

# イプシロンロケット 6号機打ち上げ失敗の原因は第2段の姿勢制御装置の異常

2022-10-19 松村武宏

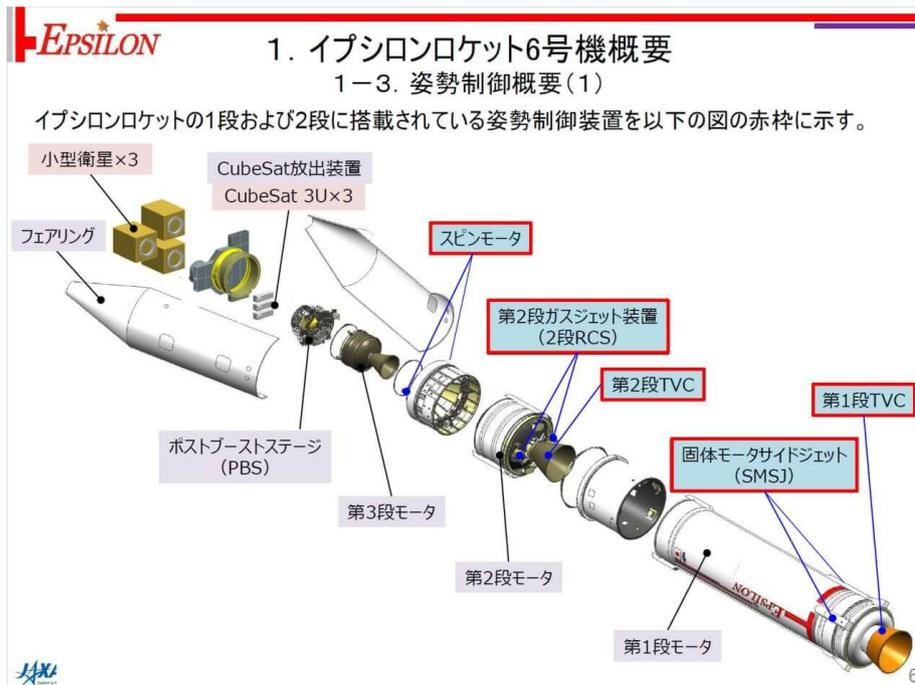


【▲ 内之浦宇宙空間観測所から打ち上げられたイプシロンロケット 6号機。JAXA のライブ配信より (Credit: JAXA)】

宇宙航空研究開発機構 (JAXA) は 10 月 18 日、第 41 回宇宙開発利用部会・調査・安全小委員会にて、「イプシロンロケット」6号機打ち上げ失敗の原因調査について最新の状況を報告しました。

イプシロンロケット 6号機は内之浦宇宙空間観測所から日本時間 2022 年 10 月 12 日 9 時 50 分に打ち上げられましたが、燃焼を終えた第 2 段と第 3 段の分離可否を判断する時点で機体の姿勢が目標からずれていて、衛星を地球周回軌道に投入できないと判断されたため飛行を中断。同日 9 時 57 分 11 秒に指令破壊信号が送信されて、打ち上げは失敗しました。指令破壊された 6号機の機体は、フィリピン東方の海上にあらかじめ計画されていた第 2 段の落下予想区域内に落下したとみられています。イプシロンロケットは 1号機 (2013 年 9 月) から 5号機 (2021 年 11 月) まで打ち上げに成功しており、失敗は今回の 6号機が初めてです。

関連: [JAXA「イプシロンロケット」6号機打ち上げ失敗](#) [ロケットに指令破壊信号送信](#)

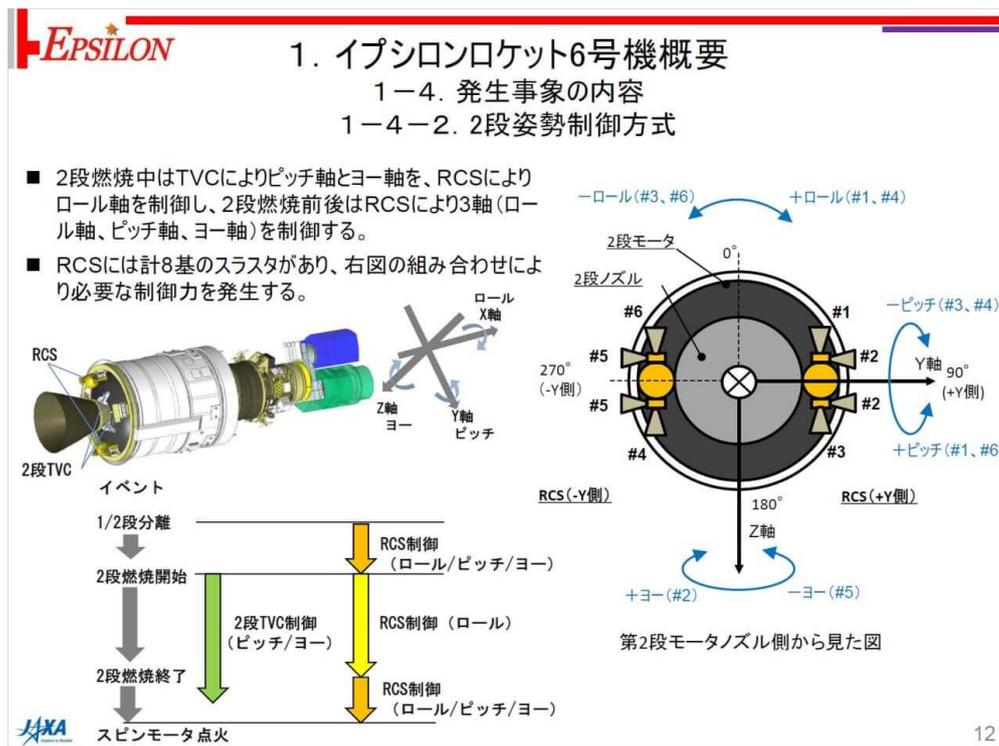


【▲ イプシロンロケット 6号機に搭載されていた姿勢制御装置 (赤枠) を示した図。JAXA 資料から引用 (Credit: JAXA)】

10 月 18 日に公開された JAXA の資料によると、第 2 段に 2 基搭載されていた姿勢制御用のガスジェット装置 (後述) の片方が正常に機能せず、打ち上げ失敗の原因になったことがわかりました。イプシロンロケット 6号機の飛行経路、第 1 段と第 2 段の落下予測点、測地高度、慣性速度は、発射から飛行中断まで計画の範囲内であり、第 2 段のエンジンが燃焼を終えるまでは姿勢を正常に制御できていたことが確認されています。しかし、第

2 段燃焼終了後の機体姿勢は目標値との誤差が増大していき、スピンモータ燃焼終了後（※1）の最終的な姿勢角の誤差は約 21 度に達していた模様です。

※1...第 3 段のエンジン燃焼中は機体の回転（スピン）によって姿勢の安定を確保する必要があるため、第 2 段と第 3 段を分離する前にスピンモータと呼ばれる小型の固体燃料ロケットエンジンを使って機体を回転させる。



【▲ イプシロンロケット 6 号機の第 2 段に搭載されていたガスジェット装置（RCS）を説明した図。合計 8 基のスラスタが 4 基ずつ左右に配置されていた。JAXA 資料から引用（Credit: JAXA）】

イプシロンロケットの第 2 段に搭載されているガスジェット装置（RCS：Reaction Control System）は、合計 8 基のスラスタノズルからガスを噴射することで生じる推力を利用して、機体のロール角（回転）・ピッチ角（上下の首振り）・ヨー角（左右の首振り）を制御する装置です（※2）。第 2 段には 4 基のスラスタを備えたガスジェット装置が後端の左右に各 1 基搭載されていて、ガスを噴射するスラスタの組み合わせを変えることで姿勢を制御します。同様の装置は、さまざまなロケットや宇宙機に搭載されています。

※2...2 段エンジン燃焼中はノズルを動かして燃焼ガスの噴射方向を調整することでピッチ角とヨー角を制御するため（TVC：Thrust Vector Control）、ガスジェット装置によるピッチ角とヨー角の制御は 2 段エンジンの燃焼が終了してから行われる。

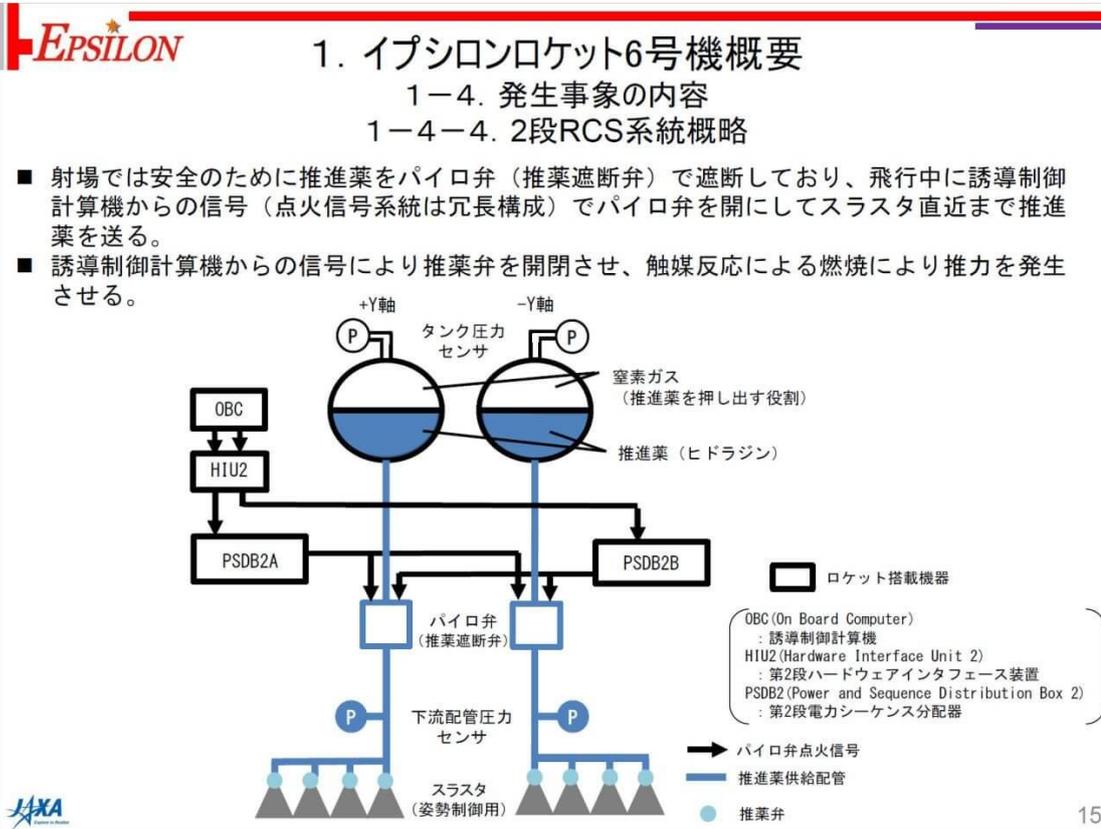
ガスジェット装置の推進薬であるヒドラジンは、第 1 段の分離直前まではスラスタに供給されないように、タンクとスラスタの間に設けられているパイロ弁（バルブ）で遮断されています。パイロ弁を開放するための点火信号は発射から 151.5 秒後と 152.5 秒後に送信されていて（※3）、片方のガスジェット装置ではパイロ弁下流にヒドラジンが流れ込んだことで、配管圧力がタンクと同じ圧力まで上昇したことがわかっています。

※3...推進薬の流路を開通させる火工品が各パイロ弁に 2 つ組み込まれていることから 2 回送信されている。2 つのうち 1 つだけでも作動すれば流路が開通する冗長構成。

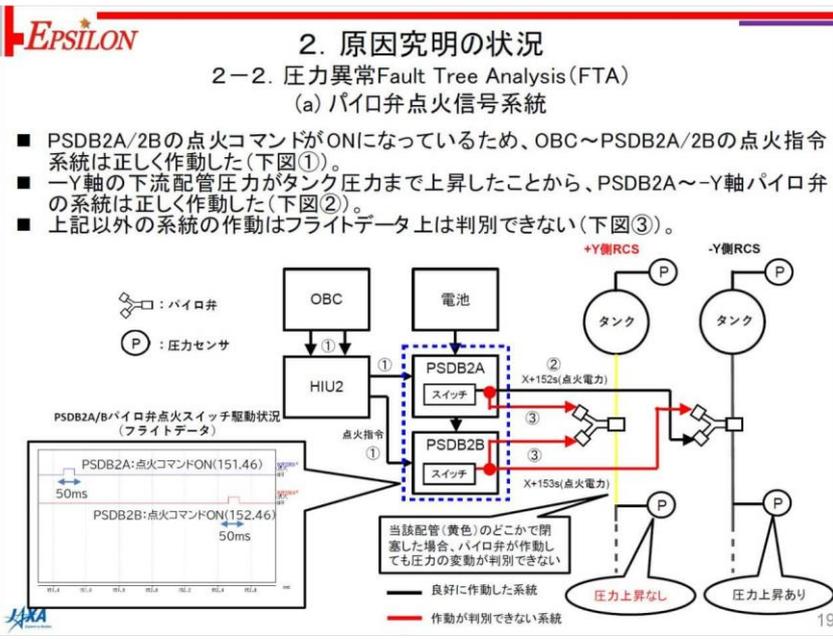
いっぽう、もう片方のガスジェット装置ではパイロ弁下流の圧力が低いまま、タンク圧力まで上昇しなかったことが判明。このことから、2 段エンジン燃焼終了後の 3 軸姿勢制御を担うガスジェット装置の 1 基が正常に機能せず、姿勢角誤差が増大する原因になったとみられています。片側のガスジェット装置で異常が発生したそもその要因はまだ特定されていませんが、10 月 18 日の時点では以下の 3 つに絞り込まれています。

- ・ コマンドを受けてパイロ弁を開くための電気配線の異常
- ・ パイロ弁の開放動作不良

・推進剤供給配管の閉塞（詰まり）



【▲ イプシロンロケット6号機の第2段に搭載されていたガスジェット装置（RCS）の系統概略図。ヒドラジンを供給するための配管やパイロ弁などは2基のガスジェット装置ごとに設けられている。JAXA 資料から引用（Credit: JAXA）】



