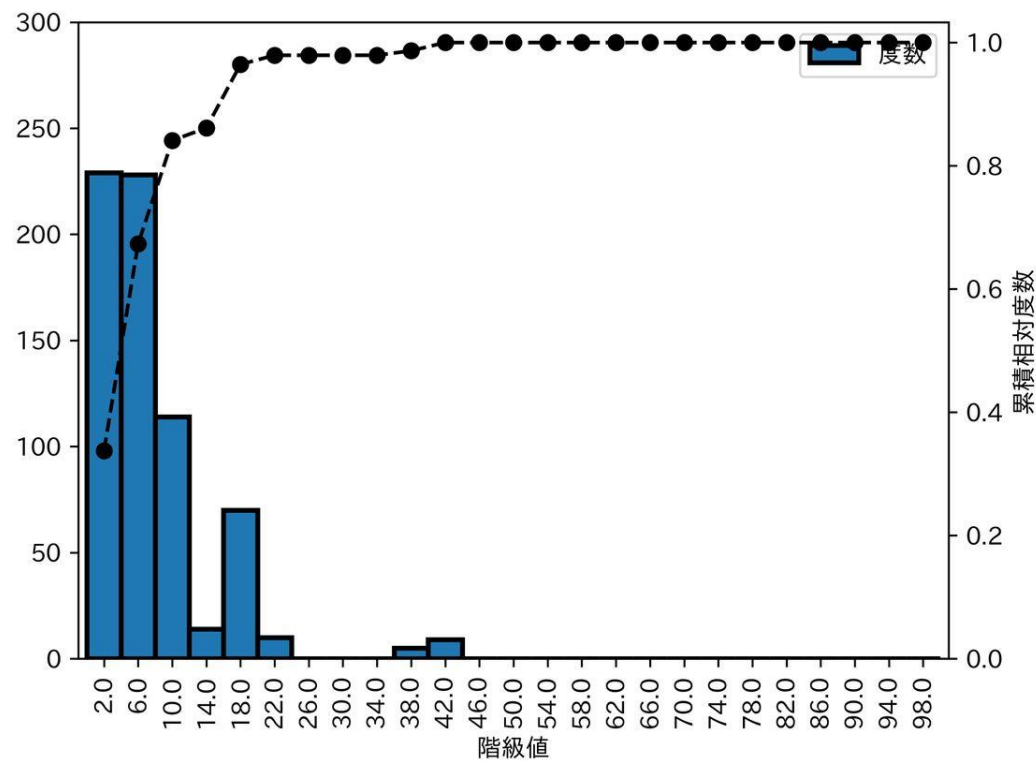


精度で見ると、すべての地点で誤差 1m 程度というわけではないが、誤差 12m 以内の地点が SLAS では 95%

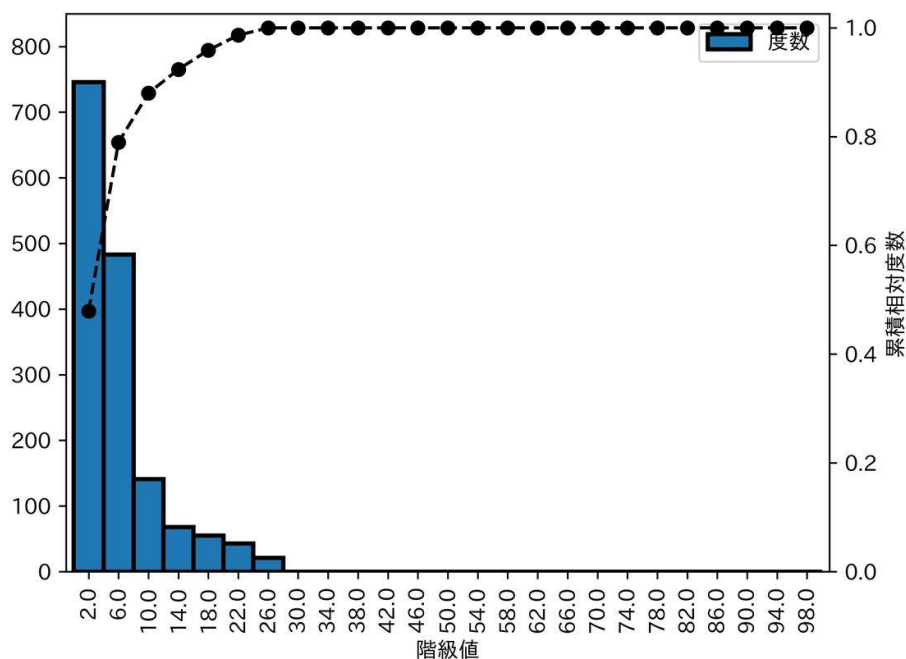
となっており、スマホでの測位の 85%に比べて確実に精度が上がっていることが確認された。



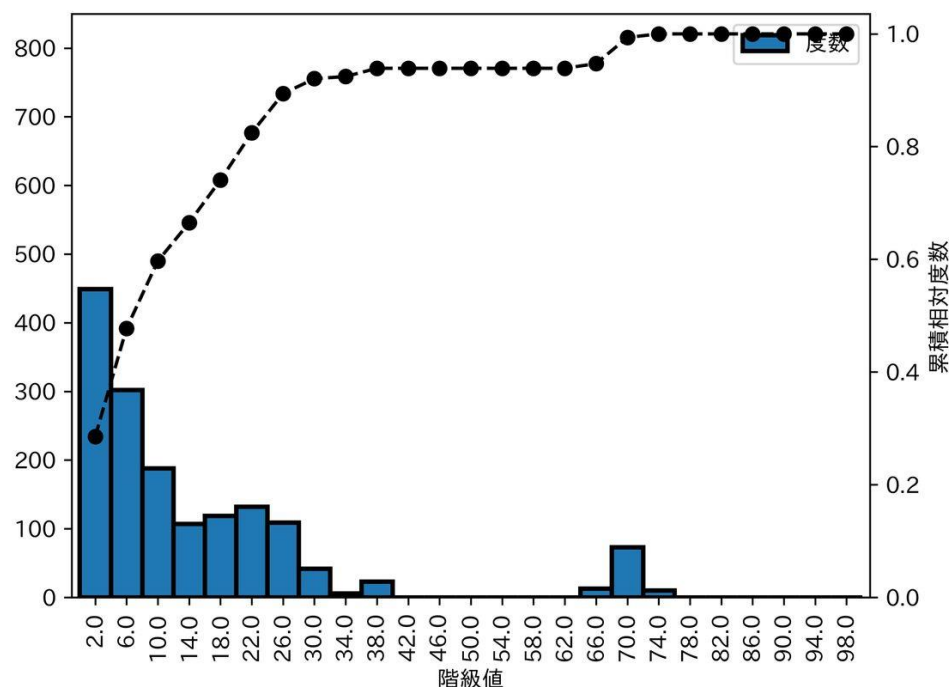
西区那古野周辺での距離誤差の度数分布（SLAS 利用）



西区那古野周辺での距離誤差の度数分布（スマホ）



丸の内、伏見、矢場町周辺での距離誤差の度数分布（SLAS 利用）



丸の内、伏見、矢場町周辺での距離誤差の度数分布（スマホ）

このことから、そのサービスを活用することで、位置情報の信頼性がアップすることになり、より精度の高さが求められるアプリケーションなどで有用となるはずだ。こうした位置情報を活用するサービスを提供する企業にとっては、日本の技術によって位置情報の精度が上がることで、欧米に頼ることなくよりよいサービスの開発が期待できそうだ。

出典:Crystal「[準天頂衛星システムみちびきのサブメータ級測位補強サービス（SLAS）を利用した実証実験](#)」より 文＝飯島範久

地球の自転速度が遅くなり、1日が長くなっている理由



[Jamie Carter | Contributor](#)



Getty Images

グリーンランドや南極の氷が融けて赤道付近で海が膨らみ、地球の自転速度を変化させている。Proceedings of the National Academy of Sciences に 7 月 15 日に掲載された[最新の論文](#)によると、気候変動が地球の自転を遅くした結果、1日の長さが長くなっているという。

地球は 24 時間で 1 回、自転しており、それが 1 日となる。その 24 時間に数ミリ秒が加わるだけで、地球における時間の管理、デジタルインフラそして地球を周回する GPS 衛星の精度に問題が生じる可能性があり、さらに宇宙旅行に影響を与える可能性もあると研究チームはいう。

質量の移動

論文では、極域から世界の海洋、特に赤道付近に流れ出る水の量が増えると、地球の自転速度に与える抵抗因子が大きくなるという。「これは質量の移動が起きていることを意味しており、地球の自転に影響を与えている。フィギュアスケート選手が回転する際、体に近づけておいた両腕を、広げていくようなものです」とチューリッヒ工科大学都市・環境・地理情報工学部の宇宙測地学教授ベネディクト・ソジャはいう。質量が回転軸から離れていくと慣性が大きくなり、速かった回転は遅くなる。

