

米環境団体、連邦航空局を提訴 スペース X の打ち上げめぐり

2023年5月2日 15:45 発信地：ワシントン D.C./米国 [[米国](#) [北米](#)]



〈テキサス州ボカチカにある米宇宙開発企業スペース X の施設「スターベース」付近に散乱するがれき。打ち上げ時に施設から吹き飛んだ（2023年4月22日撮影）。(c)Patrick T. Fallon / AFP



【5月2日 AFP】複数の米環境団体が1日、米宇宙開発企業スペース X ([SpaceX](#)) の「スターシップ ([Starship](#))」計画の環境対策が不十分だとして、米連邦航空局 ([FAA](#)) を相手取り訴訟を起こしていると明らかにした。

スペース X は4月20日、大型宇宙船「スターシップ」をテキサス州ボカチカ ([Boca Chica](#)) の同社施設から打ち上げたが、4分後に空中で爆発した。スペース X の動画では、がれきは425メートル離れたメキシコ湾 ([Gulf of Mexico](#)) まで飛び散り、数キロ離れた町の上空にも、ちりが立ち込めているのが確認できた。

訴訟を起こした団体の一つ、米生物多様性センター ([Center for Biological Diversity](#)) によると、打ち上げ施設の付近は、ケンプヒメウミガメやフエチドリなどの保護動物にとって極めて重要な生息地になっている。

FAA はスペース X に対し、打ち上げ前後の調査を含め、専門家による植生や野生生物のモニタリングを条件に、スターシップを年間20機打ち上げる5か年計画を承認した。だが、環境団体は、こうした措置では不十分だとして、完全な環境影響評価を求めている。生物多様性センターの上席弁護士、ジャレッド・マーゴリス ([Jared Margolis](#)) 氏は「宇宙飛行時代の今、星々に関心が向けられているが、地球の命を守るのも極めて重要だ」「連邦当局は、脆弱（ぜいじゃく）な野生生物の生息地や野生動物との生活圏の境界線に位置するコミュニティを保護するべきで、貴重な風景を見ることのできる海岸を宇宙ごみの投棄場所として利用するような企業の利益を認めるべきではない」と主張した。また、訴訟に加わっている先住民、カリソ/コメクルード ([Carrizo/Comecrudo](#)) の人々は、ボカチカ・ビーチが閉鎖されたことで、自分たちの聖地で伝統儀式を行うことができなくなったと主張している。米魚類野生生物局 ([US Fish and Wildlife Service](#)) は、試験飛行の影響で打ち上げ施設の南方にあるボカチカ州立公園で火災が発生し、約1.5ヘクタールが焼損したが、現時点では保護区で鳥や野生動物の死骸は見つかっていないとしている。(c)AFP

<https://www.newsweekjapan.jp/stories/world/2023/05/x-13.php>

米環境団体がスペース X のロケット打ち上げ認可取り消し求め訴訟「国立野生動物

保護区の環境が悪化」 2023年5月2日（火）10時55分

複数の環境団体が5月1日、実業家イーロン・マスク氏が率いる宇宙開発企業スペース X のロケット打ち上げ事業は近隣の国立野生動物保護区に悪影響を及ぼすとして、米連邦航空局 (FAA) に事業認可取り消しを求める訴

訟を起こした。写真は反対派の抗議活動のようす Democracy Now! / YouTube

スペース X への抗議活動を行っている女性は「私たちは明らかに億万長者と彼のお気に入りのプロジェクトによって搾取されています」と語る。 Democracy Now! / YouTube



実業家イーロン・マスク氏が率いる宇宙開発企業スペース X のロケット打ち上げ事業は近隣の国立野生動物保護区に悪影響を及ぼすので、米連邦航空局（FAA）は事業認可を取り消せ——。複数の環境団体が1日、こうした訴訟を起こした。テキサス州南部のスペース X の打ち上げ施設近くには、「ローワー・リオグランデ・バレー国立野生動物保護区」がある。4月20日に同社が行った大型宇宙船「スターシップ」とロケット「スーパーヘビー」の打ち上げは、複数のエンジンが停止して機体姿勢が保てなくなったため、結局爆破して試験飛行を終了。この時に強化コンクリートや金属の破片が広範囲に散らばり、干潟などに降り注いだ。

訴状は、以前にも何度もロケットの爆発があり、保護動物や渡り鳥の生息地が破壊されているほか、打ち上げ施設の騒音や光、建設作業、道路渋滞なども保護区の環境を悪化させたと主張。大規模な事業の際には通常不可欠な環境影響評価報告書（EIS）なしに FAA が打ち上げを認めたのは違法で、認可の撤回と EIS 策定を求めている。マスク氏は4月29日のイベントで、今回のロケット打ち上げ後の爆発について「人工的な砂嵐」に過ぎず、環境への影響はないとの認識を示した。FAA 広報担当者は、進行中の訴訟に関するコメントはしないと述べた。

[ライター]



Copyright (C) 2023 トムソンロイター・ジャパン（株）記事の無断転用を禁じます

[次のページ【動画】私たちのコミュニティを植民地化するな！](#)

<https://sorae.info/space/20230503-esaproba3.html>

ESA が 2024 年打ち上げ予定の「PROBA-3」2 基の小型人工衛星でどのように太陽

コロナを観測するのか？ 2023-05-03

SpaceX の「Starlink（スターリンク）」や Amazon の「Kuiper（カイパー）」などの「衛星コンステレーション」は、多数の小型人工衛星を協調させて動作するシステムとして知られています。例えば Starlink はすでに 4000 機以上の衛星が打ち上げられていて、日本を含む世界各地で衛星インターネットサービスを利用できるようになりました。



【▲2 機の小型人工衛星で太陽コロナを観測する PROBA-3 の想像図（Credit: ESA-P. Carril）】

一方、欧州宇宙機関（ESA）のような宇宙機関も、衛星コンステレーションとは別の仕組みで複数の小型人工衛星を協調的に運用させるプロジェクトを始めています。ESAは、「PROBA-3」プロジェクトで打ち上げ予定の2機の小型人工衛星の組立を3月27日に完了したと報告しています。

【▲ ESAによるPROBA-3の紹介動画】（Credit: ESA）

複数の人工衛星で互いを制御しあう「編隊飛行」

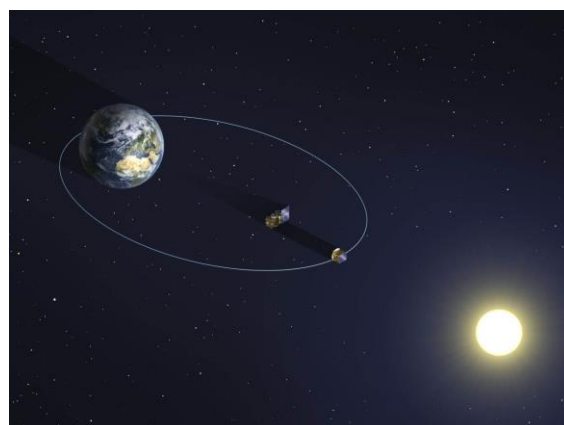
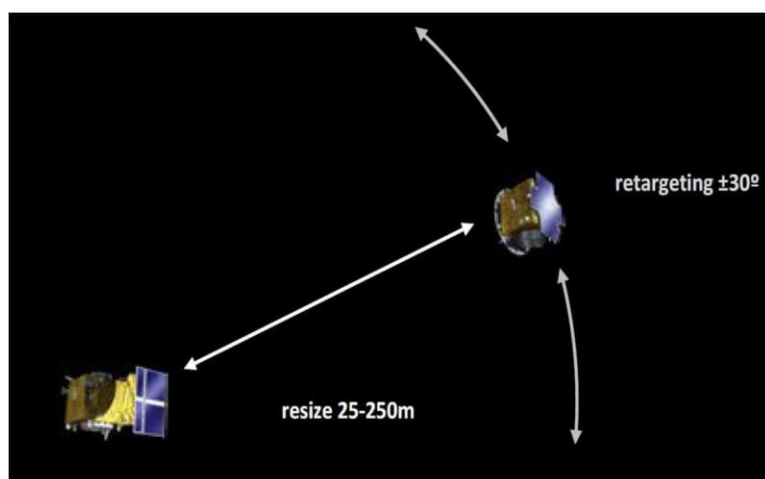
ESAによる一連の「PROBA（PROject for On-Board Autonomy）」プロジェクトは、小型人工衛星の自律化を実現するための一連の技術実証ミッションです。最初のミッションは地球観測を目的とした「PROBA-1」（打ち上げ年: 2001年）で、紫外線で太陽の観測などを行う「PROBA-2」（打ち上げ年: 2009年）と続きました（※）。2014年7月に開始した「PROBA-3」ミッションは、2機の小型人工衛星を軌道に投入し、位置や姿勢を協調的に制御する「編隊飛行（Formation Flight）」方式を採用しています。重量250kgの「OSC（Occulter Spacecraft）」（1.4m×1.1m×1.2m）と350kgの「CSC（Coronagraph spacecraft）」（1m×1.5m×1.2m）は144mの距離を保ちながら飛行し、近地点600km・遠地点60,530kmの地球周回軌道を約19.5時間で1周します。

※...2013年に打ち上げられた地球観測衛星「PROBA-V」はPROBAから派生したミッションで、地上の植生状況を観測する。PROBA-Vの「V」は「植生（Vegetation）」を意味する。



【▲ 遮光器の役割を果たす小型人工衛星「OSC」】（Credit: ESA）

【▲ 太陽コロナを観測する役割を果たす小型人工衛星「CSC」】（Credit: ESA）



【▲ 2機の小型人工衛星の配置を示す模式図。OSCとCSCの距離を20~250mまで、角度を両側に30度まで変えることが可能。（Credit: D. Galano, et al. (2019)）

【▲ Proba-3の2つの小型人工衛星が太陽コロナを観測する様子を示す想像図。CSC、OSC、太陽の順番に並んで、太陽コロナだけが観測できる状態にする。（Credit: ESA - P. Carril, 2013）

PROBA-3の目的は、2機の小型人工衛星の配置を巧みに利用して、太陽コロナを観測することです。通常、太陽

コロナを観測する時は、円盤状の遮光器で人工的に「日食」のような状況を作り出す「コロナグラフ」が使用されます。太陽の本体（光球）が眩しいために普段は見えない太陽コロナが皆既日食の時は見えるようになるのと同じように、コロナグラフを使えば遮光器で太陽本体を隠して太陽コロナだけを観測できるのです。

PROBA-3 の場合、OSC に搭載された直径 1.4m の遮光器で太陽本体の光を遮り、CSC に搭載された観測装置「ASPIICS」で太陽コロナを観測します。皆既日食時に太陽・月・地球が直線状に並ぶように、2機の小型人工衛星は太陽・OSC・CSCの順に並ぶように飛行し、OSCが作る「影」の円錐の中心にASPIICSの「瞳」が配置されるように制御されます。ESAによると、2機の小型人工衛星は2024年にインドから打ち上げられる予定で、2年以上かけて1000時間分以上の太陽コロナのデータを収集する予定です。

小型人工衛星の実証実験から中・大型人工衛星の編隊飛行の足がかりを作る

編隊飛行のプロジェクトはPROBA-3だけではありません。宇宙航空研究開発機構（JAXA）の技術試験衛星「きく7号（ETS-VII）」やアメリカ航空宇宙局（NASA）が計画中の宇宙重力波望遠鏡「GRACE」など、大型・中型の編隊飛行の事例は少なからず存在します。しかし、PROBA-3のような小型人工衛星による編隊飛行は少ないようです。

ESAが打ち上げを計画していたX線観測装置「XEUS」のような大型人工衛星の編隊飛行を実現するためにも、小型人工衛星を活用した編隊飛行の実証実験となるPROBA-3が有意義なマイルストーンとなることが期待されます。関連: [人工衛星「おりひめ」「ひこぼし」、別離と再会と「子どもたち」](#)（2016年7月）

Source Image Credit: ESA-P. Carril [ESA](#) - Proba-3 complete: Formation-flying satellites fully integrated

[ESA](#) - Proba-3 Mission [eoPortal](#) - PROBA-3 (Project for On-Board Autonomy-3)

[Conference: 10th International Workshop on Satellite Constellations and Formation Flying \(IWSCFF\)](#) - PROBA-3: Precise formation flying demonstration mission

[doi: 10.1051/0004-6361/202140467](#) - Expected performances of the PROBA-3/ASPIICS solar coronagraph: Simulated data