【▲ イプシロンロケット6号機の第2段に搭載されていたガスジェット装置（RCS）で発生した圧力異常を解説した図。片方（+Y軸）のパイロ弁下流の圧力がタンク圧力に達していなかったことがわかった。JAXA 資料から引用（Credit: JAXA）】

JAXA は引き続き分析を行い、原因の究明と対策の検討を進めるとしてしています。

Source Image Credit: JAXA [JAXA](https://www.jaxa.jp/) - イプシロンロケット6号機打上げ失敗原因調査状況について 文/松村武宏

## イタリアの女性宇宙飛行士、宇宙ステーションからの投稿で中国の古典を引用

2022年10月19日 17:33 発信地：中国 [ [中国](#) [中国・台湾](#) ]

CGTN  
Japanese



ドイツ・ケルンで取材に応じるクリストフォレッティ氏（右、2022年10月19日提供）。(c)CGTN Japanese  
【10月19日 CGTN Japanese】国際宇宙ステーション（ISS）が12日、北京の上空を通過する時、欧州宇宙機関（ESA）の女性宇宙飛行士サマンサ・クリストフォレッティ氏が宇宙からソーシャルメディアに投稿し、その中で中国の書家・王羲之の代表作「蘭亭序」の宇宙の景観を描いた言葉を引用し、英語とイタリア語の訳文や、宇宙ステーションから撮影した渤海湾と北京市の写真を添付しました。

このほど地球に帰還したクリストフォレッティ氏はドイツのケルンで CGTN 記者のインタビューを受け、中国の古典を引用した理由を話しました。同氏は、「私の親友であり、中国で30年間生活してきた漢学者に感謝しなければならない。彼は私にこれを選ぶように提案した。この選択は非常に正確だ」と述べました。

クリストフォレッティ氏はイタリア語、英語、ドイツ語、フランス語、ロシア語、中国語を話すことができます。欧州最初の宇宙飛行士として、ESAと中国有人宇宙プロジェクト弁公室が中国で共同開催した共同訓練に参加したことがあります。(c)CGTN Japanese/AFPBB News

<https://mainichi.jp/articles/20221020/k00/00m/040/196000c>

## リュウグウ、500万年前に地球近くに移動 地下物質から初分析



小惑星リュウグウで試料採取する宇宙航空研究開発機構（JAXA）の探査機「はやぶさ2」のイメージ＝JAXA 提供

リュウグウの地下物質から得られた成果

探査機はやぶさ2が試料を持ち帰った小惑星リュウグウが約500万年前、火星と木星の間にある小惑星帯から地球近くに移動してきたことがわかったと、九州大や宇宙航空研究開発機構（JAXA）などのチームが20日付の米科学誌サイエンス電子版に発表した。

はやぶさ2はリュウグウに人工クレーターを作り、世界で初めて小惑星の地下物質を採取しており、地表と地下の物質を比較してわかった初の成果という。小惑星は、宇宙を飛び交う太陽風や銀河宇宙線にさらされている。太陽風は地表で止まるが、銀河宇宙線ははるかにエネルギーが高く、地下1～2メートルまで届く。

チームは、地表と地下の物質がそれぞれ銀河宇宙線に照射されてできた希ガスの一種、ネオンを測定し、照射された期間を約500万年間と特定した。一方、太陽風の照射でできる希ガスは地表物質だけに見つかった。つまりこの間、地表と地下は混ざらなかつたとみられる。小惑星帯にはたくさんの小天体やそのかけらがある。リ

リュウグウはこれらと衝突してひんぱんに地表と地下が混ざり、照射の痕跡がリセットされてきたと考えられる。チームは、リュウグウが約 500 万年前に地球の近くに移動し、衝突がなくなって照射の痕跡が残り始めたともみている。チームの橘省吾・東京大教授は「探査機が当初の目標より多くの試料を持ち帰ったおかげで、少ない試料では難しかった銀河宇宙線の痕跡を測ることができた」と話した。【垂水友里香】

<https://www.yomiuri.co.jp/science/20221020-OYT1T50264/>

## リュウグウに太陽系誕生前のガス、「はやぶさ 2」が持ち帰った試料分析で判明

2022/10/21 07:08

日本の探査機「はやぶさ 2」が地球に持ち帰った小惑星リュウグウの試料に、46 億年前の太陽系誕生以前のガスが含まれていたとする分析結果を、九州大や宇宙航空研究開発機構（JAXA）などのチームが発表した。太陽系やリュウグウの成り立ちの理解につながる成果で、論文が 21 日付の科学誌「サイエンス」に掲載される。

### ●リュウグウの歴史



チームは、計 16 粒の試料を最高約 1800 度まで加熱して、ガス化したヘリウムやネオン、アルゴンなどを調べた。これらのガスの一部は、太陽系誕生以前に存在したことを示す特徴を持っていた。ガスは、太陽系誕生以前に微小なダイヤモンドや黒鉛に取り込まれたとみられるという。

ガスを含んだダイヤモンドなどが材料となって、リュウグウのもとになった「母天体」を形成。その後、母天体に小天体が衝突し、生じた破片が集まってリュウグウができて以降もガスは残り続けたと、チームは推定している。

これまでの研究から、母天体は太陽から遠い場所で誕生したことが分かっている。ガスの分析から、リュウグウが比較的地球に近い今の位置に来たのは約 500 万年前と考えられることも初めて分かったという。

東京工業大の関根康人教授（惑星科学）の話「リュウグウの母天体には、他にも太陽系誕生以前の物質が多く入っていたのかもしれない。太陽系の始まりの様子を知る手がかりになるだろう」

<https://www.yomiuri.co.jp/science/20221022-OYT1T50123/>

## 16人のUFO調査チーム設置、まず映像収集から「未知の探索はNASAの核心」

2022/10/22 12:34

【ワシントン＝富山優介】米航空宇宙局（NASA）は 21 日、未確認飛行物体（UFO）に関する調査チームのメンバーに、元 NASA 宇宙飛行士や地球外知的生命の研究者、科学ジャーナリストら計 16 人を選んだと

発表した。どのようなデータを分析すればU F Oの解明につながるかを調べ、来年半ばに報告書を公表する。



ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡が撮影した「創造の柱」の画像（NASA提供）= AP

チームは24日から調査を始め、航空機や自然現象が原因とは考えられない正体不明の事象が記録された映像の収集などに取り組む。将来の本格調査に向けた基礎研究という位置づけで、NASAのトーマス・ザブーケン科学局長は「宇宙と空に存在する未知のものを探索することはNASAの核心だ」と意義を強調した。

NASAは6月、調査に取り組むことを明らかにし、準備を進めてきた。米国では、UFOは外国の先端技術によるものだという見方もあり、安全保障上の問題と捉えられている。

<https://www.newsweekjapan.jp/stories/world/2022/10/post-99876.php>

## 人類が天体の動きを意図的に変えた史上初の成果 探査機を衝突

2022年10月17日（月）17時25分 [松岡由希子](#)



ディディモスと衛星ディモルフォスへ接近する DART の想像図（NASA）

<NASAは10月11日、「探査機『DART』を衝突させ、小惑星ディモルフォスの軌道を変えることに成功した」と発表した.....>

アメリカ航空宇宙局（NASA）は2022年10月11日、「探査機『DART』を衝突させ、小惑星ディモルフォスの軌道を変えることに成功した」と発表した。人類が天体の動きを意図的に変えた史上初の成果となる。

直径約160メートルのディモルフォスは、直径約780メートルの地球近傍小惑星（NEO）ディディモスを11時間55分の周期で公転し、ディディモスは太陽を2.11年周期で公転している。これらの二重小惑星は地球にとって脅威ではないが、地球の比較的近くを通過するため、「プラネタリ・ディフェンス（惑星防衛）」の技術を実証するNASA初のミッションのターゲットに選定された。「DART」は2022年9月26日19時14分（東部標準時）、地球から約1100万キロ離れたディモルフォスに秒速約6.6キロで衝突した。

**想定以上に小惑星の公転周期を変化させた**

このミッションを主導する米ジョンズ・ホプキンス大学応用物理研究所（APL）の研究チームは、米ウェストバージニア州のグリーンバンク望遠鏡やチリのラス・カンパーナス天文台のスウォープ望遠鏡など、地上の望遠鏡を用いてディモルフォスの公転周期の変化を調べた。その結果、「DART」の衝突がディモルフォスの軌道を変え、

11 時間 55 分であった公転周期が 32 分短縮し、11 時間 23 分になったことが確認された。

研究チームは 73 秒以上の公転周期の変化をミッション成功の基準と定めていたが、実際にはこの基準の 25 倍以上であった。NASA 惑星科学部門長ロリ・グレイズ博士は「この結果は、『DART』とターゲットとなる小惑星との衝突の最大効果を解明するうえで重要な一歩だ」と評価している。

研究チームでは、現在、「DART」がディモルフォスに高速で衝突した際の運動量移行の効率について解明をすすめている。「DART」の衝突によってディモルフォスから大量の岩石が噴出物となって放出され、噴出物が放出された反動でディモルフォスへの推力が強くなった。噴出物からの反動の影響を正しく理解するためには、ディモルフォスの表面の特性や強度など、その物理的な性質を詳しく知る必要がある。

### イタリア宇宙機関の小型探査機が搭載、分離し、衝突を撮影

「DART」にはイタリア宇宙機関（ASI）の小型探査機「LICIACube」が搭載され、ディモルフォスとの衝突の数日前に「DART」から分離して、衝突の様子やディモルフォスからの噴出物を撮影していた。研究チームでは「LICIACube」が撮影した計 627 枚の画像を分析し、ディモルフォスの質量や形状を推定する計画だ。

2026 年後半には、欧州宇宙機関（ESA）が主導する二重小惑星探査ミッション「Hera」で、「DART」との衝突で残されたクレーターの調査やディモルフォスの質量の測定など、ディモルフォスとディディモスの詳細な調査が実施される。[次のページ小惑星に探査機を衝突させた模様](#)



<https://sorae.info/astronomy/20221022-origin-of-the-moon.html>

## 月は巨大衝突後わずか数時間で形成された！？高解像度シミュレーションが導く新

### たなシナリオ

2022-10-22 [彩恵りり](#)

地球の唯一の自然衛星である「月」は、質量が地球の約 81 分の 1 であり、惑星に対する質量の比率が非常に大きいことを特徴としています。次に大きな値は海王星の衛星トリトンの約 800 分の 1 であり、地球の月とは比率にして 10 倍以上の差があります。このような特徴を持つ月は、他の惑星の衛星とは異なるプロセスで誕生したのではないかと古くから考えられてきました。歴史的には捕獲説や分裂説などが提唱されてきたものの、現在では「ジャイアント・インパクト説」が主流となっています。誕生して間もない地球に、火星ほどの大きさがあった微惑星が衝突し、大量にまき散らされた破片の一部が月になった、という説です。この微惑星は「テイア」と呼ばれています。



【▲ 図 1: 月は地球に火星サイズの微惑星テイアが衝突し、飛び散った破片が寄り集まって形成された、というジャイアント・インパクト説は広く信じられています。しかし大筋の合意は取れていますが、細かい部分については謎が多く残っています。(NASA/ Durham University/Jacob Kegerreis、YouTube 上のムービーより画像キャプチャー)】

ただ、ジャイアント・インパクト説は大筋で合意が取れているものの、細かな部分では未解明の謎が山積しています。大きな謎の 1 つは、月と地球があまりにも似すぎているという点です。月の石に含まれる同位体組成 (※) は地球とそっくりであり、月の表面には地球と同じ物質が集中している可能性が高いと考えられます。

※...同じ元素どうしても原子の重さが異なるものを「同位体」と呼びます。同位体はわずかながらも相転移や化学反応における挙動が異なることから、天体の同位体組成はその天体が形成された環境によって変化すると考えられます。同位体組成が似ている天体同士は、同じような環境で形成されたか、もしくは同じ物質を起源としている可能性が高くなります。しかし、従来のモデルを用いたジャイアント・インパクト説のコンピューターシミュレーションでは、月の表面に地球と同じ物質が集中する可能性は低く、地球由来の物質とテイア由来の物質が混ざっているはずであることが示されています。テイアの同位体組成も地球に似ていたのであれば問題ありませんが、偶然似たような組成になる可能性は低いことも、研究によって判明しています。また、月の深部にある岩石は、表面にある岩石とは異なる同位体組成を示すことから、深部ではテイア由来の物質が地球由来の物質と混合した可能性が示されています。これもまた、テイアが偶然地球に似た同位体組成をしていた可能性を否定します。さらに、月の外形が一旦形成された後に、地球由来の物質が追加で降り積もったとする仮説も立てられましたが、検証の結果、十分な量の物質が月の表面に供給されない問題を解決することができませんでした。

