

謎の「停滞」がなければ地球の1日は60時間だった



[Jamie Carter | Contributor](#)



2億年後には地球において1日の長さが25時間になるはずだ (Getty Images)

地球の1日は長くなっている。月の引力が地球の海を引っ張り、長い時間をかけて自転を遅くしているため、2億年後には1日の長さが25時間になるはずだ。

しかし、もし約6億年前に終わった謎の停滞がなければ、1日はすでに60時間になっていただろうと学術誌『Science Advances』に掲載された最新論文では述べられている。[地球が本来よりも速く自転している](#)というささいな出来事はあるが、月は年に3.8cmずつ徐々に遠ざかっているため、非常に長い目で見れば1日は長くなっていく。現在地球の1日は、1世紀に約1.7ミリ秒ずつ長くなっている。今回発表された研究によると、地球は14億年間、一定速度で自転し、1日の長さは19.5時間で変わらなかった。45億年前に初めて形成された時、月は今よりずっと地球に近くに存在し、地球の1日は約10時間だった。

自転速度の変化が停滞した理由は、月の影響（地球の自転速度を決定する最も重要な因子）と、太陽が及ぼす潮汐への影響（地球の自転を速める）との自然共鳴（釣り合い）だ。地球の大気で起きる熱潮汐波は太陽光によって引き起こされる。月が地球の海を引っ張り、その結果できた海の膨らみ（波）が摩擦を起こして自転を遅くする一方「太陽光も大気潮汐を引き起こして同じような膨らみを作ります」とトロント大学[カナダ理論天体物理学研究所](#)（CITA）の理論天体物理学者である[ノーマン・マレー](#)はいう。「太陽の引力がその大気の膨らみを引っ張り、地球に回転力を与えます。ただし、月のように自転を遅くするのではなく、自転を速めます」研究チームが発見した数十億年前に起きた自然共鳴は、地球の温暖な大気が太陽の大気潮汐を増幅したためだと、彼らは考えている。「ブランコに乗った子どもを押すのに似ています」とマレーはいう。「押したことで同期が外れると、ブランコはあまり高く振れません。しかし、ブランコの周期に合わせて、一端で止まったところを押してやれば、ブランコに推進力を与えて、ずっと遠く、高くへと動かすことができます」

地球の温度上昇（今まさに起きているように）は、地球を大気共鳴から遠ざけ、不均衡を大きくする。「私たちは温暖化によって地球の温度を高くすると同時に、共鳴振動数も高くしているため地球の大気を共鳴状態からさらに遠ざけています」とマレーはいう。「その結果、太陽から得る回転力が弱まり、1日の長さは、温暖化がなかった時よりもすぐに、長くなるでしょう」
([forbes.com 原文](#)) 翻訳＝高橋信夫

ホテルサイズの小惑星、地球接近の2日後に発見



[Eric Mack | Contributor](#)



Getty Images

その小惑星は、過去 100 年間で地球に落下した隕石としては最大の被害を出した 2013 年のチェリャビンスク隕石と同じ方向からやって来たが、その大きさは 3 倍と推定される。チェリャビンスク隕石と同様、誰にも気づかれることなく飛来した。今回の小惑星は幸いにも地球をかすめたただけだったが、それでも人類の大きな「死角」を改めて浮き彫りにした。

[小惑星「2023 NT1」](#)は、7 月 13 日に地球に最接近した 2 日後の 15 日に発見された。つまり、天文学者や科学者がその存在を初めて認識したとき、地球からはもはやその後ろ姿しか見えていなかったのだ。

この小惑星が早期に発見できなかったのは、太陽の方向から地球に接近したためだ。これは、2013 年に誰にも気づかれることなくロシア上空に飛来し、空中爆発の衝撃波によってガラスや壁を破壊、数百人を負傷させたチェリャビンスク隕石と同じだ。これは人類の惑星防衛システムの既知の欠点であり、米航空宇宙局（NASA）はこの欠点を埋めるべく、宇宙望遠鏡「[NEO（地球近傍天体）サーベイヤー](#)」の打ち上げを計画している。欧州宇宙機関が 2030 年代に計画している [NEOMIR](#) も、地球近傍小惑星の早期警戒システム構築に役立つだろう。チェリャビンスク隕石が大気圏に突入したときの大きさは約 20 メートルと推定されているが、2023 NT1 の大きさはその 3 倍とみられる。これは、ニューヨークのジョージ・ワシントン・ホテル（現フリーハンド・ニューヨーク・ホテル）やアイダホ州議会議事堂に匹敵する大きさだ。この大きさの天体が直撃したらどうなるかを知るためには、太古の時代までさかのぼる必要がある。有名なアリゾナの[バリンジャー・クレーター](#)は、これより少し小さな小惑星が 5 万年前の更新世に衝突した際に形成された。当時の具体的な被害状況はわからないが、隕石自体が瞬時に蒸発し、雷や衝撃、核爆発のような極限的な圧力の衝撃でのみ生成される珍しい鉱物を残したと考えられている。ESA は、幅 30~100 メートルの地球近傍小惑星が約 100 万個あると[推定](#)しており、その 98.9%は未発見だ。これらの小惑星の大部分は、太陽を回る軌道上で地球との距離を保っているようだ。だが 2023 NT1 は、地球から約 9 万 5000km の距離に迫り、大型人工衛星の周回軌道にも近づいた。これは人間の尺度では十分な「余裕」ある距離だが、宇宙の尺度では非常に近い距離だ。地球にこの程度に接近する小惑星は毎週発見されているが、2023 NT1 は過去 1 年間で確認された中で最大級だ。

幸いなことに、今回の小惑星は既知のものとなったため、次回の接近時期は事前に予測できるはずだ。

([forbes.com 原文](#)) 翻訳=酒匂寛

<https://forbesjapan.com/articles/detail/64561>

2023.07.17

超小型月面探査車をじゃんじゃん送り込むプロジェクト 今年中に打ち上げへ

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



プレスリリースより

手のひらサイズの安価な月面探査車を何台も月に送り込んで、多くの企業が月開発に参入できるようにする民間プロジェクトが、東京都大田区の宇宙スタートアップ、ダイモンによって進められている。第1号機は今年中にアメリカの Intuitive Machines が打ち上げを予定している月着陸船 Nova-C に同乗し、月の南極付近に送り込まれる。続けて 2024 年以降に第2号機も送り込まれるが、すでにアメリカの Astrobot Technology と月輸送契約を交わしている。ダイモンの月面探査車「YAOKI」（ヤオキ）は、センサー、モーター、バッテリー、通信機などを備えた超小型の実験ロボットでもある。設計は、かの名車、アウディ・クアトロの駆動系を開発した国際的エンジニアでダイモン創業者の中島紳一郎氏。左右上下対称型でどんな地形でも走行できるよう工夫されている。100G の衝撃にも耐えることができ、放り投げられてもひっくり返っても走ることができるので、七転八起から YAOKI と名付けられた。YAOKI の目的のひとつには、月面活動で重要となる「確かなモビリティ技術」の実証もある。現在、月に物資を送り込む費用は1キログラムあたり1億円が相場とされている。YAOKI の重量は498グラム。月ロケットに安く載せることができるため、数多くの日本企業が月開発に参入するきっかけになることが期待されている。今のところ、三菱ケミカルをはじめ、月面開発の参入を目指す企業11社ほどがパートナーとなり、それぞれの要素技術やサービスを投入して競争力を高めていくとのことだ。また、YAOKI を OEM 提供して、それぞれの企業が月面探査を行えるサービスも開始する。さらに、NASA の商業月面輸送サービス（CLPS）への民間企業としての参加、アルテミス計画と連携した月開発への貢献、月面基地建設への貢献を計画している。ダイモンは7月13日、ケッブル DX1 号投資事業有限責任組合を引受先とするプレシリーズ A ラウンドと、そのほかの融資と合わせて総額1億4000万円の資金調達の実施を発表した。これにより、さらなる技術開発を加速するということだ。[プレスリリース](#) 文 = 金井哲夫

<https://forbesjapan.com/articles/detail/64568>

2023.07.17

月の裏側の地下に大量のグラナイト 前例ない発見に科学者困惑



[Jamie Carter | Contributor](#)



NASA の探査機 DSCOVR が撮影した月の裏側と地球（NASA/NOAA）

中国の月周回衛星が取得したデータから、月の裏側の地下深くで直径48kmのグラナイト（花崗岩）の塊を発見したとの研究結果が発表された。こうしたグラナイトの塊は、これまで見つかったことがなかった。研究結果は仏リヨンで開かれた[ゴールドシュミット会議](#)で12日に発表され、[科学誌ネイチャー](#)にも論文が掲載された。地球では、グラナイトは火山のマグマが冷却されて形成される。見つかったグラナイトは、35億年前に最後の噴火が起きた火山のものである可能性があるが、今も発熱を続けている。

これは驚くべき発見だ。これまで月のグラナイトといえば、1960~70年代のアポロ計画で採取された月の石の中に痕跡が見つかったのみだった。グラナイトの生成には、プレートテクトニクスなど地球に似た条件が必要と考えられてきた。

科学者たちは困惑

グラナイトが見つかった地域は、コンプトンとベルコビッチと呼ばれる2つのクレーターの間であり、死火山のカルデラとみられている。惑星科学研究所の研究者で、テキサス州ダラスの南メソジスト大学の研究教授であるマシュー・シーグラールは「月の古い死火山と思われる場所の地下から高熱が発生していることを発見しました」と説明。「これを見つけた時、私たちは少々戸惑いました」と述べている。

