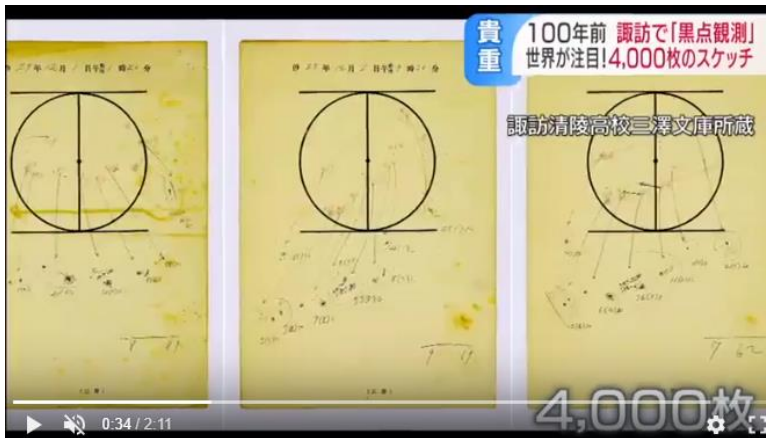


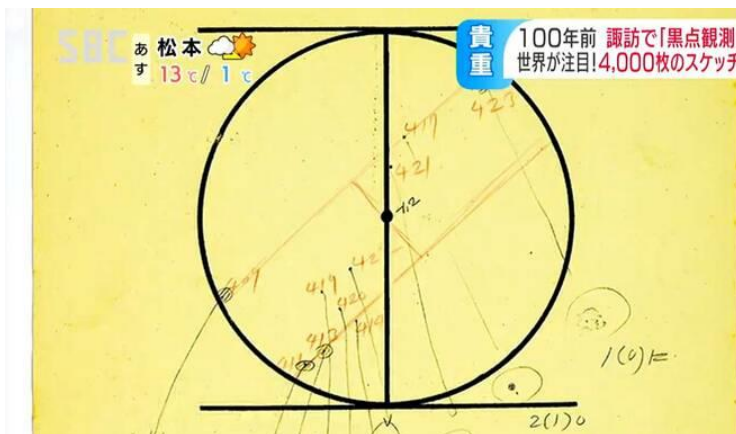
ガリレオもやっていた太陽の黒点観測...100年前の14年間になんと4000枚、旧制中学教諭のスケッチに世界が注目、観測データの解析がイギリス王立天文学会の月報に掲載へ



信越放送 2023年12月5日(火) 18:20

およそ100年前、14年間にわたって4000枚もの太陽のスケッチをした旧制中学の教師が長野県にいました。その記録が天文学の分野でいま、世界的に注目されています。

旧制諏訪中学校、現在の諏訪清陵高校で教師だった三澤勝衛（みさわかつえ）さんが書いた太陽のスケッチ。



その数は1921年からのおよそ14年間で4000枚にのぼります。三澤さんが観測していたのは、「太陽の黒点」。表面温度が低い部分は黒い斑点として現れ、黒点を観測することで、太陽の活動を知ることができるかとされています。世界的にはガリレオなど、様々な学者が観測していて、研究は実に400年にわたりますが、問題がありました。長野高専天体物理学・大西浩次教授:「どうしても望遠鏡の違いとかで差が出ます」

ここ100年とか150年の間でさえも、うまくつながっていない時代が実はいくつも存在しているんです」太陽の活動が活発になると、地球に大きな影響をもたらす、発電所の停止や通信障害を引き起こすことがあります。

太陽の活動を知ることができる重要な手がかりが「黒点の観測」。

2014年から、過去400年間にわたる黒点の観測データを見直す世界的な取り組みが始まりました。

「今回、三澤さんが活躍されているのは第1次世界大戦と第2次世界大戦なんですが、ヨーロッパの観測データが極端に少ない時期で、日本に非常に質の高い三澤さんのデータが全部残っている。これが今回の素晴らしいところ」三澤さんの黒点の観測データの解析には多くの市民や研究者が協働で参加していて、まとめられたものが12月中に、イギリス王立天文学会の月報に掲載されるということです。

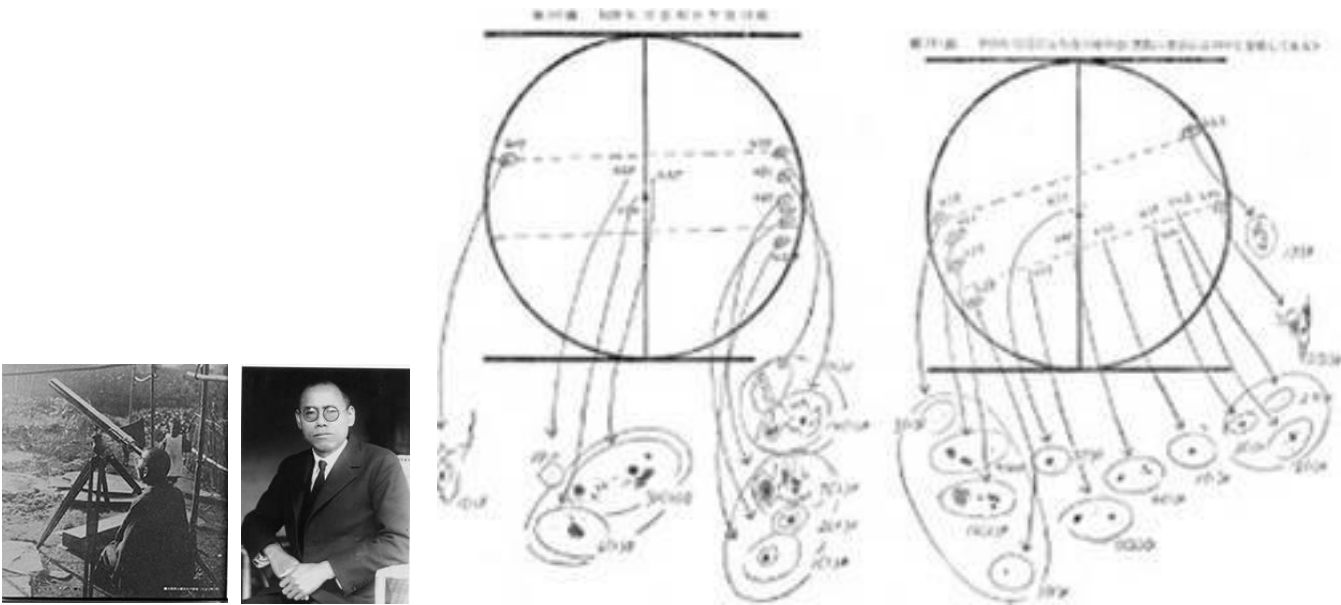


長野高専天体物理学・大西浩次教授:

<https://www.iza.ne.jp/article/20231205-6WFS76JDP5JXJJP6P6RFAZ73NE/>

太陽の黒点を100年前に観測 旧制中学の教員が残した記録に脚光

2023/12/5 17:36



太陽黒点の観測を行う旧制諏訪中学教員の三澤勝衛氏（遺族提供）旧制諏訪中学教員の三澤勝衛氏（遺族提供）旧制諏訪中学の三澤勝衛氏による太陽黒点観測のスケッチ。昭和4年12月に行われたもの（長野県立諏訪清陵高校三澤文庫提供）

約100年前に太陽表面の黒点を約14年にわたって観測した長野県の教員の記録が、太陽活動を調べる上で重要な基礎資料となることが分かり、同県の天文研究者らでつくる「長野県は宇宙県」連絡協議会が5日、発表した。記録を解析した論文は、英の専門誌「王立天文学会月報」に掲載される。

太陽の活動は気候や通信に大きく影響し、太陽の表面に現れる黒点は活動の活発さを示す指標として17世紀から観測が続けられてきた。ただ、今回発表された記録の観測時期は2度の世界大戦のはざまにあたり、世界的に記録が少ないという。長野県の旧制諏訪中学（現在の県立諏訪清陵高校）で地理を教えた三澤勝衛（かつえ）氏=明治18（1885）-昭和12（1937）年=は、同校に赴任した翌年の大正10（1921）年から左目を失明した昭和9（1934）年までの約14年間、月平均25・4日の高頻度で観測を実施。今回、その精緻で詳細な観測記録をデータ化した上で名古屋大の早川尚志特任助教らが解析し、記録の有用性を確認した。従来の太陽黒点データを検証・更新する上で貴重な資料になることが期待され、連絡協議会の会長を務める長野高専の大西浩次教授は「今後の太陽活動を予測する上で、過去の記録は重要。三澤さんの観測記録を世界で紹介できたのは素晴らしい」と話した。（花輪理徳）

<https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/news/23/120600615/>

2024 年はオーロラの当たり年に、東北地方でも見られるかも！？

太陽活動はすでに過去 20 年で最大、これからピークへ、発生しやすい時期や地域は？ 2023.12.07



アイスランドでは、オーロラがよく見られる。写真はビーク村で撮影されたオーロラ。太陽極大期には、オーロラが見られる範囲が南へ大きく広がるかもしれない。(PHOTOGRAPH BY BEN HORTON, NAT GEO IMAGE COLLECTION) [画像のクリックで拡大表示]

オーロラのやわらかな赤い光に縁取られた風車。米テキサス州ダルハート。(PHOTOGRAPH BY WESLEY LUGINBYHL) [画像のクリックで拡大表示]

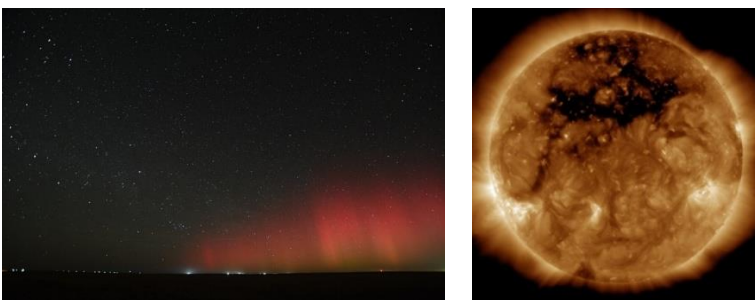
2023 年 12 月 1 日の夜、北海道で 20 年ぶりに肉眼でオーロラが観測されたと報じられたが、2024 年には、普段は見られない地域でも多くのオーロラが見られるかもしれないと専門家は言う。その理由は、太陽がおよそ 11 年周期の活動のピーク（太陽極大期）に近づいているためだ。しかも、今回の極大期にはいつもより大きな期待が寄せられていると、米コロラド州ボルダーにある米海洋大気局（NOAA）宇宙天気予報センターの研究者マーク・ミーシュ氏は言う。なぜなら、2014 年に起こった前回の極大期は、この 100 年間で最も弱いものだったからだ。(参考記事：[「ずばり、宇宙天気予報とは」](#)) それはつまり、2024 年には、過去 20 年間で最も見事なオーロラが見られるということだろうか。この現象について、事前に知っておきたいことをまとめた。

太陽極大期にオーロラを見るには

オーロラは、地球の磁極を囲む「オーロラ帯」と呼ばれる地域で発生すると、米アラスカ大学フェアバンクス校地球物理学研究所のドン・ハンプトン氏は言う。しかし、その位置や範囲は太陽風の強さによって常に動いている。太陽風とは、太陽から吹き出す電荷を帯びた粒子（プラズマ）の流れのことであり、非常に強い太陽風が放出される現象を太陽嵐という。オーロラは太陽風と磁気圏（宇宙空間で地球の磁場の影響が強く及ぶ領域）との相互作用によって引き起こされると、ミーシュ氏は言う。太陽極大期には、オーロラ帯が広がって活発化することが頻繁に起こるだろうと専門家は考えている。「より多くのエネルギーがあると、（オーロラ帯は）厚みを増し、さらに南へ拡大します」とハンプトン氏は言う。「今回の太陽周期の間には、米中西部、しかも中西部南部（北緯 40 度線）に住む人々まで、オーロラを数回見られる可能性が十分にありますが、断言はできません」

米国の場合、北緯 40 度線はユタ州プロボ、コロラド州ボルダー、インディアナポリス北部、オハイオ州コロンバスなどを通っており、日本では秋田県男鹿市から岩手県普代村までを横切っている。

[次ページ：テキサス州のオーロラ写真もう 1 点、オレンジや緑も](#)



典型的な発生地域よりも南で見られる多くのオーロラとは異なり、テキサス州の写真家ウェズリー・ルジンビール氏が撮影したこのときのオーロラでは、赤以外にもオレンジや緑などの鮮やかな色が観測された。

(PHOTOGRAPH BY WESLEY LUGINBYHL) [画像のクリックで拡大表示]

太陽の上部に広がる暗い領域はコロナホールといい、開いた（表面から出て表面に戻るループを作らない）磁力線が宇宙空間に向かって伸びている部分。2015年10月に撮影された画像。このコロナホールから発生した高速の太陽風により、地球では数夜にわたってオーロラが見られた。(PHOTOGRAPH BY NASA, EYEVINE/REDUX)
[画像のクリックで拡大表示]

NOAA 宇宙天気予報センターのオーロラ予測サイトのほか、「Northern Lights Forecast」や「My Aurora Forecast & Alerts」といったアプリは、オーロラを見るのに最適な時期や、太陽活動後にオーロラ帯がどれだけ南に拡大するかを予測するのに役立つだろう。スウェーデン宇宙物理学研究所の宇宙気象学者マグナス・ウィック氏によると、オーロラは春分と秋分の時期により多く発生しやすい。タイミングと場所については、そのほかにも考慮すべきことがある。雲がかかっている、あるいは人工の光による「光害」がある空では、オーロラを見つけるのは難しく、まったく見えないこともある。光害から逃れるには、ダークスカイ・インターナショナル（旧国際ダークスカイ協会）のサイト「DarkSky.org」を参考に、世界の星空保護区を探してみるのもいいだろう。（参考記事：[「「ダークスカイ国」を目指すニュージーランド、その理由は？」](#)）