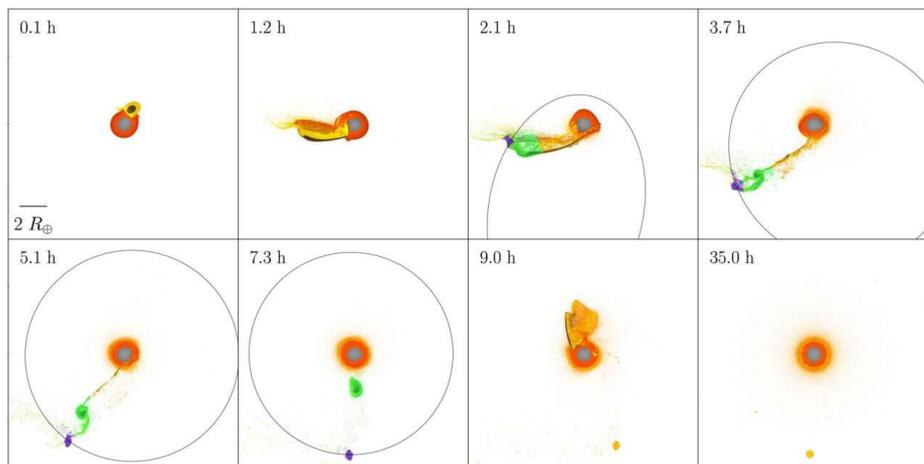
ジャイアント・インパクト説が抱えるこうした問題を背景に、近年有力視されているのが「シネスティア仮説」です。ジャイアント・インパクト説の亜種ともいえるこの仮説では、巨大衝突によって地球から飛び出した破片の円盤が高速で回転した結果、破片が超高温に加熱され、岩石の蒸気の雲であるシネスティア (Synestia) になったと考えられています。シネスティア仮説では、数十年かけてシネスティアがゆっくりと冷えて固まるにつれて月が生成されると予想しているため、地球と月が似たような元素の比率を持つことを説明できます。しかし、このように高速回転するシネスティアから生成される月の公転面は、実際の月のように地球の赤道とほとんど平行になる可能性が低いこともわかっています。このことは、シネスティア仮説の大きな問題点でした。ダラム大学の J. A. Kegerreis 氏などの研究チームは、従来よりも高解像度な巨大衝突のシミュレーションを行う過程で、この謎についても説明可能な結果を導き出しました。ポイントは、シミュレーション上の地球やテイアを構成する粒子の数を、最小 1 万個から最大 1 億個まで様々な段階でシミュレーションを行ったことです。これまでの同様の研究では、コンピューターの性能の限界により 10 万個~100 万個の粒子で検証が行われていましたが、「月が形成される」という大筋の結果でさえ失敗することもあるなど、精度があまり良くないという問題を抱えていました。もしも単純にシミュレーションの解像度の問題であるならば、どこかで結果を大きく左右する閾値があると考えられます。研究チームが粒子の数を変えシミュレーションを繰り返した結果、意外な結果が現れました。1 億個の粒子でシミュレーションすると、地球とテイアの衝突で飛び出した物質は、衝突のわずか数時間後には、地球に近い側と遠い側それぞれに塊を形成することがわかったのです。



【▲ 図 2: 巨大衝突後数時間で、飛び出した破片は 2 つの塊に集合します。内側の大きな塊は地球に衝突しますが、外側の小さな塊は地球を周回する衛星となります。これが現在の月に相当する天体です。(NASA/ Durham University/Jacob Kegerreis, YouTube 上のムービーより画像キャプチャー)】

2 つの塊のうち、地球に近い側にある大きいほうの塊は、再び地球に衝突して地球と一体化します。一方で、地球から遠い側にある小さな塊 (月の 0.69 倍の質量) は、ほとんど円形の軌道で地球の周りを公転する衛星となりました。その近点は約 4 万 5000km であり、ロシュ限界 (潮汐力によって天体が砕けてしまう距離) の 1 万 9000km よりも遠くにあります。

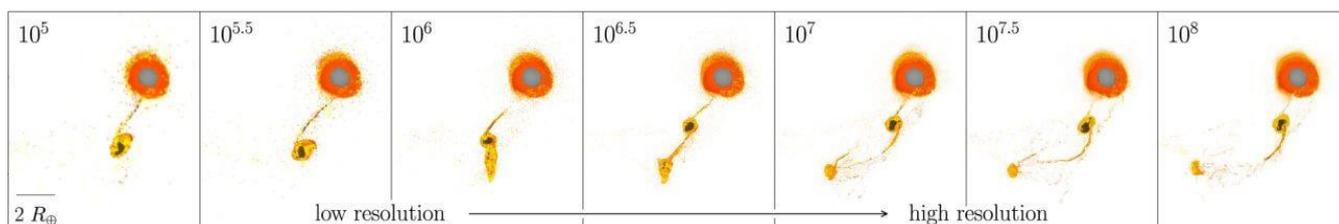
このシミュレーションでは、地球と月の表面がそれぞれテア由来の物質に覆われることで、同位体組成が一致している謎を解決しています。また、巨大衝突の数時間後には月のほとんど全体が形成されていたという点は、数か月から数年かけて形成されていたとする従来の仮説とはまったく異なる結論です。



【▲ 図 3: 粒子数 1 億個でのシミュレーション結果。衝突後わずか 3.7 時間後には 2 つの塊が形成され、5.1 時間後には明瞭に分離します。大きな塊は 9.0 時間後には地球に衝突する一方、小さな塊はほとんど円の軌道を描きながら地球を周回する衛星となりました。色の凡例: 赤=地球のマントル、灰=地球の核、黄&橙=テアのマントル、黒=テアの核、青=月となる小さな塊、緑=地球へ再衝突する大きな塊。(Image Credit: Kegerreis, et.al.)】

粒子の数を変えたシミュレーションの結果、粒子の数が約 320 万個 (10 の 6.5 乗個) を境に、外側の小さな塊が月になる、というシナリオが発生することがわかりました。それ未満の粒子の数では、内側の大きな塊のみが生成され、月形成のシナリオ自体が発生しにくくなりました。これまでのシミュレーションが 10 万個~100 万個の粒子数で行われていたこともあわせて考えれば、ジャイアント・インパクト説のシナリオをうまくシミュレーションできなかったことも説明できます。

よって今回の結果は、シミュレーションの解像度を上げることでジャイアント・インパクト説をより良く説明できる点だけでなく、月の形成が極めて短時間で進行したという新たなシナリオも提示することになります。



【▲ 図 4: 10 万個から 1 億個までの様々な粒子数でのシミュレーション結果 (1 万個の結果は省略)。同じ衝突 3.6 時間後の図であるが、約 320 万個 (10 の 6.5 乗個) を境に、やがて月となる小さな塊が生成されるかどうかの結果が変わっています。(Image Credit: Kegerreis, et.al.)】

また、月が短時間で形成されたということは、衝突時に発生した高熱を保持したままの破片が月の内部に閉じ込められたことを意味します。この高熱は、月の内部を融解させます。これは現在見られる、月内部の物質が地球とテアの混合物であるという分析結果を説明するだけでなく、月の地殻の厚さが地球を向いている側と反対側

で異なることも説明できるかもしれません。

今回のシミュレーション結果が正しいのか、それとも従来のシネステア仮説などが正しいのかを検証するには、より多くの月の石を分析する必要があります。アメリカ航空宇宙局（NASA）が推進する「アルテミス計画」などで月の石がさらに持ち帰られれば、データ面でのさらなる補強になると期待されます。

Source

[J. A. Kegerreis, et.al.](#) “Immediate Origin of the Moon as a Post-impact Satellite”. (The Astrophysical Journal Letters)

[Frank Tavares.](#) “Collision May Have Formed the Moon in Mere Hours, Simulations Reveal”. (NASA's Ames Research Center)

[NASA's Ames Research Center.](#) “New Supercomputer Simulation Sheds Light on Moon's Origin”. (YouTube)

[Simon J. Lock & Sarah T. Stewart.](#) “The structure of terrestrial bodies: Impact heating, corotation limits, and synestias”. (JGR Planets)

[Yayaati Chachan & David J. Stevenson.](#) “On the Role of Dissolved Gases in the Atmosphere Retention of Low-mass Low-density Planets”. (The Astrophysical Journal)

[Steven J. Desch & Katharine L. Robinson.](#) “A unified model for hydrogen in the Earth and Moon: No one expects the Theia contribution”. (Geochemistry)

[Elishevah M. M. E. van Kooten, Frédéric Moynier & James M. D. Day.](#) “Evidence for Transient Atmospheres during Eruptive Outgassing on the Moon”. (The Planetary Science Journal)

[Matija Čuk, et.al.](#) “Tidal Evolution of the Earth–Moon System with a High Initial Obliquity”. (The Planetary Science Journal) [Robin M. Canup, et.al.](#) “Origin of the Moon”. (arXiv) 文／彩恵りり

<https://www.newsweekjapan.jp/stories/world/2022/10/post-99889.php>

## 「極めて理に適っている…」遠心力でロケットを「放り投げる」新方式、試験に成功

2022年10月18日（火）18時55分



従来方式と比較し、打上げに要する燃料とコストの大幅な節減が見込まれている..... credit: SpinLaunch

<大量の燃料を必要としていた従来の打ち上げ方式に代わり、遠心力で「放り投げる」案が実用化へ向かっている>

米宇宙開発ベンチャーのスピンローンチ社が、ロケットを新方式で宇宙へと打ち上げる実験に成功した。地上に設置した大型装置で遠心力を発生させ、ロケットを上空へと射出する。

ロケットは高高度へと達したのち、残りの距離を自力で航行するしくみだ。従来方式と比較し、打上げに要する燃料とコストの大幅な節減が見込まれている。同社はこの方式のテストを昨年から行なっている。最新となる10回目のテストが9月下旬に行われ、NASAなどのペイロード（積荷）を乗せた発射試験に成功した。

### 1万Gを受けて上空へ

試験ロケットは、ニューメキシコ州の民間宇宙港である「スペースポート・アメリカ」から発射された。

この施設は高さ33mの鉄製で、白い円盤を縦に置いたような形状をしている。内部には巨大なアームが備わっ

ており、打ち上げ時には先端にロケットを掴んだまま高速で回転する。然るべきタイミングでロケットをリリースすると、遠心力によって上方へと放たれるという原理だ。

スピンローンチ社が公開した本テストの動画では、カウントダウンが0に達すると同時に、打ち上げ施設の上に設けられた煙突状の射出口からロケットが勢いよく飛び出す様子を確認できる。ロケットは地表の重力の1万倍となる1万Gを受けながら大気圏内に放たれ、その後再び地表へと落下した。

同社がロケットの試験を開始したのは昨年のことだ。同社のジョナサン・ヤニーCEOは動画を通じ、わずか11ヶ月間で10回目となるテストを成功させ、打ち上げの信頼性を確認することができたと自信をみせた。

>> ■■ [【動画】新方式のロケット打ち上げ試験に成功、遠心力で宇宙へ](#) ■■

### 帰還時は地面に完全にめり込む

今回射出したロケットは、「サブオービタル加速飛行試験機」と呼ばれるものだ。

サブオービタルとは、周回軌道へ乗せることを目的としていないことを意味する。試験でロケットは遠心力によって打ち上げられたのち、そのまま地表へと自由落下した。なお、スピンローンチ社のロケットは再利用型であり、本運用においても地表へと帰還することになる。

今回の落下時の衝撃は凄まじく、ロケットは地中深くに埋まることとなった。スピンローンチ社はロケットを掘り起こすのに重機を必要としたほどだ。打ち上げは9月27日であったが、試験成功の発表までに1週間以上を要した。これは地中からロケットを回収するのに時間を要し、搭載機器の無事の確認が遅れたためだとみられる。

### 独特のボディ形状が生む「カオスな弾道」

スピンローンチのロケットは、弾丸をさらに引き伸ばしたような非常に細長い形状だ。そのサイズは人の背丈ほどと非常に小型となっている。独特の形状は空気抵抗を減らすのに有利だが、質量が小さく表面積が大きいという特徴から、風の影響を受けやすい。これが別の問題を引き起こしており、同社プレスリリースによると「カオス的な弾道」を描いて落下するという。そこで今回、落下軌道やペイロードにかかる加速度などのデータを収集すべく、NASAやエアバス・ディフェンス&スペース社などによる観測機器を搭載しての打ち上げが行われた。NASAは本ロケットの通常と異なる打ち上げ特性を解析するため、加速度計、地磁気計、圧力センサーなど多数の機器を提供している。エアバス社は衛星システムを担当しており、ロケットが自身の姿勢を判断するのに必要な太陽センサーなどを提供した。

### NASAも注目の「理に適った発想」

米テックニュースサイトのフューチャリズムは、「このアイデアは極めて理に適っている」とコメントしている。人工衛星を雲の上に届けるだけのために、重厚なロケットに頼る必要は必ずしもないと立場だ。

ただし同サイトは、現状では飛行機の巡航高度よりもはるかに低い高さまで打ち上げられたのみだとも指摘している。大気圏外へと出るにはまだ時間がかかりそうだ。人工衛星をめぐっては、小型で比較的安価に開発できる「キューブサット」の開発にも注目が高まっている。宇宙開発がコスト低減のステージへと移行するなか、最小限の燃料で軌道に投入できるスピンローンチ方式が実用化されれば、有力な打ち上げ手段となりそうだ。

本技術は、NASAが民間企業と協力して将来的に有力視される宇宙開発技術を見極める「フライト・オポチュニティ・プログラム」のひとつに選定されている。

<https://gadget.phileweb.com/post-18401/>

## 電力をワイヤレス伝送する宇宙太陽光発電プロジェクト。試作機がまもなく軌道へ



[Munenori Taniguchi](#)

[@mu\\_taniguchi](#) 2022/10/20 13:40



Image:Caltech

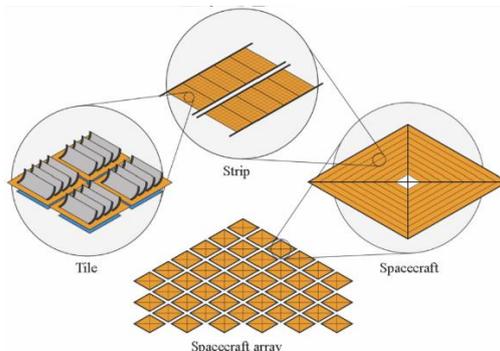


Image:Caltech

カリフォルニア工科大学の Space Solar Power プロジェクトが、最初の宇宙発電所プロトタイプを軌道に乗せる準備を進めており、打ち上げは 2022 年 12 月を予定している。このプロトタイプは超軽量構造で、太陽光のエネルギーを電力に変換し、それをワイヤレスで送出する機能を備える。

なぜ宇宙で太陽光発電をしようとするのかといえば、天候や障害物に左右されることなく、また 24 時間発電し続けることが可能というメリットがあるから。こうした環境のおかげで、単位面積あたりで地上に比べ、およそ 8 倍ものエネルギー的なポテンシャルがあるとされている。ただ、問題はどのようにしてその宇宙発電所を構築するかということ、またどれぐらいの費用が必要になるのかということだ。宇宙空間で大規模な太陽光発電所を作ろうと思えば、その資材を打ち上げ、軌道上で組み立て、起動して維持しなければならない。そのコストはとてつもないものになるはずだ。まったく前例がないこともあり、あらゆる面で解決すべき問題がある。