このグラナイトの塊は、噴火しなかったマグマが古い火山の下で冷えてできた可能性が高い。放射能があり、ウランとトリウムを含有しているとみられる。極寒の月面の中で、この地域の温度が高いのはそのためだ。

多数の火山

グラナイトの塊は、中国の月周回探査機「嫦娥（じょうが）」1号と2号が観測したマイクロ波データを使用して発見された。シーグラールは「地球にある大きなグラナイトの塊は、かつて多数の火山の元になっていました。現在、大規模なシステムが太平洋岸北西部のカスケード山脈の火山帯の元になっているのと同じように」と説明している。「今回見つかったグラナイトは、これまで月で生成されうると考えられていたものより、地球のものに似ています」この発見がとりわけ重要なのは、地球と似た過程を経て生まれたと思われるからだ。本研究には加わらなかったフロリダ大学地質学部の准教授で米航空宇宙局（NASA）アーリーキャリアフェローのステイブン・M・エラルドは「地質学的に見て、水とプレートテクトニクスなしでグラナイトを作ることはかなり困難であり、他の惑星でこの種の岩石が見つからないのはそのためです」と説明している。

「よって、もしシーグラールの研究結果が正しければ、太陽系の他の岩石質天体の内部構造について考える上で、極めて重要なものになります」（エラルド）

月の裏側が地球から見えない理由は、潮汐の影響により月の公転周期と自転周期が等しい状態（潮汐ロック）にあり、常に同じ面を地球に向けているためだ。（forbes.com 原文） 翻訳＝高橋信夫・編集＝遠藤宗生

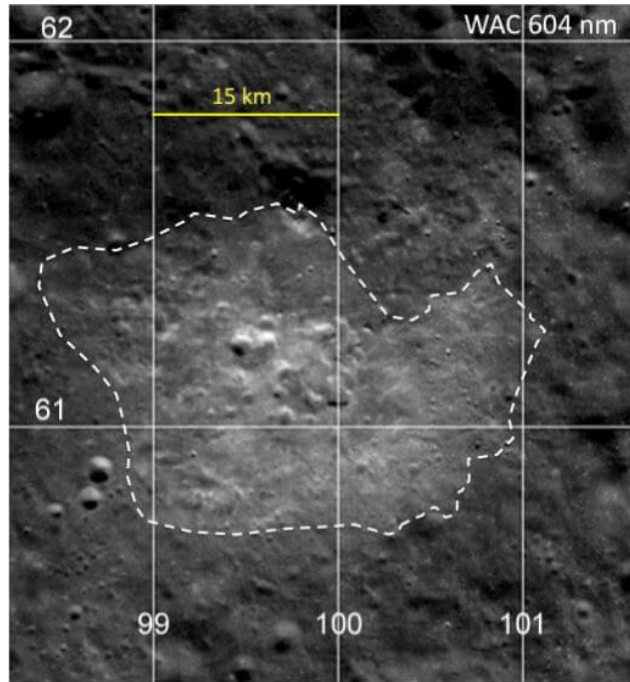
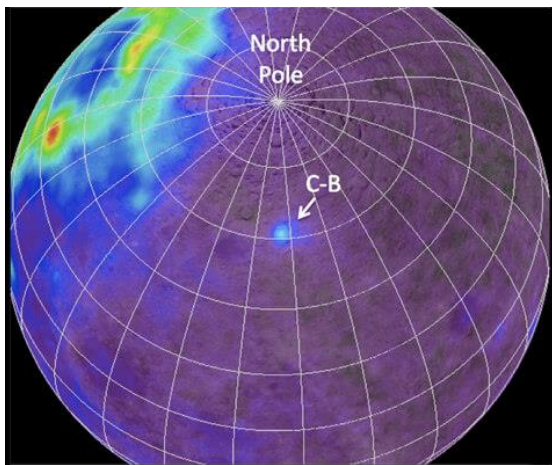
<https://sorae.info/astromy/20230721-moon-granite.html>

月では珍しい花崗岩、その塊は太古の火山の跡？ 強放射線地域「コンプトン-ベルコヴィッチ」の謎の1つを解決

2023-07-21 [彩恵りり](#)

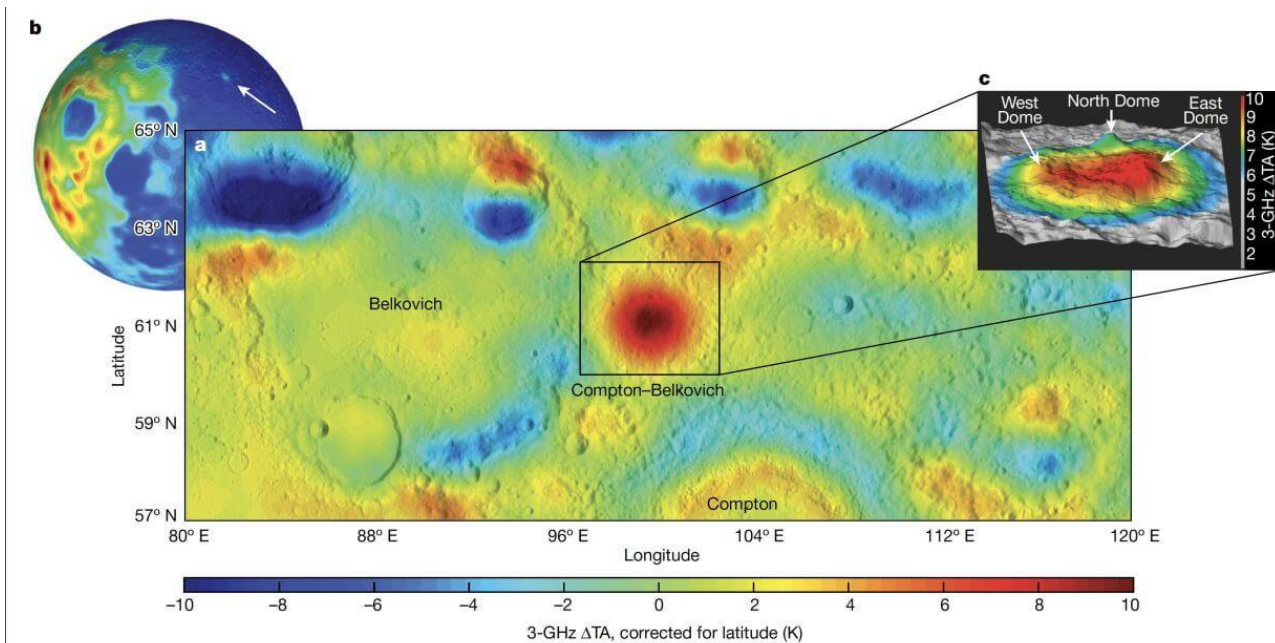
代表的な火成岩の1つである「花崗岩」は、地球以外の天体ではめったに存在しません。惑星科学研究所（PSI）の Matthew A. Siegler 氏などの研究チームは、月の裏側にある「コンプトン-ベルコヴィッチ」という放射性物質が特異的に多いことで知られる地域からのマイクロ波放射を計測することで、地下に熱源が存在することを突き止めました。この成果をもとに、コンプトン-ベルコヴィッチは35億年前に月の火山活動で形成されたと考えられています。地球の表面は分厚い大陸地殻と薄い海洋地殻に覆われています。2種類の地殻は厚さだけでなく組成も異なっていて、例えば大陸地殻は主に花崗岩、海洋地殻は主に玄武岩で構成されています。陸地に存在する花崗岩は地上で暮らす私たちにとって最もなじみ深い火成岩の1つであり、その頑丈さや美しさから建築物の基礎や外壁、墓石などに利用されています（※）。

※...石材としての花崗岩やその別名である御影石という名称は、学術的な意味での花崗岩を指してはいない場合があります。このように身近な存在である花崗岩ですが、地球以外の天体ではとても珍しい、逆の言い方をすれば地球では例外的に豊富な岩石です。花崗岩は地下の奥深くでマグマが固まって作られる岩石ですが、水には岩石がマグマに融けるために必要な温度を下げる性質があります。マグマとなる過程では水の存在が重要となるため、表面に海が広がり、水を地下に送り込む役割を果たすプレートテクトニクスが存在する地球は、花崗岩が作り出されやすい条件を備えた惑星なのです。ただし、地球以外の天体に花崗岩が一切存在しないわけではありません。例えば、月の裏側にある幅約50kmの「コンプトン-ベルコヴィッチ」と名付けられた地域には、起源は不明ながらも花崗岩が豊富に存在することが知られています。この名称は、コンプトン・クレーターとベルコヴィッチ・クレーターの間位置することから名付けられました。



【▲ 図 1: NASA の月探査機ルナ・プロスペクターで観測された北極点周辺のガンマ線量。月の裏側は放射性元素が少ないが、コンプトン-ベルコヴィッチは例外的に豊富な地域の1つである (Credit: NASA, GSFC, ASU, WUSTL & B. Jolliff)】

【▲ 図 2: NASA の月探査機ルナ・リコネサンス・オービターで撮影されたコンプトン-ベルコヴィッチ。見た目に白っぽいことは、白っぽい岩石である花崗岩が存在すると推定する上で1つの根拠となる (Credit: NASA)】



【▲ 図 3: コンプトン-ベルコヴィッチはマイクロ波の放射量が多いことが今回明らかにされた。これは地下に熱源が存在することの強い証拠である (Credit: Siegler, et.al.)】

コンプトン-ベルコヴィッチは、NASA (アメリカ航空宇宙局) の月探査機「ルナ・プロスペクター」によって、1998年にガンマ線量の多い地域として特定されたことで注目されるようになりました。ガンマ線の分析から、放射線源は花崗岩に豊富に含まれる放射性元素のトリウムだと推定されています。このため、コンプトン-ベルコヴィッチは「太古に存在した月の火山が固まった跡である」と推定されていたものの、仮説を裏付ける他の証拠はまだ見つかっていませんでした。

