

月探査「アルテミス計画」無人宇宙船打ち上げ再延期



TBS テレビ 2022年9月4日(日) 01:59

NASA＝アメリカ航空宇宙局は、日本時間の4日未明に予定していた月を探査する宇宙船を搭載した大型ロケットの打ち上げを、再び延期すると発表しました。

無人の宇宙船「オリオン」を搭載した大型ロケットは、日本時間のきょう午前3時過ぎに、アメリカ・フロリダ州のケネディ宇宙センターから打ち上げられる予定でした。

ところが、ロケットに燃料を注入する作業がうまくいかず、この日の打ち上げを取りやめ、先月29日に続き2度目の延期となりました。次回の打ち上げは早くとも現地時間の9月5日以降になるということです。

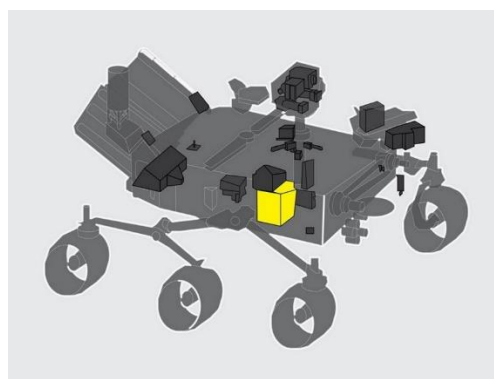
今回のロケット打ち上げによる宇宙船の無人試験飛行は、月を探査する「アルテミス計画」の第一弾で、2024年には「オリオン」に宇宙飛行士を乗せて月を周回させ、2025年には「アポロ計画」以来53年ぶりとなる人類の月面着陸を目指しています。

<https://japan.cnet.com/article/35192630/>

NASA、火星探査機に搭載の「MOXIE」で酸素の安定的な生成に成功

Monisha Ravisetti (CNET News) 翻訳校正：佐藤卓 長谷睦 (ガリレオ) [2022年09月01日 11時59分](#)

米航空宇宙局 (NASA) の火星探査機「パーサビアランス」は、2020年7月に火星に向けて打ち上げられた際に「MOXIE」と呼ばれる小さな金色の実験装置を搭載していた。MOXIEは、「Mars Oxygen In-Situ Resource Utilization Experiment」(火星酸素現場資源活用実験)の頭文字からとられた名称だ。



提供：NASA/JPL-CalTech

MOXIEが搭載されている場所 提供：NASA

それ以来、MOXIEは火星の薄い大気から酸素を作り続けてきた。

そして米国時間8月31日、この実験を行っているチームが科学誌「Science Advances」に掲載した論文で、MOXIEがきわめてうまく機能していることが裏付けられた。実際、この装置の酸素生成量は、地球上の平均的な木1本に匹敵するという。2021年末の時点で、個別に行われた7回の実験作業で、MOXIEが1時間に6gという酸素生成目標レベルに達していたことが、詳細なデータにより示された。さらにこれらの実験は、昼や夜、

火星のさまざまな季節など、大気条件がさまざまに異なる中で行われている。

「われわれが機能を実証できていない唯一の環境条件は、気温の変化が激しい夜明けや夕暮れだ」と、マサチューセッツ工科大学（MIT）のヘイスタック天文台に所属し、MOXIE ミッションで主任研究員を務める Michael Hecht 氏は、[プレスリリースで述べている](#)。「だが、われわれはこれを可能にする切り札を用意している。研究所でこれをテストすれば、『どのような時間帯でも稼働させられる』という、最後の重要なマイルストーンを達成できるはずだ」 特に科学者や各国の宇宙機関にとっては、MOXIE が確実に成果を出していることは、非常に心強いものだ。なぜなら、宇宙飛行士を火星に送り込むスケジュールの関係で、これらの飛行士が将来火星を探索する際に、安全な環境を保つ方法を解明しておくまでの期限が迫っているからだ。

例えば、SpaceX の最高経営責任者（CEO）を務める Elon Musk 氏は、人類を火星に送り込む目標の期日を 2029 年に設定しているようだ。また、NASA が計画している月探査ミッション「アルテミス 1 号」は、[2030 年代ないし 2040 年代に計画されている](#)火星探査への道を切り開くものだ。「火星での有人探査をサポートするには、コンピューターや宇宙服、居住施設など、さまざまな物を地球から運び込む必要がある」と、MIT の教授で MOXIE の副主任研究員を務める Jeffrey Hoffman 氏はプレスリリースの中で述べている。「だが、酸素は一体どうするのだ？ 現地で作れるのならやるしかない。それだけでかなり優位に立てるはずだ」

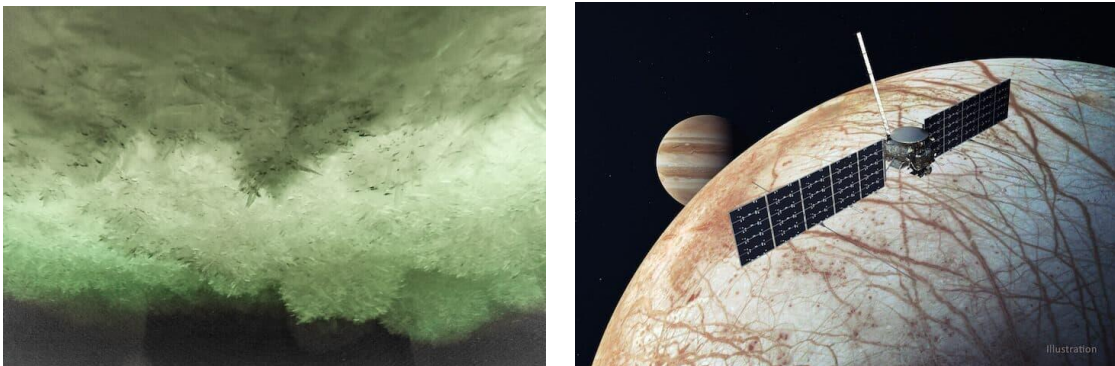
今のところ、MOXIE のサイズはおおむねトースターほどと、非常に小さな装置だ。だが、これは悪い話ではない。この装置を構成している四角く区切られた立方体のサイズを、科学者が何らかの方法で大型化できれば、1 時間に 6g という現在の生成量をはるかに上回る、大量の酸素を作り出せるようになるだろう。

「われわれは非常に多くのことを学んでおり、そこから得た情報を将来のより大規模なシステムに生かせるはずだ」と、Hecht 氏は述べた。将来的には、数百本の木に匹敵する量の酸素を生成できるようになる可能性がある」と、研究チームは見通しを語る。そうなれば、火星に降り立った宇宙飛行士の生命を維持したり、クルーを地球に送り返すためのロケットの燃料に必要な酸素を供給したりすることが可能になる。

<https://www.newsweekjapan.jp/stories/world/2022/09/post-99531.php>

木星の衛星「エウロパ」では海中の雪が浮き上がって氷床が形成されている

2022 年 9 月 2 日（金）18 時 00 分 [松岡由希子](#)



木星の衛星「エウロパ」の海はどんな様子なのか..... (C)Helen Glazer 2015

NASA の探査機エウロパ クリッパーのイラスト。2024 年に打ち上げられる予定の宇宙船は、氷を貫通するレーダー装置を搭載する。NASA/JPL-Caltech

<エウロパの氷床は、氷床下の海水で生成された氷片が海面まで浮き上がってくる「晶氷」で形成されている可能性がある.....>

木星の衛星「エウロパ」では、深さ 60~150 キロの海に厚さ 15~25 キロの氷床が浮かぶ。そのため、地球の 4 分の 1 の直径にもかかわらず、地球の海洋をすべて合わせた量の 2 倍の水が存在すると考えられている。

アメリカ航空宇宙局（NASA）では、エウロパの探査機「エウロパ・クリッパー」を 2024 年 10 月に打ち上げる

計画をすすめている。約 50 回にわたってエウロパの上空 25 キロまで接近通過し、詳細な観測を通じて「生命の維持に適した条件を備えているかどうか」を調査するのが目的だ。

海水で生成された氷片が海面まで浮き上がってくる

米テキサス大学オースティン校の研究チームは、エウロパの氷床やその下の海洋を観測する「エウロパ・クリッパー」の氷貫通レーダーを開発している。この開発に関連し、「エウロパの氷床がどのような構造になっているのか」について解明を試みた。学術雑誌「アストロバイオロジー」（2022 年 8 月号）で掲載された研究論文では、「エウロパの氷床は、氷床下の海水で生成された氷片が海面まで浮き上がってくる『晶氷』で形成されている可能性がある」と明らかにしている。

エウロパの氷床には「晶氷」が多く存在する

エウロパは、南極大陸のように温度勾配が小さく、深さによる温度変化が少ないと考えられている。そこで研究チームは、南極大陸で形成される氷床をモデルとして、エウロパの氷床を類推した。

南極大陸の氷床は、既存の氷床の表面から形成される「凝固氷」と、結氷温度まで低下した海水の氷片が水中を上昇して浮き上がり、氷床底につく「晶氷」に大別される。研究チームの計算では、エウロパの氷床には「晶氷」が多く存在する可能性があると示された。

南極大陸の氷床を観測したところ、「凝固氷」は海水塩分の 10% を含むのに対して、「晶氷」はわずか 0.1% にとどまっていた。つまり、エウロパの氷床はこれまでの想定よりもずっと純度が高い可能性があり、これが事実であれば、その強度や氷床中での熱の動きなど、あらゆるものが影響を受けることとなる。

NASA ジェット推進研究所（JPL）の宇宙生物学者スティーブ・ヴァンス博士は、今回の研究成果について「海洋とその仕組みについて考えるうえで、まったく新しい可能性を切り拓いている」と位置づけるとともに、『エウロパ・クリッパー』によるエウロパの氷床の分析に備える環境を与えるものだ」と評価している。

[次のページ『エウロパ・クリッパー』の動画解説](#)



Europa Clipper Mission: Finding Alien Life In The Oceans Of Europa!