しかしカリフォルニア工科大学のチームはこの難題に対して長年取り組んできた。このプロジェクトがスタートしたきっかけは、米大手不動産会社 Irvine の会長であるドナルド・ブレン氏が 2013 年に 1 億ドルもの資金を提供したことだった。さらにプロジェクトは 2015 年にノースロップ・グラマンから 1750 万ドルの寄付を得て、これまで 10 年近くの月日をこのプロジェクトの実現に向けて費やしてきた。

このプロジェクトは、3 つのグループに分かれて進められている。ひとつめは、超軽量でなおかつ高効率なソーラーパネルを開発するグループだ。このパネルは ISS や人工衛星などが搭載する太陽電池に比べて 50~100 倍のパワー・ウェイト・レシオ（出力対重量比）を持たせることを目標としている。

2 つめこのグループは、発電した電力を高周波電力に変換し、位相操作によってビームを地上の受信機アレイへのワイヤレス伝送を行えるようにすることを行っている。小型かつ超軽量な電力無線伝送装置の開発が求められ、ビームの制御が重要となる。この 2 グループはこれまでの開発で、太陽エネルギーを電力に変え、高周波電力に変換して無線伝送する機能を組み込んだ、約 10cm 角の「Tile」と称する、実際に機能するプロトタイプを完成させた。Tile は 1 枚あたり 2.8kg 以下の重量で、ロケットによって軌道上に配置されたあと、折りたたまれた太陽光パネルを展開できるようになっている。

残る 3 つめのグループは、他の 2 グループが構築した Tile 数千枚をモジュールとして組み合わせ、9 平方 km という巨大な面積を持つ太陽光発電アレイを構築する方法を開発している。

この発電アレイは、軽量で薄型の構造物として折りたたんだり展開する機能を持ち、宇宙空間での姿勢や位置の制御を行い、発電を維持するという課題をクリアすることが求められている。研究者たちは、日本の折り紙などからヒントを得て、コイル状に折りたたんだ状態から自動的に展開する構造を設計・試作し、しかも 1 平方メートルあたり 150g という超軽量に仕上げたという。

この宇宙発電所には、太陽光パネルを可能な限り太陽に向け、一方で電力送出ユニットを地上の受信アレイのひとつに向けて維持するという課題が残されている。また、どの軌道上に配置するかによっても課題は変化する。そして最終的に運用に入ったときに、地上で提供されている電力に比べて安価にならなければ、このプロジェクトは成功とは言えない。いまの米国では 1kWh あたり平均 0.17 ドルが電力の相場となっているが、現状の宇宙太陽光発電のコストは 1kWh あたり 1~2 米ドルとなる。これでは苦勞して宇宙に発電所を作る意味はない。

それでも、カリフォルニア工科大学のチームは問題を解消すべく、研究に取り組み続けている。いつか将来、地上で作られられる電力よりコストが安価になることを期待したいところだ。

Source: [Caltech](#) via: [New Atlas](#)

<https://diamond.jp/articles/-/311491>

## 【京大名誉教授が教える】「今後 10 億年で地球上の水は全て蒸発する」という驚くべき結論

『超圧縮 地球生物全史』を読み解く [ヘンリー・ジー](#)

著 [竹内薫](#) [ライフ・社会超圧縮 地球生物全史](#) 2022.10.21 2:25

地球誕生から何十億年もの間、この星はあまりにも過酷だった。激しく波立つ海、火山の噴火、大気の絶えまない変化。生命はあらゆる困難に直面しながら絶滅と進化を繰り返した。ホモ・サピエンスの拡散に至るまで生命はしぶとく生き続けてきた。「地球の誕生」から「サピエンスの絶滅、生命の絶滅」まで全歴史を一冊に凝縮した『[超圧縮 地球生物全史](#)』は、その奇跡の物語を描き出す。生命 38 億年の歴史を超圧縮したサイエンス書として、ジャレド・ダイヤモンド（『銃・病原菌・鉄』著者）から「著者は万華鏡のように変化する生命のあり方をエキサイティングに描きだす。全人類が楽しめる本だ！」など、世界の第一人者から推薦されている。京都大学名誉教授・同レジリエンス実践ユニット特任教授の鎌田浩毅氏に、『[超圧縮 地球生物全史](#)』の読みどころを寄稿していただいた。



Photo: Adobe Stock エキサイティングな生命史

46 億年前に誕生した地球の歴史を振り返ると、生物がその時々地球環境によって大きく影響を受けてきたことが分かる。同時に現代では、生物の活動が環境を変えるほどの力をもつようになり、人類の持続可能な未来が懸念されている。本書はこうした地球環境と SDGs（持続可能な開発目標）を考える上で打って付けの啓発書で、地球上で 38 億年前に生まれた生命がどのようなプロセスを経て今に至ったかを、極めてエキサイティングに描きだしている。

### 著者は科学教育のプロフェッショナル

タイトルにあるように地球生物全史を「超圧縮」したものだが、圧縮するために選んだ題材は、どれも興味深いものばかりである。著者は進化生物学の専門家で、BBCなどでテレビやラジオ番組を製作してきた科学教育のプロフェッショナルである。ちなみに、評者も『地球の歴史』（中公新書、上中下 全 3 巻）で 46 億年の歴史を「超圧縮」してみたが、著者が題材を選んだ選択眼のセンスの良さには大いに脱帽した。

### 具体的に拾ってみよう。

最初の生命は深海で誕生したと考えられているが、38 億年前という時期の早さは驚くべきものだ。「生命が火山の奥底に出現したのは、地球が誕生してからわずか 6~8 億年後のこと。（中略）何兆個もの生き物が大群となり、宇宙からも見えるような構造物、すなわち礁（しょう）をつくりはじめた」（本書 23~24 ページ）。

これはシアノバクテリア（藍色細菌）と呼ばれる微細な生物だが、何と現在でも生きている。「地球上でもっとも成功した永続的な生命体であり、30 億年ものあいだ、誰もが認める世界の支配者として君臨することとなった」（24 ページ）。たとえば、オーストラリア・シャーク湾のハメリンプールに行くと、ストロマトライトと呼ばれる岩石の塊があるが、シアノバクテリアと泥粒で作られた太古の生命が存続している証拠なのである。

### 絶滅によって生物は進化した

さて、その後の地球生物は、急激な環境変動によって大部分が短い期間に死滅する「大量絶滅」の憂き目に遭

った。たとえば、陸上に棲む植物と大型動物、また海洋に棲息する魚類やプランクトンがいっせいに絶滅したのだ。それは今から2億5200万年前、ペルム紀の終わり近くに起きた。「溶岩と有害なガスの煙が温室効果を高め、海を酸性にし、オゾン層をずたずたに引き裂き、紫外線に対する地球のシールドを低下させた」(111ページ)。こうした大量絶滅はそれまで繁栄していた生物には大きな打撃となったが、そのおかげで新種の生物が棲息できる新しい環境が作られた。つまり、地球史のなかでニッチ(生態的な地位)はたえず変化してきたのである。言い換えれば、大量絶滅によって、生物は進化を続けてきたとも言えるのだ(拙著『地学ノススメ』ブルーバックスを参照)。

### 「偶然」と「再現性」

このように地球生物の歴史には夥しい量のカタストロフィーという「偶然」が作用しており、「再現性」という科学の基本がほとんど成り立たない。

私が専門とする地球科学はサイエンスの一分野ということになっているが、「地球」という唯一無二の実体を扱うため極めて特殊な状況が生じている。そして、ここには「歴史科学」という特徴がある。

そしてホモ・サピエンスの誕生まで途切れることなく続く生命も、歴史の重要な構成要素である。古生代の植物が地表を覆い尽くすようになり、それらを食料とする動物が繁栄すると、生物自体が地球環境を変えるようになる。いわゆる「生物圏」の誕生であり、ここから地球と生命の「共進化」が始まった。

たとえば、我々は当たり前のように酸素を吸って呼吸するが、大気中の酸素を作り出したのも太古の生物だった。それまでは二酸化炭素ばかりが充満していたが、これを光合成によって大量の酸素へ置き換えた原始生物がいた。つまり、生命が環境そのものを大きく変化させてきたのも、地球独自の歴史なのである。

そして、人類は何億年もかかって蓄積された化石燃料を燃やすことで、大気中の二酸化炭素を増やしてきた。我々は過去の生物以上に地球環境を改変する力を持ってしまったとも言えよう。

### 今後10億年で...

「エピローグ」ではホモ・サピエンスが「第6の絶滅」を早めている懸念が語られる。「人類絶滅の最大の理由は、人口の移り変わりがうまくいかないことだ。人類の人口は今世紀中にピークを迎え、その後減少へと転じる。2100年には、現在の人口を下回るだろう。人類の活動によって地球が受けたダメージを回復させるために、さまざまな工夫がなされるだろうが、人類は、あと数千年から数万年以上は生き残れないだろう」(266ページ)。

### それでも地球は存続する。

太陽系の寿命は約100億年なので、46億年が経過した現代はマラソンで言えばちょうど「折り返し点」に当たる。そして今後10億年ほどで地球上の水は太陽エネルギーによって全て蒸発してしまう(拙著『揺れる大地を賢く生きる』角川新書を参照)。それでもまだ10億年という途方もなく長い年月の余裕があり、我々は生き延びる知恵をもつことができる。こうした「長尺の目」で地球生物を眺める際に、著者が選んだ目から鱗(うろこ)のエピソードは、地球科学者の私にとっても本当に面白いものばかりだ。

### 地球の未来と生命史に興味を持つすべての読者に

本書のもう一つの特徴は、歴史を「圧縮」して提示するため70ページにわたる詳細な注釈が付いている点である。専門用語や概念とともに、詳しく知りたい読者のための文献案内まで用意され、著者がいかにアウトリーチ(啓発・教育活動)に熱心であるかを物語る。さらに竹内薫氏による訳文は非常に読みやすく、著者の生き生きとした語りを見事に伝えている。地球環境の未来と生命の歴史に興味を持つすべての読者に薦めたい好著である。

### 評者略歴 鎌田浩毅(かまた・ひろき、Hiroki Kamata)

1955年、東京都生まれ。京都大学名誉教授、京都大学レジリエンス実践ユニット特任教授。筑波大学附属駒場中学・高校を経て、79年東京大学理学部地学科卒業。通産省(現・経済産業省)主任研究官、米国内務省カスケード火山観測所上級研究員を経て、97年より京都大学大学院人間・環境学研究科教授。2021年から現職。日本地質学会論文賞受賞。理学博士(東京大学)。専門は火山学・地球科学・科学コミュニケーション。テレビや講演会で

科学を明快に解説する「科学の伝道師」。京大の講義は毎年数百人を集め学生の人気を博した。週刊「エコノミスト」に『鎌田浩毅の役に立つ地学』を連載中。著書に『富士山噴火と南海トラフ』（ブルーバックス）、『首都直下地震と南海トラフ』（MdN 新書）、『火山噴火』（岩波新書）、『地球の歴史』『理科系の読書術』（中公新書）、『やりなおし高校地学』（ちくま新書）など。本書の基になった「京都大学最終講義」を YouTube で公開中。ホームページ：<http://trans.kuciv.kyoto-u.ac.jp/resilience/~kamata/>

『超圧縮 地球生物全史』には、「地球の誕生」から「サピエンスの絶滅、生命の絶滅」までの全歴史が紹介されています。ぜひチェックしてみてください。

ヘンリー・ジー 「ネイチャー」シニアエディター

元カリフォルニア大学指導教授。一九六二年ロンドン生まれ。ケンブリッジ大学にて博士号取得。専門は古生物学および進化生物学。1987年より科学雑誌「ネイチャー」の編集に参加し、現在は生物学シニアエディター。ただし、仕事のスタイルは監督というより参加者の立場に近く、羽毛恐竜や最初期の魚類など多数の古生物学的発見に貢献している。テレビやラジオなどに専門家として登場、BBC World Science Service という番組も制作。

訳者：竹内 薫（たけうち・かおる）

1960年東京生まれ。理学博士、サイエンス作家。東京大学教養学部、理学部卒業、マギル大学大学院博士課程修了。小説、エッセイ、翻訳など幅広い分野で活躍している。主な訳書に『宇宙の始まりと終わりはなぜ同じなのか』（ロジャー・ペンローズ著、新潮社）、『WHOLE BRAIN 心が軽くなる「脳」の動かし方』（ジル・ボルト・テイラー著、NHK出版）、『WHAT IS LIFE? 生命とは何か』（ポール・ナース著、ダイヤモンド社）などがある。地球生命史がわかると、世界の見え方が変わる——訳者より

世界的に権威のある科学雑誌ネイチャーの生物学編集者ヘンリー・ジー（もともと科学者で専門は古生物学と進化生物学）による、その名のとおり『超圧縮 地球生物全史』である。最初、原書を手にしたとき、「ずいぶんと無謀な試みだなあ」と驚いた覚えがある。なにしろ、約三八億年にわたる地球生命の誕生から絶滅（？）までをわずか二〇〇ページ（原書）で書くことなど、誰が考えても不可能な所業に思われたからだ。

悠久の時をめぐる歴史書ということで、ずいぶんと読み終えるのに時間がかかるにちがいないとも思った。だが、世界的ノンフィクション作家であり、進化生物学者のジャレド・ダイヤモンド（『銃・病原菌・鉄』倉骨彰訳、草思社文庫）が推薦していることもあり、つらつらとページをめくりはじめたのである。

本書は、地球が誕生して何十億年もの間、私たちの星とそこに住む生物に起こった大きな変化について書かれた、現在入手できる最高の本である。著者は万華鏡のように変化する生命のあり方をエキサイティングに描きだす。

**全人類が楽しめる本だ!**

「銃・病原菌・鉄」著者 **ジャレド・ダイヤモンド**

**楽しくて、簡潔にして壮大な傑作を見逃すことはできない。** 著者は、地球上の生命のありえない驚くべき歴史のすべてを、魅力的に、軽快に、科学的に正確に、見事に凝縮している。私はこの本を手放すことができなかつたし、あなたも同様だろう。

ハーバード大学生物科学教授、**ダニエル・E・リーバーマン**  
「人体600万年史」著者

実際に読みはじめると、不思議なことに、目の前で生命が誕生し、進化し、絶滅するダイナミックな映像が流れていくような錯覚に陥り、どんどん先が読みたくなり、ペルム紀の大量絶滅のあたりからはぐんぐんと読書のスピードが加速し、気がついたらずか数時間で読み終えていた。

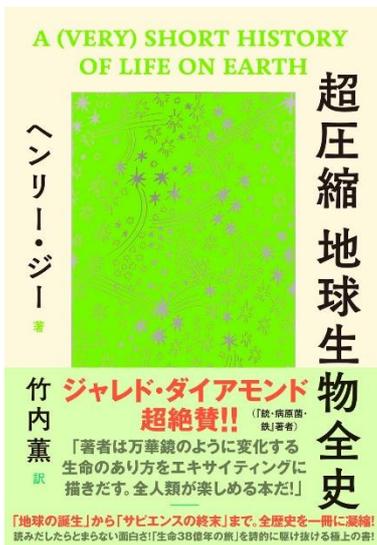
まるでタイムマシンで四六億年を一気に駆け抜けたような新鮮な驚きと感動が残った。

文学に感銘を受けると人生が変わるものだが、**本書**も同じだ。地球生命の誕生と絶滅の物語を知ると、石油や地球温暖化や絶滅危惧種や顎や耳や更年期などについて深く考えるようになり、世界の見え方が違ってくる。それは人生が変わるということだ。

#### ■新刊書籍のご案内

#### <内容紹介>

地球誕生から何十億年もの間、この星はあまりにも過酷だった。激しく波立つ海、火山の噴火、大気の絶えまない変化。生命はあらゆる困難に直面しながら絶滅と進化を繰り返した。ホモ・サピエンスの拡散に至るまで生命はしぶとく生き続けてきた。本書はその奇跡の物語を描き出す。生命 38 億年の歴史を超圧縮したサイエンス書!