氷の融解と月

8 万 6400 秒の地球の自転は、月に支配されている。[BBC](#)によると、月の引力は地球の自転を遅らせており、潮汐摩擦という現象で 1 日の長さが 100 年あたり 2.3 ミリ秒長くなっているという。月は地球の回転エネルギーを利用して、その軌道はわずかながら遠くなっており、約 2 億年後には月は地球からさらに遠くなり、地球はよりゆっくりと自転し、1 日の長さは 25 時間になる可能性がある。それは自然のプロセスだが、気候変動はそういうものではなく、月よりも大きな影響を与えると研究者はいう。「人間は、私達が認識している以上に大きな影響を地球に与えており、当然ながら、人間には地球の未来に対して大きな責任が課せられているのです」とソジャはいう。

軸の変化

Nature Geoscience に掲載された同じ研究者チームの論文は、気候変動が地球の自転速度だけでなく回転軸（地軸）の角度にも影響を与えていることを示している。地軸が地表と交差する正確な地点は 100 年間に約 10 メートル移動している。論文によると、その原因は氷冠の融解と地球内部の動きの両方によるものだという。「気候変動は地球の回転軸を移動させており、角運動量保存によるフィードバックも地球の核の動態を変化させているようだ」とソジャは語る。研究チームは、1900 年以降に地球の回転極がどのように変化したかを AI を利用して計算し、その結果は宇宙飛行士や衛星による観察と一致した。

地球の内核

また別の研究チームは、1 日の長さがわずかに長くなっているのは、地球の内核が 14 年間にわたって減速しているためだと先に報告している。地表から深さ約 5100km にある固体の鉄とニッケルからなる球体の内核は、月とほぼ同じ大きさで、液体の鉄とニッケルからなる外核に包まれている。内核は地球の磁場を形成していると考えられている。研究チームは地震や核実験による地震データを使用して、2010 年以降、地球の内核が地表と比較して遅くなっていることを発見した。速度の低下は液体の鉄合金からなる外核の攪拌と、外核の外側にあるマ

8月5日に始まった「水星逆行」の仕組みと意味、天文学者が解説



[Jamie Carter | Contributor](#)



2024年8月5日～27日、水星は逆行運動する（Getty Images）

8月5日から水星が逆行している。もし占星術師を信じるなら、この8月5日から27日までは、人間同士だけでなく、デバイス間のコミュニケーションにもフラストレーションが溜まるという。テクノロジーにおける事故や誤解、誤動作が起こるなどといわれているが、この現象はそれよりずっと興味深いものだ。

2024年の水星逆行はいつか？

2024年に起きる水星逆行の期間は以下のとおりだ（いずれも日本時間）。

- ・ 2024年4月2日～4月25日
- ・ 2024年8月5日～8月29日
- ・ 2024年11月26日～12月16日

水星逆行は決して珍しい現象ではない。なぜなら水星は88日間で太陽の周りを回っているからだ。内惑星、つまり地球よりも太陽に近い惑星である水星は、地球における1年間で4回近く太陽を周回している。その間に3回、地球に近づくタイミングがある。ここが重要だ。

水星逆行とは何か？

水星逆行とは何かを理解している人は少ない。それは「水星が逆方向に動く」ということだが、もちろん水星は何も特別なことはしていない。ただ太陽を周回しているだけだ。

水星逆行とは、同惑星が数週間にわたって西から東ではなく、東から西へ逆方向に動く「ように見える」現象だ。

逆行が起きる理由

私たちは、動くプラットフォームから夜空を見ている。地球はどの惑星とも違った速度で、太陽の周りを回っている。水星と地球が最も接近した際、水星は地球からだ後退しているように見える。これは異なるスピードで動く惑星の間で生じる視覚効果だ。

水星逆行は人にどんな影響を与えるのか

影響を与えることはない。ありえない。目の錯覚とはそういうものだ。ではなぜ、騒いでいる人たちがいるのか？占星術師は地球から見た天体の動き方が、地球上の人々や出来事に何かしらの影響を与えると信じている。水星の逆行が占星術におけるコミュニケーションやテクノロジー、旅行の問題に影響があるとされるのは、水星（mercury）の語源であるローマ神話に登場するメルクリウスに関係する。商人や旅人の守り神とされるメルクリウスはギリシア神話のヘルメスと同化した存在で、「神々の伝令師」であり、コミュニケーションの象徴だったためだ。惑星の位置と動きを研究する天文学者は、これを逆行運動と呼び、惑星の動き方による必然的な結果だと説明している。しかし惑星が時として逆方向に動くように見える現象は、現代人に驚くべき影響を与えているのだ。

水星逆行が重要な理由

惑星が逆方向に動くように見えることは、科学を飛躍的に進歩させた観察結果だった。星空を見る人たちの間で「the wanderers（放浪者たち）」と長年呼ばれてきた惑星について天文学者は、惑星が夜空を逆行するように見えるのは、惑星が地球ではなく、太陽を周回していることを意味していると考えてきた。水星の見かけ上の逆行は、1543年にニコラウス・コペルニクスが提唱した、地動説の正しさを証明した。

つまり、水星逆行があなたに影響を及ぼすことはない、安心して旅行にでかけ、コミュニケーションを取り、誤動作や故障の心配をすることなく電子機器を購入しても構わない。水星は逆方向に動いているわけではなく、私たちにそう見えているだけなのだから。（forbes.com [原文](#)） 翻訳＝高橋信夫

<https://forbesjapan.com/articles/detail/73021>

2024.08.09 08:30

ボーイング製宇宙船の不具合、飛行士2名の帰還は来年まで延期か



[Mary Whitfill Roeloffs | Forbes Staff](#)



スニ・ウィリアムズ（右）とブッチ・ウィルモア（Photo by Joe Raedle/Getty Images）

米航空宇宙局（NASA）は現地時間8月7日、当初の予定よりも8週間長く国際宇宙ステーション（ISS）に滞在中の2人の宇宙飛行士が、来年まで宇宙に留まる可能性があると発表した。2人を運んだボーイングの新型有人宇宙船、スターライナーに不具合が相次いたことを受け、NASAはその原因の解析を続けているが、別の選択肢も検討している。

宇宙飛行士のスニ・ウィリアムズとブッチ・ウィルモアは、6月5日にフロリダからスターライナーで打ち上げられ、翌日ISSに到着した。このミッションは、当初の予定では8日から10日間程度のものだった。

しかし、62日が経過した今も2人はISSに足止めされており、NASAはスターライナーの問題が続く中、宇宙飛行士を帰還させるためのバックアップオプションを検討している。

複数のメディアが7日に報じたところによると、ウィリアムズとウィルモアはISSにさらに6カ月間滞在し、2025年にスペースXの宇宙船で帰還するというオプションが検討されている。しかし、この計画では、スペースXの次回のクルードラゴンミッションに大きな変更が必要となる。当初予定されていた4人のクルーを宇宙に送るのではなく、2人の宇宙飛行士を送り、ウィリアムズとウィルモアがミッションに参加してさらに6カ月間ISSで働き、来年後2月に4人で帰還することになる。NASAは、今もなおこの計画と並行して、ボーイングが安全だと主張しているスターライナーを使って2人を帰還させるプランを検討している。ここで注目されるのは、クルードラゴンの打ち上げがいつになるかだ。この打ち上げは8月18日に予定されていたが、NASAがスターライナーのクルーの扱いを検討する時間を確保するため、少なくとも9月24日まで延期された。このミッションの指揮官であるウィルモアとパイロットのウィリアムズは、ボーイングの宇宙船で初めて宇宙に飛び立った宇宙飛行士だ。再使用可能なスターライナーは、通常4人、最大7人を収容できる宇宙船で、10回のミッションに使用できるとされている。スターライナーの初の無人飛行は2019年に行われ、その際はISSへの到達に失敗したが、2022年に成功した。初の有人ミッションの打ち上げは、さらにその2年後の今年6月だった。

ボーイングは、このプログラムでこれまで約16億ドル（約2340億円）の損失を出したとされている。スターラ

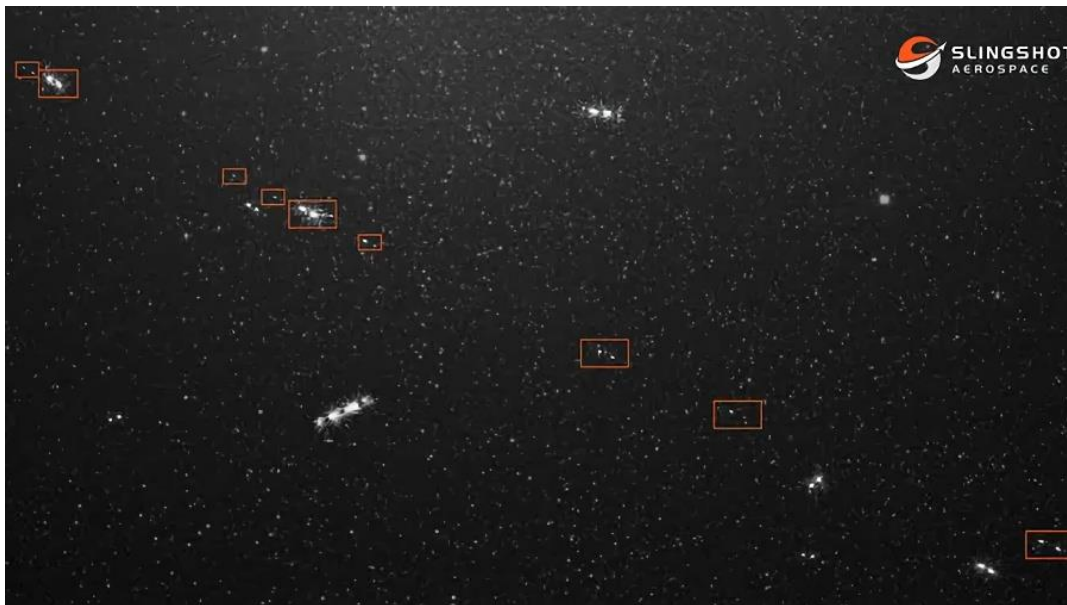
イナーは現在、宇宙船の姿勢や位置を微調整するためのスラスターの問題が解決されるまでの間、乗員を乗せて地球に帰還する許可を出されていないが、ボーイングは、この宇宙船と乗員を安全に帰還させる能力に「自信を持っている」と述べている。(forbes.com 原文) 編集＝上田裕資