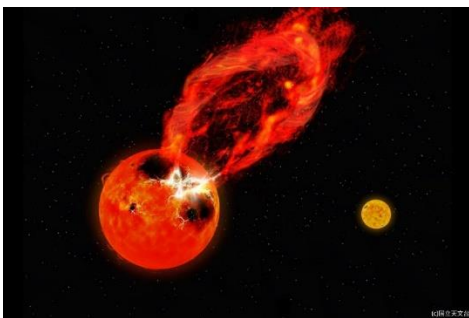
[doi: 10.13009/EUCASS2019-764](#) - Proba-3: Challenges and Needs for Sub-Millimetre Autonomous Formation Flying [光学赤外線天文連絡会](#) - 超小型衛星の国際動向と編隊飛行への応用 文/Misato Kadono

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20230502-2670024/>

京大など、史上最大級のスーパーフレアと超高速構成プロミネンス噴出を観測

掲載日 2023/05/02 07:31 著者: [波留久泉](#)

京都大学(京大)と国立天文台(NAOJ)の両者は4月28日、京大の「せいめい望遠鏡」とNASAの衛星「TESS」を用いて、りょうけん座RS型変光星「V1355 Orionis」のモニタ観測を実施し最大級の太陽フレア(1032erg)のエネルギーの7000倍という極めて大規模な「スーパーフレア」と、それに伴う「プロミネンス」(約1万°Cのプラズマの塊)の秒速1600km(光速の約0.5%)という超高速での噴出を検出することに成功したと共同で発表した。



オリオン座V1355星で発生したスーパーフレアと巨大プロミネンス噴出のイメージ。(c)国立天文台(出所:京大プレスリリース PDF)

同成果は、京大大学院 理学研究科の井上峻大学院生、NAOJ の前原裕之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。](#)

太陽以外の星で、最大級の太陽フレアのエネルギーの 10 倍以上の規模であるスーパーフレアの発生が確認されている。その規模が大きいほど、それに伴って起きるプロミネンスの噴出も高速・大質量なものとなる傾向がある。つまり、恒星ではスーパーフレアに伴い、プロミネンスによってコロナの一部が惑星空間へと放出される「コロナ質量放出」(CME)が、太陽の何十倍もの規模で起きており、太陽の CME よりも大規模に周囲の惑星環境へ影響を与えている可能性があるという。また CME は、星が自身の質量の一部を失う現象であることから、恒星進化という観点からも重要な意味を持つとされる。しかしこれまでに、フレアに伴ってプロミネンスが噴出する様子が観測された例はあったが、その速度がその星の脱出速度を超過していた例はほぼ皆無だったという。そのため、太陽以外の星においてプロミネンス噴出が CME へと発展したことを検出した確たる証拠はなかったとする。そこで研究チームは今回、りょうけん座 RS 型変光星の 1 つであるオリオン座 V1355 星に対し、連続的な分光観測を実施したという。なおりょうけん座 RS 型変光星とは、磁気活動が活発な近接連星系であり、太陽に比べ大規模なスーパーフレアを頻繁に起こすことが知られている。

観測には、京大 岡山天文台に設置されている口径 3.8m のせいめい望遠鏡が用いられ、2020 年 12 月下旬に 1 週間ほど実施された。またそれと同時に、NASA が 2018 年に打ち上げた系外惑星探査を目的とした観測衛星 TESS による測光観測も行われた。

地上からの可視分光観測

京都大学岡山天文台 3.8mせいめい望遠鏡



©京都大学

宇宙からの可視測光観測

NASA TESS衛星



©NASA

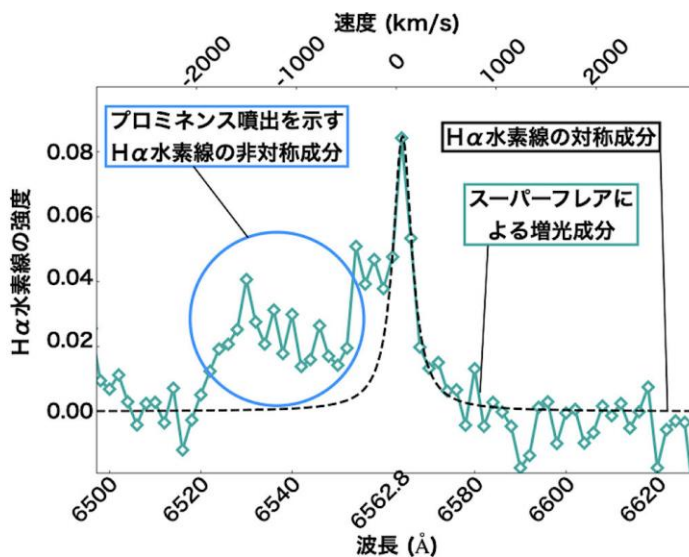
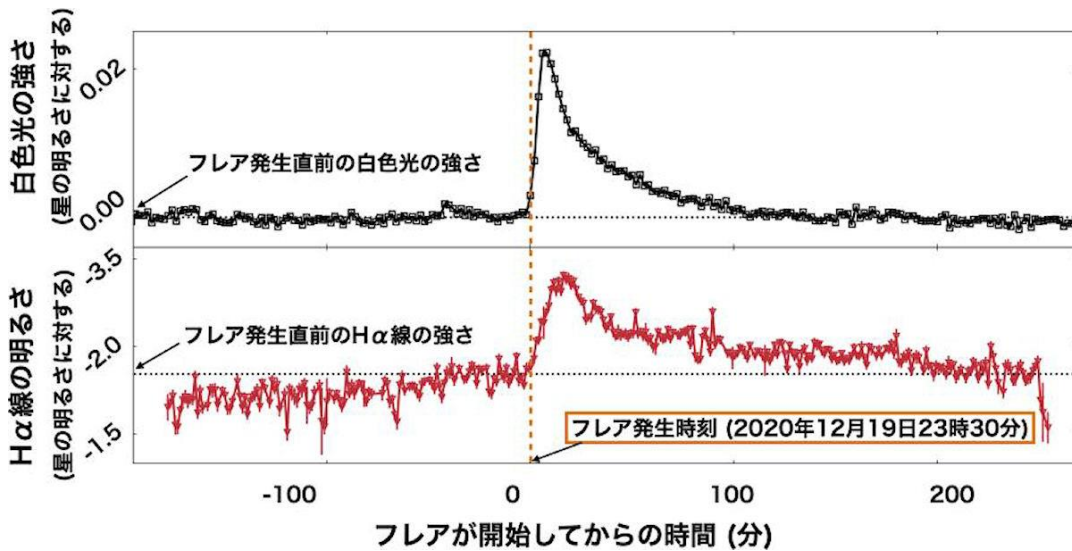
今回の研究で使用された望遠鏡。(出所:京大プレスリリース PDF)

なお、分光観測によって得られたデータは、フレア中の H α 水素線が「ドップラーシフト」現象を起こしているかどうかを調べるための分析に用いられた。また、測光観測によって得られたデータは、観測されたフレアのエネルギーや持続時間を調べるための解析に用いられたとする。

2020 年 12 月 19 日 23 時 30 分(日本時間)ごろ、TESS 衛星とせいめい望遠鏡がそれぞれ、星からの白色光と H α 水素線が増大していることを検出し、その後 3 時間ほど増光が継続する様子を確認した。星で起きたスーパーフレアがその増光の原因だったという。その後、このスーパーフレアは最大級の太陽フレアの 7000 倍のエネルギー規模であり、極めて大規模なスーパーフレアであることが判明したとする。

スーパーフレアが起きた前後での星の光の強さの時間変動。(出所:京大プレスリリース PDF)

このスーパーフレアが起きている間、H α 水素線はドップラーシフトを起こしており、スーパーフレアに伴ってプロミネンス噴出が起きたことが確かめられた。検出されたプロミネンスは毎秒 1600km という超高速で噴出しており、星の脱出速度(秒速 350km)を優に超えていた。さらにプロミネンスの質量は、太陽での最大級のものの 100 倍の大きさである 1018(100 京)g 以上で、史上最大の重量であることも判明したとしている。



スーパーフレアによる H α 水素線の増光スペクトル。(出所:京大プレスリリース PDF)

プロミネンス噴出は、星から噴出したプラズマが周囲の惑星と相互作用すると、惑星大気の損失を引き起こし、このことはその惑星で生物が存在し得るかどうかを決定する重要な要因の1つとなる。また CME については、星がそれにより、どれほどの頻度でどれだけの質量と角運動量を失っているのかを調べることが、恒星が進化の過程でどのように変化していくのかを決める重要な指標になるとする。

特に、今回発見されたプロミネンス噴出は、その速度、質量ともにいまだかつてないほどの大規模な事例だったことから、惑星環境と恒星進化への影響も極めて大きいと推定される。星によってはこれほどにまで大規模なプロミネンス噴出が起きるとい前例を作ったという点で、今回の発見は、今後の恒星・惑星科学におけるプロミネンス噴出という現象の立ち位置を大きく変えるものとしている。研究チームは、今後は可視光のみでなく、X線や電波を観測できる望遠鏡と連携しながら星の同時観測を行うことで、多波長でのプロミネンス噴出と CME の同時検出を達成し、恒星における大規模な CME の物理機構の理解を深めることを考えているとしている。

<https://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research-news/2023-04-28-0>

史上最大質量の超高速恒星プロミネンス噴出—せいめい望遠鏡が捉えた極限宇宙天

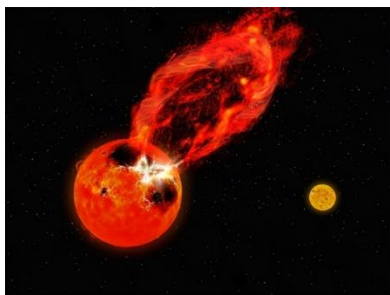
気現象— 公開日 2023年04月28日

井上峻 理学研究科修士課程学生、前原裕之 国立天文台助教らの研究グループは、京都大学 3.8m「せいめい」

望遠鏡を用いてりょうけん座 RS 型変光星 V1355 Orionis のモニタ観測を実施し、巨大爆発現象「スーパーフレア」とそれに伴う超高速プロミネンス噴出を検出することに成功しました。

太陽・恒星フレアはプロミネンスと呼ばれる温度約一万度のプラズマの噴出現象を伴うことがあります。噴出したプロミネンスの速度が十分に大きい場合、そのプロミネンスは星の重力を振り払い、星の外にまで飛び出す質量噴出現象となることが太陽では確認されてきました。太陽以外の恒星でもフレアに伴ってプロミネンス噴出が確認された例はこれまでもありましたが、そのプロミネンスの速度が星の重力を振り払えるほど大きかった例はほぼ皆無でした。本研究チームが今回発見したプロミネンスは約 1600 km/s という極めて大きい速度で噴出しており、この星の重力を振り払うのに必要な最低速度である 350 km/s を大きく超過していました。さらに、今回発見されたプロミネンスが太陽での最大級のプロミネンス噴出の 100 倍以上の質量を持っており、観測史上最大の重さのプロミネンスであることもわかりました。恒星の活動が周囲の惑星環境へと影響を与える「宇宙天気現象」の最極端なケースが今回捉えられたこととなります。

本研究成果は、2023 年 4 月 28 日に、国際学術誌「The Astrophysical Journal」にオンライン掲載されました。



オリオン座 V1355 星で発生したスーパーフレアと巨大プロミネンス噴出の想像

図。(クレジット：国立天文台)

研究者のコメント

「自分のように研究業界に入ってまだ日の浅い学生であっても、間が良ければ今回のような極めて珍しい現象の発見を成し得るという点が、自然科学全般の中で突発的現象を研究することの醍醐味だと思います。今後は X 線や電波などを加えた、より多数の望遠鏡での同時観測により、恒星におけるスーパーフレアとプロミネンス噴出の多波長同時検出に挑戦したいと考えています。」(井上峻)

詳しい研究内容について [史上最大質量の超高速恒星プロミネンス噴出—せいめい望遠鏡が捉えた極限宇宙天気現象—](#) 書誌情報

【DOI】 <https://doi.org/10.3847/1538-4357/acb7e8>

【KURENAI アクセス URL】 <http://hdl.handle.net/2433/281948>

【書誌情報】

Shun Inoue, Hiroyuki Maehara, Yuta Notsu, Kosuke Namekata, Satoshi Honda, Keiichi Namizaki, Daisaku Nogami, Kazunari Shibata (2023). Detection of a High-velocity Prominence Eruption Leading to a CME Associated with a Superflare on the RS CVn-type Star V1355 Orionis. The Astrophysical Journal, 948(1):9.