<https://forbesjapan.com/articles/detail/50030>

2022/09/04 08:30

宇宙飛行で心臓病やがんの発症リスクが上昇、米大学の論文

[Carlie Porterfield](#), FORBES STAFF



Getty Images

宇宙飛行は、短い間であっても DNA の変異を引き起こし、心臓病やがんの発症のリスクを上昇させるという研究結果が 8 月 31 日、生物科学関連のジャーナルの「Communications Biology」に掲載された。この論文は、複数の民間宇宙旅行会社が、宇宙への旅をビジネスにしようとする動きに疑問を投げかけるものだ。

ニューヨークのマウントサイナイ医科大学の研究チームは、1998 年から 2001 年にかけて宇宙飛行ミッションに参加した 14 人の NASA の宇宙飛行士の血液サンプルを調査した。その結果、14 人の宇宙飛行士全員の血液に、クローン性造血と呼ばれる DNA の変異があることが分かった。クローン性造血は、必ずしも疾患の存在を示すものではないが、血液がんや心血管疾患のリスクを上昇させ、より深刻なクローン性の不定性疾患 (CHIP) に発展する可能性があるという。研究者らは、今回観察されたクローン性造血は比較的小さいものではあったが、宇宙飛行士が比較的若く (彼らの年齢の中央値は 42 歳)、宇宙飛行の際に健康であったことを考えると、この発見は驚きだと述べている。論文の主執筆者であるデヴィッド・グーカシアン教授は、「深宇宙の極限環境に継続的かつ長期的にさらされることによって、リスクが高まる可能性がある」と声明で述べた。

研究者らは、NASA に対し、CHIP の発症がより一般的になる老齢期まで、3 年から 5 年毎に宇宙飛行士の体細胞突然変異とクローン拡大をスクリーニングすることを推奨し、宇宙飛行の人体への長期的影響についてより大規模な研究を行うよう呼びかけた。宇宙飛行士は、宇宙放射線が体細胞突然変異を引き起こす可能性のある「極限環境」で働いているとグーカシアン教授は述べている。これまでの研究で、放射線被曝と無重力状態が宇宙飛行士の身体にストレスを与え、遺伝子に影響を与える可能性があることが指摘されている。

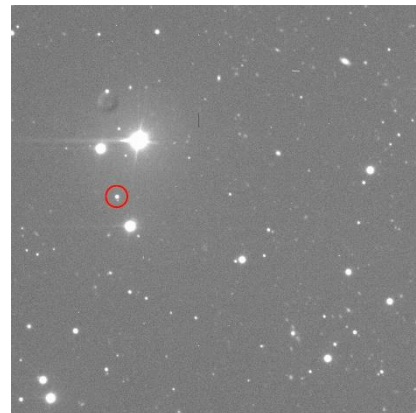
国際宇宙ステーションに 1 年間滞在したスコット・ケリー宇宙飛行士の場合、地球に帰還してから 2 年が経過した後も、細胞内での遺伝子機能の約 7% が基準値まで戻っていなかったという。マウントサイナイ医科大学の研究チームは、商業宇宙飛行と深宇宙探査への関心が高まっていることを受け、宇宙飛行の健康リスクについて遡及的に研究することにしたという。ここ数年で、イーロン・マスクやジェフ・ベゾス、リチャード・ブランソンらは「億万長者の宇宙開発競争」を展開している。しかし、彼らの企業の宇宙飛行の時間は、数分程度という短いものだ。(forbes.com 原文) 編集=上田裕資

<https://sorae.info/space/20220902-nasa-dart-kinetic-impact.html>

小惑星の軌道変更を試みる NASA のミッション「DART」探査機の衝突予定日が近づく

2022-09-02

[松村武宏](#)



【▲ 小惑星ディディモス (右上) の衛星ディモルフォス (左) へ接近した探査機「DART」。右下に描かれているのは衝突前に分離される小型探査機「LICIACube」 (Credit: NASA/Johns Hopkins APL/Steve Gribben)】

【▲ 2022 年 7 月 7 日にローウェルディスカバリー望遠鏡を使って撮影された小惑星ディディモス (赤い丸の中) (Credit: Lowell Observatory/N. Moskovitz)】

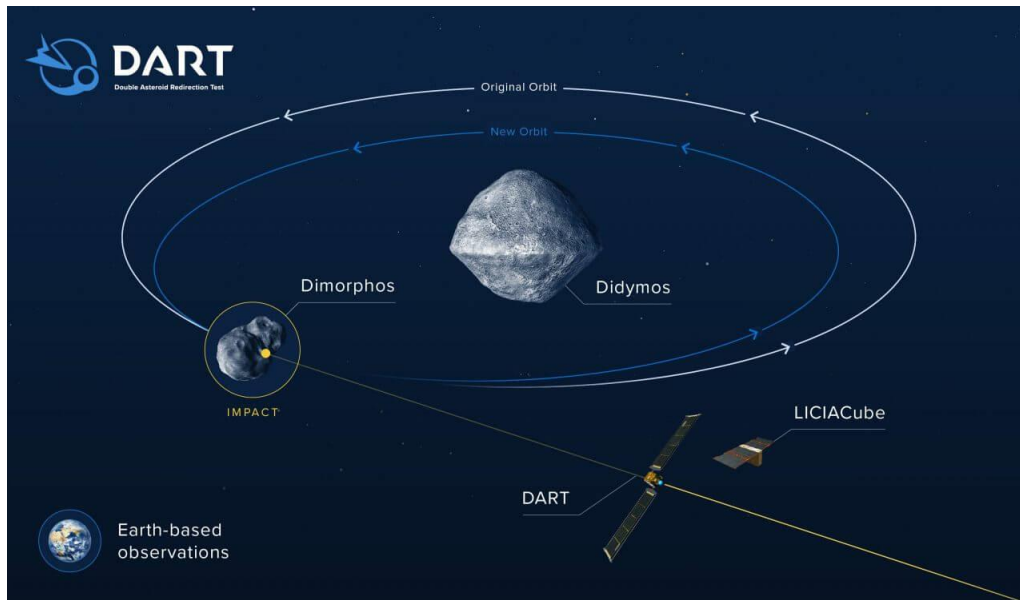
日本時間 2021 年 11 月 24 日、アメリカ航空宇宙局 (NASA) は探査機「DART」の打ち上げに成功しました。DART とは「Double Asteroid Redirection Test」(二重小惑星方向転換試験) の略。このミッションでは史上初となる惑星防衛 (※) の技術実証として、実際に探査機を小惑星に衝突させて軌道を変更することが試みられます。

※...深刻な被害をもたらす天体衝突を事前に予測し、将来的には小惑星などの軌道を変えて災害を未然に防ぐための取り組みのこと

2013年2月にロシア上空で爆発して1000名以上を負傷させた小惑星のように、地球への天体衝突は現実の脅威です。地球に接近する軌道を描く「地球接近天体」(NEO: Near Earth Object、地球接近小惑星)と呼ばれる小惑星のうち、特に衝突の危険性が高いものは「潜在的に危険な小惑星」(PHA: Potentially Hazardous Asteroid)に分類されていて、将来の衝突リスクを評価するために追跡観測が行われています。

関連: [NASA 探査機がサンプル採取した小惑星「ベヌス」の地球への衝突確率を算出](#)

ある小惑星が地球に衝突する確率が高いと判断された場合、事前に衝突体(インパクター)をぶつけて小惑星の軌道を変えることで、甚大な被害をもたらす衝突を回避できるかもしれません。DARTは、この「キネティックインパクト」(kinetic impact)と呼ばれる手法を初めて実証するミッションです。



【▲ DARTのミッションを解説したイラスト。DARTが衝突することで、ディディモス(Didymos)を周回するディモルフォス(Dimorphos)の軌道が変化する(白→青)と予想されている(Credit:NASA/Johns Hopkins APL/Steve Gribben)】

ミッションのターゲットは、小惑星「ディディモス」(65803 Didymos、直径780m)とその衛星「ディモルフォス」(Dimorphos、直径160m)からなる二重小惑星です。ディディモスは約2.1年周期で太陽を周回するアポロ群の小惑星で、ディモルフォスはその周りを11時間55分周期で公転しています。DARTは二重小惑星のうち衛星であるディモルフォスのほうへ、日本時間2022年9月27日8時14分に衝突する予定です。

DARTの探査機本体のサイズは約1.2×1.3×1.3mで、長さ8.5m(展開時)の太陽電池アレイを2基備えています。探査機にはイタリア宇宙機関(ASI)の小型探査機「LICIACube」が搭載されていて、衝突の10日ほど前に分離された後、DART探査機の衝突やその噴出物などを撮影することも試みられます。

ミッションを主導するジョンズ・ホプキンス大学の応用物理学研究所(APL)によると、ディモルフォスの推定質量は50億kg(500万トン)、衝突時点でのDARTの質量は570kgと予想されています。探査機がほぼ正面から秒速6.1kmで衝突することで、ディモルフォスの公転周期は数分短くなると考えられています。

APLによれば、ディモルフォスはPHAに分類されているものの、現時点ではその軌道が地球の公転軌道と交差することはないと予測されており、実際の脅威になることはないとされています。また、DARTが体当たりしても圧倒的に質量が大きなディモルフォスを破壊することまではできず、衝突後のディモルフォスはディディモスへわずかに近付いた軌道を描くことになるなど、ミッションは慎重に計画されているとされています。

2022年7月初旬には、ローウェル天文台(米国アリゾナ州)の「ローウェルディスクバリー望遠鏡」とラスカンパナス天文台(チリ)の「マゼラン望遠鏡」を用いて、6夜に渡るディディモスおよびディモルフォスの観測

が行われました。地球から見たディモルフォスはディディモスの手前を通過したり、ディディモスの裏側へ隠れたりするように公転しているため、ディディモスとディモルフォスからなる二重小惑星の明るさは規則的に変化します。その様子を観測することで、ディモルフォスの公転周期を測定し、ある時点での位置を予測することができます。NASAによると、今回の観測結果をもとに示されたディモルフォスの軌道は、以前の計算と一致していました。この観測によって、探査機が衝突する時のディモルフォスの位置を確認できただけでなく、軌道変更の成否や変化の度合いを判断するためのプロセスを改良できたとのこと。

今はまだ確立されていない「衝突体を体当たりさせて小惑星の軌道をそらす」技術を実証する DART ミッション、その成否に注目です。

関連：[NASA、小惑星に衝突させて軌道を変える探査機「DART」の打ち上げに成功 ミッションは来年9月頃](#)

Source Image Credit: NASA/Johns Hopkins APL/Steve Gribben, Lowell Observatory/N. Moskowitz

