

地球の自転速度が急上昇、7月10日は2025年最短の1日、原因不明

8月5日も歴史的に短い日になる可能性、原子時計を採用した1955年以降

2025.07.24



イランの火山、ダマーバンド山の斜面に咲く野生の赤いケシの上に広がる星の軌跡。長時間露光を用いることで空に描き出される円形の軌跡は、地球が自転している証だ。（PHOTOGRAPH BY BABAK TAFRESHI, NATIONAL GEOGRAPHIC IMAGE COLLECTION）[画像のクリックで拡大表示]

ギャラリー：この世の果て？ 地獄のような絶景写真12点（写真クリックでギャラリーページへ）

「地獄の門」は、天然ガスが燃え続ける大穴。数十年前から燃え続けている。（PHOTOGRAPH BY GEORGE KOUROUNIS, NATIONAL GEOGRAPHIC CREATIVE）[\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

北半球では今、人々が夏の長い日照時間を満喫しているが、多くの人が気づいていない事実がひとつある。現代的な方法で時間を測るようになって以来、1日の長さが特に短い日々を経験していることだ。なかでも2025年7月10日は今年最も短い日となった。原因は地球の自転速度の上昇だ。国際地球回転・基準系事業（IERS）および米海軍天文台によると、この日は標準的な1日より1.38ミリ秒短かったという。さらに7月9日と22日も短く、8月5日も歴史的に短い1日になると予想されている。地球の自転速度が変動するのは珍しいことではない。だが、最近急激に速度が上がっている理由については、はっきりとしたことはわかっていない。「過去10年間、1日の平均的な長さはおおむね短くなってきています。特に過去5年ほどはその傾向が顕著で、1日が24時間に満たないこともありました」と、米海軍天文台地球姿勢部門の天文学者ニコラス・スタマタコス氏は言う。そこで、地球の自転が速くなっている理由、わずか数ミリ秒が重大な影響を及ぼす可能性について、専門家に聞いた。

なぜ自転は速くなっているのか

地球の自転速度を変動させる要因は複雑だが、特に重要なものがいくつかある。

地球の周りを周回する月からの影響は、状況に応じて変化する。月に2度、月が赤道に近づくときには、引力によって地球の自転速度がわずかに落ちる。一方、月に2度、月が極地に近づくときには、地球の自転速度はわずかに速まる。地球と大気は同調して回転し、運動量を共有しているため、どちらか一方の運動量だけを変えることはできない。たとえばジェット気流の変動により、夏の間、大気の回転速度は普段よりも遅くなる。すると、全体の運動量を保つため、地球は自転速度を速める必要に迫られる。

[次ページ：太古の昔には1日が21時間だったことも](#)

地球の内部でも、物理学者が完全には説明できない奇妙な現象が起きている。何らかの理由から、地球の核は過去50年にわたって速度を落としており、運動量を保つために、上部にある固体部分が回転速度を少し速めてその分を補っている。「なぜこんなことが起こっているのか、将来的に核がどうなるのかは、わかりません」と、米スクリpps海洋研究所の地球物理学者ダンカン・アグニュー氏は述べている。（参考記事：[「地球中心部、地球の自転より微妙に速く回転、研究」](#)）

太古の昔には1日が21時間だったことも

原子時計による時間管理が始まった1955年以降、特に短い日がここ数年の間に何度か記録されている。だが、その短さは、地球史上最も短い日にはとうてい及ばない。平均して、地球の1日は、数十億年にわたって徐々に長くなっている。月が形成されて以来、その引力と潮汐の影響が、地球の自転速度を遅くしてきたためだ。（参考記事：[「20数億年前に地球の酸素急増の謎、1日が長くなったから？新説」](#)）恐竜時代末期の貝殻の[分析](#)によると、7000万年前の1年は372日で、1日の長さはわずか23.5時間だった。約4億3000万

年前の化石化したサンゴを見ると、当時は1日が21時間しかなかった。

長期的には1日が長くなる一方で、短期的な変動によって、「短い日が出現する期間」がたびたび訪れている。「1820年代や、1865年から80年頃にかけて見られたそうした期間の“短い日”に比べれば、今年の夏に出現する“短い日”は長い方なのです」とアグニュー氏は言う。「IERSによると、2022年の6月と2024年7月にも、標準より短い日がありました」

人は自転が速くなったことに気づくのか

夏至前後のように日照時間が長くなるのであれば、その事実はだれの目にも明らかだ。しかし、地球の24時間のサイクルがほんの一瞬短くなったとしても、人がそれに気づくことはないだろう。目の瞬きにかかる時間は100～400ミリ秒だが、通常の日と短い日との差は、わずか1ミリ秒に過ぎない。（参考記事：[「まばたきはなぜ、どのように進化した？ 陸に上がる魚で謎に迫る」](#)）

「ごくたまに、1日だけ日が短くなったとしても、それを重視するのは天文学者などの専門家だけです」と、米国立標準技術研究所（NIST）の特別研究員で物理学者のジュダ・レビン氏は言う。天文学者は、天体の位置や動きを理解するために、厳密に時間を計測する必要がある。小さな矛盾が大きなエラーにつながることもあるからだ。1日が長くなるせいで生まれる時間のズレが積み重なってきた場合には、追加で1秒を挿入して、遅れていた天文時を再び原子時に合致させる。この調整は「うるう秒」と呼ばれ、1972年以降、ほぼ1年半ごとに実施されてきた。

次ページ：「壊滅的な影響が出るおそれがあります」

「壊滅的な影響が出るおそれがあります」

地球の自転のわずかな変化が重視されるようになったのは、1955年に原子時計による時刻管理が始まったときだ。原子時計は一定の速さで進み続けるため、地球の自転速度が変化すれば、天文時との間にズレが生じる。天文時を原子時に追いつかせるうるう秒は、1972年以降、27回にわたって挿入されてきた。現在、地球の自転速度が上がっていることから、天文時を遅らせるために、2029年までに史上初となる「[マイナスのうるう秒](#)」が適用される可能性が出てきている。（参考記事：[「「うるう秒」とは何か、なぜ廃止が決まったのか？ その後は白紙」](#)）うるう秒はこれまでに、コンピューター、GPS、通信システムに多大な影響を及ぼしてきた。特によく知られているのは、2012年にLinuxをはじめとするさまざまなシステムが、うるう秒の調整で不具合を起こした事例だ。（参考記事：[「なぜ「うるう秒」ではトラブルが起きやすいのか」](#)）前例のない「マイナスのうるう秒」の実施は、それに輪をかけた混乱をもたらすかもしれない。ソフトウェアのシステムが、時間は常に同じ方向にしか進まないと判断する可能性がある。「タイマーやスケジューラーに依存しているソフトウェアには、壊滅的な影響が出るおそれがあります」と、米メタ社のエンジニアは警告する。

気候変動で遅くなっているはずなのに

氷の融解、海面上昇、地下水の枯渇といった要因が、地球の質量をより赤道付近に偏らせ、自転速度を遅くしていることは、さまざまな研究によって示唆されている。これはちょうど、アイススケーターが頭上に上げた腕を下げることで回転を遅くするのと同じ理屈だ。

歴史的に、こうした変動は自然のサイクルの結果として起こってきたものだが、NASAが資金を提供した2件の[研究](#)によって、気候変動がもたらす影響が天文時に及んでいる可能性が示された。

「われわれの[分析](#)からは、過去100年の間に、現代の気候変動のみの影響によって、1日の長さが約0.6～0.7ミリ秒延びていることがわかっています。また、その増加率は今世紀中に現在の2倍になる可能性が高いと言えます」と、米ジェット推進研究所の地球システム科学者スレンドラ・アディカリ氏は言う。