Siegler 氏などの研究チームは、中国国家航天局の月探査機「嫦娥 1 号」と「嫦娥 2 号」の観測データを用いて、コンプトン-ベルコヴィッチが本当に巨大な花崗岩の塊であるのかを分析しました。

もしも本当にコンプトン-ベルコヴィッチが花崗岩の豊富な地域である場合、トリウムなどの放射性物質が崩壊することで熱が発生します。発生した熱は地下深部から宇宙空間へとマイクロ波の形で逃げていくため、マイクロ波の強度から地下の熱源分布を推定できるはずですが。嫦娥 1 号と 2 号には月を周回する探査機として初めてマイクロ波測定器が搭載されていたため、このような研究が可能となりました。

熱放射の特徴を捉えることができる 3~37GHz のマイクロ波の強度を分析した結果、コンプトン-ベルコヴィッチは月の裏側における高地の平均値と比べてマイクロ波の強度が約 20 倍も高い値である、1 平方メートルあたり 180mW の熱流束が計測されました。この結果は、コンプトン-ベルコヴィッチの地下には確実に熱源が存在しており、それは放射性物質を豊富に含んだ巨大な花崗岩である可能性が高いことを示しています。研究チームは、コンプトン-ベルコヴィッチは約 35 億年前に存在した月の火山が固まったことによって形成されたと考えています。ただ、今回の研究はコンプトン-ベルコヴィッチにまつわる数多くの謎の 1 つを解決したに過ぎません。水もプレートテクトニクスも存在しない月において、これほど巨大な花崗岩の塊が形成されるには、地球よりも極端なマグマ生成環境が必要となるはずですが。例えば、他の地域とは異なりコンプトン-ベルコヴィッチは豊富な水が存在していたかもしれませんし、あるいは温度が非常に高かったなどの特別な条件が整っていたのかもしれません。この謎を解決するには、さらに研究を進めなければなりません。そのための研究は、コンプトン-ベルコヴィッチに留まらず、月全体がどのように形成・進化していったのかを理解することにつながることでしょう。

Source

[Matthew A. Siegler, et.al.](#) “Remote detection of a lunar granitic batholith at Compton–Belkovich”. (Nature)

[“Large sub-surface granite formation signals ancient volcanic activity on Moon's dark side”](#). (Southern Methodist University)

文／彩恵りり

<https://www.newsweekjapan.jp/akane/2023/07/35.php>

月の裏側で巨大な発熱体を発見 35 億年前の月は地球環境に似ていた可能性が指

摘される

2023 年 07 月 18 日（火）18 時 10 分



太古の地球を知るうえで月は不可欠な天体（写真はイメージです） Lukasz Pawel Szczepanski-shutterstock
く米サザンメソジスト大などから成る研究チームが月の裏側に発見した巨大な物体は、これまで知られてきた月の常識を覆す存在に。周囲より 10°C 以上も温度が高いこの物体は、どんな原理で発熱しているのか？ カギを握る、石材としても身近な「ある岩石」とは？>

月は人類が到達したことがある唯一の地球外天体です。起源には諸説ありますが、現在は約 45 億年前、地球に火星クラスの大きな天体が衝突して飛び散った破片が集まって月が誕生したという「ジャイアント・インパクト説」が有力視されています。月は人類の地球外進出への足がかりになるとして、最近ではアポロ計画以来となる「月に人類を降り立たせる」ためのアルテミス計画が急ピッチで進んでおり、日本も参加しています。

一方、月は太古の地球を知るうえでも不可欠な天体です。現在も火成活動（マグマが地表に噴出したり、地殻に貫入したりすること）を続ける地球に対して、月は数十億年前に火成活動を終え、冷え固まりました。月表面の岩石は、水や大気がないために浸食や風化を受けません。つまり、数十億年前の岩石がそのままの状態で見つかるのです。ところがこのたび、米サザンメソジスト大などから成る研究チームは、リモートセンシングによって月の裏側に熱を発する巨大な物体があることを発見しました。詳細は 12 日、地球化学分野で世界最大規模の国際学術会議である「ゴールドシュミット会議」で発表されました。科学総合誌「ネイチャー」（23 年 7 月 5 日付）にも研究成果が掲載されています。

最大直径が約 50 キロメートルで、周囲より 10°C 以上も温度が高いこの物体は、これまで知られてきた月の常識を覆すものです。はたして、どのような原理で発熱しているのでしょうか。カギを握るのは、地球上で私たちが石材として身近に使っている「ある岩石」の性質でした。詳しく見ていきましょう。

研究の舞台は月の裏側「コンプトン・ベルコビッチ地域」

月の観測は、地球上から見るることができる表側と比べて、裏側はどうなっているのかを知るのは困難な時代が続きました。けれど、2007 年に打ち上げられた JAXA（宇宙航空研究開発機構）の月周回衛星「かぐや」によって、初めて裏側も高解像度の画像が得られるようになり、詳しく研究できるようになりました。

かぐやは「アポロ計画以降、最大の月探査計画」と称され、多くの成果をあげて 09 年に運用を終了しました。近年の月の裏側の研究には、NASA（米航空宇宙局）の「ルナー・リコネサンス・オービター」や中国の「嫦娥（じょうが）」などによるリモートセンシングのデータが使われています。

[次のページ 10 年以上前から注目](#)

今回の研究の舞台は、月の裏側にあるコンプトンクレーターとベルコビッチクレーターの間にある「コンプトン・ベルコビッチ地域」です。この地域には、約 35 億年前に活動を止めた多数の火山が集まっています。月の火山は、かつては全球で約 30 億年前には活動を止めて冷え切ったと考えられていましたが、21 年に中国科学院の研究チームが「嫦娥 5 号」で回収した月面の土壌サンプルを分析して、約 20 億 3000 万年前に噴出したと考えられる火山岩を見つけています。コンプトン・ベルコビッチ地域は、古い地殻を保存しているというだけでなく、「周囲とは異なる場所」として、10 年以上前から注目されていました。

月面の元素組成や濃度分布は、月周回衛星によって全球のデータが取得されています。とくに放射性同位元素であるウランやトリウムなどは、かつて「かぐや」によって濃度分布の全球マップが作成されました。

そのマップによると、コンプトン・ベルコビッチ地域は月の裏側では突出してトリウムが多く存在する場所でした。トリウムは溶けたマグマ（「岩石のもと」が溶けた状態になっているもの）に集まりやすいので、最後まで溶け残ったマグマが月面近くで冷えて岩石となったことでトリウムの濃い領域が形成されたと考えられました。つまり、コンプトン・ベルコビッチ地域は火山活動によって作られたということですが、周辺の古い火山との違いはどこにあるのかなどの詳細は分からないままです。

巨大物質は放射性元素を多く含む花崗岩

今回、サザンメソジスト大の研究者らは、「ルナー・リコネサンス・オービター」や「嫦娥 1 号」「嫦娥 2 号」の衛星データを使って、コンプトン・ベルコビッチ地域の詳細な分析を試みました。

するとマイクロ波を用いた地熱勾配の観測で、同地域が周囲と比べて 10°C も高くなっていることが明らかになりました。さらに、重力加速度測定によって地下には最大直径が約 50 キロメートルの巨大な物体があることが分かりました。この物体が発熱していたのです。

月の火山活動は最新の研究でもすでに終わっているとされているので、発熱する物体は高温のマグマとは考えられません。研究論文の筆頭著者であるマシュー・シーグラー博士は、妻で地球化学者であるリタ・エコノモス博士らの協力を得て、さまざまな可能性を検討しました。その結果、巨大な物質は花崗岩（かこうがん）で、岩石中に含まれる放射性元素の崩壊に伴う熱によって高い温度になっていると結論づけました。

[次のページ日本にも似た事例が](#)

花崗岩とは、神社の鳥居や墓石に使われる「御影石（みかげいし）」のことです。マグマが火山として一気に噴出するのではなく、ゆっくりと冷えて固まることで形成されます。地球では、巨大なマグマ溜まりが複数の火山にマグマを供給しながら残留物中に多くのトリウムやウランが濃縮されていき、残りものが冷えて花崗岩に変化するケースも観察されています。花崗岩と放射性元素の関係の特徴は、私たちの身近でも見られます。日本では、花崗岩が広く分布している西日本のほうが東日本よりも自然放射線が多いことが知られています。花崗岩中の放射性元素の中でもトリウムは半減期が140億年と長いので、高濃度のトリウムを含む花崗岩は何十億年間にもわたって放射線（ α 線）と崩壊に伴う熱を放出し続けます。研究者たちはコンプトン・ベルコビッチ地域でも同じことが起きていると考えたのです。ただし、月の地下に巨大な花崗岩の塊があるとすると、別の謎に説明をつけなくてはなりません。というのも、花崗岩は地球ではありふれた岩石ですが、太陽系内では地球以外の星では巨大な岩塊を作ることとは不可能とされています。花崗岩の形成には、大量の水や地球のようなプレートテクトニクスが必要と考えられてきたからです。

「月に巨大な花崗岩」の2つの仮説

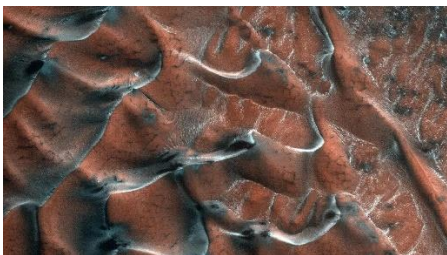
実際に、1971年に月面着陸したアポロ14号が持ち帰った「月の石」の一部で花崗岩の痕跡が見つかった時は、「月の石ではありえないので、この石は大昔に地球から月に飛んでいった隕石なのではないか」という議論も起こりました。そこで、シーグラール博士らは、月に巨大な花崗岩があることを説明するために、①コンプトン・ベルコビッチ地域が形成された35億年前の月は地球に似た環境だった、②花崗岩の形成には今までに知られていない方法がある、という2つの仮説を立てました。