メディア掲載情報

京都新聞 (4 月 28 日 25 面)、朝日新聞 (4 月 28 日夕刊 8 面)、日本経済新聞 (4 月 30 日 26 面) および毎日新聞 (5 月 2 日 17 面) に掲載されました。

関連部局 [理学部・理学研究科](#)

<https://spaceref.com/science-and-exploration/superflare-with-massive-high-velocity-prominence-eruption/>

大規模で高速なプロミネンス噴火を伴うスーパーフレア

プレスリリース 国立天文台、国立研究開発法人 2023 年 4 月 28 日



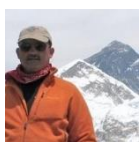
オリオン座 V1355 連星系の星の 1 つで観測されたスーパーフレアのアーティストの印象。右側の背景に連星伴星が見えます。CREDIT NAOJ

日本の天文学者のチームは、星のスーパーフレアのより完全な画像をキャプチャするために、地上と宇宙からの同時観測を使用しました。観測されたフレアは、非常に大規模で高速なプロミネンス噴火から始まりました。これらの結果は、スーパーフレアと星のプロミネンス噴火がどのように発生するかについてのより良いアイデアを与えてくれます。星によっては、これまで太陽で見られた最大の太陽フレアの 10 倍以上のスーパーフレアを放出しているのが確認されています。太陽フレアによって放出された高温電離ガスは、宇宙天気と呼ばれる地球周辺の環境に影響を与える可能性があります。より強力なスーパーフレアは、星の周りで形成される惑星の進化、またはそれらの惑星で形成される生命の進化にさらに大きな影響を与えるに違いありません。しかし、恒星でスーパーフレアやプロミネンス噴火がどのように発生するかについての詳細は不明です。

京都大学の井上俊が率いるチームは、日本の 3.8m の晴明望遠鏡とトランシティング系外惑星探査衛星 (TESS) を使用して、大規模なスーパーフレアを頻繁に放出することが知られている連星系 V1355 Orionis を監視しました。V1355 Orionis は、400 光年離れたオリオン座にあります。

チームは、時間分解能の高い連続観測でスーパーフレアを捉えることに成功しました。データ解析によると、スーパーフレアはプロミネンス噴火として知られる現象で発生したことが示されています。噴火の速度を計算するには、直接観測できない側面についていくつかの仮定を立てる必要がありますが、最も保守的な見積もりでさえ、星の脱出速度 (347 km/s) をはるかに超えており、プロミネンスの噴火が自由になることができたことを示しています。星の重力の変化とコロナ質量放出 (CME) への発展。プロミネンス噴火は、これまでに観測された中で最も大規模なもの 1 つであり、何兆トンもの物質が運ばれました。

これらの結果は、井上らとして登場しました。2023 年 4 月 27 日の The Astrophysical Journal の「[RS CVn 型星 V1355 オリオン座のスーパーフレアに関連する CME につながる高速プロミネンス噴火の検出](#)」(オープンアクセス)。



[キース・カウイング](#)



SpaceRef 共同創設者、Explorers Club フェロー、元 NASA、アウェイ チーム、ジャーナリスト、宇宙および宇宙生物学、失速したクライマー。

[Twitter でフォローする](#) Superflare With Massive, High-velocity Prominence Eruption

By [Keith Cowing](#) Press Release NAOJ, NINS April 28, 2023 [LinkedInFacebookTwitter](#)

Filed under [Astronomy](#), [Space Weather](#), [superflare](#), [V1355 Orionis](#)

Artist's impression of the superflare observed on one of the stars in the V1355 Orionis binary star system. The binary companion star is visible in the background on the right. CREDIT NAOJ

A team of Japanese astronomers used simultaneous ground-based and space-based observations to capture a more complete picture of a superflare on a star. The observed flare started with a very massive, high-velocity prominence eruption. These results give us a better idea of how superflares and stellar prominence eruptions occur.

Some stars have been seen releasing superflares over 10 times larger than the largest solar flare ever seen on

the Sun. The hot ionized gas released by solar flares can influence the environment around the Earth, referred to as space weather. More powerful superflares must have an even greater impact on the evolution of any planets forming around the star, or the evolution of any life forming on those planets. But the details of how superflares and prominence eruptions on stars occur have been unclear.

A team led by Shun Inoue at Kyoto University used the 3.8-m Seimei Telescope in Japan and the Transiting Exoplanet Survey Satellite (TESS) to monitor the binary star system V1355 Orionis which is known to frequently release large-scale superflares. V1355 Orionis is located 400 light years away in the constellation Orion.

The team succeeded in capturing a superflare with continuous, high temporal resolution observations. Data analysis shows that the superflare originated with a phenomenon known as a prominence eruption. Calculating the velocity of the eruption requires making some assumptions about aspects that aren't directly observable, but even the most conservative estimates far exceed the escape velocity of the star (347 km/s), indicating that the prominence eruption was capable of breaking free of the star's gravity and developing into Coronal Mass Ejections (CMEs). The prominence eruption was also one of the most massive ever observed, carrying trillions of tons of material.

These results appeared as Inoue et al. "[Detection of a high-velocity prominence eruption leading to a CME associated with a superflare on the RS CVn-type star V1355 Orionis](#)" (open access) in The Astrophysical Journal on April 27, 2023.



[Keith Cowing](#)

SpaceRef co-founder, Explorers Club Fellow, ex-NASA, Away Teams, Journalist, Space & Astrobiology, Lapsed climber. [Follow on Twitter](#)

https://news.biglobe.ne.jp/domestic/0505/ym_230505_9800064354.html

原始の地球の大気は強酸性、「マグマの海」再現実験で判明…「宇宙から生命の起源」

説を補強 2023年5月5日（金）11時18分 [読売新聞](#)



原始の地球に落下する隕石のイメージ（イラスト・木下真一郎さん、愛媛大提供） [写真を拡大](#)

地球が46億年前に誕生した直後は強い酸性の大気に覆われていた可能性が高いとする研究成果を、愛媛大などのチームが発表した。当時の地球の状態を実験で再現した。酸性度が強いと、生命の起源となるアミノ酸ができにくいと、今回の結果はアミノ酸が宇宙からもたらされたとの説を補強するという。論文が5日、国際科学誌に掲載される。原始の地球は高温の「マグマの海」に覆われ、徐々に冷えて固まったと考えられている。

チームは愛媛大の実験装置でマグマと同じ成分の岩石・カンラン岩を2300～2600度、15万～28万気圧の超高温・超高压の環境にさらし、マグマの海に似た状態を再現。カンラン岩の中に含まれる鉄で化学反応

が起き、酸素と結びつきやすい性質を持つ鉄が増えることを突き止めた。

大気の成分はマグマから噴き出るガスの影響を受けるため、この鉄を含むマグマから二酸化炭素や二酸化硫黄などの酸性のガスが大量に放出されることで、大気の酸性度が強まったとみられるという。そのため、チームは地球誕生からしばらくは、たんぱく質の元になるアミノ酸ができにくい環境だったと結論づけた。

アミノ酸の起源を巡っては、落雷で生成された有機物の中に含まれていたという説や、隕石によって宇宙からもたらされたとする説などがある。昨年6月には、日本の探査機「はやぶさ2」が持ち帰った小惑星リュウグウの試料からアミノ酸が見つかったと公表された。愛媛大の桑原秀治助教は「隕石にはアミノ酸だけではなく、酸性を弱める物質も含まれていたと考えられる。地球ができた後にそれらが降り注ぎ、約39億年前の生命の誕生につながったのだろう」と推測する。西真之・大阪大准教授（高圧地球科学）の話「地球が形成された頃の大気に関する情報がほとんどない中、マグマの状態から解明しようとする意義深い実験だ。マグマと大気の成分がどこまで密接に関係し、大気がどう変化したのかなどの解明も期待される」

<https://sorae.info/astrometry/20230505-mars-core.html>

火星の「核」は軽い元素が豊富な液体 「インサイト」が捉えた地震波により判明

2023-05-05 [彩恵りり](#)

-PR-

あわせて読みたい記事

[NASA 火星探査機「インサイト」が隕石衝突時の地震波と音波を検出、宇宙からクレーターの場所も特定](#)

[NASA 火星探査機「インサイト」の着陸地点、深さ 300m まで水の氷が存在しない可能性](#)

[NASA の火星探査機「インサイト」が最後のセルフィーを撮影](#)

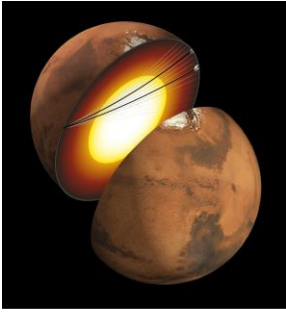
地球のような惑星は「岩石惑星」と呼ばれる通り、その表面にはケイ酸塩を主体とする岩石が多く存在しますが、中心部には主に金属の鉄とニッケルで構成された「核（コア）」が存在すると考えられています。

地球の核は2層構造をしていて、外側にある液体の「外核」と、中心側にある固体の「内核」に分かれていると考えられています。もちろん、余りにも深すぎる地球の中心部の様子を直接見ることはできませんが、このような構造は地球の内部を通過した地震波を分析することで推定することができます。地震波には密度や固体と液体の違いなど、通過する物質の物性によって変化する性質があるからです。これはちょうど、妊婦の胎内を超音波で見ることに似ています。さて、地球以外の岩石惑星も、地球と同じような構造をしているのでしょうか？理論的には、ある程度大きな岩石惑星は、中心部に金属核があると推定されています。しかし、理論はあくまでも理論なので、実際の天体の内部がどのような構造をしているのかは不明でした。

岩石惑星の内部構造の違いは、惑星の形成の仕方や環境の差を反映している可能性もあるため、非常に興味深いデータとなります。これまでに地震波で内部構造が推定された地球以外の天体は月だけですが、月はジャイアントインパクトという特殊な形成過程を経たと考えられているため、地球との単純な比較はできません。

このような現状を改善し得るのは「火星」の探査です。NASA（アメリカ航空宇宙局）が2018年から2022年まで運用した火星着陸船「インサイト」は、火星の地震を高感度で捉え、内部構造を推定するためのデータを取得することが目標の1つでした。インサイトは、火星の地震を正確に計測した初の火星探査機です（※）。

※...過去の事例として、NASAの「バイキング1号」と「バイキング2号」（1976-1980）にも地震計が搭載されていましたが、1号は地震計の固定解除に失敗し、計測ができませんでした。2号は地震と思われる振動を計測できたものの、本体の固定が不十分であること、1号との比較ができなかったため、風による振動の可能性を排除できませんでした。



【▲ 図: 今回解析された2つの地震波は、いずれも火星の中心部を通過している。これにより、火星の核は全体が液体であることが判明した (Credit: NASA/JPL & Nicholas Schmerr.)】

ブリストル大学の Jessica C. E. Irving 氏などの研究チームは、インサイトが検出した「S0976a」および「S1000」と名付けられた2つの地震波に注目し、解析を行いました。これらの地震波は、いずれもインサイトの着陸地点のほぼ反対側で発生した地震であると考えられています。地震波は震源から火星の中心部を通過してインサイトに到達した可能性があるため、火星中心部の様子を探るのに適していると考えられます。

解析の結果、火星の核の性質が明らかにされました。核の推定半径は 1780km から 1810km であり、火星全体の半分程度の大きさであると考えられます。また、火星の核はほぼ全体が液体であり、地球のように中心部に固体の核が存在する可能性は低いことも判明しました。地球よりも小さな天体である火星は地球よりも速やかに内部が冷え固まってしまう可能性があることを考えると、現在でも全体が融けているというのは意外な発見です。

さらに、火星の核には鉄やニッケルと比べて軽い元素が豊富に含まれており、重量比で 20%から 22%に達する可能性が高いことも判明しました。地球の核では 10%未満と推定されていることと比較すれば、これは大きな違いです。軽い元素の約 4分の3は硫黄が占めていて、残りは少量の酸素、炭素、水素で構成されていると推定されます。水の上に油が浮くのと同一ように、軽い元素は天体の表面に浮きやすく、中心部には沈み込みにくいことを考えると、火星の核に軽い元素が多いことは興味深いデータです。

今回示された軽い元素の豊富さは、太陽系誕生時における惑星形成過程の違いを反映している可能性があります。また、誕生から 46 億年経った現在でもプレートテクトニクスや強い磁場を保持している地球に対し、火星ではどちらも乏しい理由を説明できる1つの答えが得られる可能性もあります。

地球と火星の内部構造の比較は、岩石惑星の形成過程に関する共通点や異なる点を知る手掛かりとなり、金星など他の岩石惑星の内部構造を推定する上でも重要なデータとなります。インサイトの運用は終了しましたが、未解析のデータは大量に残されており、さらなる研究によって火星やその他の惑星の内部構造がより明らかになるかもしれません。