こうした減速は、近年地球の自転を速めている要因と相反する可能性があり、地球の自転がいかに複雑なものかが改めて浮き彫りになる。（参考記事：[「北磁極の動きが加速、原因不明、あまりに急激」](#)）

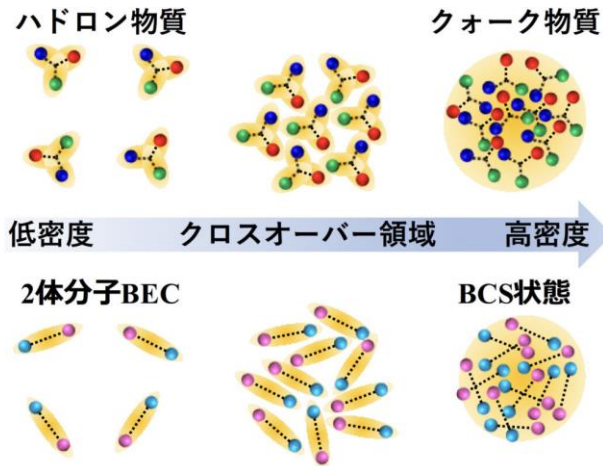
地球の自転は昔から変動を繰り返してきたものの、多様な原因が絡み合っているため、その仕組みの解明は未だに困難であるとスタマタコス氏は主張する。「6カ月以上先の1日の長さを正確に予測することは不可能です」と氏は言う。つまり、太陽は明日も昇るだろうが、その1日が正確にどのくらいの長さになるのかを断言するのは簡単ではないということだ。

文＝Brian Handwerk／訳＝北村京子

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20250725-3388887/>

中性子星の内部構造解明へ “極限状態のクロスオーバー”新理論を東大ら提唱

東京大学と高エネルギー加速器研究機構(KEK)の両者は、中性子星などの高密度天体内に存在が示唆される、通常の「ハドロン物質」から「クォーク物質」への連続的な変化である「ハドロン-クォーククロスオーバー」の仕組みを説明する理論構築に成功したと、7月24日に共同発表した。



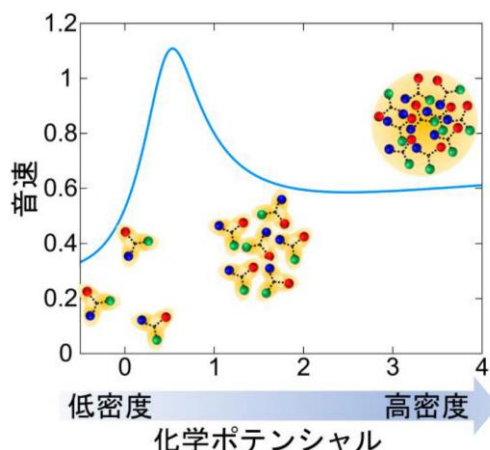
密度変化によるハドロン-クォーククロスオーバー(上)と BEC-BCS クロスオーバーの比較(下)。(上)3 色のクォークからなるハドロンの物質は、密度上昇によりクォーク物質へと連続的に変化。クロスオーバー領域では、ハドロンの形成と解離が絶え間なく繰り返されるとされる。(下)2 種のフェルミ粒子が 2 体分子の BEC 状態を形成し、密度上昇で分子が重なり合い BCS 状態へ連続的に変化する (出所:共同ニュースリリース PDF)

同成果は、東大大学院 理学系研究科 物理学専攻/クォーク・核物理研究機構の田島裕之助教、同・リアン・ハオジャオ准教授、高知大学 教育研究部 自然科学系 理工学部門の飯田圭教授(現・放送大学 教授)、KEK 素粒子原子核研究所 理論センターの古城徹准教授らの共同研究チームによるもの。詳細は、米国物理学会が刊行する機関学術誌「Physical Review Letters」に掲載された。

陽子や中性子のようにクォーク 3 つから成る複合粒子は「バリオン」といい、クォークと反クォークの 2 つから成る「中間子」と合わせてハドロンと呼ぶ。ハドロン物質を極限まで圧縮すると、互いに重なり合い、ハドロン同士の境界が曖昧になる。やがて、ハドロン内に閉じ込められていたクォークが自由に動き回れる、特殊な「クォーク物質」へと変化すると考えられている。

太陽の約 8~30 倍もの質量を持つ大質量星が超新星爆発を起こすと、後に中性子星が残る。これは、太陽の約 2 倍の質量が、わずか半径約 10km にまで圧縮された天体であり、きわめて強い重力も持つ(大質量星が太陽質量の 20 倍以上の場合、条件次第ではブラックホールになることもある)。

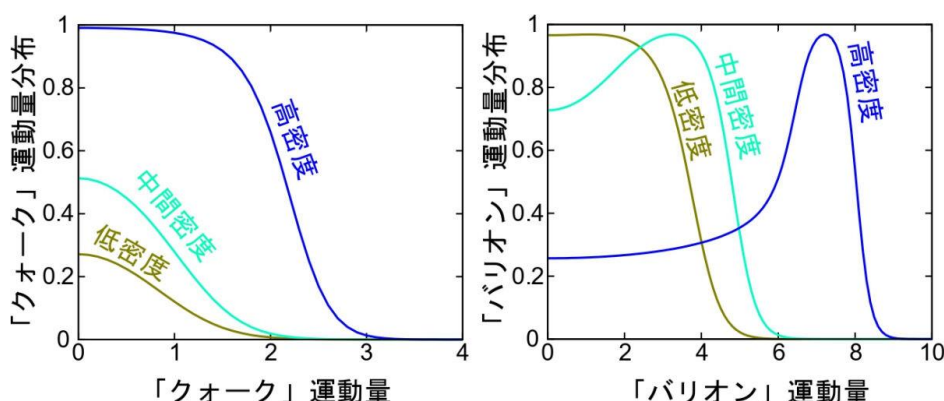
中性子星の中心部などの深部にはクォーク物質が実在すると考えられているが、その強大な重力は実験で再現できるのは不可能なことなどもあり、最深部でどのようにハドロン物質がどのようにクォーク物質へ変化するのかは未解明だった。この問題の解決策として注目されるのが、相転移を伴わずに連続的に移り変わるハドロン-クォーククロスオーバーだ。クォークとハドロンが共存するクロスオーバー領域では音速が増大するとされ、現在の天体観測結果ともよく整合するが、そのメカニズムは不明だった。またクロスオーバー領域では、バリオンが持つ運動量分布に特定の特徴が現れると予想されていたが、そのミクロな起源も謎に包まれていた。



ハドロン-クォーククロスオーバーの有効モデルにおける音速の計算結果。横軸は粒子数密度を特徴付ける熱力学量(化学ポテンシャル)で、左が低密度、右が高密度。密度上昇に伴い、中間領域で音速が上昇する様子が示されている。横軸と縦軸は無次元化済み (出所:共同ニュースリリース PDF)

高密度物質の性質を知るには、クォークが「カラー(色)チャージ」と呼ばれる量子数(赤、青、緑)を有する「量子色力学」を直接解く必要がある。しかし、量子色力学に基づく高密度物質の精密計算は「符号問題」という難題を抱え、現在のスーパーコンピュータでも非常に困難だ。そこで研究チームは今回、異なるクロスオーバー現象とのアナロジーで考える方針をとることにした。