<https://uchubiz.com/article/new51438/>

中国ロケット、宇宙ゴミの雲を生成-衛星を軌道投入後に 300 個以上に分解

2024.08.09 17:45 [塚本直樹](#)、[田中好伸](#)（編集部）

米軍の統合軍である米宇宙コマンド (United States Space Command: USSPACECOM) は米国時間 8 月 8 日、[中国](#)が打ち上げたロケットで大量の宇宙ゴミ（[スペースデブリ](#)）が生成されたと発表した。海外メディアの Space.com が[報じた](#)。



長征 6 号 A のロケット本体と長征 6 号 A が展開した 18 機の衛星が同じ軌道を移動するところを捉えた画像。映っている物体はロケット本体の破壊で生じたデブリの一部（出典：Slingshot Aerospace）

中国は 8 月 7 日、「長征 6 号 A」(Chang Zheng 6A: CZ-6A、Long March 6A: LM-6A) ロケットで衛星インターネット「千帆 (Qianfan)」を 18 機打ち上げた。千帆は最終的には、1 万 4000 機の衛星で構成されることになる（千帆は「千帆星座 (Thousand Sails Constellation)」とも呼ばれ、以前「G60 星鏈 (G60 Starlink)」と言われていた衛星インターネットと同じものとみられている）。

USSPACECOM の発表によれば、千帆の打ち上げでは 300 個以上の“追跡可能”な破片が生成されたという。ロケットは衛星を高度 800km に無事に投入したが、その直後にロケット上段が分解し、破片の雲が発生した。

「差し迫った脅威は観測していない」と USSPACECOM は述べている。長征 6 号 A は 2022 年 11 月に打ち上げた気象衛星「雲海 3 号 (Yunhai-3)」でも、533 個の追跡可能なデブリを発生させている（追跡可能なデブリの大きさは一般的に 10cm 以上とされている）。（出典：USSPACECOM 公式 X アカウント）

関連情報 [USSPACECOM 公式 X \(旧 Twitter\) アカウントツイート](#) [Space.com](#)

<https://forbesjapan.com/articles/detail/73046>

2024.08.10 16:00

やはり人類は宇宙で孤独か、プレートテクトニクスが示す ドレイクの式に新因子



[Jamie Carter | Contributor](#)



$$N = R^* \times f_p \times n_e \times f_l \times f_i \times f_c \times L$$

宇宙に存在するのは、地球人だけなのだろうか（Getty Images） [全ての画像を見る](#)

銀河系内に存在する、人類と交信可能な高度知的文明の数（N）を推定するドレイク方程式（University of Texas at Dallas）

宇宙に存在するのは、地球人だけなのだろうか。もしそうなら、なぜなのか。これまでのところ、地球外生命の探索に対しては、沈黙しか返ってきていない。このたび、その理由を明らかにしたとする研究結果を、地球科学者チームが発表した。鍵となるのは地質学だ。米テキサス大学ダラス校とスイス連邦工科大学チューリッヒ校（ETH Zurich）の研究者チームが発表した論文によると、地球に存在する海洋、大陸、プレートテクトニクスの3因子が、高度な地球外文明の存在を示す証拠がない理由である可能性が最も高いという。

ドレイクの式

学術誌 Scientific Reports に[掲載](#)された今回の論文では、「活動的で交信可能な文明」が存在しない状況が何を意味するかを詳細に調査し、[ドレイクの式](#)に修正を加えることを示唆している。1961 年に天文学者のフランク・ドレイクが考案したドレイクの式は、天の川銀河（銀河系）内にある、人類と交信可能な知的文明の数を推定するために天文学で用いられる式だ。問題を数式化するためのもので、解は与えられていない。

ドレイクの式の因子の 1 つに、生命が発生した惑星で知的生命体が出現する割合（ f_i ）がある。今回の研究ではここに、大きな海洋と大陸、そして 5 億年以上続いているプレートテクトニクスの必要性を考慮に入れるべきだと提案している。

プレートテクトニクス

プレートテクトニクスは、地球の岩石圏（地殻とマントル上部からなる硬い岩盤層）がプレートと呼ばれる部分に分かれて運動する仕組みを説明する理論だ。この運動によって、山脈や火山や海洋が形成される。

論文の共同執筆者で、テキサス大ダラス校理学部の教授（持続可能な地球システム科学）を務めるロバート・スターンは「生命は、地球上では約 40 億年前に誕生したが、動物のような複雑な生物が初めて出現したのは約 6 億年前。これは、現代のプレートテクトニクスの作用が始まってから間もなくのことだ」と[説明](#)する。「プレートテクトニクスは、進化の機構を活性化させる。今回の研究では、その理由を明らかにしたと考えている」

プレートの移動に伴い、新たな陸塊が形成されることで、気象システムと新たな気候が発生する。風化によって栄養物が海洋に到達する一方、生息環境の形成と破壊によって生物種は進化と適応を余儀なくされる。

[次ページ > フェルミのパラドックスが意味すること](#)



南米チリ・アタカマ砂漠にあるチャナントール天文台で、星空を背景に立ち並ぶアルマ（ALMA）電波望遠鏡群のパノラマ画像（ESO/B. Tafreshi (twanight.org)）

フェルミのパラドックス

今回の研究で提案された、海洋と大陸とプレートテクトニクスに関する修正をドレイクの式に加えることで、活動的で交信可能な文明の存在確率ははるかに低くなる。これが重要になる理由は、ドレイクの式が、惑星を持つ

恒星の割合（fp）や、生命が発生する惑星の割合（fl）などの複数の因子を掛け合わせて、銀河系内の知的文明の数を推定するためだ。現在のところ、地球以外に生命が存在する証拠は得られていない。これは、[フェルミのパラドックス](#)と呼ばれている。ノーベル賞を受賞した物理学者エンリコ・フェルミが1950年に提唱した。

研究チームによると、ドレイクの式では、生命を育むすべての惑星において、十分な時間を経ることで、知的文明が必然的に発達すると仮定しているという。今回の研究では、それとは別の仮定を提案している。太陽系でプレートテクトニクスが存在する惑星は、地球だけだ。「不動蓋型として知られる、分裂していない1枚の固い外殻を持つ惑星の方がはるかに多く見られる」と、スターンは指摘する。「だが、高度な生命体の出現を促進するためには、不動蓋型よりもプレートテクトニクスの方がはるかに効果的だ」

電波とロケット

さらには、単純な生物から複雑な多細胞生物への進化は水中で起きる必要がある一方、それ以降の進化は陸上で行われる必要があるとスターンは主張する。「夜空に思いを巡らせ、火を利用し、金属を用いて、新しい技術を開発し、最終的には、宇宙空間に電波を送信したりロケット船を送り込んだりする能力を持つ、活動的で交信可能な文明の登場に至るまでのことは、陸上で行われる必要がある」とスターンは説明した。（[forbes.com 原文](#)）翻訳＝河原稔

<https://news.livedoor.com/article/detail/26935549/>

【驚愕事実】宇宙人&UFOは実在する可能性大

2024年8月6日 11時0分 [東洋経済オンライン](#)



[宇宙人](#)と[UFO](#)の「驚くべき正体」とは（写真：Graphs／PIXTA）

「小惑星探査」や「火星移住」などのニュースから、[UFO](#)、[宇宙人](#)の話題まで、私たちの好奇心を刺激する「[宇宙](#)」。だが、興味はあるものの「学ぶハードルが高い」と思う人も少なくない。

知らなくても困らない知識ではあるが、「ブラックホールの正体は何なのか」「[宇宙人](#)は存在するのか」など、現代[科学](#)でも未解決の「不思議」や「謎」は多く、知れば知るほど知的好奇心が膨らむ世界でもある。また、知見を得ることで視野が広がり、ものの見方が大きく変わることも大きな魅力だろう。

そんな[宇宙](#)の知識を誰でもわかるように「基本」を押さえながら、会話形式でやさしく解説したのが、井筒智彦氏の著書『東大[宇宙](#)博士が教える やわらか[宇宙](#)講座』だ。