前者の場合は、過去の月には局所的だとしても大量の水があったことが示唆されます。後者の場合は、「花崗岩がマグマから生成される」という現在受け入れられている説とかつて競った「岩石が高温高圧にさらされると、液体状態のマグマを経ずに花崗岩に変成する」という説が復活するかもしれません。ただし、隕石の影響を受けやすい月面だけでなく、地下深くに巨大な花崗岩が形成できることを説明するためには、さらなる議論が必要です。今回の研究成果が正しければ、火星や金星といった岩石惑星の研究や地質学そのものを大きく発展させる可能性があります。解明のためには月探査衛星によるサンプルリターンだけでは足りず、月面基地を作った上での掘削が必要になりそうです。アルテミス計画では、30年頃の月面基地建設を目指しています。順調に計画が進めば、10年以内に35億年前の月の姿が明確に説明できるようになるかもしれません。

https://www.gizmodo.jp/2023/07/evidence-of-changing-winds-on-mars-points.html?cx_click=pc_ranking

休眠し続ける火星探査車「祝融号」のデータから明らかになったこと

2023.07.19 22:00 Passant Rabie - Gizmodo US [\[原文\]](#)（たもり）



マーズ・リコネッサンス・オービターが2021年2月17日に撮影した砂丘

Image: NASA/JPL-Caltech/University of Arizona

中国の探査車「[祝融号](#)」が集めたデータを分析したところ、火星が劇的な気候変動を経ていたと示唆されました。この成果は、地球の気候の進化についての理解にも大きな影響を与えるかもしれません。

祝融号は火星の地表からの証拠を直に得られる火星表面複合探知器と火星気象観測機を使うことで、火星の地層を直接的に測定。探査車自体は[2022年に越冬のための休眠モードに入ってから目覚めていないため永眠](#)したのではとされていますが、そのデータは今もなお残っています。

風向きが変わって浸食された火星の砂丘

祝融号が火星の火山地帯である広大な平野ユートピア平原南端で収集したのは、風向きの変化を示すデータでした。風の方向が変わったことで氷期に形成された同地域の三日月型砂丘は浸食され、砂丘の上に濃い色をした縦列の稜線が重なったと判明したのです。データの分析は40万年前の火星の気候には風の変化を伴う劇的な転換があったことを示していると、先日 Nature に掲載された論文に書かれています。科学者たちは以前から、火星は居住可能性を低下させるような気候変動を古代のうちに経験したと示唆していました。もっとも火星の気候に関するこれまでの研究は直接的な証拠に基づくものではありませんでした。祝融号が着陸地点の周辺で集めたデータから、明るい色の三日月型砂丘が濃い色の材料でできた横風成海嶺（TARs）の下に埋もれていたことがわかりました。TARs は異なる傾斜角度ではあるにもかかわらず、明るい砂丘の上に形成されていたのです。この研究を行なったチームは、ユートピア平原の卓越風が最後の大きな氷河時代の終わりと同じ頃に、北東から北西へと70度近く変わり、三日月型砂丘を浸食したのだと結論付けました。

火星の気候変動を理解することの価値

火星は自転軸の傾きの変化によってもっとも直近の氷河時代を脱したとみられています。NASA いわく、自転軸の傾きのそういった変化は地球でも起きるもので、長期的な気候において重要な役割を果たすとのこと。

中国科学院（NAOC）の国家天文台 Li Chunlai 副所長はリリースにてこうコメントしていました。

「火星の気候の進化についての探査と研究は長きにわたって大きな関心事でした。火星は太陽系の中で地球に一番似ている惑星です。火星の気候プロセスを理解すれば、地球や太陽系に存在する他の惑星の進化と歴史の細部の解明が期待できます」祝融号は中国初の火星ミッションとして、2021年5月14日に赤い惑星に降り立ちました。1年ほど探査をした後、火星の厳しい冬を見込んで冬眠（低電力のセーフモード）に突入。同探査機は火星が春を迎える12月に目覚める予定でしたが、未だに音沙汰なしのままです。

そんな状態であっても、祝融号は火星の進化についての手掛かりを与えてくれたんですね。

Source: [Nature](#), [NASA Climate Change](#), [ScienceDirect](#),

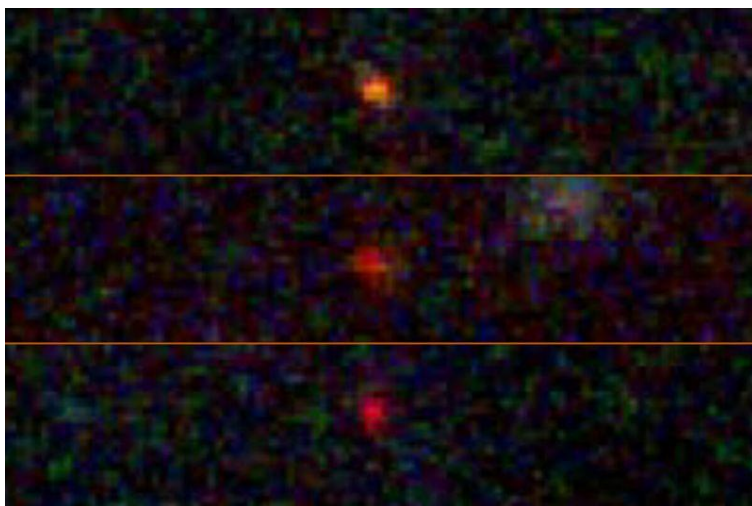
<https://forbesjapan.com/articles/detail/64636>

2023.07.20

初の「ダークマター星」発見か ウェブ望遠鏡の画像分析で



[Jamie Carter | Contributor](#)



この3つの天体（JADES-GS-z13-0、JADES-GS-z12-0、JADES-GS-z11-0）は、2022年12月に発見された当時、銀河だと考えられていた（NASA/ESA）

[ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡](#)の画像を分析していた宇宙物理学者チームが、宇宙で最初の星々である超大質量「ダークマター星」（ダークスター）の可能性のある明るい天体を3つ発見した。

ダークマター星はこれまで理論上の存在だった。明るさは最大で太陽の100億倍ともされ、現在私たちが見ている星々が形成される前の宇宙誕生直後に存在したと考えられている。

米科学アカデミー紀要（PNAS）に[掲載](#)された論文によると、当初銀河だと考えられていた3つの天体を詳しく調べたところ、ダークマター星の特徴とされる雲状の天体であることが分かった。

宇宙の夜明けの始まりに存在したとされるダークマター星は、ダークマター（暗黒物質）粒子を燃料供給源としていたと考えられているため、特別な重要性を持っている。

ダークマターの謎解明か？

物理学で最大級の謎の一つであるダークマターは、宇宙の物質の約85%を占め、重力とのみ相互作用すると考えられている。ダークマターは、目に見えない新しいタイプの素粒子から成ると考えられている。米航空宇宙局（NASA）によると、光やエネルギーを吸収・反射したり、発したりすることもない。そのため直接検出することが不可能で、今のところ仮説上の物質だが、その存在は他の物質に与える影響から推論できる。

今後の追跡観察は必要だが、もしダークマター星の発見が確認されれば、ダークマターの性質を解明できるかもしれない。論文の共著者であるテキサス大学オースティン校のキャサリン・フリース教授（物理学）は「新しいタイプの星を発見することはそれだけで十分興味深いことですが、そのエネルギー源となっているのがダークマターであることが分かれば、大発見となります」と語る。

謎を解く

3つの天体（JADES-GS-z13-0、JADES-GS-z12-0、JADES-GS-z11-0）が本当にダークスター星だとすれば、ダークマターの謎を明らかにするだけでなく、ウェッブ望遠鏡の「宇宙の夜明け」の画像に関する謎が解けるかもしれない。ウェッブはこれまでに、標準宇宙論に従うと[ビッグバン直後に存在したのものとしては大きすぎる](#)銀河を多数見つけている。

フリースは「今回のような全く新しい提案は常に確実性が低いため、標準理論に何らかの調整を加える必要がある可能性は高いでしょう」と指摘。「しかし、もし初期銀河のように見えるこれらの天体の一部が実際にダークマター星であるとすれば、銀河形成のシミュレーションは観測結果とより一致します」と語った。

今月上旬には、ウェッブを使用している研究チームが、史上最も遠く、[ビッグバンからわずか5億7000万年後に存在した超大質量ブラックホール](#)を発見した。（[forbes.com 原文](#)） 翻訳＝高橋信夫

<https://sorae.info/astromy/20230718-emacs-j1353-74329.html>

融合しつつある銀河団と重力レンズ効果 ハッブル宇宙望遠鏡が捉える

2023-07-18 [sorae 編集部](#)

こちらに写っているのは「りょうけん座」の一角。画像の横方向の範囲は満月の視直径の12分の1程度に相当します（視野は2.37×2.10分角）。

視野全体を占める天体の多くは銀河で、画像の中央には約80億光年先の銀河団「eMACS J1353.7+4329」が写っています。欧州宇宙機関（ESA）によると、私たちは少なくとも2つの銀河団が合体して単一の巨大な銀河団になりつつある様子を観測しているようです。



【▲ ハッブル宇宙望遠鏡で撮影された銀河団「eMACS J1353.7+4329」（Credit: ESA/Hubble & NASA, H. Ebeling）】