比較対象となった類似現象は、物性物理学において実験的に観測される「BEC-BCS クロスオーバー」現象だ。クォークや電子のようなフェルミ粒子(パウリの排他律により重ね合わせができない粒子)間に強い引力が働くと、2 体分子が形成され、「ボース-アインシュタイン凝縮」(BEC)状態になる。これは、多数の粒子がまるで1つの粒子であるかのように振る舞う、絶対零度近くで現れる特徴的な量子状態だ。分子数が増えると、2 体分子が互いに重なり合い、やがて「バーディーン-クーパー-シュリーファー(BCS)フェルミ超流動」という状態へと連続的に移り変わる。なお、BCS は超伝導の微視的理論として知られている。BEC-BCS クロスオーバーの中間領域では、2 体分子の形成と解離が絶え間なく繰り返されており、この揺らぎがミクロな物理を理解するのにきわめて重要である。バリオンをクォークの3 体分子とみなすと、その形成・解離の揺らぎがクロスオーバー領域の微視的理解の鍵となる。物性系における BEC-BCS クロスオーバー研究に着想を得た今回の研究では、物性研究で培われた多体理論を駆使し、世界で初めてハドロン-クォーククロスオーバーにおいて重要となる3 体分子形成・解離の揺らぎを考慮した「量子多体理論」が構築された。



有効モデル中のクォーク的粒子と、バリオンの3 体分子の運動量分布。クォーク的フェルミ粒子の運動量分布は密度と共に単調に増加するのに対し、バリオンの3 体分子の運動量分布の低運動量成分が抑制される。これは、3 体分子の形成・解離過程の競合によるもので、音速の増大の要因となる。横軸は無次元化済み (出所:共同ニュースリリース PDF)

高密度物質に類似する有効モデルに今回の理論を適用することで、先行研究で予言されていたクロスオーバー領域における音速の増大や、バリオンの分子の特徴的な運動量分布を、3 体分子形成・解離の揺らぎの効果として自然に説明できることが明らかにされた。物性理論に立脚した今回の研究は、先行研究では容易ではなかった有限温度効果などを取り入れ可能である上、物性物理、原子核物理、宇宙物理を横断する学際的研究発展に大きく寄与することが期待されるという。特に今回の研究成果は、原子核物理に対する物性理論の有用性を示すものであり、今後のさらなる発展が見込まれるとしている。

<https://forbesjapan.com/articles/detail/80775>

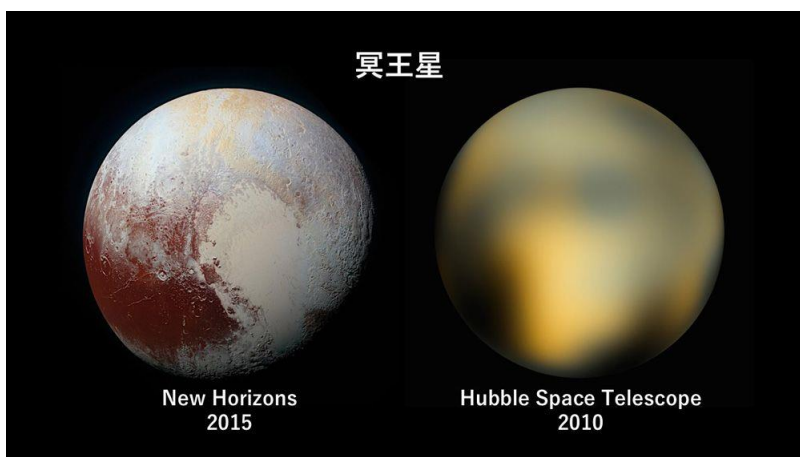
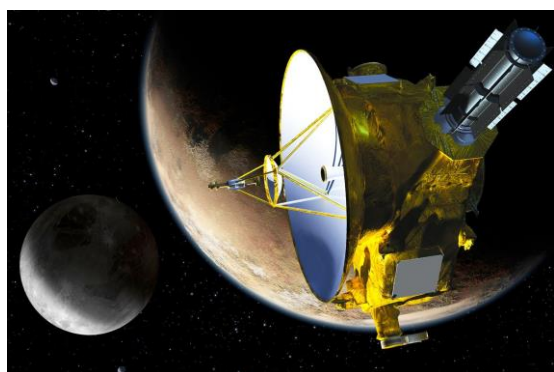
2025.07.26 10:00

冥王星に達した探査機ニューホライズンズの行方、トランプの運用停止要求を退け

る米議会



鈴木喜生 | Official Columnist フリー編集者



NASA の探査機ニューホライズンズと、冥王星と衛星カロンのイメージ図(c)NASA/JHUAPL/SwRI

[全ての画像を見る](#)

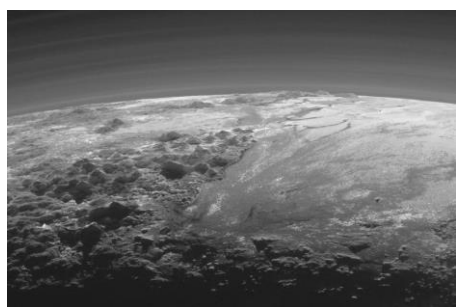
左はニューホライズンズが撮影した冥王星、右はハッブルによる画像。ニューホライズンズがいかに冥王星の詳細な情報をもたらしたかが理解できる。左：(c)NASA/JH Univ/SRI、右：(c)NASA/ESA & M. Buie (SwRI) いまから 10 年前の 2015 年 7 月 14 日、NASA の探査機「ニューホライズンズ」が史上初めて冥王星に到達した。ニューホライズンズはその後も航行を続け、現在は太陽から 62.13au (1au は太陽と地球の距離)、光速で 8.6 時間の位置にある。運用中の機体としてはボイジャー1号と2号に続き、3番目に地球から遠方にある人工物とされ、太陽系の謎の解明に貢献することが今後も期待されている。

そのニューホライズンズの電源をトランプ大統領がオフにしようとしている。トランプ政権が5月に発表した2026年度の予算要求案では、NASAの次年度予算を24%削減することを議会に要求。なかでも深宇宙探査を管轄する科学プログラムの部門の予算は47%の減額が見込まれている。

しかし、この大統領要求案に対して米国の上下両院が激しく抵抗。その結果、米東部時間7月15日には下院、17日には上院が同予算法案を棄却し、今年度と同等の予算をNASAに付与することを決定した。しかし、NASAの予算をめぐる政権と議会の攻防戦はその後も継続しており、ニューホライズンズの処遇も文字通り、宙に浮いたままの状態にある。

人類が初めて見た冥王星の姿

グランドピアノほどのサイズのニューホライズンズは、固体燃料ブースターを5基搭載したアトラスVロケットによって2006年1月19日、ケープカナベラル（フロリダ州）から打ち上げられた。その初速度は史上最速の秒速16.26km（時速5万8500km）に達し、「宇宙船が地球を離脱した最速の速度」としてギネスに認定されている。月の公転軌道をわずか8.5時間で通過したニューホライズンズは、打ち上げから405日後に木星に到達し、フライバイ（重力アシスト）を実施。これによって冥王星までの所要時間を3年間短縮した。そして2015年7月14日、冥王星に最接近したニューホライズンズは、その高度1万2500kmをフライバイしながら、冥王星の地表を最大50mピクセルの高解像度で撮影。この画像によって人類は初めて冥王星の真の姿を知った。