その井筒氏が「[宇宙人](#)と[UFO](#)の驚くべき正体」について解説する。

[宇宙人](#)と[UFO](#)は「本当に」存在するのか？

「[宇宙人](#)はいる？」と聞かれたら、ずばり、「[宇宙人](#)はいます！」と答えるでしょう。

なぜなら、「我々は広い[宇宙](#)に住んでいる[宇宙人](#)だから」……なんていう言葉のトリック的な答えを期待しているわけではないですよ（笑）。じつは[UFO](#)の存在を確かめるため、NASAが乗り出しているのです。でも果たして、本当に[宇宙人](#)は存在するのでしょうか？

「宇宙人」について、「UFO」「地球外生命」の2つに分けて答えてみましょう。

まず、UFOの実在は確実です。「UFO」とは未確認飛行物体（Unidentified Flying Object）のことだからです。つまり、「空を飛んでいる正体不明のものは、すべて UFO」になるということ。

みなさんは UFO と聞いて、宇宙人の乗っている空飛ぶ円盤を思い浮かべたのではないのでしょうか？

1947年6月24日、不思議な飛行物体が目撃され、新聞の一面に「空飛ぶ円盤（皿）が目撃された！」と大きく報道されました。この日は「UFOの日」として、マニアの間で親しまれています。しかし、目撃者は「奇妙な物体が水面に投げた皿のように飛んでいた」と話しただけ。そう、「空飛ぶ円盤」は、もともと誤報から生まれたものだったのです。この報道をきっかけに、多くの人の脳裏に「円盤型の物体が空を飛んでいる」と刻み込まれ、ただの飛行機であっても「円盤型の物体に見えた」と報告する事例が多発しました。人間には「見たいものを見る」という認知心理学的なクセがあります。先入観が見間違いを引き起こしてしまったのでしょう。

UFOの94%は「見間違い」である!?

著者の地元広島で「親子で楽しめる著者イベント」を、下記でそれぞれ実施します。

★8月11日（日）「紀伊國屋書店ゆめタウン廿日市店」（詳しくは[こちら](#)）

★8月12日（月）「ジュンク堂書店広島駅前店」（詳しくはこちら）

★8月18日（日）「啓文社 BOOKS PLUS 緑町」（詳しくはこちら）

★8月18日（日）「廣文館」（詳しくはこちら）

先入観という点では、「宇宙人の姿」についても同様のことがいえます。

みなさんは「宇宙人」と聞いて、どんな姿を思い浮かべますか？おそらく、逆三角形の大きな頭に、吊り上がった目をした灰色で小柄なものを思い浮かべるのではないのでしょうか。これは、スティーブン・スピルバーグ監督の映画『未知との遭遇』に登場した「グレイ」と呼ばれている宇宙人の姿。映画の印象が強烈すぎて、「宇宙人＝グレイ」のイメージが広く植え付けられてしまったというわけです。



UFOの94%は「見間違い」である!?（イラスト：村上テツヤ）

誰もが知らず知らずのうちに、先入観にとらわれてしまうものですが、UFOや宇宙人について考える上で、いちばん大切なのは思い込みを捨てることです。

宇宙人がいるかどうか、いるとしたらどんな姿なのか、答えはまだ誰にもわかりません。誰かがつくりあげたイメージに左右されずに、冷静かつ柔軟に考えていく必要があります。まずは空飛ぶ円盤やグレイのイメージから脱却することを目指しましょう。UFOの目撃報告を冷静に見てみると、たいていのものは説明がつきます。過去に、アメリカ空軍が1万件以上のUFO目撃報告（1947～69年）について徹底的に調査したところ、じつに94%が「見間違い」であることがわかりました（ちなみに現在アメリカ政府やNASAは、UFOでなく、UAP「Unidentified Anomalous Phenomena：未確認異常現象」という言葉を使っています）。

いったい、何と見間違えたのかといいますと、飛行機や恒星・惑星、隕石、人工衛星から風船まで、多岐にわたっています。こうしてみると、空には紛らわしいものが多いですね。

【UFOと見間違えられたもののランキング】

- 1位 飛行機 41.6%
- 2位 恒星・惑星 35.2%
- 3位 隕石（火球） 11.0%
- 4位 月 2.3%
- 4位 人工衛星 2.3%
- 4位 気球・風船 2.3%
- 7位 サーチライト・地上光 1.8%

CUFOSのHerdryによる解析をもとに筆者が再集計 ※8位以下は省略

「正体不明の6%」は宇宙人の乗り物!?

2021年のアメリカ政府の報告書によると、米軍パイロットが目撃したUFO144件のうち1件が気球と判明し、あとはデータ不足で正体不明だと結論づけられました。

整理すると、地上から目撃されたUFOは94%が説明できるけど、空中でパイロットが目撃したUFOはほとんどが正体不明だったということです。では、地上から目撃されたUFOの正体不明の6%や、パイロットが目撃したUFOは、宇宙人なののでしょうか？もちろん、すべてのUFOに説明がつくわけではありません。だからといって、説明がつかないUFOを宇宙人の乗り物と決めつけることもできません。UFOの目撃は「ただ正体不明の飛行物体が見えただけ」ということにすぎないのです。現在、NASAはUFO研究の責任者とメンバーを任命し、データの収集と分析に取り組んでいます。宇宙の専門家集団であるNASAが「本気モード」になっているということは、宇宙人が存在する可能性はゼロではないのでしょうか。残念ながら科学的な見解としては、「UFOは宇宙人の乗り物である」という説を支持する証拠があるとは考えられていません。

なぜなら科学とは、次の3つがそろって初めて成り立つからです。

【科学に必要な3つの要素】

実証性…仮説に対して観察や実験で検証できる

再現性…誰が検証しても同じ結果が出る

客観性…主観でなく事実に基づいて結論を導く

UFOが「宇宙人の乗り物である」という説には、この3つを備えた証拠はありません。

だからといって、UFOは「宇宙人の乗り物である」という説が間違っていると断言できるわけでもないのです。

思い込みは捨てるべきだが、希望まで捨てる必要はない

いまはまだ科学的な証拠がないだけで、実際にはそれが正解だという可能性もあります。

そんな回答ではモヤモヤしますよね。でも、とにかくUFOには慎重になる必要があります。

ひとつ言えることは、UFOや宇宙人について考えるときは、思い込みは捨てたほうがいいけど、希望まで捨てる必要はないということです。だからこそUFOにはロマンがあり、人を惹きつけて止まないのでしょう。NASAの研究は2023年に始まったばかり。これから「驚くような事実」が発見されるかもしれません。

さらに次回は、宇宙人の存在に関する科学者の見解を解説していきます。

（井筒 智彦：宇宙博士、東京大学 博士号（理学））

東洋経済
ONLINE

<https://www.space.com/nasa-chandra-x-ray-telescope-exoplanet-habitability>

これらの近くの恒星系は、地球外生命体の探索に適したターゲットとなる可能性がある
ある（ビデオ）

ロバート・リー著 2024.8.9

「我々は、居住可能領域の X 線放射環境が地球が進化した環境と似ているか、あるいはそれよりも穏やかな恒星を特定した。」

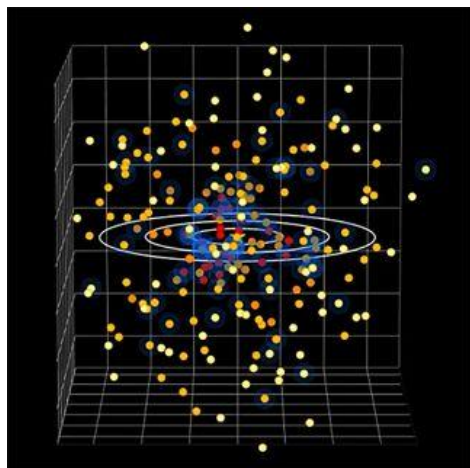
NASAのチャンドラX線観測衛星が太陽系外惑星の居住可能性を研究 3分

Movie: Cal Poly Pomona/B. Binder;
Illustration: NASA/CXC/M. Weiss;
Animation: ESO/M. Kornmesser;
Music (Chandra Sonifications):
NASA/CXC/SAO/K.Arcand, SYSTEM Sounds (M. Russo, A. Santaguida);
A Production from Chandra's Beautiful Universe
CHANDRA.SI.EDU

チャンドラX線望遠鏡は太陽系外惑星の居住可能性を調査している。NASAが説明。
クレジット：NASA/CXC/A.ホバート

NASA のチャンドラ X 線宇宙望遠鏡は、太陽に近い恒星の 3 次元地図を作成した。これは、生命が存在する可能性のある太陽系外惑星を天文学者が探すのに役立つかもしれない。

軌道投入からちょうど 25 周年を迎えたものの、[深刻な予算難に直面しているチャンドラ](#)が作成した地図は、科学者らに、居住可能な条件を探すために将来どの[太陽系外惑星](#)に望遠鏡を向けるべきかを示す情報となる可能性がある。望遠鏡で測量された星々は、[太陽](#)の周囲に同心円状に、16.3 光年から 49 光年の距離に並んでいます。これは、望遠鏡がこれらの星の居住可能領域にある惑星から光の波長、つまり「スペクトル」を収集できるほど近い距離です。居住可能領域、または「[ゴルディロックズ ゾーン](#)」とは、星の周囲にある領域で、その世界の表面に液体の水が存在するには暑すぎず、寒すぎない領域です。



チャンドラが作成した太陽の近くの星の 3 次元マップ。(画像提供: NASA/チャンドラ)

