

ボイジャー 1 号の科学データ回復、240 億キロ越しの復旧に成功

2024.06.19 Wed posted at 11:00 JST



米航空宇宙局（NASA）の探査機「ボイジャー 1 号」を描いたイラスト/NASA/JPL-Caltech

（CNN）地球から最も遠い宇宙空間を飛行する米航空宇宙局（NASA）の探査機「ボイジャー 1 号」から、科学データが安定的に届くようになった。昨年 11 月にボイジャーのコンピューターで障害が発生して以来、7 カ月ぶりだった。ボイジャーは現在、地球から約 240 億キロ離れた宇宙空間を飛行中。昨年 11 月以来、飛行データシステムの遠隔測定モジュールから送られてくるデータが解読不可能になり、地球の管制塔との正常な通信ができなくなっていた。このため通信を復旧させる作業を行った結果、4 月にはボイジャーの健康状態と運用状況を表す工学データが受信できるようになった。しかしプラズマ波、磁場、粒子を観測するボイジャーの科学計器 4 台のデータは依然として入手できていなかった。この情報は、地球から遠く離れるにつれて粒子や磁場がどう変化するかを探る上で欠かせない。NASA のチームは 5 月 19 日、科学データ復旧のためのコマンドをボイジャーに送信。計器のうち 2 台からは反応があったものの、残る 2 台のデータ復旧には時間がかかり、再調整を必要とした。NASA の今月 13 日の発表によると、今では 4 台の計器全てから使用可能な科学データが届くようになった。今回の障害の影響に対応するためにはまだ、3 台のコンピューターに搭載された時刻管理ソフトウェアの再同期など、微調整が必要とされる。プラズマ波観測機器のデータを記録するデジタルテープレコーダーのメンテナンスも予定している。

トラブル続きのボーイング宇宙船、宇宙飛行士 2 人の帰還 2 度延期

2024.06.20 Thu posted at 14:25 JST



国際宇宙ステーションとドッキングしたボーイングの宇宙船「スターライナー」/NASA

（CNN）米ボーイングが開発した宇宙船「スターライナー」で国際宇宙ステーションに到着した宇宙飛行士 2 人の帰還が遅れている。2 人は再びスターライナーに搭乗して地球に戻る予定だが、出発が 2 度にわたって延期され、宇宙ステーション滞在が長引いている。

米航空宇宙局（NASA）のベテラン宇宙飛行士スニ・ウィリアムズさんとバッチ・ウィルモアさんは、スター

ライナーに搭乗して今月6日に宇宙ステーションに到着。当初の滞在予定は約1週間だった。

しかしスターライナーは宇宙ステーションに向かう途中でヘリウム漏れや推進システムの突然停止など相次ぐトラブルに見舞われ、復路がどうなるかをめぐって疑問が浮上した。NASAの18日の発表によると、ウィリアムズ、ウィルモア両宇宙飛行士の帰還は今月26日以降に延期され、滞在日数は少なくとも20日に及ぶことになった。技術者は宇宙ステーションにドッキングしているスターライナーの問題の見極めを急いでいる。

2人の帰還にスターライナーが使用できないと考える理由はないと当局者は強調。NASAの担当官は18日の記者会見で「残りのデータを徹底検証したい」と語った。ボーイングは今回のミッションを成功と位置付ける一方で、スターライナー計画の担当幹部は「予定外の」事態に取り組んでいると説明した。

宇宙飛行士のステーション滞在期間が予定より数日や数週間、時には数カ月も長引くのは珍しいことではない。しかしスターライナー計画はこれまでもトラブル続きで、予定が何年もずれ込んでいた。

<https://uchubiz.com/article/new48655/>

火星で生命の痕跡探す探査車、新領域で活動-古代の川で露出した岩か

2024.06.19 08:00 [塚本直樹](#)、[田中好伸](#)（編集部）

火星探査車「[Perseverance](#)」（パーサヴィアランス）が新たな領域となる「Bright Angel」での活動を開始したことがジェット推進研究所（JPL）から発表された。

2021年2月に[火星](#)に着陸した Perseverance は、ジェゼロクレーターで火星に水が存在する、あるいはしていた証拠を探している。2024年1月からは、Neretva Vallis（ネレトヴァ溪谷）の探査を続けていた。

JPLによれば、Perseverance は6月9日に Bright Angel に到着。この領域は、かつて流れていた川によって露出した古代の岩である可能性がある、明るい色調の地形にちなんで名付けられた。



Perseverance は、ネレトヴァ溪谷を走行中に「Bright Angel」と名付けられたところを撮影。右側の奥に見える明るい色調のエリアが Bright Angel（出典：NASA / JPL-Caltech）

火星を周回する衛星「Mars Odyssey」が撮影した画像に、Perseverance が1月21日～6月11日に移動した経路（水色のライン）を重ね合わせた。白い点は Perseverance が停止した場所（出典：NASA / JPL-Caltech / University of Arizona）

Perseverance は現在、4回目の科学探査キャンペーンの終盤にあり、ジェゼロクレーターの縁の内側に位置する「Margin Unit」で炭酸塩とカンラン石の堆積物の証拠を探している。 関連情報 [JPL プレスリリース](#)

<https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/news/24/062000337/>

観測史上最も古く、最も遠い超新星爆発を発見、120 億年前

ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡の威力、若い宇宙の超新星を約 80 個も検出

2024.06.20



このイラストのように、恒星は燃料を使い果たすと爆発する。天文学者は毎年、何千もの爆発を目撃しているが、そのほとんどは地球から比較的近い場所で起きている。ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡の新しいデータから、宇宙初期の超新星が多く発見され、太古の宇宙で起きた爆発の記録が急増した。（ILLUSTRATION BY MEHAU KULYK, SCIENCE PHOTO LIBRARY）[画像のクリックで拡大表示]

天文学者たちはジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡のデータを用い、時間とともに明るさが変化した約 80 の天体（緑の丸で囲んだ箇所）を特定した。「トランジェント天体（突発天体）」と呼ばれるこれらのほとんどは、超新星爆発の結果として生じたものだ。これらの星は、宇宙がわずか 20 億歳ほどのときに爆発した。（PHOTOGRAPHS BY NASA, ESA, CSA, STSCI, JADES COLLABORATION）

遠く離れた超新星を観測することは、過去をさかのぼるようなものだ。超新星爆発は天文学者に、何十億年も前の宇宙がどのような姿だったかを教えてくれる。天文学者たちは現在、遠くにある宇宙初期の超新星をこれまでより 10 倍も多く発見しており、6 月 7 日付けで査読前論文を投稿するサーバー「arXiv」に[発表](#)した。その中には、観測史上最も古く、最も遠い超新星が含まれる。

これらの超新星は、米航空宇宙局（NASA）のジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡が集めているデータから発見された。同望遠鏡の画像を解析した結果、宇宙のごく小さな領域で、約 80 の超新星が見つかったと、6 月前半に米ウィスコンシン州マディソンで開催された米天文学会の会合で発表された。発見された超新星の多くは、これまで知られていたどの超新星より遠くにあり、宇宙がまだ 20 億歳だった時代を見ていることになる。

ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡は、宇宙のかなたにある光を探すのに最適なツールだ。「大きな望遠鏡で、集光面積はハッブル宇宙望遠鏡の約 10 倍です」と、研究に参加した米宇宙望遠鏡科学研究所（STScI）のジャスティン・ピーレル氏は話す。宇宙の広範囲を観測できるだけでなく、超新星の存在を示す波長の長い光にもより敏感に反応する。「はるか遠くに超新星が存在することはわかっていましたが、以前は見ることはできませんでした」 ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡はより大きく、感度が高いため、ほかの望遠鏡では検出できないものが見つかるようになった。「ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡のデータ上でこのような超新星が見つかるようになったのは素晴らしいことだと思います」と米ハーバード大学の天文学者エド・バーガー氏も喜んでいる。バーガー氏は今回の研究に参加していない。（参考記事：[「宇宙初期の巨大ブラックホール、予想より 50 倍も多かった」](#)） 今回の発見以外にも、宇宙の歴史におけるさまざまな時代の超新星が発見されている。宇宙の小さな領域で遠く離れた超新星を約 80 個も見つけたことは意義深い、 「広く浅く調べて発見される超新星の数は 1 年間に 1 万を超えており、それに比べると小さな数字です」とバーガー氏は言う。 ただし、多くの超新星はより若く、地球により近い。今回の発見の重要性は、はるか遠くの超新星を発見したことだ。つまり、宇宙の歴史のはるかに古い時代をのぞき見ていることになる。（参考記事：[「歴史上最も明るい超新星爆発の記録を新たに発見」](#)）

過去をのぞき見る

研究チームはより遠くにある超新星、つまり、より古い超新星を見つけるため、ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡が 1 年間にわたって撮影した多くの画像を比較した。研究者たちはそこから「トランジェント天体（突発天

体)」と呼ばれる、画像に現れる光源や消える光源を探した。その結果、何十もの超新星が見つかっただけでなく、光の性質から、それらの超新星が何十億年も前に爆発したことが明らかになった。

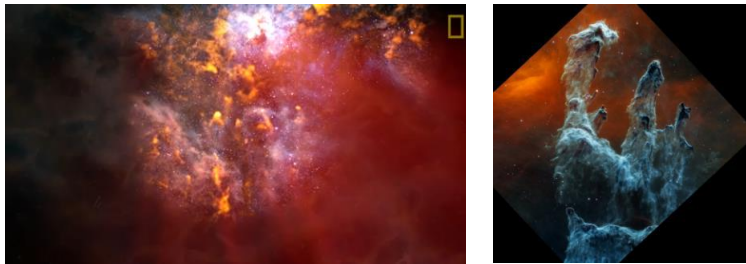
[次ページ：「人間でいえば、まだ10代の若者だったころです」](#)

ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡が超新星を検出できるのは、「赤方偏移」という現象のおかげだ。光が宇宙空間を移動すると、その波長は宇宙の膨張によって引き伸ばされる（宇宙論的赤方偏移）。すると、光の波長は長くなり、赤外線領域に入る。肉眼では見えないが、適切な機器を搭載した望遠鏡で見ることができる。

赤方偏移の程度などは、宇宙の時代によって異なる。現代の赤方偏移はゼロだ。赤方偏移が大きいほど、超新星は古い。赤方偏移が2の超新星は、宇宙が33億歳のころに発生したものだが、今回発見された超新星の一つは赤方偏移3.6で、宇宙が18億歳のころに発生したことになる。