銀河団とは、数百～数千の銀河からなる巨大な天体のこと。何百億～何千億もの星々の集まりである銀河が何百～何千と集まった銀河団、その途方もない質量は「重力レンズ効果」をもたらすことがあります。

重力レンズとは、手前にある天体（レンズ天体）の質量によって時空間が歪むことで、その向こう側にある天体（光源）から発せられた光の進行方向が変化し、地球からは像が歪んだり拡大して見えたりする現象です。画像の中央右側をよく見ると、eMACS J1353.7+4329 の質量によって像が弧状に歪められた銀河が写っていることがわかります。重力レンズは遠方の天体を観測するための“天然の望遠鏡”として利用できますし、その強さを分析することで、未知の暗黒物質（ダークマター）の銀河団における分布を知ることも可能です。

この画像は「ハッブル宇宙望遠鏡（Hubble Space Telescope：HST）」の「掃天観測用高性能カメラ（ACS）」と「広視野カメラ3（WFC3）」で取得したデータ（可視光線と赤外線のパルサー合計7種類を使用）をもとに作成されました。ESAによると、ハッブル宇宙望遠鏡による eMACS J1353.7+4329 の観測は、普通とは違う5つの銀河団を複数の波長で観測することを目的とした Harald Ebeling さん（ハワイ大学）たちの観測提案「Monsters in the Making」の一環として実施されたということです。

冒頭の画像はハッブル宇宙望遠鏡の今週の画像として、ESA から 2023 年 7 月 10 日付で公開されています。※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: ESA/Hubble & NASA, H. Ebeling [ESA/Hubble](#) - Galactic monster mash
文/sorae 編集部

<https://forbesjapan.com/articles/detail/64599>

2023.07.19

「最も古くて遠い」ブラックホールをジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡が発見



[Jamie Carter | Contributor](#)

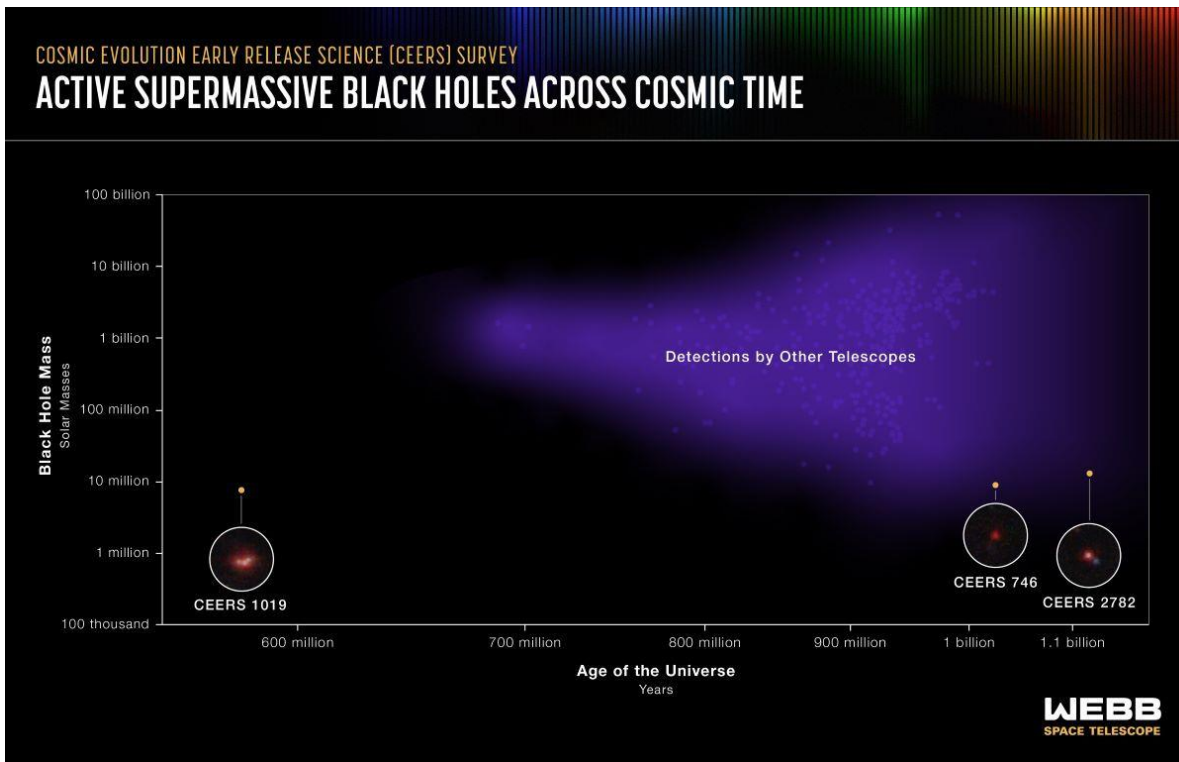
ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡を使っている研究チームが、宇宙を創造したビッグバンからわずか5億7000万年から存在している史上最も遠い超大質量ブラックホールを見つけた。この新たなデータは、宇宙の歴史において最初の数億年間におけるブラックホールの成長、進化に関する天文学者の考えを変えるかもしれない。また、新データは「これまで知られていない2個のブラックホール」「宇宙がわずか4億7000万～6億7500万歳の時に存在した11個の銀河」に関する証拠も発見している。

破られる記録

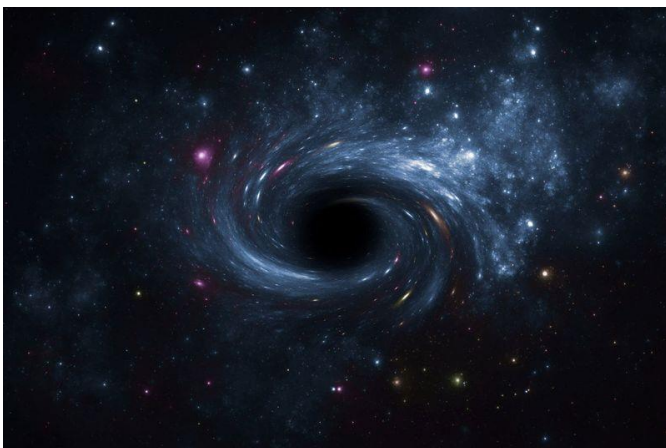
しかし、CEER 1019 と呼ばれるそのブラックホールが「最も遠い」という記録を保持してられるのは数週間だけかもしれない。なぜならウェブ宇宙望遠鏡から送られてくるかすかな初期宇宙に関する信じられないほど精密なデータが、天文学者を驚かせるほどのペースでサプライズをもたらし続けているからだ。

The Astrophysical Journal Letters に掲載された最も遠いブラックホールの証拠に関する別の発見は、ウェブ宇宙望遠鏡の Cosmic Evolution Early Release Science (CEERS) サーベイによるものだ。調査の目的は、初期の星々からの光が宇宙をウォーミングアップさせた「宇宙再イオン化時代」の銀河を研究することだ。

CEERS はウェブ宇宙望遠鏡を使って、初期宇宙の近赤外線と中赤外線の画像を異なる波長と組み合わせる。



現在知られている宇宙で最も遠い超大質量ブラックホールを検出したことを示す図。地上および宇宙のさまざまな望遠鏡によって同定されている。3つはジェームズ・ウェブ宇宙望遠鏡の CEERS サーベイによって最近同定された (NASA, ESA, CSA, LEAH HUSTAK (STSCI)) [次ページ >小質量のブラックホール](#)



史上最も遠い超大質量ブラックホールはビッグバンのわずか 5 億 7000 万年後に生まれた。画像はブラックホールの想像図 (Getty Images)

小質量のブラックホール

CEERS 1019 が天文学者にとって驚きなのは、これまで初期宇宙で見つかったブラックホールよりもはるかに小さいことだ。質量は太陽のわずか 900 万倍で、天の川銀河の中心にあるブラックホールの約 2 倍でしかない。それでもずいぶん大きいと思うかもしれないが、初期宇宙で見つかった他のもっと明るい超大質量ブラッ

クホールの質量は、太陽の約 10 億倍だ。ウェブ宇宙望遠鏡は、これほど遠く、かすかなブラックホールを発見した初めての望遠鏡であり、現在、理論物理学を裏づけるために観測データの提供を急いでいる。

「研究者たちは長年、初期宇宙に質量の小さいブラックホールがあるはずだと知っていました。ウェブはそれをここまで鮮明に捉えた初めての望遠鏡です」と CEERS サーベイチームのメンバーで、メイン州ウォータービル、コルビー大学のデール・コチェフスキーはいう。「今私たちは、小質量ブラックホールがいたるところにあり、発見されるのを待っていると考えています」

驚異の銀河

11 個の比較的明るい銀河が発見され、その一部はビッグバンからわずか約 4 億 7000 万～6 億 7500 万年後に存在していることも同様に驚きだと、研究に関わった研究者たちはいう。これまでウェブ宇宙望遠鏡は宇宙初期にこれほど近い銀河をほとんど見ることはできないと考えられていた。「ウェブが送ってきた遠方銀河の超詳細なスペクトルの量に私は圧倒されました。このデータは信じられないほど素晴らしい」と CEERS サーベイチームのメンバーで、NSF NOIRLab のパブロ・アラバルはいう。

初期銀河に関するこのウェブ宇宙望遠鏡のデータは、星の形成と銀河の進化に関する天文学者の理解を変えるかもしれないと考えられている。CEERS サーベイはまだ始まったばかりだ。