イラストは恒星の周りを回る太陽系外惑星が恒星に X 線を照射し、大気が剥ぎ取られる様子を示しています。(画像提供: K. Ivanov)

[恒星](#)の光が大気を通して輝くことで生成されるこれらの惑星のスペクトルは、大陸や[海洋](#)などの表面の特徴や、

雲や化学物質の含有量などの大気の特性を明らかにする可能性があります。

関連: [チャンドラ 25 周年おめでとう！NASA が旗艦 X 線観測所から 25 枚の息を呑むような画像でお祝い](#)

チャンドラの X 線能力は、居住可能性の調査対象となる惑星を選択する上で鍵となる。X 線や紫外線などの高エネルギー光は、惑星の大気を剥ぎ取り、生物の構成要素として必要な複雑な分子を分解し、居住可能性を損なう可能性がある。[したがって、チャンドラが強力な X 線衝撃を受けている惑星を発見した場合、科学者はそれが地球外生命体の探索において研究するのに最適な世界ではないと推測できる。](#)

「主星からの X 線の特性を明らかにしなければ、惑星が本当に居住可能かどうかの重要な要素を見逃してしまうことになる」と、新しい地図を作成したチームのリーダーであるカリフォルニア州立工科大学のブレアナ・バインダー氏は[声明で述べた。「これらの惑星が受けている X 線量の種類を調べる必要がある」](#)

X 線はゴルディロックゾーンでも生命にとって悪い知らせである

バインダー氏と同僚は、当初、ハビタブル・[ワールド・オブザーバトリー](#)のような将来の宇宙望遠鏡や、[超大型望遠鏡 \(ELT\)](#) のような地上望遠鏡がゴルディロック・ゾーンを周回する惑星を撮影できるほど太陽系に近い 57 個の恒星のリストから地図を作成した。しかし、居住可能領域内にあるだけでは、惑星が居住可能であることの保証にはなりません。[金星と火星は](#)どちらも太陽の居住可能領域内、地球のどちら側にあります。火星の表面は私たちが知っている生命には適していないようで、過熱した[金星は](#)生命にとって明らかに過酷です。

そこで、研究チームはリストを絞り込むために、チャンドラの 10 日間の観測データと欧州宇宙機関 (ESA) の [XMM-ニュートン宇宙望遠鏡](#) の 26 日間の観測データを使用して、星が X 線でどれだけ明るく見えるかを調べました。次に、これらの X 線のエネルギーと、星の X 線放射がどれだけ急速に変化するかを判定しました。

科学者たちは、X 線がより明るく、よりエネルギーが強いほど、その周囲を周回する太陽系外惑星が大気に深刻なダメージを受けたか、大気を完全に失っている可能性が高いと推論した。

「私たちは、居住可能領域の X 線放射環境が[地球](#)が進化した環境と似ているか、それよりも穏やかな恒星を特定しました」と、チームメンバーでメリーランド大学のサラ・ピーコック氏は説明した。「このような条件は、[地球にあるような豊かな大気を維持するのに重要な役割を果たしている可能性があります。」](#)

研究チームが調査した恒星の中には、すでに太陽系の巨星である[木星](#)、[土星](#)、[海王星](#)、[天王星](#)と同程度の質量と大きさを持つ太陽系外惑星が周回していることが知られているものもあり、候補となる惑星の質量は地球の半分程度に満たない。

これらの系には、現在発見されていないが、地球とより近い質量と大きさを持つ惑星が存在する可能性もある。



アニメーションでは、太陽系外惑星がその恒星の表面を横切る、つまり「通過」する様子が示されています。(画像提供: Science Photo Library、Getty Images 経由)

これらの系にある地球サイズの惑星は、太陽系外惑星検出の最も信頼性の高い方法である[トランジット法](#)では見逃されていた可能性がある。この技術は、惑星がその恒星の表面を横切る、つまり「通過」し、その過程で恒星の光の出力がわずかに低下することに依存する。

これは、惑星がその恒星と地球の間に来るかどうかにかかっており、つまり、一部のシステムは、トランジット法で惑星を観測するのに適切な方向を向いていないということを意味する。この技術は、[恒星に近い巨大な惑星](#)を見つけるのに優れているため、比較的遠くを周回する小さな惑星を見逃す可能性がある。

もう一つの主要な太陽系外惑星検出技術である視線速度法は、惑星が恒星を周回して重力で引っ張られるときに

生じる「揺れ」を捉えることにかかっています。この方法も、恒星に近い大質量惑星に有利で、このような惑星はより大きな揺れを生み出します。

関連記事: [—ロードトリップ！NASAのチャンドラX線望遠鏡からの美しい画像で宇宙を旅しましょう](#)

[—地球に最も似ている太陽系外惑星 10 選](#)

[—NASAのチャンドラX線望遠鏡が地球に最も近い超星団を捉える \(画像\)](#)

「次世代の望遠鏡で地球に似た惑星がどれだけ発見されるかは分からないが、それらの惑星を観測する時間は貴重で、得るのが極めて難しいことは分かっている」と、チームメンバーでカリフォルニア大学リバーサイド校の研究者エドワード・シュウィーターマン氏は結論付けた。「これらのX線データは、ターゲットのリストを精査し優先順位を付けるのに役立つ。地球に似た惑星の最初の画像をより早く入手できるかもしれない」。チームの研究は、ウィスコンシン州マディソンで開催された[アメリカ天文学会第244回会議](#)で発表された。

[最新のミッション、夜空など、宇宙について語り合うには、当社のスペース フォーラムに参加してください。](#) ニュースのヒント、訂正、コメントがある場合は、community@space.com までお知らせください。

[ロバート・リー](#) シニアライター ロバート・リーは英国の科学ジャーナリストで、彼の記事は Physics World、New Scientist、Astronomy Magazine、All About Space、Newsweek、ZME Science に掲載されています。また、エルゼビアや European Journal of Physics で科学コミュニケーションに関する記事を執筆しています。ロバートは英国のオープン大学で物理学と天文学の理学士号を取得しています。Twitter で @sciencefirst をフォローしてください。

https://news.biglobe.ne.jp/trend/0810/kpa_240810_3214928004.html

宇宙の膨張が加速している理由はワームホールによって説明できるかもしれない

2024 年 8 月 10 日（土）20 時 10 分 [カラパイア](#)



宇宙の膨張が加速していることは、現代宇宙論における最大の謎の1つだ。ギリシャ、テッサリア大学をはじめとする天文学者チームは、それを解く鍵は量子効果によって絶えず生成・破壊される亜原子レベルのワームホールによるものだという新たな説を提唱している。ごく小さな「ワームホール」が宇宙の膨張の加速を引き起こしているというのだ。なんか、私の好きなマーベル映画「アントマン」を彷彿とさせる

少なくとも今の時点では検証不能な理論ではあるものの、現在の標準宇宙モデルよりも加速しながら膨張する宇宙の姿をうまく説明してくれるという。

・宇宙の膨張が加速する謎

これまでの観測によれば、この[宇宙の膨張スピードは加速](#)している。

だがもしも宇宙にあるものがすでに知られている粒子と放射だけなら、膨張が加速するはずがないのだ。少なくとも一般[相対性理論](#)的にはそう予想される。だから物理理論と実際の観測結果との帳尻を合わせるために、天文学者たちはこの宇宙には目に見えず、検出することもできない謎の何かがあるというアイデアを捻り出した。

その謎の何かは「[ダークエネルギー](#)」と呼ばれている。

この宇宙の物質や場とごく弱く作用し、それによって宇宙の膨張を加速させる、とされているが、実際に直接確認されたことはない仮説上のエネルギーだ。



photo by iStock・ダークエネルギーの正体はワームホールであるとする新説

photo by iStock・現時点では検証不能だが、将来的には検証できる可能性

テッサリア大学をはじめとする天文学者チームらは、このダークエネルギーの正体は原子ほどに小さなワームホール、すなわち空間と空間を結ぶ小さなトンネルではないかという大胆な説を提唱している。

それによると、このワームホールは量子効果によって宇宙の真空中に絶えず生成・破壊されている。

これはブラックホールの事象の地平面近くで粒子が生成されて起きる「ホーキング放射」や、真空中の強力な電場によって電子と陽電子のペアが生成される「シュウィンガー効果」と似ている。

だが、これらの現象と違って、今回のワームホールを数学的に記すには、重力における量子効果を考慮する必要がある。量子重力理論はまだ未完成の物理理論で、そのために今回の研究でもワームホールがどのくらいの割合で生成されているのか具体的に示すことまではできていない。

だが仮に1秒間に1cm³あたり約100億個のワームホールが生成されるならば、そのエネルギーによって現在観測されている宇宙の膨張をうまく説明することができるのだという。

さらにこの仮説から導かれる結果は、標準宇宙モデルのものよりも観測された宇宙に一致しているという。

現在の標準宇宙モデルでは、ダークエネルギーの密度は時間に左右されないとしている。

一方、今回の仮説は時間が経過するにつれてダークエネルギーは変化するとしており、そのために宇宙の膨張率に変化していることをうまく説明できる。

なお最近の研究では、[ダークエネルギーなしで宇宙の膨張加速を説明](#)するものもある。

とは言え、どれほど優れているように思える仮説も、実際に試すことができれば物理理論としてはあまり意味がない。そして今回の仮説は今のところ検証不能だ。将来的に宇宙の膨張率やダークエネルギーの性質がもっと正確に把握されれば、それを検証することもできるかもしれない。それまで研究チームは理論的な分析をさらに研ぎ澄ませていく予定であるとのこと。差し当たりは、ワームホールの生成率を計算するモデルの開発に取り組んでいるようだ。この研究は『[Physical Review D](#)』（2024年4月5日付）に発表された。