[NASA](#) - DART Team Confirms Orbit of Targeted Asteroid

[ジョンズ・ホプキンス大学](#) - DART Team Confirms Orbit of Target Asteroid

文／松村武宏

<https://sorae.info/astrometry/20220901-comet-impact.html>

彗星の衝突が地球の大陸を作る原動力になった可能性が判明

2022-09-01  [彩恵りり](#)

地球の表面は地殻という岩石の層でできています。この地殻は、薄い玄武岩でできた海洋地殻と、厚い花崗岩でできた大陸地殻とに分かれます。このように地殻が化学組成の異なる岩石に分かれているのは、他の岩石惑星には見られない特徴です。

大陸地殻の形成は、惑星科学だけでなく生命科学の分野でも興味深い対象です。風雨や河川による大陸の風化によって、海洋に流れ込む栄養分が増加し、生命の進化を手助けしたとも考えられているからです。しかし、大陸地殻がどのようにできたのかは長年の謎です。大陸地殻は、太古代（40億年～25億年前）に化学組成の異なる物質が分離する分化作用によって形成されたと考えられていますが、詳細は明らかになっていません。

今回、カーティン大学の Christopher L Kirkland 氏などの研究チームは、最初期に形成されたと考えられている大陸地殻の断片を分析し、上記とは異なる可能性を導き出しました。Kirkland 氏らは、グリーンランド南西部にある「北大西洋クラトン (North Atlantic Craton)」と、オーストラリア大陸西部にある「ピルバラクラトン (Pilbara Craton)」から数百のサンプルを採集し、分析にかけました。これらはいずれも太古代に形成された大陸地殻の断片であると考えられています。

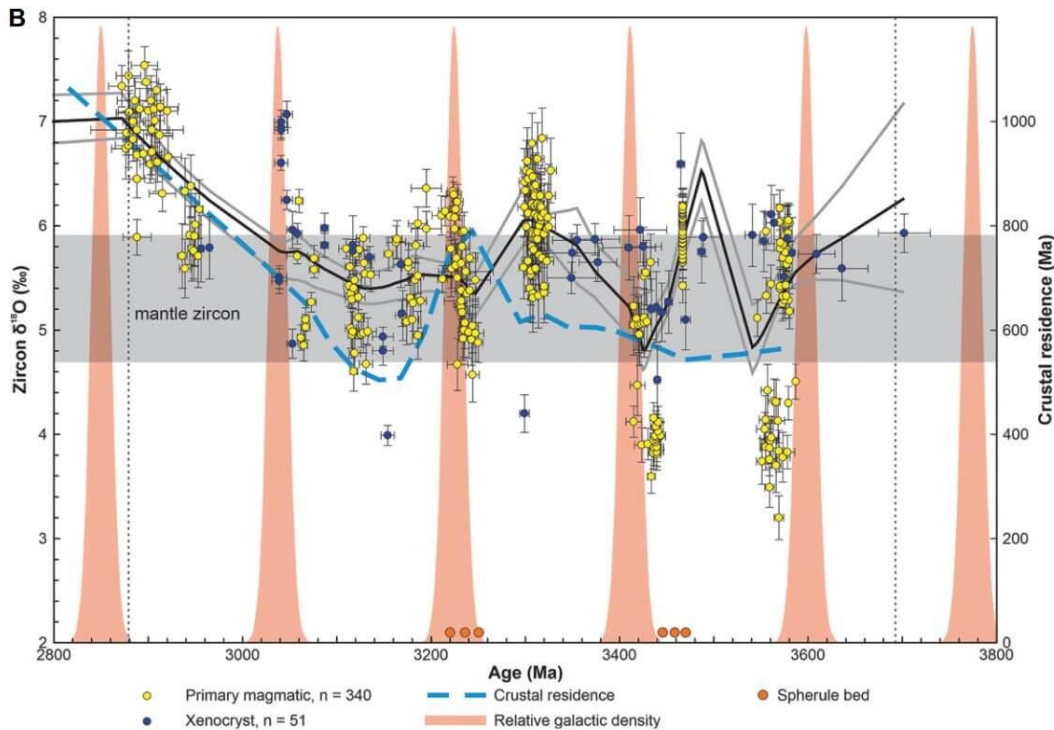
分析対象となったのは「ジルコン」という鉱物です。ジルコンは物理的にも化学的にも安定な鉱物であり、何十億年も安定して存在する、いわばタイムカプセルのような物質です。ジルコンに含まれるハフニウムという元素を調べると、放射性年代測定法(※)によりジルコンが固まった年代を特定できます。つまりジルコンを調べれば、ジルコンを含む岩石サンプルがいつ固まったのかを時系列的に知ることができるのです。

※...放射性年代測定法: 自然界には放射線を出して崩壊し、種類が変わる原子核が存在します。原子核の崩壊するペースは一定で、崩壊した後の種類も分かっています。サンプルに含まれる崩壊前と崩壊後の原子核の割合をもとに、サンプルが固化した年代を逆算する手法を放射性年代測定法と言います。

サンプルを時系列順に並べることができたら、次はジルコンに含まれる酸素の同位体(※)の比率を調べます。今回の研究では、サンプルを時系列順に並べた後に、酸素の同位体比率がどのように変化しているのかが調べられました。その結果1億7000万年から2億年という周期で同位体比率が変化していることが突き止められました。

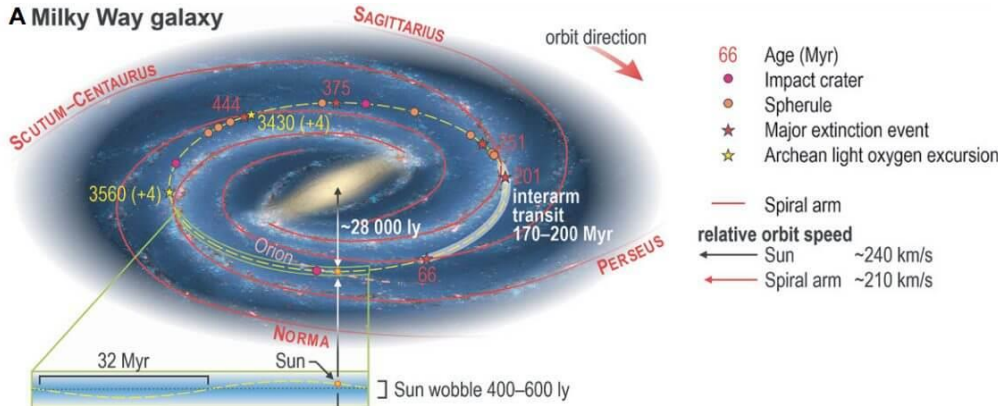
※...同位体: 元素の種類を決定する陽子の数は同じであるが、中性子の数が異なる原子核のこと。先述のハフニウムによる放射性年代測定法では原子核が崩壊する「放射性同位体」を利用しましたが、次の酸素の同位体比率

の分析では崩壊しない「安定同位体」を利用しています。

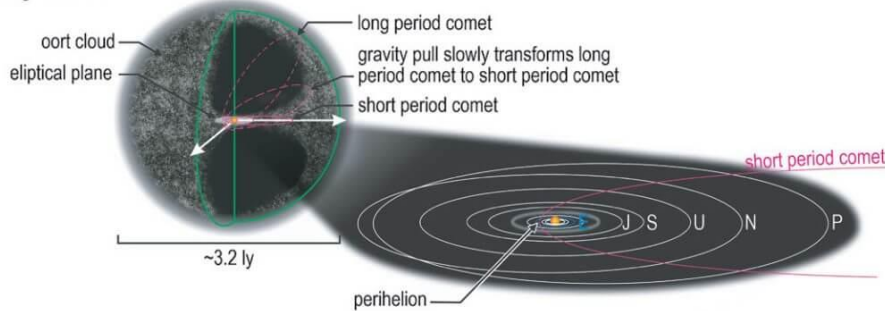


【▲ 図 1: 時代ごとの酸素の同位体比率の変化。同位体比率の変化と銀河円盤の通過周期の周期はほぼ一致しています。また、特に重い同位体の少なかった 35 億 6000 万年前から 34 億 3000 万年前、太陽系は銀河腕の中に入っていませんでした。(Image Credit: Kirkland, et.al.)】

A Milky Way galaxy



B Cometary nuclei



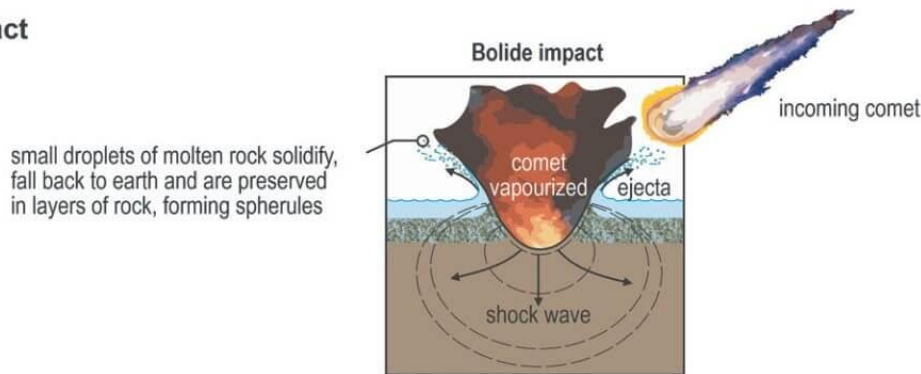
【▲ 図 2: (A) 天の川銀河の地図と太陽系の移動経路。太陽系は天の川銀河内を波打ちながら公転しています。(B) 太陽系の概略図。太陽系はその外側に、直径約 3.2 光年のオールの雲があると推定されています。オールの雲から天体が太陽系中心部へと落ちていくと、彗星として観測されます。(Image Credit: Kirkland, et.al.)】

このような長さの周期とよくあてはまるのが、地球を含む太陽系の移動です。太陽系は天の川銀河の中で波を描くように公転しています。この波の振動周期と、今回発見された同位体比率の変化がほぼ一致しているのです！恒星が高密度に集まっている銀河円盤を太陽系が通過している時には、他の恒星が太陽系の近くを通過する可能