「これまで、初期宇宙の天体に関する研究は、大部分が理論的でした」と CEERS サーベイの責任者でテキサス大学オースティン校のスティーブン・フィンケルスタインは語る。「ウェブ宇宙望遠鏡を使うことで、極端に遠いブラックホールと銀河を見ることができるだけでなく、正確に測定できるようになりました。それはこの望遠鏡のとてつもない力です」

(forbes.com 原文)

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20230720-2731171/>

急成長中の大質量ブラックホールの周辺構造、国立天文台などが観測に成功

掲載日 2023/07/20 13:39

著者：波留久泉

国立天文台(NAOJ)と東京大学(東大)は 7 月 19 日、急激に成長している大質量ブラックホールの近傍から放たれる電波を、国内 4 か所の電波望遠鏡による VLBI ネットワーク「VERA」を用いた観測で詳細に捉え、電波が周辺のガスから受ける影響を明らかにすることに成功したと発表した。

同成果は、東大大学院 理学系研究科の高村美恵子大学院生、NAOJ 水沢 VLBI 観測所の秦和弘助教らの国際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。](#)

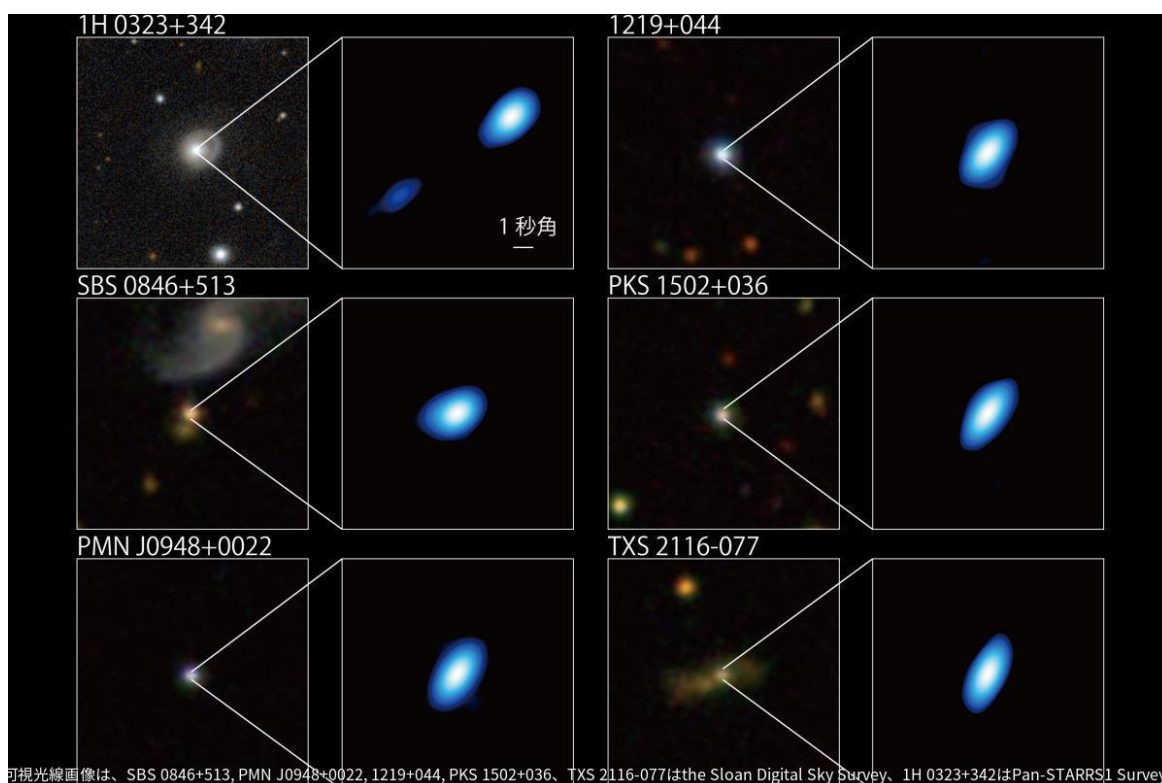
宇宙のほぼすべての銀河の中心には、太陽質量の数百万倍から百億倍にも達する大質量ブラックホールが存在していると考えられている。しかし、このような大質量ブラックホールがどのように誕生したのか、またどうやって成長していったのかといったことはいまだに良く分かっていないという。「狭輝線セイファート 1 型銀河(NLS1)」は、活動銀河核を持ち、可視光線で特異なスペクトルが観測される銀河の種族として知られており、まだ比較的質量が小さく、周辺のガスを勢いよく取り込みつつある、いわば急成長中の大質量ブラックホールが存在すると考えられている。しかし NLS1 は、クェーサーや電波銀河のようにより巨大なブラックホールが存在する銀河に比べて放射される電波が弱いため、中心部のガスの分布といった詳しい様子はこれまで観測されていなかったという。大質量ブラックホール近傍のガスが放つ電波は、偏波(可視光線でいう偏光)と呼ばれる特定の方向に偏った振動をする特徴があり、この偏波がブラックホール周辺にある磁場を伴うガスを通過するとき、偏波面が回転する「ファラデー回転」という現象が起こる。この回転量は、ガスの密度や磁場の強さによって変化するため、大質量ブラックホール周辺のガスや磁場の分布を探るための重要な手掛かりになるという。しかしファラデー回転については、十分に成長した大質量ブラックホールが存在する銀河ではよく調べられてきたが、NLS1 ではほとんど観測例がなく、そのことがブラックホール急成長の謎を解くための残され

た鍵とされてきた。そこで研究チームは今回、地球から比較的近い距離にある6つのNLS1に着目し、それぞれの大質量ブラックホール近傍の詳しい様子をVERAで詳しく観測することにしたという。



今回の研究の概念図。銀河の中心にある急成長中の巨大ブラックホールからは、ジェットや円盤風が噴出している。ブラックホール近傍から放たれた電波は、周辺にある磁場を伴ったガスを通過する際に、偏波面が回転して観測される (c)国立天文台 (出所:国立天文台 VERA プロジェクト Web サイト)

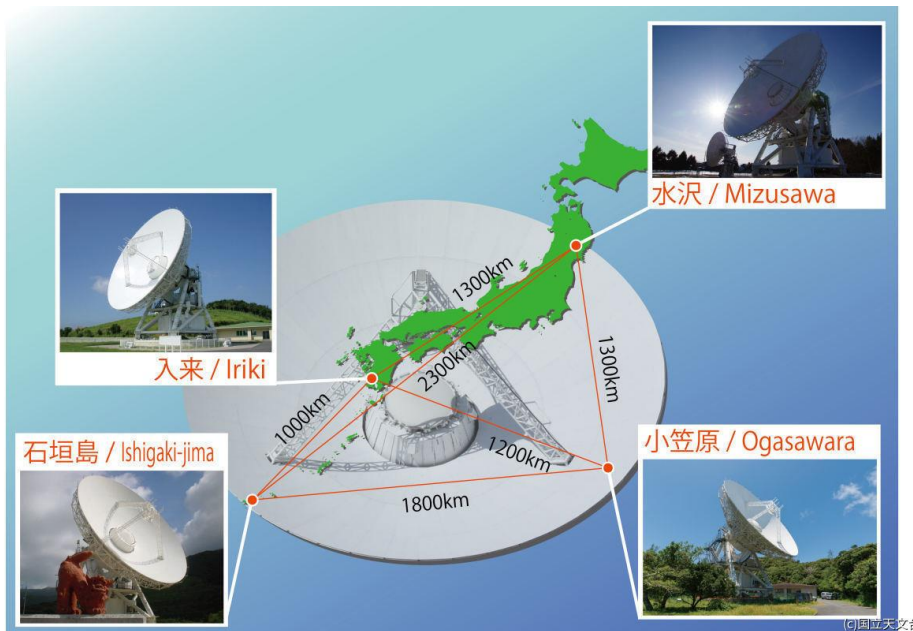
VERAは、国立天文台が運用する岩手県奥州市水沢、鹿児島県薩摩川内市入来、沖縄県石垣市、東京都小笠原村父島の4か所に設置された口径20mの電波望遠鏡をネットワークさせたVLBI(超長基線電波干渉法)による観測を行っており、最も離れている水沢～石垣島間の約2300kmを直径とする巨大電波望遠鏡と同じ高い分解能が実現されている。イベント・ホライズン・テレスコープ・プロジェクト(EHT)により達成された、史上初のブラックホールの直接観測は、アルマ望遠鏡など、世界中の電波望遠鏡によるVLBIネットワークで実現されたが、VERAはその日本国内版である(今後は、VERAなどもEHTに参加し、さらに観測性能を向上させる計画もある)。



今回観測された狭輝線セイファート1型銀河6天体。それぞれ左図が可視光線観測による銀河の画像(1H 0323+342はパンスタース望遠鏡、それ以外はスローン・デジタル・スカイ・サーベイ望遠鏡による)、右図がVERA22GHz帯によって今回得られた中心部の電波画像。それぞれの電波画像の中で最も明るく輝く位置(白い部分)にブラックホールがあると考えられおり、その領域を詳しく分析することで微弱な偏波を検出することに

成功した (c)電波画像は、Takamura et al., 可視光線画像は、SBS 0846+513, PMN J0948+0022, 1219+044, PKS 1502+036, TXS 2116-077 は the Sloan Digital Sky Survey, 1H 0323+342 は Pan-STARRS1 Survey (出所:国立天文台 VERA プロジェクト Web サイト)