オーロラ帯と自分がいる場所との関係によって、どちらの方角を見るべきかも変わってくる。「アラスカでは、大きな太陽嵐が来たときには、われわれは頭上か南の方を見ます」とハンプトン氏は言う。「米国中西部であれば、広い野原を見つけて北を見るようにしてください」テキサス州の写真家ウェズリー・ルジンビール氏は2023年の春、およそ30年ぶりに地元でオーロラを目撃し、2度も撮影した。同州のアマリロからオクラホマ州との州境を目指して車で北上していくと、「北の地平線全体が輝いて」見えたという。目を疑うほど鮮やかな青、ピンク、赤、緑のオーロラは、ほぼ頭上にまで達していた。（参考記事：[「ナショナルジオグラフィックの写真家が教える夜景を撮るコツ 写真7点」](#)）だが、すべてのオーロラが同じような見え方をするわけではないと、ミーシュ氏は言う。

「米国本土でもまれにオーロラがよく見えることがありますが、たいていは地平線がうっすらと赤く光るだけで、写真や映像で見るようなドラマチックなものとはまるで違います」（参考記事：[「未知の「紫のオーロラ」、はじめて報告される」](#)） [次ページ：GPS や人工衛星などへの影響も](#)

太陽活動のピーク

現在の太陽は、2019年12月に始まった第25活動周期の最中にある（第1周期は1755年3月～1766年6月）。太陽活動のピークは、今周期が始まったときにNOAAが出した予想したよりも早く、そして強くなると考えられている。太陽フレア、コロナ質量放出（CME）、太陽黒点などの現象も、2024年には発生頻度や強度が増すと予想されていると、ウィック氏は言う。太陽黒点とは、太陽表面にある色が暗くて温度が低いエリアのことで、ほかの部分よりも磁場が著しく強い。ハンプトン氏によると、今回の活動周期では、すでに過去数回の周期よりも多くの黒点が発生しているという。太陽フレアとコロナ質量放出（CME）は、どちらもエネルギーが爆発的に宇宙に放出される現象であり、黒点の付近で起こることが多い。

「太陽極大期が来れば太陽嵐がより多く発生します。そして嵐の最中にはオーロラが通常よりも頻繁に発生し、強度も高く、期間も長くなり、また、より低緯度まで広がる可能性があります」と、米ジョンズ・ホプキンス応用物理学研究所の宇宙物理学学者であり、米宇宙嵐センターの所長を務めるスラバ・マーキン氏は言う。（参考記事：[「オーロラから聞こえる謎の音の正体を解明」](#)）

太陽嵐の地球への影響は

太陽嵐が送り出す太陽風は多くの場合、地球以外の方向へ向かうが、もしそれが地球に届いた場合には、磁気圏を圧縮し、歪ませる可能性がある。NOAA 宇宙天気予報センターのプログラムコーディネーター、ビル・マター氏によると、磁気圏の状態は、GPS 機能や低軌道にある人工衛星への干渉など、さまざまな形で地球のテクノロジーに影響を与えるという。（参考記事：[「40基もの人工衛星が落下、「ありふれた磁気嵐」でなぜ？」](#)）

現在の太陽活動レベルは過去20年で最も高く、2024年に向けてさらに上昇していくため、数多くの嵐を研究できるだろうとミーシュ氏は言う。「太陽嵐をより多く観察するほど、より深く理解でき、より深く理解するほ

ど、予測の精度もさらに上がるでしょう」(参考記事：[「太陽嵐の危険度、場所により 100 倍も差、米国」](#))



カナダ、マニトバ州のチャイルズ湖上空に出現した“紫のオーロラ”「STEVE」と天の川。(PHOTOGRAPH BY KRISTA TRINDER)



[ギャラリー：世界のオーロラ 写真 9 点](#) (見出しのクリックで表示) [\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

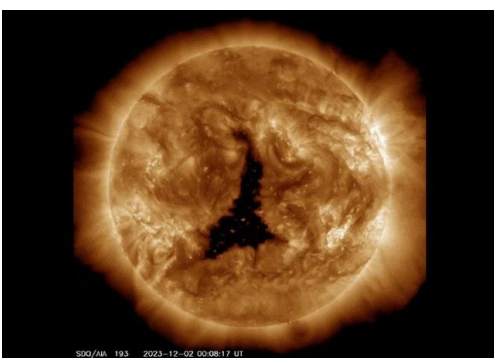
文=TERRY WARD／訳=北村京子

新しく確認された未知のタイプの発光現象「STEVE」と、ナショナルジオグラフィックにあるオーロラの写真を合わせてお届けします。文=Ramin Skibba、Andrew Fazekas／訳=鈴木和博、ルーバー荒井ハンナ

<https://resemom.jp/article/2023/12/07/74915.html>

太陽に地球 60 個分の巨大コロナホール出現...強烈な太陽風

太陽の表面は内部から太陽から放出されている自由電子の散乱光である「コロナ」によって非常に明るく輝いています。 2023.12.7 Thu 19:45



太陽の大気中表面に、[地球 60 個分以上もの巨大な穴](#)が発生し、強力な太陽風が太陽系を吹き抜けています。太陽の表面は内部から太陽から放出されている自由電子の散乱光である「コロナ」によって非常に明るく輝いています。この表面のコロナの温度や密度が低い部分はコロナホールと呼ばれ、紫外線の波長で観測すると周囲よりも温度が低いため暗く巨大な穴のように見えます。そしてコロナホールからはイオンや電子といった帯電粒子（プラズマ）からなる太陽風が周囲よりも高速で吹き出します。

そして現在、太陽には非常に大きなコロナホールが発生しており、数日前までその向きがわれわれの惑星の方を向いていました。太陽風が地球に到達するには通常 2~4 日かかるとされるため、地球には現在、このコロナホールが吹き出した太陽風がやってきていると考えられます。

太陽風からの粒子は地球の磁気圏に衝突し、磁力線に沿って極に方向転換され、そこで上層大気中に堆積します。そこでは、大気の粒子と相互作用して、オーロラのような輝きが生まれます。そして地球の電離層と磁気圏で電流が増大すると、電力網、衛星の運用、無線通信、ナビゲーション システムに干渉する可能性もあります。

ただ、アメリカ海洋大気庁 (NOAA) によれば、このコロナホールによって地球に届いた太陽風はせいぜい G1 から G2 レベルしかなく、太陽嵐としてはほとんど地上に影響を及ぼすようなものではなかったと報告しています。またすでに、今回の巨大コロナホールは地球からみて太陽の裏側のほうへ回転してしまっています。

より強力な太陽嵐は、コロナ質量放出と呼ばれる現象や太陽フレアによって発生します。12 月 1 日には、北海道で 2003 年 10 月以来 20 年ぶりのオーロラが観測されました。これは 11 月 29 日に発生した太陽フレアの影響とされています。コロナホールからの太陽風はこれらの現象に比べると比較的穏やかなものになるとのことです。ただ、太陽は現在当初の予測よりも遙かに活動が活発になっており、約 11 年の太陽周期的にも 2024~2025 年に極大期を迎えるタイミングにさしかかっています。つまり、今後数年間は、今回のコロナホールのようなダイナミックな現象や太陽嵐が発生する可能性が高いとのこと。もしかしたら、われわれの国でオーロラが見られる機会がもっと増えるかもしれません。

<https://forbesjapan.com/articles/detail/67785> 2023.12.06

「超巨大太陽嵐」の発生、従来説より頻繁か



[David Bressan | Contributor](#)



Shutterstock.com

これまであまり知られていなかった、[1872 年 2 月に地球を襲った大規模な太陽嵐](#)について、9 カ国の研究者が参加する国際チームが詳細な研究結果を発表した。この太陽嵐は、最初にデータを収集した天文学者 2 人の名前から「チャップマン・シルバーマン・イベント」と呼ばれている。

今回の研究結果は、地上のインフラに直接影響を及ぼすほど強力な太陽嵐が、従来考えられていたよりも頻繁に発生することを裏付けるものだ。太陽の表面で発生するフレアという爆発現象では、大量の荷電粒子が一気に放出される ([コロナ質量放出](#))。これが太陽嵐となって地球に到達すると、地球の磁場が乱される。

記録に残る最大の太陽嵐は [1859 年に発生した「キャリントン・イベント」](#)だ。英天文学者リチャード・クリストファー・キャリントンが、太陽表面で発生した巨大フレアを史上初めて観測。その後、数週間にわたり赤道付近

までの広域でオーロラが観測され、日中にも見えたと伝わる。当時は携帯電話や電子機器が普及するずっと前だったため、幸いにも被害は非常に限定的で済んだ。

今日では、[米海洋大気庁 \(NOAA\) 宇宙天気予報センター](#)が太陽活動とインフラへの影響を監視している。電力網や衛星通信は、太陽嵐による[干渉や妨害を受けるリスクが高い](#)。

研究チームは、[1872年に目撃された異例の発光現象に言及した数百件の記録を、地磁気の測定値や太陽黒点の記録と結びつけ、それらがすべて太陽活動のピーク（極大期）と関連していることを明らかにした](#)。

世界中の図書館・公文書館に収蔵された記録や天文台の報告書を調べたところ、日本、米国、オーストラリア、インド、メキシコ、マダガスカル、欧州各地で、夜空を照らす壮大なオーロラが発生したことを示唆する700件以上の記録が見つかった。[オーロラ](#)は、太陽から飛来した荷電粒子が地球の大気中のガスと衝突して発光する現象だ。これほど広範囲で観測された1872年のオーロラを引き起こした太陽嵐は、相当強力だったに違いない。

[次ページ > 熱帯地域でも科学技術インフラに障害](#)

一方、このときインドのボンベイ（ムンバイ）、グルジアのティフリス（現ジョージアのトビリシ）、英グリニッジなどで記録された地磁気測定値からは、[地球の磁場に強い変動があったことがわかった](#)。

磁気嵐の規模は、熱帯地域でも科学技術インフラに影響が出るほど大きかった。[インド洋の海底ケーブルの電信通信は数時間にわたって途絶し、エジプト・スーダン間の固定電話回線も通信障害に見舞われた](#)。

一連の事象と太陽活動との関連性を証明するため、研究チームはほとんど忘れ去られていたベルギーとイタリアの[太陽黒点記録](#)に注目した。その分析結果は、中規模の黒点活動であっても史上有数の激しい磁気嵐を引き起こし得たことを示している。今回の発見について、研究の主執筆者である名古屋大学の[早川尚志](#)特任助教は、1872年2月のチャップマン・シルバーマン・イベントが「近代史上最も激しい磁気嵐の1つ」だったことが確認されたと説明。その規模は、1859年9月のキャリントン・イベントや、1921年5月にニューヨークを襲った磁気嵐（[ニューヨーク鉄道嵐](#)）に匹敵するものだったと述べた。英ラザフォード・アップルトン研究所（RAL）の客員研究員でもある早川特任助教はまた、こうした極端な太陽嵐は「めったに起こらない」としつつ、「現代に入ってからこのような超巨大太陽嵐が起きていないことは幸いだ」と指摘。その上で、わずか60年間に3回も超巨大太陽嵐が発生した事実は「現代社会にとって現実的な脅威」だとして、こうした現象の影響を評価し、理解し、緩和するため歴史的記録の保存と分析が重要だと結論付けている。

つい先日、[米北部から欧州南部までの広域でオーロラが観測された](#)。現在、太陽は[2024年に極大期を迎えると予測される](#)太陽周期に入っており、今後数年間は太陽活動が活発になるとみられる。

本研究「[The Extreme Space Weather Event of February 1872: Sunspots, Magnetic Disturbance, and Auroral Displays](#)（1872年2月の極端な宇宙天気現象：太陽黒点、磁気擾乱およびオーロラ発生）」は、米科学誌アストロフィジカル・ジャーナルに2023年12月1日付で掲載された。追加資料とインタビューは[名古屋大学](#)より提供された。（[forbes.com 原文](#)）翻訳・編集＝荻原藤緒

<https://news.yahoo.co.jp/articles/9013bb44b9f394b50faa4c33ce0f60e0965efbf0>

「宇宙アサガオ」のリレー 引き継いだ種、熊本の小学校から次へ

12/5(火) 16:29 配信  毎日新聞 



「宇宙アサガオ」の種を「宙だよりスタジオ」の関係者に手渡す児童ら（右）＝熊本県八代市で 2023 年 12 月 1 日午前 10 時 29 分、西貴晴撮影

2010 年に宇宙飛行士の山崎直子さんとともに宇宙を旅したアサガオの種をルーツにした「宇宙アサガオ」のリレーが 1 日、熊本県八代市の八竜小であった。子どもたちの宇宙への夢を広げようと児童が栽培した種を全国の小学校がつないでいく試み。八竜小では校内で育てたアサガオから取れた種 2 万 5550 粒を次の小学校に託した。

[【写真特集】天の川銀河の巨大ブラックホール撮影](#)

大阪府に本社がある企業「宙（そら）だよりスタジオ

オ」の呼びかけで 20 年に香川県内の小学校からスタート。これまで全国 5 校が栽培に参加している。八竜小では山形県飯豊（いいで）町の小学校から引き継いだ種を基に 4～9 月、アサガオを育て、取れた種を次の神奈川県葉山町の小学校に託すことになった。式には全校児童約 30 人が参加。2 年生の山口陽咲貴（ひさき）さん（7）ら 4 人が写真と一緒に、「大きくなれとおまじないした」などと栽培の様子を紹介した。「がんばってたねをつないでください」など書いた次の学校へのメッセージとともに「宙だよりスタジオ」の関係者に種を手渡した。「宇宙アサガオ」はスペースシャトル「ディスカバリー」に搭乗した山崎さんが、種子島宇宙センター（鹿児島県南種子町）で育てられたアサガオの種を持参した。今後も各地でリレーを続け、フライト 20 周年にあたる 30 年には“故郷”の種子島に戻る予定。【西貴晴】