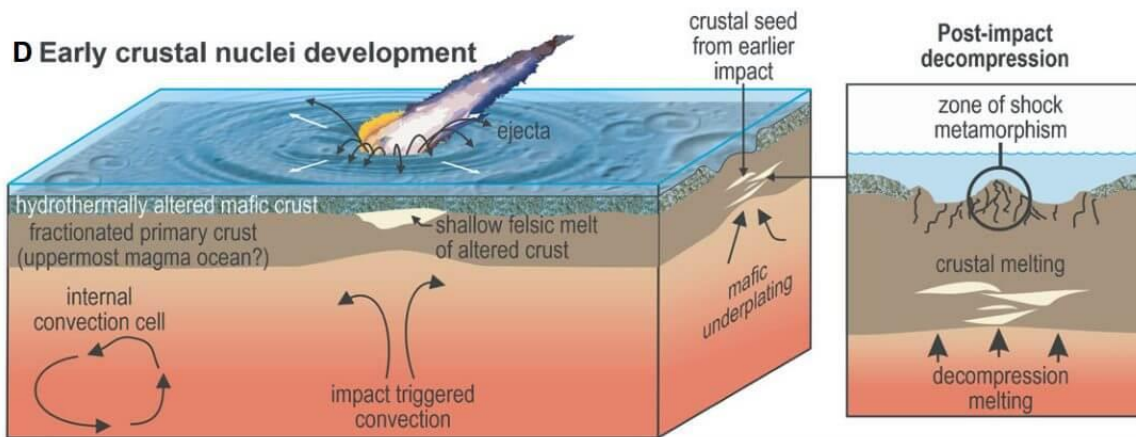
性が高まります。すると、彗星の巣とも呼ばれるオールトの雲がかき乱され、太陽系の中心部へと落下する確率も高くなります。結果的に、彗星が地球に接近し、衝突する確率も高くなるわけです。

彗星が地球表面に衝突すると、地殻を砕いて多数のひび割れを形成すると共に、その下にあるマントルにまで衝撃が伝播します。これにより、衝突した地点の下側では地球深部からの物質が地殻へと供給されます。また、ひび割れた地殻には水が入り込み、岩石の融点を下げます。この2つの作用によって花崗岩の塊が形成され、後に大陸地殻の“核”になったと推定されるのです。

C Comet impact



D Early crustal nuclei development



【▲ 図3: 彗星の地球表面への落下は、大陸地殻を形成する原動力となった可能性があります。(Image Credit: Kirkland, et.al.)】

このように推定されるカギは、同位体比率の変化の仕方にあります。重い同位体は軽い同位体と比べて沈みやすいため、地球の深部に行けば行くほど重い同位体の割合が高くなります。裏を返せば、他の時代と比べて重い同位体を含むサンプルは、地球の地下深くから上昇してきた物質でできていることを意味します。

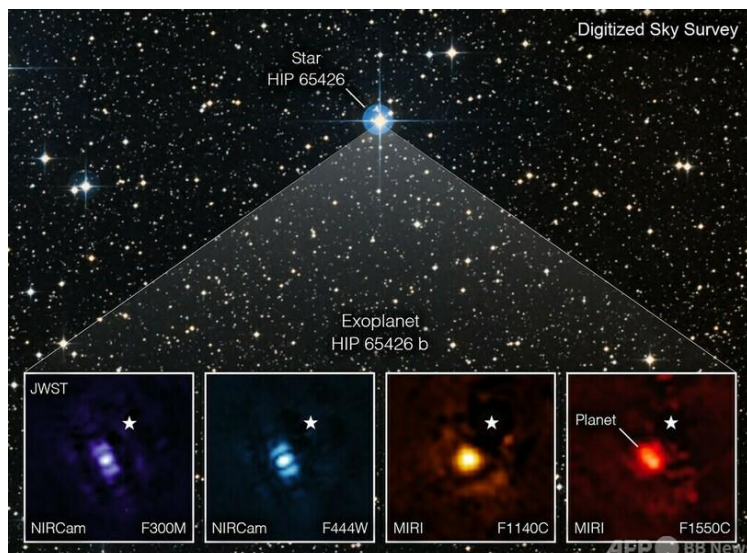
そして、重い同位体の比率が特に低い時期、つまり地球深部からの物質の供給が少なかった時期は、太陽系がペルセウス腕 (Perseus Arm) を脱出してから、ノルマ腕 (Norma Arm) に進入するまでの期間と一致するのです！銀河腕は他の場所と比べて恒星の密度が特に高いため、腕から出ている時代に彗星の衝突が少ないことも説明できます。地球の歴史上、天体衝突が集中する「爆撃期」が何度か起きたことや、それがおおよそ周期的に起こっていることはこれまでに分かっていたのですが、これが大陸地殻の形成に関わっている可能性が今回明らかとなったわけです。大陸地殻を形成するメインの作用は地球内部で完結しているという点は変わりありませんが、大陸地殻の形成を促す作用として宇宙からの天体衝突が関わっている、というのは非常に興味深い説となるでしょう。

Source

[C.L. Kirkland, et.al.](#) “Did transit through the galactic spiral arms seed crust production on the early Earth?”. (Geology) 文／彩恵りり

https://www.afpbb.com/articles/-/3422067?cx_part=top_category&cx_position=3

ウェブ望遠鏡、系外惑星を初撮影 若い巨大ガス惑星



ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡が捉えた系外惑星「HIP 65426 b」(2022年9月2日提供)。(c)AFP PHOTO / NASA/ESA/CSA, A Carter (UCSC), the ERS 1386 team, and A. Pagan (STScI)

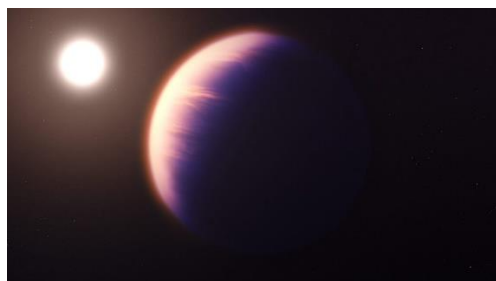
【9月3日 AFP】米航空宇宙局 ([NASA](#)) のジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡 ([James Webb Space Telescope](#)) が初めて撮影した太陽系外惑星の画像が公開された。同望遠鏡は昨年の打ち上げ以来、その性能が天文学者から称賛を集めている。最新画像に捉えられた系外惑星「HIP 65426 b」は、岩石の地表がない巨大ガス惑星で、生命は存在できない。質量は木星の6~12倍で、約1500万~2000万年前に誕生した若い惑星だ。

同望遠鏡は、赤外線カメラや、星の光を遮断するコロナグラフと呼ばれる機器を使用することで、系外惑星を直接撮影できる。先代機のハッブル宇宙望遠鏡 ([Hubble Space Telescope](#)) も系外惑星の直接撮影に成功しているが、画像の精度で大きく劣っていた。観測チームを率いた英エクセター大学 ([University of Exeter](#)) のサーシャ・ヒンクリー ([Sasha Hinkley](#)) 教授(天文学)は、NASAが1日に出した発表文で「恒星の光を遮るウェブのコロナグラフの性能に非常に感心した」と述べている。(c)AFP

<https://sorae.info/astronomy/20220830-webb-wasp-39b.html>

ウェブ宇宙望遠鏡、太陽系外惑星に存在する二酸化炭素の明確な証拠を初検出

2022-08-30 [松村武宏](#)



【▲ 太陽系外惑星「WASP-39b」の想像図 (Credit: NASA, ESA, CSA, Joseph Olmsted (STScI))】

アメリカ航空宇宙局 (NASA) などは8月25日付で、「ジェームズ・ウェッブ」宇宙望遠鏡が太陽系外惑星の大気中に存在する二酸化炭素の証拠を検出したと発表しました。NASAによると、二酸化炭素の存在を示す明確で詳細な証拠が系外惑星で検出されたのは今回が初めてのことであり、水やメタンといった生命活動にも結びつく可能性がある物質の測定にも期待が寄せられています。

