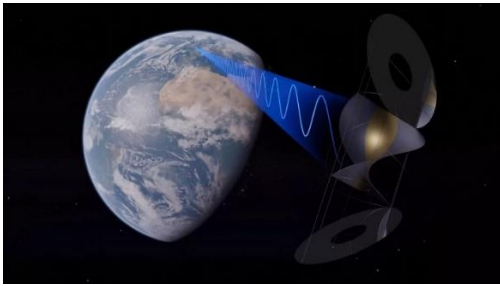


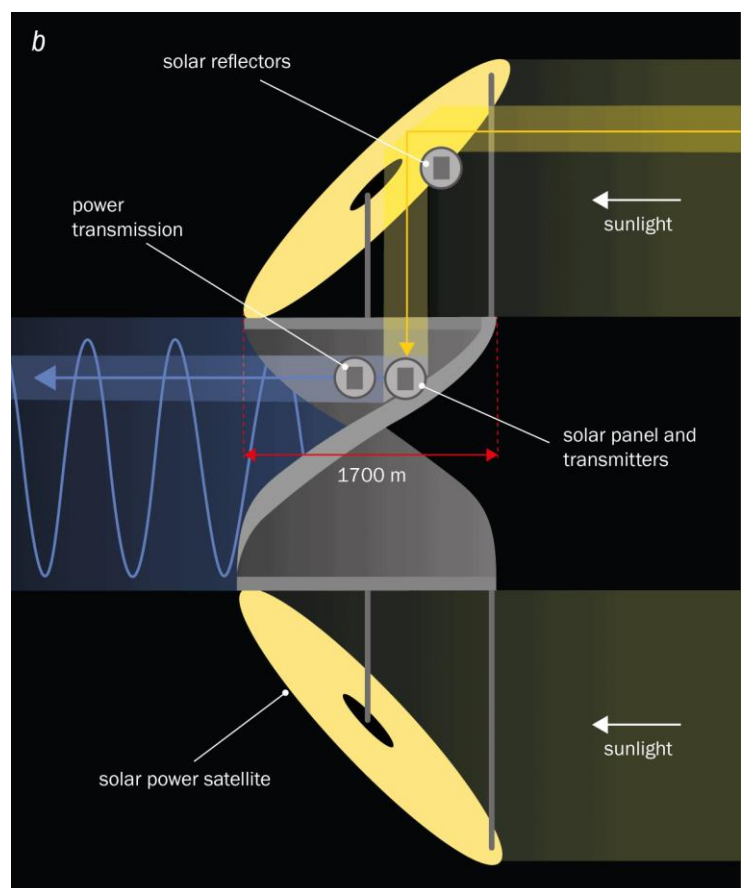
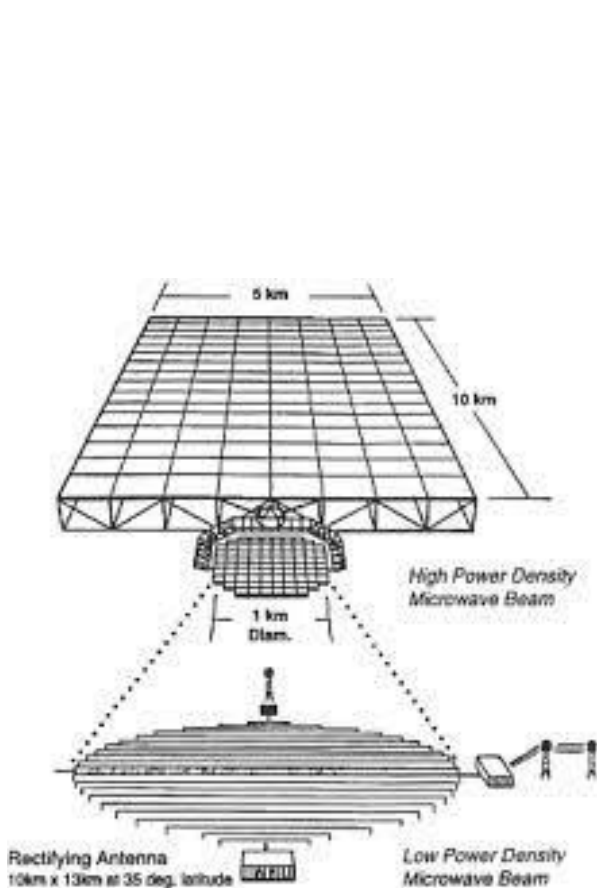
イギリスで検討中の宇宙太陽光発電システム 多くの課題を乗り越えられるか

2023-02-13 [KadonoMisato](#)



【▲イギリスで開発中の太陽発電衛星からマイクロ波で電力を送るイメージ図（Credit: International Electric Company）】

宇宙空間から電力を送る「宇宙太陽光発電システム」の新しいコンセプト「CASSIOPeiA（Constant Aperture, Solid-State, Integrated, Orbital Phased Array）」の検討がイギリスで進行中です。宇宙太陽光発電システムは、実現すれば24時間365日電力を生成・供給できる可能性を秘めています。



【▲NASAが発案した宇宙太陽光発電システムの模式図（Credit: Ian Cash）】

【▲CASSIOPeiAの仕組みを示した模式図（Credit: IOP Publishing）】

宇宙で発電した電気をマイクロ波で地上に送電する「宇宙太陽光発電システム」

「CASSIOPeiA」計画の背景には、持続可能な発電方法の追求があります。イギリスは2021年に、カーボンニュートラル（※）を2050年までに実現する「ネット・ゼロ（Net-Zero）戦略」を打ち出しました。かつてイギリスでビジネス・エネルギー・産業戦略大臣を務めたGreg Clark氏は、少なくとも30～40ギガワットの電力を持続可能かつ出力の制御が可能（dispatchable）な発電方式に頼る必要があるという談話を、2019年にタイムズ紙で発表しています。 ※...温室効果ガスの排出量と森林などによる吸収量の差をゼロにすること

ネット・ゼロ戦略の推進にあたって期待されている発電方法の1つが、宇宙太陽光発電システム（Space Solar Power System: SSPS）です。宇宙太陽光発電システムとは、宇宙環境下で太陽光発電を行ない、得られた電気をマイクロ波に変換して地球に送電する仕組みのこと。宇宙太陽光発電システムというアイデア自体は、アメリカ航空宇宙局（NASA）とエネルギー省（DoE）によって提案され、1970年代のエネルギー危機を発端に大規模な研究が行なわれました。1979年にNASAが公表した報告書では、5km×10kmのソーラーパネルで発電した5ギガワットの電力をマイクロ波に変換し、直径1kmのアンテナから送電することが想定されています。しかし、「CASSIOPEIA」のコンセプトを発案したIan Cash氏は、これほどの規模の人工物を静止軌道へ打ち上げるには現在の打ち上げ技術をもってしても総額約1.15兆ドルもの費用（ファルコン9もしくはファルコンヘビーの打ち上げ費用をもとに試算）がかかると主張しています。

「CASSIOPEIA」のコンセプトも、基本的な仕組みはNASAによるSSPSのアイデアとほぼ変わらないものの、太陽光を効率良く集める無駄のないデザインが意識されています。NASAのSSPSと比較すると、CASSIOPEIAの1ギガワットあたりの打ち上げコストは46倍効率が良い50億ドル（当時スペースXが開発中のBFR=ビッグ・ファルコン・ロケットによる打ち上げを想定、2018年11月に現在のスターシップに改名）だといいます。

宇宙太陽光発電システムの課題

それでもなお、宇宙太陽光発電システムの実用化にはクリアしなければならない問題があるようです。人工衛星の巨大化に伴うコストの上昇は不可避であり、実証実験でさえ構造物の幅は数マイルにも及ぶため、完成までにはスターシップを約300回打ち上げる必要があるといいます。

加えて、電気をマイクロ波に変換して地球に送電する方法は、現状では非常に効率が悪いといいます。マイクロ波は地球の大気を通過する際にエネルギーを失いますが、同プロジェクトに参加するAirbus Blue SkyのJean-Dominique Coste氏によると、技術実証で使用したシステムの効率はわずか5%ほどだったといいます。

実用化する上では、この効率を少なくとも20%に高めなければ意味がないといいます。

2043年の完全運用を目指す

これらのハードルを乗り越えて宇宙太陽光発電が実現すれば、天候の悪く太陽光発電に向かないイギリスと違って、24時間365日発電することが可能です。

「CASSIOPEIA」計画を進めるSpace Energy Initiativeは、2039年に2ギガワットを発電できる「太陽発電衛星（Solar Power Satellite: SPS）」のプロトタイプを打ち上げ、2043年に完全な運用を目指すとしています。

関連: [中国が宇宙太陽光発電システム建設のために、約900トンの超重量級ロケットを利用](#)

Source Image Credit: International Electric Company

[SPACE.com](#) - Can space-based solar power really work? Here are the pros and cons.

[SPACE.com](#) - A solar power plant in space? The UK wants to build one by 2035.

[SPACE.com](#) - Space-based solar power could really work, experiment shows

[doi: 10.1016/j.actaastro.2019.03.063](https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2019.03.063) - CASSIOPEIA – A new paradigm for space solar power

[National Space Society](#) - Satellite Power System

[Airbus](#) - Solar power beams: a step towards cleaner energy

[Conference: ESA-ESTEC Workshop: Space-based Solar Power for Net Zero 2050](#) - CASSIOPEIA SPS Space Based Solar Power for Net Zero

[GOV.UK](#) - Net Zero Strategy: Build Back Greener

[GOV.UK](#) - Space based solar power: de-risking the pathway to net zero

文/Misato Kadono

<https://sorae.info/space/20230217-h3-abort.html>

【速報・更新】「H3」ロケット試験機1号機、打ち上げ中断

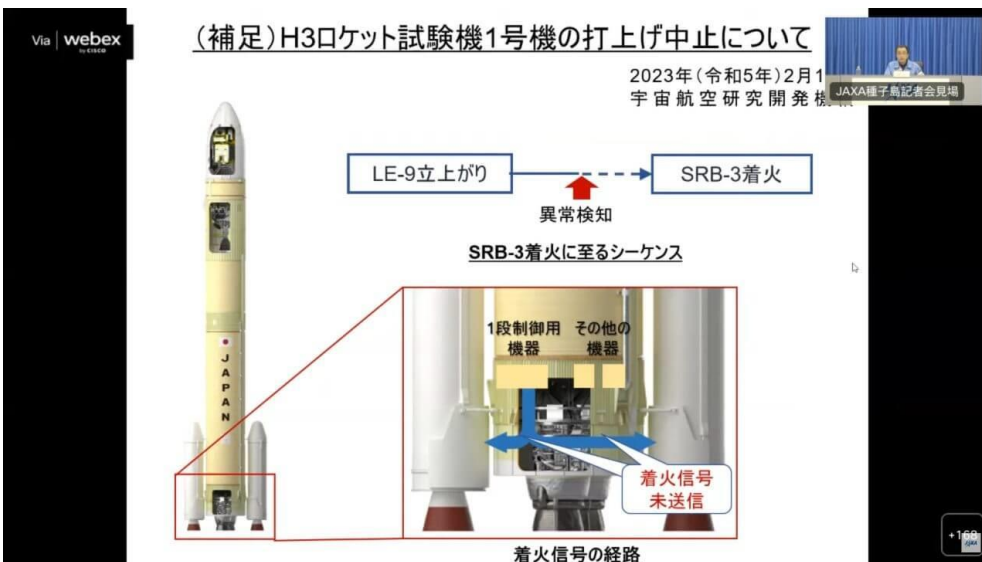


【▲ 第1段エンジンに点火した「H3」ロケット試験機1号機。この後すぐに打ち上げが中断され、メインエンジンが停止した。JAXAの打ち上げライブ配信から（Credit: JAXA）】

【2023年2月17日10時55分】宇宙航空研究開発機構（JAXA）と三菱重工業は2023年2月17日、新型ロケット「H3」試験機1号機の打ち上げを実施しましたが、打ち上げ予定時刻の直後に第1段メインエンジンが停止され、同日の打ち上げには至りませんでした。

JAXAの打ち上げライブ配信中に行われたアナウンスによると、第1段メインエンジン「LE-9」は点火したものの、第1段の側面に2基取り付けられている固体ロケットブースター「SRB-3」が点火しなかったため、打ち上げが中断された模様です。JAXAは詳しい原因を調査しています。

【2023年2月17日15時01分更新】JAXAは同日14時にプレスリリースを配信するとともに記者会見を開き、岡田匡史プロジェクトマネージャーが説明を行いました。それによると、H3ロケット試験機1号機は2023年2月17日10時37分55秒（日本時間）の打ち上げに向けて作業が進められていたものの、ロケットの第1段に搭載されている制御機器（1段機体システム）が何らかの異常を検知し、固体ロケットブースターを点火するための信号（着火信号）が送信されなかったため、同日の打ち上げを中止したということです。H3ロケットの打ち上げでは、第1段エンジン「LE-9」の点火に続いて固体ロケットブースター「SRB-3」が点火され、機体が発射台を離れます（※固体ロケットブースターを装着した機体形態の場合）。今回の事象ではLE-9点火とSRB-3点火の中間にあたるタイミングで制御機器が異常を検知し、打ち上げが中断されました。打ち上げ中止に至った原因については調査が進められている段階ですが、ロケットのシステムはLE-9の推力が立ち上がったところを検知しており、LE-9はおそらく正常だったと岡田プロジェクトマネージャーは説明していました。



【▲ H3ロケット試験機1号機の打ち上げ中止について、固体ロケットブースターの着火信号未送信を説明した図。2月17日14時開始の記者会見ライブ配信から（Credit: JAXA）】

H3ロケット試験機1号機に関しては新しい情報が入り次第お伝えします。

「人類の活動圏広げる」ISS 滞在中の若田さん、読者に特別メッセージ

2023.02.16 若田光一 / JAXA 宇宙飛行士

国際宇宙ステーション（ISS）に長期滞在中の宇宙飛行士、若田光一さん（59）が、科学技術振興機構（JST）の科学技術ニュースサイト「サイエンスポータル」読者に特別メッセージを寄せた。8年ぶりに訪れたISSの“進化”の実感や、日本実験棟「きぼう」の重要性の高まりを語り、さまざまな実験を通じた知見の積み重ねが人類に貢献することを、読者に強くアピールした。宇宙航空研究開発機構（JAXA）が選考中の次世代飛行士にも触れ、月探査での活躍に期待を込めた。全文は次の通り。