<https://www.newsweekjapan.jp/stories/technology/2023/12/post-103157.php>

土も水もほぼ不要「ハイテク温室」の開発がフランスで進む...人類の惑星移住も可能に？

2023 年 12 月 4 日（月）12 時 30 分 ニューズウィーク日本版編集部



GONZALO FUENTES - REUTERS

BioPod | The Next-Generation Greenhouse / Interstellar Lab

＜劇的な気候変動に対応した温室「バイオ・ポッド」は、人類の夢に向けて宇宙における生存環境も整える目標を掲げる＞

地球が気候変動の脅威にさらされるなか、土地と水を 99%以上削減して食料生産できるハイテク温室「バイオ・ポッド」を開発しているのが、パリに本社を置くインターステラー・ラボ社だ。

同社のバーバラ・ベルビシ CEO（写真）は、極端な気候にも耐え得る生産システムを開発し、宇宙における生存環境も獲得する野心的な目標を掲げている。[次のページ【動画】ハイテク温室「バイオ・ポッド」](#)

<https://forbesjapan.com/articles/detail/67753> 2023.12.05

「生命のルーツ」が地球外の深宇宙で形成された可能性 最新研究



Jamie Carter | Contributor



ハッブル宇宙望遠鏡（HST）が撮影した、太陽系に近い星形成領域「NGC 1333」。距離約 960 光年の「ペルセウス座分子雲」の内部にある（NASA, ESA, STScI）

生命の誕生に不可欠な構成要素が、恒星や惑星とともに星間空間で形成された可能性があるとする、化学者チームによる最新の研究結果が発表された。生命の原材料物質は、これまで科学者らが考えていたよりもはるかに昔に形成されていたかもしれない。ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡（JWST）を用いて、星や惑星が形成されている領域を対象に、生物の発生を可能にする前生物的分子の探索を行うべきだと、今回の研究は示唆している。

地球の生命

[NASA](#)によると、生命には化学元素（炭素、水素、窒素、酸素、リン、硫黄）と液体の水とエネルギー源が必要になる。地球の生命誕生は約 38 億年前にさかのぼり、最古の化石は約 35 億年前のものだ。生命の構成要素となる炭素系分子の 1 つにアミノ酸があるが、これは初期の地球で形成された可能性があるとする説がある。だが、今回の最新研究は、それとは異なる起源を示唆している。

星間空間の探索

米国化学会（ACS）発行の学術誌 ACS Central Science に 11 月 29 日付で[掲載](#)された、今回の研究をまとめた研究論文は、最も単純なアミノ酸であるカルバミン酸（NH₂COOH）が、星間物質の内部で星や惑星とともに形成された可能性があることを示唆している。この結論は、研究室での化学実験から得られたものだ。研究チームは、遠方の宇宙空間にあるアンモニアと二酸化炭素を含む氷粒のモデルを作製した。氷粒をゆっくりと温めると、カルバミン酸とカルバミン酸アンモニウムが生成された。これらの分子は、より複雑なアミノ酸、すなわち生命の構成要素に変化する可能性がある。これは、カルバミン酸とカルバミン酸アンモニウムが、星形成の最も初期の、最も低温の段階で形成された可能性があることを意味している。研究チームはまた、この 2 つの分子が結合して気体を生成する可能性があることも発見した。

地球外の起源

今回の研究結果は、地球上の生命の構成要素が地球外の起源を持つことを示唆する他の研究結果と一致している。すべては生命の原材料物質だ。Space.com で報じられたところによると、4 月には、地球から約 1000 光年の距離にある、若い星団とガスからなるペルセウス座分子雲で前生物的分子が発見された。これらの研究結果は、生命の構成要素の起源が地球外にあり、何らかの方法で地球に到達したとする説を後押しするものだ。

彗星衝突

長い年月にわたって小惑星や彗星が地球に衝突し、地球の水をすべて運んできたとする長年の定説がある。前生物的分子も、そのようにして地球にたどり着いたのかもしれない。2022 年には小惑星リュウグウで未変性のアミノ酸とビタミン B3 が発見された一方、彗星にはシアン化水素が存在すると考えられている。

最近の論文では、惑星系内を転々と移動する低速の彗星が、生命に不可欠な物質を銀河のあちらこちらに拡散させている[可能性](#)があることが示唆された。（[forbes.com 原文](#)） 翻訳＝河原稔

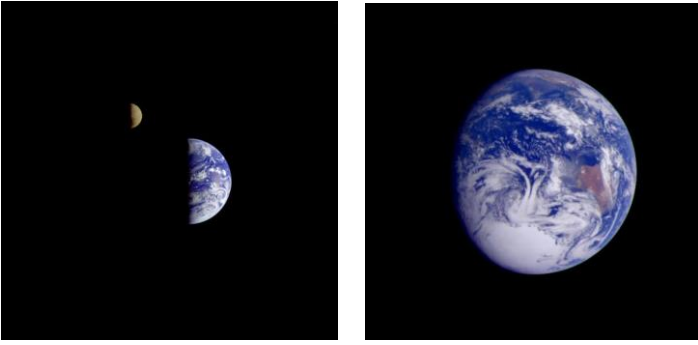
<https://soraie.info/astromony/20231206-nasa-galileo.html>

ガリレオ探査機はどのようにして「地球上の生命」を発見したか？ カール・セーガ

ンの「実験」

2023-12-06 [吉田 哲郎](#)

1989 年 10 月、アメリカ航空宇宙局（NASA）の木星探査機「ガリレオ（Galileo）」が打ち上げられました。木星に到達するのに十分な速度を得るために、ガリレオはまず太陽系内を何度か周回し、地球や金星をフライバイ（接近通過）して加速する必要がありました。



【▲ ガリレオ探査機が 600 万 km 離れた場所から見た地球と月 (Credit: NASA)】

【▲ ガリレオ探査機から見た地球 (Credit: NASA)】

フライバイを行った時、ガリレオは本来の目的である木星探査に先立って地球を観測しました。その時、カール・セーガン(※1)率いる科学者グループは、ガリレオに搭載された観測機器から得られたデータを用いて地球上に「生命」を発見したのです。今からおよそ 30 年前のことです。

※1...カール・セーガン(Carl Sagan、1934 - 1996) : アメリカの天文学者。バイキング、ボイジャー、ガリレオなどの惑星探査計画に携わり、『コスモス』や SF 小説『コンタクト』などの著作でも有名。もちろん、私たちは人類を含む生命が地球上に存在することを知っています。しかし、異星人の立場になって、ガリレオと同様の観測機器を搭載した宇宙船を太陽系の第 3 惑星(地球)に接近させて観測したと仮定してみてください。

ガリレオには、木星とその衛星の大気や宇宙環境を研究するために設計された、撮像カメラ、分光計、電波実験装置を含む様々な機器が装備されていました。ただ、これらの装置は生命探査を目的としたものではありません。もし私たちがその惑星について他に何も知らなかったとしたら、生命を見つけるために設計されたわけではない機器だけを用いて、明確に生命を発見することができるでしょうか。

2000 年代半ばに、微生物の存在が知られているチリのアタカマ砂漠にある火星のような環境から土のサンプルを採取し、NASA が 1970 年代に行ったバイキング計画(※2)と同様の実験が試みられました。ところが、サンプルから生命の存在は確認できませんでした。この実験結果は、たとえ生命の存在が知られていたとしても、生命の痕跡を見逃す可能性があることを示唆しています。

※2...バイキング計画 : NASA が 1975 年に打ち上げた 2 機の探査機による火星探査計画で、火星土壌中の微生物の検出が主な目的。結果的に生命存在の証拠は得られなかった。

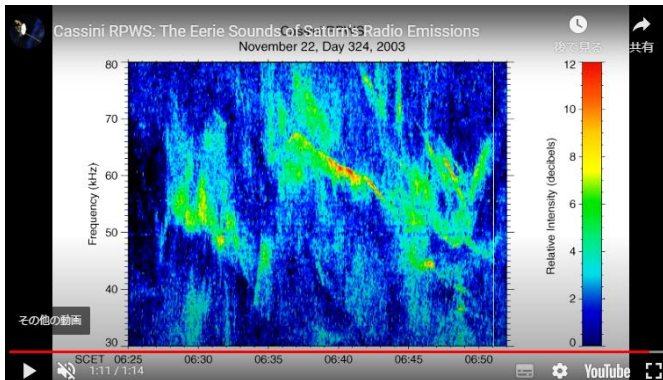
重要なのは、セーガンが率いた研究者たちは、地球上に生命が存在するという前提に立つことなく、データだけから結論を導こうとしたことです。ガリレオに搭載された近赤外マッピング分光計(NIMS)は、地球大気全体に分布するガス状の水、極地の氷、さらに海洋規模の液体の水も検出しました。また、 -30°C ~ $+18^{\circ}\text{C}$ までの温度も記録しました。しかし、液体の水は生命が存在するための必要条件ではあっても、十分条件ではありません。

NIMS はまた、他の既知の惑星と比較して、地球の大気中に高濃度の酸素とメタンを検出しました。これらはいずれも反応性の高いガスで、他の化学物質と急速に反応し、短時間で消滅してしまいます。それにもかかわらず高濃度が維持されているということは、何らかの手段で継続的に補充されている必要があります。ただ、これらのガスも生命の存在を示唆するものではありませんが、証明するものではありません。

一方、他の機器は太陽からの有害な紫外線から地表を保護するオゾン層の存在も検出しました。もし地表に生命が存在すれば、オゾン層によって紫外線から保護されている可能性があります。

撮像カメラによる画像には、海、砂漠、雲、氷、そして南アメリカの暗い色合いの地域が写っていました。もし予備知識があれば、その地域に熱帯雨林が広がっているとわかるはずですが。しかし、より多くの分光測定と組み合わせることで、その領域での赤色光の明確な吸収が判明し、セーガンたちは光合成植物によって吸収された光を強く示唆していると結論付けました。最も解像度の高い画像は、オーストラリア中央部の砂漠と南極大陸の氷床であり、都市や農業の明確な証拠は含まれていません。また、探査機は太陽光が地表を照らす日中に最接近した

ため、夜間の街の明かりも見えませんでした。興味深かったのは、ガリレオのプラズマ波電波実験でした。宇宙空間は自然由来の電波放射で満ちていますが、そのほとんどは多くの周波数にわたって発生する広帯域の電波です。対照的に、人工的な電波源は狭い帯域で発生します。YouTube の Space Audio チャンネルで公開されているこちらの動画では、土星探査機カッシーニが捉えた土星大気から発生する自然由来の電波を音で聞くことができます。ラジオ放送とは異なり、周波数は急激に変化しています。



ガリレオは、地球から届く周波数が固定された狭い帯域の電波放射を検出しました。これは技術を持つ文明から生じたものであり、19世紀以後でなければ検出できなかったはずだと結論付けられました。もし異星人の宇宙船が地球誕生から数十億年のどこかの時点で地球を通過していたとしても、地球上に文明があったという決定的な証拠は見つけれなかったことでしょう。地球外生命が存在するという証拠はまだ見つかっていないことは、おそらく驚くべきことではないでしょう。地球上の人類が築いた文明から上空数千キロメートル以内を飛行する宇宙船でさえ、その証拠を検出できる保証はありません。セーガンは、「科学とは単なる知識の集まりではなく、考え方である」と語ったことで有名です。言い換えれば、人間が新しい知識を発見する方法は、知識そのものと同じくらい重要なのです。この意味で、セーガンたちが行った研究は一種の「対照実験」であり、ある研究や分析方法が、私たちがすでに知っていることの証拠を見つけられるかどうかを問うことであると言えるでしょう。現在、5000個を超える系外惑星が発見されており、いくつかの惑星の大気中には水の存在さえ検出されています。しかし、セーガンの実験は、これだけでは十分ではないことを示しています。地球外の生命や文明の存在を明確に証拠付けるには、光合成のようなプロセスによる光の吸収、狭い帯域の電波放射、適度な気温と気候、自然現象では説明が難しい大気中の化学物質の挙動などを、相互に裏付けて組み合わせる必要性が高いと言えるでしょう。ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡のような観測装置の時代に入っても、30年前と同じように、セーガンの実験は今でも有益なのです。本記事は、2023年10月20日付けで「The Conversation」に掲載されたガレス・ドリアン（Gareth Dorrian）氏執筆の記事「Carl Sagan detected life on Earth 30 years ago – here's how his experiment is helping us search for alien species today（カール・セーガンは30年前に地球上に生命を発見した – 彼の実験が今日の異星人探索にどのように役立っているのか）」を元にして再構成したものです。

Source Video Credit: Space Audio Image Credit: NASA

[The Conversation](#) - Carl Sagan detected life on Earth 30 years ago – here's how his experiment is helping us search for alien species today
文／吉田哲郎

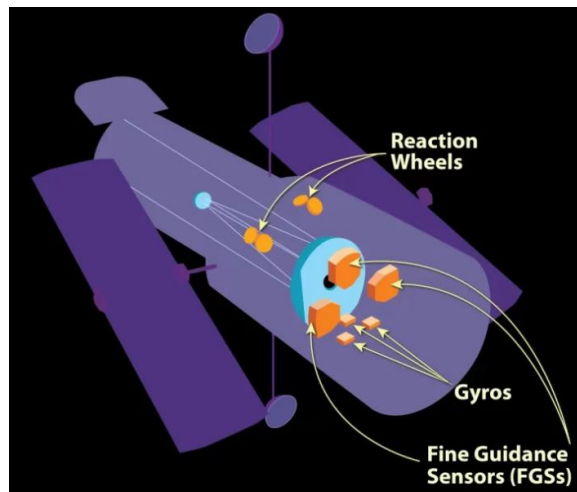
<https://sorae.info/space/20231209-hubble.html>

ハubble宇宙望遠鏡が科学観測を再開 一部機器は12月後半に観測再開予定

2023-12-09 [sorae 編集部](#)