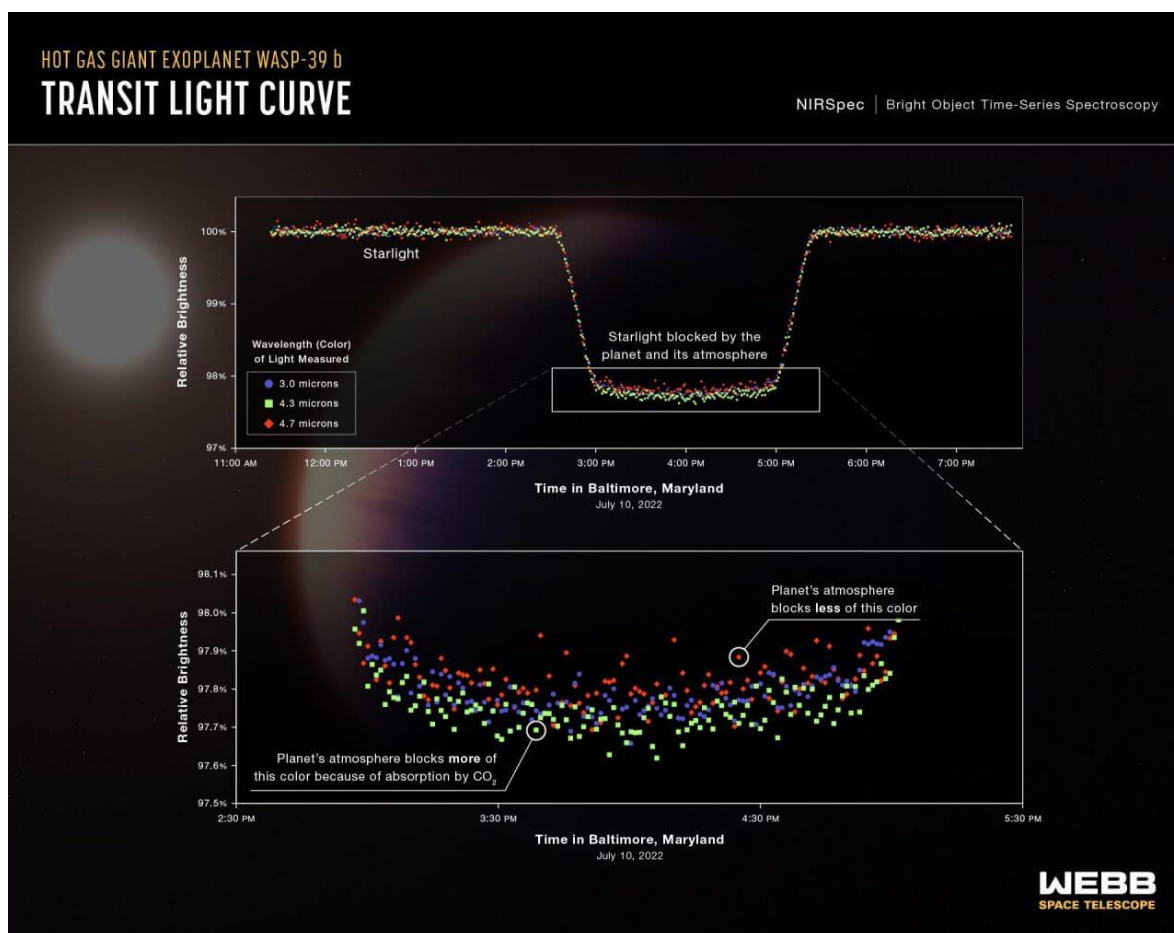
■二酸化炭素の存在を示すスペクトルのピークを検出

ウェブ宇宙望遠鏡によって二酸化炭素の証拠が検出されたのは、「おとめ座」の方向約700光年先にある系外

惑星「WASP-39b」です。WASP-39b の質量は木星の約 0.28 倍で、太陽に似た恒星である親星の「WASP-39」から約 0.049 天文単位（※）しか離れていない軌道を約 4 日で 1 周しているとみられています。表面は摂氏約 900 度まで加熱されていて、直径は木星の約 1.27 倍まで膨張していると考えられています。

※...1 天文単位 (au) = 約 1 億 5000 万 km、太陽から地球までの平均距離に由来。0.049 天文単位は太陽－水星間の平均距離の約 8 分の 1。

カリフォルニア大学サンタクルーズ校の Natalie Batalha さん率いる研究チームは、系外惑星 WASP-39b が恒星 WASP-39 の手前を通過する「トランジット」が起きた時の様子を、ウェブ宇宙望遠鏡を使って観測しました。Batalha さんたちは、ウェブ宇宙望遠鏡の観測データを系外惑星の研究者へできるだけ早く提供することを目的とした「アーリーリリースサイエンス」プログラムの一環として、今回の WASP-39b の観測を行いました。恒星の手前を惑星が横切ると、惑星が恒星の一部を隠すことで、ごくわずかながらも恒星の明るさが一時的に暗くなります。この惑星に大気が存在する場合、トランジット中に観測された恒星の光には、惑星の大気を通過してきた光が含まれることとなります。惑星の大気を構成する様々な物質はそれぞれ特定の波長の電磁波を吸収するため、惑星の通過中に恒星の光のスペクトル（電磁波の波長ごとの強さ）を得る分光観測を行うことで、惑星の大気にどのような物質が存在するのかを知ることができます。

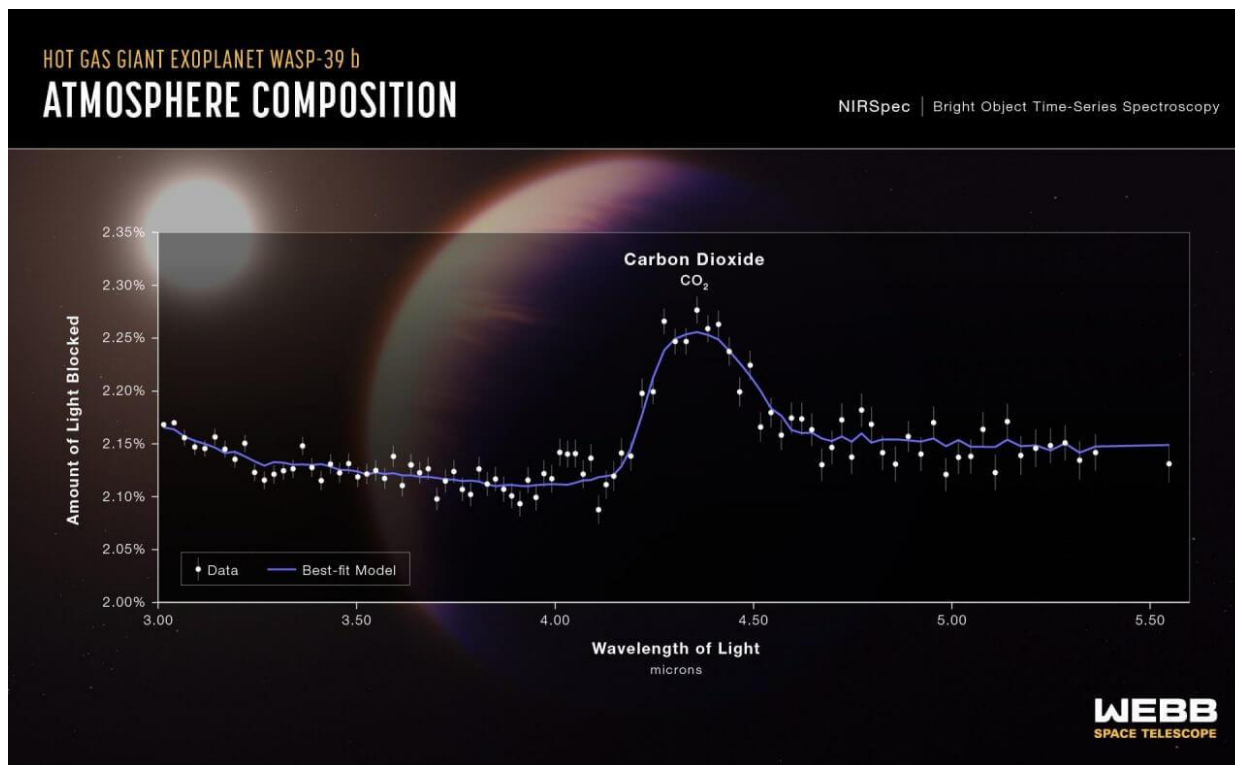


【▲ 上：ウェブ宇宙望遠鏡の近赤外線分光器「NIRSpec」を使って取得された WASP-39 の光度曲線。下：光度曲線のうち WASP-39b が通過中の部分を拡大したもの。緑で示された波長 4.3μm が強く吸収され、他の波長と比べてより暗くなっていることがわかる（Credit: NASA, ESA, CSA, Leah Hustak (STScI), Joseph Olmsted (STScI)）】

研究チームがウェブ宇宙望遠鏡に搭載されている近赤外線分光器「NIRSpec」を使って WASP-39 のスペクトルを取得したところ、二酸化炭素に吸収される波長 4.3μm の赤外線が、WASP-39b の通過中に強く吸収されていたことがわかりました。

WASP-39b の大気でどの波長の光がどれくらい吸収されたのかを詳しく調べるために、研究チームは WASP-39b

が通過している時と通過していない時の WASP-39 のスペクトルを比較しました。その結果、二酸化炭素の存在を示すピークが波長 4.1~4.6 μm の間に現れたのです。冒頭でも触れたように、二酸化炭素の存在を示す明確で詳細な証拠が系外惑星で検出されたのは、今回が初めてのことだといいます。NASA によれば、系外惑星の大気を通過してきた光のスペクトル（透過スペクトル）のうち波長 3.0~5.5 μm の範囲は、二酸化炭素をはじめ水（水蒸気）やメタンといった気体の存在量を測定する上で重要だといいます。今回の観測結果について、Batalha さんは「より小さな地球サイズの系外惑星における大気の検出につながる良い前兆です」と語っています。



【▲ WASP-39b の大気に吸収された光（波長 3.0~5.5 μm ）の量を示した図。波長 4.1~4.6 μm に二酸化炭素の存在を示すピークが現れている（Credit: NASA, ESA, CSA, Leah Hustak (STScI), Joseph Olmsted (STScI))】

2022 年夏から本格的な科学観測を始めたばかりのウェブ宇宙望遠鏡は、すでに銀河や星雲などの鮮明な姿を捉え、観測史上最遠方とみられる初期宇宙の銀河や観測が難しい褐色矮星も検出し始めています。系外惑星の分野でもウェブ宇宙望遠鏡による今後の観測が楽しみです。

関連：[100 光年先で「海洋惑星」の有力な候補を発見、ウェブ宇宙望遠鏡の観測に期待](#)

Source Image Credit: NASA, ESA, CSA, Joseph Olmsted (STScI)

[NASA](#) - NASA's Webb Detects Carbon Dioxide in Exoplanet Atmosphere

[ESA](#) - Webb detects carbon dioxide in exoplanet atmosphere

[STScI](#) - NASA's Webb Detects Carbon Dioxide in Exoplanet Atmosphere

文／松村武宏

https://news.biglobe.ne.jp/domestic/0831/dol_220831_1749060114.html

地球の歴史上で“最初の大量絶滅”を引き起こした「宇宙でもっとも危険な物質」とは？

8月31日（水）6時0分 [ダイヤモンドオンライン](#)

地球誕生から何十億年もの間、この星はあまりにも過酷だった。激しく波立つ海、火山の噴火、大気の絶えまない変化。生命はあらゆる困難に直面しながら絶滅と進化を繰り返した。ホモ・サピエンスの拡散に至るまで生命はしぶとく生き続けてきた。「地球の誕生」から「サピエンスの絶滅、生命の絶滅」まで全歴史を一冊に凝縮した『超圧縮 地球生物全史』は、その奇跡の物語を描き出す。生命 38 億年の歴史を超圧縮したサイエンス書として、ジャレド・ダイヤモンド（『銃・病原菌・鉄』著者）から「著者は万華鏡のように変化する生命のあり方をエキサイティングに描きだす。全人類が楽しめる本だ！」など、世界の第一人者から推薦されている。本書の発刊を記

念して、内容の一部を特別に公開する。



Photo: Adobe Stock [写真を拡大](#)