『[超圧縮 地球生物全史](#)』ヘンリー・ジー 著/竹内 薫 訳 定価 2200 円

☆発売たちまち 1 万部の大重版！！☆ ジャレド・ダイヤモンド（『銃・病原菌・鉄』著者）

「本書は、地球が誕生して何十億年もの間、私たちの星とそこに住む生物に起こった大きな変化について書かれた、現在入手できる最高の本である。著者は万華鏡のように変化する生命のあり方をエキサイティングに描きだす。全人類が楽しめる本だ！」

ダニエル・E・リーバーマン（ハーバード大学生物科学教授、『人体 6 0 0 万年史』著者）

「楽しくて、簡潔にして壮大な傑作を見逃すことはできない。著者は、地球上の生命のありえない驚くべき歴史のすべてを、魅力的に、軽快に、科学的に正確に、見事に凝縮している。私はこの本を手放すことができなかつたし、あなたも同様だろう。」



<https://diamond.jp/articles/-/311166>

## 人々は物語を通して世界を理解する

紀元前 1650 年ごろ、ギリシアのペロポネソス半島にミケーネ文明が生まれた。文字も使われ、その影響は地理的にも広がり、ミケーネ文明は発展を続けていくように見えたが、紀元前 1200 年ごろに終焉を迎えてしまう。

原因はよくわからないが、地震などの自然災害、気候変動による農業経済の崩壊、ドーリア人の侵略などの説があるようだ。その後、ギリシアの人々は、都市の廃墟に暮らし、読み書きも出来なくなっていた。およそ 500 年後に、フェニキア人からアルファベットを学んで、読み書きの能力を取り戻すことになるのだが、そのあいだのギリシアは文化的に衰退していた。そのため、この時代を「暗黒時代」と呼ぶこともある。

伝説の盲目の詩人ホメーロスが、不朽の叙事詩『イーリアス』や『オデュッセイア』を作ったとされるのは、この暗黒時代であった。ホメーロスは記憶を頼りに『イーリアス』や『オデュッセイア』を朗読し、聴衆もそれを覚えて、他の人々に伝えていった。これらの叙事詩は、地中海沿岸の地図の役割を果たし、さまざまな知識の宝庫にもなっていた可能性が高い。物語として語られた情報は記憶に残りやすいので、文字のない時代には、人々は物語を通して世界を理解してきたのである。

『[超圧縮 地球生物全史](#)』を読んで、思い出したのがこれらの叙事詩だった。かつて、人々は『イーリアス』で世

界を理解してきた。

### 著者は世界的な権威の科学雑誌編集者

しかし現在なら、人々は『[超圧縮 地球生物全史](#)』で世界を理解することができる。地球の歴史のポイントはもれなく取り上げられているし、物語風になっているので、とても読みやすく覚えやすい。

まさに現代の『イーリアス』だ。しかも著者は、世界的に権威のある科学雑誌ネイチャーの編集者なので、とにかく情報が新しい。たとえば、人類の直立二足歩行に関連した話として、直立二足歩行をしていた化石類人猿ダヌビウスの発見がある。どうやら直立二足歩行をしていたのが人類だけとは言えない状況になってきたうえに、直立二足歩行を始めた場所が地面ではなく木の上だった可能性が高くなってきた。

そういう話題もさりげなく取り上げられている。

### ネアンデルタール人と私たち

また、著者の知識が幅広いために、科学における偏見のようなものがなく、安心して読んでいけることも特徴である。たとえば、ネアンデルタール人が私たちヒトより頑丈な体格をしているのは、寒冷なヨーロッパの気候に適応したためであるという偏見がある。しかし、本書では、ネアンデルタール人だけでなく、ホモ・ハイデルベルゲンシスも頑丈な体格だったことが、きちんと述べられている。

ホモ・ハイデルベルゲンシスはネアンデルタール人と私たちヒトの共通祖先である可能性が高い。そして、ホモ・ハイデルベルゲンシスはヨーロッパにも住んでいたが、もともとはアフリカで進化した人類である。

そのため、ホモ・ハイデルベルゲンシスが頑丈な体格をしているのは寒冷化への適応ではなく、太くて長い槍を使う狩りへの適応だと考えられる。つまり、ネアンデルタール人が頑丈なのは、ホモ・ハイデルベルゲンシスの体格をそのまま受け継いだからであって、寒冷な気候への適応ではない。ネアンデルタール人も私たちヒトも、寒冷な気候への対応は、火や衣服でしていたはずだ。むしろ変わったのは私たちヒトのほうであって、私たちは祖先のホモ・ハイデルベルゲンシスよりも華奢な体格に変化したのである。

### 地球の未来を予測

さて、『イーリアス』や『オデュッセイア』のような物語には、知識の伝達のほかに、もう一つ大切な役割がある。それは未来を予測することだ。私たちは物語を通して、仮想世界で思考実験を行い、これからどんな行動をとるべきかを検討する。たとえば、2つある水源に実際には行かなくても、それぞれの道筋を想像することにより、どちらの水源に行くべきかを検討することができるのだ。もちろん、現代の叙事詩である『[超圧縮 地球生物全史](#)』を読んでも、未来を予測することができる。でも、その未来は、あまり楽しい未来ではなさそうだ。

著者は、地球の歴史は、大きな2つの流れのなかにあるという。一つは大気中の二酸化炭素が少しずつ減っていくことで、もう一つは太陽の明るさが少しずつ増えていくことだ。植物は光合成をして、地球のほとんどの生物を養っているが、その光合成の材料は二酸化炭素である。その二酸化炭素が減っていくために、もうすぐ植物は光合成ができなくなって絶滅する(!)。そして、地球は、地下の鉱物から得られるわずかなエネルギーによって、少数の生物がなんとか生きていけるだけの星になってしまう。でも、そんなことを心配する必要はないらしい。なぜなら、地球がそうなる前に、人類はとっくに滅亡しているだろうから(!)。でも、著者は、人類が地球の外へ飛び出すことに、わずかな望みを掛けている。

最後に一つ。本書は内容に関しては真面目な本だけれど、だからといって、最初から最後まで真面目な顔をして読む必要はない。だって著者は、ユーモアたっぷりに、こんな気持ちもカミングアウトしている。

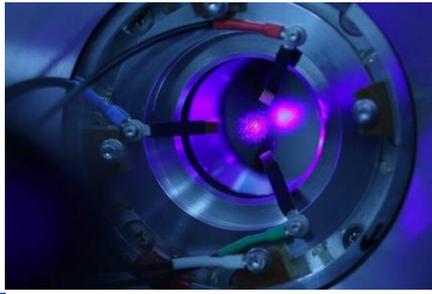
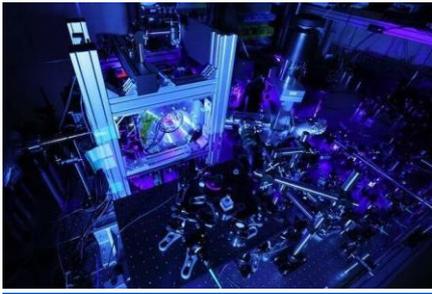
「(私は飛行機のような) 巨大な構造物を空中に飛ばすことは物理学的に不可能だと考える。旅客機が飛ぶのは、私たちが飛べると信じているからなのだ。もし、信じることをやめたら、空から落ちてしまう。それが私の本音だ。でも、誰にもいわないでください。私たちだけの秘密。いいね？」(p334)

もちろん読者のみなさんも、秘密にしてあげてくださいね。

<https://news.yahoo.co.jp/articles/9b6393e1372aa147be94a1c429343d253d052f21?page=1>

# えっ、「秒」の定義が変わる？光格子時計ってなんだ【news 深掘り】

10/17(月) 8:30 配信



## ストロンチウム光格子時計

## ストロンチウム光格子時計の一部

2030 年に想定されている秒の再定義。初夏のある日、研究機関からのプレスリリースを読んでいた私は、こんな一文におやっ、と思った。定義が変わると、1 秒の長さも変化するのだろうか。そうであれば大ニュースだ。いや、そもそも現行の 1 秒の定義とはなんだろうか。興味を覚えた私は、日を改めて取材を申し込んだ。(時事通信社会部 渡辺恒平) [【写真】ストロンチウム光格子時計の原理をイメージした模型](#) =2022 年 8 月 24 日、[NICT](#)

◆かつては地球の自転から定義 向かった先は、東京都小金井市にある国立研究開発法人「情報通信研究機構 (NICT)」。建物の壁面を見ると、大きなデジタル時計が目を見く。通信技術や AI、サイバーセキュリティーなどの研究機関で、身近な所では日本標準時を維持・決定し、電波時計を正しく機能させる電波を発信している。1 秒とは何か、どう定義されるのか。一。応対してくれた NICT の井戸哲也・時空標準研究室長に哲学的とも思える質問を投げ掛けてみると、井戸室長は「もともとは地球の自転の 1 回転を基準としていました」と話し始めた。地球の 1 回転にかかる時間を 8 万 6400 で割った時間が 1 秒の長さ (24 時間は 8 万 6400 秒)。「だが、技術の進歩で、実は自転が早くなったり遅くなったりしていることが分かった」のだという。 自転速度の変動要因はいくつかあるが、たとえ話として井戸さんが挙げたのは、フィギュアスケートのスピンド。回転中に伸ばしていた手を縮めると、選手は早く回るようになる。同じように地球でも地震などで地下の岩盤の分布が変わったり、高山の氷が解けて下流に流れたりすると、微妙に回転速度が変わることになるというわけだ。 基準となるものが変動するのは、都合が悪い。昔の人もそう考えたようで、1960 年、地球が太陽の周りを一周する「公転」を基にした定義に変更されたが、「1 年かかって、ようやく 1 周期が分かる」という使い勝手の悪さから、長続きしなかった。 ◆現在の原子時計、ずれは 3 億年に 1 秒 代わって 1967 年に取り入れられたのが、現在も利用されている原子を使った定義だ。 物質を構成する原子の中には、特定の周波数の電波を受けると、状態が変化する特性を持つものがある。この性質を生かして電波の振動する回数を測定することで、1 秒の長さを決める方法だ。では、現在の 1 秒の長さは一。こう問うと、「セシウム 133 の共鳴周波数を 9192631770 ヘルツとする時間、ということです」と井戸さん。さらりと回答していただいたが、桁が多すぎる。書き直すと、およそ 92 億ヘルツだ。 簡単に説明すると、測定の仕組みはこうなる。電波をアルカリ金属元素のセシウム 133 に当てて、電波が吸収されるように周波数を調整する。調整した結果、電波が約 92 億回振動する時間、これが 1 秒。商用の原子時計なら 10 万年に 1 秒、研究用の高精度な原子時計なら 3 億年かかってようやく 1 秒ずれる程度の精度があり、NICT では 18 台のセシウム原子時計を動かし、平均を出して日本標準時を計測している。 ちなみに、世界の時刻の基準となる「協定世界時」(UTC) を計測するため、世界中の研究機関で利用されている 400 台以上の原子時計のうち、約 35 台は NICT の原子時計だ。 ◆次世代型はさらに高精度 3 億年に 1 秒のずれ。そんな原子時計を、さらに上回る精度を誇る時計が現れ始めた。 その一つが、東京大学の香取秀俊教授が 2001 年に提唱した「光格子時計」だ。光も電波と同じ電磁波の一種だが、電波よりもさらに細かく振動する。「より細かい目盛りの物差し」で 1 秒を決めることができ、その精度は 300 億年かかって、ようやく 1 秒ずれるという代物。

宇宙誕生から現在までが138億年であることを考えると、驚異的な精度が伝わってくる。NICTが開発した光格子時計を見せてもらった。ちょっとした会議室くらいの広さがある部屋全体に装置が広がっているが、秒針や文字盤らしきものは見当たらない。案内役の蜂須英和主任研究員に確認すると、「部屋全体で光格子時計です」とのこと。数多くのレーザー装置や鏡、レンズ、ケーブルが組み合わさった光景は、もはや何かの実験装置。部屋を暗くしてレーザーをとると、装置は鈍い青色に光り輝いた。