つまり、この超新星は120億年前のもので、分光学的に確認された中では、これまでに発見されたどの超新星より古い。このデータから、地球が誕生するはるか以前の宇宙がどのような姿だったかを推測できる。

「宇宙には約140億年の歴史がありますが、これらの超新星が発生したのは、宇宙がわずか20億歳ほどだったときです。人間でいえば、まだ10代の若者だったころです」とピーレル氏は説明する。（参考記事：[「【動画】80年に一度現れる新星がもうすぐ夜空に、かんむり座T星」](#)）



【動画】恒星101

夜空には無数の星がある。これらの天体はどのように形成され、明るさや温度によってどう分類されるのか、そして、星が死ぬと何が起きるかを学ぼう。（解説は英語です）

ウェッブ望遠鏡の中間赤外線観測装置（MIRI）がとらえた、有名な「創造の柱」のガスと塵の嵐。この領域でガスや塵の塊ができると、自らの重力で崩壊し、ゆっくりと温度が上昇して、やがて新しい星が生まれる。（IMAGE BY NASA, ESA, CSA, STSCI; IMAGE PROCESSING: JOSEPH DEPASQUALE (STSCI), ALYSSA PAGAN (STSCI)）[\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

宇宙初期に関する洞察

この新しいデータは、若いころの宇宙がどのような性質で、星がどのように形成され、それらの星が爆発したときに何が起きたかを研究する出発点になるだろう。ピーレル氏によれば、遠く離れた星は、どれほど強力な望遠鏡でも見えないほど暗いことが多いという。しかし、爆発している星は明るいため、検出しやすい。また、今回発見された特定のタイプの超新星が新たな洞察をもたらしてくれる可能性もある。ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡は「Ia型」に分類される超新星を少なくとも1つ[検出](#)した。Ia型は特に明るく、宇宙空間での長距離の測定に利用できる。バーガー氏は、ダークエネルギー（暗黒エネルギー）のような現象の研究や「宇宙空間の測定では、赤方偏移が高い超新星を発見することが重要です」と述べている。（参考記事：[「ダークエネルギーは一般相対性理論を書き換えるか」](#)）爆発する星は、私たちが暮らす宇宙に欠かせない存在だ。「恒星が爆発しなければ、私たちが知っている生命は存在すらできません」とピーレル氏は話す。地球上の生命に不可欠な元素は、宇宙がまだ若かったころ、星の爆発によって放出され、私たちの惑星とここに暮らす生命の誕生につながった。地球から遠く離れているかもしれないが、超新星は私たちの物語の不可欠な一部だ。

ギャラリー：科学者さえも息をのむ、ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡の画像9点（[画像クリックでギャラリーページへ](#)）

文=Riley Black／訳=米井香織

37 億年前の岩石に「最古」の地球磁場の明白な証拠、グリーンランドで発見



David Bressan | Contributor



グリーンランド・イスア地域で、太古の磁場信号が抽出された鉄に富む堆積層「縞状鉄鉱層」の巨大な露頭の前に立つ研究者（Claire Nichols）[全ての画像を見る](#)

グリーンランド・イスア地域の北東部に見られる 37 億年前の「縞状鉄鉱層」の岩石（Claire Nichols）

グリーンランド・イスア地域で岩石サンプルを採取している研究者（Claire Nichols）

地磁気（地球の磁場）がなければ、地球上に生命は存在できないだろう。なぜなら地磁気は、[有害な宇宙（放射）線や、太陽風として知られる、太陽から放射される荷電粒子の定常的な流れ](#)から、人類を含む生物を保護しているからだ。だが、現在の磁場が最初に形成された時期に関する信頼性の高い年代値は、これまで得られていなかった。英オックスフォード大学と米マサチューセッツ工科大学（MIT）が主導した今回の最新研究で、研究チームはグリーンランド南西部イスア地域にある太古の岩層を調査した。このイスア岩層には、最初の大陸群の境界に沿って堆積した、[鉄を多く含む堆積物](#)とマグマ性の岩石が含まれている。鉄粒子は、実質的に微小な磁石として機能し、結晶化のプロセスによって固定化される際に、磁場の強度と方向の両方を記録できる。分析の結果、37 億年前の岩石には、少なくとも 15 マイクロテスラ（ μT 、マイクロは百万分の 1）以上の磁場強度が記録されていることを、研究チームは発見した。これは、現代の磁場強度の 30 μT に匹敵する。

今回の分析結果は、鉄を含む岩石サンプル全体から得られた最古の地磁気強度の推定値を提供している。これは、オーストラリアで採取された 34 億～42 億年前の岩石から見つかった個別のジルコン結晶のみに基づく[過去の研究](#)に比べて、正確で信頼性の高い評価を提供するものだ。

今回の研究をまとめた論文の筆頭執筆者で、オックスフォード大地球科学部教授の[クレア・ニコルズ](#)は「これほど古い岩石から信頼できる記録を抽出するのは極めて困難な作業だ。研究室でサンプルを分析していて、最初の磁場信号が現れ始めたのを確認したときは本当にわくわくした。これは、地球上に生命が最初に誕生した頃の太古の磁場の役割の解明を試みる上で非常に重要な一歩だ」と説明している。

地磁気は、内核の緩やかな固化に伴う密度変化によって、流体の外核の中で溶けた鉄が攪拌され、ダイナモ作用が生じることで発生している。地球の形成初期には、固体の内核がまだ形成されていなかったため、初期の磁場がどのように維持されていたのかについては、依然として未解決の問題のままだ。地球初期のダイナモを駆動していたメカニズムの効率は、現在の地磁気を発生させている固化のプロセスと同等だったことを、今回の最新研究結果は示唆している。[次ページ > 地球大気の発達で地磁気が果たす役割とは？](#)

また、今回の結果は、現在知られている形の地球大気の変遷を方向付ける上での地磁気果たす役割、特にガスの大気流出に関する新たな知見をもたらす可能性もある。強い磁場が盾になることで、惑星の大気が太陽風によって剥ぎ取られるのを防げるだけでなく、荷電粒子や原子を加速して宇宙空間へと放射することも可能になる。研究者らは今後、[カナダ](#)、[オーストラリア](#)、[南アフリカ](#)にある他の太古の岩層を調査することで、[地球大気中の酸素が急増する約 25 億年前](#)より前の時代の地磁気に関する知識を広げたいと考えている。太古の地磁気の強度

と変動性に関する理解の向上は、惑星の磁場が、惑星表面で生命を育むために不可欠かどうかや、大気の進化でどのような役割を果たすかなどを突き止める助けになる。

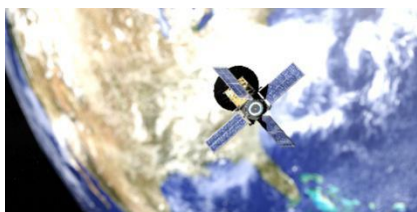
地磁気の強度は比較的一定に保たれていたように思われる一方、若い太陽がより活動的だった過去には、太陽風が今より著しく強力だったことが知られている。これは、太陽風からの地表の保護作用が時間の経過とともに強化された結果として、生物が大陸上に移動し、海洋による保護から離れることができた可能性があることを示唆している。今回の研究をまとめた論文「Possible Eoarchean records of the geomagnetic field preserved in the Isua Supracrustal Belt, southern west Greenland」は、学術誌 Journal of Geophysical Research: Solid Earth で発表され、[ここ](#)で閲覧できる。追加資料とインタビューは、[オックスフォード大学](#)より提供された。

([forbes.com](#) 原文) 翻訳＝河原稔

<https://wired.jp/article/cubesat-ai-detects-bushfires/>

AI を搭載した超小型衛星が、宇宙から山火事を見つけ出す

人工衛星に AI を搭載して画像解析とデータ圧縮を宇宙で実行させることで、従来より 500 倍も速く森林火災を検出できる技術をオーストラリアの科学者たちが開発した。山火事の早期発見だけでなく、他の自然災害の早期警戒システムとしても役立つことが期待されている。



CubeSat (キューブサット) と呼ばれる超小型人工衛星のイメージ。PHOTOGRAPH: THIBAUT RENARD/GETTY IMAGES

[人工衛星](#) が捉えた大量のハイパースペクトル画像（光を波長ごとに分光して撮影した画像データ）を地球へ送信する前に衛星軌道上で解析できれば、貴重な時間とエネルギーを大幅に節約できる。そこでオーストラリアの科学者たちは、CubeSat（キューブサット）と呼ばれる超小型の人工衛星に [人工知能（AI）](#) を搭載することで、衛星上で画像処理とデータ圧縮を実行することに成功した。

「従来の地球観測衛星には、リアルタイムに [地球](#) を写した複雑な画像を軌道上で分析する処理能力はありませんでした」と、サウスオーストラリア大学（UniSA）の地理空間学者のステファン・ピーターズ博士は [説明](#) する。この課題を克服するためにピーターズらが構築したのが、キューブサットの限られた処理能力と消費電力、わずかなデータストレージの制約内で動作する軽量の AI モデルだ。

オーストラリアの大学や研究機関によるコンソーシアム「[SmartSat CRC](#)」から資金援助を受けて UniSA が主導するこのプロジェクトでは、南オーストラリア初となるキューブサット「[Kanyini](#)（カニーニ）」に搭載すべく、オンボードの AI を用いたエネルギー効率が極めて高い早期火災煙検出システムを、ピーターズ率いる研究チームが開発した。宇宙から [火災](#) を早期に発見することで、被害を最小限に抑えることが目的だ。

雲と煙を見分けて送信データを最小化

カニーニのプロジェクトは、南オーストラリア州政府と SmartSat CRC、パートナー企業の協力によって実現した。そのミッションは、6U サイズ（縦 10cm×横 10cm×高さ 60cm）のキューブサットを地球低軌道に打ち上げて [森林火災](#) を検出するほか、内陸と沿岸の水質をモニターすることにある。

衛星のセンサーが地球からの反射光を異なる波長で捉えて詳細な地表マップを生成するハイパースペクトルイメージングは、火災の監視や水質評価、土地管理など、さまざまな用途に活用される。

オンボード AI を活用した新たなモデルは、このハイパースペクトル画像をダウンロード（衛星から地球への送信）する際のデータ量を元サイズの 16% まで減らすことで、エネルギー消費を 69% 削減することに成功した。これにより、従来の地上側での処理の 500 倍の速さで火災発生時の煙を検出できるようになったという。