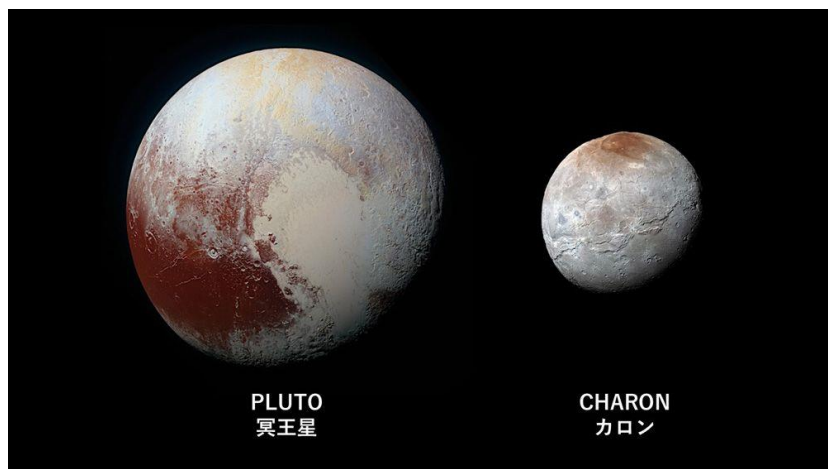
ニューホライズンズが撮影した冥王星の大地。右手は窒素の氷で覆われたスプートニク平原。左手には標高3500m級の険しい山々が連なる。(c)NASA/JHUAPL/SwRI

ニューホライズンズが冥王星を離れる際にとらえた青白いヘイズ層(c)NASA/JHUAPL/SwRI

[次ページ >ニューホライズンズがもたらしたデータでわかった冥王星の姿](#)

ニューホライズンズが近接撮影するまで冥王星は、氷に覆われた不活性な天体と考えられていた。しかし、ニ

ニューホライズンズがもたらしたデータによって、内部海（地表の下に広がる海）の存在が示唆されるとともに、窒素の氷による対流、氷河の移動、氷火山などによる活発な地質活動があることが判明。窒素を主成分とする大気にメタンと一酸化炭素が含まれることを明らかにするとともに、高度 200km まで分布するその大気が散乱する様子（ヘイズ層）を観測した。冥王星に最接近した 12 分後には、その衛星カロンのフライバイを行い、深さ 9km の峡谷やバルカン平原など多様な地形を観測した。さらに、冥王星とカロンが共通の重心を中心に回転する連星系であることを確認。その重心が冥王星の外側 960km にあり、両天体が 6.4 日の周期で同期回転していることを明らかにした。こうして得られた冥王星系のデータセットは、2kbps（2 キロビット毎秒）の転送速度で 15 カ月以上かけてダウンロードされた。



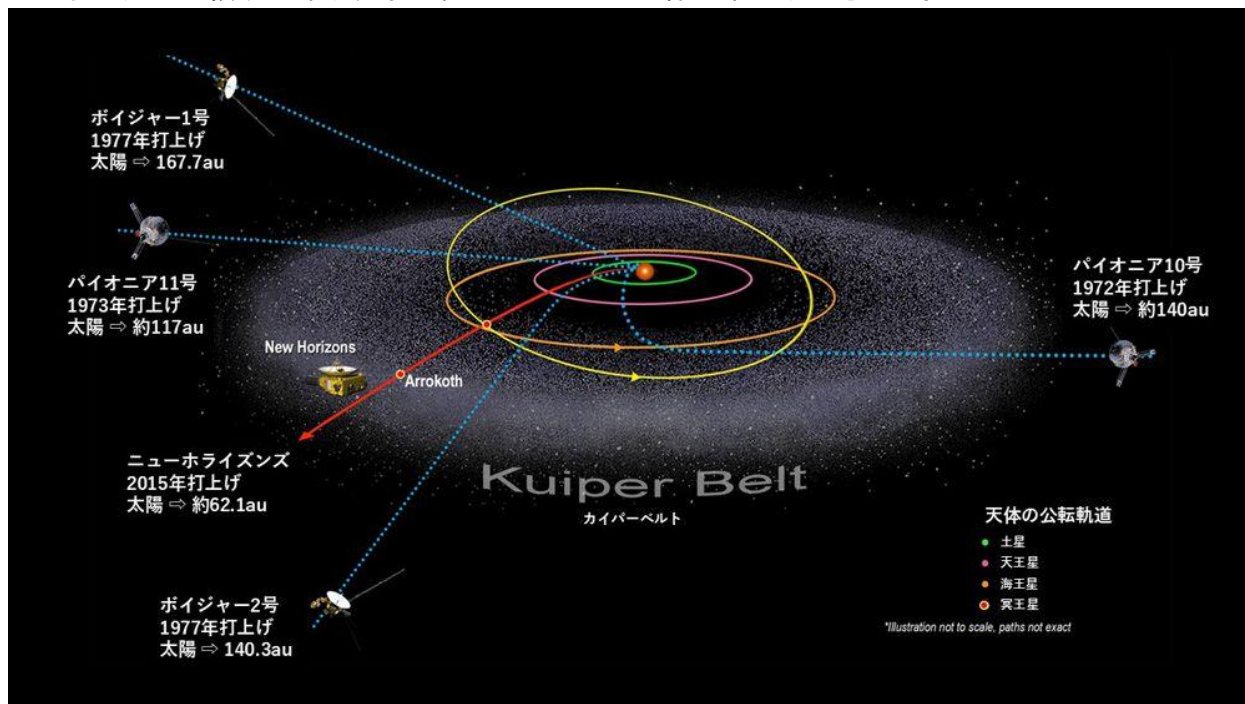
準惑星「冥王星」（直径 2376.6km）と、その

衛星「カロン」（直径 1212km）のサイズ比較。質量比は約 8 対 1(c)NASA/JHUAPL/SwRI/Alex Parker

[次ページ > ニューホライズンズは人類が近接撮影した最遠の天体も撮影](#)

最遠の天体を撮影

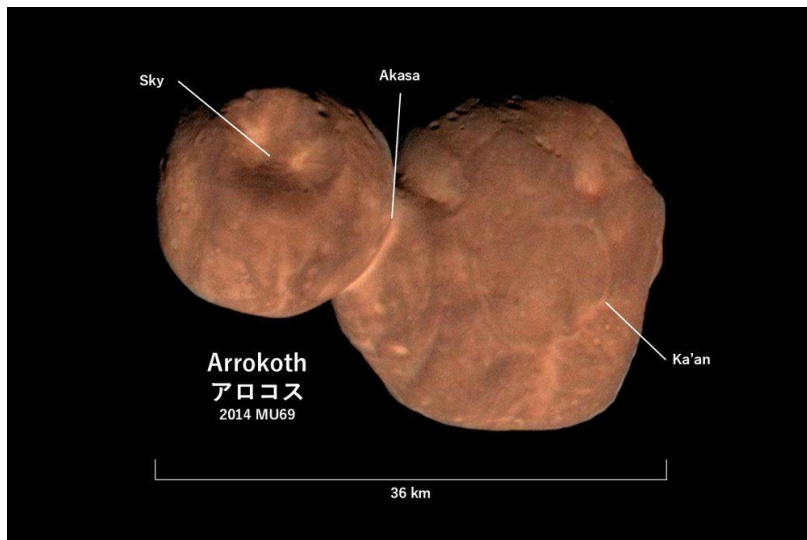
冥王星はエッジワース・カイパーベルト内にある。それは海王星の公転軌道の外側に、太陽を中心としてドーナツ状に広がる領域であり、氷や岩石からなる小天体の集まりとされる。



これまでに

太陽系を離脱する軌道に乗った探査機は 5 機。そのうち現在も運用中のものはボイジャー 1 号と 2 号、そしてニューホライズンズの 3 機のみ(c)NASA/JHUAPL/SwRI

冥王星をフライバイしたニューホライズンズは、その後もカイパーベルト内を航行し続け、3 年半後の 2019 年 1 月には太陽系の外縁天体（Kuiper Belt Object, KBO）であるアロコスに到達し、わずか 3500km の距離から同天体を観測した。KBO を近接撮影したのはニューホライズンズが初めて。アロコスは人類が近接撮影した最遠の天体とされる。