原理はこうだ。真空槽と呼ばれる装置に入れられたアルカリ土類金属元素のストロンチウムを原子ビームとして放出し、複数のレーザーを使ってほぼ絶対零度まで冷却する。続いて、特殊な波長のレーザーを使って、ちょうど鶏卵のパッケージのようなくぼみが格子状に並んだ空間を作り、そのくぼみにストロンチウム原子を閉じ込める。この状態のストロンチウム原子に周波数を測定するためのレーザーを照射し、レーザーが吸収される周波数を探することで、超精密な1秒を割り出す。レーザー光で格子を作り出すことから、「光格子時計」と名付けられたという。光格子時計の強みは、一度に多くの原子を測定できる点にある。光を使った時計には、「単一イオン時計」と呼ばれる、イオンを真空中に閉じ込めて測定する方法もあるが、光格子時計なら、単一イオン時計で一週間かかるような測定も数時間で終わることができるという。◆超高精度がもたらすもの この光格子時計の登場で浮上したのが、秒の定義の見直しだ。「より安定した物差しが手に入るのに、世界のルールが『ふらふらする物差しを使え』という状況は良くない」（井戸さん）。そんな認識が科学界で広がり、2022年11月に予定される国際度量衡総会で、「2030年に秒の再定義ができるように努めましょう」という趣旨の決議が採択される見込みなのだという。新たな定義では「光の周波数を使った方式」が採用される見通しで、光格子時計は中でも有力な候補と目されている。話を聞いているうちに、ふと、「なぜこんなに精密さを求めるのだろうか」と気になってきた。精密であるに越したことはないのはもちろんだが、そこまで厳密な必要ってある？ こんな素人質問に対し、井戸さんは「時計によって、重力の変化が検出できるかもしれない」と答えた。かの有名なアインシュタインの一般相対性理論によると、時間の進みは、重力の影響が強いほど遅くなる。光格子時計ほどの精度があれば、従来はなかなか難しかった変化の測定ができ、その結果、例えば地下に質量の大きい鉱物資源があるかどうか分かったり、火山の地下でのマグマの移動などを検出したりすることが可能になるかもしれないのだそうだ。また、光格子時計が普及すれば、携帯電話や通信機器の時計も精度が上がる。スムーズにデータをやりとりするには、送信側と受信側の時計を合わせて、タイミングを合わせて送受信する必要がある。現在は若干のタイムラグが生じているデータのやりとりが即座に始められ、低遅延な通信が実現するかもしれない。◆秒の長さ、変わります？ 秒の定義が見直されると、1秒の長さが変わったり、何か日常に影響が出てくるのだろうか。取材のきっかけとなった質問をぶつくと、井戸さんは「それはいいです。原子時計が採用された時だって、1日や1秒の長さは別に変わってないでしょう？」と笑った。今後、具体的な議論が進む秒の再定義に向け、「光格子時計で安定的に協定世界時を維持できる、と確認するのが一つの大きなタスク」という。

[https://www.afpbb.com/articles/-/3429423?cx\\_part=top\\_category&cx\\_position=1](https://www.afpbb.com/articles/-/3429423?cx_part=top_category&cx_position=1)

## 天文学史上最も明るいガンマ線バースト 観測に成功

2022年10月22日 10:00 発信地：ワシントンD.C./米国 [ [米国](#) [北米](#) ]

【10月22日 AFP】天文学史上最も明るい閃光（せんこう）現象が今月、観測された。地球から24億光年の距離で、ブラックホールの形成によって発生した可能性が高い。

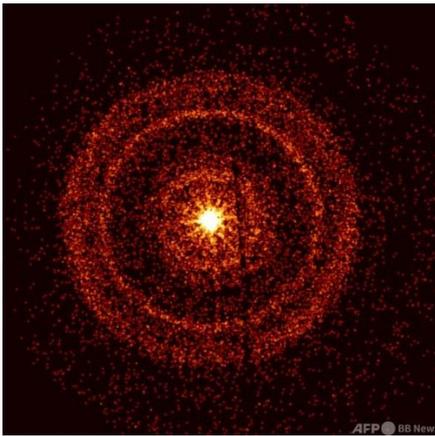
最も高エネルギーの電磁波であるガンマ線の閃光現象「ガンマ線バースト」が最初に観測されたのは、今月9日。その後も世界中で残光が観測された。

天体物理学者のブレンダン・オコナー ([Brendan O'Connor](#)) 氏は、今回観測されたような数百秒間持続するガンマ線バーストは、太陽の30倍以上の大質量星が最期を迎える際に起きると考えられるとAFPに話した。

大質量星が超新星爆発し、崩壊してブラックホールになると、引き寄せられた物質の円盤が周囲に形成される。

物質が内側に落下すると、光速の 99.99% の速度でエネルギーのジェットとして噴出される。

今回観測された閃光で放出された光子のエネルギーは、過去最高の 18 テラ電子ボルト（18 の後に 0 が 12 個並ぶ値）で、地球の電離層における長波無線通信に影響を及ぼした。



ガンマ線バースト「GRB 221009A」の最初の検出から約 1 時間後の残光。明るい輪ができるのは、バーストの方向にある天の川銀河内のダスト（塵、ちり）の層で X 線が散乱されるため。米航空宇宙局（NASA）のガンマ線観測衛星スウィフト搭載の X 線望遠鏡で撮影（2022 年 10 月 14 日提供）。(c)AFP PHOTO /NASA/Swift/A. Beardmore (University of Leicester)

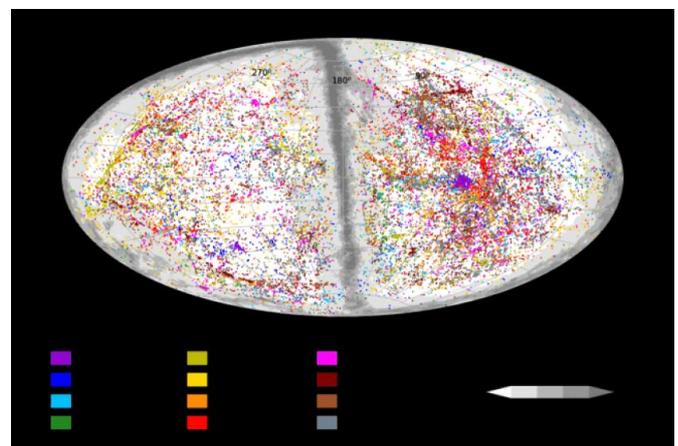
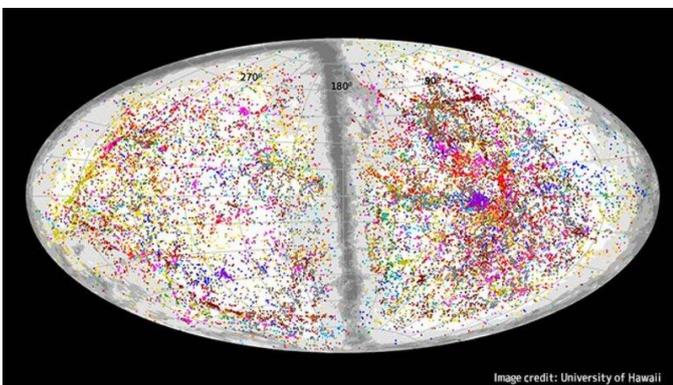
「地球に到達している光子の量とエネルギーの両方で記録更新だ」とオコナー氏は指摘する。

同氏は 14 日早朝、南米チリにあるジェミニ南望遠鏡（[Gemini South Telescope](#)）に搭載の赤外線装置を使って新たな観測データを取得した。「これほど明るく、これほど近いものは、まさに 100 年に一度の事象だ」と興奮気味に語った。(c)AFP/Issam AHMED

[https://news.biglobe.ne.jp/trend/1015/kpa\\_221015\\_3247186555.html](https://news.biglobe.ne.jp/trend/1015/kpa_221015_3247186555.html)

## 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

2022 年 10 月 15 日（土）22 時 0 分 [カラパイア](#)



その広さゆえに、一見静止しているように見えるかもしれないが、宇宙は絶えず膨張している。

5 万 6000 の銀河までの距離をマッピングした最新の宇宙地図によれば、宇宙が膨張する速度は「メガパーセク（=約 326 万光年）あたり毎秒 75 キロ」であるようだ。

また、宇宙の年齢は約 138 億年と考えられているが、それよりもさらに古いとされる「[メトシェラ星](#)（HD 140283）」も見つかっており、その推定年齢が本当に正しいのか疑問視されている。

・最新の宇宙地図で導き出された宇宙の膨張率

今回、複数の方法でより正確な宇宙の地図が作成された。そこから導かれる誤差が少ない宇宙の膨張速度は、宇宙の年齢を正確に知るうえでも欠かせないものだ。

宇宙の膨張速度は、「[ハッブル定数](#)」によって表される。

これは[ハッブルメートルの法則](#)における、宇宙の現在の膨張率を表す定数で、銀河までの距離を  $r$  (Mpc メガパーセク)、後退速度を  $v$  (km/s) とすると、ハッブルメートルの法則は  $v=H_0r$  で表され、その比例係数  $H_0$  がハッブル定数となる。だが困ったことに、ハッブル定数は計算方法によって結果がまちまちだ。

そこでハワイ大学とリヨン大学の研究グループは、5万6000個の銀河の距離と、それらが遠ざかるにつれて変化する速度を「8つの方法」で測定し、より誤差の少ない正確な測定を試みた。

宇宙がどこまで広がっているかは誰にもわからないが、銀河は常に回転しているので、その回転速度と明るさなどを組み合わせれば、銀河同士の距離を明らかにできる。

そうした手がかりから作成された最新の宇宙の地図が「Cosmicflows-4」だ。これによれば、宇宙が膨張する速度は、「メガパーセク (=約326万光年) あたり毎秒75キロ」であるようだ。

56,000の銀河と距離測定値を示す全天地図 / image credit:University of Hawaii・宇宙はいつ誕生したのかを明らかにできる可能性  
ハワイ大学の天文学者 R・ブレント・タリー氏は、「より正確で豊富なツールを組み合わせることで、銀河の距離・宇宙の膨張率・宇宙が生まれてからの時間を数パーセントの精度で測定できるようになりました」と、[プレスリリース](#)で述べている。

数千億個の星々を宿した銀河同士の距離と速度は、宇宙の大きさを推定する手がかりであり、宇宙が誕生した日（ビッグバンが起きた日）をより正確に特定するための鍵となる。

この研究は『[Monthly Notices of the Royal Astronomical Society](#)』に掲載された。

References:[Mānoa: UH astronomers map distances to 56,000 galaxies, largest-ever catalog | University of Hawaii News/Astronomers map distances to 56,000 galaxies, largest-ever catalog -- ScienceDaily/](#) written by hiroching / edited by / [parumo](#)

<https://sorae.info/astronomy/20221018-ngc4495.html>

## 17年間で3つの超新星が見つかった銀河 ダークエネルギーカメラが撮影

2022-10-18 [松村武宏](#)



【▲ ダークエネルギーカメラが撮影した渦巻銀河「NGC 4495」(Credit: Dark Energy Survey/DOE/FNAL/DECam/CTIO/NOIRLab/NSF/AURA; Image Processing: Travis Rector (University of Alaska Anchorage/NSF's NOIRLab), Jen Miller (Gemini Observatory/NSF's NOIRLab), Mahdi Zamani & Davide de Martin (NSF's NOIRLab))】

こちらは「かみのけ座」の方向約2億光年先にある渦巻銀河「NGC 4495」です。NGC 4495の銀河中心核は、弱い活動性を示すLINER(※)であることが知られています。中心部分を取り囲む渦巻腕(渦状腕)がある銀河円盤の周辺にも、淡い腕のような構造が幾つか伸びている様子が捉えられています。

※...LINER : Low-Ionization Nuclear Emission-line Region の略。低電離中心核輝線領域、ライナー。

画像を公開した米国科学財団 (NSF) の国立光学・赤外天文学研究所 (NOIRLab) によると、NGC 4495 ではわずか 20 年ほどの間に 3 つの超新星「SN 1994S」「SN 2010lo」「SN 2011ca」が検出されています。

超新星は幾つかのプロセスで起きると考えられていて、たとえば白色矮星にガスが降り積もって一定の質量に達するか、あるいは白色矮星どうしが合体することで発生する超新星は「Ia 型」に分類されています。1994 年 6 月に発見された SN 1994S は、この Ia 型でした。

参考: [「Ia 型超新星」発生直後の閃光を捉えることに成功 東京大学木曾観測所の観測装置](#)

いっぽう、生涯の最後を迎えた大質量星のコア (核) が崩壊することで起きる超新星は、爆発した星の外層の状態によって「Ib 型」「Ic 型」「II 型」に分類されています。2011 年 4 月に発見された SN 2011ca は、Ic 型超新星だったと考えられています。ちなみに、そのわずか 4 か月前の 2010 年 12 月に発見された SN 2010lo は、どのタイプの超新星だったのかがわかっていないようです。

参考: [主星の超新星爆発を生き延びた伴星か? ハッブル宇宙望遠鏡による観測成果](#)

この画像は、チリのセロ・トロロ汎米天文台にあるブランコ 4m 望遠鏡に設置された観測装置「ダークエネルギーカメラ (DECam)」の観測データをもとに作成されました。その名が示すようにダークエネルギー (暗黒エネルギー) の研究を主な目的として開発された DECam は、満月約 14 個分の広さ (3 平方度) を一度に撮影できる巨大なデジタルカメラのような装置です (画素数約 520 メガピクセル)。DECam によるダークエネルギー研究のための観測は、2013 年から 2019 年にかけて実施されました。

冒頭の画像は NOIRLab の“今週一枚”として、2022 年 10 月 12 日付で公開されています。

関連: [ダークエネルギーカメラが捉えた散光星雲「NGC 6357」](#)

Source

Image Credit: Dark Energy Survey/DOE/FNAL/DECam/CTIO/NOIRLab/NSF/AURA; Image Processing: Travis Rector (University of Alaska Anchorage/NSF's NOIRLab), Jen Miller (Gemini Observatory/NSF's NOIRLab), Mahdi Zamani & Davide de Martin (NSF's NOIRLab)