[オーストラリア史上最悪の森林火災、その「恐ろしい被害」の全貌が調査結果から見えた](#) BY MATT SIMON

「火の手が上がる前にセンサーが火災を判別する最初の兆候は煙です。これを早期に検出できるかにかかっています」と、ピーターズは言う。ピーターズによると、目的達成に必要な重要な情報は、ほとんどの場合において収集されるデータのほんの一部にしか含まれていない。しかし、従来の人工衛星ではデータをオンボードで処理できないことから、すべてのデータをいったん地上にダウンロードしたうえで解析する必要があった。

そこで、実際にオーストラリアで発生した森林火災のシミュレーション画像を用いて煙と雲を区別できる AI モデルをトレーニングすることで、地上にダウンロードして解析するデータを最小限に抑えたというわけだ。過去に南オーストラリアのクーロン地域で発生した火災のシミュレーションでは、カニーニのオンボード AI が煙を検出して南極の地上局にデータを送信するまで 14 分かからなかったという。

「この研究により、オンボード AI を用いた画像処理の恩恵が十分に証明されました。森林火災だけに限らず、他の自然災害に対する早期警戒システムとしても価値を見出させるのではないのでしょうか」

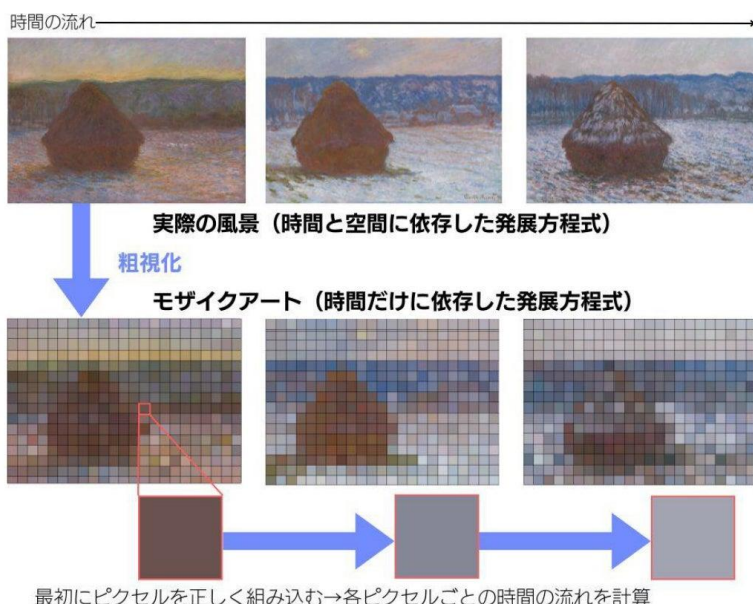
研究チームは、カニーニのミッションが始動する 2025 年を目処に、衛星軌道上でオンボード AI を使った火災検出の実証を計画している。また将来的には、この技術の商業化に加えて、地球規模で衛星を分散配置するコンステレーションを導入することで、1 時間以内に火災を検出できるシステムの構築を目指す考えだ。

(Edited by Daisuke Takimoto)

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20240620-2969775/>

KEK など、複雑だった「原始重力波」の理論計算を簡易化することに成功

掲載日 2024/06/20 18:29 著者：波留久泉

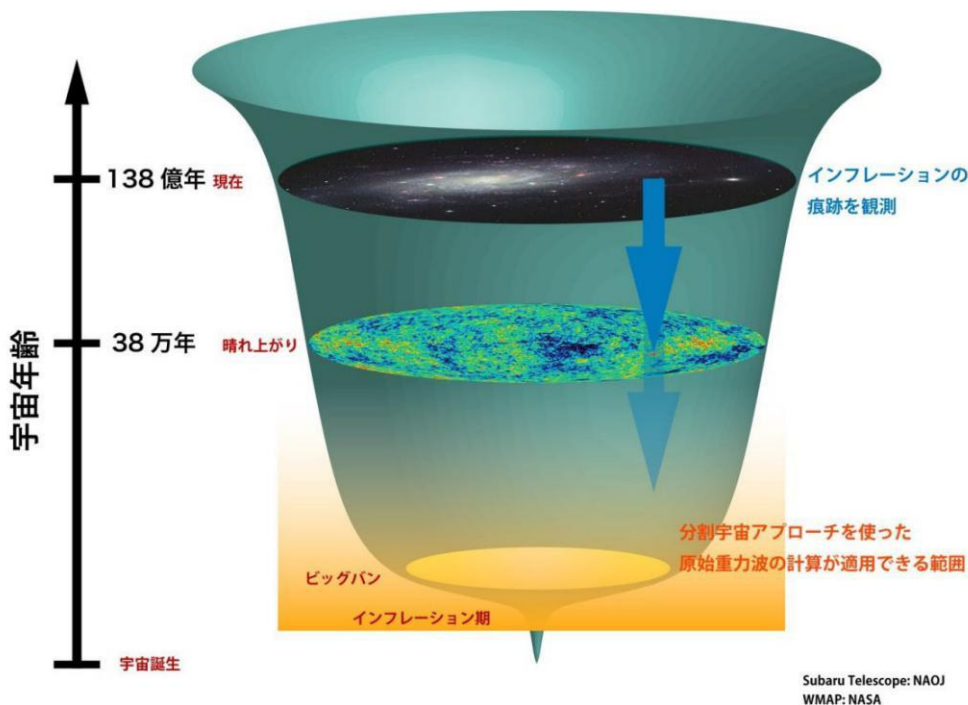


高エネルギー加速器研究機構(KEK)、京都大学(京大)、名古屋大学(名大)の3者は6月19日、宇宙が誕生し、ビッグバンに至る前に起きたとされる極めて急激な加速膨張期「インフレーション」の理論的な正しさを検証するために必要とされる、原始宇宙で作られた時空のさざ波である「原始重力波」の理論計算がこれまでは非常に複雑だったが、宇宙をモザイクアートのように捉え直す「分割宇宙アプローチ」の考え方を適用することで同重力波の計算を大幅に簡易化することに成功し、手計算でも同重力波の予言が可能となり、観測結果と比較できるようになったことを共同で発表した。

同成果は、KEKの浦川優子准教授(名大 素粒子宇宙起源研究所 特任准教授兼任)、京大理学研究科の田中貴浩教授の共同研究チームによるもの。詳細は、[米国物理学専門誌「Physical Review Letters」に掲載された。](#)

分割宇宙アプローチのイメージ。実際の宇宙は上段のように場所ごとに異なる非一様な空間分布を持つため、宇宙の進化を解くには時間と空間に依存した方程式を解く必要がある。これを下段のモザイクアートのように粗視化することで、時間だけの方程式を単色の各ピクセルごとに解くというものだ(出所:共同プレスリリース PDF)

「宇宙はビッグバンで始まった」といわれるが、より正確には宇宙が誕生し、インフレーションを経て、その結果としてビッグバンが発生したとされる。インフレーションは、宇宙が誕生して10⁻³⁶分の1秒後から10⁻³⁴分の1秒後までの間に起きたとされる。その結果、誕生した瞬間は原子よりも遥かに小さかったとされる宇宙は、空間的に数十桁も大きくなったという。そしてインフレーション理論では、その際に放出された熱エネルギーがビッグバンの火の玉となったと考えられている。



この理論は、宇宙の観測を通じて原始宇宙の密度の濃淡である「原始密度揺らぎ」を調べる研究によって検証されてきた。量子的な場は、不確定性関係に基づき定まった値ではなく、微小な揺らぎである「量子揺らぎ」を持つ。インフレーションシナリオでは、加速膨張を引き起こしたスカラー場の量子揺らぎが原始宇宙における場所ごとに異なる密度の濃淡を作り出したと考えられており、その密度の濃淡を原始密度揺らぎという。

しかし、具体的に何が急激な加速膨張を引き起こしたのか、その全体像はまだ未解明であり、加速膨張宇宙を説明するため、これまで、数多くの理論(インフレーションモデル)が提案されてきた。そうしたモデルのうちのどれが正しいのか(どれも正しくない可能性もある)は、それぞれの理論的な予言と最新の観測結果を比較することで検証できるという。インフレーション期間中には、原始密度揺らぎと同様に、量子効果を通じて重力波が作られた。そして、極めて急激な加速膨張によってその重力波も引き伸ばされ、それが原始重力波となったと考えられている。原始重力波にはインフレーションを引き起こした真空のエネルギーの大きさなど、その模型に関する重要な

情報が刻まれているという。しかし、原始重力波を模型ごとに見積もる理論計算は一部を除けばとても複雑で、インフレーション模型を特定する際の障壁となっていたとする。特に、微小な効果の非線形効果が異なる模型を区別する上で重要となるが、原始重力波のその効果を計算するには、多くの場合は数値計算が必要なため、同重力波の理論研究は一部の簡単な模型に限定されていたという。

宇宙の歴史の中で分割宇宙アプローチを使った計算ができる期間(出所:共同プレスリリース PDF)

原始重力波に比べ理論研究が進んでいる原始密度揺らぎについては、非一様な宇宙の空間分布をモザイクアートのように粗視化して捉え直す分割宇宙アプローチという計算方法がある。同手法では、時間と空間に依存した宇宙の進化を時間だけに依存した発展方程式を使って記述することで、計算が飛躍的に簡単になるというもの。一方、重力波についてはより複雑なため、同アプローチを用いた計算手法が確立できていなかった。そこで研究チームは今回、その確立に挑むことにしたという。

そして研究の結果、複雑な数値計算によらず、幅広いインフレーション模型を調べることが可能な、分割宇宙アプローチを用いた原始重力波の計算手法が確立に成功。同アプローチは、宇宙の進化を直観的に理解する際にも役立つため、原始重力波の時間進化の過程についての理解を深化できることも期待されるとした。

https://news.biglobe.ne.jp/trend/0619/kpa_240619_0144999776.html

我々の世界は反宇宙とつながっているのか？ダークエネルギーなしで宇宙の膨張加

速を説明する新説

2024 年 6 月 19 日（水）20 時 10 分 [カラパイア](#)



photo by iStock・ダークエネルギーが関与しているのか？

ビッグバンによって誕生した宇宙は、なぜか加速しながら膨張している。このほど、この宇宙最大の謎とされる現象を説明する新モデルが提唱された。

これまでの理論では、加速する宇宙を「ダークエネルギー」という正体不明のエネルギーによって説明してきた。だが『[Gravitation and Cosmology](#)』（2024 年 4 月 4 日付）に掲載された研究によるなら、そんな謎めいた摩訶不思議なエネルギーなど必要ないという。量子論と一般[相対性理論](#)という標準的な理論から、普通に説明できるらしいのだ。ただし、1 つだけ大きな代償がある。それは「反宇宙」というやはり不可解なもう 1 つの宇宙の存在だ。