アメリカ航空宇宙局（NASA）は2023年12月8日付で、「ハubble宇宙望遠鏡（Hubble Space Telescope : HST）」が同日に科学観測を再開したと発表しました。発表時点では「広視野カメラ3（WFC3）」と「掃天観測用高性能カメラ（ACS）」の運用が再開しており、「宇宙起源分光器（COS）」と「宇宙望遠鏡撮像分光器（STIS）」

は 2023 年 12 月後半の運用再開が予定されているということです。【最終更新：2023 年 12 月 9 日 10 時台】



【▲ 地球を周回するハッブル宇宙望遠鏡（Credit: NASA）】

【▲ ハッブル宇宙望遠鏡の姿勢制御に関する機器の配置を示した図。ジャイロ스코ープ（Gyros）は望遠鏡が向いている方向を検出するために搭載されているセンサーで、望遠鏡の回転速度を測定している（Credit: NASA）】

[既報の通り](#)、ハッブル宇宙望遠鏡は現在 3 基稼働しているジャイロ스코ープ（ジャイロセンサー、角速度センサー）のうち 1 基に生じた不具合の影響で、2023 年 11 月 23 日からセーフモードに入っていました。NASA によると、問題が生じたジャイロ스코ープの分析を進めた結果、運用チームは 3 基のジャイロ全てを使って科学観測を再開できると 12 月 7 日までに判断していました。ジャイロ스코ープは姿勢制御に関する機器の一つで、望遠鏡が向いている方向を検出するために搭載されています。普段のハッブル宇宙望遠鏡は効率を最大限高めるために 3 基のジャイロを同時に使用していますが、姿勢を検出する他のセンサー（磁力計、太陽センサー、スタートラッカー）と連携することで、1 基のジャイロだけでも科学観測を行うことが可能とされています。

現在ハッブル宇宙望遠鏡で使用されているジャイロSCOOPは、2009 年 5 月に実施されたスペースシャトルによる 5 回目のサービスミッション（STS-125）で交換されたものです。この時に取り付けられたジャイロは全部で 6 基ありましたが、前述の通り今は 3 基が稼働しています。スペースシャトルは 2011 年 7 月に退役したため、ハッブル宇宙望遠鏡のサービスミッションはこの 5 回目が最後となりました。

関連記事

- ・ [ハッブル宇宙望遠鏡が科学観測を中断 ジャイロSCOOPの1基に不具合](#)（2023 年 12 月 1 日）
- ・ [NASA とスペース X が「ハッブル」宇宙望遠鏡の軌道高度上昇ミッション検討へ](#)（2022 年 10 月 2 日）

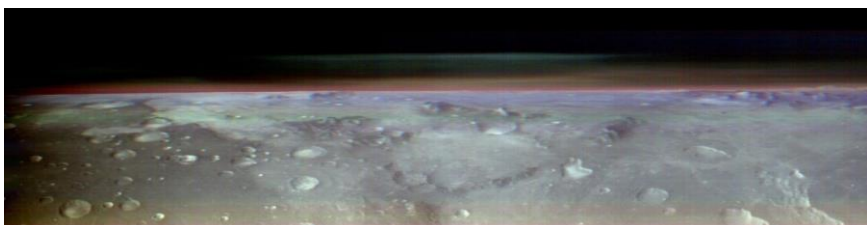
Source [NASA](#) - NASA's Hubble Space Telescope Returns to Science Operations 文/sorae 編集部

<https://sorae.info/space/20231209-mars-odyssey.html>

NASA 探査機「2001 マーズ・オデッセイ」が高度約 400km で撮影した火星のパノラマ

2023-12-09 [sorae 編集部](#)

こちらはアメリカ航空宇宙局（NASA）の火星探査機「2001 Mars Odyssey（2001 マーズ・オデッセイ）」に搭載されている熱放射撮像カメラ「THEMIS」で撮影されたパノラマ画像です。2023 年 5 月 9 日に高度約 400km で撮影された 10 枚の画像を合成して作成されました。



【▲ アメリカ航空宇宙局（NASA）の火星探査機「2001 Mars Odyssey（2001 マーズ・オデッセイ）」の熱放射撮像カメラ「THEMIS」で 2023 年 5 月 9 日に撮影された火星のパノラマ。10 枚の画像を合成して作成（Credit: NASA/JPL-Caltech/ASU）】

【▲ アメリカ航空宇宙局（NASA）の火星探査機「2001 Mars Odyssey（2001 マーズ・オデッセイ）」の熱放射撮像カメラ「THEMIS」で撮影された火星の衛星フォボスの連続画像（Credit: NASA/JPL-Caltech）】

クレーターが目立つ荒涼とした火星の大地の空高くに、水の氷粒でできた雲や塵が層を成して広がっている様子が捉えられています。THEMIS の運用でリーダーを務めるアリゾナ州立大学の Jonathon Hill さんは「もしも火星の周回軌道上に宇宙飛行士がいたら、こんな視点を持つでしょう」とコメントしています。なお、この画像は大気中の雲や塵が強調される赤外線波長で取得したデータに着色して作成されているため、可視光線を捉える人の目で見た景色とは異なります。NASA によれば、THEMIS のように熱に対して敏感な赤外線カメラを使用すると、火星表面の氷・岩・砂・塵の分布や温度変化をマッピングしたり、大気中に氷や塵がどれくらい存在するのかを測定したりすることができます。結果として公開されたこの画像だけを見るとなかなか実感が湧かないかもしれませんが、2023 年 10 月で火星到着 22 周年を迎えた Odyssey 探査機による今回の観測は 3 か月かけて入念に準備されました。火星の大気モデルを改良するために今回計画された観測では、雲と塵の層の相互関係を知るために、より広い視野で大気を捉えることが求められました。必要な観測データを得るには“大気の断面”を見ることができ、つまり火星の地平線を捉えられる方向に THEMIS を向けなければなりません。

ところが、THEMIS は Odyssey 探査機の本体に固定されていて、通常は真下の方向を観測しています。そこで運用チームは、太陽光が「太陽電池には当たるが熱に弱い機器には当たらない」という条件を満たした上で、Odyssey 探査機本体の向きを 90 度変更できる姿勢を検討して今回の観測に臨みました。

また、今回の観測では火星の衛星フォボスの画像もあわせて取得されました。NASA によると、Odyssey 探査機の THEMIS によるフォボスの観測は今回が 7 回目となります。今回は過去の観測時とは異なる角度と日照条件でフォボスを観測できたといい、新たな画像がフォボスの組成や物理的性質に関する知見をもたらしてくれると期待されています。

Source [NASA](#) - NASA Orbiter Snaps Stunning Views of Mars Horizon

[NASA/JPL](#) - PIA26203: Odyssey's THEMIS Views the Horizon of Mars 文/sorae 編集部

<https://forbesjapan.com/articles/detail/67862>

2023.12.08

木星の巨大海洋衛星ガニメデで「有機物」を検出 NASA 探査機



[Jamie Carter | Contributor](#)



木星最大の衛星ガニメデ。NASA のジュノー探査機が 2021 年 6 月 7 日のフライバイ時に撮影（NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS）

木星の巨大な衛星ガニメデの表面に無機塩類と有機化合物が存在することを、米航空宇宙局（NASA）の探査機ジュノー（Juno）の最新データが示唆している。

専門誌 Nature Astronomy に掲載された、今回の研究をまとめた論文によると、この研究成果は、惑星天文学者らがガニメデの起源と地下海の組成に関する理解を深める助けになる可能性がある。

研究に用いた赤外線観測データは、2021年6月7日にジュノーがガニメデ上空の高度 1046km をフライバイ（接近通過）した際に収集された。

米サンアントニオにあるサウスウェスト研究所でジュノーの主任科学者を務めるスコット・ボルトンは「磁場で保護された緯度領域の暗い地形と明るい地形に、塩類と有機物が最も多く存在することが明らかになった」と説明。ガニメデは太陽系で唯一の磁場を持つ衛星だ。「これは、氷で覆われた天体の表面に到達した、地下海の塩水の残留物が見えていることを示唆している」と述べた。

2016年から木星の周回軌道上にあるジュノーは現在、木星の衛星の一部に定期的に接近するミッションの段階にある。10月には、木星の火山衛星イオへのフライバイ（接近通過）を実行した。

ガニメデに関してわかっていること

木星の衛星約 79 個の中で最大のガニメデは、太陽系で調査対象とすべき特異な天体だ。

直径 5268km のガニメデは、太陽系内で最大の衛星で、9 番目に大きな天体であり、惑星の水星や準惑星の冥王星より大きい。大気と内部ダイナモ機構を持ち、氷殻の下にある複数の氷層の間を循環している地下海がある。氷の下約 160km のところにあるこの海には、地球の海水の総量を上回る水が存在する可能性がある。ガニメデの海は、1990 年代に NASA の探査機ガリレオによって最初に発見された。

2021年7月には、ハッブル宇宙望遠鏡の過去の観測データを用いて、氷から直接変化（昇華）した水蒸気が、氷の表面から放出されているのを検出したとする研究結果が発表された。

2022年5月に論文共有サイト arxiv に掲載された研究論文では、ガニメデの表面に見られる多数の凹みや溝状構造や縞模様は、直径が最大 150km の巨大天体との衝突によって生じた可能性があることが明らかになった。

今まさに探査機がガニメデに向かっているのはなぜか

4月に打ち上げられた欧州宇宙機関（ESA）の総費用 17 億ドル（約 2500 億円）の JUICE（木星氷衛星探査計画）探査機は、ミッション最終段階の 2034 年末から 9 カ月間、ガニメデの周回軌道に投入される。成功すれば、月以外の衛星を周回する初の探査機となる。JUICE はガニメデの周回軌道に入るまでに、木星を 67 周する間にエウロパを 2 回、カリストを 21 回、ガニメデを 12 回フライバイする予定だ。

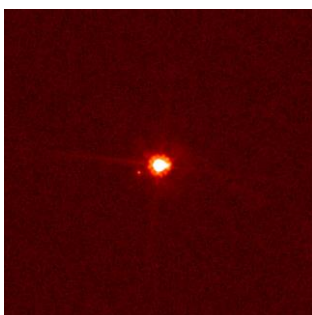
ガニメデを詳細な観測によって調査することで、惑星科学者らが太陽系やその先にある他の遠方の衛星や準惑星に関する理解を深めることができると考えられる。（forbes.com 原文） 翻訳＝河原稔

<https://soraie.info/astrometry/20231205-eris.html>

準惑星エリスは予想よりも“柔らかい”？ 氷の外殻に対流が生じている可能性

2023-12-05 [soraie 編集部](#)

こちらは太陽系の準惑星エリス（Eris）とその衛星ディスノミア（Dysnomia）です。「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）」を使って 2006 年 8 月 30 日に撮影されました。中央の明るい光点がエリスで、その左やや下にある小さな光点がディスノミアです。



【▲ 2006年8月にハッブル宇宙望遠鏡の掃天観測用高性能カメラ（ACS）で撮影された準惑星エリスとその衛星ディスノミア（Credit: NASA, ESA, and M. Brown (California Institute of Technology)）】

【▲ 準惑星エリスと衛星ディスノミアの想像図（動画）】（Credit: ESO/L. Calçada/M. Kornmesser and Nick Risinger (skysurvey.org)）

直径はエリスが冥王星とほぼ同じ約 2326km で、ディスノミアは約 700km。太陽に最も近い時でも約 38 天文単位（※1）、最も遠い時は約 94 天文単位も離れる楕円軌道を公転しているため、ハッブル宇宙望遠鏡でもこのような光の点としてしか捉えることができない天体です。2005年1月に発見されたエリスは「惑星」の定義を見直す動きにつながり、2006年8月に開催された国際天文学連合（IAU）の総会で冥王星（当時は惑星に分類）やケレス（同・小惑星に分類）とともに準惑星に分類されました。

カリフォルニア大学サンタクルーズ校（UCSC）の Francis Nimmo さんと、エリスの発見者の一人でもあるカリフォルニア工科大学（Caltech）の Michael Brown さんは、エリスの内部構造に関する新たな研究成果を発表しました。両名の研究成果をまとめた論文は Science Advances に掲載されています。

地球の月と同じように、ディスノミアはエリスの潮汐力によって自転周期と公転周期が約 15.8 日で同期しているとされています（潮汐ロック）。一方、エリスもまたディスノミアの潮汐力によって自転周期が変化し、現在はディスノミアの公転と同じ周期で自転しているとみられています。言い換えれば、エリスとディスノミアは互いに同じ面を向け続けていることとなります。このような自転と公転が二重に同期した関係は冥王星とその衛星カロンにもみられます。Nimmo さんと Brown さんはエリスとディスノミアの自転と公転にみられる特性を利用して、エリスの内部構造を探るモデルを数か月かけて構築。電波望遠鏡群「アルマ望遠鏡（ALMA）」の観測で新たに得られていたディスノミアの上限質量の値を反映させて分析を行った結果、両名はエリスの内部が氷の表層と岩石の中心核（コア）に分化していると結論付けました。

また、岩石に含まれる放射性元素の崩壊熱が外部へ放出されていく過程で、氷の外殻には対流が生じている可能性も高く、エリスは従来の予想よりも“柔らかい”かもしれないといいます。硬い物体のように振る舞わないというエリスの様子を、Nimmo さんは「ソフトチーズかそれに似たもの」と例えています。



【▲ 準惑星エリスの想像図。2011年10月公開（Credit: ESO/L. Calçada and Nick Risinger (skysurvey.org)）】
エリスの内部構造を探る取り組みは、地球外生命の探索でも大きな意味を持ちます。従来の研究ではハビタブルゾーン（※2）に存在する惑星が重視されていましたが、近年では太陽から遠く離れた惑星を公転する衛星（木星の衛星エウロパや土星の衛星エンケラドゥスなど）の内部にも潮汐力による加熱を熱源とする海が存在し、生命が誕生している可能性も指摘されています。冥王星やエリスのような氷天体の内部を知ることは、太陽系外縁部の生命居住可能性を理解する上で重要なのです。