Source

[Jessica C. E. Irving, et.al.](#) "First observations of core-transiting seismic phases on Mars". (Proceedings of the National Academy of Sciences)

[Georgia Jiang.](#) "Scientists Detect Seismic Waves Traveling Through Martian Core for the First Time". (The University of Maryland)

文／彩恵りり

<https://sp.m.jiji.com/article/show/2937806>

2023-05-03 06:24 国際

「宇宙種子」食料危機救う？＝極限環境で耐性探る― IAEA

【ベルリン時事】国際原子力機関（IAEA）と国連食糧農業機関（FAO）が植物の種子を宇宙の極限環境にさらして、品種改良に生かす研究に取り組んでいる。宇宙の力を将来の食料危機を救う一助にしたい考えだ。

加速する地球温暖化に農作物の環境適応が追い付かなくなっているといわれる。IAEAのグロッシ事務局長は「より強い作物を育て多くの人に届けることができるようになるかもしれない」と期待を示している。

昨年11月、米南部バージニア州ワロップスにある米航空宇宙局（NASA）の施設から、実験データが豊富で比較しやすいシロイヌナズナとモロコシ（ソルガム）の種を打ち上げた。国際宇宙ステーション（ISS）に約5カ月とどまり、先月15日に南部フロリダ州沖に着水した。

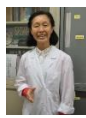
宇宙空間は、多様な放射線や無重力、極端な温度差といった地球にはない作用を及ぼす「特殊な実験室」となる。回収した種子に遺伝子レベルでどのような影響が出たか調べ、乾燥や気候の変化に強い作物への品種改良につなげる。早ければ今年10月にも初期段階の研究結果が出るという。

FAOの屈冬玉事務局長は「気候変動に適応し、食の安全保障を強化できる作物の開発につなげたい」と意気込んでいる。世界銀行によると、昨年6月時点で3億4500万人が食料危機にさらされている。ロシアのウクライナ侵攻に伴う供給網の混乱などのほか、気候変動による生育不足が要因とされる。農家の収入減少や食料価格の高騰で、アフリカでは2030年までに4300万人が新たに貧困ラインを下回る恐れがあるという。

[時事通信社]

<https://news.yahoo.co.jp/articles/8440cef6d9445a453fb7350d50430f04e35ba715>

ISS で取れたて野菜 火星で「昆虫栽培」も!? 宇宙食の今と未来



4/30(日) 11:14 配信



[宇宙食について説明する片山直美教授＝名古屋市瑞穂区の名古屋女子大で 2023年4月19日午前11時18分、川瀬慎一朗撮影](#)

「まずい宇宙食なんかより自分で育てた赤カブを食べたいね」。先日取材した日本人初の宇宙飛行士で、農家に転身した秋山豊寛さん（80）の言葉だ。宇宙で野菜は食べられないのかと思いきや、秋山さんが宇宙に行ってから33年たった今はそうでもないらしい。名古屋女子大の片山直美教授（宇宙栄養学）は「新鮮でおいしい野菜作りを目指しています。これからは昆虫食も有用です」と話す。火星で20年間100人が暮らすことを目標に、宇宙航空研究開発機構（JAXA）などと宇宙農業の研究を進めている片山教授に、最新の宇宙食事情について聞いた。【聞き手・川瀬慎一朗】 [【写真まとめ】宇宙へ行った秋山さん その表情は…](#) ——宇宙食はやっぱりおいしくないのでしょうか。 ◆以前と比べておいしくなっているし、バラエティーに富んだ飽きの来ないメニューになってきています。ただ、地球でのディナーの感覚とは異なります。昔はチューブに入った粉に、お湯や水を加えて飲む形のものが多くありました。しかし、だんだんとスプーンや箸など食器を用いる食事になってきています。 ——どのように変わってきていますか。 ◆野菜や果物などの生ものも、地上から持って行き食べられるようになってきました。国際宇宙ステーション（ISS）では、宇宙飛行士のお国自慢料理でパーティーも開かれています。日本からはラーメンなど楽しい食事が出ています。 ——宇宙で求められる食事とは？ ◆栄養バランスの良い、ビタミン、ミネラルが充足し、たんぱく質のアミノ酸スコアが優れ、しっかり筋肉が維持できる食事です。医食同源となるように食事内容を考える必要があります。カルシウムが骨に付き、筋肉が維持でき、血糖値が上がりすぎないように配慮ある食事が求められます。宇宙で植物を栽培する研究も進めています。 ——どんな植物を育てているのでしょうか。 ◆日本人宇宙飛行士の野口聡一さんが2021年、ISSでスイートバジルなどを水耕栽培しました。今はそれらの成分やDNAを解析しています。ISSバジルを使ったレシピも考案しています。地上で水耕栽培ができる葉菜類関係は宇宙でも栽培が可能と考えます。新鮮でおいしい野菜作りを目指しています。 ——育てたバジルは宇宙で食べるのですか。 ◆今はまだ自由には食べられません。（宇宙空間を飛び交う放射線である）宇宙線によりDNAが変わっている可能性があるためです。成分や遺伝子が変わらず、食べても安全に問題はないことを確認する必要があります。 ——バジルのようなハーブを育てることにどんな意味があるのでしょうか。 ◆バジルの香りには癒やし効果もあり、料理においても

汎用（はんよう）性があります。漢方薬でもあります。今後、宇宙での医食同源、薬草確保に役立つ研究であると思います。「食べること＝健康の維持」と考えています。——火星や月でも栽培するのですか。◆将来的に、月や火星の土壌を使って種から育てられればと考えています。さまざまな作物栽培を可能にするため、肥料の開発や土壌改良を行うことになります。——秋山さんが育てているような赤カブも栽培可能なのでしょうか。◆大切なのは、より汎用性のある作物を育てることです。最小限の組み合わせで、最大限の栄養素が手に入る作物の栽培が最優先されます。その後バラエティーを求めて、赤カブなどの栽培が行われる可能性はあります。——昆虫も注目されているとか。◆昆虫食はFAO（国連食糧農業機関）でも提唱されたように、短時間で作れて収益が上がり、温室効果ガスの排出量が少ないので環境に優しく、動物性たんぱく質として利用価値が高い食材です。コオロギやイナゴなどバッタ類は宗教的にも禁忌とはならないため、ユニバーサルフードとして利用が可能です。単位収穫量が良く、費用対効果が高い「昆虫栽培」は今後、地球でも宇宙でも盛んになるでしょう。——どのように食べるのですか。◆殻などを取り除き、粉末にすることで、より汎用性が高まります。コオロギなどは餌によって味や香りが変化します。宇宙船の中というよりも、将来的な月基地、火星基地における本格的な「昆虫栽培」を見越しています。——注目の昆虫は？◆私が代表を務めるNPO法人「宇宙農業サロン」では、カイコを提唱しています。日本ではかつて、貴重なたんぱく源としてカイコのサナギを食べていました。宇宙でもカイコを育て、絹糸で服を作り、カイコのサナギをたんぱく質や脂質として利用しようと考えたわけです。粉末にして菓子にしている例もあります。宇宙空間で正常な繭ができるかどうか問題で、研究を進めていきます。——宇宙飛行士にとって食とは？◆火星に人が行くとなると、往復で3年ほどかかります。長い間、同じメンバーが狭い船内で過ごすことになるのでリラックスできる時間が大切です。食事を通じて互いに交流すれば、なごやかに過ごすことができます。また、ハーブによる香りは心を落ち着かせ、自律神経をコントロールし、狭い空間でのストレス緩和、精神安定、深い眠りなどに利用できます。これからますます宇宙農業が必要になります。精神的な強さが宇宙飛行士に求められますが、健全な心は健全な体にやはり宿る。そのための食事です。◇片山直美（かたやま・なおみ）さん 1960年北海道函館市生まれ。岐阜大大学院農学研究科で修士号（農学）、名古屋大環境医学研究所では宇宙酔いの研究で博士号（医学）を取得。管理栄養士、調理師の資格も持つ。JAXAを中心に発足した宇宙医学や植物学、栄養学などの専門家が宇宙生活について考えるNPO法人「宇宙農業サロン」の代表。

<https://sorae.info/astromy/20230429-ryugu-amino-acid.html>

リュウグウのサンプルから迫る“宇宙のアミノ酸生成”

2023-04-29 [彩恵りり](#)

あわせて読みたい記事

[アミノ酸の生成は「ガンマ線」がカギ？ 太陽系初期の化学反応を実験室で再現](#)

[「はやぶさ2」採取のサンプルから判明、小惑星「リュウグウ」は水・有機物に富み始原的](#)

[そろばん玉に似た小惑星リュウグウやベンヌの形状は形成当初からだった可能性](#)

「アミノ酸」は、生命を構成する基本要素です。アミノ酸が多数結合して作られている様々なタンパク質は、細胞の構造や生体反応など、どれをとっても生命活動の維持に欠かせない役割を担っているからです。では、そのアミノ酸はどこからやってきたのでしょうか？これまでの研究では、アミノ酸を含む隕石がその有力候補の1つと見なされていました。ほとんどのアミノ酸には光学異性体（※）が存在していますが、隕石に含まれているアミノ酸と地球のアミノ酸の間でその比率がよく一致するためです。

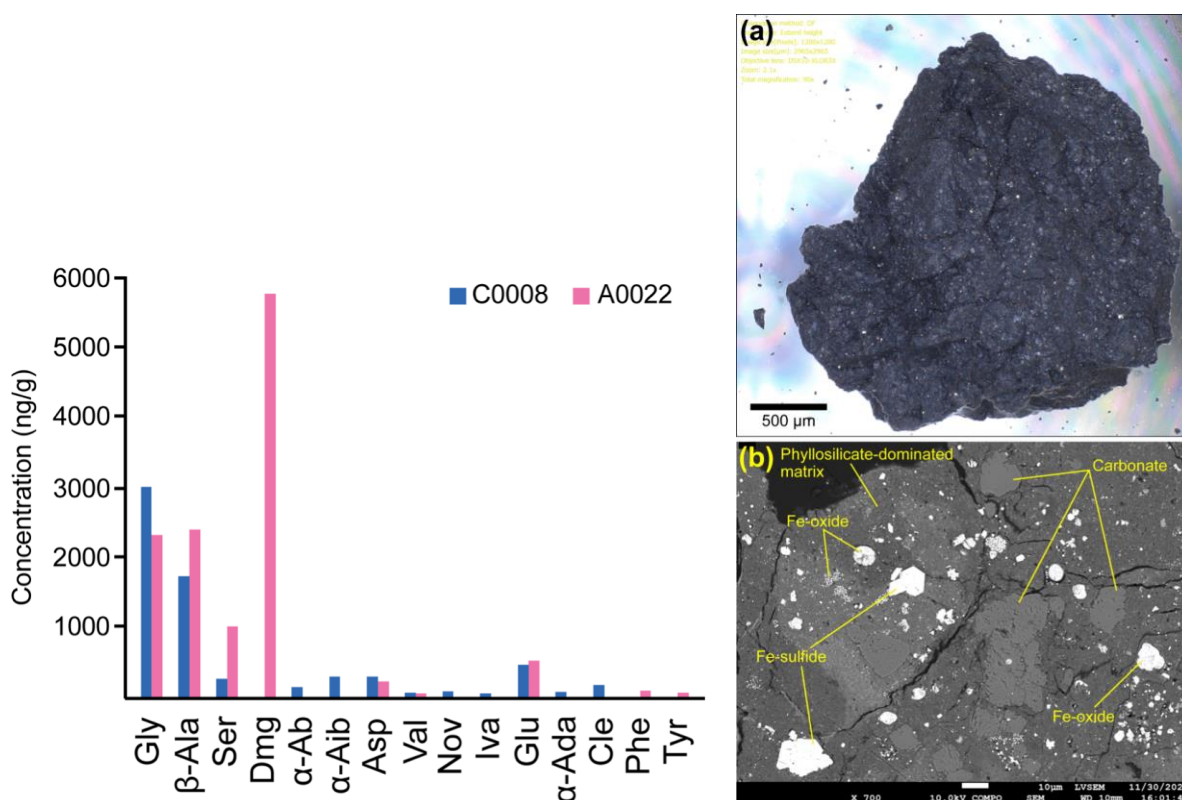
※…鏡写しであること以外は同一の構造を持つ分子を光学異性体と呼ぶ。地球の生命は基本的に片方（左手側と呼ばれる）の光学異性体を利用しており、同じ方の光学異性体を比率的に多く含むことが判明している地球外の物質は隕石のみである。しかし、多くの隕石の起源である小惑星に含まれるアミノ酸がどこからやってきたのかは、これまではっきりとしていませんでした。小惑星には太陽系誕生前の冷たい宇宙環境の元でゆっくりと化学