・なぜ宇宙の膨張は加速しているか？

これまでの観測では、この宇宙の膨張が加速していることが明らかになっている。この宇宙に存在する物質には重力があり、この宇宙の膨張ですらその影響を受ける。この宇宙に存在する物質の量から推測すると、その重力の力によってビッグバンによって始まった宇宙の膨張はいずれ減速していくと考えられる。

ところは現実にはそうではない。宇宙の膨張は減速するどころか、ますます速くなっているのだ。

この現代の宇宙論で最大の謎は、検出することができない未知のエネルギーが原因であるとされることが多い。この仮説上のエネルギーを「ダークエネルギー」という。あくまで仮説上のものではあるが、間接的な手がかりから[ダークエネルギーが本当にあるらしい](#)ことが明らかになっている。あるいはダークエネルギーの一種で

ある「クインテッセンス」、一般相対性理論を拡張した「修正重力理論」、さらには4次元を超えた世界に答えを求める「ブレーンワールド」といった、いずれも難解な代替理論も提唱されている。

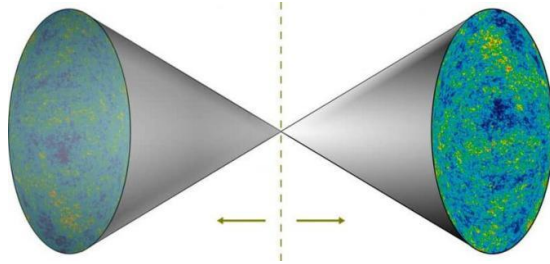


photo by iStock・反宇宙が存在するならダークエネルギーは必要ない

宇宙と反宇宙のペアのイメージ / image credit:[WIKI commons](#)・我々の世界は反宇宙とつながっているのか？

一方、インド工科大学博士課程の学生ナマン・クマール氏は、もっとシンプルに既存の理論から宇宙膨張の謎を解こうとしている。ただし、その理論は代償をとまなう。

ダークエネルギーがいらない代わりに、時間の流れがこの宇宙とはまったく逆のもう1つの宇宙「反宇宙」が存在しなければならなくなってしまうのだ。クマール氏の議論は、量子論の「相対エントロピー」や一般相対性理論の「ヌル・エネルギー条件」（正のエネルギーに対応するのだとか）といった概念を踏まえたものだ。

2つの状態を必要とする相対エントロピーは、この宇宙と反宇宙に相当する。そしてヌル・エネルギー条件にしたがうペアの宇宙では、宇宙の膨張の加速は必然的に起きるのだという。

荒唐無稽に思えて、意外にも反宇宙の存在を裏付ける強力な仮説ならあると、クマール氏は主張する。

彼が指摘するのは最近の研究だ。それによると、宇宙は「[CPT 対称性](#)」（チャージ、パリティ、時間の反転対称性）を自発的に破っているのではなく、[ビッグバン後の宇宙はそれ以前の宇宙の CPT 像](#)であるという。

そしてそのことが対となる反宇宙の存在をを指し示しているらしいのだ。

彼はまた、こうしたことは、故ホーキング博士が提唱した「ホーキングの面積定理」にも似ていると説明する。

面積定理もまた”因果の地平面”を扱っており、ヌル・エネルギー条件が成立する必要がある。そしてクマール氏のモデルでは、ビッグバンこそがその因果の地平面で、同じことが反宇宙にも言えるそうだ。

この理論は、量子論と一般相対性理論という標準的な理論から、謎めいたダークエネルギーを必要としない宇宙モデルを提示したものだ。それによるなら、1対のペアとして誕生した宇宙では、加速する膨張はごく自然な現象であると言える。しかも因果の地平面を研究することで、この宇宙についてさらなる理解を深められる画期的なアイデアであるとのことだ。

References:[The Big Bang, CPT, and neutrino dark matter - ScienceDirect/ New model suggests partner anti-universe could explain accelerated expansion without the need for dark energy/](#) written by hiroching / edited by / [parumo](#)

関連記事（外部サイト） [この世には、時間が逆行する鏡写しの「反宇宙」が存在するかもしれない](#)

[目に見えないミラーユニバース（鏡像宇宙）が私たちの宇宙を拡大させている可能性](#)

[ブラックホールがダークエネルギーの源であるという初の証拠を発見](#)

[ブラックホールのまわりにダークマター（暗黒物質）の存在を示す間接的証拠を発見](#)

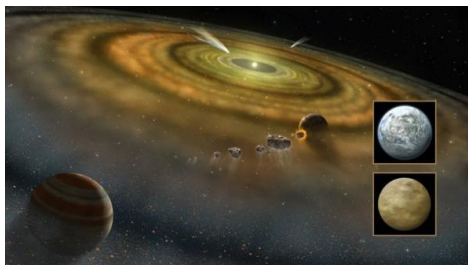
[宇宙の大部分がダークエネルギーでできていることを示す新たな研究結果](#)



<https://www.cnn.co.jp/fringe/35220288.html>

太陽系に近い惑星系で巨大小惑星衝突か、ウェッブ宇宙望遠鏡が示唆

2024.06.18 Tue posted at 17:00 JST



がが座ベータ星系の中心星周辺で小惑星同士が衝突する様子を描いた想像図/NASA/FUSE/Lynette Cook

(CNN) 太陽系に近い惑星系「がが座ベータ星系」で近年、巨大な小惑星同士の衝突が起きていた可能性が高い——。スピッツァー宇宙望遠鏡とジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡という二つの異なる観測機の調査結果を基に、研究者がそんな見解を明らかにした。がが座ベータ星系は地球から63光年の距離に位置し、その距離の近さと新しさから長年、天文学者を魅了してきた。米ジョンズホプキンス大学の天文学者、クリスティーヌ・チェン氏によると、太陽系の年齢は約45億年と推定されているが、がが座ベータ星系は誕生から2000万年の若い惑星系だという。チェン氏はがが座ベータ星系を複数回観測した経験を持つ。

チェン氏はウィスコンシン州マディソンで10日に開催された米天文学会第244回会合で、がが座ベータ星系の新しさに触れ、「これは惑星系がまだ形成中であることを意味する」「一部が形成された惑星系だが、まだ完成していない」との見方を示した。がが座ベータ星系には「がが座ベータ星b」と「がが座ベータ星c」という二つの巨大ガス惑星が存在することが確認されている。チェン氏は2004年と05年、既に引退したスピッツァー望遠鏡を使ってがが座ベータ星系を観測。当時、チェン氏と同僚はこの惑星系内に浮かぶ様々な塵（ちり）を確認した。そして23年、チェン氏はウェッブ望遠鏡を使ってがが座ベータ星系を再観測した。

ウェッブ望遠鏡での赤外線観測が22年に始まって以降、科学者らはガスや塵を透視して超新星や太陽系外惑星、遠方の銀河系を調べる目的で、同望遠鏡を活用している。

スピッツァー望遠鏡とウェッブ望遠鏡の観測内容を比較した結果、20年前に取得したデータはかなり幸運な時期のもだったことが判明。その後、主な二つの塵雲は姿を消していた。

チェン氏は両望遠鏡の観測結果を比較した論文の筆頭著者で、この論文は17日に学会で発表された。

論文の共著者を務めたジョンズホプキンス大学の元博士候補生、シセロ・リュー氏は「ジェームズ・ウェッブ望遠鏡による発見の大半は、望遠鏡で直接探知したものだった」と説明。「今回の場合、話が少し違う。我々の研究結果はウェッブ望遠鏡が観測しなかったことを基にしているからだ」と指摘した。スピッツァー望遠鏡のデータからは、同望遠鏡による観測の少し前に巨大小惑星同士が衝突したことがうかがえるという。

「がが座ベータ星系では、地球型惑星帯での巨大小惑星の衝突を通じた惑星形成がまだ続いている。従って、我々が目にしているのは基本的に、岩石惑星などの天体がリアルタイムで形成される過程なのだろう」（チェン氏）

<https://sorae.info/astronomy/20240619-name-2004gu9.html>

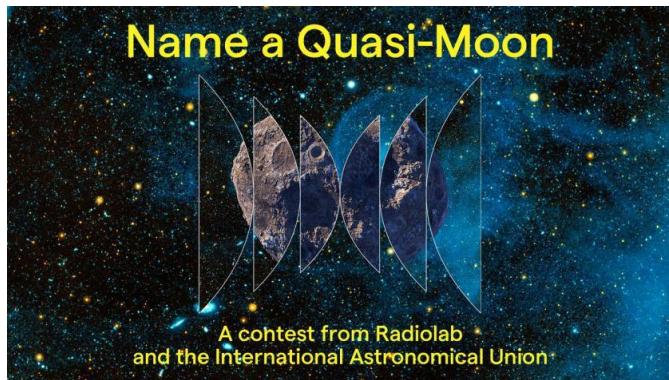
地球の準衛星「2004 GU9」の命名キャンペーン開始！ その意外なきっかけとは

2024-06-19 [彩恵りり](#)

ある天体から見ると、その天体の周りをまるで衛星のように回って見える小惑星があります。これは実際には衛星ではなく、見かけ上は衛星のように見えるというだけの存在なため、これを「準衛星」と呼びます。地球の準衛星は10個以上見つっていますが、ほとんどの準衛星にはまだ名前がつけられていません。

天体の公式名称を決定している「国際天文学連合（IAU）」は2024年5月31日付の発表で、ニューヨーク市の公共ラジオ局「WNYC」の番組「Radiolab」とのコラボレーション企画として、まだ名称がつけられていない地球の準衛星の1つである164207番小惑星「2004 GU9」の命名キャンペーンを2024年6月1日から行うと発

表しました。このキャンペーンは一般公募と一般投票を経て行われるものであり、一般の人々が天体に命名できる数少ない機会となります。採用された名称は2025年1月中旬に公表される予定です。