アジアントライゼロ G で、フィリピンの若者が提案した「ダンベル型物体の回転運動」の実験をきぼう船内で行う若田さん＝日本時間 1 月 17 日（JAXA、NASA 提供）

船外活動を行う若田さん＝1 月 21 日（JAXA、NASA 提供）

人生初の船外活動を終えて ISS 船内に戻り、ホッとした表情の若田さん＝1 月 21 日（JAXA、NASA 提供）

「思いやる。チームは強くなる」というテーマを掲げた今回の ISS 長期滞在中では、クルー（宇宙飛行士）や地上の関係者と連携しながらさまざまなミッション（任務）に臨みました。

ISS は約 8 年前のフライト時に比べて実験や観測のための装置類が充実しており、技術が向上して利用の拡大が進んでいます。「きぼう」では、青少年向けに簡易宇宙実験を行うアジアントライゼロ G や、新興国を含めた人材育成に貢献する超小型衛星放出などを実施しました。これらのミッションを通して、「きぼう」は日本だけでなく海外にとっても不可欠な存在になっていると実感しました。

また今回初めて、低重力環境での液体の挙動を調べる LBPGE など将来の国際宇宙探査に向けた実験も行いましたが、月や火星などの探査に向けて持続的な地球低軌道活動の場を確保することはとても大切です。ISS で獲得した新たな技術や知見が、人類の活動圏を広げることにつながると期待しています。今後さらに民間の方々が宇宙に進出し、地球低軌道や探査における有人宇宙活動がさらに発展することを願っています。

今年は JAXA の新しい宇宙飛行士の仲間が増えます。ISS の利用成果を最大限に創出し、月探査において日本人宇宙飛行士が活躍できるよう、私もチームの一員としてしっかり任務を進めていきたいと思っています。

読者の皆さんにも今後共、有人宇宙活動をご支援いただければ幸いです。

若田さんは 1996 年を皮切りに、今回を含め 5 回の飛行経験を持つ。ルーキーにして日本人初の搭乗運用技術者として米スペースシャトルに搭乗し、2014 年には日本人初の ISS 船長を務めるなど、数々の「日本人初」を成し遂げてきた。今回は昨年 10 月から、半年間の予定で ISS に滞在中。メッセージで触れた多彩な活動に加え、今年に入り、自身初となる船外活動も実現して注目を集めた。日本時間 1 月 20 日夜から 21 日未明の初回に続き、2 月 2 日夜から 3 日未明にも実施。いずれも米国人のニコール・マンさん（45）とペアを組んでリーダー役となり、新型太陽電池パネルの取り付け準備作業を行った。2 回で計 14 時間 2 分に及び、2 回目を終えると「作業中にいくつかの課題に直面しましたが、クルーと地上管制チームの皆さんとのチームワークの力で乗り越え無事作業を完了できました。ISS は漆黒の宇宙の中でとても明るく輝いて見えました」とツイッターに投稿し

ている。(サイエンスポータル編集部 草下健夫)



米露の飛行士と ISS で活動する若田さん(中央) = 昨年 11 月 3 日 (JAXA、NASA 提供)

https://news.biglobe.ne.jp/it/0214/mnn_230214_1348291994.html

ISS の「プログレス MS-21」補給船から冷却材漏れ、昨年と同様のトラブルか？

2023 年 2 月 14 日(火) 18 時 30 分 [マイナビニュース](#)



[写真を拡大](#)

ロシア国営宇宙企業ロスコスモスは 2023 年 2 月 11 日、国際宇宙ステーション(ISS)にドッキング中の「プログレス MS-21」補給船から、冷却材が漏洩したと発表した。

同様の事故は昨年 12 月、有人宇宙船「ソユーズ MS-22」でも発生。この事象は微小隕石などの衝突が原因と考えられているが、今回相次いで発生したことで、製造・組み立て時のミス、欠陥による品質不良を疑う声もある。ソユーズ MS-22 の事故では、代替りの宇宙船を無人で打ち上げることが決まるなど大きな影響が出たが、今回の事態により、さらなる影響と混乱をもたらす可能性もある。

プログレス MS-21 補給船から冷却材漏れ

ロスコスモスによると、モスクワ時間 11 日午後、プログレス MS-21 補給船で減圧の発生を確認。正確な発生時刻は不明だが、発表は 11 日 15 時 58 分(日本時間 21 時 58 分)に行われた。

当初、どこで減圧が起きたのかなど詳しい状況は不明だったが、その後の調査で、減圧が起きたのは補給船の熱制御システムで、冷却材が漏れ出していることが確認された。ロスコスモスは「原因は調査中」としている。

ロスコスモスで有人宇宙計画の責任者を務めるセルゲイ・クリカレフ氏は、「残念ながら、熱制御システムを直接見ることはできません。現在、専門家が、漏洩が発生したと見られる場所を調べる方法を検討しています」と述べている。「(ロボットアームなどを使い)高画質の写真を撮影できれば 穴がどのような形をしているのか、何が原因だったのか、何がどのように起こったのか、絞り込むことができるでしょう」。なお、ISS 内の温度と圧力はすべて正常で、宇宙飛行士に危険はなく、ISS の運用は通常どおり継続中だという。ISS には現在、コマンドーのセルゲイ・プロコピエフ宇宙飛行士をはじめ、若田光一宇宙飛行士ら計 7 人が滞在している。

最初の報告から約 3 時間後には、米国航空宇宙局(NASA)も声明を発表し、ロスコスモスと同じ内容を伝えている。プログレス MS-21 は昨年 10 月 26 日に打ち上げられ、2 日後の 28 日に ISS とドッキングし、補給物資などを送り届けた。現在は ISS で出た廃棄物などが積み込まれており、2 月 18 日に ISS から出航、大気圏に再突入して燃え尽きる予定だった。

ソユーズ MS-22 の事故と類似？

今回と同様の冷却材漏れは昨年 12 月、ISS にドッキング中の有人宇宙船「ソユーズ MS-22」でも発生している。クリカレフ氏も、「プログレス MS-21 の状況は、ソユーズ MS-22 で起きたことと似ています」と認める。

ソユーズ MS-22 をめぐっては、これまでの調査で、微小隕石(マイクロメテオロイド)などの衝突によって熱制御システムの配管に穴が空き、そこから冷却材が漏れ出したと考えられている。

しかし、今回同様の事態が相次いで発生したことで、その推測に疑問符がつくことになった。わずか2か月のうちに、異なる宇宙機のほぼ同じ場所に、同じように微小隕石が衝突し、同じような事故を引き起こすということは、確率的に考えにくいからである。逆に有力視されるのが、製造や組み立て時のミス、部品の欠陥など、すなわち人為的、技術的なミスによる品質不良によって熱制御システムが壊れたという可能性である。

これまでのソユーズ MS-22 の事故調査では、この可能性は否定されている。1月11日にロスコスモスとNASAが開いた記者会見では、クリカレフ氏は「組み立て時の記録などを調査した結果、品質不良を裏付けるものはなにもありませんでした」と語っている。NASAも、「すべての情報が、微小隕石が衝突した可能性を示しています。これまでのところ、ロスコスモスと見解は一致しています」としていた。しかし、今回の事態を受けて、あらためて品質不良が可能性のひとつとして浮上するとともに、ソユーズ MS-22 の事故調査の妥当性にも疑問符がつくことになった。ロシアの有人宇宙開発をめぐっては、この5年間に限っても品質不良が原因となった事故が相次いでいる。2018年には、「ソユーズ MS-09」宇宙船に製造時に誤って開けられたと見られる穴が見つかり、空気漏れが発生。同じ2018年には、「ソユーズ MS-10」宇宙船の打ち上げが失敗した。さらに2021年には、ISSの新モジュール「ナウカ」が意図せずスラスタを噴射する事故を起こしている。こうした経緯からも、ソユーズ MS-22 の事故の本当の原因は品質不良だったのではという見方を増長させている。

品質不良が原因だった場合、ソユーズ MS-22 とプログレス MS-21 で事故が起きた以上、ソユーズ MS-23 でも同様に起きる可能性は否定できない。とくにソユーズとプログレスは双子のような関係にあり、構造や部品、システムの多くが共通している。そのため、再度、入念な試験や検証が必要とされるだろう。

クリカレフ氏も、「今後打ち上げ予定の宇宙船や補給船に影響を与える可能性があるため、これが他の機体にも共通する事象ではないことを確認する必要があります。打ち上げ準備作業、機体や部品に使用された材料、熱制御システムの組み立てに関して分析を行う予定です」と語る。

ISS 運用計画への影響

また、対応策やそれにかかる時間によっては、ISS の運用計画に大きな影響を及ぼす可能性がある。

ロスコスモスは現在、ソユーズ MS-22 の事故を受け、代わりとなる新しい宇宙船「ソユーズ MS-23」を無人で打ち上げることを計画している。ソユーズ MS-22 の搭乗員であるプロコピエフ氏ら3人の宇宙飛行士は、ソユーズ MS-23 に乗り換えたうえで今年後半に地球へ帰還することになっている。

1月の会見では、ロスコスモスは「ソユーズ MS-22 の事故原因は微小隕石の衝突と考えているが、予防措置として、ソユーズ MS-23 の熱制御システムを『ダブルチェック、トリプルチェック』した」とし、問題がないことを念入りに確認したとしている。また、今回の事故を受けた声明でも、ロスコスモスとNASAはともに、「現時点では、プログレス MS-21 の状況がISSの飛行計画に変更をもたらすことはない」としている。

しかし、ソユーズ MS-23 に追加の試験や部品の交換などが必要となれば、打ち上げの延期は避けられない。そればかりかソユーズそのものがしばらく飛行停止を強いられる可能性もある。あるいは結論がどうあれ、調査が長引くことも考えられる。

いずれにしても、その場合には、プロコピエフ氏ら3人の宇宙飛行士の帰還方法、今後のISSの運用計画などをめぐって、さらなる影響と混乱が生じることになろう。

○参考文献 ・VK Roskosmos

・ International Space Station Operations Update, Crew Continues Normal Activities - Space Station

鳥嶋真也 とりしましんや

った特別な元素」

[土屋 健](#) [サイエンスライター](#) [プロフィール](#)

中生代は、約 2 億 5200 万年前から約 6600 万年前まで、約 1 億 8600 万年続いた時代です。その間、一般的にも注目され人気の高い恐竜が誕生し、繁栄し、絶滅しました。

恐竜が誕生した三畳紀、恐竜が巨大化し、種類を増やし、さらには空にも進出を始めたジュラ紀、さらに多様化し、多くの羽毛恐竜が現れ、大繁栄の末、巨大隕石の衝突と共に絶滅した白亜紀。本記事の抜粋元『[カラー図説 生命の大進化 40 億年史 中生代編 恐竜の時代——誕生、繁栄、そして大量絶滅](#)』（ブルーバックス）では、これら三つの時代を、恐竜をはじめとした様々なグループ、約 110 種の生き物を紹介しながら概観していきます。登場する生物を追ってだけで、生命の進化の流れが理解できる構成になっています。

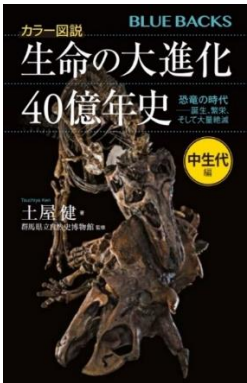


PHOTO by iStock

そして、終わりがやってきた

約 6600 万年前に、直径約 10 キロメートルの巨大な隕石が、メキシコのユカタン半島の先端付近に落ちた。

落下地点の気温は、瞬時に約 1 万度に達したという。動植物はもちろん、瞬殺されたはずである。

落下地点の地殻表層は剥ぎ取られ、微小な粒子となって、大気にばらまかれた。この微粒子は長期間にわたって大気中に滞留し、日光を遮ることになる。その結果、地球の気温は長期間にわたって低下。植物が枯れていく。あるいは、育ちにくくなる。植物の絶対量が減れば、植物を食べていた動物たちも生きていけない。そして、植物食動物の数が減れば、彼らを襲う肉食動物も数を維持できない。この“滅びの連鎖”により、大量絶滅事件となる。これは、「衝突の冬」と呼ばれる仮説である。

[関連記事](#)じつは「恐竜の時代」にも「肉食の哺乳類」がいた…！「ジュラ…」

「ビッグ・ファイブ」 「ビッグ・ファイブ」

前述したように、地球史には、古生代から現在に至るまでに、五つの大量絶滅事件があったとされる。

「ビッグ・ファイブ」と呼ばれるこの五大絶滅事件の第 1 回目は古生代オルドビス紀末に発生し、2 回目は古生代デボン紀後期に起きた。そして、3 回目は古生代ペルム紀末に発生し、これが史上最大規模だった。

そして、4 回目は三畳紀末に発生した。そして、白亜紀末に最後の大量絶滅事件が発生した。2016 年のスタンレーの論文では、白亜紀末の大量絶滅事件で海棲動物種の約 68 パーセントが姿を消したという。

陸の動物に関する絶滅を数値データで表現することは難しい。海棲動物よりも化石が残りにくいからだ。それでも、鳥類をのぞく恐竜類が姿を消し、その鳥類も大打撃を受けたことがわかっている。哺乳類も多くの種が減っていった。白亜紀末の大量絶滅事件は、ビッグ・ファイブの中で最も研究が進んでいる。その研究のすべてを紹介するとなれば、膨大なページ数が必要だ。そこで、細部にわたる情報については、大量絶滅をテーマとした書籍（たとえば、2021年にイースト・プレスから上梓した拙著、『恐竜・古生物に聞く 第6の大絶滅、君たち（人類）はどう生きる？』などはいかがだろうか？）に譲るとして、本書では二つの歴史的な論文と、いくつかの最近の論文を紹介しておきたい。そもそも「衝突の冬」は、1980年にカリフォルニア大学（アメリカ）のルイス・W・アルヴァレッツたちが発表した論文がきっかけとなり、大きな注目を集めることになった仮説である。それまで、白亜紀末の大量絶滅事件の原因については諸説あり、どれも決定的な証拠に欠けていた。