変化した物質と、太陽系誕生直後の熱い環境の中で化学変化した物質が混ざり合っていると考えられています。小惑星ではどちらの環境で合成されたアミノ酸が優勢なのか、これまではっきりとはわかっていなかったのです。特に問題だったのは、これまでこの種の研究が隕石を通してのみ行われてきたという点です。隕石は地球の大気圏に突入した瞬間から変質が始まってしまいますし、生命に満ちた地球ではどこに落ちて地球由来のアミノ酸による汚染をゼロにすることはできません。また、ある隕石の起源が具体的にどの小惑星なのかを特定することも困難です。こうした事情から、隕石を分析対象とする研究では、どうしても解明できる範囲に限界が存在していました。岡山大学の Christian Potiszil 氏などの研究チームは、宇宙航空研究開発機構（JAXA）の小惑星探査機「はやぶさ2」が持ち帰った小惑星「リュウグウ」のサンプルを対象に、アミノ酸の起源を特定する研究を行いました。リュウグウは「炭素質コンドライト」と呼ばれるタイプの隕石と同一の岩質であると考えられています。炭素質コンドライトにはアミノ酸が多く含まれていることから、リュウグウのような小惑星は地球のアミノ酸の起源となった可能性が高いと考えられています。また、はやぶさ2が持ち帰ったサンプルは小惑星から直接採取されたために起源がはっきりしており、地球に由来する汚染がほぼゼロであることも確認されています。これらの理由から、リュウグウのサンプルはこの種の研究に適していると言えます。

直径約 900m のリュウグウは、より大きな母天体の破片の一部が集積して形成されたと考えられています。リュウグウの母天体は太陽系誕生直後に形成されたと考えられていますが、このような環境では母天体の内部は短命な放射性同位体の崩壊熱によって氷が溶けるほどの温度まで数百万年間は加熱されると考えられています。

実際に、リュウグウのサンプルに関する過去の研究では、液体の水が必須だったり、液体の水がある方が生成されやすかったりする鉱物がいくつか見つかったため、リュウグウには液体の水が関わる化学反応が起きていたことを示す物質が含まれていると考えられています。

アミノ酸についても同様に、液体の水が関わる化学反応の痕跡が見つかる可能性があります。もしもそのような痕跡が見つければ、リュウグウのアミノ酸は太陽系誕生直後の熱い環境で生成されたと言えます。逆に、そのような痕跡が見つからなければ、リュウグウのアミノ酸は太陽系誕生前の冷たい環境で生成されたと言えます。



【▲ 図 1: 今回の研究で示されたアミノ酸の種類と量。C0008 (青色) と比較して A0022 (赤色) には、ジメチルグリシン (Dmg) が豊富に存在すること、グリシン (Gly) と β-アラニン (β-Ala) のどちらが多いかの比率が逆転

していることに注目 (Credit: Potiszil, et.al.)】

【▲ 図 2: (a) サンプル A0022 の画像 (スケールバーは 500 μ m=0.5mm)。(b) A0022 の断面の電子顕微鏡画像。炭酸塩 (Carbonate) や磁鉄鉱 (Fe-oxide)、フィロケイ酸塩 (Phyllosilicate-dominated matrix) などは、液体の水の関与によって生成されやすい鉱物である (Credit: Potiszil, et.al.)】

Potiszil 氏らはこの疑問を解決するため、はやぶさ 2 の 2 回のタッチダウンでそれぞれ採集されたサンプルを対象に分析を行いました。その結果、1 回目のタッチダウンで採取されたサンプル「A0022」(リュウグウの表面に由来する)には「ジメチルグリシン」と呼ばれるアミノ酸が多量に存在することが分かりました。ジメチルグリシンは地球外物質には珍しいアミノ酸です。一方で、2 回目のタッチダウンで採取されたサンプル「C0008」(リュウグウの内部に由来する)にジメチルグリシンはほとんど含まれていないことも分かりました。また、サンプルに含まれている「グリシン」の量は A0022 (表面由来)と比べて C0008 (内部由来)の方が多く、グリシンに対する「 β -アラニン」の比率は C0008 と比べて A0022 の方が高いことも判明しました。アミノ酸の種類や比率は、それぞれのサンプルが受けた化学変化の違い、すなわち環境の違いを反映すると見られます。

こうした環境の違いはアミノ酸の種類や比率の違い、およびサンプルに含まれるアミノ酸以外の鉱物を比較することで推定できることが分かりました。例えば、ジメチルグリシンを生成する反応の 1 つに「エシュバイラー・クラーク反応」というものがあります。これはグリシン、ギ酸、ホルムアルデヒドが水中で反応してジメチルグリシンが発生する反応であり、副産物として二酸化炭素が発生します。エシュバイラー・クラーク反応が重視される理由は以下の通りです。

1. グリシン、ギ酸、ホルムアルデヒドは、いずれも彗星に豊富に含まれている物質であり、おそらく小惑星にも豊富に含まれていると予想されている。
2. 水中、つまり液体の水で反応が進行するということは、熱の発生によって氷が融けたことを示している。
3. 二酸化炭素は炭酸塩の形で鉱物として残っている。また、フィロケイ酸塩や磁鉄鉱など、液体の水が関与することによって生成する鉱物が見つかった。

つまり、A0022 にジメチルグリシンが豊富に含まれているのは、過去に液体の水が存在した環境を経験したことと関連しているからだとして推定されます。これらの結果は、リュウグウのサンプルごとのアミノ酸の違いは、様々なサンプルが受けてきた過去の環境による化学変化の違いによるものであることを示しています。また、アミノ酸を生成する反応の証拠はアミノ酸そのものだけでなく、他の鉱物によっても残されることを示しています。こうした理由から、将来的な研究の道筋が見えてきます。例えば、今回の研究ではサンプルに存在しているアミノ酸の生成反応に主眼を置いているのですが、化学反応の過程では破壊されるアミノ酸もあるはずで、サンプルに存在していないアミノ酸にも目を向けることで、小惑星が受けてきた正確な化学反応を特定できるかもしれません。そうなれば、地球に届いたアミノ酸のより正確な起源を理解する手掛かりが得られるとも予想されます。

Source

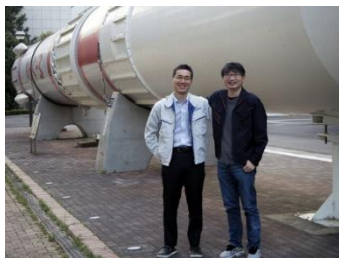
[Christian Potiszil, et.al.](#) “Insights into the formation and evolution of extraterrestrial amino acids from the asteroid Ryugu”. (Nature Communications)

[“小惑星リュウグウに記録されたアミノ酸生成の痕跡 ～初期太陽系における水-有機物反応のスナップショット～”](#). (岡山大学) 文/彩恵りり

<https://news.yahoo.co.jp/articles/a337c117d65cff687099a341e85a45a691c345a0>

彗星のかけらを地球に 「はやぶさ」継承、30 年代半ば 次世代試料採取計画・JAXA

4/30(日) 7:16 配信  



[宇宙航空研究開発機構（JAXA）の次世代小天体サンプルリターン計画を検討するワーキンググループ中心メンバーの佐伯孝尚教授（右）と鳶生有理主任研究開発員＝4月17日、相模原市中央区](#)

小惑星から砂などの試料を持ち帰った探査機「はやぶさ」「はやぶさ2」の技術を継承する「次世代小天体サンプルリターン（SR）計画」が、宇宙航空研究開発機構（JAXA）で検討されている。目標天体は地球—木星軌道間を周回する彗星（すいせい）が有力で、JAXAは昨年、はやぶさ2の運用経験者を中心とするワーキンググループ（WG）を設置。2030年代半ばの打ち上げ、40年代半ばの帰還を視野に、探査機の構成や目標天体の選定などを進めている。探査機は、目標天体への往復航行を担う親機（巡航ステージ）と、到着後に観測や着陸・試料採取（タッチダウン）を行う子機（探査着陸ステージ）の構成。はやぶさ2では2回タッチダウンを行ったが、墜落などのリスクを懸念して2回目を実施するかどうかの議論があったという。WG中心メンバーの佐伯孝尚 JAXA 教授は「親機子機方式はリスクを低減しながら、何回も試料を取りに行ける」と利点を語る。また、彗星など遠方の探査は往復に10年以上かかる一方、目的地での観測期間は1年程度。機体を親子に分ければ、子機側は長寿命で高価な部品が不要になる。さまざまな探査で親機を共通化すれば、コスト削減にもつながる。佐伯さんは「予算が潤沢ではない日本が、数多く探査をするために必要な工夫だ」と強調する。はやぶさ2では、カプセルの気密性を高めて気体の採取に成功したが、帰還までの温度変化などで失われた情報も多かった。そこで、次世代探査では分析装置を載せた「その場分析」を計画。彗星の内部構造を調べるため、レーダーを使った透過観測や、地震計の設置も検討されている。ただ、技術的な課題は多い。次世代探査機は太陽から遠い木星圏まで飛ぶため、電力確保には地球近傍に比べて20倍前後の面積の太陽電池が必要。探査機全体の省電力化と軽量・高効率の新型電池の開発が必須となる。親機への試料受け渡し方法も課題だ。タッチダウン後に子機が親機に再ドッキングする方法のほか、子機が放出した試料容器を親機が受け取る「空中受け渡し」も検討されている。佐伯さんは「あれだけうまくいったはやぶさ2の技術がどこにも伝承されないのはもったいない。この手の探査をやる能力を保持する仕組みをつくらないといけない」と話した。

<https://news.yahoo.co.jp/articles/41bc2bdef2b79f4847e58a8c9389595ea6bf01f5>

「太陽系以前」の歴史探る 彗星からの試料採取 次世代小天体 SR

4/30(日) 7:16 配信  

サンプルリターン（SR）探査の有力な試料採取先として期待される彗星（すいせい）には、約46億年前の太陽系誕生当時の情報をそのままとどめた物質（始原的物質）が多く残されているとみられている。探査機「[はやぶさ2](#)」が試料を持ち帰った小惑星「りゅうぐう」も、水や有機物を含み、高温や高圧などをあまり経験していない「始原的」な天体だった。ただ、りゅうぐうの元となった天体（母天体）内部では、水と鉱物の化学反応（水質変成）が起きていた。宇宙航空研究開発機構（JAXA）の鳶生有理主任研究開発員は「彗星は水質変成以前の状態を維持しており、より始原的な情報を保っている」と指摘。「太陽系ができるまでの情報も見ることができる」と意義を説く。目的地候補の一つは、2003年に再発見されたブランペイン彗星。地球—木星軌道間の楕円（だえん）軌道を5年余りで周回する。核の直径は約300メートルで、尾の元となる揮発成分の放出は少なく、「カスッカスの彗星」（鳶生さん）。内部構造の観測や、放出される物質の「その場分析」により、太陽系にと

どまらず、太陽系誕生以前の歴史にも迫れる可能性があるという。

<https://sorae.info/space/20230430-nasa-voyager2.html>

NASA、惑星探査機ボイジャー2号の科学機器シャットダウン開始を先送り

2023-04-30 [sorae 編集部](#)

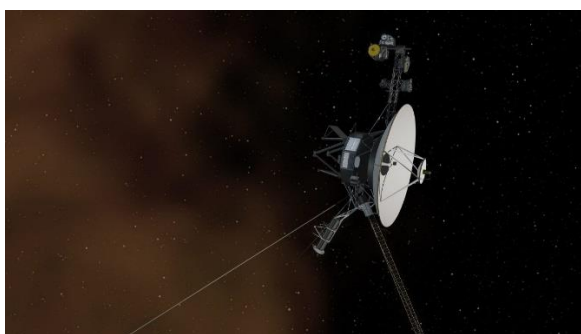
[あわせて読みたい記事](#)

[淡く輝く三日月形の天王星 ボイジャー2号の天王星フライバイから37年](#)

[惑星探査機「ボイジャー2号」打ち上げから45年、今も続く探査ミッション](#)

[NASAの惑星探査機「ボイジャー1号」データの一部に生じていた問題が解消された](#)

アメリカ航空宇宙局（NASA）は4月26日、今年で打ち上げから46周年を迎える惑星探査機「ボイジャー2号」について、科学機器に供給する電力を確保するための新たな措置を講じたと発表しました。今回の措置によって、NASAはボイジャー2号の科学機器のシャットダウン開始を2026年まで先送りできる見込みです。