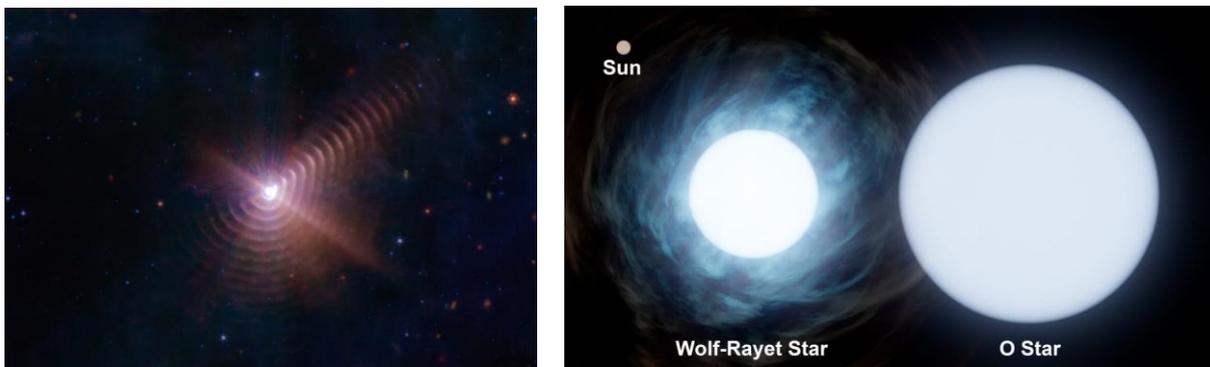
[NOIRLab](#) - A Storm of Light

文/松村武宏

<https://sorae.info/astrometry/20221019-wolf-rayet-140.html>

## 巨大な星のペアが描いた 17 本のリング。ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡が撮影

2022-10-19 [松村武宏](#)



【▲ ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡が撮影したウォルフ・ライエ星「WR 140」 (Credit: NASA, ESA, CSA, STScI, JPL-Caltech)】

【▲ WR 140 を構成する O 型星 (右) とウォルフ・ライエ星 (左)、および太陽 (左上) の大きさを比較した図 (Credit: NASA/JPL-Caltech)】

こちらは「はくちょう座」の方向約 5300 光年先にある「Wolf-Rayet 140」 (ウォルフ・ライエ 140、以下「WR

140) です。画像の中央で明るく輝く WR 140 を取り囲む幾つものリングが、はっきりと捉えられています。WR 140 はその名が示すように「ウォルフ・ライエ星」の一つとして知られています。

アメリカ航空宇宙局 (NASA) によると、ウォルフ・ライエ星は大質量の恒星である O (オー) 型星が進化した姿で、約 1000 万年以下とされる短い生涯の最後に近づいている段階です。大量の水素が外層から恒星風として放出され失われたために、ウォルフ・ライエ星では高温の内層がむき出しになっていると考えられています。天の川銀河には数千個のウォルフ・ライエ星があるはずだと見積もられているものの、実際には 600 個程度しか見つかっていません。この画像は「ジェームズ・ウェッブ」宇宙望遠鏡の「中間赤外線装置 (MIRI)」を使って取得された画像をもとに作成されました。人の目は赤外線を捉えることができないので、この画像は取得時に使用された 3 種類のフィルターに応じて、赤・緑・青で着色されています (※)。

※...F2100W : 赤、F1500W : 緑、F770W : 青でそれぞれ着色

WR 140 は、実際にはウォルフ・ライエ星に進化した恒星 (質量は太陽の約 10 倍) が、別の O 型星 (同・約 30 倍) を 7.93 年周期で公転している連星とされています。O 型星の表面温度は摂氏約 3 万 5000 度ですが、WR 140 のウォルフ・ライエ星は表面温度が摂氏約 6 万度 (太陽の 10 倍以上) に達していると推定されています。ウォルフ・ライエ星に進化する過程でこの星は質量の半分以上に相当する物質を放出した可能性があるようです。NASA によれば、WR 140 を取り囲む同心円状のリングは塵できていて、O 型星とウォルフ・ライエ星の恒星風どうしが衝突してガスを圧縮し、塵が生成されることで形作られたと考えられています。ただし、WR 140 のウォルフ・ライエ星は細長い楕円形の軌道を公転しているため、2 つの星が接近する時にしか塵は生成されません。そのため、塵のリングはあたかも木の年輪のように、約 8 年ごとに形成されることになります。

ウェッブ宇宙望遠鏡の MIRI が捉えた WR 140 の画像には、全部で 17 本のリングが写っています。WR 140 に関する新しい研究論文の筆頭著者である、米国科学財団 (NSF) 国立光学・赤外天文学研究所 (NOIRLab) の天文学者 Ryan Lau さんは「私たちは、この連星における 1 世紀以上に渡る塵の生成を見ているのです」と語っています。過去に行われた地上の望遠鏡を使った観測では 2 本のリングしか見えなかったといいますから、改めてウェッブ宇宙望遠鏡の性能の高さが伺えます。

太陽とは異なる性質を持つウォルフ・ライエ星は、恒星や惑星の形成に重要な役割を果たしているかもしれません。ウォルフ・ライエ星の近くから一掃されたガスや塵といった物質は、周辺の領域に集積していき、やがてその密度は新たな星が形成されるのに十分なレベルまで高まる可能性があるといいます。短命なウォルフ・ライエ星の活動が、次世代の星の誕生を促しているかもしれないというのです。

Lau さん率いる研究チームに参加したカリフォルニア工科大学の Patrick Morris さんは「短命なウォルフ・ライエ星は天の川銀河ではめずらしい星ですが、銀河の歴史を通して、爆発やブラックホールの形成に先立って大量の塵を生成してきた可能性があります」「これらの星が星間物質をどのように形成し、銀河の星形成を引き起こしてきたのかについて、新たな宇宙望遠鏡とともに学ぶつもりです」とコメントしています。

冒頭の画像は NASA をはじめ、欧州宇宙機関 (ESA) やウェッブ宇宙望遠鏡を運用する宇宙望遠鏡科学研究所 (STScI) から、2022 年 10 月 12 日付で公開されています。

関連 : [海王星の環も鮮明に撮影 ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡](#)

Source Image Credit: NASA, ESA, CSA, STScI, JPL-Caltech

[NASA](#) - Star Duo Forms 'Fingerprint' in Space, NASA's Webb Finds

[STScI](#) - Webb Reveals Shells of Dust Surrounding Brilliant Binary Star System

[ESA/Webb](#) - Webb Finds Star Duo Forms 'Fingerprint' in Space

[Lau et al.](#) - Nested dust shells around the Wolf-Rayet binary WR 140 observed with JWST 文/松村武宏

<https://soraie.info/astromy/20221020-m16-pillars-of-creation.html>

# 壁紙にいかが？ わし星雲の“創造の柱”をウェブ宇宙望遠鏡が撮影

2022-10-20 [松村武宏](#)



【▲ ジェイムズ・ウェブ宇宙望遠鏡の近赤外線カメラ（NIRCam）で撮影された「わし星雲」の“創造の柱”（Credit: NASA, ESA, CSA, STScI; Image Processing: Joseph DePasquale (STScI), Anton M. Koekemoer (STScI), Alyssa Pagan (STScI)）】

【▲ ハubble宇宙望遠鏡の広視野カメラ3（WFC3）で2014年9月に撮影された創造の柱（左）と、ウェブ宇宙望遠鏡の近赤外線カメラ（NIRCam）で撮影された創造の柱（右）を比較（Credit: NASA, ESA, CSA, STScI, Hubble Heritage Project (STScI, AURA); Image Processing: Joseph DePasquale (STScI), Anton M. Koekemoer (STScI), Alyssa Pagan (STScI)）】

こちらは「へび座」の方向約6500光年先にある「わし星雲」（Messier 16、M16）の一部を捉えた画像です。暗黒星雲が柱のような形をしていることから、この領域は「創造の柱（Pillars of Creation）」と呼ばれています。この画像は「ジェイムズ・ウェブ」宇宙望遠鏡の「近赤外線カメラ（NIRCam）」を使って2022年8月14日に取得された画像をもとに作成されました。人の目が捉えることのできない赤外線の波長で観測が行われたため、取得時に使用された6種類のフィルターに応じて着色・合成されています（※）。

※...F090W：紫、F187N：青、F200W：シアン、F335M：黄、F444W：オレンジ、F470N：赤で着色。

柱のように見える部分は、ガスと塵が集まってできた冷たい分子雲です。分子雲の密度が高まった部分は自身の重力で崩壊して、そこから新しい星が形成されます。柱のすぐ外側では、この領域で新たに形成された星々が輝いています。ちなみに、明るい星から放射状に伸びている針状の光は回折スパイク（diffraction spike）と呼ばれるもので、望遠鏡の構造によって生じています。また、一部の柱の先端には溶岩のように赤く輝いている部分がありますが、アメリカ航空宇宙局（NASA）によると、これは分子雲の中で形成途中の若い星と関係があるようです。若い星から放出されたガスのジェットが分子雲と衝突し、励起した水素分子から放射された赤外線が、ここでは赤い輝きとして見えているといいます。創造の柱という名前が示すように、この画像には形成されて間もない星とその誕生の現場が捉えられているのです。創造の柱は「ハubble」宇宙望遠鏡も1994年と2014年に撮影しています。塵を含む分子雲は可視光線（特に波長の短い青色光）を遮ることもあり、ハubble宇宙望遠鏡が捉えた創造の柱はそそり立つ岩を思わせる姿でした。いっぽう、ウェブ宇宙望遠鏡が主に利用する赤外線は塵に遮られにくいため、柱の内部を見通すこともできます。ウェブ宇宙望遠鏡の観測によって新たに形成された星の数をさらに正確に特定することで、星形成のモデルの改良につながると期待されています。

ウェブ宇宙望遠鏡が撮影した創造の柱の画像は、NASA、欧州宇宙機関（ESA）、そしてウェブ宇宙望遠鏡やハubble宇宙望遠鏡を運用する宇宙望遠鏡科学研究所（STScI）から2022年10月19日付で公開されています。なお、公開された画像はNASAのプレスリリース（以下のURL）などで直接ダウンロードできます。スマートフォンの壁紙にいかがでしょうか？

<https://www.nasa.gov/feature/goddard/2022/nasa-s-webb-takes-star-filled-portrait-of-pillars-of-creation>

関連：[巨大な星のペアが描いた17本のリング。ジェイムズ・ウェブ宇宙望遠鏡が撮影](#)

Source

Image Credit: NASA, ESA, CSA, STScI, Hubble Heritage Project (STScI, AURA); Image Processing: Joseph DePasquale (STScI), Anton M. Koekemoer (STScI), Alyssa Pagan (STScI)

[NASA](#) - NASA's Webb Takes Star-Filled Portrait of Pillars of Creation

[ESA](#) - Webb takes a stunning, star-filled portrait of the Pillars of Creation

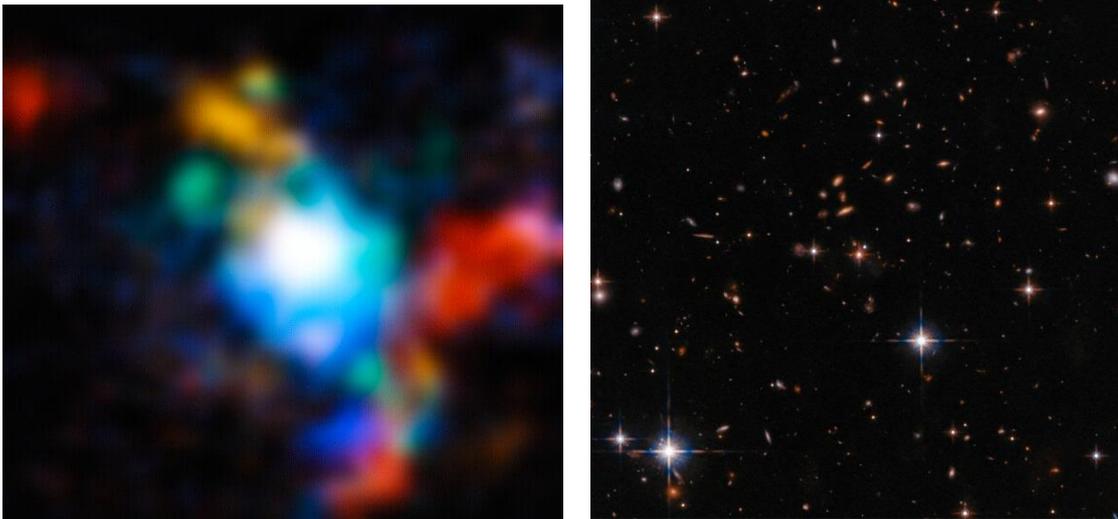
[STScI](#) - NASA's Webb Takes Star-Filled Portrait of Pillars of Creation

[ESA/Webb](#) - Webb Takes a Stunning, Star-Filled Portrait of the Pillars of Creation 文／松村武宏

<https://sorae.info/astromy/20221022-sdss-j16521728.html>

### 3つの銀河に囲まれた115億年前のクエーサーをウェブ宇宙望遠鏡が観測

2022-10-22 [松村武宏](#)



【▲ ジェイムズ・ウェブ宇宙望遠鏡の近赤外線分光器（NIRSpec）で観測されたクエーサー「SDSS J165202.64+172852.3」（Credit: ESA/Webb, NASA & CSA, D. Wylezalek, A. Vayner & the Q3D Team）】

こちらは「ジェイムズ・ウェブ」宇宙望遠鏡の「近赤外線分光器（NIRSpec）」を使って取得された「ヘルクレス座」のクエーサー「SDSS J165202.64+172852.3」（以下「SDSS J1652+1728」）の画像です。アメリカ航空宇宙局（NASA）によると、このクエーサーは今から約115億年前の宇宙に存在していました。