生命が誕生した時の世界

生命が誕生したのは、暖かいけれど、風と海の音しかしない世界だった。

風は酸素をほとんど含まない空気をかき混ぜていた。大気の上層部にオゾン層がないため、太陽の紫外線は、海面上はもちろん、海面の下、数センチメートルまで殺菌してしまう。そこで、シアノバクテリアのコロニーは防衛手段として、こうした有害な光線を吸収する色素を進化させた。いったんエネルギーを吸収したら、それを利用することができる。シアノバクテリアは、そのエネルギーを使って化学反応を促した。そのなかに、炭素、水素、酸素の原子から糖やデンプンをつくり出す反応があった。これが「光合成」と呼ばれるプロセスだ。まさに、災い転じて福となすというやつだ。今日、植物のなかのエネルギーを取り込む色素は葉緑素と呼ばれている。太陽エネルギーを利用して水を水素と酸素に分解すると、エネルギーが放出され、さらに化学反応が進む。地球が誕生したばかりのころ、手に入る原料は、おそらく鉄や硫黄を含む鉱物だったはずだ。もっとも優れていたのは、いまもむかしも、いちばん豊富に存在する「水」だった。

宇宙でもっとも危険な物質

しかし、これには問題があった。水と二酸化炭素を使った光合成では触れたものを「燃やしてしまう」（酸化して変質させてしまう）のだ。このガスは宇宙でもっとも危険な物質の一つ。なんという名前か、だって？ 遊離酸素、つまり O₂ だ。基本的に遊離酸素がない海や大気のなかで進化してきた最古の生命にとって、これは環境上の大激変を意味した。問題を大局的に見てみると、シアノバクテリアが酸素発生型の光合成に果敢に挑みはじめた三〇億年前か、それ以前には、遊離酸素は微量の汚染物質にすぎず、ほとんど存在していなかった。

ただ、酸素はとても強力なので、酸素がないところで進化してきた生き物にとっては、微量であっても災いとなった。ほんのちよつとの酸素が、地球の歴史上で最初の大量絶滅を引き起こし、何世代にもわたって、生き物たちを生きのまま「焼いた」（つまり酸化した）。

（本原稿は、ヘンリー・ジー著『超圧縮 地球生物全史』〈竹内薫訳〉からの抜粋です）

<https://sorae.info/astromy/20220901-hubble-webb-m74.html>

ハッブル宇宙望遠鏡&ウェブ宇宙望遠鏡が撮影した渦巻銀河「M74」

2022-09-01 [松村武宏](#)

こちらは「うお座」の方向約 3200 万光年先にある渦巻銀河「M74 (Messier 74)」です。名称の「Messier (メシエ)」は、18 世紀にフランスの天文学者シャルル・メシエがまとめた「メシエカタログ」に記載されていることを示しています。M74 は明瞭な渦巻腕（渦状腕）を持つことから、はっきりと目立つ渦巻腕がある「グランドデザイン渦巻銀河」(grand design spiral galaxy) に分類されています。



【▲ ハッブル宇宙望遠鏡とウェブ宇宙望遠鏡が取得した画像をもとに作成された渦巻銀河「M74」の姿 (Credit: ESA/Webb, NASA & CSA, J. Lee and the PHANGS-JWST Team; ESA/Hubble & NASA, R. Chandar; Acknowledgement: J. Schmidt)】

【▲ ハッブル宇宙望遠鏡が撮影した渦巻銀河「M74」 (Credit: ESA/Hubble & NASA, R. Chandar)】

【▲ ウェブ宇宙望遠鏡が撮影した渦巻銀河「M74」 (Credit: ESA/Webb, NASA & CSA, J. Lee and the PHANGS-JWST Team.; Acknowledgement: J. Schmidt)】

渦巻構造を支える骨格のように張り巡らされた赤色の構造は、赤外線で見えられた塵の分布を示しています。明るいオレンジ色に着色されているところは、塵の温度がより高温になっている部分です。銀河の中心部分や渦巻腕に分布する星々からの光は、青色に着色されています。また、銀河全体に広がった塵のあちこちに見えるピンク色の領域は、若い星の紫外線によって電離した水素ガスが赤い光を放っている HII 領域の位置を示しています。実はこの画像の作成には、「ハッブル」宇宙望遠鏡の「掃天観測用高性能カメラ (ACS)」および「ジェイムズ・ウェブ」宇宙望遠鏡の「中間赤外線装置 (MIRI)」を使って、可視光線の青色光から中間赤外線にかけての 8 種類のフィルターを通して取得された画像が使われています。画像を公開した欧州宇宙機関 (ESA) は、これほど様々な銀河の特徴を 1 つの画像で見られるのは貴重なことだと解説しています。

次の画像は、ハッブル宇宙望遠鏡の ACS を使って取得された M74 です。M74 は地球に対して正面を向けた、いわゆるフェイスオン銀河であるため、渦巻構造を詳細に観察することができます。

中心から広がる青い渦巻腕のあちこちで咲く花のような赤い領域は、電離した水素ガスが光を放つ HII 領域です。HII 領域はガスと塵を材料に星が生まれる星形成の現場でもあることから星形成領域とも呼ばれていて、宇宙と地上の望遠鏡にとって重要な観測対象となっています。

最後の画像は、ウェブ宇宙望遠鏡の MIRI を使って取得された M74 です。MIRI は人が見ることのできない中間赤外線で見えようとするため、画像の色は 4 種類の波長に応じて青・シアン・オレンジ・赤に着色されています。M74 を観測したウェブ宇宙望遠鏡は、中心から外側へと広がっていく壮大な渦巻腕のなかにある、ガスと塵の繊細なフィラメント (ひも) 状構造を捉えています。

ハッブル宇宙望遠鏡による M74 の観測は、近傍宇宙の銀河を対象とした観測プロジェクト「PHANGS」(Physics at High Angular resolution in Nearby Galaxies) の一環として実施されました。チリの電波望遠鏡群「アルマ望遠鏡 (ALMA)」や、同じくチリのパラナル天文台にあるヨーロッパ南天天文台 (ESO) の「超大型望遠鏡 (VLT)」も参加した PHANGS プロジェクトでは、銀河における星形成を理解するために、様々な波長の電磁波を使った高解像度の観測が 5 年以上の歳月をかけて行われています。

ESA によると、ウェブ宇宙望遠鏡による M74 の観測もまた PHANGS プロジェクトの一環として行われました。ウェブ宇宙望遠鏡の観測データが加わることで、研究者は星形成領域をピンポイントで特定できるようになるだけでなく、星団の年齢と質量を正確に測定し、星間空間を漂う塵の性質についての知見を得られるようになるということです。2 つの宇宙望遠鏡が取得した M74 の画像は、ハッブル宇宙望遠鏡の今週の一枚およびウェブ宇宙望遠鏡の今月の一枚として、ESA から 2022 年 8 月 29 日付で公開されています。

関連: [夢の共演。ウェブ&ハッブル&すばる望遠鏡が捉えた「ステファンの五つ子銀河」](#)

■この記事は【[Spotify で独占配信中 \(無料\) の「佐々木亮の宇宙ばなし」](#)】で音声解説を視聴することができます。

Source

Image Credit: ESA/Webb, NASA & CSA, J. Lee and the PHANGS-JWST Team; ESA/Hubble & NASA, R. Chandar; Acknowledgement: J. Schmidt

[ESA/Hubble](#) - Hubble Gazes into M74

[ESA/Webb](#) - Webb Inspects the Heart of the Phantom Galaxy

文/松村武宏

<https://sorae.info/astromy/20220902-sqr-b1.html>

塵に隠された若い星々を赤外線で捉える。超大型望遠鏡が撮影した天の川銀河の中心付近

2022-09-02

[松村武宏](#)



【▲ 赤外線で捉えられた天の川銀河中心付近の HII 領域「いて座 B1」(Credit: ESO/Nogueras-Lara et al.)】

【▲ 暗黒星雲が連なる天の川銀河中心方向の天の川(左)と、へびつかい座ロー分子雲(右)(Credit: ESO/S. Guisard)】

こちらは「いて座」の方向、天の川銀河の中心付近にある HII (エイチツー) 領域「いて座 B1」(Sagittarius B1、略して Sgr B1) を赤外線の波長で捉えた画像です。HII 領域とは、若い星の紫外線によって電離した水素ガスが赤い光を放っている領域のこと。ガスや塵を材料に新たな星が形成される星形成の現場であることから、HII 領域は星形成領域とも呼ばれています。天の川銀河の中心は渦巻腕(渦状腕)がある銀河円盤の 100 分の 1 以下という狭い領域ですが、天の川銀河でも特に星形成活動が盛んな場所であり、過去 1 億年以内に天の川銀河で形成された星のうち、最大で 10 パーセントが天の川銀河の中心で誕生したと考えられています。ところが、画像を公開したヨーロッパ南天天文台(ESO)によると、天の川銀河の中心でこれまでに見つかった若い星の数は、予想される数の 10 パーセントにも満たなかったのだといいます。実は、天の川銀河の中心がある「いて座」や、その隣の「さそり座」の方向では、ガスや塵が濃く集まった暗黒星雲が帯のように連なっています。塵には星から放射された光(特に波長の短い青色光)を吸収・散乱させやすい性質があるため、天の川銀河の中心方向は可視光線での観測が難しいのです。しかし、可視光線の赤色光や近赤外線といった一部の波長は塵を比較的通過しやすいため、塵の向こう側にある天体を観測するのに役立ちます。マックス・プランク天文学研究所(MPIA)の Francisco Nogueras-Lara さんを筆頭とするチームによる最近の研究成果によると、チリのパラナル天文台にある ESO の「超大型望遠鏡(VLT)」に搭載されている赤外線カメラ「HAWK-I」を使って「いて座 B1」を観測した結果、約 1000 万年前に形成された若い星々(合計質量は太陽の 10 万倍以上)が見つかりました。ESO はこの成果について、天の川銀河の中心付近に存在すると予想されている全ての若い星を発見し、銀河の中心という独特な環境で生まれた星がどのように進化するのかを理解する上での重要な一歩だと紹介しています。

冒頭の画像は、天の川銀河中心付近の高解像度赤外線画像取得を目指す「GALACTICNUCLEUS サーベイ」の一環として取得された、超大型望遠鏡(VLT)の HAWK-I による画像(赤外線のフィルター3種類を使用)をもとに作成されたもので、ESO の今週の一枚として 2022 年 8 月 29 日付で公開されています。

関連：[若い星を育む真紅のゆりかご。“さそり座”の輝線星雲「RCW 120」](#)

Source Image Credit: ESO/Nogueras-Lara et al. [ESO](#) - Peering through the dust

[Nogueras-Lara et al.](#) - Detection of an excess of young stars in the Galactic Centre Sagittarius B1 region