References:[Huge cosmological mystery could be solved by wormholes, new study argues | Live Science](#)/ written by hiroching / edited by / [parumo](#)

関連記事（外部サイト）

[天文学の常識を覆す発見。宇宙は全方位一様には膨張していないのかもしれない（NASA 研究）](#)

[過去最大の宇宙地図によって宇宙の膨張速度を測定。326 万光年あたり毎秒 75km](#)

[宇宙の大部分がダークエネルギーでできていることを示す新たな研究結果](#)

[史上最大の正確な宇宙地図が完成。現代の宇宙論を覆す可能性を秘めている](#)

[我々の世界は反宇宙とつながっているのか？ダークエネルギーなしで宇宙の膨張加速を説明する新説](#)



https://sorae.info/astronomy/20240807-imbh-omega-centauri.html#google_vignette

■ブラックホールはどうやって成長するのか？

数多くの銀河の中心部では「超大質量ブラックホール（超巨大ブラックホール）」が見つかっており、その質量は太陽のおよそ 10 万倍以上、大きなものでは 100 億倍程度にまで及びます。

しかし、こうしたブラックホールも最初はひとつの恒星の超新星爆発から誕生するはずであり、理論上、その時の質量は太陽の数倍から 100 倍程度という小さなものだったと考えられます。つまり、誕生したブラックホールが超大質量ブラックホールになるまでには、誕生時から数十万～数億倍もの質量をもつまでの成長を遂げていることになります。ブラックホールは周囲の物質を吸い込んだり、他のブラックホールと合体することによって重くなっていくのですが、これほど急激に成長する理由は未だ解明されていません。また、超大質量ブラックホールは銀河系（天の川銀河）を含め様々な銀河で頻繁に発見されているにも関わらず、その成長途中の段階にあたる「中間質量ブラックホール」は、ほんの数えるほどしか発見されていません。

宇宙に超大質量ブラックホールは数多く存在するのに、なぜ中間質量ブラックホールは滅多に見つからないのか？ この事は現代の天文学の謎のひとつとされています。

■銀河系の ω 星団に中間質量ブラックホールの存在を確認

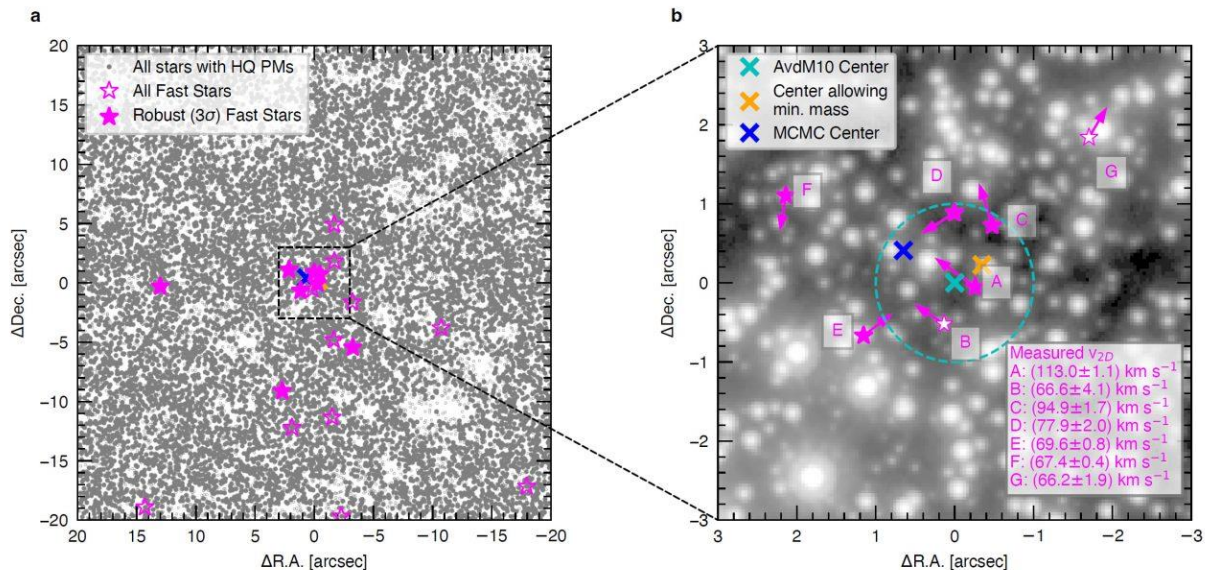
ドイツのマックス・プランク天文学研究所の Maximilian Häberle 氏らが科学雑誌 Nature において新たに発表した研究によると、彼らは「ハッブル宇宙望遠鏡（Hubble Space Telescope: HST）」によって蓄積された過去 20 年間の観測データを統合することで、銀河系にある球状星団「 ω （オメガ）星団」（ ω Centauri）の中心部分の星の運動を計算し、その移動速度から ω 星団の中心部には中間質量ブラックホールが存在していることを突き止めました。



【▲ 図 1: ハッブル宇宙望遠鏡で撮影された球状星団「 ω （オメガ）星団」の全体像。（Credit: NASA, ESA and the Hubble Heritage Team (STScI/AURA)）】

Häberle 氏らは、ハッブル宇宙望遠鏡で撮影された ω 星団の中心部の 20 年分の観測画像を重ね、移動していることが分かる星を検出して移動速度を計算したところ、秒速 62 キロメートル以上で動いている星を合計 7 個発見しました。この秒速 62 キロメートルという速度は ω 星団の重力を振り切るのに必要な脱出速度であり、これらの星の近くに中間質量ブラックホールのような極端に重い天体がない限り、これほどの高速度で動く星は ω 星団から即座に飛び出して行ってしまうはずです。こういった星が 7 個も同時に見つかったということは、その近くに中間質量ブラックホールが存在していることを示しています。

これらの星の速度からブラックホールの質量を見積もることもできるのですが、Häberle 氏らはそのブラックホールが少なくとも太陽の 8200 倍以上の質量を持っていると推定しており、これは超大質量ブラックホールへの成長途中の段階にあると言えます。過去の研究においても ω 星団に中間質量ブラックホールが存在する可能性は示唆されていましたが、懐疑的な議論もあり、決定的な証拠に欠いていました。今回の Häberle 氏らの研究は、個々の星の軌道速度からブラックホール質量を推定する方法であり、これは銀河系中心部にある超大質量ブラックホール「いて座 A*（エースター）」の質量推定にも用いられる確度の高い方法です。



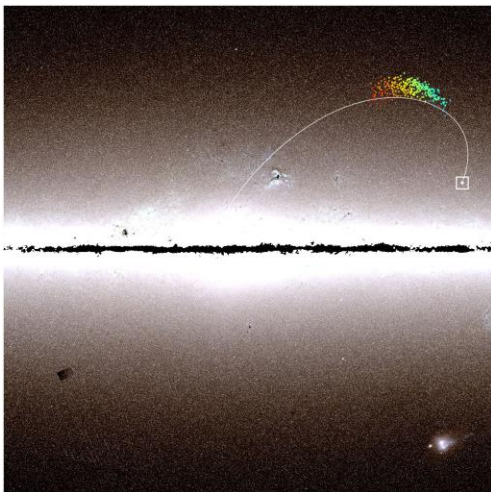
【▲ 図 2:

Häberle 氏らの研究で発見された、 ω 星団の中心部分で高速で移動している星（ピンク色の星印）。左図が中心部分を含んだやや広い領域を示したもの。右図は中質量ブラックホールの周囲のみを拡大した図。（Credit: Häberle et al. 2024）】

■銀河系に降ってくる中間質量ブラックホールは大質量ブラックホールの素なのか？

Häberle 氏らの研究は、銀河がブラックホールと共に進化するプロセスを理解する上で重要な意味を持っています。 ω 星団は銀河系の「ハロー領域」と呼ばれる場所に存在しており、銀河系の円盤面からやや浮いた位置（太陽系から約 1 万 8000 光年）にあります。ハロー領域とは銀河系の円盤をすっぽりと包み込む、ほぼ球状でとても広大な領域のことで、ここでは銀河系の外から降ってきた他の小型銀河がいくつか存在しています。

ハロー領域ではそれらの小型銀河の一部が銀河系の重力で粉々に砕かれ、その際にばら撒いた星が薄く散らばっています。 ω 星団はこうした小型銀河の中心部が砕かれずに残った、いわば芯のようなものとされています。こうしたことから、 ω 星団は元々は銀河系の外にあった小型銀河であり、その中で誕生した中間質量ブラックホールと共に銀河系に降ってきている最中にあると考えられます。



【▲ 図 3: 銀河系における ω 星団の位置とその軌道。右側の白い四角で

囲まれた天体が ω 星団。それに続く白い楕円状の曲線が ω 星団の軌道。銀河系の円盤は画像の中央部を左右に横切る領域。（Credit: ESA/Gaia, Rodrigo Ibata, Michele Bellazzini, Khyati Malhan, Nicolas Martin, Paolo Bianchini）】