Nimmo さんと Brown さんは、今回の研究で使用されたモデルの検証や改良に役立つとして、より正確なディスノミアの質量の測定や、エリスによる恒星の掩蔽を観測することで得られるエリスの形状に関する追加のデータが得られることに期待を寄せています。

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

※2...恒星などの周囲に広がる、天体の表面で液体の水を安定して保持できる領域。

Source [UCSC](#) - Dwarf planet Eris is squishier than expected

[Nimmo and Brown](#) - The internal structure of Eris inferred from its spin and orbit evolution (Science Advances)

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20231205-2832918/>

京大などがリュウグウから窒化鉄を発見 - 地球近傍への窒素輸送の謎解明に前進

掲載日 2023/12/05 06:47 著者：波留久泉

京都大学(京大)、九州大学(九大)、広島大学、東北大学、北海道大学(北大)、東京大学(東大)、大阪公立大学(大阪公大)、海洋研究開発機構(JAMSTEC)の8者は12月1日、探査機「はやぶさ2」が持ち帰った、地球近傍の軌道を公転する小惑星「リュウグウ」の砂を調べた結果、砂のごく表面が窒化鉄(Fe_4N)に覆われていることを発見したと共同で発表した。同成果は、京大 白眉センターの松本徹特定助教、京大 理学研究科の野口高明教授、同・三宅亮准教授、同・伊神洋平助教、京大 化学研究所の治田充貴准教授らを中心に80名弱の研究者が参加した国際共同研究チームによるもの。詳細は、[英科学誌「Nature」系の天文学術誌「Nature Astronomy」に掲載された。](#)

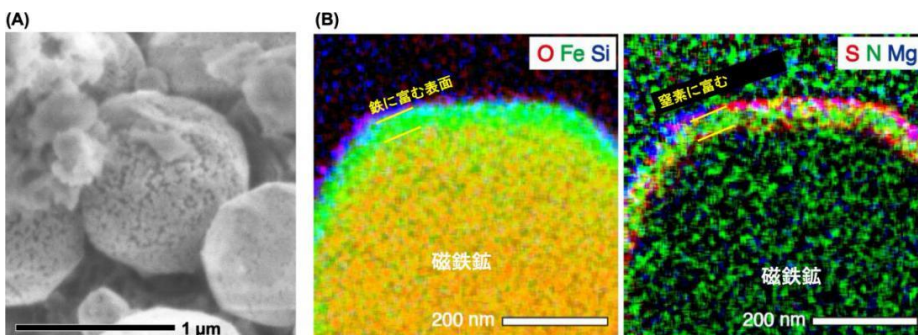
アンモニア(NH_3)をはじめとする窒素化合物は、生命の材料物質や太陽系形成期の物質の化学進化を促す重要な物質であると考えられてきた。近年の小惑星探査や地上からの観測によって、太陽から遠く離れた低温領域に軌道を持つ彗星や氷天体には、アンモニウム塩のような固体の窒素化合物が大量に存在することがわかってきている。一方で、生命の材料にもなるこれら窒素化合物が地球の軌道近くに運ばれた痕跡は、はっきりとはわかっていないのが現状だ。リュウグウの表面は長らく宇宙空間に曝されてきたため、微小隕石の衝突や太陽風の照射を経験し続けていて、これらの現象が引き起こす変化は「宇宙風化」と呼ばれている。今回の研究では、リュウグウ試料における宇宙風化の証拠を調べることで、現在のリュウグウが位置している、およそ地球～火星間の軌道(0.96～1.42天文単位)へ飛来する物質についての手がかりを得ることを目指したという。

研究チームはリュウグウの砂の表面を調べるため、走査型電子顕微鏡を使って、はやぶさ2が持ち帰った試料表面の微細構造の観察を行った。リュウグウには、水と鉱物との反応によって成長した磁鉄鉱(Fe_3O_4)や硫化鉄(Fe-Ni-S 鉱物)などの鉄化合物が含まれている。そして観察の結果、宇宙空間にさらされた磁鉄鉱の表面は、とても多孔質であることが判明した。

次に、透過型電子顕微鏡を用いて磁鉄鉱表面の断面の観察が行われた。すると、表面から数十 nm の深さで多孔質な層が広がり、そこでは、以下の2点が明らかにされた。

磁鉄鉱の理想的な化学組成に比べて鉄が多く、酸素が少なくなっていること

磁鉄鉱には含まれない窒素や硫黄が濃集していること



(A)リュウグウ試料に含まれる磁鉄鉱粒子。天体中に存在した水の中で成長したため、丸い形をしている。磁鉄鉱の表面はとても多孔質であり、この特徴は宇宙空間にさらされた表面にだけ見られるという。(B)丸い磁鉄鉱の断面画像。元素の分布が色付けされている。表面に鉄と窒素に富む層が見られる(緑色の領域)。窒化鉄は、ごく表面の数十 nm の厚みを覆っている(出所:共同プレスリリース PDF)

さらに電子線回折手法によって、この層には金属鉄と窒化鉄が分布していることも確かめられた。

研究チームによると、小天体の表面において窒素の鉱物が成長する現象は、これまでまったく知られていなかったという。そこで、窒化鉄が成長する仕組みを説明するため、リュウグウの砂のごく表面が経験した特殊な環境

についての考察が行われた。磁鉄鉱の表面では、まず水素イオンで主に構成される太陽風が磁鉄鉱の表面に打ち込まれることなどによって、磁鉄鉱が還元されて金属鉄が生成すると考えられるとのこと。そして、金属鉄が窒素化合物と化学反応することで窒化鉄が生成されたと推定されている。

この窒素化合物として、研究チームでは反応性の高いアンモニアを想定したという。太陽系遠方の低温領域で形成されたと考えられる彗星や準惑星セレスなどの氷小天体には、アンモニアの氷や塩が豊富に含まれていることがわかっている。これらの天体から放出された塵が太陽方向に向かって移動し、地球付近に軌道を持つリュウグウに衝突することが十分に考えられるといい、衝突によって塵が気化するとアンモニアに富む蒸気が発生し、表面に暴露された金属鉄と反応することで、窒化鉄が形成したと推定された。一方で、リュウグウは彗星と起源のつながりが指摘されていることから、リュウグウにもアンモニアに富む岩相があれば、その岩相への衝突現象と岩の蒸発によってアンモニアに富む蒸気生まれ、窒化鉄が形成された可能性もあり、今後のリュウグウの砂の分析が期待されるとしている。今回の研究により、リュウグウが現在位置する地球近傍軌道の領域に、アンモニアなどの窒素化合物が輸送される可能性が示され、これまで気づかれていた以上に多くの量の窒素化合物が太陽系の地球付近に輸送されて、生命の材料となりえたことが示唆されている。また今回の成果は、彗星から地球に飛来する塵(宇宙塵)の成分や、月面に輸送される窒素の化合物、初期地球に輸送された生命の材料としての窒素の起源についての研究を刺激することが期待されるとのこと。一方で、窒化鉄に含まれる窒素の起源、つまり、どのような天体から飛来したのかという点は完全に理解できておらず、今後の研究で窒素同位体分析などを組み合わせた分析から、小惑星表面の窒素化合物の正体がより明らかになることが期待されるとしている。

<https://sorae.info/astrometry/20231204-abel3192.html>

実は2つ？ ハッブル宇宙望遠鏡で撮影された“エリダヌス座”の銀河団

2023-12-04 [sorae 編集部](#)

こちらに写っているのは「エリダヌス座」の一角。画像の幅は満月の視直径の約10分の1に相当します（視野は3.07×2.80分角）中央付近でぼんやりと輝く2つの楕円銀河をはじめたくさんの銀河が視野全体に写っています。



【▲ ハッブル宇宙望遠鏡で撮影された銀河団「Abell 3192」と「MCS J0358.8-2955」（Credit: ESA/Hubble & NASA, G. Smith, H. Ebeling, D. Coe）】

これらの銀河は数百～数千の銀河で構成される巨大な天体「銀河団」を構成しています。銀河団には目に見える物質でできた星やガスだけでなく、電磁波では直接観測できない暗黒物質（ダークマター）も集まっています。その膨大な質量は時空間を歪ませて、向こう側の天体から発せられた光の進行方向を変える「重力レンズ」効果をもたらすことがあります。画像の中央から左上や右下には重力レンズ効果を受けたことで像が曲線状に歪んだ銀河が幾つか写っているといえます。

欧州宇宙機関（ESA）によると、この画像に写っている数々の銀河は当初「Abell（エイベル）3192」という1つの銀河団に属していると考えられていました。名前に含まれている「Abell」は、天文学者のジョージ・エイベル（George Abell）が発表した銀河団のカタログ「Abell（エイベル）カタログ」に収録されていることを示してい

ます（※1）。ところが Abell 3192 の研究が進むにつれて、実際には遠く離れた 2 つの銀河団が存在することが明らかになりました。地球からの距離は手前側が約 23 億光年、奥側が約 45 億光年で、遠いほうの銀河団は「MCS J0358.8-2955」と呼ばれています（※2）。ESA によれば、Abell 3192 の質量は太陽約 30 兆個分、MCS J0358.8-2955 の質量は太陽約 120 兆個分だと考えられているということです。

冒頭の画像は「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（可視光線と近赤外線フィルターの使用）をもとに作成されたもので、ESA から「ハッブル宇宙望遠鏡の今週の画像」として 2023 年 11 月 27 日付で公開されています。

■脚注 ※1...Abell 3192 は 1989 年のカタログ更新時に追加。更新されたカタログはエイベルとともに研究に携わったハロルド・コーウィン（Harold Corwin）とロナルド・オロウィン（Ronald Olowin）の名前も含めて「ACO カタログ」とも呼ばれており、Abell 3192 は「ACO 3192」とも呼ばれる。

※2...「MCS」は X 線で明るい銀河団を調査した観測プロジェクト「Massive Cluster Survey」の略称（MACS と略す場合も）。《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 [ESA/Hubble](#) - One cluster or two?

[Hamilton-Morris et al.](#) - A WEAK-LENSING AND NEAR-INFRARED STUDY OF A3192: DISASSEMBLING A RICHNESS CLASS 3 ABELL CLUSTER (The Astrophysical Journal Letters) 文/sorae 編集部

<https://sorae.info/astronomy/20231205-hh797.html>

実は二重星だった ウェブ宇宙望遠鏡で捉えた若き天体「HH 797」

2023-12-05 [sorae 編集部](#)

こちらの画像、左右にたなびく赤い煙のような天体は「ペルセウス座」の方向約 1000 光年先のハービッグ・ハロー天体「Herbig-Haro 797 (HH 797)」です。ハービッグ・ハロー天体は若い星の周囲に見られる明るい星雲状の天体です。若い星は周囲の物質を取り込んで成長していますが、恒星風やジェットとしてガスを流出させてもいます。若い星から流れ出たガスは星の周囲に広がるガスや塵に衝突して衝撃波を形成し、衝突された物質は励起して光を放出します。その様子がハービッグ・ハロー天体として観測されていると考えられています。

この画像は「ジェームズ・ウェブ宇宙望遠鏡（James Webb Space Telescope : JWST）」の「近赤外線カメラ（NIRCam）」で取得したデータをもとに作成されました。ウェブ宇宙望遠鏡は人の目で捉えることができない赤外線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ています。欧州宇宙機関（ESA）によると、HH 797 として観測されているジェットは、画像中央右下の暗い結び目のような部分にある若い星から双方向（この画像では左右の方向）に噴出しています。過去に行われた地上からの観測の結果、星から一定の距離以上離れたジェットの視線方向の速度は、東側（画像の下方）の端と西側（画像の上方向）の端で異なることが知られていました。



【▲ ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡の近赤外線カメラ（NIRCam）で観測されたハービッグ・ハロー天体「HH 797」（Credit: ESA/Webb, NASA & CSA, T. Ray (Dublin Institute for Advanced Studies)）】

HH 797 のジェットに生じた速度の差は、ジェット自体の回転が理由だとこれまでは考えられていました。ところが、ウェッブ宇宙望遠鏡を用いた観測の結果、一対だと思われていたジェットが実はほぼ平行に流れる二対のジェットであり、HH 797 は単一の星ではなく二重星だったことが明らかになったといいます。発生源の異なる二対の平行なジェットが地球からは重なるように見えていたため、東西の端に速度差が生じた一対のジェットだと解釈されていたというわけです。若い星はその材料となったガスや塵の雲に埋もれていますが、赤外線は塵に遮られにくいので、ウェッブ宇宙望遠鏡の高感度な赤外線観測装置はハービッグ・ハロー天体を観測するのに最適だということです。冒頭の画像は“ウェッブ宇宙望遠鏡の今月の画像”として、ESA から 2023 年 11 月 28 日付で公開されています。Source [ESA/Webb](#) - A prominent protostar in Perseus 文/sorae 編集部

<https://uchubiz.com/article/new33893/>

7.5TeV もの宇宙線電子のエネルギースペクトルを測定-加速源の超新星残骸を特定へ

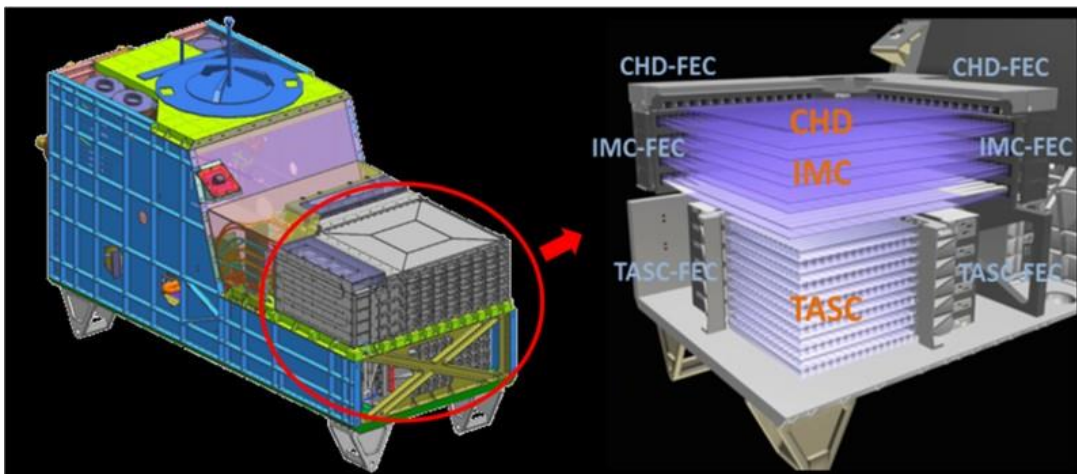
2023.12.06 16:59 [佐藤信彦](#)