今回 VERA では、新たに開発された「広帯域・偏波受信システム」を搭載することで、従来の観測の約 4 倍広い帯域幅(データの記録スピードに換算すると約 16 倍)で電波をまとめて受信することで雑音を低減させ、信号検出感度の向上が実現されたという。具体的には、各望遠鏡で 1 秒間に 2GB のデータを記録するという速度で、今回の研究では、VERA4 局を用いて 38 時間の観測を行い、合計約 1PB のデータを取得することに成功したとする。この観測データにより、これまで観測が困難だった NLS1 の中心からの微弱な偏波の検出に成功したほか、NLS1 からの偏波のファラデー回転を導き出すことに成功したと研究チームでは説明している。



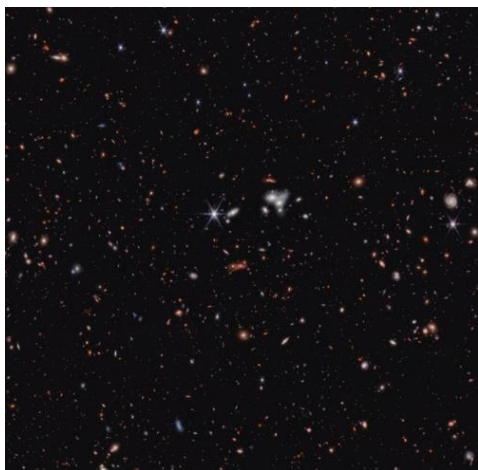
国立天文台が運用する VERA 望遠鏡の配置。水沢、入来、石垣島、小笠原(父島)の 4 か所に設置された口径 20m の電波望遠鏡を連携させ、VLBI 技術を用いた観測をすることで口径およそ 2300km におよぶ巨大望遠鏡と同じ分解能が実現されている (c) 国立天文台 (出所:国立天文台 VERA プロジェクト Web サイト)

今回の観測結果について研究チームでは、NLS1 のファラデー回転の回転量は大きく、ブラックホール近傍から放たれた電波が、磁場を伴ったガスの影響を大きく受けていることが推測できるとしているほか、NLS1 中心のブラックホールの近傍には「成長の源」であるガスが豊富に存在することが、これまでで最も高い解像度による観測で裏付けられたともしており、そのため NLS1 の質量は、十分に成長した大質量ブラックホールに比べると 10 分の 1 ないし 100 分の 1 程度しかないものの、いずれより巨大なブラックホールへと成長し、クエーサーのような極めて明るく輝く天体になる可能性が示唆されているとしている。

<https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/news/23/071400367/>

史上最古の超巨大ブラックホールを検出、続々と判明する初期宇宙

ビッグバンから 5 億 7000 万年後、「記録はすぐに塗り替えられるでしょう」と研究者 2023.07.21



ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡 (JWST) を使った初期銀河観測プログラム「Cosmic Evolution Early Release Science (CEERS)」で得られた画像の一部。CEERS は、観測史上最古級のブラックホールや銀河をいくつか発見している。(IMAGE BY NASA, ESA, CSA, STEVE FINKELSTEIN (UT AUSTIN), MICAELA BAGLEY (UT AUSTIN), REBECCA LARSON (UT AUSTIN)) [画像のクリックで拡大表示]

ビッグバンからわずか約 5 億 7000 万年後の初期宇宙にあった巨大なブラックホールを、ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡 (JWST) が発見した。質量は太陽の約 900 万倍だという。こうした古いブラックホールは今後も続々と発見されると考えられており、誕生して間もない宇宙でこうした大きなブラックホールが誕生した謎を解くヒントが得られると期待されている。初期銀河観測プログラム「Cosmic Evolution Early Release Science (CEERS)」によって発見された今回のブラックホールは、「CEERS 1019」という銀河で見つかった。このブラックホールを報告する論文は、ほかの 2 つの初期の超巨大ブラックホールに関する報告とともに、学術誌「The Astrophysical Journal Letters」に掲載されるという。

ブラックホールには大きく分けて「恒星質量ブラックホール」と「超巨大 (超大質量) ブラックホール」の 2 種類がある。恒星質量ブラックホールは太陽の 5~10 倍の質量のものが多く、重い恒星が寿命を終えて潰れ、超新星爆発を起こした後に残ったものだと考えられている。これに対して超巨大ブラックホールは太陽の数百万~数十億倍の質量をもち、そのほとんどが大きな銀河の中心にある。

超巨大ブラックホールが作られるしくみは、まだよくわかっていない。単純に考えれば、恒星質量ブラックホールが周囲の物質をどんどん飲み込んでいって巨大化したように思われる。しかし、太陽の質量の 10 億倍以上ある超巨大ブラックホールがビッグバンからわずか 10 億年未満の宇宙で発見されていると、米テキサス大学オースティン校の天体物理学者スティーブン・フィンケルスタイン氏は説明する。これほどの短い期間に、ブラックホールがここまで巨大化するしくみは知られていないという。「これは現代天文学で最大の謎の 1 つです」と中国、北京大学カブリ天文天体物理研究所 (KIAA) の天文学者である尾上匡房氏は言う。

遠方の銀河からの光は、地球に届くまでの間に徐々に波長が長くなり、可視光でいえば「赤い」方へずれてゆく。CEERS の観測では、JWST の高感度赤外線観測装置のデータを分析して、従来の望遠鏡では見ることができなかった初期宇宙の暗いブラックホールを探した。(参考記事: [「「最初期の銀河」が予想以上に多く見つかる、従来説を見直しか」](#))

CEERS 1019 のブラックホールは、「活動銀河核 (AGN)」と呼ばれる非常に明るい銀河中心領域を探すことで発見された。これまでの研究で、AGN の正体は、物質を飲み込んで膨大なエネルギーを放出しているブラックホールである可能性が示唆されていた。

これまで初期宇宙にはブラックホールは珍しかったと考えられていたのが、「JWST の観測が始まった年に、宇宙の誕生から 10 億年未満の時代の活動的なブラックホールがいくつも発見されたことに本当に驚きました」と尾上氏は言う。なお、氏はこの論文には参加していない。

ブラックホール形成理論を検証する鍵に

CEERS 1019 のブラックホールは、観測史上最古のブラックホールであるだけでなく、これまでに観測された初期宇宙のブラックホールの中で最も小さいものでもある。初期宇宙のブラックホールの多くが太陽質量の10億倍以上あるのに対し、CEERS 1019 のブラックホールは900万倍で、私たちの銀河系の中心にあるブラックホール（太陽質量の約400万倍）に近い。（参考記事：[「解説：銀河系の中心のブラックホールを初撮影、その大きな意義」](#)）

「初期宇宙の銀河には質量の小さいブラックホールがあったはずだと考えられていましたが、これが早速見つかるとは思っていませんでした」と、CEERS チームのメンバーで米コロンビア大学のカレッジの天体物理学者であるデイル・コセフスキ氏は語る。「JWST の感度が私たちの期待以上に高いことが証明されて、驚いています」
[次ページ：ほかに2つの初期ブラックホールが見つかる](#)

CEERS の観測では、ほかに2つの初期ブラックホールが検出された。1つはビッグバンから10億年後の銀河「CEERS 746」のブラックホールで、もう1つはビッグバンから11億年後の銀河「CEERS 2782」のブラックホールだ。どちらの質量も太陽の1000万倍程度で、比較的軽い。

なお、CEERS 746 のブラックホールを取り囲む明るい降着円盤の一部は塵（ちり）に覆われていて、この銀河がさかんに星々を生み出している可能性があると言ったコセフスキ氏は言う。また、CEERS 1019 の中では、超巨大ブラックホールの周辺領域から来たと思えない、非常に高速で運動するガスも検出されている。（参考記事：[「ブラックホールに吸い込まれる「降着円盤」の撮影に成功、初」](#)）

一部の科学者は、初期宇宙の超巨大ブラックホールは、より小さな構成要素が融合して大きくなったのではないかと考えており、今回発見された天体はそうした予測とよく合致している。それでも、CEERS 1019 のブラックホールはすでに説明が困難なほどの大きさがある。

CEERS の観測を率いたフィンケルスタイン氏は、1つの可能性として、銀河が誕生する前に、太陽の1万~100万倍の質量をもつ巨大ガス雲が重力崩壊して、超巨大ブラックホールの「種」が生じていたのかもしれないと言う。もう1つの可能性は、太陽質量の100倍程度の恒星の超新星爆発によって誕生したブラックホールが、驚くべき速さで成長したというものだ。「どちらが正しかったとしても、私たちがこれまで知らなかった事実を教えてください」とコセフスキ氏は言う。「前者が正しいなら、銀河が誕生する前に何があったのかがわかったこととなります。後者が正しいなら、ブラックホールの成長について、まだ解明されていないことがあることがわかります」米コロンビア大学の天体物理学者ゾルタン・ハイマン氏は今回の研究には参加していないが、この2つのモデルではビッグバンから6億年未満の宇宙にあったブラックホールの数が違ってくるので、さらに多くのブラックホールが見つければ、謎は解けると考えている。

初期宇宙のブラックホールを求めて

初期宇宙のブラックホールの手がかりは、ほかに見つかりはじめている。あるチームはビッグバンから4億5000万年後の「UHZ1」という銀河でAGNの可能性のあるものを発見したと[報告](#)しているし、JWST を用いた初期銀河観測プログラム「JWST Advanced Deep Extragalactic Survey (JADES)」は、ビッグバンから約4億3000万年後の「GN-z11」という銀河でAGNの可能性のあるものを発見したと[報告](#)している。

「記録はすぐに塗り替えられるでしょう。それは良いことです」と、米アリゾナ大学の天文学者でJADESのメンバーであるケビン・ヘインライン氏は言う。「初期宇宙でさかんに成長していた数多くの超巨大ブラックホールは、まだ見え始めたばかりです」CEERS は、宇宙が誕生してからわずか4億7000万~6億7500万年後にあった遠方の銀河の候補も11個[見つけている](#)。研究者たちは、JWST がこれほど遠くにある銀河をいくつも検出するとは予想していなかったという。新たに見つかった銀河は急速に星々を生み出しており、宇宙の歴史における銀河の進化を解き明かす手がかりになるかもしれない。