また一方で、銀河系のような大きな銀河は、過去にたくさん降ってきた小型銀河と合体することで作り上げられてきました。 ω 星団はそれらのひとつ（の残骸）でしかありません。つまり、過去に降ってきた無数の小型銀河の中にも同様に中間質量ブラックホールが存在したとするならば、それらの小型銀河が合体した際にブラックホールも合体し、現在の銀河系の超大質量ブラックホールである「いて座 A*」へと成長したのかもしれない。こ

うした銀河合体を通してブラックホールも合体し、銀河と共に成長してきた可能性も考えられます。

ところで、2022 年から「ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡 (James Webb Space Telescope: JWST)」が稼働を始めています。ウェッブ宇宙望遠鏡は老朽化が懸念されるハッブル宇宙望遠鏡の後継機として開発が始まった望遠鏡であり、ひょっとすると「これでついにハッブル宇宙望遠鏡もお役御免か」などと思っている方も多いかもしれません。しかし、今回の Häberle 氏らの研究は、ハッブル宇宙望遠鏡の過去 20 年間の観測データの蓄積によって生まれたものです。「継続は力なり」と言いますか、ハッブル宇宙望遠鏡の歴史と意地を感じる研究だと言えるでしょう。

Source

[Häberle et al. \(2024\)](#) - Fast-moving stars around an intermediate-mass black hole in ω Centauri (Nature)

文／井上茂樹 編集／soraе 編集部

<https://soraе.info/extra/20240810-gravity-1.html>

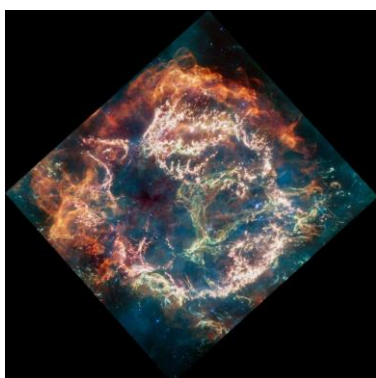
重力って何だろう？【前編】

2024-08-10 [soraе 編集部](#)

「重力」はごく身近な力のひとつです。われわれ人間は地球上をふわふわ浮いているわけではなく、重力によって地上につなが止められていますし、どれほど高くジャンプしてもすぐに着地します。テーブルが大きく傾けば、その上に置いてあるものは床に向かってなだれ落ちます。

こうした現象はわれわれにとって“自然”なことであるため、ふだんから重力の存在を意識する人はあまりいません。しかし、重力は宇宙を形作る上で本質的に重要な役割を果たしてきました。重力が存在しなければ、太陽や地球はもちろん人間も誕生せず、「重力とは何か」などと頭を悩ませる者も存在しなかったはずです。

では、重力とはいったいどんな力で、ほかの力とは何が違うのでしょうか？ 重力についての理解は時代によって変遷し、現在では重力の存在そのものに疑問を投げかける研究者もいます。前編となる本稿では宇宙における重力の役割とニュートン力学までの重力研究の歴史を追います。



【▲ 図 1：重力はわれわれの宇宙を形作ってきました。この画像は「ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡 (James Webb Space Telescope: JWST)」がとらえた超新星残骸「カシオペア座 A」です。300 年以上前の超新星爆発後に残った天体とされ、中心部には強い重力で圧縮された中性子星が存在するとみられています。(Credit: NASA, ESA, CSA, D. Milisavljevic (Purdue University), T. Temim (Princeton University), I. De Looze (UGent), J. DePasquale (STScI))】

【▲ 図 2：重力によってガスや塵が強く圧縮された結果、星が新たに誕生しました。「ハッブル宇宙望遠鏡 (Hubble Space Telescope: HST)」が撮影したこの若い星は両側に 2 本のジェットを噴き出しています。(Credit: NASA/ESA/STScI)】

【▲ 図 3：2013 年 6 月の「スーパームーン」。月が地球に最接近するタイミングの満月で、通常の満月よりも大きく明るくなり、月の重力も強くなることから満潮時の水位も高くなります。(Credit: NASA/Bill Ingalls)】

■宇宙は“重力の作品”？

われわれの宇宙の“主役”は「重力」といえるかもしれません。重力は宇宙の誕生時から現在まで、ありとあらゆる天体、そしてそれらを形づくる粒子のひとつひとつに力を及ぼしてきました。重力は宇宙のいたるところにその痕跡を残しただけでなく、現在もさまざまな天体現象を引き起こしています。少々大げさに表現するならば、われわれの宇宙全体が“重力の作品”なのです。

たとえば、地球は太陽のまわりを公転しています。これは重力が地球を太陽につなぎとめているためです。火星や木星などの惑星、その他の小惑星などもすべて、太陽の強大な重力に引きつけられています。

その太陽も、天の川を構成する幾千億の星々のひとつです。さしわたし 10 万光年もあるわれわれの銀河では重力が星々をゆるく束縛し、その結果として天の川銀河は形を維持しながら回転しつづけています。

星（恒星）の一生もまた、重力によって決定づけられています。星が誕生するとき、その材料となるガスや塵（ダスト）などの物質はたがいに重力によって引きつけられます。こうして集合した物質はまたも重力によって強く押し縮められて“点火”し（すなわち核融合反応の始まり）、星として輝きはじめます。つまり、われわれが日々享受している太陽の光と熱もまた“重力の賜物”といえます。巨大な星の最期に起こる衝撃的なエネルギー現象「超新星爆発」は「重力崩壊」によって発生します。星が燃料を使い果たして自重を支えられなくなったとき、星を形作っていた物質が重力によって一瞬で押しつぶされたかと思うと、中心部で激突して宇宙空間に吹き飛ぶのです。これが超新星爆発です。この爆発で“爆心地”に残った物質も、ふたたび重力崩壊に見舞われます。それらは自らの重力によって強力に圧縮され、中性子星やブラックホールのような“エギゾチックな天体”（※1）に生まれ変わります。さらに、広大な宇宙の命運もまた、重力が握るとされています。宇宙の物質密度が高すぎれば、重力によって遠い未来に時空が収縮しはじめ、ついには宇宙全体が潰れるかもしれません。逆に、宇宙の膨張が加速した結果、重力ではそれをとどめられずに時空が“引きちぎられる”可能性も指摘されています。

しかし、これほど重要でありながら、人間はまだ重力について十分な理解には達していません。

■ガリレオの「落体の法則」

重力について最初期に考察したのは、古代ギリシアの大哲学者アリストテレスとされています。紀元前 4 世紀に生きた彼にとって、重力とは「物質が“本来の居場所”に戻ろうとする力」でした。彼は、宇宙は土・空気・火・水の 4 大元素で構成されていると定義し、このうち水と土は宇宙の中心（＝当時は地球の中心）に属するため、つねにそこへ向かおうとすると考えたのです。さらに彼は、重い物体ほど強い重力が働き、より大きな速度で落下すると主張しました。物体は地球の中心に向かい、その速度は重いほど大きい——アリストテレスのこの見方は、ガリレオの登場まで科学界の主流を占めることになります。他方、別の視点から重力を考察していた人々もいました。紀元前 3 世紀、古代ギリシアのアルキメデスは物体の「重心」という概念を提示しました。彼は三角形や平行四辺形などさまざまな図形に重力が作用したとき、それらには 1 点で吊り下げても釣り合いを保つ点が必ずあることを見いだしたのです。この点が重心です。後述するニュートンは物体の重心（正確には質点）に全質量が集中しているとみなして、万有引力の理論を構築しました。さらに紀元前 2 世紀には中東の都市セレウキアのセレウコスが、海に干満があるのは月が地球の海の水を引きつけるからだとする説を残しています。これは地球以外の物体も重力をもつという最初の指摘かもしれません。重力の本質にさらに迫る議論が始まったのは 17 世紀頃でした。ドイツ出身のヨハネス・ケプラーは 17 世紀初頭に惑星運動の 3 つの法則、いわゆる「ケプラーの法則」を発見し、太陽系の中心が地球ではなく太陽であると明確に示しました。注目されるのは、これらの法則が天体間に働く重力の存在を示唆していたことです。後にニュートンが万有引力の法則に至ったのも、このケプラーの法則あってこそといえます。さらに、ピサの斜塔の実験の逸話（真偽は不明ですが）でも知られるガリレオ・ガリレイは、17 世紀にアリストテレスの見方をくつがえし、物体の重さと落下速度には関係がないと主張しました。「落体の法則」として知られるこの理論は、鳥の尾羽でも巨大な鉄球でも（空気抵抗を受けない真空中であれば）落下速度が変わらないことを示しています。加えてガリレオは、物体は落下しながら加速する、つまり「重力は加速度として表現される」ことに気付いたのです。しかし、重力をそれまでよりもはるかに広い視野でとらえたのは、近代物理学の礎を築いたアイザック・ニュートンでした。彼が有名な「万有引力の法則」を思

いついたのは 1666 年頃、彼の在籍していたケンブリッジ大学が致死的な感染症ペスト（黒死病）の流行とロンドン大火のために長期にわたって閉鎖されていた時期だといわれています。