早稲田大学（早大）などによる研究グループは、[国際宇宙ステーション（ISS）](#) の機器で得られた 7 年以上にわたる宇宙線の観測データを用い、7.5 テラ電子ボルト（TeV）という高いエネルギーを持つ宇宙線電子のエネルギースペクトル測定に成功した。この 7.5TeV という値は、スペクトルを測定できた宇宙線電子として世界最高のエネルギー値だとしている。銀河系内を起源とする宇宙線（銀河宇宙線）は、超新星爆発にともなう衝撃波加速で加速されて地球に飛来すると考えられている。ただし、伝搬中に星間磁場で進路が曲げられるため加速領域の特定が難しく、加速や伝播の機構の理解があまり進んでいないとされている。

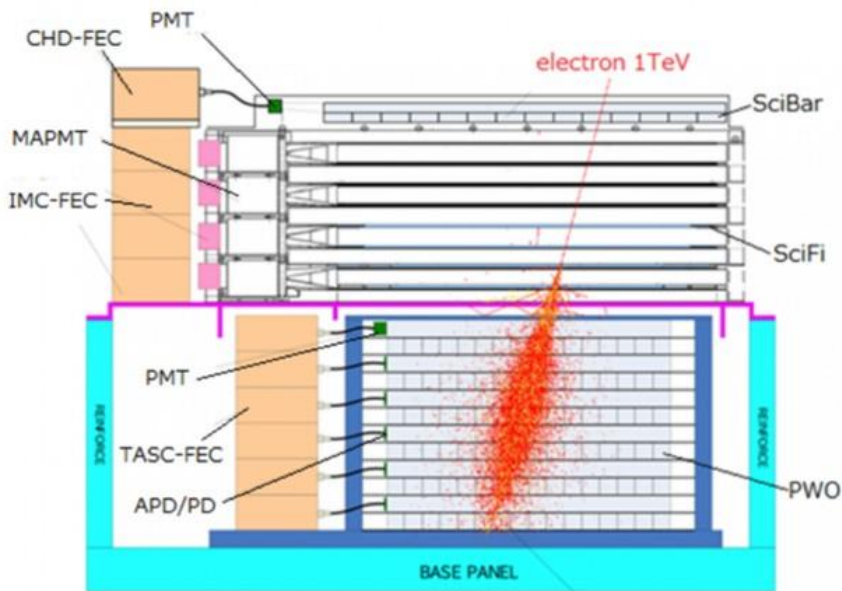
1TeV を超える高エネルギーを持つ電子の場合、陽子や原子核と違って質量が小さく、伝播中に自身のエネルギーの 2 乗に比例してエネルギーを失う。そのため、地球近傍にある伝播時間の短い加速源からしか地球に到達できず、観測できれば加速源の候補天体の特定につながるという。

しかし、高エネルギー電子は到来頻度が少なく長期間の観測が必要なことと、1000 倍以上存在する陽子との選別が可能な検出器による測定が必要なため、これまで観測例はほとんどなかったとしている。研究グループはこの問題を解決するため、ISS の [日本実験棟「きぼう」](#) に搭載された高エネルギー電子・ガンマ線観測装置の宇宙線電子望遠鏡「Calorimetric Electron Telescope（CALET）」を使用。CALET は、高エネルギー電子の観測を主目的とする検出器であり、電子を高精度に選別できるうえ、エネルギースペクトルの測定分解能が高い。

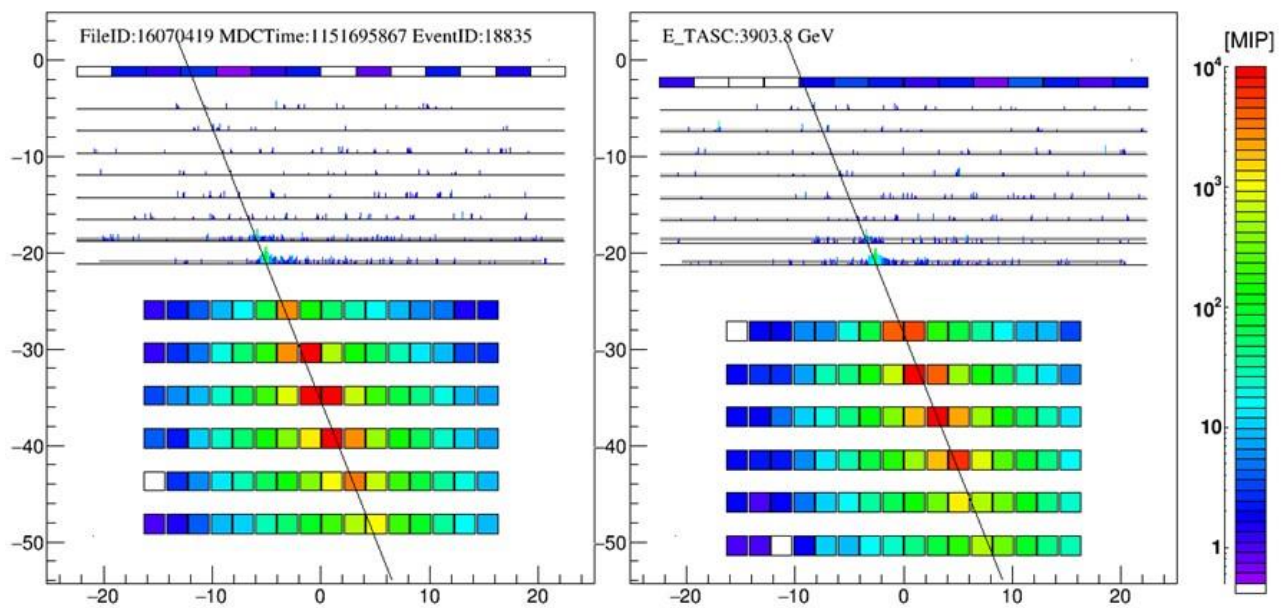
7 年以上にわたる観測で得られたデータを蓄積し、電子と陽子の選別精度を高めた結果、7.5TeV という電子宇宙線のエネルギースペクトルを測定できた。このスペクトルは、高エネルギー領域で地球近傍の電子加速源候補である超新星残骸の寄与を示唆しているようだ。



（左から）CALET の概念図、主検出器のカロリメータ（出典：早大）



1TeV の電子によるシャワー粒子のシミュレーション例（出典：早大）



実際に観測された 3.9TeV の電子の観測例（出典：早大）

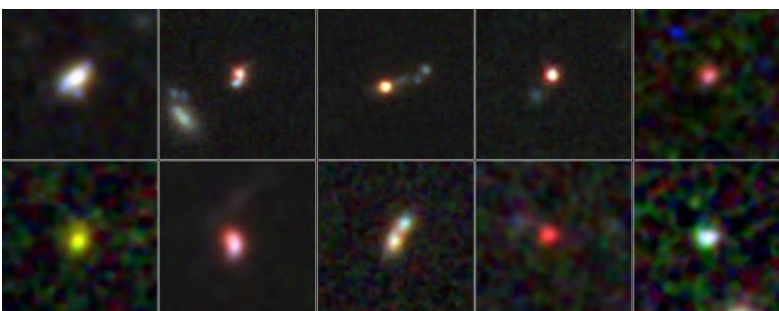
観測を今後も続けることで、宇宙線の加速源を初めて直接的に同定できる可能性が高まるという。

関連リンク [早稲田大プレスリリース](#)

https://news.biglobe.ne.jp/domestic/1204/kyo_231204_2729134941.html

大昔の宇宙にブラックホール多数 予想の 50 倍、誕生の謎に迫る

2023/12/04



120 億～130 億年前の巨大ブラックホールの画像（東京大宇宙線研究所提供）

138 億年前の誕生から 10 億～20 億年後という大昔の宇宙に、既に多数の巨大なブラックホールがあったとの研究結果を、東京大宇宙線研究所などのチームが 4 日、発表した。理論的に予想した数の 50 倍に相当するという。ほとんどの銀河の中心には巨大なブラックホールがあるが、「種」となる初期のブラックホールがどの時点でどのように生まれ、成長してきたのかは分かっていない。チームは、さらに初期の宇宙にさかのぼって調べれば、ブラックホール誕生の謎に迫れる可能性があるとしている。

天体からの光は地球に届くまでに時間がかかり、遠い天体の観測は大昔の姿を見ていることになる。

チームは、はるか遠くの銀河から届く赤外線も見られる米航空宇宙局（NASA）のジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡の観測データを分析。狭い観測範囲にもかかわらず、120 億～130 億年前に相当する遠い宇宙の銀河 10 個から、巨大ブラックホールの存在を示す光の痕跡を発見した。赤外線を観測できない望遠鏡のデータから予想していた数の 50 倍に当たる。© 一般社団法人共同通信社

https://news.biglobe.ne.jp/it/1205/mnn_231205_1618445503.html

東大と国立天文台、遠方宇宙の超大質量ブラックホールを 10 個発見

2023 年 12 月 5 日（火）12 時 28 分 [マイナビニュース](#)



[写真を拡大](#)

東京大学(東大)と国立天文台(NAOJ)の両者は 12 月 4 日、ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡(JWST)の観測データを用いて、120 億～130 億年前の遠方宇宙で超大質量ブラックホール(SMBH)を 10 個発見し、JWST でも 0.2 個しか発見できないとの従来の推測を覆して、遠方宇宙に SMBH が予想以上に多く存在していることが判明したとする記者会見を共同で実施した。同成果は、東大 宇宙線研究所 宇宙基礎物理学研究部門の播金優一助教、同・大内正己教授(NAOJ 教授兼任)、同・小野宜昭助教、同・磯部優樹大学院生、同・Yi Xu 大学院生、同・梅田滉也大学院生、同・Yechi Zhang 大学院生/日本学術振興会 特別研究員(現・NAOJ 科学研究部所属)、NAOJ 科学研究部の中島王彦特任助教、同・波多野駿大学院生らの共同研究チームによるもの。会見には、論文主著者である東大 宇宙線研究所の播金助教が出席した。詳細は、米天体物理学専門誌「The Astrophysical Journal」に 12 月 6 日(日本時間)に掲載される。ブラックホールは、太陽質量のおよそ 20 倍以上の大質量星が超新星爆発を起こすと、その中心核が重力崩壊を起こして誕生する(20～30 倍ぐらいの間であれば、ブラックホールではなく中性子星になる場合もある)。このように恒星級ブラックホールに関しては、その誕生の仕方はわかっているが、同じブラックホールでも、宇宙中の大半の銀河の中心にあると考えられている SMBH になると不明な点が多い。

SMBH は、太陽質量のおよそ 100 万倍からおよそ 100 億倍というとても重い質量を持つことで知られる。我々の天の川銀河の中心に位置する「いて座 A* (エースター)」が太陽質量のおよそ 400 万倍で、史上初のブラックホールの直接撮影(厳密にはその影)が行われたおとめ座銀河団の巨大楕円銀河「M87」の中心に位置する SMBH はおよそ 65 億倍という具合である。大質量ブラックホールの質量が大きいほど、それが属する親銀河の質量も大きくなるという関係がある。SMBH は、正体不明の「種ブラックホール」が成長して現在に至ったと考えられているが、その種ブラックホールが何なのか、またいつ生まれたのか、そしてどのように成長したのか、どれもわかっていない。恒星級ブラックホール同士が合体し、中質量ブラックホールとなり、中質量ブラックホール同士が合体してさらに大きくなり、といった流れを繰り返して、最終的に SMBH になるという流れだと話は簡単なのだ

が、それには宇宙の歴史の約 138 億年では時間が不足していることがわかっている。そのため、大量の水素が集まって恒星を経ずに直接重力崩壊を起こして SMBH が誕生したとする説なども唱えられているが、そのような重力崩壊はなかなか発生しにくいという見方も多く、今のところは決定打はないとされる。

SMBH の誕生や成長を調べるには、過去の宇宙、つまり遠方宇宙に存在するそれらを観測することが重要となる。しかし、ブラックホールは事象の地平面を越えてしまうと光すら逃れられないため、それ自体を直接観測することは不可能で、まして遠方ともなると大型望遠鏡でも観測は容易ではない。そこでこれまでの探査では、SMBH が周囲の物質を飲み込む過程で非常に明るく輝く「キューサー」を探す方法が一般的に採用されてきた。キューサーとは「活動銀河核」の一種だ。銀河中心の SMBH が激しく周囲の物質を飲み込んでいる銀河が文字通り活動銀河であり、その強く明るく輝いている中心部分が活動銀河核と呼ばれる。キューサーはその中でもひととき強く輝いているもののことを指し、その所属する親銀河全体の星の合計の明るさをも上回っているほどである。

地上の望遠鏡を使った探査により、これまで 120 億~130 億年前(宇宙誕生からおおよそ 10 億~20 億年)の遠方宇宙でたくさんのキューサーが発見されてきた。たとえば、すばる望遠鏡が行った満月 3000 個分(650 平方度)にも及ぶ超広域探査では、130 億年前の遠方宇宙に 83 個のキューサーが発見されている。しかし 83 個という数は、満月 3000 個分という面積に対する割合としては少ないという。同じ時代に存在する銀河の数と比べると、キューサーの数は 1000 分の 1 以下であることから、遠方宇宙ではどちらかという珍しい天体というのが天文学者の認識だった。つまり、これまでは遠方宇宙において SMBH は少なく、これから成長していくと考えられていたのである。ところが今回の JWST の観測データにより、その常識が覆されることとなった。従来の説では、JWST は非常に優れた観測性能を有するが、その分観測できる領域は地上の大型望遠鏡に比べ圧倒的に狭く、満月 0.2 個分(0.02 平方度)しかないため、発見できる SMBH の数はわずか 0.2 個と見積もられていたという。