「アロコス」とはネイティブアメリカンの言語

で「空」を意味し、各エリアにつけられた Sky（英語）、Akasa（ベンガル語）、Ka'an（マヤ語）もすべて「空」を意味する。太陽からの平均距離は 44.6au、太陽を 298 年で 1 回公転する(c)NASA/JHUAPL/SwRI/Roman
その後、ニューホライズンズはスリープモード（低活動運用モード）に入り、カイパーベルトにおける新たな観測目標を NASA が決定するのを待っている。ニューホライズンズの当初の運用期間は冥王星到達までの 9 年半だったが、現在では同機がカイパーベルトを抜けると予想される 2028 年から 2029 年まで、さらにミッションを延長するのが最善だと NASA は考えている。しかし、今年 5 月にトランプ政権が発表した予算要求には、ニューホライズンズの運用停止案が盛り込まれていた。これにより、太陽系に関する重要なデータをもたらし、今後も新たな発見が期待されるこの探査機の機能が停止されようとしている。

米下院「予算はあなた方が決めるものではない」

米国の予算決定プロセスはただでさえ複雑だが、過去に例のないトランプの策略が、2026 年度の予算編成をより複雑にしている。5 月にトランプ政権が発表した予算要求案では、2026 年度の NASA の予算を今年度の 248 億ドル（約 3 兆 6700 億円）から 188 億ドル（約 2 兆 7800 億円）に減額するという、かつてない削減案を議会に要求した。しかし、米政府の予算編成プロセスにおいて、その決定権は議会にある。その結果、7 月 15 日には下院の歳出委員会がこの削減案を棄却し、NASA に前年同等の 248 億ドルの予算を付与することを可決。さらにその 2 日後には、上院が同法案を 249 億ドル（約 3 兆 6900 億円）に調整したうえで可決した。

[次ページ > 予算法案には国立科学財団、エネルギー省、海洋大気局、環境保護庁なども含まれている](#)

この予算法案には NASA だけでなく、NSF（国立科学財団）、DOE（エネルギー省）、NOAA（海洋大気局）、EPA（環境保護庁）なども含まれ、その拠点は全米にわたる。そして予算案を採決する議員たちは、それらに関わる地元産業や雇用を守る責務を担う。特に上院の商業委員会の議長であるテッド・クルーズ氏（共和党）は宇宙産業界に精通し、彼の地元であるテキサス州には宇宙関連事業体の拠点が複数ある。そのため彼らにとってトランプの予算案は、到底受け入れられるものではなかった。ただし、上下両院が決定したこの予算法案は、最終的に大統領がサインすることで初めて施行される。もしトランプがこの連邦予算案、または継続決議に署名しなければ、米国の会計年度がはじまる 10 月 1 日までに予算が成立せず、NASA をはじめとした連邦政府の非必須機能が停止する可能性がある。またトランプは、政権の予算削減案が通るものとして、NASA の複数の計画を終了する手続きを開始するよう、すでに NASA 上層部に通達しており、幹部職員 2000 名以上の解雇も始まっている。また 7 月 9 日には、このコストカットの実行役として、運輸長官のショーン・ダフィー氏に NASA の暫定長官を兼任させることを発表した。トランプ政権のこうした動向に対しても議会は対抗措置を取り、下院の科学宇宙技術委員会（CSST）は 7 月 17 日、以下の内容の[書簡](#)をダフィー氏に送って警告した。

「我が国の憲法制度においては議会が財政権を握っている。議会は NASA の年間予算を策定し、NASA が実施すべき政策を定めている。これは要請ではなく法律である。しかし、昨今の NASA 高官の発言は、この議会の権限を無視し、議会が割り当てた NASA の資金を差し押さえようとしている。これは極端で過激なイデオロギーに思える」「トランプ政権が提案した次年度予算案は NASA の現状からまったく乖離したもので、大量解雇、多数の計画の終了、重要施設の閉鎖は、NASA に壊滅的な状況をもたらす可能性がある。にもかかわらず、それらがまったく考慮されていない。こうした決定は間違っており、あなた方が決めるべきものではない。ただ

ちに停止すべきだ」トランプと米議会の攻防戦はあと数カ月続くだろう。議会が投げたボールはいま、トランプとダフィー氏にある。これに対して2人がどのように振る舞うかが注目される。編集＝安井克至

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20250724-3387740/>

2050年の宇宙関連機器世界市場規模は78兆円へ、矢野経済研究所調査

掲載日 2025/07/24 14:30

矢野経済研究所は、宇宙関連機器世界市場の調査結果を発表。機器別や参入企業各社の動向などを調べたもので、2050年には78兆円規模まで同市場が成長すると予測している。



宇宙関連機器世界市場規模予測

調査はロケットや人工衛星、それらに搭載される探査機などの関連機器を扱う宇宙機器関連企業を対象に、同社の専門研究員による直接面談(オンライン含む)と文献調査を併用して実施し、事業者売上高ベースで算出したもの。調査期間は2025年1月～3月。出典資料は同社が3月27日に発刊した「2025年版 宇宙関連機器市場の現状と将来展望」(A4 137ページ、27万5,000円)。近年の宇宙開発分野は、中国やインドといったアジア諸国での研究開発が追従する状況となっている。今回の調査では、世界の各地域で開発されているロケットや人工衛星、それらに搭載される関連機器を対象とした、2024年の同市場(事業者売上高ベース)を17兆4,861億7,100万円と推計。今後も世界全体で研究開発が進み、市場の成長・拡大が期待できることから、2050年の宇宙関連機器世界市場は78兆円規模に成長すると予測した。

日本における宇宙開発については、「資金が限られているためにロケット打ち上げ機会が少なく、数を重ねての実証実験を行うことが難しい」と現状の課題を示したうえで、高い能力を持つ打ち上げ技術や、小惑星のサンプルリターンを完遂した探査機「はやぶさ」を生み出す技術力を持つことも挙げ、「他国にはない技術で宇宙産業を開拓していくことが求められる」としている。

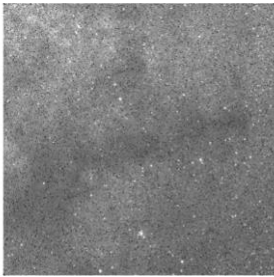
<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20250722-3386181/>

はやぶさ2、科学観測でも活躍 銀河拡散光と星間塵の関係を新たに発見

掲載日 2025/07/22 20:00 著者：波留久泉

宇宙航空研究開発機構(JAXA)は、拡張ミッション遂行中の小惑星探査機「はやぶさ2」に搭載している、光学航法望遠カメラ「ONC-T」を用いて撮影した天の川銀河中心の星間塵が多い領域の画像を解析。その結果、星間塵が多いほど、星間塵が星の光を散乱して作る淡い光である「銀河拡散光」の明るさが弱まることが判明し

たと、7月17日に発表した。



光学航法望遠カメラ ONC-T が捉えた銀河系中心方向の画像

(C)九州工大、東京都市大、関西学院大、JAXA、千葉工大、東京大、産総研、東京科学大、ラ・ラグーナ大、パリ天文台、立教大、明治大、神戸大 (出所:JAXA はやぶさ2 拡張ミッション Web サイト)

同成果は、九州工業大学 工学部の佐野圭助教らの共同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。宇宙空間はきわめてクリーンなイメージがある。実際、銀河間には1立方メートルあたりに水素原子が1個あるかないか、といったきわめて物質密度の薄い領域も存在する。しかし、太陽系のような惑星系内はもっと密度が高い。