アルヴァレッツたちは、地層中に残る「イリジウム」に注目した。イリジウムは、地球深部にしか存在しないとされる“特別な元素”だ。その元素が、白亜紀末の地層に濃集していた。あるはずのないものがある。アルヴァレッツたちは、その答えを地球外に求めた。隕石衝突によってもたらされたと考えたのだ。

[関連記事じつは「恐竜の時代」にも「肉食の哺乳類」がいた…！「ジュラ…](#)

[「大量絶滅の原因は、隕石衝突である」と結論付けられる](#)

「大量絶滅の原因は、隕石衝突である」と結論付けられる

当初、イリジウムだけでは「衝突の冬」の証拠としては不足とみられたものの、その後の研究でこの仮説を支える証拠が次々と報告されていく。直径180キロメートルにおよぶ巨大なクレーター——チクシュルーブ・クレーターの発見、衝突によって発生した大津波の痕跡の発見……20世紀末から21世紀初頭にかけて、証拠は急速に整えられていった。そして、2010年。フリードリヒ・アレクサンダー大学エアランゲン=ニュルンベルク（ドイツ）のペーター・シュルテたちが、「大量絶滅の原因は、隕石衝突である」と結論づける論文を発表した。この論文には、世界各国から41人も研究者が名前を連ねている。この2010年の論文で、白亜紀末大量絶滅事件の原因に関する議論の大勢は決した。この論文では、隕石衝突によるものとされる多くの証拠がまとめられた。もちろん、他の研究者から異論も出たが、個々の証拠を説明できる仮説は他にあって、すべての証拠を統一することができる仮説は他にないのである。その後、白亜紀末の大量絶滅事件をめぐる議論の中心は、その原因ではなく、細部の解析に移行している。「いかにして滅んだのか」という研究が注目されるようになった。たとえば、2016年、東北大学の海保邦夫たちは、衝突場所の岩石に「すす」をつくる有機物が多かったことを明らかにした。そしてコンピューターシミュレーションによって、このすすが、中高緯度の日光を遮り、中高緯度に寒冷化を招いたことを指摘した。一方、低緯度には大規模な乾燥化が発生し、大旱魃を招くことになったという。海保は、2017年にも気象庁気象研究所の大島長とともに、新たな論文を発表し、絶滅を招くほどの「すす」がある岩石は、地球表面の約13パーセントに限定されていたことを指摘している。つまり、大量絶滅事件のトリガーとなる隕石は、“当たりどころ”が悪かった可能性が出てきた。

同じように“運が悪い”ことを示唆する研究は、2020年にも発表されている。インペリアル・カレッジ・ロンドン（イギリス）のG・S・コリンズたちの解析によれば、衝突時の隕石の角度は、地表面に対して30～60度だったという。この角度より浅くても、深くても、衝突の被害は少なかったというのだ。

当たりどころが悪く、角度も悪かった。もう少し遅く、あるいは、早く地球にやってくれば、あるいは、わずかに軌道がずれていれば、爬虫類の楽園はもうしばらく続いたかもしれない。

[関連記事じつは「恐竜の時代」にも「肉食の哺乳類」がいた…！「ジュラ…](#)

[またもや“それなりの規模の隕石衝突”があった](#)

また、2021年には、グラスゴー大学（イギリス）のアンネマリー・E・ピッカースギルたちが、ウクライナにある直径約24キロメートルのボルティッシュ・クレーターに注目した論文を発表。このクレーターが約6540万年前に形成されたことを明らかにした。

大量絶滅のトリガーとなったチクシュルーブ・クレーターへの衝突は約6600万年前だ。その衝突からわずか数十万年前で、またもや“それなりの規模の隕石衝突”があったことになる。ピッカースギルたちは、この衝突が、大量絶滅事件からの生態系の回復の邪魔をした可能性に言及している。

さらに連載記事[<じつは「恐竜の時代」にも「肉食の哺乳類」がいた…！「ジュラ紀の陸上世界」の「ヤバすぎる様相」>](#)では、ジュラ紀の陸上世界の様子を詳細に語ります。

<https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/news/23/021500080/>

今も機密扱いの基地「エリア51」 なぜ UFO の聖地になったのか

未確認飛行物体の目撃が相次ぐ基地、開示された事実とは？

2023.02.18



米アリゾナ州セドナの UFO ツアーに参加し、怪しげな宇宙船に目を光らせる人々。画像は、2017 年に暗視ゴーグルを通して撮影した 6 枚の写真を組み合わせたもの。(COMPOSITE PHOTOGRAPH BY JENNIFER EMERLING) [\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

米ネバダ州レイチェルの名物レストラン「リトル・エイリン」は地球人も利用できる。(PHOTOGRAPH BY JENNIFER EMERLING) [\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

ニューメキシコ州ロズウェルにある国際 UFO 博物館・研究センターには毎年 20 万人が訪れる。(PHOTOGRAPH BY JENNIFER EMERLING) [\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

米国ネバダ州の砂漠にある空軍基地「エリア 51」。UFO を目撃するため、毎年、ここには世界中から多くの旅行者がやってくる。 エリア 51 には、UFO や宇宙人と結びつけられたいくつもの伝説がある。それらは根拠のない噂であることもあれば、中には現実の出来事に基づいたものもある。エリア 51 についての事実を確かめておこう。

エリア 51 はどこにあるのか

エリア 51 は、ラスベガスの北西約 130 キロにある。通称「地球外高速道路」と呼ばれるネバダ州道 375 号のマイルマーカー 29 番と 30 番の間から、標識のない未舗装道路が延びている。州道からは建物はひとつも見えないが、地図によればその道はグルーム湖と呼ばれる場所へと続いている。

事情通の人たちは、そこに基地があることを知っている。パラダイスランチやレッドスクエアなど数々の異名をもつその基地こそ、エリア 51 だ。

第二次世界大戦前、グルーム湖一帯は銀や鉛の採掘に使われていた。戦争が始まると、軍がこの場所を接收して研究に用いるようになった。その内容は主に核や武器の実験だった。(参考記事: [「<検証>米国「UFO 報告書」第 1 回 発端となった 2004 年の遭遇](#))



2017 年の春の休暇中、ニューメキシコ州ロズウェルの繁華街で揃いのエイリアン風マスクを着ける高校生。

(PHOTOGRAPH BY JENNIFER EMERLING) [\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

ニューメキシコ州ロズウェルにある世界唯一の宇宙船型マクドナルドは、UFO を目当てにやって来る旅行者に人気。(PHOTOGRAPH BY JENNIFER EMERLING) [\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

ニューメキシコ州ロズウェルのショッピングセンターを囲む金網にあしらわれたエイリアンの顔。

(PHOTOGRAPH BY JENNIFER EMERLING) [\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

なぜ砂漠に秘密基地を作ったのか

冷戦期になると、CIAはスパイ偵察機の開発を始める。試作機の製造と試験のための基地が必要と気づいた当時のCIA長官リチャード・ビッセル・ジュニアとロッキード社の航空機設計者ケリー・ジョンソンは、1955年、グルーム湖のそばにある人里離れた飛行場に本部を置くことを決めた。米原子力委員会は、この基地を既存のネバダ核実験場の地図に追加し、「エリア51」と名づけた。

8か月後には、当時の航空機を大幅に上回る高度7万フィート（約2万1000メートル）で飛行できるU-2偵察機が開発された。これにより、パイロットは旧ソビエト連邦のレーダー、ミサイル、敵機のはるか上空を飛ぶことができるようになった。

ギャラリー：訪れたい米国 UFO の聖地 写真 12 点（写真クリックでギャラリーページへ）

U-2が1960年にソビエトの対空ミサイルに撃墜されると、CIAはエリア51で次世代のスパイ偵察機の開発に取り掛かった。それがチタン製の機体をもつA-12だ。レーダーにほぼ探知されないA-12は、米本土を時速2200マイル（約3500キロ）、70分間で横断することができた。この航空機にはまた、高度9万フィート（約2万7000メートル）から地上にある長さ30センチの物体を撮影することができるカメラも搭載されていた。

[次ページ：エイリアンと UFO エイリアンと UFO](#)

エリア51は宇宙人と関連があるというイメージが定着したのは、そこで働いていたと自称するロバート・ラザー氏が1989年、ラスベガスのテレビ局によるインタビューに答えたことがきっかけだった。エリア51には宇宙船があり、その研究が進められているとラザー氏は主張した。彼の仕事は、その技術を軍事利用するために再現することだったという。（参考記事：[「米国が極秘に UFO 研究、過去を含め成果は？」](#)）

しかしその後すぐに、ラザー氏の信頼性が疑われた。ラザー氏が母校であると主張するマサチューセッツ工科大学とカリフォルニア工科大学には、彼の在籍記録がなかったのだ。ただし、当時エリア51のエンジニアたちが最新鋭の航空機を研究・再現していたことは確かだ。異なる点は、その対象が宇宙人のそれではなく、他国から入手した航空機だったことだ。それでも、エリア51から飛び立つハイテク航空機のフライトがあまりに多かったせいで（A-12の離陸は2850回を超えた）、一帯では未確認飛行物体の報告が急増していた。

「A-12のチタン製の機体が、弾丸並の速さで飛びながら太陽の光を反射するのを目にすれば、だれもがUFOを連想するでしょう」。2011年にエリア51に関する本を出版したジャーナリストのアニー・ジャコブセン氏は、情報筋からそう聞かされたという。

エリア51の真実は

CIAがU-2とA-12の開発に関する文書の機密指定を解除した2013年、政府は初めて正式にエリア51の存在を認めた。それ以前は、地元の人たちも砂漠で何か奇妙なことが進められていることに気づいてはいても、具体的な情報はほとんどなく、確かめる手段もなかった。

エリア51は現役の基地だ。しかし、この基地が1970年代以降にどのような目的で使われてきたかは極秘となっている。現在の作業内容が機密扱いから外れ、一般に公開されるようになるまでは、少なくともあと数十年はかかるだろう。

ギャラリー：訪れたい米国 UFO の聖地 写真 12 点（写真クリックでギャラリーページへ）



1947年にエイリアンの宇宙船が墜落したとされるニューメキシコ州ロズウェルに向かう人間2人と後部座席の

怪しげな人影。一部の陰謀論者は、ロズウェルの墜落現場に残っていたものは、研究のためにネバダ州レイチェル付近にある秘密基地エリア 51 に運ばれたと信じている。(PHOTOGRAPH BY JENNIFER EMERLING)

[\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

エリア 51 は今もなお、米国におけるエイリアン神話の中心的存在だ。2019 年には人気ポッドキャスト番組でラザー氏のインタビューが放送され、これをきっかけに開催された「ストームエリア 51」というイベントでは、砂漠に 6000 人が集まってエイリアンの痕跡を探した。

エリア 51 には今日も、エイリアンをテーマにした博物館、レストラン、モーター、パレード、フェスティバルを目当てに、数多くの信者や懐疑論者がやってくる。彼らに共通するのは、真実がほんとうにそこにあるのかを確かめたいという思いだ。(参考記事：[「人類は宇宙人に好意的」、発表が物議、米学会」](#))

[\[この記事の写真をもっと見る\]](#) [ギャラリー：訪れたい米国 UFO の聖地](#) [写真あと 5 点](#)

文=SYDNEY COMBS／写真=JENNIFER EMERLING／訳=北村京子

<https://www.afpbb.com/articles/-/3451501>

5000 年前の大衆酒場発見 イラク

2023 年 2 月 15 日 17:43 発信地：ラガシュ/イラク [[イラク 中東・北アフリカ](#)]



イラク南部の古代都市ラガシュ遺跡で見つかった酒場跡 (2023 年 2 月 11 日撮影)。(c)Asaad NIAZI / AFP

イラク南部の古代都市ラガシュ遺跡で見つかった陶片 (2023 年 2 月 11 日撮影)。(c)Asaad NIAZI / AFP

イラク南部の古代都市ラガシュ遺跡で見つかった酒場跡 (2023 年 2 月 11 日撮影)。(c)Asaad NIAZI / AFP



イラク南部の古代都市ラガシュ遺跡で見つかった酒場跡 (2023 年 2 月 11 日撮影)。(c)Asaad NIAZI / AFP

イラク南部の古代都市ラガシュ遺跡で見つかったかまど (2023 年 2 月 11 日撮影)。(c)Asaad NIAZI / AFP

イラク南部の古代都市ラガシュ遺跡で見つかったかまど (2023 年 2 月 11 日撮影)。(c)Asaad NIAZI / AFP



イラク南部の古代都市ラガシュ遺跡で見つかったかまどの跡 (2023 年 2 月 11 日撮影)。(c)Asaad NIAZI / AFP

イラク南部の古代都市ラガシュ遺跡 (2023 年 2 月 11 日撮影)。(c)Asaad NIAZI / AFP

イラク南部の古代都市ラガシュ遺跡で見つかった指の跡がある粘土片（2023年2月11日撮影）。(c)Asaad NIAZI / AFP



イラク南部の古代都市ラガシュ遺跡で見つかった陶製の容器（2023年2月11日撮影）。(c)Asaad NIAZI / AFP

イラク南部の古代都市ラガシュ遺跡で見つかった陶製の排水管（2023年2月11日撮影）。(c)Asaad NIAZI / AFP

イラク南部の古代都市ラガシュ遺跡で見つかった陶製の排水管（2023年2月11日撮影）。(c)Asaad NIAZI / AFP

【2月15日 AFP】イラク南部でこのほど、約5000年前の大衆酒場跡が発見された。当時の一般の人の暮らしの解明が期待されるという。酒場跡が見つかったのは、ナシリヤ（[Nasiriya](#)）の北東に位置する古代都市ラガシュ（[Lagash](#)）遺跡。ラガシュは現在のイラクに存在したシュメール文明の最初の都市の一つとして知られる。