しかし今回の研究では、JWST の近赤外分光器「NIRSpec」で得られた遠方銀河の観測データを用いて、120 億~130 億年前の宇宙においておおぐま座・ちょうこくしつ座の方向で 185 の銀河が調査されたが、そのうちの 10 個から活動的な SMBH の存在を示す証拠(特徴的な幅広い水素の輝線)が発見されたのである。つまり、予想よりも SMBH の数は 50 倍も多かったのだ。この常識を覆す発見に対し、会見を行った播金助教も「興奮のあまりわずか 2 か月弱で論文を一気に書き上げました」と述べている。これら 10 個の SMBH までの距離は、赤方偏移と宇宙論パラメータを用いて算出された。10 個の赤方偏移は $z=4.015\sim 6.936$ で、それに対して 2015 年に公表された宇宙論パラメータを用いて計算を行うと 122.7 億~130.4 億光年という結果を得られたといい、おおよそ 120 億~130 億年前に存在していたことがわかるのである。なお、太陽系から 10 個の SMBH までの現在の距離は、宇宙膨張があるため 130 億光年以上になる。一般的に遠方宇宙までの距離については遡る年数と等しく表されるが、それは理解しやすくするためであり、実際には宇宙膨張があるために異なる。たとえば、観測限界(ここから先は宇宙膨張で天体の後退速度が光の速度を超えてしまう)である“宇宙の地平線”までの距離は 138 億光年ではなく、現在はおおよそ 470 億光年まで膨張していると思われている。また、今回の 10 個がなぜ SMBH であると断定できたのかについては、銀河からの光では説明ができない幅広い特徴的な輝線が示されているからとのことで、SMBH の周囲の広輝線領域から放出されていると考えられるとする。上述したように、SMBH は何が種となつていつ誕生し、どのように成長してきたのかよくわかっていない。そのため、なぜこれほど多くの活動的な SMBH が 120 億~130 億年前という段階ですでに存在しているのか、その理由も現時点では不明だ。ただし研究チームは今回の発見について、宇宙初期における SMBH の形成を理解する手がかりになるとしている。

ちなみに今回発見された SMBH の画像を見てみると、大半の天体で、SMBH からと思われる小さくコンパクトな光に加え、その所属する親銀河から広がった光も捉えられていることがわかる。その色は実にさまざまで、黄色いもの、青白いもの、ピンクのもの、赤い小さな点(天文学者の間では「Little Red Dots」と呼ばれ、塵に覆われていると考えられている)など、それぞれ異なる。このようにさまざまな色や形の銀河であることから、活動的な SMBH がさまざまな種類の遠方銀河に普遍的に存在する可能性が示されているとしている。なお、これら 10 個の SMBH の画像は、JWST の画像に加えハッブル宇宙望遠鏡のものも利用し、異なる波長の画像データを合成し

て擬似的にカラーが着色されたものであるため、肉眼で実際にそれらの天体を見た場合とは異なるという(光が SMBH や親銀河から放たれた時は可視光であっても、宇宙膨張により引き伸ばされて赤外領域でしか観測できないので色がないたため、3種類の異なる波長に赤・青・緑などを割り振る処置が行われることが多い)。

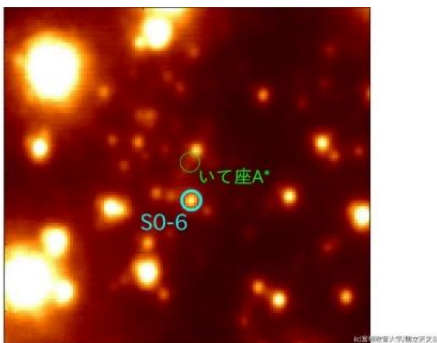
さらに、スペクトル情報を用いてこれらの SMBH の質量を求めたところ、太陽質量の 100 万倍から 1 億倍だったとのこと。キューサーとなっているような SMBH と比べると 100 倍ほど軽く、より形成初期(種ブラックホール)に近い天体であることが判明した。その一方で、現在の宇宙に存在する同じような銀河が持つ大質量ブラックホールと比べると、質量は 10 倍から 100 倍ほど大きく、遠方宇宙で SMBH が急成長している様子が見えている可能性があるとする。また、SMBH と親銀河の成長については、まず前者が成長し、その後後者の質量が増大する可能性が考えられるとしている。今回発見された 10 個の SMBH のように、広輝線領域からの幅広い輝線が見られる活動銀河核は、「1 型」の活動銀河核と呼ばれている。宇宙には広輝線領域が隠されて我々から見えないため、幅広い輝線を示さない「2 型」の活動銀河核の方が多いという。このことから研究チームは、120 億~130 億年前の宇宙において 2 型が 10 個以上見つかるかも知れず、従来説の 50 倍どころか 100 倍以上になる可能性もあるとする。そして今後の展望として、播金助教は、130 億年よりも昔のさらに初期の宇宙における SMBH の状況を調べてみたいという。ただし 130 億年以上昔を観測するには、同じ JWST の観測装置でも近赤外分光器 NIRSpec ではなく、感度が 1~2 桁落ちる中間赤外装置「MIRI」を使う必要があるため、観測は困難となるが、それでも挑戦してみたいとしたうえで、上述した 2 型活動銀河核の観測も考えていると話している。

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20231205-2833654/>

天の川銀河中心部で発見された星の故郷はどこ？ - 国立天文台などが調査

掲載日 2023/12/05 16:58 著者：波留久泉

国立天文台は 12 月 4 日、天の川銀河の中心に位置する超大質量ブラックホール(SMBH)「いて座 A*(エースター)」の近傍(約 0.3 秒角)にある星「S0-6」を、すばる望遠鏡の補償光学装置「AO188」と近赤外線装置「IRCS」を用いて観測した結果、この星が 100 億歳以上の年齢で、天の川銀河の近くにあつて今は吸収された矮小銀河で生まれた可能性が高いことを明らかにしたと発表した。



すばる望遠鏡の補償光学装置と近赤外線装置で撮影された、天の川銀河の中心領域。約 3 秒角の視野内に沢山の星が写っているが、今回の研究対象の星「S0-6」(水色の丸)は、いて座 A*(緑丸)から約 0.3 秒角離れた位置にある。(c)宮城教育大学/国立天文台(出所:すばる望遠鏡 Web サイト)

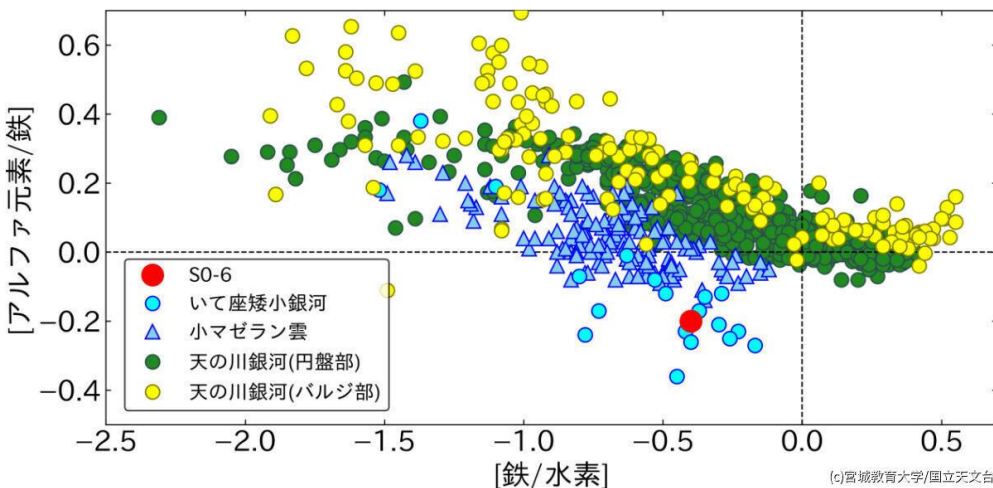
同成果は、宮城教育大学の西山正吾准教授を中心に、大同大学、和歌山工業高等専門学校、愛知教育大学、東北大学、早稲田大学、国立天文台などの研究者が参加した共同研究チームによるもの。詳細は、[日本学士院が刊行する自然科学全分野を扱う欧文学術誌「Proceedings of the Japan Academy, Ser. B, Physical and Biological Sciences」に掲載された。](#)

ブラックホールの姿を直接観測することは不可能なため、その存在を証明するには間接的な方法を用いるしかない。天の川銀河の中心にいて座 A* が存在していることが証明されたのも、その周囲を巡る恒星の動きによる成

果であり、30年にわたって追跡された星々が、何もないはずなのにそこに太陽質量のおよそ400万倍の超大質量天体が存在しなければ説明できない軌道を取っていたことから、間接的な形で証明されたのである。

しかし、SMBHは強大な重力を有するため、いて座A*の近傍では星の材料となるガスや塵がひとところに集まることができない。つまり星は誕生できないはずなのだが、実際には、いて座A*の強い重力で軌道が大きく変えられるほどの近傍をいくつもの星が巡っている点で、謎が残されていた。そこで研究チームは今回この謎に挑戦するため、いて座A*のすぐ近くにある星の1つであるS0-6を調べたという。S0-6は暗く沢山の星が混み合った領域にあるため、観測できる望遠鏡は、すばる望遠鏡を含めて世界に数台しかない。しかしすばる望遠鏡の集光力と視力(空間分解能)をもってしても、研究に必要なデータの収集には合計10回の観測が必要で、それだけの観測回数を確保するのに8年間を要したとのことだ。研究チームはまず、S0-6が本当にいて座A*の近くにある星なのかどうかの確認から行った。我々人類は、地球上および地球近傍の宇宙空間からしか宇宙を観測できないため、一見すると近くに見える2つの天体が、まったく別の角度から見るととても離れているという可能性があることが理由で、今回の研究では2014年から2021年にかけて、S0-6の運動が測定された。その結果、S0-6はいて座A*の強い重力を受けている、つまり2つの天体はお互いにすぐ近くにあることが確認された。

次に、S0-6の年齢が調べられた。年齢を知るためには、S0-6の明るさ、温度、星に含まれる鉄の量などの情報が必要となる。研究チームがこれら観測値を理論的なモデル計算と比較した結果、S0-6は、100億歳以上の老いた星であることがわかったとする。最後に、星の“生まれ故郷”を調査するため、S0-6に含まれるさまざまな元素の量が調べられた。水素やヘリウム以外の元素は、主に星の内部における核融合、超新星爆発、中性子合体などで合成されており、どの元素がどの時期に、どれくらい作られるのかは、それぞれの銀河によって異なる。そしてS0-6に含まれる元素比から、同星は天の川銀河の近くにある小さな銀河である小マゼラン雲や、いて座矮小銀河に属する星々ととても似ていることが明らかにされた。つまりS0-6の生まれ故郷は、過去に天の川銀河の周囲を回っていた小さな伴銀河である可能性が高いことがわかったのである。



星に含まれる元素の組成を、複数の領域で比較した図。S0-6(赤丸)は、天の川銀河の円盤部(緑丸)やバルジ部の星(黄丸)よりも、小マゼラン雲(三角)や、いて座矮小銀河の星(水色の丸)と似ていることがわかる。図の横軸は鉄原子と水素原子の数の比の対数、縦軸はアルファ元素と鉄元素の数の比の対数。アルファ元素とは、炭素、酸素、マグネシウム、ケイ素、カルシウムなど、ヘリウム原子核が結合してできる元素を指す。縦横の破線([鉄/水素]=0、[アルファ元素/鉄]=0)は、太陽の値を示している。太陽の10倍であれば値は+1.0、10分の1であれば-1.0となる。(c)宮城教育大学/国立天文台(出所:すばる望遠鏡 Web サイト)

研究チームによると、その小さな伴銀河はすでに天の川銀河に吸収されてしまったと考えられるとのこと。S0-6は天の川銀河の中心にある超大質量ブラックホール近傍まで、100億年以上の長い長い旅を経てきたことが考えられるという。だがその一方で、S0-6が天の川銀河で生まれた可能性もゼロではないとする。S0-6の特徴は、天の川銀河の中心から6000光年に広がる「バルジ」と呼ばれる膨らんだ中心部の構造にある少し変わった星とも似ているからだ。研究チームはすばる望遠鏡の視力を向上させるための装置を開発中で、2024年には同装置でS0-

6の特徴をより詳細に調べ、さらには座A*の近くにあるほかの星の起源も調べる予定だとする。

今回の研究チームを率いた宮城教育大の西山准教授は、「S0-6は本当に天の川銀河の外で生まれたのか。仲間はあるのか、それとも一人旅だったのか。さらなる調査で、SMBHの近くにある星の謎を解き明かしたいと思います」と今後の展望を語っている。

<https://forbesjapan.com/articles/detail/67827>

2023.12.07

ハレー彗星が長い旅路の折り返し地点に、次回は2061年に太陽系に帰還



Jamie Carter | Contributor

1986年、オーストラリアのアウトバックから見たハレー彗星 (Photo by Impressions Photography/Getty Images) 誰もがハレー彗星 (正式名称 1P/Halley) について聞いたことがあるだろう。今週、この太陽系で最も有名な雪の玉が、太陽から最も遠い位置に到達し、長い帰路の旅を始める。