文/松村武宏

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20220901-2441465/>

すばる望遠鏡の観測で見えてきた天の川銀河の普遍性と特異性

2022/09/01 18:54 [著者：波留久泉](#)

すばる望遠鏡(国立天文台)と一関工業高等専門学校(一関高専)は 8 月 31 日、同望遠鏡の超広視野主焦点カメラ「ハイパー・シュプリーム・カム(HSC)」を用いて、天の川銀河と同程度の質量を持つ、9 つの銀河の周囲を撮

像した結果、93個の「衛星銀河(伴銀河)」の候補天体を発見、それらの衛星銀河の数や分布などの比較を行ったところ、天の川銀河の衛星銀河だけが分布に偏りがあることが発見されたことを発表した。

同成果は、国立天文台の梨本真志特任研究員(現・東京大学 学術振興会特別研究員)、一関高専 総合科学自然科学領域の林航平講師らが参加する共同研究チームによるもの。[詳細は、米天文学専門誌「The Astronomical Journal」に掲載された。](#)

天の川銀河は宇宙でも大型の銀河であり、局所銀河群の中ではアンドロメダ銀河に次いで2番目に大きいとされている。このような大きな銀河の周囲には、大マゼラン雲や小マゼラン雲のように、重力によってつながった小さな衛星銀河が存在する。天の川銀河の衛星銀河は現在までに50個以上検出されているが、その数は理論的な予想よりも1桁以上少なく、またその空間分布は等方的ではなく偏りがあるという。

これらの問題は、現在広く支持されている標準的な宇宙論モデルの“ほつれ”の1つと見なされ、理論と観測のギャップを埋めるべく、多くの科学者が研究を進めているところだという。この衛星銀河の数の問題は宇宙に普遍的なものなのか、それとも天の川銀河に特有の問題なのかはこれまで明らかになっておらず、宇宙の普遍的な理解を深めるには、天の川銀河以外の大型銀河にも目を向けて衛星銀河をたくさん調べることが重要だという。そこで研究チームは今回、HSCを用いて、約5~8000万光年離れた、天の川銀河と同程度の質量を持つ9つの銀河について、衛星銀河が分布する領域をくまなく観測することにしたという。



観測された9つの銀河のうちの1つである「NGC3338」。地球から約7600万光年の距離にある渦巻銀河で、天の川銀河と同じくらいの質量を持つと考えられている (C)国立天文台 (出所:すばる望遠鏡 Web サイト)

検出された衛星銀河の一部。多くの衛星銀河は淡く広がっているという (C)国立天文台 (出所:すばる望遠鏡 Web サイト)

実際の宇宙は当然ながら3次元空間であり奥行きが存在するが、どんなに優れた観測機器であっても、撮影画像は2次元でしかないため、対象の大型銀河の周囲には、実際に重力で結びついた衛星銀河と、実際には離れていて重力的な束縛のない無関係の銀河が背景として写り込んでしまう。そこでHSCによる高感度画像を詳細に解析し、肝心の衛星銀河と、背景の銀河とを区別する作業が行われた。その結果、暗く小さな衛星銀河の候補となる93天体を検出することに成功したという。それらの衛星銀河の比較が行われたところ、大型銀河ごとの衛星銀河の数には大きなばらつきがあることが判明。ただし、おおよそ天の川銀河の衛星銀河の数と同程度であり、天の川銀河は衛星銀河の数が特別少ないわけではないということが判明したという。一方、親銀河から見た衛星銀河の配置を調べたところ、どの方向にも同程度の衛星銀河が存在する等方的な配置の兆候が示されていることが判明。天の川銀河の衛星銀河の多くは同一平面上に偏って分布しており、その配置の特異性が浮き彫りにされる結果となったという。この結果は、実は天の川銀河が、宇宙の中で典型的な銀河ではないことが示されている可能性もあり得ると研究チームでは説明している。なお、もっとも観測が進む天の川銀河は宇宙論モデルの比較対象としてよく採用されることから、天の川銀河が標準的な銀河であるのか、それとも特殊な銀河であるのかは、宇宙論モデルの根幹に関わる問題だとされている。そのため、研究チームでは、今後のさらなる観測によって、天の川銀河以外の衛星銀河の3次元分布の精査と観測例の蓄積が進めば、衛星銀河の普遍的な性質が明らかとなり、宇宙論モデルと観測結果をより公平に比較できるようになるだろうとしている。

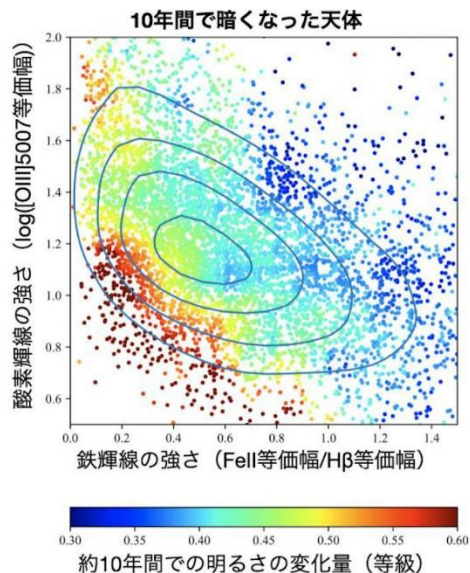
クェーサーの明るさの時間変動は特定の輝線の強さと関連している、京大が発見

2022/09/01 18:08

著者：波留久泉

京都大学(京大)は 8 月 31 日、クェーサーの明るさの時間変動が、天体が発する特定の輝線の強さと関係していることを明らかにしたと発表した。同成果は、京大大学院 理学研究科の名越俊平大学院生、同・岩室史英准教授らの研究チームによるもの。詳細は、日本天文学会が刊行する欧文学術誌「[Publication of the Astronomical Society of Japan](#)」に掲載された。宇宙の大半の銀河の中心には、太陽質量の数百万倍から数十億倍ほどの(超)大質量ブラックホールがあると考えられている。しかし、大質量ブラックホールが直接誕生したのか、もしくは成長したのか、その形成メカニズムは未解明であり、天文学における重要な問題の 1 つとなっている。

大質量ブラックホールは、周囲のガスを取り込むことで重力エネルギーを光へと変換し、非常に明るく輝いている姿が観測されている。そのような天体は「活動銀河核」と呼ばれ、中でも明るいものはクェーサーと呼ばれている。大質量ブラックホールが今まさに成長している姿といえるので、その性質を調べることは謎に包まれた形成過程を知る上で重要視されている。また、非常に遠方からでも見えることから、宇宙の歴史を知るためにも重要な天体ともされている。2000 年代から始まった大規模観測によるデータが蓄積されてきたことにより、近年になって、クェーサーの可視光での明るさが、数年で 1~2 等級と大きく変化する現象が数多く発見されるようになってきたという。このことは、明るいときにはより多くの質量を獲得し、暗いときには質量の獲得が穏やかであるという、中心のブラックホールの質量獲得の激しさが短期間でダイナミックに変化することを表しており、大質量ブラックホールの成長の歴史を知る上で重要な現象といえるとする。



クェーサーのイメージ図(画像生成 AI、Stable Diffusion による出力)。中心に大質量ブラックホールがあり、その周囲を取り囲むガスが円盤を形成し明るく輝いている (出所:京大プレスリリース PDF)

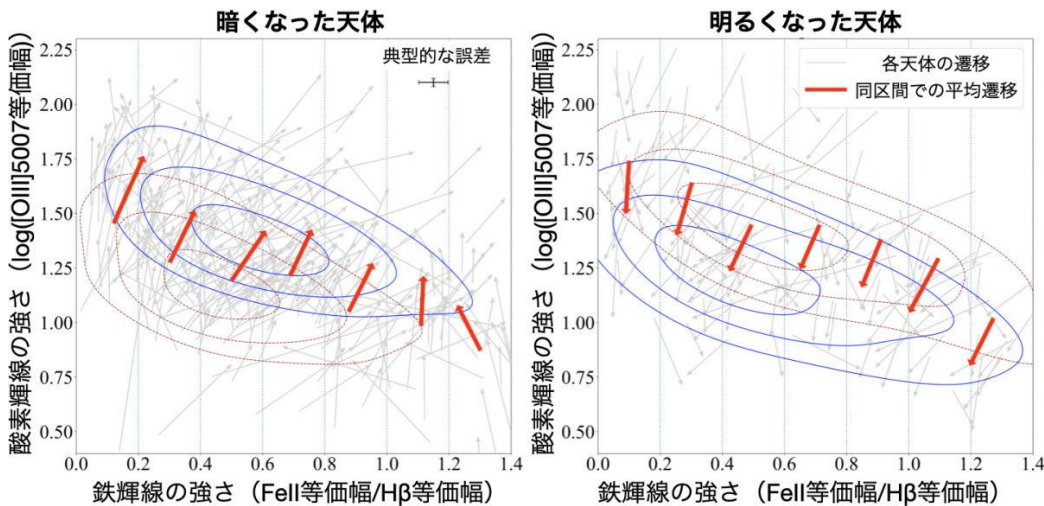
10 年後の明るさの変化を色で表した、クェーサーの輝線強度を表す散布図。カラーバーの値から、左下に分布する天体ほど暗くなりやすく、右上に分布する天体ほど変化が少ないことがわかる (出所:京大プレスリリース PDF)

そこで研究チームは今回、大規模な明るさの変動の理由を解明するため、クェーサーの明るさの変動とほかの特徴との結びつきを調べることが必要であると考察したという。

具体的には、明るさの変動が大きい約 1 万天体のスペクトルを用いた大規模解析として、現時点で最大の掃天観測であるスローン・デジタル・スカイ・サーベイによって取得された可視光スペクトルから、鉄、酸素、水素の輝線強度として等価幅を測定し、天体ごとに輝線強度と後の明るさの変化量がプロットされた。その結果、ある時期のスペクトルから計算された輝線強度が、その後の明るさの変化と密接に関連していることが発見された

する。

また、別の時期に取得された同一天体のスペクトル同士を比較することで、各天体の明るさの変動に伴う輝線強度の変動量が調べられた。キューサーが暗くなる時、明るくなる時の遷移や、平均的には酸素輝線と鉄輝線が反相関を示すような分布が示されていることが確認され、各天体の明るさの変動は、平均的な状態を境にして暗い状態と明るい状態を振動するように遷移しているということが示唆されたという。