調査を行った米ペンシルベニア大学（[University of Pennsylvania](#)）と伊ピサ大学（[University of Pisa](#)）の合同チームは、紀元前約2700年ごろに使われていた原始的な冷蔵システム、大型のかまど、客用のベンチ、ボウル150個を発見した。ボウルの中には魚や動物の骨があった。シュメールで広く飲まれていたビールが提供されていた痕跡も見つかった。発掘プロジェクトの責任者ホリー・ピットマン（[Holly Pittman](#)）氏はAFPに対し「冷蔵庫、大勢に出せる分の食器、客が座る椅子に加え、冷蔵庫の後ろには食事の調理に使われたと思われるかまどがあった」と話した。このことから、普通の人々が来て食事をする場所だったこと、個人宅ではなかったことが分かるという。

■エリート層ではなく普通の人々の研究

現在のイラク南部では穀類を栽培し農作物の余剰分ができるようになると、食物の生産に直接関わらない新しい社会階級が誕生した。これが世界最古の都市の発展につながった。発掘に携わったイラク人考古学者、バケル・アザブ・ワリ（[Baker Azab Wali](#)）氏は、チグリス（[Tigris](#)）川とユーフラテス（[Euphrates](#)）川の合流点に程近いラガシュの住民らは「農作、畜産、漁猟だけではなく物品の交換でも生計を立てていた」と説明した。

発掘は昨年11月に完了しており、今後採取された資料の詳細な分析が行われる。ピットマン氏は「都市の誕生初期については、まだ分からないことがたくさんある。それがわれわれの研究テーマだ」と語った。

「この大都市に住んでいた、エリート層ではない人々の居住区域や職業の特性を明らかにしたい」「他の遺跡で行われた調査は王族や聖職者に焦点を当てたものが多い。そうしたものも重要だが、普通の人々（の研究）も重要だ」(c)AFP/Asaad Niazi with Tony Gamal-Gabriel in Baghdad

https://news.biglobe.ne.jp/trend/0213/toc_230213_0153993263.html

太陽の一部が欠けた？ 大規模な極渦が発生、原因不明の現象に科学者も困惑

2023年2月12日（日）20時0分 [tocana](#)



[写真を拡大](#)

今月2日、太陽の表面から物質が剥がれ落ち、極付近で竜巻のような渦巻きが発生したことが観測され、科学者らが困惑しているという。この現象は、アメリカ航空宇宙局（NASA）のジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡によって撮影された後、宇宙天気予報士のタミサ・スコフ博士がツイートで拡散した。

太陽の縁を形成する雲のような構造をプロミネンスと言う。皆既日食時の太陽の縁から燃え上がる炎のように見えることから日本語では紅炎とも呼ばれるが、このプロミネンスが太陽の縁からまるで剥離するような現象が起り、そこで大規模な極渦が発生しているというのだ。

米コロラド州の国立大気研究センターで副所長を務める太陽物理学者のスコット・マッキントッシュ氏は「Space.com」に対し、このようなユニークな事象を引き起こす原因はまだ分かっていないと語った。

おそらく太陽の磁場と関係があると見られているが、依然として謎のままという。科学者たちは、「黄道面」、つまり地球の軌道を含む幾何学的平面からしか太陽を見ることができないため、情報が限られているからだ。

欧州宇宙機関の太陽観測衛星「ソーラー・オービター」ならば、黄道面を越えて軌道を上げながら太陽の画像を撮影できるため、その答えが得られるかもしれないが、それまでは研究者は頭を悩ませなければならないという。ところで、去年は巨大太陽嵐の発生が危惧されたが、太陽は2025年に現在の11年周期の活動のピークに到達するという。太陽嵐とは、太陽で非常に大規模な太陽フレアが発生した際に太陽嵐が爆発的に放出され、それに含まれる電磁波・粒子線・粒子などが、地球上や地球近傍の人工衛星等に甚大な被害をもたらす現象とされる。太陽フレアにより発生する大量のプラズマを含んだコロナ質量放出は磁気嵐を引き起こし、磁気嵐は電子機器に大きな悪影響を及ぼす。大規模になれば人工衛星や携帯電話が使えなくなり、他のあらゆるコミュニケーションツールが利用不可能になると言われている

太陽現象を正確に予測することは人類の存亡にかかわる大きな問題だ。今後の研究に期待したい。

参考：「一家に1枚太陽用語集（製作・文部科学省）」「New York Post」「Space.com」ほか

<https://news.yahoo.co.jp/articles/3a69783fed78ef250fc88a5186b8e37ddc10d58d>

太陽系最初期の物質か 「りゅうぐう」試料の分析 東北大など 2/16(木) 19:09 配信



[小惑星「りゅうぐう」の砂（容器中央の黒い物質）＝2021年6月、相模原市中央区のJAXA相模原キャンパス](#)

探査機「はやぶさ2」が小惑星「りゅうぐう」から持ち帰った試料を分析していた東北大などの研究チームは、約46億年前の太陽系最初期にできたとみられる物質が含まれていたと発表した。太陽近くでできた後、遠く離れたりゅうぐう母天体まで運ばれたと推定されるという。論文は16日付の英科学誌ネイチャー・コミュニケーションズに掲載された。これまでの分析で、試料には小惑星に多く含まれる物質「コンドリュール」に似た組成の粒子と、カルシウムやアルミニウムを多く含む粒子の2種類が含まれていることが判明。いずれも0.03ミリほどで、1000度以上の高温環境で形成されたとみられていた。研究チームは粒子の化学組成や年代などを、隕石（いんせき）に含まれている粒子と比較するなどして分析。この結果、2種類とも太陽近くで形成されたものが含まれ、カルシウムを含む粒子は太陽系最初期に形成されたと考えられるという。どちらも試料には

ごくわずかしが含まれていないため、極めて低温のりゅうぐう母天体には存在しなかったと推定。原始太陽系星雲内で形成され、ガスの乱流などで母天体に運ばれた可能性があるとしている。東北大学院の中嶋大輔講師は「今後は原始太陽系の中で何が起きていたのかを明らかにしていきたい」と話した。

<https://wired.jp/article/off-world-farming-mars-interstellar-lab/>

2023.02.15

目指すは火星での作物栽培、“地球”を再現する農業ポッドをフランスのスタートアップが開発中

人類が月や火星で暮らす未来に向けた長期的な計画において、宇宙での食料生産は欠かせない。そこでフランスのスタートアップが進めているのが、地球と同じ環境を再現して作物を栽培できるポッドの開発だ。この技術は温暖化が進む地球上の過酷な環境でも活用できることが期待されている。

自然が大好きな子どもとしてフランスで育ったバーバラ・ベルヴィジは、自然に夢中なあまり地球以外の惑星での生活を夢見ていた。バーバラが寝室の壁に描いたような青々とした草木や、エキゾチックな花でいっぱいの巨大ドームがあるような世界である。ところが、大人の生活が待ち受けていた。ベルヴィジは金融と経営を学び、[ディープテック](#)への投資でキャリアを築いた。科学や工学の技術革新によって動向が左右される企業を支援するベンチャーキャピタリストになったのだ。



[火星や月での農業が実現する日がやってくる？ 「月面の土」で植物が育ったことの意味](#)

BY [RAMIN SKIBBA](#)

[完全な暗闇でも育つ野菜が実現する？ 太陽光発電で光合成より効率よく“養分”をつくる試み](#)

BY [MATT RAYNOLDS](#)

そんなベルヴィジは 2014 年、物理的なコネクテッド製品やロボティクスに特化した投資会社として [Hardware Club](#) を共同で創業した。現在は Interstellar Lab の創業者兼最高経営責任者（CEO）として、子どものころの夢を実現しつつある。Interstellar Lab は、地球以外の惑星で生命を維持できる膨張式のポッドをつくるという野心的な目標を掲げている。「このプロジェクトを始めるために、航空宇宙、生命維持、農業、建築についてかなり学ばなければなりません」と、ベルヴィジは言う。

ベルヴィジによると、18年に設立した同社は、地球上でも軌道上でも、地球以外の惑星の地表でも「生命にとって完璧な気候と大気の状態をつくること」を目的としている。この目的は「多惑星で生存できる種になる」という億万長者が好む目標の支援のみならず、地球上での状況の改善にも役立つ。Interstellar Lab で開発中の技術なら、食料不足や生息地の損失といった問題に対処できると、ベルヴィジは語る。



PHOTOGRAPH: INTERSTELLER LAB

Interstellar Lab の最初の製品は「BioPod」だ。これは膨張式のドームで、ドーム内の温度、湿度、空気中の酸素や二酸化炭素（CO2）の量を注意深く監視・制御できる。

その白い外壁と透明な屋根は、地球上のさまざまな気候帯を再現した英国の施設「Eden Project」の温室を縮小したようにも、1970年代のSFのページからそのまま抜け出してきたようにも見える。「超高度な自律型温室なのです」と、ベルヴィシは説明する。

[月や火星で暮らすなら何が必要になる？ 宇宙基地での生活に欠かせない「7つの必需品」](#)

BY [LEENA KHALIL](#)



[宇宙飛行士の「尿」は飲料水に、そして建築材料や肥料にもなる：月面での活用に向けた研究が進行中](#)

BY [DANIEL OBERHAUS](#)

PHOTOGRAPH: INTERSTELLER LAB

地球向けの BioPod は、複合材でできた船体のような基部に、環境を制御するための電子機器や油圧機器を搭載している。土を用いずに植物を育てるために、内部には水耕栽培やアクアポニックス（水産養殖と水耕栽培を組み合わせた循環型有機農法）の設備が整っている。その設備では水がリサイクルされ、透明の膜から太陽光が取り込まれる。そして栽培中の個々の植物に合わせた液体肥料が散布され、植物に養分が与えられる。さらに植物の生育を最適化するために、アルゴリズムによって生育状況が監視・調整される仕組みだ。

すべては地球のために

Interstellar Lab は現在、パリ近郊にある同社の倉庫内で実物大のプロトタイプ制作に取り組んでいる。また、マダガスカル産のバニラなど、希少で栽培が難しい植物を使ったテストも実施している。密閉空間に自然環境を再現することで、栽培者は持続不可能な恐れがある方法でバニラの鞘を収穫して世界中に出荷するのではなく、バニラが必要とされる場所に近いところで栽培できるわけだ。BioPod なら使用する水量を 98% 減らし、必要なエネルギー量を 20 分の 1 に削減し、収穫量を増大できると Interstellar Lab は主張している。地球用の BioPod には、サプライチェーンが窮地に陥っている食品メーカーや化粧品メーカー、製薬会社など数十社から予約注文が入っているという。とはいえ、Interstellar Lab の目指すところは、わたしたちの惑星を越えて広がっている。ベルヴィジと仲間たちはスペース X から特斯拉、ディズニーに至るまで多岐にわたる経歴をもち、地球低軌道用のスタンドアロン型カプセルも試作している。そのカプセルは 23 年 6 月に、米航空宇宙局（NASA）の施設があるフロリダ州ケープカナベラルに設置される予定だ。また、ベルヴィジらは多くの宇宙機関と連携し、国際宇宙ステーション（ISS）向けに膨張式モジュールを開発している。Interstellar Lab は長期的には、月や火星における食料生産システムを備えた居住環境の一部となる BioPod をつくりたいと考えている。植物の栽培室となるポッドは、居住区域や廃棄物処理施設を収める相似のポッドに、中央部のコネクタで接続されることにな

っている。ただ、その前にモハーヴェ砂漠での概念実証（POC）を経て、BioPodの技術を軽量で弾力性に富み、真空の過酷な宇宙空間でも信頼に足るものにする方法を見出さなければならない。そうした方法を見出す過程で地上の設備を改善する方法のほか、大気中のCO₂を除去したり排水を処理したりするためのより効率的なツールを自社で発見できると、ベルヴィジは見込んでいる。「実のところ宇宙探査の最終的な目的は、わたしたちがこの地球でより持続可能な方法で生活できるようにすることなのです」と、ベルヴィジは言う。

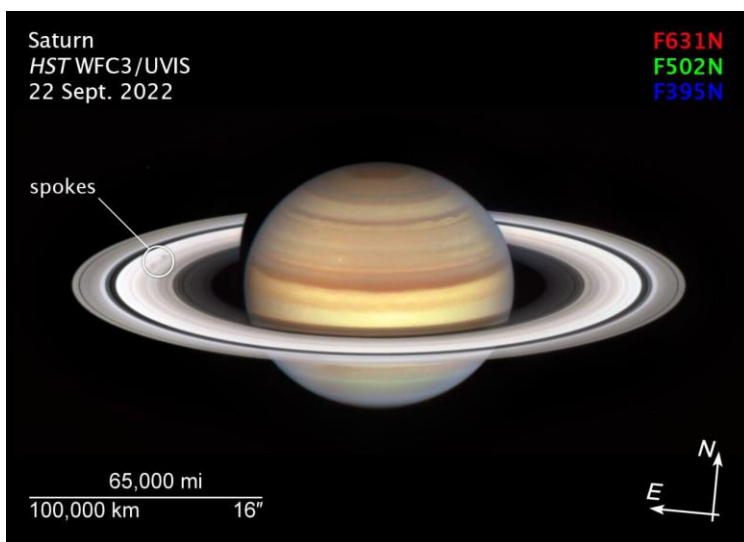
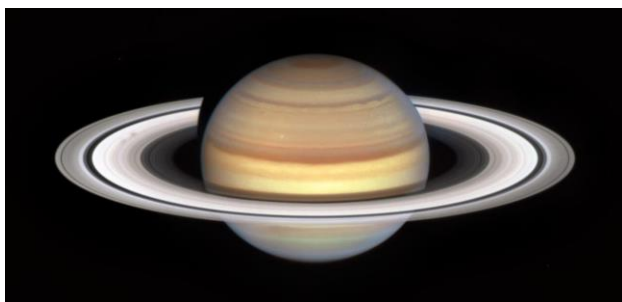
(WIRED US/Translation by Madoka Sugiyama/Edit by Daisuke Takimoto)

※『WIRED』による[食の関連記事はこちら](#)。 [農業の関連記事はこちら](#)。

<https://sorae.info/astrometry/20230218-spoke-season-at-saturn.html>

ハッブル宇宙望遠鏡が撮影した土星の姿 今シーズンも“スポーク”が出現

2023-02-18 [sorae 編集部](#)