【▲ 星間空間に到達したボイジャーの想像図（Credit: NASA/JPL-Caltech）】

1977年8月に打ち上げられたボイジャー2号は、木星・土星・天王星・海王星を一度のミッションで探査する通称「グランドツアー」を行ったことで知られています。2018年11月にボイジャー2号は太陽圏（ヘリオスフィア、太陽風の影響が及ぶ領域）を離脱し、同型機「ボイジャー1号」（2012年8月に太陽圏離脱）に続いて星間空間に到達した人工物となりました。

関連：[惑星探査機「ボイジャー2号」打ち上げから45年、今も続く探査ミッション](#)（2022年8月20日）

2023年4月27日現在、NASAによればボイジャー2号は太陽から約199億2748万km（約133.2天文単位）離れたところを太陽に対して秒速約15.4kmで飛行しており、地球とボイジャー2号の通信は片道だけでも約18時間26分かかります。太陽から遠く離れて飛行するボイジャー1号と2号には、動力源として放射性同位体熱電気転換器（Radioisotope Thermoelectric Generator：RTG、原子力電池の一種）が搭載されています。プルトニウム238の崩壊熱から電気を得るボイジャーのRTGの発電量は時間が経つとともに低下していくため、飛行に不可欠ではないヒーターなどの装置をオフにすることで、科学機器に供給する電力が確保され続けてきました。しかし、不要な装置の電源をオフにして電力を確保する方法には限界があります。現在ボイジャー2号は5つの科学機器を使って星間空間の貴重な観測データを取得し続けていますが、代わりにオフにできる装置はもう残っておらず、次は科学機器の1つをオフにしなければならない状況だったといえます。

科学機器をオフにすることなく電力を確保する方法を検討したボイジャーの運用チームは、予備の電力も観測に割り当てることを決定しました。ボイジャーを運用するNASAのジェット推進研究所（JPL）によると、ボイジャーには電圧が大幅に変動した時に機器を保護するための安全装置が備わっており、バックアップ回路に供給するためのわずかな電力が確保されているといえます。この電力を割り当てることで、科学機器をシャットダウンし始めるタイミングを先送りしようというわけです。JPLによれば、この措置によってボイジャー2号の電圧は厳密に制御されなくなるものの、電圧の大幅な変動には運用チームが対処できるといえます。また、打ち上げから45年以上が経った現在でもボイジャーの電気系統は比較的安定しており、安全装置の必要性は低く抑えられ

ているとされています。ボイジャー2号で良い結果が得られた場合、ボイジャー1号でも同様の措置を講じる可能性があるようです。ボイジャー1号と2号のプロジェクトマネージャーを務めるJPLのSuzanne Doddさんは「電圧の変動がもたらす機器のリスクは小さなものであり、科学機器をより長い期間オンにしておくほうがより大きな成果を得られると判断しました」「ボイジャー2号を数週間見守ってきましたが、新たな措置は良好に機能しているようです」とコメントしています。

Source Image Credit: NASA/JPL-Caltech

[NASA/JPL](#) - NASA's Voyager Will Do More Science With New Power Strategy 文/sorae編集部

<https://sorae.info/space/20230501-space-life.html>

宇宙生活の困りごと。解決は地上での生活にも役立つかも 2023-05-01 [sorae編集部](#)

あわせて読みたい記事

[JAXA、ISSで宇宙飛行士が使用する「新たな生活用品のアイデア」を法人向けに募集](#)

[若田光一宇宙飛行士がクルードラゴン運用5号機に搭乗決定！ 2022年秋以降の打ち上げ](#)

[星出彰彦宇宙飛行士がISSで船外活動を実施、日本人宇宙飛行士の最長記録を更新](#)

優れた能力を持つ多数の応募者のなかから選抜され、厳しい訓練を経た後に、地球の上空400kmを周回する国際宇宙ステーション（ISS）でミッションに従事し、近い将来は月面での探査活動も予定されている宇宙飛行士たち。宇宙飛行士がミッション中に体験する無重力環境や閉鎖空間での生活には私達の暮らしとは大きく異なる部分もありますが、実は、宇宙飛行士の困りごとと私達の生活には、密接な繋がりがあります。

宇宙航空研究開発機構（JAXA）は2020年、宇宙飛行士の山崎直子さん、油井亀美也さん、大西卓也さんらが参加した座談会を行いました。座談会のテーマは「宇宙での生活課題」です。座談会の目的は、宇宙などの過酷な環境が人間の生活に及ぼす影響について調べることです。

<https://news.yahoo.co.jp/articles/641beafa22f8c2e709b461618bed9159ac261643>

惑星が恒星にのみ込まれたか 1万2000光年先 米研究チーム

5/4(木) 0:19 配信  



[年老いて膨張した恒星にのみ込まれる惑星の想像図（ジェミニ天文台など提供）](#)

太陽のような恒星が年老いて膨張し、すぐ近くを周回する惑星がのみ込まれる様子を初めて観測した可能性が高いと、米マサチューセッツ工科大などの研究チームが3日付の英科学誌[ネイチャー](#)電子版に発表した。太陽も約50億年後には膨張し、水星や金星、地球をのみ込むと考えられており、観測成果は惑星系の終末を解明するのに役立つと期待される。この恒星はわし座の方向、約1万2000光年先にあり、水素の核融合が中心部から周辺に広がって膨張したとみられる。質量は太陽の0.8~1.5倍で、消えた惑星は木星の1~10倍と推定された。2020年5月、米パロマー天文台の「ツビッキー・トランジェント天体探査装置（ZTF）」で明るく輝く現象が捉えられ、米赤外線天文衛星「ネオウィズ」や南米チリにあるジェミニ南望遠鏡などでも観測された。明る

さが変わる経過や放出されたエネルギーの規模から、二つの恒星から成る連星の合体ではなく、恒星が惑星をのみ込んだ可能性が高いと結論付けた。

<https://sorae.info/astromy/20230501-new-stellar-danger-to-planets.html>

160 光年以内の超新星爆発は危険？ 従来想定より遠くても大量絶滅発生の可能性

2023-05-01 sorae 編集部

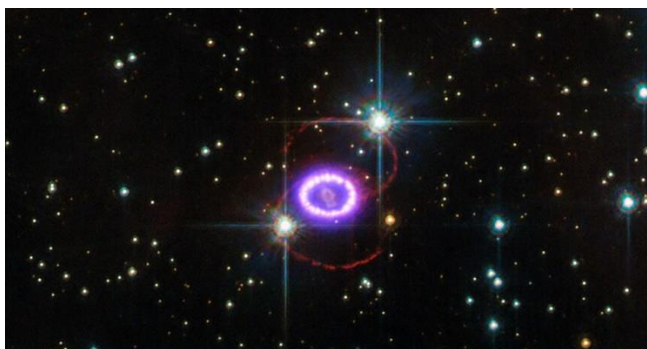
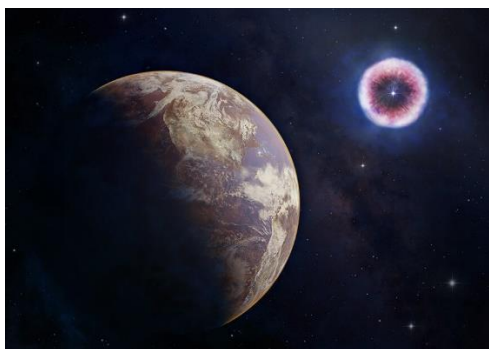
あわせて読みたい記事

[星のアンチエイジング？ ホットジュピターを持つ恒星は本来の年齢よりも若く見える可能性](#)

[星の最期を伝える 16 万光年先の超新星残骸、ハッブルとチャンドラが観測](#)

[銀河団の中心に「謎の 4 つの巨大な空洞」 超大質量ブラックホールの連星が関与か](#)

イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校の Ian Brunton さんを筆頭とする研究チームは、これまで知られていなかった超新星爆発のリスクを発見したとする研究成果を発表しました。研究チームによると、従来の想定と比べて 6 倍ほど遠くで発生した超新星も、惑星の大気に重大な影響を及ぼす可能性があるようです。



【▲ 超新星爆発(右)に由来する大量の X 線の影響を受けた地球に似た惑星(左)の想像図(Credit: NASA/CXC/M. Weiss)】

【▲ 超新星「SN 1987A」の超新星残骸 (Credit: NASA/CXC/Univ. of Illinois/I. Brunton et al.)】

質量が太陽 8 個分以上の大質量星や白色矮星を含む連星系で起きるとされる超新星爆発では、強力なガンマ線などの電磁波や高エネルギー粒子が放出されます。2003 年に発表された研究成果によると、もしも地球から約 26 光年（8 パーセク）以内で超新星爆発が起きた場合、オゾン層の破壊をとともなう大気への影響によって地球の生命は壊滅的な被害を被ると推測されています。

今回、研究チームはアメリカ航空宇宙局 (NASA) の「チャンドラ」「ニール・ゲーレルス・スウィフト」「NuSTAR」、欧州宇宙機関の「XMM-Newton」といった観測衛星のデータをもとに、大マゼラン雲で発生した超新星「SN 1987A」をはじめ 1970 年～2019 年にかけて検出された 31 件の超新星とその余波を分析しました。

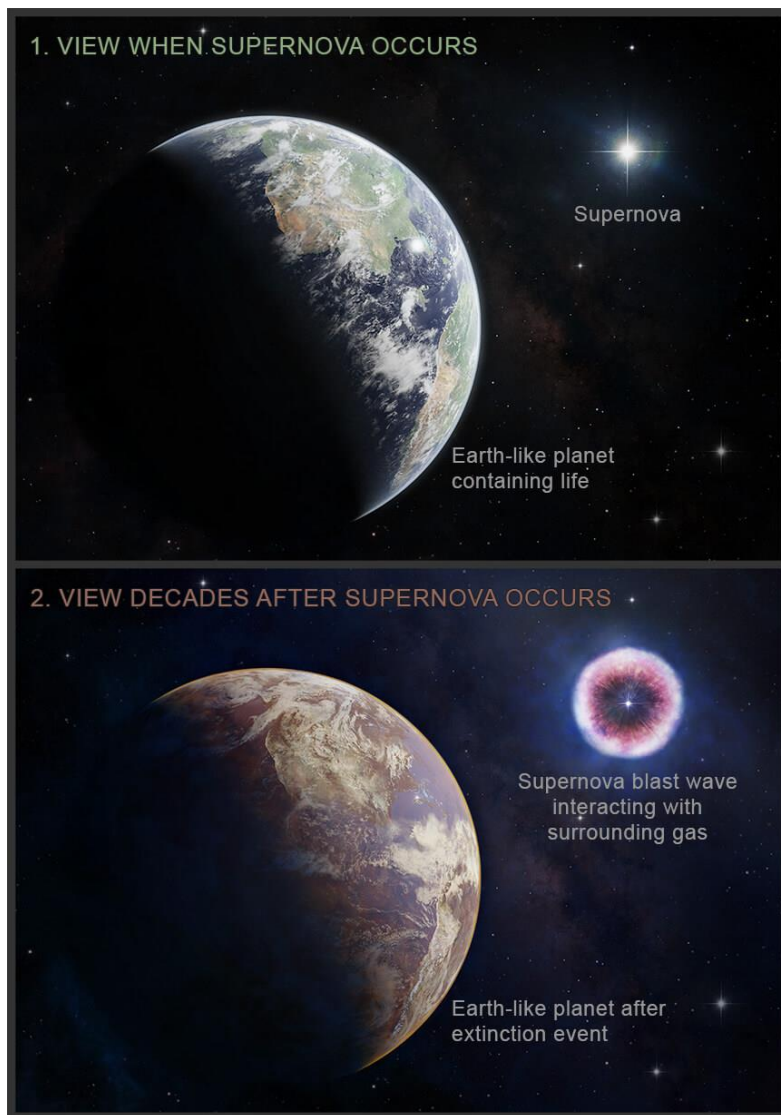
研究チームによる分析の結果、超新星までの距離が約 160 光年（50 パーセク）離れていても、惑星は致命的な影響を受ける可能性が示されたといいます。仮に惑星の環境が地球に似ていた場合、オゾン層の大半を失ってしまう可能性があるようです。従来の研究で示された“危険距離”は前述の通り約 26 光年でしたから、およそ 6 倍遠い超新星でも生命に被害をもたらしかねないこととなります。

研究チームによると、新たに判明したリスクは X 線によってもたらされます。超新星を起こした天体の周囲に濃いガスが存在している場合、爆発で生じた衝撃波とガスの相互作用によって大量の X 線が放出されます。X 線の放出は数十年間続く可能性があり、到達した X 線によって惑星の大気化学が大幅に変化する結果、大量絶滅を引き起こすのに十分な影響を被る可能性があるといいます。幸い、今の太陽系周辺にはこのような被害をもたらすおそれのある星は存在していないといいますが、過去の状況はまた違っていたかもしれません。世界各地で採取された鉄の放射性同位体（超新星爆発で放出された後に地球へ降り注いだと考えられている）などの証拠をもと