ハイマン氏によると、これまでの研究で発見されていた初期の超巨大ブラックホールは、いずれもそれらが位置する銀河（ホスト銀河）より明るく観測されたのに対して、今回発見された小さめの超巨大ブラックホールは、既知の銀河の中で見つかったという。「これは、何らかの理由で状況が逆転していることを意味してい

ます。小さなブラックホールはホスト銀河よりも暗く観測される一方で、より大きなブラックホールに進化したときには、ホスト銀河よりはるかに明るく観測されるのです」とハイマン氏。「この関係が成り立つためには、ホスト銀河はブラックホールよりも成長が遅い必要があります。銀河とブラックホールの進化について、新たな理解をもたらす発見です」（参考記事：[「途方もない重力波を検出、波長は数光年から数十光年、初の証拠」](#)）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（写真クリックでギャラリーページへ）



ウェブ望遠鏡が見た M74 の中心部。M74 は観測が難しく、幻の銀河とも呼ばれる。ウェブ望遠鏡を使った赤外線観測により、銀河の中心部から外側に広がる壮大な渦巻き状の腕の中に、ガスや塵の繊細なフィラメントがあることがわかる。中心部にはガスがないため、ここにある星団を見ることができる。（IMAGE BY ESA/WEBB, NASA & CSA, J. LEE AND THE PHANGS-JWST TEAM）

[\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

文=CHARLES Q. CHOI／訳=三枝小夜子

<https://sorae.info/astromy/20230721-grb-191019a.html>

ロングガンマ線バースト「GRB 191019A」は天体同士の“衝突事故”で起きた？

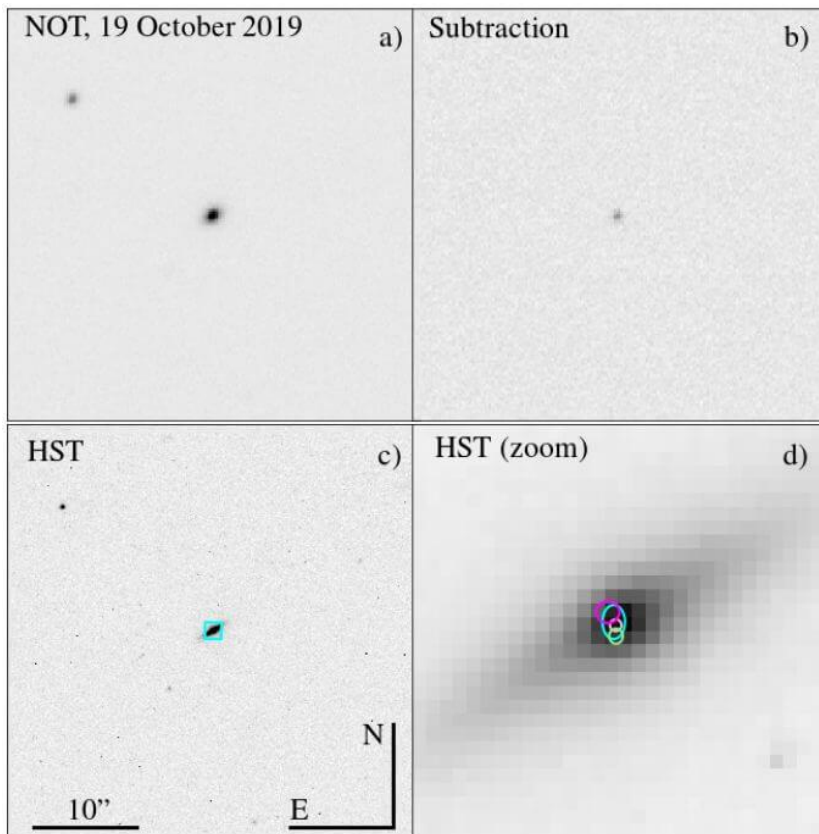
2023-07-21 [彩恵りり](#)

「ガンマ線バースト」は宇宙で起こる最も活発な天文現象の 1 つですが、その起源はよくわかっていません。ラドバウド大学の Andrew J. Levan 氏などの研究チームは、ガンマ線バーストの 1 つである「GRB 191019A」が、非常に混雑した銀河の中心部で恒星やコンパクト星が衝突したことによって起こった可能性が高いことを突き止めました。重力を介して結び付けられた連星関係にはない天体同士の衝突によるガンマ線バーストを観測したのは史上初であると見られています。

ガンマ線バーストは、短時間で非常に大量のガンマ線が放出される、宇宙で最もエネルギッシュな天文現象の 1 つです。しかし、ガンマ線バーストがどのようにして起こるのか、正確なことは判明していません。これまでの研究により、ガンマ線の放出時間が 2 秒未満の「ショートガンマ線バースト」と、2 秒以上続く「ロングガンマ線バースト」では、その起源が大きく異なるとされています。

ショートガンマ線バーストは、中性子星やブラックホールなどのコンパクト星同士が合体した時に発生すると言われています。その一方、ロングガンマ線バーストは非常に質量の大きな恒星の核が重力崩壊することで誕生したブラックホールの活動によって発生すると言われています。

この推定は、ガンマ線バーストと同じ位置で超新星爆発が見つかるかどうか確かめることで裏付けられています。ロングガンマ線バーストは超新星爆発直前の恒星で発生するため、しばしばガンマ線以外の波長でも「残光」と呼ばれるエネルギーの放出が観測されます。一方、ショートガンマ線バーストの場合はごく最近まで残光が観測されたことはなく、少なくとも超新星爆発よりもずっと弱い活動しか観測されていません。



【▲ 図 1: ロングガンマ線バースト「GRB 191019A」と、それが出現した銀河の画像。(a) 北欧光学望遠鏡の撮影画像。(b) GRB 191019A 出現前に撮影された画像と比較した明るさ変化の差分。黒い点が GRB 191019A による増光分。(c) ハッブル宇宙望遠鏡の撮影画像。(d) 画像 c の拡大写真。円は推定される GRB 191019A の位置。円の色は使用された観測波長を意味しており、波長によって推定位置が少しずつ異なることが示されているが、いずれも銀河の中心部に極めて近い位置にある (Credit: Andrew J. Levan, et.al.)】

ただし、ガンマ線バーストの観測例が増えるに従って、上記の 2 種類に当てはまらない例外が存在することが明らかになってきました。今回 Levan 氏などの研究チームが対象とした「GRB 191019A」もその 1 つです。GRB 191019A のガンマ線継続時間は 64.4 ± 4.5 秒と約 1 分に渡り、単純に分類すればロングガンマ線バーストということになります。しかし、通常のロングガンマ線バーストとは異なり、GRB 191019A ではガンマ線の放出に伴う超新星爆発が観測されていません。

Levan 氏らはハッブル宇宙望遠鏡、北欧光学望遠鏡、ジェミニ南望遠鏡で取得された観測データの分析を行った結果、GRB 191019A の起源が地球から約 30 億光年の位置にある、誕生から 10 億年以上経った銀河の中心部付近 (300 光年以内) であることを突き止めました。誕生からある程度の時間が経過したこのような銀河では、通常のロングガンマ線バーストの起源となる大質量星は生き残っておらず、新たな大質量星を生み出す活発な星形成活動も確認されていません。この銀河では超新星爆発が観測されていないことも、GRB 191019A の起源が超新星爆発ではないと推定する根拠になります。

GRB 191019A が銀河の中心部で見つかったことで、Levan 氏らはロングガンマ線バーストの起源としてこれまで想定されてきた超新星爆発直前の恒星とは別の起源を推定しています。GRB 191019A が発生した銀河と年齢が同程度の銀河の中心部は、数光年の範囲に 100 万個以上もの恒星が詰め込まれている非常に混雑した場所です。そのような環境では、恒星やコンパクト星がかなり頻繁に“衝突事故”を起こすと考えられます。



【▲ 図 2: ロングガンマ線バースト「GRB 191019A」の想像図。この図は超大質量ブラックホールの周辺部で天体同士の衝突が起きたという推定で描かれている (Credit: International Gemini Observatory / NOIRLab / NSF / AURA / M. Garlick / M. Zamani) 】

Levan 氏らは、GRB 191019A は銀河の中心部にある恒星密度の高い星団である中心核星団 (Nuclear Star Cluster) の内部、もしくは超大質量ブラックホール周辺の降着円盤において、連星をなしていない恒星とコンパクト星もしくはコンパクト星同士の衝突によって発生したと推定しました。重力を介して結び付いた連星同士の関係にはなかった天体が遭遇・衝突して発生したガンマ線バーストを観測したのは、GRB 191019A が初めてだとみられます。

このようなガンマ線バーストがどの程度の頻度で起きているのかを知ることができれば、天体同士の衝突にともなう重力波の放出頻度を推定することにも繋がります。このようなガンマ線バーストがこれまで見つからなかったのは、銀河中心部が塵とガスに満ちた領域であり、ガンマ線の放出を隠していたためであるとも考えられます。ガンマ線バーストの研究には様々な波長の観測データが欠かせないため、これからも世界中の天文台が連携して取り組む必要性があるでしょう。

Source

Andrew J. Levan, et.al. "A long-duration gamma-ray burst of dynamical origin from the nucleus of an ancient galaxy". ([Nature Astronomy](#)) ([arXiv](#))

[Andrew Levan & Charles Blue](#). "Never-Before-Seen Way to Annihilate a Star". (NOIRLab)

文／彩恵りり