【▲ 2022年9月22日にハッブル宇宙望遠鏡の広視野カメラ3（WFC3）で撮影された土星（Credit: Science: NASA, ESA, Amy Simon (NASA-GSFC); Image Processing: Alyssa Pagan (STScI)）】

【▲ 冒頭の画像の注釈付きバージョン。スポーク（spokes）の位置などが示されている（Credit: Science: NASA, ESA, Amy Simon (NASA-GSFC); Image Processing: Alyssa Pagan (STScI)）】

こちらは「ハッブル」宇宙望遠鏡が捉えた土星の画像です。2022年9月22日に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（可視光線のフィルター3種類を使用）をもとに作成されました。

土星は自転軸が公転面に対して約27度傾いているので、地球と同じように季節の変化があります。ただし、土星の公転周期（つまり土星にとっての「1年」）は約30年なので、土星の春夏秋冬の長さはそれぞれ約7年です。2017年5月に北半球が夏至を迎えたあと、地球から見た土星は環の傾きが小さくなり続けています。土星は2025年5月に秋分を迎えるため、今後数年間は土星の環を真横やそれに近い角度から見ることになります。環の左側をよく見ると、白く明るいB環にシミのような黒っぽい部分があります。これは土星の環に一時的に現れる「スポーク（spoke）」と呼ばれる模様です。ハッブル宇宙望遠鏡を運用する宇宙望遠鏡科学研究所（STScI）によると、スポークはその名が示すように環の広い範囲に放射状に現れることもあれば、この画像のように塊状にみられることもあります。また、太陽光の当たり方や地球から見た環の傾きによっては明るく見えることもあるといいます。スポークはアメリカ航空宇宙局（NASA）の惑星探査機「ボイジャー」によって初めて観測されましたが、実はその原因はまだよくわかっていません。スポークは土星の環に常に存在しているわけではなく、春分や秋分の前後に現れては、夏至や冬至が近付いた頃に消滅するという季節性のサイクルを繰り返しています。STScIによれば、スポークの発生と消滅には土星の磁場の変動が関わっているのではないかと予想されています。

土星の磁場が太陽風と相互作用することで、土星の環を構成する最小サイズの粒子が帯電し、より大きな粒子や岩の上に一時的に浮揚することでスポークが現れるのではないかというわけです。

ハッブル宇宙望遠鏡による土星の観測は、太陽系の巨大ガス惑星の大気の変化を捉える「OPAL (Outer Planet Atmospheres Legacy)」プログラムのもとで実施されています。OPAL プログラムで得られた今回の“スポークシーズン”のデータが土星探査機「カッシーニ」(2017年9月に運用終了)のデータに加わることで、スポークという現象の全体像や土星の環の物理特性が明らかになるかもしれないと期待されています。

冒頭の画像はNASA、STScI、欧州宇宙機関(ESA)から2023年2月9日付で公開されています。

Source Image Credit: ESA/Hubble, NASA & A. Simon, A. Pagan (STScI)

[NASA](#) - Hubble Captures the Start of a New Spoke Season at Saturn

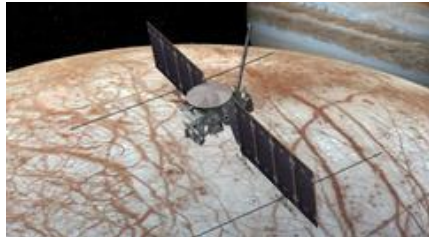
[ESA](#) - Spokes Spotted In Saturn's Rings [STScI](#) - Hubble Captures the Start of a New Spoke Season at Saturn

文/sorae編集部

<https://www.gizmodo.jp/2023/02/jupiter-most-moons-in-the-solar-system-saturn.html>

木星、「太陽系で衛星の数をもっとも多い星」に返り咲く

2023.02.12 22:00 Kevin Hurler - Gizmodo US [\[原文\]](#) (たもり)



最多の衛星を誇る木星 Image: NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS

太陽系最大のガス惑星である**木星**が、これまでに確認された衛星の総数が92個という記録を打ち立て、もっとも多くの衛星を持つ惑星になりました。

これまで衛星の数は土星が最多だった

2023年1月20日、小惑星センターが最近発見された10個の衛星の**最後の1個**を認定したことで、この92個という数が正式なものに。これまでは土星が83個で、最多の衛星を持つ太陽系の惑星の座についていましたが、木星が奪取したというわけです。

最近になって木星の衛星がたくさん見つかった

木星の衛星は、2017年までは67個しかありませんでした。しかし2017年と2018年に、カーネギー研究所の天文学者スコット・シェパード氏らのチームが木星を周回する今まで知られていなかった**12個の衛星**を発見。これで木星の衛星の総数は、土星の83個をわずかに下回る79個へ。

今回、追加で10個の衛星を発見

そして2021年と2022年に、彼らはさらに3個の衛星を見つけました。そして現在、彼の研究チームが追加で発見した10個の衛星が、国際天文学連合の小惑星を研究する機関である小惑星センターに認定されたのです。シェパード氏らのチームはハワイにある国立天文台のすばる望遠鏡と、チリのセロ・トロロ汎米天文台にあるビクター・M・ブランコ望遠鏡を使って、新たな衛星を見つけ出しました。また彼らは観測した天体が実際に衛星なのかどうかを確かめるため、チリのラスカンパナス天文台にある口径6.5mのマゼラン望遠鏡で追跡観測を実施。直近の10個の衛星は大きさに幅がありますが、どれも直径3280フィート(1km)以上で、半数が4920フィート(1.5km)以上でした。シェパード氏は、「メインの調査は冥王星の先の太陽系外縁部にある惑星を探すことだったが、たまたま木星の周りの新たな衛星も観測していた」とメール取材に答えています。「これらの衛星は公表されたばかりでまだ命名されていない。小惑星センターがおそらく今後数カ月のうちに新衛星に番号を付

与し、その頃にはいくつか命名できるだろう」

衛星を研究する意義

土星と木星に衛星が多いのは、それらが昔はもっと巨大だった衛星が小惑星あるいは他の衛星との衝突で崩壊してきた破片だからだとシェパード氏は説明。欧州宇宙機関（ESA）の[木星氷衛星探査](#)（JUICE）やNASAの[エウロパ・クリッパー](#)といった今後の木星ミッションで、新たに発見された衛星の高解像度画像がもたらされることを期待しています。「もし十分な数を見つけられたら、そのうちの1つぐらいはクローズアップ画像を捉えられるほど宇宙機の軌道近くであってほしい」と述べていました。「これら外側の衛星は、巨大な惑星領域の中で形成された物体の集積の最後の残滓であって、材料物質のその他の部分は惑星へと取り込まれているので、理解しておくことが重要なんだ」とか。

木星と土星の衛星の数は今後も増えるかもしれない

近年、最多の衛星を持つ惑星の座をかけて、太陽系の2大巨大ガス惑星は競い合ってきました。2019年、シェパード氏たちのチームが見つけた土星の新衛星 [20個](#) を小惑星センターが認定し、土星は合計82個になって木星の当時の総数79個を抜きます。2021年にはEdward Ashton氏率いる研究者たちが発見した[別の衛星](#)を小惑星センターが認定し、土星の衛星は現在の総数83個となった経緯があります。しかしシェパード氏は現在、土星の新たな衛星を探していると述べていたので、木星の治世はあまり長く続かないかもしれません。

[NASAの木星探査機ジュノーが捉えた、過去最高の解像度の「エウロパ表面」](#)

[先月末、NASAの探査機「ジュノー」は木星の衛星エウロパへの最接近を果たしながら撮影にも勤しんでいました。そして先週、NASAがエウロパ表面のクローズアップ画像...](#)

<https://www.gizmodo.jp/2022/10/close-up-photo-of-jupiters-moon-europa-shows-a-bizarre-surface.html>

Source: Minor Planet Center([1](#), [2](#)), Carnegie Institution for Science([1](#), [2](#)), [SPACE.com](#),

<https://sorae.info/astrometry/20230211-webb-asteroid.html>

ウェブ宇宙望遠鏡の観測データから小惑星帯のきわめて小さな小惑星を偶然発見か

2023-02-12 [sorae編集部](#)

マックス・プランク地球外物理学研究所の天文学者 Thomas Müller さんを筆頭とする研究チームは、火星と木星の間に広がる小惑星帯に存在するとみられる未発見だった小さな小惑星を「ジェームズ・ウェブ」宇宙望遠鏡が検出したとする研究成果を発表しました。この小惑星は幅100~200m程度と推定されており、ウェブ宇宙望遠鏡が観測した天体として、また、これまでに見つかった小惑星帯の小惑星（メインベルト小惑星）として最小の可能性があるようです。

■キャリブレーション目的の観測で偶然検出 太陽系形成モデルの改良につながる可能性も

今回発見が報告された小さな小惑星は、ウェブ宇宙望遠鏡の「中間赤外線観測装置（MIRI）」によって2022年7月14日に取得されたデータから見つかりましたが、Müllerさんたちは最初から未知の小惑星を捜索していたわけではありませんでした。データの取得はMIRIのキャリブレーションが目的で、フィルターの性能をテストするために既知の小惑星「1998 BC1」（直径約15.7km）をターゲットに実施されたのですが、技術的な理由（ターゲットの明るさと望遠鏡のポインティング）で失敗したと判断されています。

キャリブレーションは上手くいかなかったものの、研究チームはこのデータを、赤外線のデータのみで小惑星の軌道の絞り込みとサイズの推定を可能にする「STM-ORBIT」と呼ばれる新しい手法の確立とテストに活用することにしました。MIRIによる1998 BC1の観測データを地上の望遠鏡や欧州宇宙機関（ESA）の宇宙望遠鏡「ガイア」の観測データと組み合わせた結果、STM-ORBITの有効性が実証されました。



【▲ ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡の中間赤外線観測装置 (MIRI) で検出された小さな小惑星の想像図 (Credit: Artwork: NASA, ESA, CSA, N. Bartmann (ESA/Webb), Martin Kornmesser (ESA), Serge Brunier (ESO), Nick Risinger Photopic Sky Survey)】

MIRI の観測データを分析する過程で、研究チームは同じ視野に 1998 BC1 とは異なる未知の小惑星が写り込んでいることに気が付きました。この小惑星を STM-ORBIT で分析したところ、幅は 100~230m で、軌道の傾斜角は小さく (0.7~2.0 度)、ウェッブ宇宙望遠鏡が検出した時点で小惑星帯の内側領域に位置していた可能性が示唆されたのです。今回報告された小惑星は、小惑星帯における幅 1km 未満の小惑星の一例となるかもしれません。「あなたが適切な物の見方をされていて、ほんのわずかな幸運にも恵まれていれば、たとえ失敗したものであってもウェッブ宇宙望遠鏡の観測データを科学的に役立てられる可能性を私たちの成果は示しています」

(Müller さん) ESA によると、太陽系ではこれまでに 110 万個以上の小惑星が見つかっています。太陽系の形成と進化に関する現在のモデルはサイズが非常に小さな小惑星の形成を予測しているものの、小惑星は小さければ小さいほど発見や観測が困難であることから、大きな小惑星と比べて研究が進んでいないといえます。冒頭でも触れたように、今回報告された小惑星は小惑星帯で見つかったものとしては最小の可能性があり、新天体だと確認されれば太陽系の形成・進化を理解する上で重要な意味を持つこととなります。

また、今回の成果はウェッブ宇宙望遠鏡が小惑星の検出でも役立つことを示しています。太陽系の平面に近い方向をウェッブ宇宙望遠鏡の MIRI で観測する場合、その視野には常に幾つかの小惑星が含まれていて、そのほとんどが未発見だった小惑星になるだろうと研究チームは考えています。ウェッブ宇宙望遠鏡の観測によって幅 1km 未満の小惑星を研究できるようになれば、太陽系の形成に関するモデルの改良につながるデータが得られるかもしれません。ウェッブ宇宙望遠鏡や「ハッブル」宇宙望遠鏡を運用する宇宙望遠鏡科学研究所 (STScI) の Bryan Holler さんは「小惑星帯に存在するこれまでは検出できなかったサイズの小惑星を偶然検出できる MIRI の可能性を強調した素晴らしい成果です」とコメントしています。

Source

Image Credit: Artwork: NASA, ESA, CSA, N. Bartmann (ESA/Webb), Martin Kornmesser (ESA), Serge Brunier (ESO), Nick Risinger Photopic Sky Survey)

[NASA](#) - Webb Detects Extremely Small Main Belt Asteroid

[ESA](#) - Webb detects extremely small main-belt asteroid

[STScI](#) - Webb Detects Extremely Small Main Belt Asteroid

文/sorae 編集部

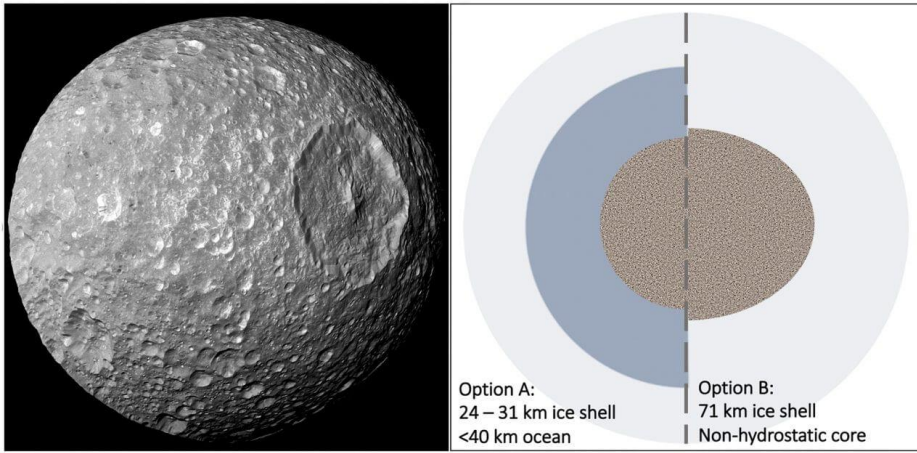
<https://sorae.info/astrometry/20230212-mimas.html>

「ミマス」内部の海は"若い"? 現在進行形で拡大している可能性が示される

2023-02-12 [彩恵りり](#)