惑星の定義は、「太陽の周りを回り」、「十分大きな質量を持つために自己重力が固体としての力よりも勝る結果、重力平衡形状(ほぼ球状)を持ち」、「その軌道近くから他の天体を排除した」天体である。そのため、少なくとも惑星の公転軌道上には何もないように思えてしまう。しかし、それは大きな天体がないということだけであり、決して何もないわけではない。何もないという考えが誤りなのは、流星群が示す通りだ。彗星が地球軌道近傍を通過する頃には、太陽の熱で一部が蒸発し、その軌道上に無数のダストを残す。彗星の軌道が地球の公転軌道と交差、もしくは近傍を通る場合、地球がそこに近づくことで宇宙空間を漂うダストを重力が引き寄せ、大気圏に突入する。これが流星群の正体だ。宇宙空間を漂うダストはきわめて小さく、直接の撮影は地上の大型望遠鏡はおろか、探査機でも難しい。しかし、空気の澄んだ地域であれば、よく晴れた春の夕方の西の空、または秋の早朝の東の空に、太陽近傍の無数のダストが太陽光を散乱して放つ、淡い光の帯「黄道光」が見られる。つまり、宇宙空間にダストが無数に存在していることを、肉眼でも確かめられるのである。ダストは太陽のような星の周囲だけでなく、星間空間にも漂う。これらは、将来的に惑星の原材料となるかもしれない星間塵だ。こうした星間塵が星の光を散乱して作る淡い光が「銀河拡散光」である。

これまでの観測で、星間塵が少ない場所では、銀河拡散光の観測値は光が1度だけ散乱されるという理論とほぼ合致していることがわかってきた。しかし、星間塵が多い場所では銀河拡散光に関する詳細なモデルは存在せず、不明な点が多かった。そこで研究チームは今回、はやぶさ2の光学航法望遠カメラが撮影した、天の川銀河の中心部の星間塵の多い領域の画像を詳細に解析することにした。

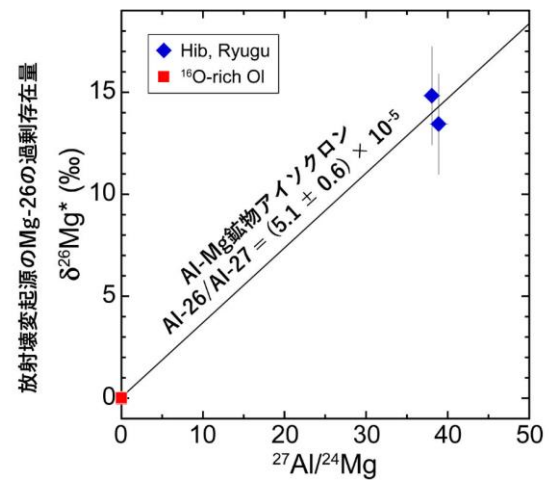
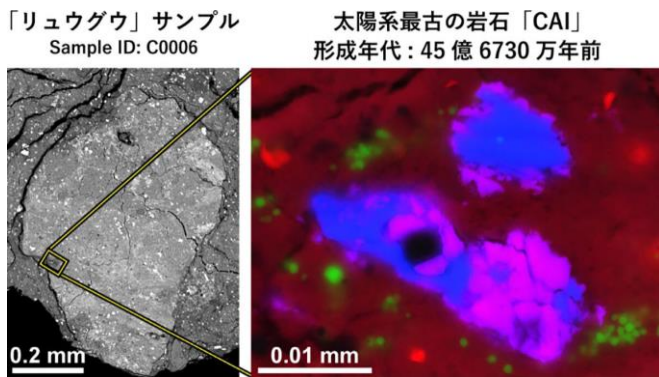
今回の撮影は、はやぶさ2が地球に帰還する8カ月前である2020年4月6日に行われた([カプセルの地球到着](#)は2020年12月6日)。はやぶさ2には3基の光学航法カメラが搭載されているが、今回の撮影には望遠用のONC-Tが用いられた(残りの2基は広角用のONC-W1とONC-W2)。ONC-Tはナビゲーションと科学観測を兼ねるカメラで、機体の真下に装備されている。視野角は6.35度×6.35度で、390、480、550、700、860、950、589.5nmの波長で撮影が可能である。撮像画像の詳細な分析から、星間塵が多いほど銀河拡散光の明るさは弱まることが判明。これは、星間塵が少ない場所でのこれまでの観測結果とは逆の傾向を示す。この理由を説明するため、星間塵の層が背後の星の光を受けて輝くというモデルを検討したところ、今回観測したデータをうまく説明できることが明らかにされた。2025年4月にはリアクションホイールの故障から[セーフホールドモードへ移行し](#)、一時はその動向が心配されたはやぶさ2だが、現在も2026年7月のフライバイ観測に向け小惑星「トリフネ」(2001 CC21)へ向かっている。その後、2027年と2028年に1回ずつの地球スイングバイを経て、2031年に拡張ミッションの最終ターゲットである小惑星「1998 KY26」へ到着予定だ。今後もはやぶさ2には、小惑星探査以外にも、今回のような科学探査での活躍も期待したい。

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20250718-3383161/>

小惑星リュウグウから“太陽系最古の岩石”発見 北大など

掲載日 2025/07/18 20:00 著者: [波留久泉](#)

北海道大学と海洋研究開発機構(JAMSTEC)の両者は、小惑星リュウグウから採取されたサンプル中から、太陽形成直後の約 45 億 6730 万年前に形成された太陽系最古の岩石を発見したと共同で発表した。



リュウグウサンプルから発見された太陽系最古の岩石「CAI」。アルミニウム-マグネシウム放射年代測定法により、太陽系誕生直後の約 45 億 6730 万年前に形成されたことが判明した。(右)電子顕微鏡により取得されたMg(赤)-Ca(緑)-Al(青)の合成 X 線元素マップ (C)Kawasaki et al. 2025 (出所:JAMSTEC Web サイト)

リュウグウ CAI の年代測定データ。縦軸は、 ^{26}Al の放射壊変により生成した ^{26}Mg の過剰存在量に対応。CAI の鉱物ヒボナイトは ^{26}Mg の有意な過剰を示す。Al-Mg 鉱物アイソクロン法から、CAI 形成時の $^{26}\text{Al}/^{27}\text{Al}$ 存在比は $(5.1 \pm 0.6) \times 10^{-5}$ だったと見積もられた。これにより、リュウグウ CAI は 45 億 6730 万年(± 20 万年)前に形成されたことが判明した (出所:北大ニュースリリース PDF))