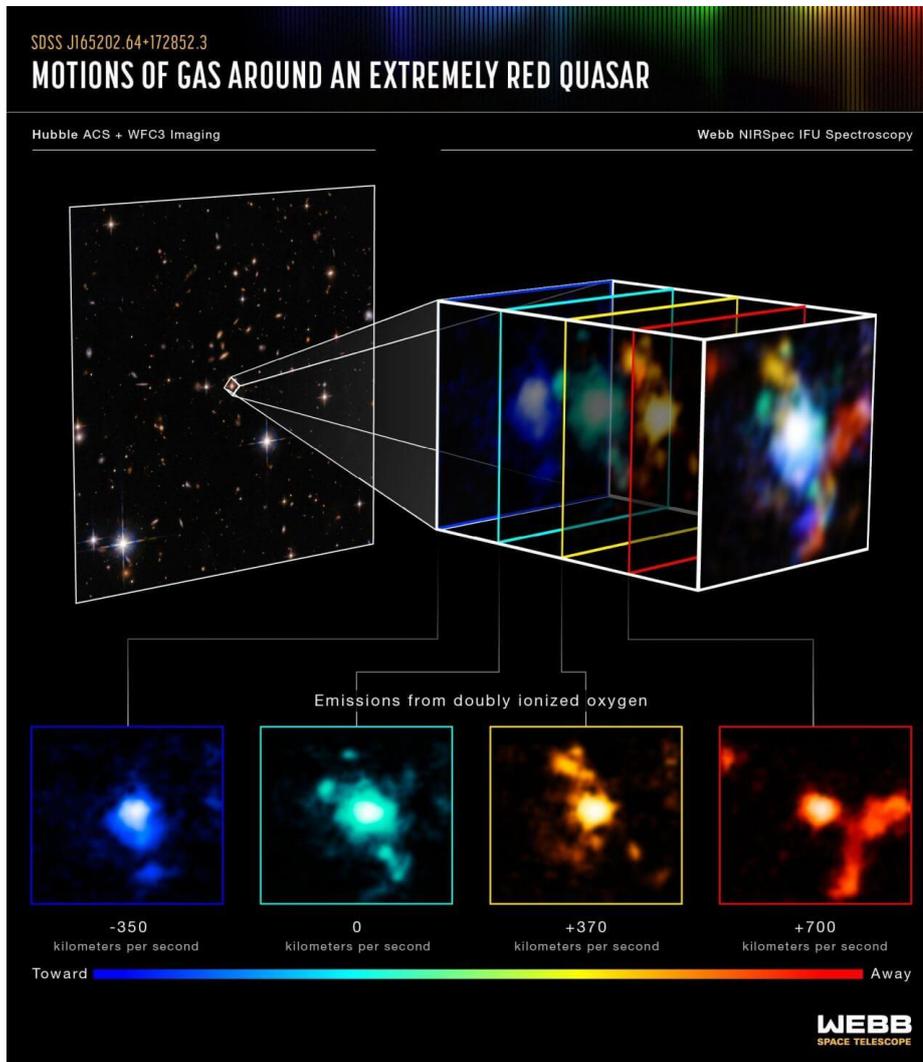
クエーサー（quasar）は、銀河中心の狭い領域から強い電磁波が放射されている活動銀河核（AGN: Active Galactic Nucleus）の一種で、活動銀河核のなかでも特に明るいタイプを指します。その活動の原動力は、質量が太陽の数十万～数十億倍にも達する超大質量ブラックホールだと考えられています。

一見するととてもカラフルな天体のように思えますが、ウェブ宇宙望遠鏡は人の目で捉えることができない赤外線を中心に利用して観測を行うため、公開されている画像の色は人の目で見た場合とは異なります。SDSS J1652+1728の場合、ウェブ宇宙望遠鏡は2階電離した酸素原子からの光を捉えていて、画像の色は電離した酸素ガスの速度（※）に応じて着色されています。

※...クエーサーに対する視線方向の相対速度。クエーサーと比べて、青は地球へ近づく方向に動いているガス、オレンジや赤は地球から遠ざかる方向に動いているガスで、緑は視線方向の速度がクエーサーと同じガスを示している。地球から遠ざかる方向を正（プラス）とした場合の相対速度は、青：秒速マイナス350km、緑：秒速0km、オレンジ：秒速370km、赤：秒速700km。

NASAによれば、SDSS J1652+1728は既知のクエーサーのなかで最も強力なものの一つであり、その活動が銀河風（銀河の内部から外部へとガスが流れ出る現象）を引き起こすことで、将来の星形成活動に影響を及ぼす可能性があると考えられてきました。そこで、ハイデルベルク大学の天文学者 Dominika Wylezalek さんが率いる

研究チームは、天体の光のスペクトル（電磁波の波長ごとの強さ）を得る分光観測をウェブ宇宙望遠鏡の視野全体に対して行える NIRSpec を使って、このクエーサーを取り巻くさまざまなガスの流れや風の動きを調べました。その結果は驚くべきもので、SDSS J1652+1728 は単一の銀河ではなく少なくとも3つの巨大な銀河に囲まれており、クエーサーの周囲で原始銀河団が形成されつつあることがわかったといいます。「これほど早い時代で知られている原始銀河団はほとんどありません。発見するのが難しいことと、ほとんどの場合はビッグバン以降、形成するための時間がなかったからです」（Wylezalek さん）



【▲ ハッブル宇宙望遠鏡が撮影したクエーサー周辺（左上）と、ウェブ宇宙望遠鏡が観測したクエーサーを取り囲む電離した酸素ガスの視線方向の相対速度ごとの分布（下段）を示した図。冒頭の画像は下段の画像を合成（右上）して作成されている（Credit: NASA, ESA, CSA, STScI; Science: Dominika Wylezalek (ZAH), Andrey Vayner (JHU), Nadia Zakamska (JHU), Q-3D Team; Image Processing: Leah Hustak (STScI)）】

確認された3つの銀河の動きをもとに、研究チームはこのクエーサー周辺について、初期宇宙の銀河形成における最も高密度な領域のひとつだと確信しています。Wylezalek さんは、暗黒物質（ダークマター）の巨大なハロー（暗黒物質のかたまり）2つが合体しつつある領域を観測している可能性が高いとコメント。研究チームは予想外の発見となったこの原始銀河団を追跡調査する計画を立てており、このように密集し混沌とした銀河団がどのようにして形成されたのか、その中心にある活発な超大質量ブラックホールからどのような影響を受けているのかを理解したいと考えています。

【▲ ハッブル宇宙望遠鏡が撮影したクエーサー「SDSS J165202.64+172852.3」周辺の様子（Credit: ESA/Hubble, NASA, N. Zakamska）】

ウェブ宇宙望遠鏡が観測した SDSS J1652+1728 の画像は、NASA、欧州宇宙機関（ESA）、そしてウェブ宇

宇宙望遠鏡やハubble宇宙望遠鏡を運用する宇宙望遠鏡科学研究所（STScI）から 2022 年 10 月 20 日付で公開されています。

関連：[壁紙にいかが？ わし星雲の“創造の柱”をウェブ宇宙望遠鏡が撮影](#)

Source

Image Credit: ESA/Webb, NASA & CSA, D. Wylezalek, A. Vayner & the Q3D Team, STScI; Science: Dominika Wylezalek (ZAH), Andrey Vayner (JHU), Nadia Zakamska (JHU), Q-3D Team; Image Processing: Leah Hustak (STScI)

[NASA](#) - NASA's Webb Uncovers Dense Cosmic Knot in The Early Universe

[ESA](#) - Webb uncovers dense cosmic knot in the early Universe

[STScI](#) - NASA's Webb Uncovers Dense Cosmic Knot in the Early Universe

[ESA/Webb](#) - Webb Uncovers Dense Cosmic Knot In The Early Universe

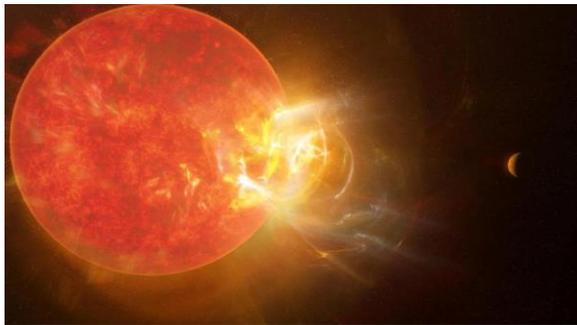
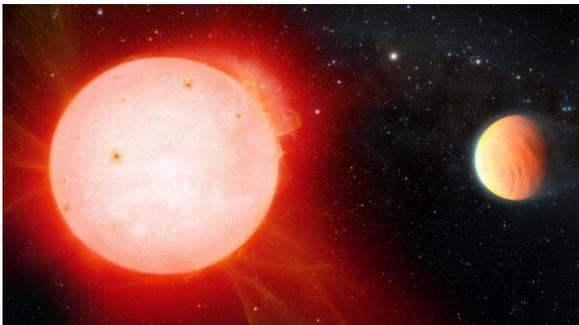
文／松村武宏

<https://sorae.info/astromy/20221021-toi-3757b.html>

## マシュマロ並み？平均密度が低い巨大ガス惑星を赤色矮星の周辺で発見

2022-10-21

[松村武宏](#)



【▲ 赤色矮星を公転する低密度な太陽系外惑星「TOI-3757 b」(右)のイメージ図 (Credit: NOIRLab/NSF/AURA/J. da Silva/Spaceengine/M. Zamani)】

【▲ 赤色矮星プロキシマ・ケンタウリで起きた強力なフレアの想像図 (Credit: NRAO/S. Dagnello)】

カーネギー研究所の Shubham Kanodia さんを筆頭とする研究チームは、赤色矮星（M 型星）を公転する非常に低密度な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。

今回発見が報告されたのは、「ぎょしゃ座」の方向約 580 光年先にある恒星「TOI-3757」を公転する系外惑星「TOI-3757 b」です。発表によると TOI-3757 b は、これまでに赤色矮星の周辺で見つかったものとしては最も平均密度が低い惑星だといいます。

■直径は木星とほぼ同じながら質量は木星の約 4 分の 1 平均密度は土星の半分以下

研究チームが発見を報告した TOI-3757 b は、直径が木星の約 1.07 倍ですが、質量は木星の約 0.268 倍しかありません。主星からの平均距離は約 0.038 天文単位（※1）と短く、公転周期は約 3.44 日（水星の公転周期の 25 分の 1 に相当）とされています。

※1...1 天文単位 (au) = 約 1 億 5000 万 km、太陽から地球までの平均距離に由来。

直径と質量をもとに算出された TOI-3757 b の平均密度は 1 立方 cm あたり約 0.27g です。“水に浮かぶ”と表現される土星の平均密度は 1 立方 cm あたり約 0.69g ですから、その 4 割にも届かないこととなります。研究チームの成果を紹介した米国科学財団 (NSF) 国立光学・赤外天文学研究所 (NOIRLab) は、TOI-3757 b の平均密度の低さを「マシュマロに近い」と表現しています。

TOI-3757 b が公転している主星の TOI-3757 は、直径と質量が太陽の 6 割ほどで、表面温度は摂氏約 3640 度の赤色矮星です。系外惑星のなかには TOI-3757 b よりも平均密度が低いとみられるものも見つっていますが、

研究チームはこの惑星が赤色矮星の周辺で見つかったことに注目しています。

赤色矮星は天の川銀河ではありふれた小さな低温の恒星ですが、惑星の大気を剥ぎ取ってしまうほど強力な爆発現象「フレア」が表面で発生しやすい、非常に活発なタイプの星として知られています。Kanodia さんによると、これまでは赤色矮星の周囲で巨大惑星が形成されるのは難しいと考えられていて、見つかったとしても赤色矮星からは遠く離れていたといいます。

関連：[太陽フレアよりも 100 倍強力なフレアがプロキシマ・ケンタウリで起きていた](#)

赤色矮星の周囲で巨大ガス惑星（特に TOI-3757 b のように低密度な惑星）がどうやって形成されたのかはまだわかっていませんが、研究チームはその謎を解けるかもしれないと考えており、TOI-3757 b が低密度な惑星になった理由を 2 つ提案しています。

1 つは、TOI-3757 b のコア（核）に関連しています。惑星は、若い星を取り囲むガスや塵でできた原始惑星系円盤の中で形成されると考えられています。巨大ガス惑星の場合、まず最初に質量が地球の 10 倍もある岩石のコアが形作られ、このコアが周囲のガスを急速に引き寄せて大量に取り込むことで形成されたとみられています。主星の TOI-3757 は巨大ガス惑星が見つかった他の赤色矮星と比べて、重元素（水素やヘリウムよりも重い元素）の存在量が少ないといいます。TOI-3757 b を生み出した原始惑星系円盤も同様に重元素の存在量が少なかったと考えられることから、岩石コアがよりゆっくりと形成されたことでガスを取り込み始めるタイミングも遅れて、TOI-3757 b の全体的な密度に影響した可能性があるようです。

もう 1 つは、TOI-3757 b の公転軌道に関連しています。TOI-3757 b は真円よりもややつぶれた楕円形の軌道（軌道離心率は約 0.14）を公転しているため、約 3 日半の間に主星の TOI-3757 へ近づいたり遠ざかったりします。この軌道が潮汐加熱（※2）をもたらし、TOI-3757 b は外側からだけでなく内側からも加熱されることで大気が膨張し、結果として平均密度が低くなった可能性も考えられるようです。

※2...別の天体の重力がもたらす潮汐力によって天体の内部が変形し、加熱される現象のこと。

TOI-3757 b はアメリカ航空宇宙局（NASA）の系外惑星探査衛星「TESS」によって最初に発見され、キットピーク国立天文台の WIYN 3.5m 望遠鏡など地上の望遠鏡による追加観測が行われました。惑星の形成をさらに深く理解するために、研究チームは「ジェイムズ・ウェッブ」宇宙望遠鏡による TOI-3757 b の大気の観測に期待を寄せています。

関連：[地球型系外惑星は「ペイル・イエロー・ドット」の可能性。惑星進化 3 つのシナリオ](#)

Source Image Credit: NOIRLab/NSF/AURA/J. da Silva/Spaceengine/M. Zamani, NRAO/S. Dagnello

[NOIRLab](#) - 'Marshmallow' World Orbiting a Cool Red Dwarf Star

[Kanodia et al.](#) - TOI-3757 b: A Low-density Gas Giant Orbiting a Solar-metallicity M Dwarf 文／松村武宏