に、今から約 200 万～800 万年前、地球から約 65～600 光年の距離で超新星が発生したと推定されていますが、この距離は今回の研究で示された X 線の「危険距離」と一部が重なっているからです。

チャンドラ X 線観測衛星を運用するチャンドラ X 線センターによると、現在、太陽系は高温・低密度のガスが低温のガスに囲まれている「ローカルバブル」(Local Bubble。局所泡、局所バブルとも)と呼ばれる幅数百光年程度の領域に位置しています。ローカルバブルは領域の中心で発生した一連の星形成活動と超新星爆発によって今から約 1400 万年前に形成されたと考えられていますが、過去にローカルバブルで超新星を起こした大質量星は太陽系に近かったため、当時の地球は今よりも高い超新星のリスクに晒されていた可能性があるといえます。これらの証拠は過去の地球で発生した大量絶滅と超新星爆発を直に関連付けるものではありませんが、太陽系誕生以来、超新星のような爆発現象が地球に影響を及ぼしてきたことを示唆しているといえます。

研究に参加したイリノイ大学の Brian Fields さんは「星のライフサイクルの理解に留まらず、宇宙生物学、古生物学、地球惑星科学といった分野にも影響を与えることから、超新星由来の X 線に関するさらなる研究には価値があります」と、今後の研究の重要性を述べています。



【▲ 地球に似た惑星の比較的近くで超新星が出現した時の様子（上）と、超新星爆発に由来する大量の X 線の影響を受けた後の様子（下）の想像図。大気中で大量の二酸化窒素が生成されたために茶色いヘイズ（もや）が発生し、植物が枯れ果てたことで大陸からは緑が失われている (Credit: NASA/CXC/M. Weiss)】



【▲ チャンドラ X線センターによる今回の研究成果の解説動画（英語キャプション）】

Source Image Credit: Science: NASA/CXC/Univ. of Illinois/I. Brunton et al.; Illustration: NASA/CXC/M. Weiss

[Chandra X-ray Center](#) - New Stellar Danger to Planets Identified by NASA's Chandra

[Illinois News Bureau](#) - New stellar danger to planets identified by NASA'S Chandra program

[Brunton et al.](#) - X-Ray-luminous Supernovae: Threats to Terrestrial Biospheres 文/sorae 編集部

<https://sorae.info/astronomy/20230503-first-stars.html>

初代星が起こした超新星爆発の痕跡か？ 超大型望遠鏡 VLT の観測で発見

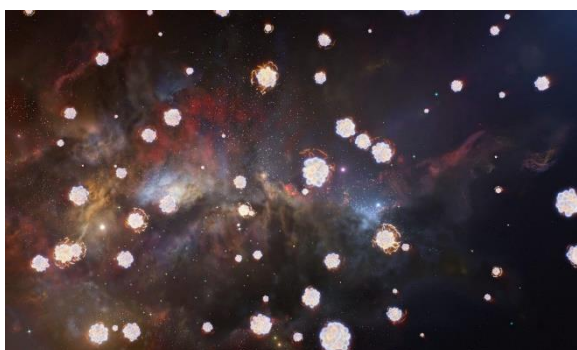
2023-05-03 [sorae 編集部](#)あわせて読みたい記事

[穏やかに渦巻く活動銀河。超大型望遠鏡 VLT が撮影した「M77」](#)

[若き変光星から放出されたジェットのうちねり 超大型望遠鏡 VLT で観測](#)

[UFO を見た！と主張する海外の歌手たち](#)

パリ天文台の博士課程学生 Andrea Saccardi さんを筆頭とする研究チームは、初期の宇宙に存在していたガス雲に関する研究成果を発表しました。そのなかには宇宙最初の世代の星である「初代星（ファーストスター）」が超新星爆発を起こした後に残したとみられるガス雲も含まれており、初代星の超新星爆発の痕跡を初めて特定できたと研究チームは述べています。



【▲ 様々な元素を含む遠方宇宙のガス雲のイメージ図（Credit: ESO/L. Calçada, M. Kornmesser）】

【▲ ESO による今回の研究成果の解説動画（英語）】（Credit: ESO）

■初代星の超新星爆発後に予想される化学組成と一致するガス雲を発見

私たちの周辺には水分子を構成する水素と酸素をはじめ、地球の生命に欠かせない炭素や窒素、人類の文明活動に用いられている鉄・金・ウランなど、様々な元素が存在しています。しかし、今から約 138 億年前のビッグバンから始まったとされる宇宙の歴史の最初期には、水素・ヘリウム・ごくわずかなリチウムといった軽い元素しか存在していなかったと考えられています。

天文学で「金属」や「重元素」と総称される水素やヘリウムよりも重い元素のうち、鉄までの元素は恒星内部の

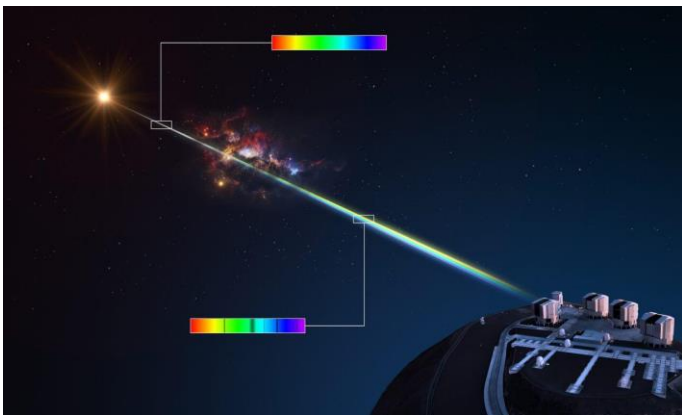
核融合反応で、鉄よりも重い元素は超新星爆発などの激しい現象にともなって生成されたとみられています。生成された金属は恒星の星風や超新星爆発によって周囲に放出され、やがて新たな世代の星に受け継がれていくため、宇宙の金属量は恒星の世代交代が進むとともに増えていくことになります。生命や文明を支える多様な元素は、星々が長い時間をかけて生み出してきたものなのです。

その長い歴史を過去に向かって辿っていくと、今から 135 億年前頃に誕生したと考えられている最初の世代の星「初代星」（ファーストスター、種族 III の星※）は、当時の宇宙に存在していた水素やヘリウムだけを材料に形成されたこととなります。太陽数十個～数百個分の質量があったとみられる初代星はその内部で初めて金属を生成し、超新星爆発を起こした時に周囲へ金属を撒き散らしたはずで

す。今回、研究チームが今から 120 億年前頃（赤方偏移 $z=3\sim 4$ ）に存在していた幾つものガス雲の化学組成を分析したところ、恒星の内部で生成される元素のうち炭素などは豊富に含むものの、鉄はほとんど含まないガス雲が 3 つ見つかりました。研究チームによると、一部の初代星が起こした超新星爆発はエネルギーが低く、星の外層に存在していた炭素・酸素・マグネシウムなどは放出されるものの、中心核（コア）に存在していた鉄はほとんど放出されない場合もあった可能性が過去の研究で指摘されていました。今回見つかった 3 つのガス雲の化学組成は、このような爆発で予想されるものに一致するといいます。

また、天の川銀河で見つかった古い星のなかには、鉄に対する炭素の割合が高い「炭素過剰金属欠乏星」と呼ばれるものがあります。炭素過剰金属欠乏星は初代星が放出した物質から形成された“第 2 世代の星”である可能性が指摘されていましたが、今回研究チームが発見した 3 つのガス雲はまさにそのような物質に相当するといいます。Saccardi さんは「史上初めて、初代星の爆発の科学的な痕跡を遠方宇宙のガス雲にて特定することができました」とコメント。また、研究に参加したフィレンツェ大学の Stefania Salvadori 准教授は「私たちの発見は初代星の性質を間接的に研究する新たな方法を開くとともに、天の川銀河の星の研究を完全に補完するものでもあります」とコメントしています。

■ガス雲を通過してきたクエーサーの光を地上の望遠鏡で分析



【▲ クエーサー（右上）を利用してガス雲（中央）の化学組成を調べる方法を示した図。虹色のバーで示されているのはクエーサーのスペクトル。ガス雲を通過した後のスペクトルには暗い吸収線が現れている（Credit: ESO/L. Calçada）】

今回の研究では、ヨーロッパ南天天文台（ESO）が運営するパラナル天文台（チリ）の「超大型望遠鏡（VLT）」に搭載されている多波長分光観測装置「X-shooter」によるクエーサー（Quasar）の観測データが利用されました。クエーサーは銀河中心部の狭い領域から強い電磁波を放射する活動銀河核（AGN）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。クエーサーと地球の間にガス雲があると、クエーサーから放出された光の一部はガス雲に含まれている物質に吸収されます。天体のスペクトル（電磁波の波長ごとの強さ）を得る分光観測を行い、クエーサーのスペクトルに現れた吸収線（原子や分子が特定の波長の電磁波を吸収したことで生じる暗い線）を調べることで、ガス雲に含まれている金属の種類や量を知ることができるのです。X-shooter のような分光観測装置は、現在 ESO が建設を進めている口径 39m の大型望遠鏡「欧州超大型望遠鏡（ELT）」にも搭

載される予定です。研究に参加したイタリア国立天体物理学研究所（INAF）の Valentina D'Odorico さんは、今回見つかったようなガス雲を ELT の分光観測装置でより多く、より詳しく調べることで「初代星の謎めいた性質を明らかにできるでしょう」と期待を寄せています。

※...スペクトルから判明する金属量をもとに、金属が多い若い星は「種族 I」、金属が少ない古い星は「種族 II」に分類されています。金属が少ない星は「金属欠乏星」、金属がほとんど含まれない星は「超金属欠乏星」とも呼ばれています。また、金属を含まない星、すなわち最初の世代の星は「種族 III」に分類されていますが、まだ見つかったことはありません。

Source Image Credit: ESO/L. Calçada, M. Kornmesser, ESO/L. Calçada

[ESO](#) - Astronomers find distant gas clouds with leftovers of the first stars

[Saccardi et al.](#) - Evidence of first stars-enriched gas in high-redshift absorbers (the Astrophysical Journal)

文/sorae 編集部

<https://sorae.info/astromy/20230504-jo175.html>

ハッブル宇宙望遠鏡が撮影したインディアン座の渦巻銀河「JO175」

2023-05-04 [sorae 編集部](#)

あわせて読みたい記事

[6 億光年先のクラゲ銀河「JO204」 触手のような構造の正体とは](#)

[剥ぎ取られたガスが触手のよう。クラゲ銀河「JW100」](#)

[ハッブル宇宙望遠鏡が撮影した“クラゲ銀河”のひとつ「JO201」](#)

こちらは南天の「インディアン座」の方向約 6 億 5000 万光年先にある渦巻銀河「JO175」とその周辺です。JO175 は銀河団「ACO 3716」を構成する銀河のひとつ。明るい中心部分を取り巻く渦巻腕（渦状腕）は非対称で、右側から下へと伸びた腕は左側の腕よりも大きく広げられているように見えます。



【▲ ハッブル宇宙望遠鏡で撮影された渦巻銀河「JO175」（Credit: ESA/Hubble & NASA, M. Gullieuszik and the GASP team)】

欧州宇宙機関（ESA）によると、JO175 は「Jellyfish Galaxy（クラゲ銀河）」のひとつに数えられています。クラゲ銀河とは、流れ出たガスが連なったような構造を持つ銀河のことで、触手を伸ばしたクラゲの姿にも見えることからそう呼ばれています。JO175 の場合、大きく広げられた渦巻腕や銀河円盤の片面からガスが流れ出ているといいます。クラゲ銀河の“触手”は、銀河からゆっくりとガスが剥ぎ取られたことで形成されたと考えられています。銀河の集合体である銀河団では、銀河と銀河の間が銀河団ガスで満たされています。銀河が銀河団の中を移動する時、このガスから動圧（ラム圧）を受けて自身のガスを少しずつ剥ぎ取られた結果、後方に伸びた“触手”が形成されたのではないかと推測されています。

関連：[6 億光年先のクラゲ銀河「JO204」 触手のような構造の正体とは](#)（2023 年 4 月 14 日）

この画像は「ハッブル」宇宙望遠鏡の「広視野カメラ 3（WFC3）」で取得したデータ（近紫外線・可視光線・近

赤外線フィルター合計6種類を使用)をもとに作成されています。ESAによると、ハッブル宇宙望遠鏡によるJO175の観測は、クラゲ銀河の“触手”にみられる星形成活動に関する研究の一環として行われました。こうした“触手”は極端な環境における星形成の一例を示しており、宇宙の他の場所における星形成の過程を理解する上で役立つ可能性があるということです。