土星の衛星「ミマス」は、かつては地質活動のない天体であると考えられてきました。ミマスの直径は約 400km と小さく、他の衛星との位置関係から潮汐力もあまり受けなため、内部で熱は生じていないと考えられていたためです。そのうえ、ミマスの表面に火山や谷のような構造はみられず、表面全体を覆うクレーターには埋められた形跡もありません。そのため、ミマスの内部は氷と岩石がほぼ均一に混ざり合っていて、明確な構造を持たないと考えられてきました。

しかし、NASA の土星探査機「カッシーニ」が、そのミッションの終わりごろにミマスに接近した時、状況が変わりました。ミマスの自転周期を厳密に測定すると、わずかながら振動していることがわかったのです。この現象は「秤動」と呼ばれていて、地球の月をはじめ多くの天体で一般的に起こる現象です。秤動に大きな影響を与えるのは公転軌道の特性ですが、ミマスの場合は公転軌道の値だけでは秤動を説明できないことがわかりました。



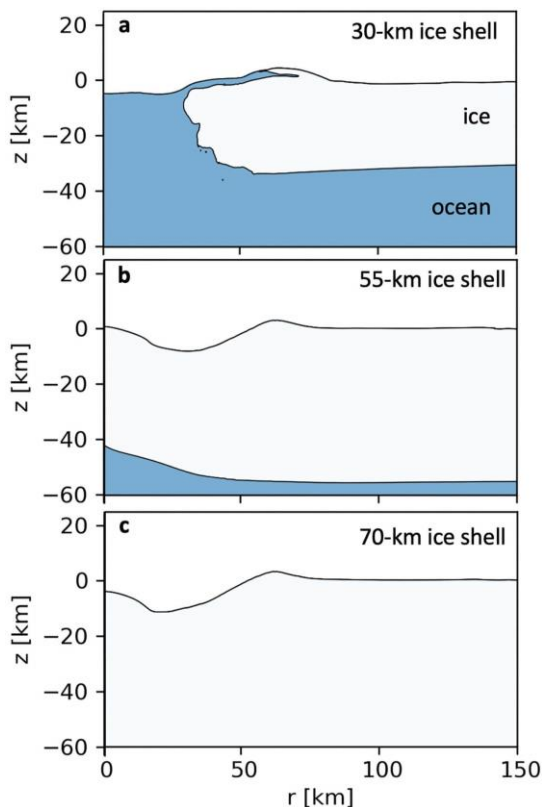
【▲ 図 1: ハーシェル・クレーターが目を引く土星の衛星ミマス。その内部構造はよくわかっておらず、地殻の下に海があるという説と、非対称な形状を持つ核を持つという説が提唱されていました。(Image Credit: Denton & Rhoden)】

秤動の測定により、ミマスの内部は均一ではなく、分厚い地殻と大きな核に分かれた明確な構造を持つことが判明しました。ただし、大まかな構造は判明したものの、それだけでは秤動を完全には説明できません。

ミマスの秤動をうまく説明する最も簡単な方法は、地殻と核の間に液体の水の層があると仮定することです。この場合、地殻の厚さは24kmから31kmであり、その下には深さ40km未満の海が存在することになります。

関連：[デス・スターに似た土星の衛星「ミマス」氷の下に内部海が存在する？](#)（2022年1月20日）

しかし、海と呼べるほど大量の水が凍らずに液体のまま存在するためには熱源が必要であり、地質活動の証拠が見当たらないというミマスの状況と一致しません。そのため、内部に液体の水の層は存在せず、核が球形ではなくラグビーボール型に大きく変形していることで、対称形ではない核の構造が秤動に影響を及ぼしている、とする説も有力視されていました。



【▲ 図 2: 衝突クレーターのシミュレーションの結果の一例。地殻の厚さが30kmの場合、内部の海が表面に現れてしまい、現在のクレーターの形状と一致しない。よく一致するのは、地殻の厚さが55km以上の場合である。(Image Credit: Denton & Rhoden)】

パデュー大学の C. A. Denton 氏とサウスウエスト研究所の A. R. Rhoden 氏の研究チームは、この謎を別のアプローチから検証しました。研究の対象となったのは、ミマスで最も目立つ「ハーシェル・クレーター」です。ハーシェル・クレーターは直径が約 140km と、ミマス自身の直径の 3 分の 1 程度もある大きなクレーターですが、より興味深いのはその構造です。クレーターの深さは約 10km で、高さ約 6km の中央丘が存在します。このような明確なクレーター構造は、地殻が硬くなければ形成されません。仮に、内部に海があって地殻が薄いとすれば、クレーターの形成時に地殻を破って海水が表面に現れるため、このような構造は形成されないはずなのです。

Denton 氏と Rhoden 氏は、予想されるミマスの地殻の厚さを最も薄い予測値である 25km から全て凍結している場合の予測値である 70km まで様々な値に設定して、ハーシェル・クレーター形成時の衝突のシミュレーションを繰り返しました。地殻の厚さを内部に海が存在するモデルにおける値である 30km 未満に設定したシミュレーションでは、予想通り地殻は衝突によって破れてしまう結果となりました。実際の状況と結果が最も一致したのは地殻の厚さが 55km 以上の場合でしたが、現在のクレーターの形状がよく再現されたのは、内部で十分な熱が生じている場合のみでした。以上の結果から、ハーシェル・クレーター形成時のミマスの地殻の厚さは 55km 以上であり、現在に至るまでの間に約 30km まで薄くなっている可能性が導かれます。つまり、ミマスには地質活動があり、徐々に内部が融けることで形成された若い海が存在する可能性が示唆されます。

このシナリオの場合、ミマスの地殻は現在進行形で徐々に薄くなっているため、地質活動が表面に現れるほど薄くはなっていないという現状と一致します。熱源やその保持には多くの謎が残りますが、液体の水が豊富に存在する場合は内部が完全に凍結している場合と比較して熱の保持に関するパラメーターが大きく変更されるため、この謎は新たなモデルを構築することで解明できる可能性があります。

ミマスの軌道要素は特殊であり、木星の衛星エウロパや土星の衛星エンケラドゥスのように内部に海を持つと考えられる他の氷天体のモデルをそのまま適用することはできません。新たなモデルをイチから構築しなければならないという点で、この研究結果が検証されるにはしばらく時間がかかりそうです。

Source

[C. A. Denton & A. R. Rhoden](#). "Tracking the Evolution of an Ocean Within Mimas Using the Herschel Impact Basin". (Geophysical Research Letters)

[Deb Schmid](#). "SwRI investigations reveal more evidence that Mimas is a stealth ocean world". (Southwest Research Institute) 文／彩恵りり

<https://sorae.info/astrometry/20230215-quoar.html>

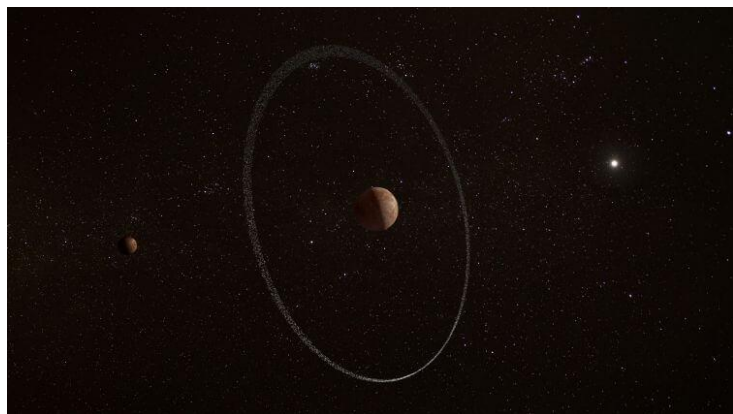
50000 番小惑星「クワオアー」に「環」を発見！ 環をロシュ限界の外側で初めて発見

2023-02-15 [彩恵りり](#)

土星に代表されるように、太陽系の天体の幾つかは環を持っています。当初、環は 4 つの巨大惑星、すなわち木星・土星・天王星・海王星でのみ知られていたため、天体が環を持つにはある程度の大きさが必要であると考えられてきました。しかし、2014 年にケンタウルス族の小惑星カリクローで環が発見されたことで、小さな天体にも環が存在することが実証されました。その後も小天体の環の発見は相次ぎ、現在では小惑星のキロンと準惑星のハウメアでも環が発見されています。

小さな天体の環は極めて細く暗いため、望遠鏡で直接観測を行うことはできず、環を見つけるには「星食」を観測する必要があります。小惑星が恒星の手前を横切ると、地球からは恒星が小惑星に隠されることで、一時的に消えたように見えます。これが星食と呼ばれる現象です。環を持たない天体が横切の場合に恒星が消えるのは 1 回だけですが、環を持つ天体の場合は本体の 1 回に加えて環が 2 回、本体の前後に横切ることになります。恒星が消えたように見えたタイミングや継続時間を厳密に測ることで、環から天体までの距離、環の幅や本数といった情報を得ることができます。星食は滅多に起こる現象ではなく、事前に環の存在を知る手段が存在しないことから、ある天体に環が見つかるかどうかは偶然によります。リオデジャネイロ連邦大学の B. E. Morgado 氏など

の国際研究チームは、2018年から2021年にかけて、50000番小惑星「クワオアー」の星食の観測を行いました。クワオアーの推定直径は1110kmで、その大きさや軌道の性質から準惑星の候補天体でもあります。これまでにクワオアーは直径約170kmの衛星「ウェイウオット」を持つことが判明しているものの、物理的性質の多くはわかっていません。星食を観測すれば、正確な直径の値や大気の有無など、クワオアーの様々な性質を知ることができるかと期待されます。ただし、クワオアーの星食は1分もかからないほど短いイベントであり、正確な計測には高感度の観測装置が必要となります。そこで研究チームは、スペイン領カナリア諸島ラ・パルマ島にあるロケ・デ・ロス・ムチャーチョス天文台の「カナリア大望遠鏡」に、シェフィールド大学が開発した超高感度高速カメラ「HiPERCAM」を取りつけて、クワオアーの星食イベントを観測しました。



【▲ 図1: クワオアーと衛星ウェイウオット、そして環の想像図 (Credit: ESA)】

そして予想外なことに、クワオアーの星食では3回の減光が観測されました。先述の通り、このような減光現象は環に由来する可能性が高いと言えます。複数回の観測により、クワオアーは公転半径4100kmの環を持つと推定されました。これにより、クワオアーは太陽系内で環を持つ8番目の天体となったのです(※)。

※...本研究の論文およびプレスリリースではキロンの環がカウントされていないため、その場合は7番目の天体となります。しかし、筆者が調べる限りではキロンの環の存在が明確に否定されたという根拠が見つからなかったため、本記事では環を持つ天体としてカウントしています。なお、かつて環が存在すると主張されたものの、その後の観測で明確に否定された天体には、土星の衛星レアと準惑星の冥王星があります。

小惑星番号	天体名	環の公転半径		環の幅	衛星	発見
		km	ロシュ限界の			
50000	クワオアー	約4100km	2.5倍	5~300km	1個	2023年
136108	ハウメア	2287km	0.93倍	約70km	2個	2017年
2060	キロン	324km (2本?)	不明	数km × 2本?	なし	2015年
10199	カリクロー	391km + 405km (2本)	不明	約7km + 約3km (2本)	なし	2014年
-	木星	122500~129000km (メイン環)	0.64~0.67倍	6500km	92個	1979年
-	土星	92000~136775km (B環 + A環)	0.71~1.07倍	25500km + 14600km	83個	1610年
-	天王星	51149km (ε環)	0.75倍	19.7~96.4km	27個	1977年
-	海王星	62932km (アダムズ環)	0.87倍	15~50km	14個	1984年

※1 巨大惑星の環は複数の環が存在する。今回は比較のため代表的な環のみに絞ってデータを掲載した。

※2 ロシュ限界はクワオアーの例に倣い、係数を1.842、衛星の密度を400kg/m³として計算した。

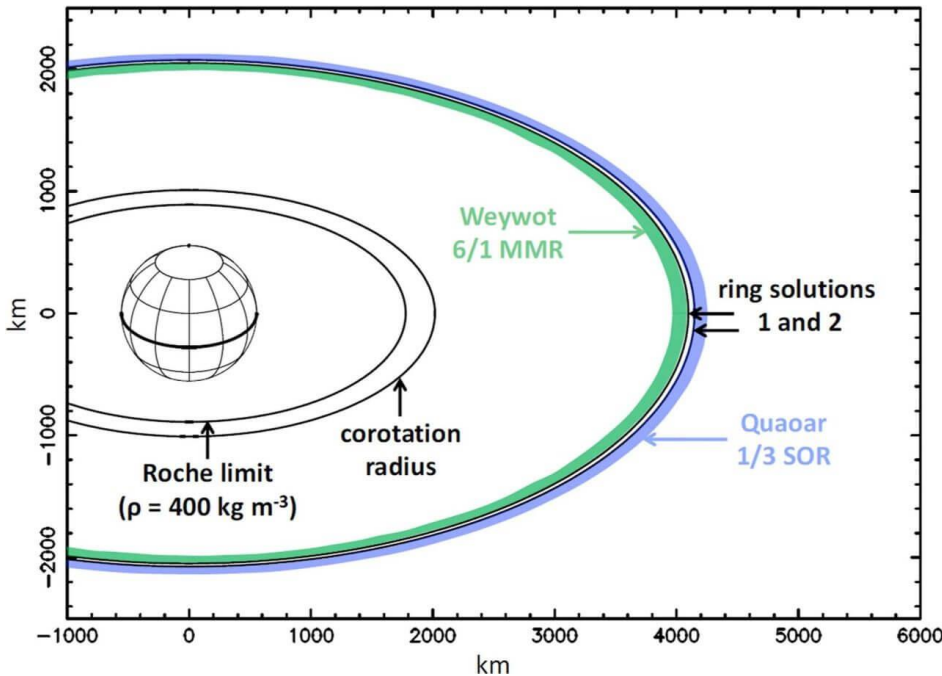
【▲ 図2: 太陽系で知られている環を持つ天体の一覧 (Credit: 彩恵りり)】