同成果は、北大大学院 理学院の川崎教行准教授、同・大学院 理学院の宮本悠史大学院生、同・大学 総合イノベーション創発機構の坂本直哉准教授、JAMSTEC の荒川創太研究員らの共同研究チームによるもの。詳細は、英科学誌「Nature」系の地球・環境・惑星科学を扱う学術誌「Communications Earth & Environment」に掲載された。天体の起源を探る上で重要な手がかりとなるのが、その原材料物質の分析だ。これまでの「はやぶさ 2」が回収したリュウグウサンプル初期分析から、同小惑星は主に約 40°C の低温の水溶液から生成した鉱物で構成され、その形成は約 45 億 6200 万年前と判明している。こうした鉱物は、リュウグウ内部で氷が溶けて生じた水溶液が、元来の原材料物質(リュウグウを形成した最初期の固体物質)を二次的に変質させることで生成したものである。しかし、これらは現在のリュウグウの主要な構成物質に過ぎず、リュウグウを形作った最初期の原材料物質そのものが「いつ」形成されたのかは、これまで未解明だった。そこで研究チームは今回、リュウグウサンプルについて、北大の走査電子顕微鏡で形状観察や化学組成の分析を実施。年代測定が可能な原材料物質を探索し、同大学の同位体顕微鏡(二次イオン質量分析計)を用いた「アルミニウム-マグネシウム放射年代測定法」により、その年代測定を実施することにしたという。今回の研究では、リュウグウサンプルから、初期太陽系の 1000°C を超える高温領域で形成された「CAI」が発見された。CAI は、カルシウムとアルミニウムに濃集した固体物質で、初期太陽系の高温ガスから凝縮したと考えられている。鉱物学的観察の結果、CAI は水溶液から生成した鉱物と混ざり合った、リュウグウの原材料物質の生き残りであることが判明した。この CAI に対し、アルミニウム-マグネシウム放射年代測定が実施された。これは、アルミニウムの放射性同位体である「 ^{26}Al 」が、半減期約 70 万年前でマグネシウムの安定同位体の 1 つである「 ^{26}Mg 」に放射壊変する現象を利用し、約 45 億年前という初期太陽系において形成された物質であっても年代を精密測定できる手法だ。測定の結果、CAI は太陽系誕生直後の約 45 億 6730 万年(± 20 万年)前に形成されたことが突き止められ、リュウグウの原材料物質の年代測定が世界で初めて達成された。今回の発見は、リュウグウが太陽系の誕生直後に形成された高温物質を取り込んでいることを示すものだ。ちなみに、現在のリュウグウの構成物の大半は、その数百万年後に形成されたものとなる。一方で、リュウグウや同型のイヴナ型炭素質隕石で発見された CAI は、いずれも 0.1mm 以下と小さく、他の炭素質隕石に多く見られる約 0.1~10mm 以上の大型 CAI が存在しないことも明らかにされた。この違いは、初期太陽系における固体物質の輸送過程が関連している可能性があるとする。具体的には、固体物質の移動を妨げる「圧力バンプ」の影響を受けない領域で、リュウグウの母天体が形成された可能性が高いと推察された。圧力バンプとは、初期太陽系円盤内でガスの圧力が局所的に高くなる領域を指し、これが固体物質の移動を妨げ、物質の集積や分布に影響を与える。木星のような巨大惑星の形

成が、圧力バンプ形成の一因と考えられている。これまでの研究で、リュウグウは太陽系の遠方で形成されたことがすでに示されていたが、今回の研究でも同様に、同小惑星が太陽系の遠方で形成された特異な天体であることが改めて示された形だ。今回の成果は、太陽系の天体の誕生と進化の理解に重要な手がかりとなるといえる。これにより、惑星形成理論のさらなる進展が期待されるとした。研究チームは、NASA が探査機「OSIRIS-REx」を用いて小惑星「ベンヌ」(リュウグウと同様の炭素質だが B 型)より持ち帰ったサンプルの観察・分析も進めており、リュウグウとの関連性解明が期待されるとしている。

<https://wired.jp/article/story/space-ice-structure-order-chaos/>

2025.07.25

宇宙の氷は秩序と無秩序の両方を備えていた：研究結果

従来は完全に無秩序な構造をもつとされてきた宇宙の氷。新たな研究により、一部に結晶構造が存在することが明らかになった。

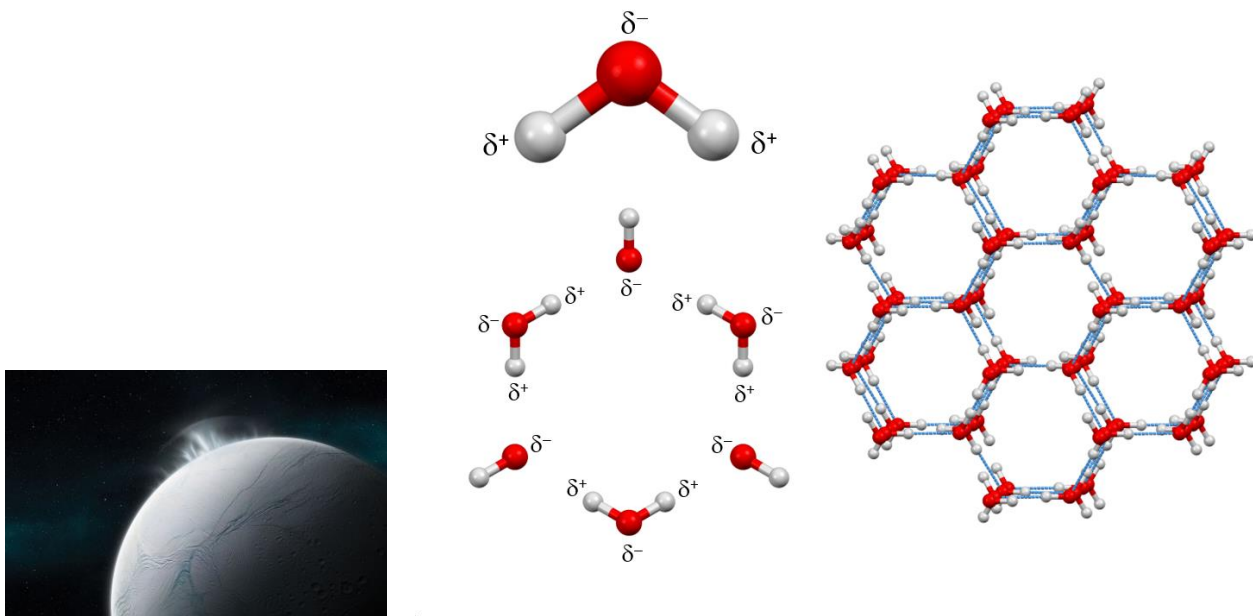


Illustration: All About Space/Getty Images

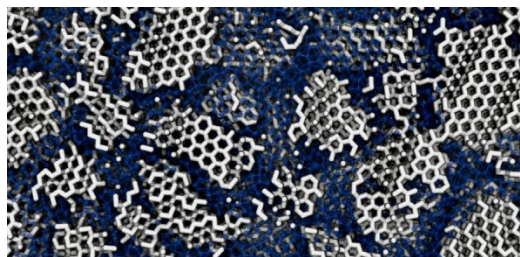
地球上の水の氷の秩序だった分子構造の図解。GETTY IMAGES GETTY IMAGES

氷は、宇宙を構成する基本的な物質のひとつだ。彗星や衛星、太陽系外惑星、そして夏の冷たいドリンクに浮かぶキューブの中にも、水分子は凍った状態で存在している。しかし顕微鏡で覗いてみると、同じ成分からできていても、すべての氷が同じ構造を持っているわけではない。

地球上の氷の内部構造は、宇宙全体を見ると特異な存在だ。分子は幾何学的な構造、通常は六角形のパターンで繰り返し配置されている。これは地球の温度と圧力という特有の環境により、水がゆっくりと凍ることで、分子が規則的に並び結晶を形成するためだ。しかし、宇宙で形成される氷は条件がまったく異なる。水は真空中に存在し、極端な温度変化に晒されるため、地球のような明確な秩序構造を持たず、結晶のような秩序だった構造をもたないアモルファス（非結晶質）の物質と考えられてきた。

宇宙の氷に潜む無秩序

形を持たない宇宙の氷のふるまいは、惑星形成や生命誕生のプロセスを理解しようとする科学者たちにとって謎に包まれており、その不確実性は研究全体にさまざまな影響を与えている。例えば、水が宇宙でどのように凍るのがわからなければ、ほかの太陽系における水の存在量の推定も難しくなる。研究者たちは、地球外での凍った水ふるまいをより正確に理解するために、宇宙の氷を調べている。彗星や小惑星、太陽系の破片などから直接サンプルを採取できれば理想的だが、それが可能になるまでは、地球上での氷の形成過程を模した実験やコンピュータモデルを使って解明を進めている。そして、研究を深めれば深めるほど、氷は思いがけない顔を見せる。最近、学術誌『Physical Review B』に発表された論文では、宇宙の氷にある種の秩序が存在する可能性があるという指摘されている。その論文によると、宇宙の氷は実は、幅およそ3ナノメートル程度の結晶構造の断片（地球上の氷に似たもの）が非結晶な部分に囲まれて存在しているのだという。



宇宙の氷のシミュレーション。白い断片は結晶構造内の秩序だった分子で、青い部分は無秩序な分子である。

図解：ケンブリッジ大学 ICE グループ提供 University of Cambridge, cortesía de ICE Group.