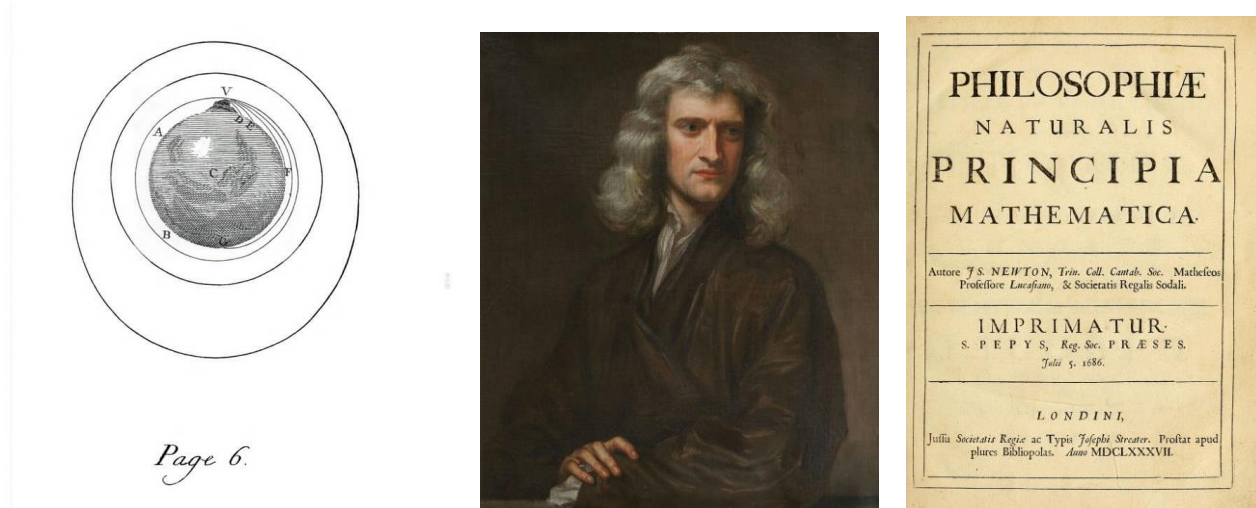
■リンゴの落下と月の落下

故郷の果樹園の木陰で休んでいたニュートンに、落ちてきたリンゴがぶつかった——それこそ彼が万有引力を思いつくきっかけだったとする伝説があります。

友人の考古学者ウィリアム・ステュークリによれば、ニュートンはケンブリッジ大学で食後にくつろいでいるとき、万有引力の発見について中庭のリンゴの木を見ながら次のように語ったといえます。

「リンゴはつねにまっすぐに地面へ落下する。それはなぜかと考えたんだ。なぜリンゴは横に向かったり上昇したりせず、地球の中心へと向かうのか？ それは地球がリンゴを引きつけているためではないか、と」

しかし、これだけではアリストテレスの茫漠とした見方とたいして変わりません。ニュートンのアイディアの真の価値はその先にありました。彼はリンゴの落下と同様に、「月も地球に向かって落下している」と考えたのです。ニュートンは著作『A Treatise of the System of the World（世界体系についての論説）』（※2）にて、月に作用する重力を説明するうえで、とてつもなく高い山に置いた大砲を真横に向けて発射する思考実験を示しています。発射された砲弾は、地球の重力によって放物線を描いて落下します。われわれが地面と平行にボールを投げたときの様子と変わりません。



【▲ 図 4：非常に高い山から大砲を真横に発射すると...？（Credit: Isaac Newton, A Treatise of the System of the World）】

【▲ 図 5：近代物理学の父と呼ばれるアイザック・ニュートン（Portrait of Isaac Newton (1642-1727) by Godfrey Kneller (1646~1623) Credit: Wikimedia Commons）】

【▲ 図 6：アイザック・ニュートンの著書『プリンキピア』の扉（Credit: Wikimedia Commons）】

しかし、砲弾を非常に速いスピードで発射すればどうでしょうか？ 砲弾はもっと遠方にまで達するはずですが、そして、地球の表面は平面ではなく、曲面です。仮に、砲弾が 100m 進むうちに高度が 1m 下がったとしても、同じ距離を進むうちに地表面も 1m 低くなっているとしたら、砲弾はいつになっても地表に達することなく“落下しつづける”はずですが。いいかえれば、このとき砲弾は地球を周回しはじめるのです。

砲弾の周回速度は、砲弾の高度、重力加速度、それに地球の半径をもとに幾何学的な手法で求めることができます。たとえば、国際宇宙ステーション（ISS）が周回する高度約 400km では、安定して周回するには秒速 7.7km が必要です。

だとすれば、はるか遠方の月もまた地球の重力に引かれて刻々と落下しつつ、地球を周回しているとみなせるのではないか——こうしてニュートンは、リンゴの落下と月の周回を見事に結び付けてみせました。

■フックに激怒したニュートン

実をいえば、ニュートンが自説を発表する 1687 年以前にも、惑星を引きつける太陽の力に気付いた科学者がい

ました。バネの法則で知られるロバート・フックや彗星の回帰を示したエドモンド・ハレーなどです。彼らは 1680 年頃、惑星に働く引力は太陽から離れるほど弱くなる、具体的にいえば引力は距離の 2 乗に反比例する（逆 2 乗の法則）と考えました。しかし、その引力をもとにケプラーの惑星運動の第 1 法則、すなわち「惑星軌道は楕円」を導くことはできなかったのです。フックは自分には計算できると豪語したそうですが、その結果を誰にも見せようとしませんでした。しかし、ニュートンは違いました。彼の強みは数学にあったのです。ハレーに「逆 2 乗則で力を受ける天体はどう動くか」とたずねられたニュートンは、「楕円」と即答しています。驚いたハレーがなぜわかるのかと質問すると、ニュートンは「昔、計算したんだ」と答えたのです。

一般には『プリンキピア』と呼ばれる著書『Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica（自然哲学の数学的諸原理）』で、ニュートンは幾何学的な手法を駆使して「万有引力の法則」を説明しています。ニュートンは万有引力の法則の発見と時を同じくして積分や微分を生み出したので、それらを用いてより簡単に惑星軌道を計算することもできたでしょう。ちなみにフックは自分が先に逆 2 乗の法則を発見したと主張し、その成果をニュートンが盗んだと非難しました。実は、2 人は以前にも光の解釈をめぐる論争したことがあり、そのときは和解したものの、フックが逆 2 乗の法則の先権を主張したことで不和が再燃しました。光学の理論についてフックをはじめ多くの科学者から批判されたためか、ニュートンは万有引力の法則を長らく秘していたので、フックの主張は無理からぬことともいえます。ハレーが仲裁に入り、ニュートンが当時まとめていた『プリンキピア』にフックなどへの謝辞を記すことで、2 人の関係はいったんは落ち着きました。しかし、その後もフックがくり返し先権を主張したため、内向的といわれつつもときには強い怒りを爆発させたことで知られるニュートンは激怒し、フックへの謝辞を削ってしまいました。最終的にニュートンはハレーになだめられ、『プリンキピア』にフック（と他の 2 人）の貢献をごく短く事務的に記述しました。ともあれ、ニュートンが同時代の誰よりも先を進んでいたことは確かです。とりわけ、万有引力という言葉の「万有」、すなわちユニバーサル（＝普遍性）を重視したのはおそらくニュートンだけでした。彼はしばしば「天上と地上を統一した」といわれます。つまり、宇宙空間であろうと地球上であろうと、同じ物理法則が支配することを示したのです。さらに重要なのは、太陽や地球などの天体のみが他の天体や物体を引きつけるのではなく、あらゆる物質が他の物質に対する引力をもつと見た点です。これはどんなに小さな物体でも例外なく他の物体を引き寄せる、すなわち物質がその本来の性質として重力を備えていることを意味します。しかし、ニュートン自身は万有引力の法則に完全には満足していませんでした。それは、重力が遠隔力としてしか扱えないためでした。運動法則における力は近接力、すなわち物体を実際に押したり引いたりするなどの行為によって作用する力です。これに対して、ニュートンの重力は接触していない物体どうしに作用する力だったのです。重力をまったく別の姿へと変貌させ、近接作用として説明したのは、20 世紀の物理学の巨人アインシュタインでした。【後編へ】

■脚注

※1…エグゾチックな天体：白色矮星、中性子星、ブラックホールなど、通常の星とは異なる性質の天体を指す。いずれも非常に密度が高く、強い重力のために天体内部では原子が“壊れた状態”にある。それぞれの天体の密度は角砂糖 1 個分でいうと白色矮星は 1 トン、中性子星は 1 億～10 億トンとされ、ブラックホールでは理論上は密度無限大の点（特異点）が中心部に存在するとされる。特異点ではいっさいの物理法則が成立しない。

※2…『A Treatise of the System of the World（世界体系についての論説）』：ニュートンの著書『プリンキピア』第 2 部の手稿（1685 年）の英語翻訳版（原文はラテン語）。実際の『プリンキピア』出版時にはこの部分は内容を改変したうえで第 3 部となった。

Source [Michael Fowler](#) - Fowler's Physics Applets

[Creating My Cambridge](#) - Isaac Newton: Newton's Scientific Discoveries 文／新海裕美子 編集／sorae 編集部