【▲ 図 1: 2004 GU9 の命名キャンペーンのバナー画像。（Credit: IAU）】

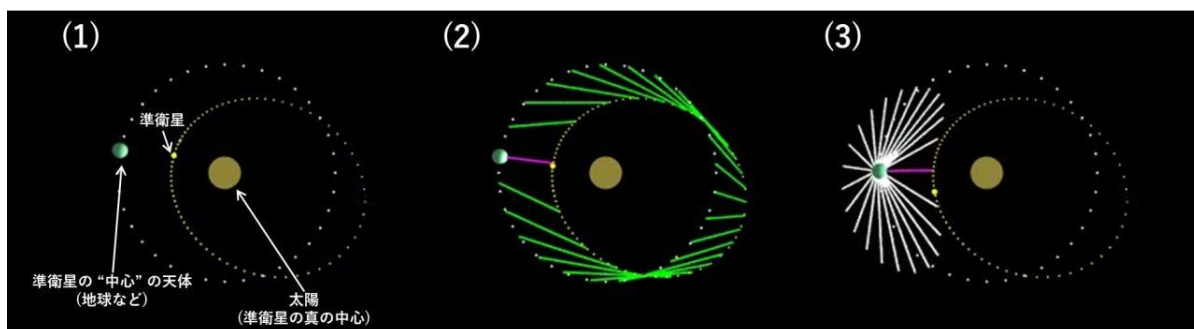
■衛星のようだけど衛星ではない「準衛星」

太陽系の天体の分類の1つである「準衛星（Quasi Satellite）」は、あまり聞きなれない用語かと思います。似たような用語として「準惑星（Dwarf Planet）」がありますが、これは和訳による偶然です。惑星と準惑星はある程度性質が共通しているのに対し（※1）、衛星と準衛星は全く別の概念となります。

※1...太陽系の惑星の定義は「A. 太陽の周りを公転する」「B. 静水圧平衡にある」「C. 軌道上から他の天体を排除している」の3つです。惑星は全てを満たしているものの、準惑星はCを満たしていません。

例えば地球を例とした場合、恒久的な自然衛星は月のみであり、月は地球の重力に束縛されています。そのため、月は地球から見た場合はもちろんのこと、太陽から見ても地球の周りを回っているように見えます。これは、ごくまれに地球の重力にとらわれて一時的に“第2の月”となる小惑星にも当てはまります（※2）。

※2...一時的に地球の重力にとらわれて地球を周回した小惑星は、確実なものが「2006 RH120」と「2020 CD3」の2個、推定ではあるものの可能性が高いものとして「1991 VG」と「2023 FY3」の2個があげられます。一方、準衛星は全く異なります。地球から見た準衛星は地球の周りを非常にゆっくりと公転しているように見えますが、太陽から見た準衛星は地球とは別の公転軌道を公転する普通の小惑星に見えます。実際、準衛星は地球の重力に束縛されてはおらず、地球の周りを回っているように見えるのは、あくまでも見かけ上の問題となります。これは、小惑星の公転軌道が地球の公転軌道と比べて楕円の形状であり、かつ地球の公転軌道と交差しているために起きる現象です。この場合、小惑星の公転軌道は太陽に近い側で地球よりも内側に、遠い側で外側になります。小惑星が太陽に近付くと、軌道速度が速くなるので地球を追い越す一方で、小惑星が太陽から遠ざかると、軌道速度が遅くなるので地球に追い越されます。この“抜きつ抜かれつ”の動きを地球から見ると、まるで地球の周りを回る衛星のように見えるのです。



【▲ 図 2: 準衛星の仕組み。

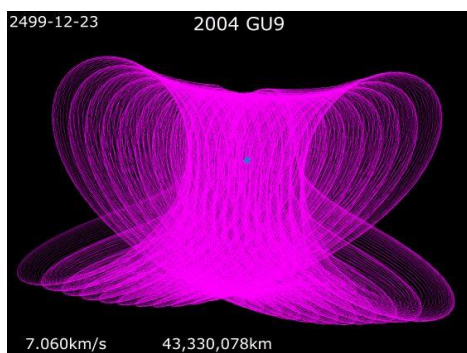
(1) 準衛星は、その“中心”となる天体と同じく、太陽を真の中心として公転しています。(2) その天体から見た準衛星の位置に線を引いてまとめると(3) 歪んだ形で衛星のように天体の周りを回って見えます。（Credit: Paul Wiegert / 著者（彩恵りり）により動画の一部をキャプチャ後、加筆）】

この記事の執筆時点で、地球の準衛星として分類されている小惑星は 11 個あります。ただしその中で名前が付けられているのは、現在準衛星となっている 469219 番小惑星「カモッオアレヴァ（Kamo'oalewa）」と、過去に準衛星だった・または未来に準衛星となる 3753 番小惑星「クルイーニャ（Cruithne）」のみです（※3）。

※3...どちらの小惑星も、文献によってカタカナ表記が激しく変化するため、本記事の表記はできるだけ原語の発音に近づけています。なお、Kamo'oalewa は一般的に「カモオアレワ」の表記が使用され、代替表記として「カモ・オーレヴァ」も使用されます。Cruithne は一般的に「クルースン」や「クルイシン」の表記が使用されます。

■地球の準衛星「2004 GU9」に名前を付けよう！

今回の命名キャンペーンは、冒頭で紹介した通り IAU と Radiolab のコラボレーション企画であり、地球の準衛星である未命名の小惑星「2004 GU9」の名前を一般公募するというものです。通常、小惑星の命名権は発見者に与えられ、命名権の売買や譲渡も禁止されています。今回のような天文学への関心を高めるためのイベントのみが、第三者が命名しても良い例外であるため、一般の人々が天体の命名に関わることでできる数少ない機会となります。



【▲ 図 3: 西暦 1600～2499 年の間、地球から見た 2004 GU9 の位置の変化。

見た目上は地球の周りを周回しているように見えることから、2004 GU9 は準衛星です。（Credit: Phoenix7777）】

今回の命名キャンペーンでは、まず 2024 年 6 月 1 日から同年 9 月 30 日までの間に命名案を募集します。応募できるのは他の小惑星と同じように IAU が定めた太陽系小天体の命名に関するガイドラインに従ったものに限られます。応募期間の終了後、IAU と WNYC が招集した審査員によって命名案は約 10 個まで絞り込まれます。そしてこの 10 案は 2024 年 11 月 1 日から同年 12 月 31 日の間に一般投票にかけられます。最終的に決定された名称は、2025 年 1 月中旬に発行される「WGSBN 速報（小天体の命名に関するワーキンググループ速報）」にて公表される予定です。提案できる名称の内容など詳しい応募要件は Radiolab のキャンペーンに関するルールや IAU が定める命名ガイドライン（以下 URL）を参照する必要がありますが、重要なのは「応募者は 18 歳以上であること」「理由を添えた文章を自分自身で作成すること」「採用された場合、IAU や NYPR（WNYC の運営会社）にその内容の使用に関する広範な権利及びライセンスを与えること」などでしょう。

・キャンペーンに関するルール（Radiolab） – <https://radiolab.org/moon-official-rules/>

・命名ガイドライン（IAU） – <https://iau.org/news/pressreleases/detail/iau2406/>

また、「ラテン文字で 16 字以内の発音可能な名称」という通常の小惑星の命名規則に加えて、2004 GU9 の名称は神話に由来するものに限定するという規則があります。これは、地球の公転軌道に接近する「地球近傍小惑星」の名称は神話に由来することが望ましいという規則があるためです。例えば JAXA（宇宙航空研究開発機構）の小惑星探査機「はやぶさ 2」が訪れた小惑星「リュウグウ」は、この規則の下で名付けられています。神話はその国や民族のものであっても構わないものの（すでに滅びた国や民族の神話、あるいは完全に架空の神話でも OK）、この規則を守る必要があります。また、世界の創造や冥界など一部のジャンルに属する神話は、別の公転軌道の性質を持つ小惑星で利用可能とするために採用されない可能性があります（※4）。

※4...例えば、太陽系外縁天体は世界の創造に関する神話から、海王星と軌道共鳴関係にある天体は冥界に関す

る神話から、などのように、名前の由来となる神話のジャンルが限定されています。また、木星のトロヤ群はトロイア戦争の英雄から、ケンタウルス族は名前の通りギリシャ神話のケンタウロスから、などのような規則の下で命名される場合もあります。

■キャンペーンのきっかけは別の準衛星の誤植？

今回の準衛星命名キャンペーンは公共ラジオ番組とのコラボレーションという点がユニークですが、実現には次のようなエピソードが関わっています。Radiolab の司会者 Latif Nasser 氏は、子供を寝かしつけている際、壁に貼られた太陽系のポスターに金星の衛星として「ZOOZVE（ズーズヴェイ）」（※5）という名称の天体が描かれていることに気付きました。ところが、Nasser 氏がいくら調べてもそのような天体の情報は見当たりません。また、友人である NASA（アメリカ航空宇宙局）の Elizabeth Landau 氏に問い合わせたところ、金星に衛星は見つかっておらず、ZOOZVE という名前の天体も存在しないという回答でした。

※5...ズーズヴェイは、Latif Nasser 氏の番組内での発音を書き起こしたのですが、後述する通りこれは誤植に由来する名称であるため、本来の意味では読みは無いのかもしれませんが。

しかし、Landau 氏はその後、ZOOZVE の正体は金星で唯一見つかっている準衛星である 524522 番小惑星「2002 VE68」を、ポスターを作成した Alex Foster 氏が誤読したものではないか、という可能性にたどり着きました。当時、この小惑星は仮符号として与えられた 2002 VE68 で呼ばれており、意味のある名称は存在しませんでした。仮符号は発見年月日に基づいて機械的に付与されるため、文字列に言葉としての意味はありません。

ただし、仮符号の末尾の「68」は、正式には小さな下付き文字で書かれるというルールがあります。もしも小さく書かれた「68」を見落とし、「2」を「Z」、「0（ゼロ）」を「O（オー）」と見間違えたとすれば、「2002VE」を「ZOOZVE」というアルファベットの単語だと誤読する可能性はあり得るでしょう。一方、ポスター作成者の Foster 氏は「何かのリストで金星の衛星として ZOOZVE（2002 VE68）が掲載されていたのを見たことがある」と主張しましたが、準衛星という一般的に知られていない概念を考慮すれば、そのリストが誤っていたか、もしくは Foster 氏が誤解した可能性は十分にあります（※6）。これらの背景を合わせれば、“金星には ZOOZVE という名前の衛星がある”という誤解が生じるのはムリもありません。

※6...このリストの実物は見つかっておらず、確認が取れません。

2024 年 1 月 26 日、Nasser 氏は Radiolab 内で 2002 VE68 に正式に「Zoozve」という名称をつけようと呼びかけました。そして同年 2 月 5 日の WGSBN 速報にて、2002 VE68 には本当に Zoozve という名称が正式につけられたのです。このエピソードによって準衛星への関心が高まり、また IAU と Radiolab との関係性が確立されたことから、今回の命名キャンペーンが行われることとなりました。IAU は一般社会に対して天文学への関心を高めて貰うために、時々このようなキャンペーンを実施しますが、今回のきっかけはかなり変わったエピソードだと言えます。

2002 VE₆₈ → ZOOZVE

(524522) Zoozve = 2002 VE₆₈

Discovery: 2002-11-11 / LONEOS / Anderson Mesa / 699

This object is the first-identified quasi-satellite of a major planet (Venus). When artist Alex Foster drew this object on a solar system poster for children, he mistook the initial characters of the provisional designation as letters, thus coining an odd and memorable moniker. Name suggested by Latif Nasser.