この結論に至るまで、研究チームはまず、水分子にさまざまな速度で温度変化を加えるコンピュータシミュレーションを実施し、宇宙で氷が形成される状況を再現した。その後、実際に地球上で秩序ある氷を生成する実験を行い、それとシミュレーション結果を比較した。実験では、水蒸気を極低温の基板に吹きかけ、液体の状態を経ずに直接氷にするという、惑星系の誕生時に近いプロセスを再現した。すると、秩序と無秩序な構造が混在する氷が生成され、その構造は、「結晶部分が 20%、アモルファス部分が 80%」というシミュレーション結果に最も近いものだった。「いまや、宇宙で最も一般的な氷が、原子レベルでどんな構造をしているのかをかなり明確に把握できるようになってきました」。ケンブリッジ大学 ICE グループの一員であり、今回の研究の共著者でもあるマイケル・B・デイヴィスは[声明](#)を通じてこう述べた。宇宙の氷の構造を知ることは、「パンスペルミア説（生命の種が宇宙から地球にやってきた）」という仮説を検証するうえでも重要だ。もし宇宙の氷が低密度でアモルファスな構造であれば、生命の構成要素を内部に取り込んで運ぶことができた可能性がある。しかし逆に、結晶構造が部分が多い場合、その内部に物質を含む余地が少なくなるため、その可能性は低くなるのだ。

(Originally published on [wired.com](https://www.wired.com), translated by Miranda Remington, edited by Mamiko Nakano)

<https://wired.jp/article/black-hole-merger-breaks-mass-record/>

2025.07.24

2 つ合わせて太陽の 240 倍！ 最大規模のブラックホールの合体が観測される

バーミンガム大学を中心とする国際研究チームが、これまでで最大規模となるブラックホールの合体を観測することに成功した。観測史に刻まれた今回の出来事は、ブラックホール形成理論そのものを揺るがしている。



Illustration: NASA/JPL-Caltech

重力波望遠鏡である米国の「LIGO」とイタリアの「Virgo」、日本の「[KAGRA](#)」による国際重力波観測ネットワーク「[LVK](#)」が、2023 年 11 月 23 日に異常な信号を捉えた。太陽の約 100 倍と 140 倍という 2 つの巨大な[ブラックホール](#)が衝突して[合体した](#)のだ。「GW231123」と名付けられたこの現象は、質量と回転速度の両面で従来の記録を大きく塗り替えるものだった。この衝突によって生まれた最終的なブラックホールは、太陽の 240 倍を超える質量をもつ。このような規模のブラックホールは中間質量ブラックホールと呼ばれており、これまで理論上の存在とされてきた。「今回の中間質量ブラックホールの検出は、重力波天文学にとって歴史的な成果です」と、バーミンガム大学で観測装置の設計に携わったアミット・シン・ウビ博士は[説明する](#)。これは複数の観測装置による同時検出と、最先端の計測技術がなければ成しえなかった発見だという。

今回の発見は、2025 年 7 月に英国のグラスゴーで開催された「一般相対性理論および重力に関する国際会議（GR24）」と「エドアルド・アマルディ重力波会議（Amaldi16）」の合同会合「GR-Amaldi」で正式に[発表された](#)。また、観測に用いられた較正済みデータは、[Gravitational Wave Open Science Center](https://www.gwosc.org/)（GWOSC）を通じて全世界に[公開されている](#)。

合体の連鎖

このブラックホール連星は、質量だけでなく自転速度も異常だった。合体前の2つのブラックホールはいずれも、アインシュタインの一般相対性理論が許容する限界に近い速度で回転していたとみられている。このことから、信号の解析は通常よりはるかに複雑な作業だったという。

こうした極端なスピンの影響を正確に読み解くためには、回転による時空のねじれや波形の歪みを再現できる高精度の理論モデルが必要となる。バーミンガム大学をはじめとする研究機関では、今回の観測に先立って高度な数値シミュレーションを用いた解析モデルの開発が進められてきた。従来の恒星進化モデルでは、重力崩壊によって形成されるブラックホールの質量には上限があるとされている。しかし、このほど観測されたような中間質量ブラックホールは、その枠を大きく超えており、標準的な理論だけでは説明できないという。そのため、研究者たちは別の形成シナリオを模索している。なかでも有力なシナリオとされているのが、「合体の連鎖」と呼ばれるプロセスだ。これは、まず比較的小さなブラックホールが合体し、次第に質量を増しながらより大きな連星を形成していくというものだ。今回の GW231123 も、その最終段階にあたる可能性がある。このように連鎖的に生じた合体は、球状星団（数十万個の恒星が球状に密集した天体）や銀河中心部のような星が密集した環境で起きやすいと考えられている。こうした環境ではブラックホール同士が遭遇する頻度が高く、一度形成された連星がさらに別のブラックホールと衝突する確率も跳ね上がるからだ。そこで観測される重力波の波形にも、そうした複雑な形成プロセスの痕跡が刻まれている。

物理の未踏領域

理論モデルの妥当性を検証したパナギオタ・コリツィドゥ博士によると、今回の信号は現在の天体物理学における理論の限界を試すようなものだった。なかでもスピンの影響を正確に再現しつつ、合体直前と直後の振る舞いを一致させるためには、通常の10倍を超える計算資源が必要だったという。

今回の観測に用いられた LIGO、Virgo、KAGRA の各検出器は、それぞれが異なる地理的条件と装置構成をもっている。結果、これらの装置は互いを補完し合うように機能する。今回のような異常な現象に対しても、3地点のデータを突き合わせることでノイズの除去と信号の特定が可能になるというわけだ。こうした複数地点における同時観測は、重力波天文学における最大の強みである。将来的には、インドで建設中の「[LIGO-India](#)」や、宇宙空間に配置される計画の宇宙重力波望遠鏡「[LISA](#)（レーザー干渉計宇宙アンテナ）」など、新たな観測網の整備が予定されており、さらに広範な周波数帯域での観測が可能になると期待されている。

「この複雑な信号パターンに含まれる物理的な意味を完全に解明するまでには、今後数年を要するでしょう」と、信号解析を担当したバーミンガム大学助教授のグレゴリオ・カルツォは語る。「現時点では、円軌道をもつブラックホール同士の合体という解釈が最も有力ですが、これまでにない複雑なシナリオが予想外の特徴を読み解く鍵となる可能性もあります」GW231123 は、これまでに観測された約300件の重力波イベントのなかでもひととき異彩を放つ存在である。2019年に LIGO と Virgo によって観測された「[GW190521](#)」（太陽の質量の142倍）を大きく上回り、ブラックホール形成に関する既存理論の枠組みを再検討することを人類に迫っている。（Edited by Daisuke Takimoto）