ただし、クワオアーの環は他の天体の環と異なる性質を持ちます。環の公転半径約4100kmはクワオアーの半径の7.4倍ですが、これはクワオアーの「ロシュ限界」のはるかに外側です。ロシュ限界とは、ある天体を公転する衛星の大きさを制限する値です。主星の周りを公転する天体は、主星から潮汐力を受けます。潮汐力の大きさは公転する天体が大きく、主星に近いほど大きくなります。そのため、主星にあまりに近いと、ある程度の大き

さを持つ天体は潮汐力で砕けてしまうため、存在できないこととなります。この限界となる距離をロシュ限界と呼びます (※)。

※...環の見つかった巨大惑星には、ロシュ限界の内側にいくつかの衛星が見つかっています。ロシュ限界で実際に天体が砕けるかどうかは天体の大きさや密度にも依存するため、小さく低密度な衛星はロシュ限界でも存在することができると考えられています。

これまで見つかった環は、いずれもロシュ限界の内側や境界部に存在するか、そうであると推定されるため、環は潮汐力によって衛星になれない物質の集合体であると見なされていました。裏を返せば、ロシュ限界の外側では物質が集まって衛星が形成されるため、環は存在しないという意味になります。しかし今回、クワオアアで発見された環はロシュ限界のはるか外側にあるため、この理論に反する存在となります。



【▲ 図 3: クワオアアの環はロシュ限界 (Roche limit) のはるかに外側にある。クワオアアの自転周期と 3:1 の軌道共鳴 (Quaoar 1/3 SOR)、またはウェイウオットの公転周期と 1:6 の軌道共鳴 (Weywot 6/1 MMR) は、両者ともほぼ同じ距離となり (ring solutions 1 and 2)、観測値とも一致する (Credit: Morgado, et.al.)】

クワオアアの環の存在を説明するには、これまでの環の形成理論とは異なる仕組みが必要となります。研究チームは、クワオアアからの距離がカギだと予想しています。発見された環の公転周期はクワオアアの自転周期の 3 倍、衛星ウェイウオットの公転周期の 6 分の 1 です。公転周期が他の天体の軌道要素と整数比になることは「軌道共鳴」と呼ばれ、整数比以外の値は不安定になることから、天体の公転軌道に制約をもたらします。クワオアアの環の場合、クワオアア本体の自転周期との 3:1 の軌道共鳴、または衛星ウェイウオットとの 1:6 の軌道共鳴が、環を 1 つの塊にまとめない原動力になっている可能性があります。実際に、クワオアアの環を構成する物質は均一に分布しているのではなく、細く高密度な部分の幅は 5km、広く低密度な部分の幅は 300km と、密度と幅が一定ではないことが観測値から推定されています。軌道共鳴による環の物質のかき乱しは、環の不均一さをよく説明します。クワオアアのロシュ限界の外側にある環が発見されたことで、環の形成理論は見直しを迫られています。例えば、ロシュ限界の内側にある他の天体の環の形成にも、軌道共鳴の影響が加わっている可能性があります。この可能性はハウメアで既に示唆されています。また、不均一な環は土星の F 環などでも観測されていますが、この原動力も衛星との軌道共鳴だとする説があります。クワオアアの環の形成を考察することは、他の天体の環に関する謎の解明にもつながるかもしれません。

Source

[B. E. Morgado, et.al.](#) "A dense ring of the trans-Neptunian object Quaoar outside its Roche limit". (Nature)

[Tim Reid.](#) "Getting to the Quaoar of planetary ring theory". (Nature Middle East)

<https://sorae.info/astrometry/20230213-hubble-lawd37.html>

孤立した白色矮星の質量を初めて直接的に測定 ハッブル宇宙望遠鏡で重力マイクロ

ロレンズ現象を観測

2023-02-13 [sorae 編集部](#)



【▲ ハッブル宇宙望遠鏡の広視野カメラ 3 (WFC3) で撮影された白色矮星「LAWD 37」(中央) (Credit: NASA, ESA, P. McGill (Univ. of California, Santa Cruz and University of Cambridge), K. Sahu (STScI), J. Depasquale (STScI))】

ケンブリッジ大学(※)の Peter McGill さんを筆頭とする研究チームは、孤立して存在する単一の白色矮星の質量を直接的に測定することに初めて成功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、測定で得られた質量の値は理論上の予測値と一致しており、白色矮星の進化に関する現在の理論を裏付けると同時に、白色矮星の構造や組成についての理論に知見をもたらす成果だと受け止められています。

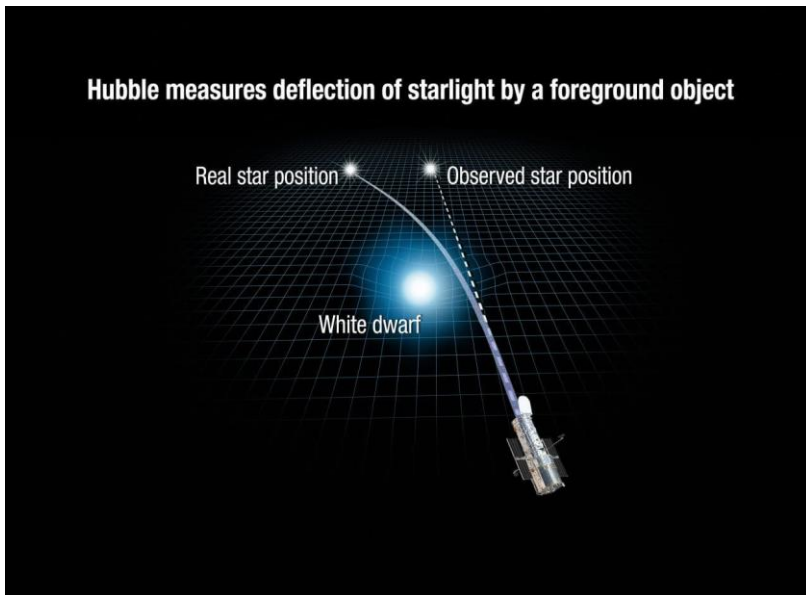
※...研究当時、現在はカリフォルニア大学サンタクルーズ校

■ガイア宇宙望遠鏡のデータで予測された重力マイクロロレンズ現象をハッブル宇宙望遠鏡で観測

白色矮星は太陽のように比較的軽い恒星(質量は太陽の 8 倍以下)が赤色巨星の段階を経て進化した天体です。赤色巨星は外層から周囲の宇宙空間にガスを放出し、その後に残ったコア(中心核)が白色矮星になると考えられています。一般的な白色矮星は直径が地球と同じくらいですが、質量は太陽の 4 分の 3 程度もあるとされている高密度な天体です。今回、研究チームが質量を測定したのは「はえ座」の方向にある白色矮星「LAWD 37」(「グリーゼ 440」等とも呼ばれる)です。LAWD 37 は地球から 15 光年ほどしか離れていないことから広く研究されていて、約 11 億 5000 万年前に寿命を迎えた恒星のコアだったと考えられています。

これまで、白色矮星の質量は別の恒星などと連星を成している場合に測定されてきました。共通の重心を公転する連星の運動を観測すると、連星を成す天体それぞれの質量を求めることができます(※連星を成していても互いに遠く離れて公転している場合は質量の測定が難しくなります)。ところが、LAWD 37 は伴星を持たない孤立した白色矮星であるため、この方法を利用することができませんでした。

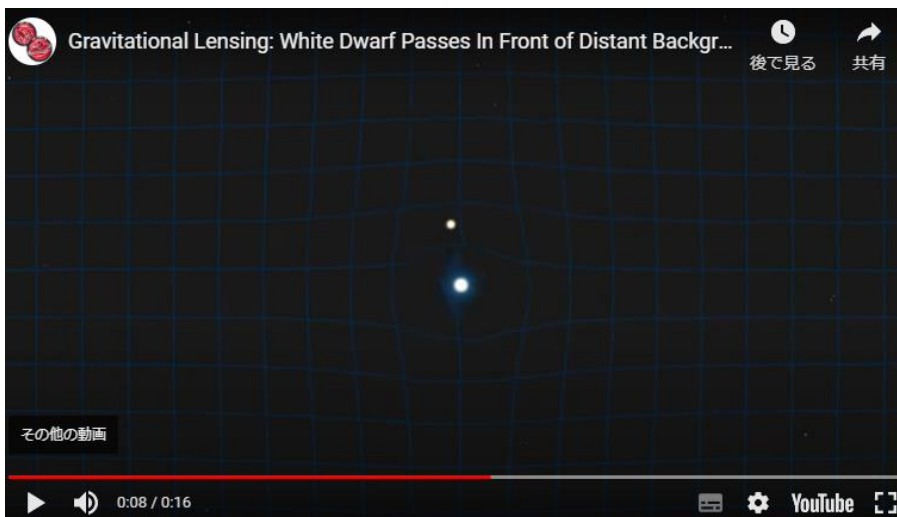
しかし、2019 年に LAWD 37 の質量を測定するチャンスが巡ってきました。地球から観測した天体の位置は不変ではなく、年周視差や天体の固有運動によって、ごくわずかながらも常に変化しています。研究チームが欧州宇宙機関(ESA)の宇宙望遠鏡「ガイア」の観測データをもとに天球における LAWD 37 の位置の変化を予測したところ、背景に見える星の 1 つの近くを 2019 年 11 月に通過することがわかったのです。そこで、研究チームは「重力マイクロロレンズ」を利用して LAWD 37 の質量の測定を試みました。



【▲ 白色矮星による重力マイクロレンズ現象の解説図。時空間の歪みによって光の進む向きが曲がるため、実際とは別の位置（点線の先）に星があるように見える（Credit: NASA, ESA, A. Feild）】

重力マイクロレンズとは、遠くにある恒星（光源星）と地球の間を別の天体（レンズ天体）が通過する時に、レンズ天体の重力がもたらす時空間の歪みによって光源星を発生した光の進む向きが変わることで、光源星の明るさや天球における見かけの位置が時間とともに変化する様子が観測される現象です。この現象を利用した観測手法は「重力マイクロレンズ法」と呼ばれていて、LAWD 37 のように孤立して存在する天体や、太陽系外惑星の検出などに利用されています。

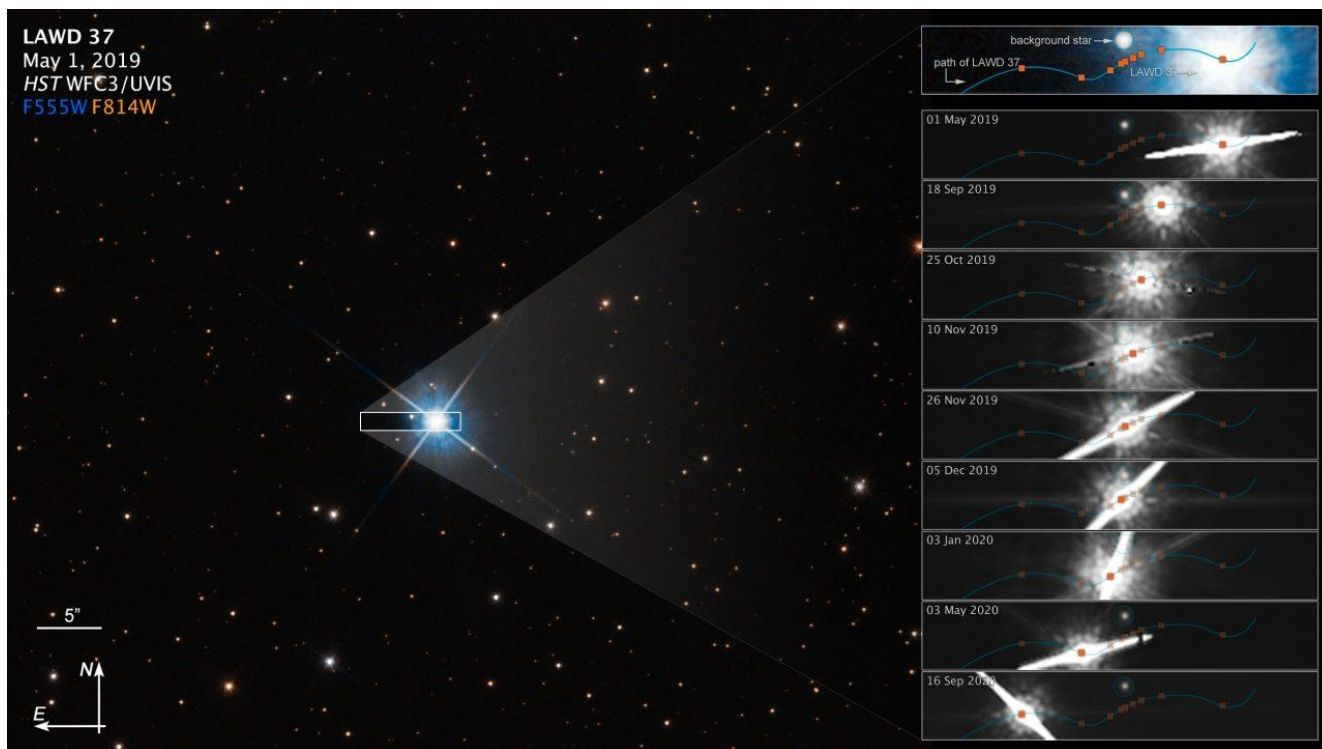
研究チームは「ハッブル」宇宙望遠鏡を使用して、2019年5月1日から2020年9月16日にかけての期間中にLAWD 37の観測を9回実施。LAWD 37の重力による背景の星の見かけの位置の変化を分析した結果、LAWD 37の質量は太陽の約0.56倍と算出されました。冒頭でも触れた通り、この値は理論上予測されたLAWD 37の質量の推定値と一致しているといいます。



【▲ 白色矮星（右上→左下へ移動）の重力マイクロレンズ効果によって、背景の星（中央）の見かけの位置が変化する様子を示した動画】（Credit: NASA & ESA）

ハッブル宇宙望遠鏡や「ジェームズ・ウェッブ」宇宙望遠鏡を運用する宇宙望遠鏡科学研究所（STScI）によると、今回の研究に参加したSTScIのKailash Sahuさんは、ウェッブ宇宙望遠鏡を使用して別の白色矮星「LAWD 66」の観測にも取り組んでいます。LAWD 66の観測は2022年に開始されており、重力マイクロレンズの効果は2024年にピークに達すると予測されています。なお、Sahuさんは過去にも重力マイクロレンズを利用して連星を成す白色矮星の質量を測定したことがあり、2017年には白色矮星「スタイン 2051 B」の質量が太陽の約0.68