主要な惑星（金星）の準衛星

【▲ 図 4: 524522 番小惑星「2002 VE68」

に正式名称「Zoozve」が付けられたことを伝える WGSBN 速報。2002 VE68 という仮符号を ZOOZVE と、quasi-satellite（準衛星）を satellite（衛星）と、それぞれ誤読する可能性は、見方によってはあり得ることです。（Credit:

IAU; 手書き風フォント、下線、一部日本語訳は筆者（彩恵りり）による加筆）】

Source “[Competition Announced to Name a Quasi-Moon](#)”. (International Astronomical Union)

“[Name a Quasi Moon! A contest from Radiolab and the International Astronomical Union](#)”. (Radiolab)

“[Naming of Astronomical Objects](#)”. (International Astronomical Union)

“[Zoozve](#)”. (Radiolab)

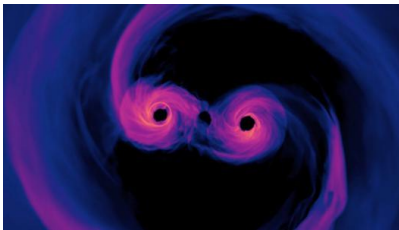
文／彩恵りり 編集／sorae 編集部

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20240617-2967353/>

JAXA、超大質量ブラックホール同士が合体直前の可能性がある銀河を分析

掲載日 2024/06/17 13:20 著者：波留久泉

宇宙航空研究開発機構(JAXA)は6月14日、超大質量ブラックホール(SMBH)の形成において、複数のSMBHが合体するまでのタイムスケールは、理論的には宇宙年齢に匹敵するとされており、現実と矛盾する「ファイナルパーセク問題」とされていたが、今回観測された「1型セイファート銀河」の「SDSS J1430+2303」(以下「今回のセイファート銀河」)は、その中心のSMBH同士が今後数年以内に合体する可能性があることが示唆されている特異かつ希少な天体であることから、京都大学「せいめい望遠鏡」の分光装置「KOOLS-IFU」を用いて同銀河を1年にわたって分光観測したところ、複雑化した水素原子が放射する輝線の1つである「H α 輝線」(630～680nm、中心波長 656.3nm)の起源を明らかにしたと発表した。



合体するSMBHバイナリとそれぞれに降着する物質のイメージ。提供:Stéphane d'Ascoli et al 2018 ApJ 865 140, NASA GSFC(出所:ISAS Web サイト)

同成果は、東北大大学院 理学研究科の星篤志大学院生(JAXA 宇宙科学研究所(ISAS) 宇宙物理学研究系所属)、ISAS 宇宙物理学研究系の山田亨教授(東北大大学院 理学研究科兼任)の研究チームによるもの。詳細は、[日本天文学会が刊行する欧文学術誌「Publications of the Astronomical Society of Japan」に掲載された。](#)

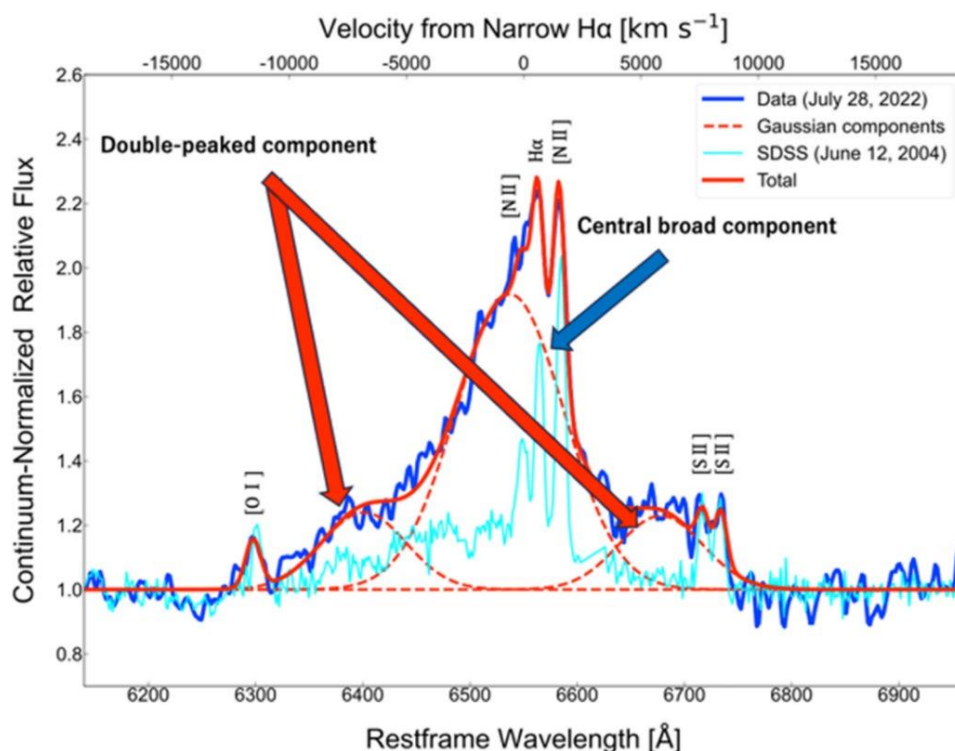
宇宙において銀河の衝突合体はありふれており、そこかしこで観測される。銀河の合体により、それぞれのSMBHもお互いに引きつけ合うが、実はすぐには合体しない。これは、両者はある程度まで接近するものの、共通重心を回り始めてしまうからであり、そうしてSMBHのバイナリが形成される。

今回の観測対象とされた1型セイファート銀河とは、明るい中心核と通常の銀河と明らかに異なる「連続光」(ある範囲でどの波長も一定の強度があるスペクトル(輝線ではない))や輝線を示す銀河のことを指す。幅の広い輝線と狭い輝線が見える1型と、狭い輝線のための2型に分類される。

今回のセイファート銀河は、SMBHに大量の物質が降着することで、非常に明るい連続光が生成されており、その連続光によって照らされた原子や分子、イオンがさまざまな領域から輝線を放射していることが観測されている。SMBHがバイナリを形成している可能性のある兆候の1つに、準周期的な光度変動がある。これは、2つのSMBHが軌道を周回することで降着する物質の量が変化し、結果的に放射される光の量が変化するために怒るものだ。今回のセイファート銀河で観測された光度変動周期の減衰は、バイナリ軌道の周期が短縮していることでSMBHが合体するまで数年以内ということが示唆されている。

今回のセイファート銀河は、2004年にアメリカに建設された口径2.5mの望遠鏡で行われた、可視光による最大規模の撮像分光観測サーベイの1つ「スローン・デジタル・スカイ・サーベイ」(SDSS)によって観測された銀河

だ。その際に分光された H α 領域のスペクトルの分析から、1 型セイファート銀河の典型的な特徴が確認された。しかし、近年になって H α 輝線が活発化し、同輝線は他に例を見ないほど複雑に広がったスペクトル(Central broad component および Double-peaked component)を示すことがわかったとのこと。そこで研究チームは今回、それらの起源を明らかにするため、国内最大の主鏡 3.8m を持つせいめい望遠鏡を用いて、フォローアップ観測を 1 年に 4 度実施したとする。



今回のセイファート銀河の H α 領域の分光スペクトル。横軸は波長、縦軸は連続光に対する輝線の強度が示されている。矢印は今回調査された広い輝線が示されており、他の細い輝線は典型的なセイファート銀河でも観測され、同定されている輝線が示されている(出所:ISAS Web サイト)

今回の研究では、複雑な H α 輝線が放射される領域を特定するため、連続光の変動の時間差が利用された。光の伝達速度(約 30 万 km/s)が存在することを考慮すると、輝線と連続光の変動の時間差から放射源のおおよその位置を推定することが可能だという。その結果、連続光に対して有意な変化が示された Central broad component は、連続光源から離れた位置から放射されていることが示されたとしている。

一方、Double-peaked component は観測期間を通じて有意な変化がなく、これは SMBH 近傍から放射されていることが示されているとする。つまり、Central broad component は 1 型セイファート銀河で観測できる幅の広がった輝線と同じ領域であることが明らかになり、Double-peaked component は Central broad component より内側に存在する降着円盤が起源である可能性が示されたとした。

研究チームは今後、さらに複雑なスペクトルが変動を起こす可能性もあることから、継続して今回のセイファート銀河を観測することで、SMBH の合体に関する新たな知見を得たいと考えているとしている。

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20240619-2968926/>

媛大など、宇宙の夜明けの時代に合体する 2 つの巨大ブラックホールを発見

掲載日 2024/06/19 16:30 著者：波留久泉

愛媛大学、国立天文台(NAOJ)、東京大学(東大)の 3 者は 6 月 18 日、NAOJ のすばる望遠鏡の観測により、「宇宙の夜明け」の時代において、地球からの距離が最遠記録となる 129 億光年の彼方に合体が進行中の 2 つのクエ

ーサーを初めて発見したと発表した。

同成果は、愛媛大 宇宙進化研究センターの松岡良樹准教授、東大大学院 理学系研究科 天文学教育研究センターの河野孝太郎教授、同・理学系研究科 天文学専攻の柏川伸成教授、東大 国際高等研究所 カブリ数物連携宇宙研究機構の尾上匡房特任研究員、同・ジョン・シルバーマン教授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。](#)



宇宙の夜明けの時代において、合体しようとしている双子の超大質量ブラックホール(SMBH)のイメージ (c)NOIRLab/NSF/AURA/M. Garlick (出所:愛媛大 Web サイト)