冒頭の画像はハッブル宇宙望遠鏡の今週一枚として、ESAから2023年5月1日付で公開されています。

Source Image Credit: ESA/Hubble & NASA, M. Gullieuszik and the GASP team

[ESA/Hubble](#) - Ghostly galactic jellyfish

文/sorae編集部

<https://sorae.info/astromy/20230505-biggest-black-holes.html>

銀河の中心部に潜む巨大すぎるブラックホールの比較動画 NASA が公開

2023-05-05 [sorae編集部](#)

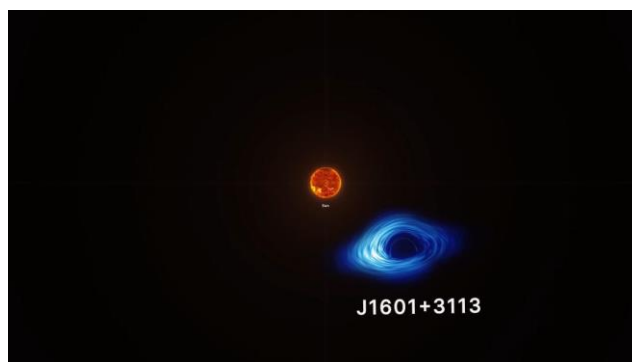
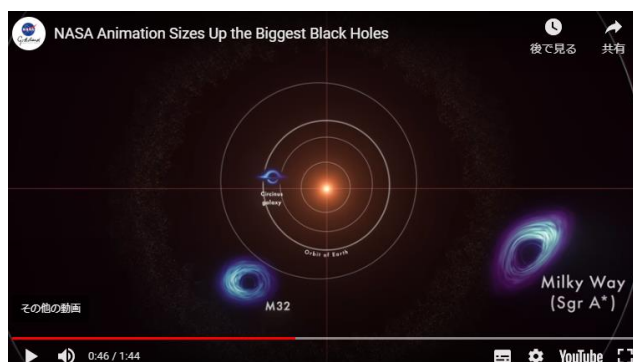
あわせて読みたい記事

[大小さまざまなブラックホール連星を描いた動画、NASAが公開](#)

[合計10個に！NASA小惑星探査機「ルーシー」探査目標の小惑星を1つ追加](#)

[NASA小惑星探査機「ルーシー」太陽電池完全展開の試みを一時停止 電力レベルは期待通り](#)

まずはアメリカ航空宇宙局(NASA)のゴダード宇宙飛行センターが作成した以下の動画をご覧ください。この動画では10個の超大質量ブラックホール(超巨大ブラックホール)と太陽系のサイズが比較されています。超大質量ブラックホールは様々な銀河の中心部に存在するとされる天体で、その質量は太陽の数十万倍~数十億倍程度、時には100億倍以上にも達します。



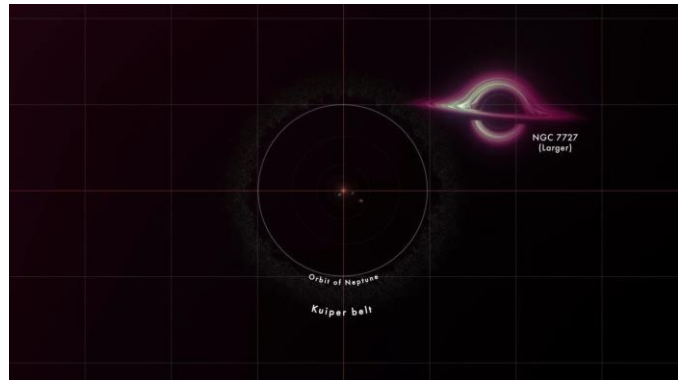
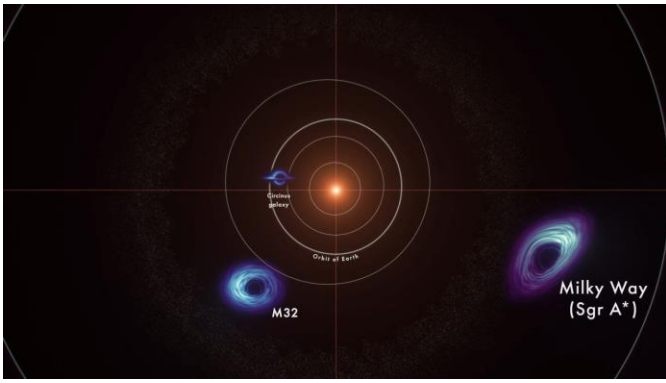
【▲ NASAゴダード宇宙飛行センターが作成した超大質量ブラックホール10個と太陽系のサイズ比較】

(Credit: NASA's Goddard Space Flight Center Conceptual Image Lab)

【▲ 動画から: 太陽(中央)と矮小銀河「1601+3113」の超大質量ブラックホール(右下)(Credit: NASA's Goddard Space Flight Center Conceptual Image Lab)】

なお、ブラックホールのサイズは中央に見える真っ暗な“シャドウ(影)”のサイズをもとに比較されています。シャドウはブラックホールの強大な重力によって周辺の光の進行方向が曲がることで生じており、NASAによればシャドウの直径は“事象の地平面”(光がブラックホールの重力から脱出できる限界の距離で描かれた仮想の球体)の約2倍です。シャドウの周囲に見えるリングはブラックホールを周回しながら落下していく高温のガスを現したもので、色はガスの温度を示しています(赤よりも青いほうが高い)。

動画で最初に登場するのは我々が太陽の姿。その右下に現れるのは矮小銀河「1601+3113」のブラックホールです。このブラックホールの質量は太陽の約10万倍で、シャドウのサイズは太陽よりも小さいといえます。視野が広がっていくにしたがって、渦巻銀河「コンパス座銀河(Circinus galaxy)」や楕円銀河「M32(Messier 32)」のブラックホールが見えてきます。



【▲ 動画から：コンパス座銀河（太陽の左）、M32（同・左下）、天の川銀河（同・右下）の中心部にある超大質量ブラックホール。円は内側から水星、金星、地球、火星の公転軌道を示す（Credit: NASA's Goddard Space Flight Center Conceptual Image Lab）】

【▲ 動画から：特異銀河「NGC 7727」の中心部にある重いほうの超大質量ブラックホール（右上）。円は海王星の公転軌道を示す（Credit: NASA's Goddard Space Flight Center Conceptual Image Lab）】

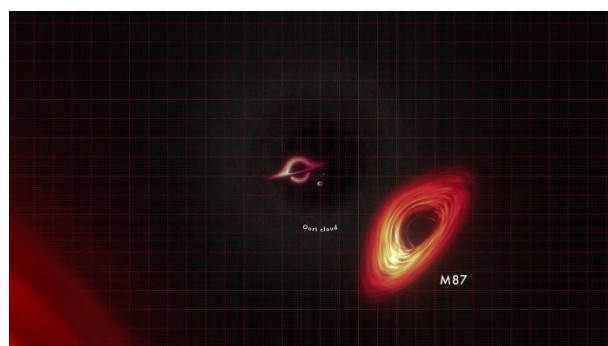
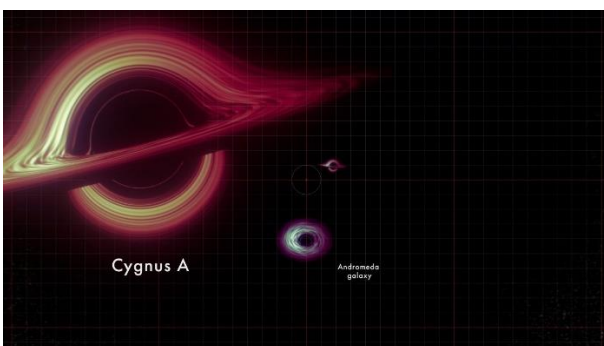
4番目に現れるのは、天の川銀河の中心にあるブラックホール「いて座A*（いてざエースター、Sgr A*）」です。いて座A*の質量は太陽の約430万倍で、シャドウの直径は水星の公転軌道の半分とされています。2022年5月にはいて座A*のシャドウを電波で捉えたとする研究成果を国際研究チーム「イベント・ホライズン・テレスコープ（EHT）」が発表して話題になりました。

関連：[【解説】天の川銀河の超大質量ブラックホール「いて座A*」ついに撮影成功！ その輪郭が捉えられた](#)（2022年5月13日）

続いて現れる2つのブラックホールはどちらも特異銀河「NGC 7727」の中心部で見つかったもので、質量は太陽の約600万倍および約1億5000万倍以上とされています。この2つのブラックホールは約1600光年しか離れておらず、現在観測されている状態から2億5000万年ほど後には合体して1つのブラックホールになると予想されています。

関連：[地球から8900万光年先の銀河で超大質量ブラックホールのペアを発見か](#)（2021年12月3日）

動画はこの時点ですでに海王星の公転軌道を超える範囲が写し出されていて、超大質量ブラックホールどうしのサイズ比較の性質が色濃くなっていきます。



【▲ 動画から：電波銀河「はくちょう座A（Cygnus A）」と渦巻銀河「アンドロメダ銀河（Andromeda galaxy）」の中心部にある超大質量ブラックホール（Credit: NASA's Goddard Space Flight Center Conceptual Image Lab）】

【▲ 動画から：楕円銀河「M87」の超大質量ブラックホール（右下）（Credit: NASA's Goddard Space Flight Center Conceptual Image Lab）】

7番目に現れるのは天の川銀河の近くにある有名な渦巻銀河「アンドロメダ銀河（Andromeda galaxy、M31）」のブラックホール。その隣にはさらに巨大な電波銀河「はくちょう座A（Cygnus A）」のブラックホールが現れます。はくちょう座Aのブラックホールの質量は太陽の約25億倍と推定されています。

彗星の巣とも呼ばれる太陽系のオールトの雲（Oort cloud）が見え始めた頃に現れるのは、楕円銀河「M87（Messier

87)」のブラックホールです。NASAによれば「ハッブル」宇宙望遠鏡とハワイの W.M.ケック天文台による最新の観測成果をもとに、M87 中心部の超大質量ブラックホールの質量は太陽の約 54 億倍と推定されています。質量に比してシャドウの直径も大きく、光の速度でも横切るのに 2 日半ほどを要するといいます。

2019 年 4 月には前出の EHT がこのブラックホールのシャドウを史上初めて捉えることに成功したとする成果を発表しました。オレンジ色に着色されたリング状の像を見たことがある人も多いと思いますが、このブラックホールのシャドウと M87 の中心部から放出されているジェットの根元を同時に捉えることに成功したとする成果も先日発表されたばかりです。

関連: [超巨大ブラックホール周辺の構造とジェットの根元を初めて同時に捉えることに成功](#) (2023 年 4 月 27 日)

そして動画の最後、10 番目に登場するのは地球から 100 億光年以上離れたクエーサー「TON 618 (Tonantzintla 618)」のブラックホールです。クエーサー (Quasar) は銀河中心部の狭い領域から強い電磁波を放射する活動銀河核 (AGN) 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。



【▲ 動画から：クエーサー「TON 618」の超大質量ブラックホール (左)。一番右に小さく見えているのは楕円銀河「M87」の超大質量ブラックホールだ (Credit: NASA's Goddard Space Flight Center Conceptual Image Lab)】NASAによると、TON 618 の活動の原動力となっているこのブラックホールの推定質量は、実に太陽の約 600 億倍。シャドウの直径は光速でも横切るのに数週間かかるほどだといいます。

宇宙では銀河どうしの合体も決してめずらしいことではなく、合体の様々な段階にある銀河が観測されていますし、天の川銀河も数十億年後にはアンドロメダ銀河と合体して 1 つの銀河になると予想されています。5 番目と 6 番目に登場した NGC 7727 のブラックホールからもわかるように、銀河どうしが合体を繰り返す過程では銀河中心部の超大質量ブラックホールもまた合体し、成長してきたと考えられています。

今回公開された動画は 2 分に満たない短いものですが、広大な宇宙のスケールと長い歴史を改めて感じさせてくれます。

※記事中の距離は天体から発した光が地球で観測されるまでに移動した距離を示す「光路距離」(光行距離)で表記しています。

Source

Image Credit: NASA's Goddard Space Flight Center Conceptual Image Lab

[NASA](#) - NASA Animation Sizes Up the Universe's Biggest Black Holes

[NASA Scientific Visualization Studio](#) - NASA Animation Sizes Up the Universe's Biggest Black Holes

文/sorae 編集部