彗星とはそういうものだ。太陽をX年ごと (ハレー彗星の場合は75~79年ごと) かけて周回し、太陽に近づいたときだけ地球の夜空に現れる。

ハレー彗星の帰還

ハレー彗星が最後に地球から見えた年、1986年のことを覚えている中年以上の人たちにとって、これはモーニングコールのようなものだ。ハレー彗星は、人間がその人生で2度見ることもできる唯一の彗星であるため、もしあなたが子どものときに、ハレー彗星について見たり読んだりした記憶があるなら、その帰還を考えると少々不安になるかもしれない。ハレー彗星が遠日点 (太陽を周回する軌道上で最も遠い点) に到達するのは、協定世界時12月9日午前2時 (日本時間12月9日午前11時) だが、地球の夜空で再び見えるようになるまでにはまだまだ長い時間がかかる。今週、内太陽系へと戻る旅を始めるときに、ハレー彗星は地球と太陽の距離の約35倍の位置にある。海王星の軌道よりはるかに遠い。

クリスマスの彗星

ハレー彗星が次に地球から見えるのは、2061年7月下旬だ。1986年のときよりもはるかに地球へと接近すると予測されており、前回よりもずっと明るく見えるだろう。この時期、空に不思議な明るい光が見える可能性は、クリスマスに関連している。ハレー彗星は、英国の天文学者エドモンド・ハレーにちなんで名づけられ、18世紀にハレーが初めてその軌道を計算し、帰還を予測した。ハレー彗星は人類の歴史の中で何度も観測されてきた。おそらく最も有名な出現は、東方の三博士をキリスト誕生の地へ導いた明るい星である「ベツレヘムの星」について記された聖書の物語にインスピレーションを与えたといわれるものだろう。

独自の解釈

「彗星は、狭義において星ではありませんが星に似た外観で空を横断して動くことから、賢者たちを導いたかもしれないという独特な解釈をもたらしています」と、ウォーリック大学物理学科の研究フェロー、ミンジェ・キム博士は語る。「ハレー彗星は紀元前12年に見ることができ、には見ることが可能であり、紀元前5年頃、中国と韓国の天文家たちが彗星あるいは新星と思われる天体を観測した記録は、紀元前6~4年と推定されるキリスト降誕の時期と一致します」もちろんクリスマスの星とも呼ばれる「ベツレヘムの星」は、明るい惑星かほかの天体、新星だった可能性もある。2023年の12月に木星は東の空で明るく輝いているためその候補の筆頭とい

える。しかし 2061 年になったら、話は変わるかもしれない。

また、2024 年には 3 月と 4 月のポンス・ブルックス彗星、9 月下旬と 10 月の紫金山・アトラス彗星という肉眼で見える彗星が 2 つの彗星が訪れる。(forbes.com 原文) 翻訳=高橋信夫

<https://sorae.info/astromy/20231207-ngc2210.html>

見とれてしまう美しさ ハッブル宇宙望遠鏡で撮影した球状星団「NGC 2210」

2023-12-07 [sorae 編集部](#)

こちらは約 16 万光年先の大マゼラン雲 (Large Magellanic Cloud : LMC、大マゼラン銀河とも) にある球状星団「NGC 2210」です。球状星団は数千~数百万個の恒星が重力で球状に集まっている天体です。もしも球状星団の中心付近にある惑星で夜空を見上げたら、空がたくさん星で満たされているように見えることでしょう。



【▲ ハッブル宇宙望遠鏡で撮影された大マゼラン雲の球状星団「NGC 2210」 (Credit: ESA/Hubble & NASA, A. Sarajedini, F. Niederhofer)】

球状星団は非常に安定した天体であり、宇宙でも最も古い天体のひとつとされています。欧州宇宙機関 (ESA) によると、2017 年の研究では NGC 2210 の年齢が約 116 億年と推定されており、天の川銀河のハロー (銀河円盤を取り囲む球状の領域) で発見された最古の球状星団の幾つかに近い年齢だとされています。同じ研究の対象となった大マゼラン雲の球状星団のうち 4 つは、年齢が 130 億年を上回っていました。これらの観測結果は、独立して形成されたはずの天の川銀河と大マゼラン雲それぞれに存在する最も古い球状星団が同時期に形成されたという興味深い事実を物語っているといえます。

冒頭の画像は「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)」で取得したデータをもとに作成されたもので、ESA から「ハッブル宇宙望遠鏡の今週の画像」として 2023 年 12 月 4 日付で公開されています。

Source [ESA/Hubble](#) - Cluster in the Cloud

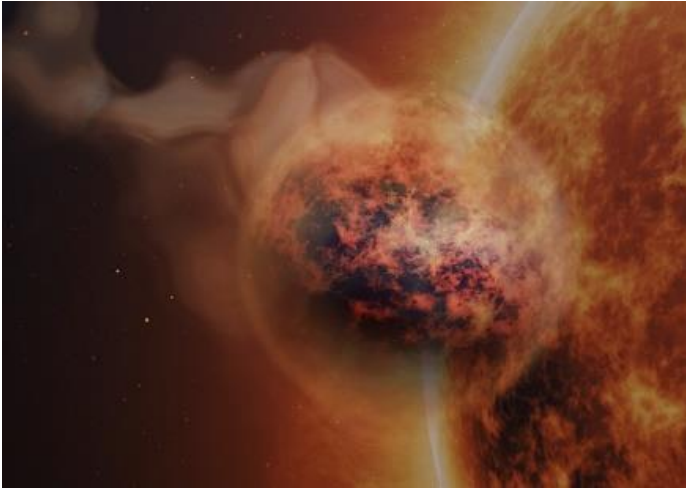
文/sorae 編集部

<https://sorae.info/astromy/20231208-wasp-107b.html>

太陽系外惑星「WASP-107b」に二酸化硫黄と砂の雲を発見 光化学反応と高温の大

気循環の証拠 2023-12-08 [彩恵りり](#)

恒星からの熱で膨張している「WASP-107b」は、大気組成を詳細に観測しやすい太陽系外惑星の 1 つです。パリ・シテ大学の Achrène Dyrek 氏を筆頭著者とする国際研究チームは、WASP-107b を「ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡」で観測し、これまでで最も詳細な大気組成のデータを得ました。注目すべき発見として、二酸化硫黄と砂粒の雲の検出や、メタンの不検出があり、これらは従来の惑星モデルを書き換えるものです。



【▲図 1: 恒星 WASP-107 から的高温で熱せられ、大気が膨張している WASP-107b の想像図 (Credit: LUCA School of Arts (Belgium) - Klaas Verpoest (visuals) & Johan Van Looveren (typography))】

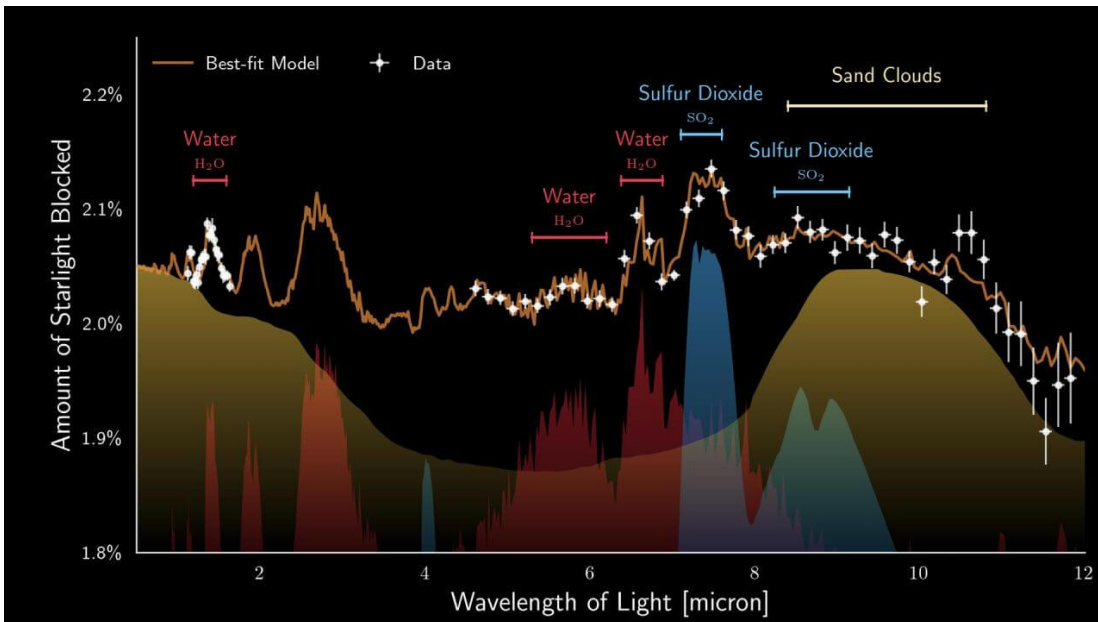
■大気観測に適した“ふわふわした惑星”「WASP-107b」

太陽以外の天体の周囲を公転する太陽系外惑星には、太陽系では決して見られない環境を持つ惑星も見つかっています。例として、恒星のすぐ近くを公転する海王星や木星のような天体があります。これらの惑星は恒星に極めて接近しているために、表面が数百℃以上に熱せられ、大気全体の熱膨張によって平均密度が極めて低くなっています。このような惑星は俗称として、「パフィー・プラネット（直訳すれば“ふわふわした惑星”）」と呼ばれることもあります。このような低密度の惑星は、大気の組成を調べる研究において重要視されます。遠く離れた惑星の大気を調べるには、大気中を通過した光から、分子の種類に応じて現れる吸収スペクトル(※1)を分析・同定する必要があります。低密度な惑星の観測データは高密度の惑星と比べて、下層部の大気の情報により多く含んでいるため、気体が主体の惑星全体の組成を推定したり、その形成や進化を考察したりする上で重要な手掛かりとなります。

※1…天体からの光を波長ごとに分析した際に現れる、他の波長より顕著に暗い部分を吸収スペクトルと呼びます。吸収スペクトルは、分子がその種類ごとに決まった波長の光を吸収するために現れるものであり、吸収スペクトルから逆算で分子の種類を特定することができます。

2017年に発見された「WASP-107b」は、まさにそのような惑星の1つです。木星と比較すると、WASP-107bの直径はほぼ同じですが、質量は10分の1しかないため、平均密度はコルクに匹敵する1立方cmあたり0.2gしかありません。地球からの距離が約200光年と比較的近いことや、WASP-107bが公転している恒星「WASP-107」の明るさも明るいことから、WASP-107bは大気の詳細な観測に適した太陽系外惑星の1つに挙げられています。これまでの観測により、WASP-107bには「二酸化硫黄」が存在することが示唆されていましたが、同時にこの発見には疑問の声も挙がっていました。これまでの惑星科学のモデルでは、二酸化硫黄は約930℃以上の高温の大気中ならば、光を介する「光化学反応」で形成されると考えられていました。その一方で、約730℃以下の温度では二酸化硫黄は生成されず、代わりに硫黄の同素体が生成され、それが二酸化硫黄の吸収スペクトルと似ているとも考えられていました。実際、WASP-107bの大気上層部の温度は約470℃であるため、二酸化硫黄が形成される推定温度をはるかに下回っています。

■WASP-107bの大気の詳細をジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡で観測



【▲図 2: WASP-107b の中赤外線領域の吸収スペクトルを表した図。二酸化硫黄、砂の雲、水蒸気が検出された一方で、メタンは検出されませんでした (Credit: Michiel Min, European MIRI EXO GTO team, ESA & NASA)】

Dyrek 氏を筆頭著者とする国際研究チームは、WASP-107b をウェブ宇宙望遠鏡で観測し、これまでよりずっと高精度な大気のパラメータを取得しました。ウェブ宇宙望遠鏡に搭載された中間赤外線観測装置 (MIRI) は、二酸化硫黄を含むいくつかの分子を捉えるのに適切な分光器です。

観測の結果、まず二酸化硫黄が間違いなく存在するという観測的証拠を得ました。これは WASP-107b の大気中で光化学反応が起きているという証拠でもあります。光化学反応の存在が示された惑星は WASP-39b に次いで 2 例目ですが、両方ともその観測的証拠はウェブ宇宙望遠鏡を通じて得られたものです。

また、WASP-107b の二酸化硫黄および水蒸気の存在を示す吸収スペクトルは、雲がかかったようにはっきりしないものでした。これは比喩表現ではなく、実際に存在する雲が吸収スペクトルを不明瞭にしていると考えられます。今回の観測では、雲の組成を測定するという稀な機会に恵まれ、雲がケイ酸塩で構成されていることを突き止めました。ケイ酸塩は、地球で身近な岩石や砂などを構成する主成分であるため、WASP-107b の大気上層部には砂の雲があることを示しています。これは意外な発見です。地球では水が蒸発して水蒸気の雲ができるように、高温の惑星では大気下層部でケイ酸塩が蒸発して砂の雲ができることは分かっていました。しかし、砂の雲が大気上層部まで上がるためには、これまでは 1000°C 以上の高温が必要だと考えられていたのです。前述の通り WASP-107b の大気上層部の温度は約 470°C ですが、WASP-107b の内部はそれよりもかなり高温であり、かつ大気の下層部と上層部を十分に混ぜるだけの強い大気循環が起きていることを示しています。

WASP-107b の内部が高温であり、熱による強い大気循環が起きていることを示す別の証拠は、メタンの不検出です。メタンは温室効果ガスとして大気を温めますが、十分な高温と強い光があると分解します。高感度なウェブ宇宙望遠鏡の性能を駆使してもメタンが検出されなかったことは、WASP-107b では大気下層部まで十分な強さの光が届いており、内部が高温で熱せられ、メタンが分解されていることを示しています。メタンの不検出は、砂の雲の検出と共に、WASP-107b の激しい大気循環の証拠となります。

ウェブ宇宙望遠鏡による WASP-107b の観測結果は、従来の惑星科学のモデルでは十分に説明ができず、修正が必要なことを示しています。

Source [Achrène Dyrek, et al.](#) “SO₂, silicate clouds, but no CH₄ detected in a warm Neptune” . (Nature)

[“James Webb Space Telescope detects water vapour, sulfur dioxide and sand clouds in the atmosphere of a nearby exoplanet”](#) . (Katholieke Universiteit Leuven) 文／彩恵りり