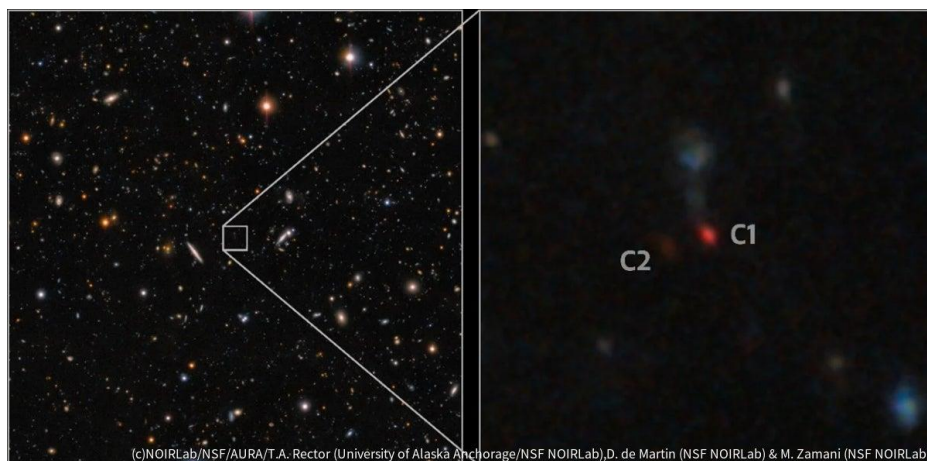
宇宙が始まっておよそ 1 万分の 1 秒が経ったころ、対消滅を生き残ったクォークが集まって陽子や中性子が誕生したが、あまりにも高温のため、しばらくは陽子(水素原子核)やヘリウム原子核などは電子を捉えることができず、宇宙はプラズマ状態だった。そしておよそ 38 万年が過ぎて宇宙が十分に冷えると、陽子やヘリウム原子核が電子を捉え、「宇宙の晴れ上がり」イベントが発生し、光が直進できるようになる。しかし、星がまだ 1 つも存在しないことから、それは「暗黒時代」の始まりでもあった。

その後、1~2 億年ほどの時間が経ったころ、水素やヘリウム(極めてわずかがリチウムも存在したとされる)が集まって宇宙で第一世代の星(ファーストスター)が輝き出し、またそれらが集まって最初の銀河が形成されていった。これにより宇宙は光で照らされるようになり、暗黒時代は終わり、「宇宙の夜明け」が訪れたのである。そして、ファーストスターは強い紫外光によって宇宙を漂っていた大量の水素から電子をはぎ取るプラズマ化、つまり「宇宙の再電離」を進行させ、今では宇宙を漂う水素ガスの大半はプラズマ化している。

この宇宙の夜明けと呼ばれる初期の時代は、現在の銀河や銀河団による宇宙の大規模構造の形成にもつながる重要な時期と目されている。現在、ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡の活躍により、観測史上最も古いとされる銀河の記録が更新されており、134~135 億年前のものが確認されている。つまり、この宇宙が誕生してから 3~4 億年のころは宇宙の夜明けの時代に含まれる。

ファーストスターが仮に宇宙の始まりから 1 億年後に誕生したのだとすると、現在確認されているそうした最古の銀河は 2~3 億年で形成されたことになる。そして、その中心にある超大質量ブラックホール(SMBH)も、それだけの期間で進化・成長してきたことになるが、銀河と SMBH の進化・成長はまだ謎が多い。また宇宙の再電離に対し、銀河や SMBH の進化はどのような影響を与えたのかということもよくわかっていない。

そうした中、研究チームは 10 年以上の時間をかけ、超遠方宇宙に存在するクェーサーの探索を行ってきた。クェーサーとは、銀河中心の SMBH が周囲の物質を活発に飲み込んでおり、非常に明るく輝いている中心核を持つ銀河のことをいう(銀河全体よりも中心核の方が明るい)。すばる望遠鏡の超広視野主焦点カメラ「Hyper Suprime-Cam」による大規模な撮像探査「HSC-SSP」により、これまで約 200 個の超遠方クェーサーが発見済みだ。しかし、研究チーム以外による観測を含めても、これまでにペアになっているクェーサーは確認されることがなかったという。



すばる望遠鏡によって 129 億光年彼方の宇宙で発見された双子のクエーサー(SMBH)「HSC J121503.42-014858.7」(C1)と、「HSC J121503.55-014859.3」(C2) (c)NOIRLab/NSF/AURA/T.A. Rector (University of Alaska Anchorage/NSF NOIRLab),D. de Martin (NSF NOIRLab) & M. Zamani (NSF NOIRLab)(出所:愛媛大 Web サイト) そうした中、今回の研究における、すばる望遠鏡で撮影されたクエーサー候補の画像をスクリーニング(目視による見直し)作業の際に、とても赤く、似通っている2つの天体が隣り合っているのが偶然発見された。そのペアが本当にクエーサーなのかどうかを確認するため、次にすばる望遠鏡の分光器「FOCAS」と、すばる望遠鏡と同じハワイ・マウナケア山頂にあるジェミニ北望遠鏡の赤外線分光器「GNIRS」を用いた追観測が行われた。FOCAS で検出された「水素ライマン α 輝線」から、2つの天体が 129 億光年先(赤方偏移 $z=6.05$)にあるクエーサーであることが判明。また、2つのクエーサーの本体である SMBH がほぼ同じ質量をもつ「双子」であることも確かめられた。さらに、2つのクエーサーをつなぐガスの構造も検出されたことにより、両者の合体が起こっていることが推測されたとする。また、アルマ望遠鏡による追観測も行われ、周囲のガスが非常に興味深い構造をしていることも突き止められたという。今回の研究成果は、衝突と合体を繰り返しながら成長する銀河の中で、SMBH がどのように進化するのかを知るための重要な発見としている。

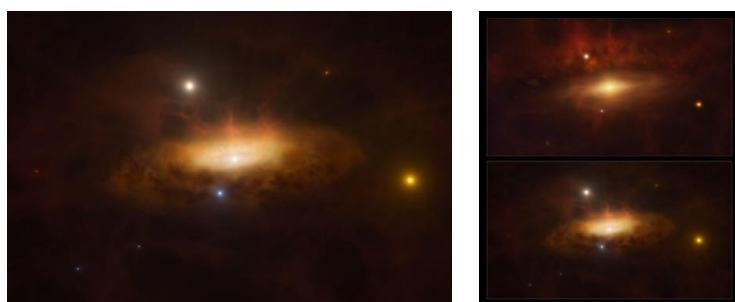
<https://forbesjapan.com/articles/detail/71871>

2024.06.21 18:00

観測史上初、大質量ブラックホールの「覚醒」をリアルタイムで追跡



[Jamie Carter | Contributor](#)



おとめ座の方向約 3 億光年の距離にある銀河「SDSS1335+0728」を描いた想像図 (ESO/M. Kornmesser)

[全ての画像を見る](#)

銀河「SDSS1335+0728」の中心にある大質量ブラックホールの周囲にガスと塵の円盤が形成される過程の2つの段階(上と下)を示した想像図 (ESO/M. Kornmesser)

観測史上初となる、遠方の銀河の中心にある大質量ブラックホールの覚醒を、科学者らは圧倒されて眺めている。

2019 年に謎の増光を示した銀河の 5 年にわたる調査により、銀河において未だかつて確認されたことのない変化が観測された。この変化は、中心にある大質量ブラックホールが周囲のガスを吸い込むことにより、銀河を明るく輝かせているせいだと考えられている。

増光現象

大質量ブラックホールは、天の川銀河（銀河系）を含む大半の銀河の中心に存在する。だが、通常は「休眠」状態で、直接的に見ることはできない。今回の銀河「SDSS1335+0728」は現在、活動銀河核を持つ銀河として分類されている。活動銀河核は、大質量ブラックホールがエネルギー源となっている明るくコンパクトな領域のことだ。超新星（恒星の爆発）や、恒星がブラックホールに引き裂かれる現象などの、銀河が突然増光するその他の原因は排除された。SDSS1335+0728 が明るさを維持している期間が長すぎるからだ。2019 年 12 月に米カリフォルニア州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）で増光が観測されてから 5 年近くが経過しても、いまだに明るさを増している。

リアルタイム

活動銀河核の突然の増光をリアルタイムで観測するのは、天文学者にとって初めての機会だ。天文学誌 Astronomy & Astrophysics に掲載予定の今回の研究をまとめた論文の筆頭執筆者で、ドイツに本部を置く欧州南天天文台（ESO）の天文学者のポーラ・サンチェス・サエスは「何年にもわたって観測している遠方の銀河が、ずっと静かで休止状態と思われていたと想像してみよう」と話す。「それ（の中心核）が突然、これまでに見てきたような通常の現象とは異なる、劇的な明るさの変化を見せ始めるのだ」

他に類を見ない現象

研究チームによると、SDSS1335+0728 の増光は可視光域だけでなく、今や紫外線から可視光、赤外線の間域にまで及んでいるという。2 月には、X 線も放射し始めた。このような現象が観測されるのは、天文学史上初めてのことだ。論文の共同執筆者で、南米チリの宇宙物理学ミレニアム研究所（MAS）とバルパライソ大学に所属するロレーナ・エルナンデス・ガルシアは「この現象を説明するための最も確からしい選択肢は、銀河（の中心核）が活動性を見せ始めている様子を観測しているというものだ」と説明している。「そうだとしたら、大質量ブラックホールの活性化をリアルタイムで観測するのはこれが初めてになるだろう」

銀河系

SDSS1335+0728 で現在起きていることは、銀河系でも同じ現象が起こり得ることを示唆している。すなわち、銀河系中心に位置する超大質量ブラックホール「いて座 A*（Sgr A*）」も覚醒するかもしれないのだ。

SDSS1335+0728 は、おとめ座の方向約 3 億光年の距離にある銀河で、2019 年から、チリのアタカマ砂漠にある ESO の巨大望遠鏡 VLT と SOAR 望遠鏡、米ハワイの W・M・ケック天文台、NASA の 2 基の宇宙望遠鏡のニール・ゲーレルス・スウィフト衛星とチャンドラ X 線観測衛星などを用いた調査が行われている。

（forbes.com 原文） 翻訳＝河原稔

https://www.newsweekjapan.jp/stories/world/2024/06/post-104812.php#goog_rewarded

ブラックホールの「目覚め」初観測...「前例がない挙動」

Black Hole Awakening Observed for First Time 2024 年 6 月 21 日（金）11 時 40 分 ジェス・トムソン



超大質量ブラックホールが活性化 via REUTERS

ブラックホールの「目覚め」初観測...「前例がない挙動」

＜遠い銀河の中心にある超大質量ブラックホールが突如活動を再開し、観測史上例のない輝きを放っている＞
遠い銀河の中心にある、超大質量ブラックホールが活性化しているようだ。