倍だとする研究成果を発表しています。McGillさんは今後も重力マイクロレンズ現象を利用して様々な種類の星の質量を測定したいとコメントしています。



【▲ 天球における LAWD 37 の見かけの移動経路（右上）と、2019 年 5 月～2020 年 9 月にかけて 9 回の観測で取得された LAWD 37 の画像を示した図（Credit: NASA, ESA, P. McGill (Univ. of California, Santa Cruz and University of Cambridge), K. Sahu (STScI), J. Depasquale (STScI)）】

Source

Image Credit: NASA, ESA, P. McGill (Univ. of California, Santa Cruz and University of Cambridge), K. Sahu (STScI), J. Depasquale (STScI), A. Feild

[STScI](#) - For the First Time Hubble Directly Measures Mass of a Lone White Dwarf

[NASA](#) - For the First Time Hubble Directly Measures Mass of a Lone White Dwarf

[ESA/Hubble](#) - For The First Time Hubble Directly Measures The Mass of a Lone White Dwarf

[University of Cambridge](#) - Astronomers observe light bending around an isolated white dwarf

[McGill et al.](#) - First semi-empirical test of the white dwarf mass–radius relationship using a single white dwarf via astrometric microlensing (MNRAS)

文/sorae編集部

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20230217-2595148/>

慶大など、「中質量ブラックホール」の可能性が高い天体を発見

掲載日 2023/02/17 17:35 著者：波留久泉

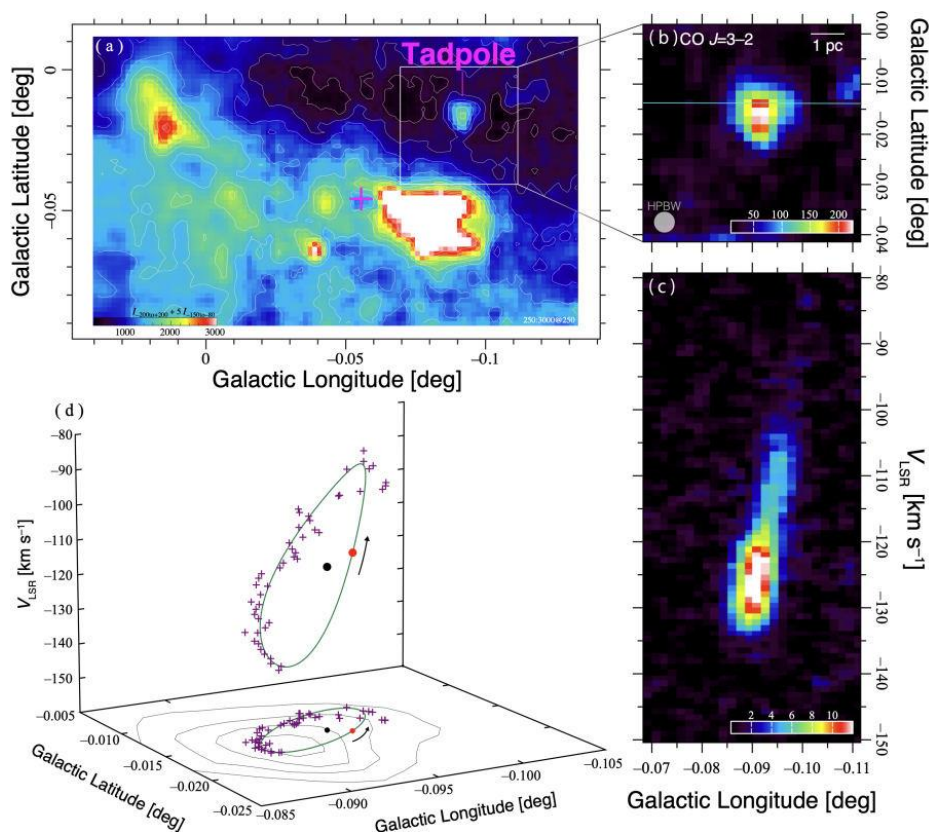
慶應義塾大学(慶大)と国立天文台(NAOJ)、神奈川大学は2月16日、天の川銀河の中心に位置する、太陽のおよそ400万倍の質量を持つ大質量ブラックホール「いて座A*(エースター)」の近傍に孤立して存在する「おたまじゃくし」様の分子雲を発見し、その構造が太陽質量の10万倍ほどの「中質量ブラックホール」により形成されている可能性が高いことを明らかにしたと発表した。

同成果は、慶大大学院 理工学研究科の金子美由起大学院生、同・大学 理工学部物理学科の岡朋治教授、同・大学院 理工学研究科の横塚弘樹大学院生(研究当時)、同・大学 理工学部物理学科の榎谷玲依研究員、神奈川大 工学部物理学教室の竹川俊也特別助教、NAOJ 科学研究部の岩田悠平特任研究員、慶大大学院 理工学研究科の辻

本志保大学院生(研究当時)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。](#)

いて座 A* のような大質量ブラックホールは、質量の小さな恒星級ブラックホールが合体して、まず中質量ブラックホールを形成し、さらにそれが合体することで形成されると考えられている。ただしその仮説には課題がいくつかあり、その 1 つが太陽の 100~10 万倍程度と考えられている中質量ブラックホールがまだ検出されていないという点である。ただし候補天体は複数あり、その 1 つが、いて座 A* 近傍の星団「IRS13E」内に存在する太陽の数千倍の質量を持った天体である。また、研究チームによれば、そのほかにも銀河系中心分子層のある領域には、中質量ブラックホールが複数存在している可能性があるとしているが、確たる証拠がないため、現在はどれも候補として留まっている状況だという。

中質量ブラックホールの存在を確認するためには、ブラックホールのような点状重力源によって生み出されるガスの運動状態を、正確に再現している分子雲を検出することが重要となるとされていることから、研究チームは今回、ハワイ・マウナケア山頂にあるジェームズ・クラーク・マクスウェル電波望遠鏡により取得された一酸化炭素(CO)の回転スペクトル線サーベイデータを精査し、点状重力源との相互作用によって生じたとされるコンパクトかつ広速度幅な分子雲の探査を集中的に行うことにしたという。その結果、いて座 A* の北西、約 3 分角(20 光年の距離に相当)離れた方向に、1 つの特異な分子雲を発見することに成功したとする。同分子雲は周囲の分子雲群から明瞭に孤立しており、「おたまじゃくし」様の空間速度構造を有している特徴的な姿をしており、NAOJ 野辺山宇宙電波観測所の 45m 電波望遠鏡を用いて取得された CO および硫化炭素サーベイデータ中からも、その存在が確認されたという。詳細な解析の結果、「おたまじゃくし」は天球面上で円弧状の形態を有し、それに沿って視線速度が連続的に変化していることが判明。この空間速度構造は、1 つの閉じた軌道上に沿って分子ガスが分布・運動していることを示唆しているという。そしてこの観測された空間速度構造は、10 万太陽質量の質点周りのケプラー軌道によって極めてよく再現されたともしており、このことについて研究チームでは、「おたまじゃくし」がそのように巨大な質量を持つ点状重力源を周回していることを意味しているとするほか、複数の分子スペクトル線強度の情報から得られる物理状態の振る舞いから、ガスが点状重力源に捕捉された様子を示していることがわかったとしている。



(a)天の川銀河の中心核であるいて座 A*(十字印)周辺の CO の 346GHz 回転スペクトル線の積分強度図。(b)「おたまじゃくし」周辺の拡大図。(c)(b)の水色線に沿って作成された位置-速度図。(d)各速度におけるピーク強度位置(紫十字)とケプラー軌道(緑実線)が重ねられた 3 次元図 (出所:NAOJ 野辺山 宇宙電波観測所 Web サイト) さらに、その点状重力源の正体を探るべく、「おたまじゃくし」を含む天域における、さまざまな波長のイメージによる確認を行ったところ、想定される位置に明るい天体を発見できないことから、点状重力源が星団である可能性は低いとされたほか、軌道要素から与えられる質量密度の下限値が膨大であることから、この点状重力源が中質量ブラックホールである可能性が強く示唆されたとする。



中質量ブラックホールと戯れる「おたまじゃくし」のイメージ (c) 慶應義塾大学(出所:NAOJ 野辺山 宇宙電波観測所 Web サイト)

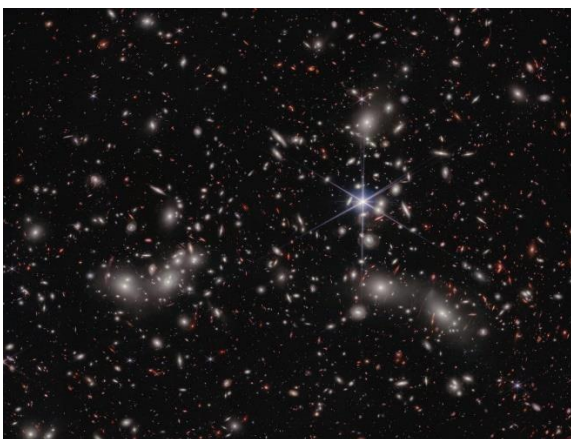
研究チームでは、こうした事実から、この「おたまじゃくし」は、約 10 万太陽質量の不活性なブラックホールとの重力相互作用によって加速された分子雲であることが考えられると説明している。また、分子ガスの分布・運動から示唆された中質量ブラックホール候補天体の中で、今回の天体は最も確度が高いとも説明しているほか、いて座 A の近傍にあることから、将来的に「おたまじゃくし」を駆動する中質量ブラックホールは、いて座 A に飲み込まれていく運命にあるともしている。

なお、今後、研究チームは、ケプラー軌道上にある分子ガスを明瞭に捉えることを目的に、アルマ望遠鏡による高解像度観測を行う予定としている。詳細な構造を把握することで、精密な軌道パラメータの決定が期待されるため、アルマ望遠鏡での観測と対応天体の探索から、「おたまじゃくし」を形成する点状重力源の実体が明らかになる可能性があるとしている。

<https://sorae.info/astrometry/20230218-abell-2744.html>

近赤外線で見た 5 万の天体 ウェブ宇宙望遠鏡が撮影した「パンドラ銀河団」

2023-02-18 [松村武宏](#)



【▲ 銀河団「エイベル 2744 (Abell 2744)」 (Credit: Science: NASA, ESA, CSA, Ivo Labbe (Swinburne), Rachel Bezanson (University of Pittsburgh); Image Processing: Alyssa Pagan (STScI))】

こちらは「ちょうこくしつ座」の方向約 35 億光年先にある銀河団「エイベル 2744 (Abell 2744)」です。エイ

ベル 2744 は複数の銀河団が衝突した結果形成されたと考えられており、画像には3つの大規模な銀河団が集まってさらに大きな集団を形成している様子が捉えられています。銀河団の衝突によってさまざまな現象が引き起こされたとみられることから、エイベル 2744 はギリシャ神話のパンドラの箱にちなんで「パンドラ銀河団 (Pandora's Cluster)」の別名でも呼ばれています。

この画像は「ジェームズ・ウェッブ」宇宙望遠鏡の「近赤外線カメラ (NIRCam)」を使って取得した複数のデータ (赤外線のフィルター6種類を使用) をもとに作成されました (※1)。画像の横幅は満月の視直径の5分の1程度ですが (視野は 5.88x4.47 分角)、合計約 30 時間の観測時間を費やして得られた画像 4 点を組み合わせたパノラマとして作成されています。

※1...ウェッブ宇宙望遠鏡は人の目で捉えることができない赤外線の波長で主に観測を行うため、公開されている画像の色は取得時に使用されたフィルターに応じて着色されたものです。この画像では 1.15 μ m と 1.5 μ m が青、2.0 μ m と 2.77 μ m が緑、3.56 μ m と 4.44 μ m が赤で着色されています。

視野全体に散らばる数多くの天体は、そのほとんどが数百億~数千億の恒星からなる銀河です。ウェッブ宇宙望遠鏡を運用する宇宙望遠鏡科学研究所 (STScI) によると、エイベル 2744 に属する銀河やその背後に存在するより遠方の銀河も含めて、この画像には近赤外線を放つ天体が約 5 万個も写っているといえます。

ウェッブ宇宙望遠鏡によるエイベル 2744 の観測を行った「UNCOVER」プログラムの共同主任研究員を務めるピッツバーグ大学の天文学者 Rachel Bezanson さんは、送られてきた画像を初めて見た時のことを「非常に詳細な前景の銀河と重力レンズ効果 (※2) を受けた数多くの遠方銀河が写る画像に、私自身が迷い込んだようでした」と振り返っています。また、同じく UNCOVER プログラムの共同主任研究員を務めるスインバン工科大学の天文学者 Ivo Labbe さんは「まるで銀河形成のシミュレーションのように美しく、実際のデータであることを思い出さなければなりません」と語っています。

※2...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のこと。

ウェッブ宇宙望遠鏡による今回の観測は、UNCOVER プログラムが計画している観測の始まりにすぎません。同プログラムは次のステップとして、取得された画像を綿密に調査し、NIRCam によるフォローアップ観測を行うための銀河を選び出します。2023 年の夏に予定されているエイベル 2744 のさらなる観測により、重力レンズ効果を受けた遠方銀河の化学組成や正確な距離といった情報が得られることで、初期宇宙における銀河の形成と進化についての新たな知見がもたらされると期待されています。

冒頭の画像は STScI、アメリカ航空宇宙局 (NASA)、欧州宇宙機関 (ESA) から 2023 年 2 月 15 日付で公開されています。

Source

Image Credit: NASA, ESA, CSA, I. Labbe (Swinburne University of Technology), R. Bezanson (University of Pittsburgh), A. Pagan (STScI)

[STScI](#) - NASA's Webb Uncovers New Details in Pandora's Cluster

[ESA/Webb](#) - Webb Uncovers New Details in Pandora's Cluster

[NASA](#) - NASA's Webb Uncovers New Details in Pandora's Cluster

文/sorae 編集部