学術誌「アストロノミー・アンド・アストロフィジックス」で発表された最新の研究によれば、地球から3億光年のかたにある SDSS1335+0728 という銀河が、2019年に突然、観測史上例がないほど明るく輝き始めたという。この変化に気付いた天文学者たちは、この急激な明るさの増加は、銀河の中心にあるブラックホールが突然「目覚めた」ことによる可能性があるとし唆している。ヨーロッパ南天天文台（ESO）の天文学者で、研究論文の共著者となったドイツの研究者、パウラ・サンチェス＝サエスは、声明の中で以下のように語っている。「いつも穏やかで、活動していないように見える遠い銀河を長年観察していたところ、その（中心の）明るさが突然、これまで見たことがないほど劇的に変化し始めたところを想像してほしい」

「このような挙動は前例がない」と、サンチェス＝サエスは述べている。

超新星爆発、星がブラックホールに飲み込まれる潮汐破壊現象など、突発的な出来事によって銀河が光り輝くことはあるが、こうした現象は通常、1年足らずで終わる。一方、SDSS1335+0728は、2019年以降、明るさを増し続けており、その明るさに奇妙な変動が見られることから、超大質量ブラックホールの目覚めによるものである可能性が示唆されている。超大質量ブラックホールは、太陽の数十万～数十億倍の質量を持つ巨大なブラックホールで、わたしたちの太陽系が所属する「天の川銀河」を含む、ほとんどの銀河の中心に存在する。

チリのディエゴ・ポルタレス大学に所属する研究者クラウディオ・リッチは声明の中で、「通常、これらの巨大モンスターは眠っており、直接観測できることはない」と述べている。「ところが、SDSS1335+0728のケースでは、巨大ブラックホールの目覚めを観測できた。（ブラックホールは）突然、周囲のガスを飲み込み、明るく輝き始めた」研究チームによれば、SDSS1335+0728は、「活動銀河核（AGN：active galactic nucleus）」を持っている可能性が高いという。AGNとは、銀河の中心にある超大質量ブラックホールを取り巻く、非常に明るい領域のことだ。このブラックホールが2019年に突然目覚め、AGNはこれまで以上に明るく輝くようになった。ブラックホールがガスや塵を吸い込むにつれて、さらに明るさを増していった。

研究に参加したロレーナ・ヘルナンデス＝ガルシア（チリのヴァルパライソ大学、およびミレニウム宇宙物理学研究所に所属する研究者）は声明の中で、「この現象に関する最も現実的な説明は、銀河（の中心）が...活動を...始めたところを目撃しているというものだ」と述べている。「もしそうであれば、巨大ブラックホールの活性化を、初めてリアルタイムで目撃していることになる」このブラックホールがなぜ突然目覚めたかは不明だが、このような現象がリアルタイムで観測されたのは初めてのことだ。

ヘルナンデス＝ガルシアによれば、「（このような）プロセスは.....これまで観測されたことはない」

天文学者たちはさらに観測を続け、ブラックホールが目覚めた要因を特定し、ほかの可能性を完全に排除したいと考えている。サンチェス＝サエスは、「変異の性質にかかわらず、（この銀河は）ブラックホールがどのよう

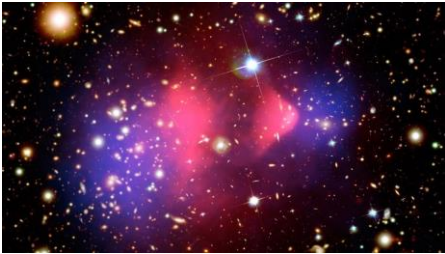
に成長・進化するかについての貴重な情報をもたらしてくれる」と語る。「（超大型望遠鏡 VLT の超広視野面分光装置 MUSE や、建設中の超大型望遠鏡 ELT に搭載される）観測機器が、（SDSS1335+0728 が明るくなっている理由の）解明の鍵になることを期待している」（翻訳：ガリレオ）

[次のページ【動画】ブラックホールの「目覚め」初観測...「前例がない挙動」](#)

<https://www.cnn.co.jp/fringe/35220512.html>

暗黒物質の謎に迫る、原始ブラックホールに予想外の「副産物」

2024.06.22 Sat posted at 18:22 JST



科学者らは捉えどころのない不可視の物質「ダークマター」の直接観測を試みてきた
/NASA/CXC/CfA/M.Markevitch et al.

故スティーブン・ホーキング氏は、ビッグバン時に形成されたブラックホールに暗黒物質が隠れている可能性があるとの仮説を立てた/Bettmann Archive/Getty Images

（CNN）科学界はおよそ50年にわたり、重要な問題に取り組んできた。宇宙空間で目に見える物質が足りないという問題だった。

米航空宇宙局（NASA）によると、恒星、惑星、宇宙の塵（ちり）、その間に存在する物体など、目に見える物質だけでは宇宙の仕組みは解明できず、その5倍の物質がなければ観測結果の筋が通らない。科学者はこれをダークマター（暗黒物質）と呼ぶ。光の反応がなく、目には見えないというのがその理由だ。

1970年代、米天文学者のベラ・ルービンとW・ケント・フォードは渦巻銀河の周縁部を周回する恒星を観測して、ダークマターの存在を確認した。こうした恒星は非常に高速で動いているにもかかわらず、まとまりを失うことはない。目に見える物質や重力だけでは説明のつかない現象だった。膨大な量の見えない物質が存在していて、銀河をつなぎとめているとしか考えられなかった。ルービンの研究はスイスの天文学者フリッツ・ツビッキーが1930年代に立てた仮説に基づいている。謎の物質の探求はここから始まった。

以来、科学者たちはダークマターの直接的な観測を試み続け、探知のための大型装置まで建造した。だがこれまでのところ、成果はなかった。英国の著名物理学者、故スティーブン・ホーキング氏は、ビッグバンで形成されたブラックホールにダークマターが隠れている可能性があるとの仮説を立てた。

米マサチューセッツ工科大学（MIT）の研究チームによる新たな研究で、この理論が改めて脚光を浴びている。同チームはそうした原始ブラックホールが何でできているのかを解明し、その過程で、全く新しい種類の特異なブラックホールを発見した可能性がある。「我々はスティーブン・ホーキング氏のブラックホールに関する有名な計算、中でもブラックホールが放出する放射線に関する重要な成果を利用した」「そうした特異なブラックホールは、ダークマターの問題を解決しようとする過程で浮上した。ダークマターに関する説明の副産物といえる」。論文筆者の1人、デービッド・カイザー氏はそう解説する。

最初の100京分の1秒

ダークマターの正体については、未知の粒子説から異次元説に至るまで、さまざまな説が発表されてきた。しか

しホーキング氏のブラックホール理論が有力視されるようになったのは最近だ。

この理論についてMIT大学院生のエルバ・アロンソモンサルベ氏は、「10年ほど前までは多分、あまり真剣に受け止められていなかった」と解説する。「ブラックホールはかつて、とらえどころのない存在とみなされていて、20世紀初頭には、物理的存在ではなく単なる数学的な遊びとされていた」

今ではブラックホールはほぼ全ての銀河の中心に存在することが分かっている。ブラックホールの衝突によってできたアインシュタインの重力波が2015年に発見されたことで、ブラックホールが至る所に存在することがはっきりした。「実際のところ、宇宙はブラックホールで満ちあふれている。しかしダークマター粒子は、あると想定される全ての場所を探しても、発見されていない。それでもダークマターが粒子でないとは言えず、間違いなくブラックホールだとも言えない。だが、ブラックホールがダークマターの候補だという説はかなり真実味を帯びてきた」とアロンソモンサルベ氏は言う。同氏らの研究では、原始ブラックホールが最初に形成された時に何が起きたのかを調べている。6月6日の学術誌に発表された論文によると、原始ブラックホールはビッグバンの最初の100京分の1秒の間に出現した。「これはものすごく早い。あらゆる物質を構成する陽子と中性子が形成された瞬間よりもずっと早い」（アロンソモンサルベ氏）

日常世界で陽子と中性子が分離することはない。陽子と中性子はさらに小さなクォークという粒子でできていて、グルーオンという別の粒子で結合されている。「現在の宇宙は低温すぎて、単独で自由な状態のクォークやグルーオンは発見できない」「しかし非常に高温だったビッグバンの初期は、単独で自由な状態で存在していて、原始ブラックホールは自由なクォークとグルーオンを吸収して形成された」（アロンソモンサルベ氏）

こうして形成されたブラックホールは、恒星の崩壊でできた一般的なブラックホールとは根本的に異なる。しかも原始ブラックホールは大幅に小さく、平均すると小惑星ほどの質量が、原子1個分の体積に凝縮されている。だが、もしこうした原始ブラックホールがビッグバンの初期に蒸発せず、現在も残っているとすれば、全て、あるいはほとんどのダークマターについて説明できる可能性がある。

極小ブラックホールの痕跡

原始ブラックホールの形成期には、ほかにも未知のブラックホールが副産物として形成されたと論文は推定している。その質量はさらに小さく、サイ1頭ほどの質量が、1個の陽子にも満たない体積に凝縮されていた。

そうした極小ブラックホールは、クォークとグルーオンで構成されていることから「色電荷」という特異な性質を獲得できたと推定される。これは普通の物体にはない、クォークとグルーオン特有の電荷状態だとカイザー氏は解説する。一般的なブラックホールは電荷をもたないことから、こうした色電荷をもつブラックホールは特異な存在だった。「（原始ブラックホール形成の）副産物として、こうした極小ブラックホールの形成は必然だった」とアロンソモンサルベ氏は言い、「しかし既に蒸発してしまい、今はもう存在していないだろう」と指定する。だが、この極小ブラックホールがもし、ビッグバンが始まってからの1000万分の1秒の間に存在していたとすれば、この間に形成された陽子と中性子のバランスを変化させることによって、観測可能な痕跡を残した可能性がある。「形成される陽子の数と、形成される中性子の数のバランスは非常にデリケートで、当時宇宙に存在していた別の物質に左右される。もしも色電荷を帯びたブラックホールがまだ存在していたとすれば、陽子と中性子のバランスを（どちらか一方に有利に）変化させた可能性がある。あと数年で、われわれはそれを観測できるかもしれない」（アロンソモンサルベ氏）

カイザー氏によると、観測には地球上の望遠鏡か、人工衛星に搭載した高感度の計器を利用できる可能性がある。しかし、別の手段でもこうしたブラックホールの存在を確認できるかもしれない。

「ブラックホールの集団形成は非常に激しいプロセスを伴い、周囲の時空に巨大な波紋を生じさせる。それはやがて宇宙の歴史の中で弱まっていくが、ゼロにはならない」とカイザー氏。「次世代の重力検出装置であれば、そうした小さな質量のブラックホールを垣間見ることができるかもしれない。この特異な状態の物質は、現代のダークマターを説明し得る平凡なブラックホールの予想外の副産物だった」と話している。