キューサーの輝線強度が、どのように変化したのかを矢印の始点と終点で表した図。明るいときの天体の分布が茶色の等高線で、暗いときの天体の分布が青い等高線で表されている (出所:京大プレスリリース PDF)

研究チームでは、今回の研究の最大の成果について、キューサーの酸素輝線の等価幅と鉄輝線に対する強度比が、その後の明るさの変動と密接に結びついているという事実が発見されたことだとする。また、キューサーの大規模な変動が、その天体にとっての平均的な状態を中心に振動しているということが示されたことも挙げており、このことから、近年数多く報告されている明るさの変動現象は一時的なものではなく、繰り返し起きてきた現象であり、今後も繰り返されることが示唆されるとしている。

なお、今回の研究成果から、ランダムだと思われていた明るさの変化が、スペクトルの情報だけから予測できる可能性が示されたと研究チームでは説明するほか、各天体の平均的な明るさからどの程度逸脱しているのかが推定できるため、キューサーの質量獲得の歴史において、現在ほどの程度活発に成長している段階なのかを議論することができるようになるとしており、大質量ブラックホールの成長過程を知る上で重要な考察を与えることが期待されるとしている。

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20220830-2439281/>

100 億年前相当の星誕生の産声を検出、九大などが成功

2022/08/30 20:38 著者：波留久泉

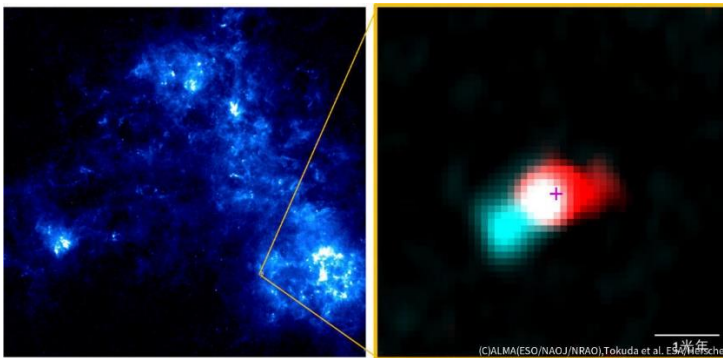
九州大学(九大)、大阪公立大、アルマ望遠鏡(国立天文台)の3者は8月29日、天の川銀河のすぐ近所の銀河であり、重元素量が太陽系の1/5と100億年前の宇宙の環境と等しい小マゼラン雲に存在する原始星「Y246」において、「星の産声」と呼ばれる分子ガス流の「双極分子流」が時速5万4000km以上の速度で運動している様子を捉えることに成功し、100億年前から現在に至るまで、星や惑星系の形成のメカニズムが同様であることがわかったことを発表した。同成果は、九大大学院 理学研究院の徳田一起学術研究員/特任助教(国立天文台アルマプロジェクト特任助教兼任)、大阪公立大大学院 理学研究科の大西利和教授らが参加する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 Letters」に掲載された。

宇宙がビッグバンによって誕生したころの原子は、水素が圧倒的に多く、それに次いでヘリウムがあり、わずかにリチウムなどがあつたとされる。天文学では、原子番号で3のリチウム以降はすべて“重元素”と呼ばれるが、

鉄までの重元素の大半は大質量星内の核融合によって生成され、超新星爆発によって宇宙にばらまかれ、時間経過とともに宇宙全体が増えていったとされている。つまり、初期宇宙では元素合成が現在ほど進んでいないため、現在も重元素量が少ない環境を調べることは、宇宙が誕生して間もない頃を調べることに相当すると考えられている。このような場所では星が誕生する条件(主に、星の卵となる分子雲コアの温度や密度の状態)などが大きく異なり、現在よりも活発に星を誕生させている銀河が多いため、星の誕生メカニズムが現在と異なっているか、それとも共通しているのかを調べることは宇宙の歴史を紐解く上で重要な課題だったという。

しかし重元素量が少ない場所は、100億光年ほど彼方に存在することが多く、現在の技術をもってしても恒星の誕生の様子を観測するのは困難である。そこで注目されたのが、天の川銀河が属する局所銀河群の中でも、重元素量が太陽系の1/5と最も低い環境を有した銀河の小マゼラン雲であるという。同銀河は天の川銀河の伴銀河の1つであり、太陽系から19万光年と比較的近い距離にあるため、初期宇宙と同等の状態を色濃く残した場所として、星の誕生を調べるための絶好な場所になるという。そこで研究チームは今回、小マゼラン雲に存在する大質量星の原始星をアルマ望遠鏡で観測することにしたとする。

観測の結果、双極分子流を小マゼラン雲内において成功したとする。双極分子流自体は、これまでのさまざまな原始星の観測において、“星誕生の目印”として普遍的に見られてきた現象である。しかし、小マゼラン雲においては分子ガスを観測するために一般的に用いられている一酸化炭素からの電波が微弱なため、双極分子流を検出するのは局所銀河群のどの銀河よりも困難だったという。



(左)欧州宇宙機関のハーシェル宇宙天文台が遠赤外線観測した小マゼラン雲。(右)原始星 Y26 からの双極分子流。シアンおよび赤色で示された部分が、それぞれ地球に近づく方向および遠ざかる方向に時速 5 万 4000km 以上の速さで運動している。十字は原始星の位置が示されている (C)ALMA(ESO/NAOJ/NRAO),Tokuda et al. ESA/Herschel (出所:プレスリリース PDF)

そこで今回は、温度や密度が高い場所でより強い電波が期待される輝線を選択したことで、原始星 Y26 からの双極分子流を検出することに成功したとする。そして、その性質について詳細な調査が行われたところ、ガスの運動の勢いなどが天の川銀河で見られていたものと共通していることが突き止められた。

天の川銀河をはじめとする現在の一般的な宇宙における原始星は、分子雲コアから誕生するが、双極分子流を通して余分な回転の勢いを捨てることにより、収縮して一定の密度を超えると核融合が始まり、原始星として輝き始める。これと同様な現象を、今回の観測では小マゼラン雲で見出すことに成功したという。

双極分子流の発生源は原始星周辺の円盤であると考えられており、このような円盤の中で太陽系を含めてすべての惑星系は形成される。今回の小マゼラン雲での双極分子流発見は、宇宙史の中で重元素量が少ない 100 億年前から現在に至るまで、星や惑星系の形成のメカニズムが同様であることを示していると研究チームでは説明するほか、このような重元素量が少ない環境での原始星アウトフローの検出手法に大きな指針を与えた意味でも重要だとする。なお、今後は、同銀河において数十個以上確認されている同種の原始星に対して網羅的な観測を行い、双極分子流の発生の普遍性を検証する予定としている。また、アルマ望遠鏡はさらなる解像度を達成できることから、実際に原始星周りに円盤が形成されているかどうかを検証できる可能性があるともするほか、重元素量が少ない環境を模した、星の誕生を扱うシミュレーションの進展も期待されるとしている。

極地研など、CT 解析手法を適用して脈動オーロラの 3 次元構造の復元に成功

2022/08/30 18:51 著者：波留久泉

国立極地研究所(極地研)、東北大学、電気通信大学(電通大)の3者は8月26日、北欧の3地点で観測されたオーロラ画像に、医療診断の分野で多く用いられているコンピュータトモグラフィ(CT)の手法を適用することで、数秒から数十秒で準周期的に脈を打つように点滅する「脈動オーロラ」の3次元構造を復元することに成功したことを発表した。また、宇宙空間から地球大気中に降り込んでオーロラ発光を引き起こす電子の2次元分布の復元にも成功し、その時空間変動を明らかにしたことも併せて発表された。

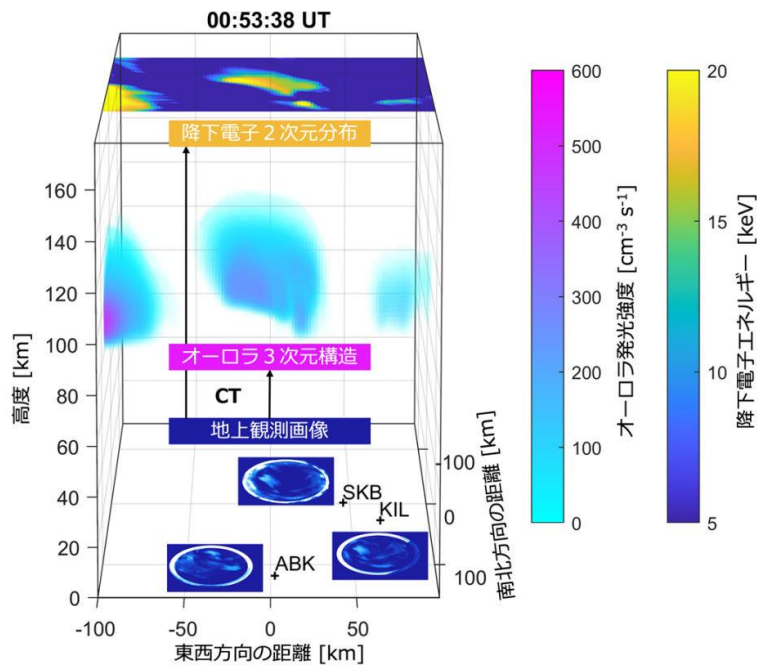
同成果は、極地研 宙空圏研究グループの吹澤瑞貴特任研究員、東北大学大学院 理学研究科の坂野井健准教授、極地研 宙空圏研究グループの田中良昌特任准教授、同・小川泰信教授、電通大大学院 情報理工学研究科の細川敬祐教授を中心に、北欧3か国の複数の研究機関所属の研究者も参加した、国際共同研究チームによるもの。[詳細は、欧州地球科学連合が刊行する太陽地球科学および惑星科学に関する全般を扱う学際的なオープンアクセスジャーナル「Annales Geophysicae」に掲載された。](#)

オーロラは、一般的なカーテン状オーロラであれ、今回の観測対象である脈動オーロラであれ、宇宙空間から地球大気中に降り込んできた電子(降下電子)が、地球大気中の窒素や酸素などの分子と衝突することで発光するという点は、基本的には同じとされている。ただし脈動オーロラの場合は、その発生の最中に成層圏のオゾン破壊に関与するような高エネルギー電子が、地球大気中に降下していることが示唆されている。

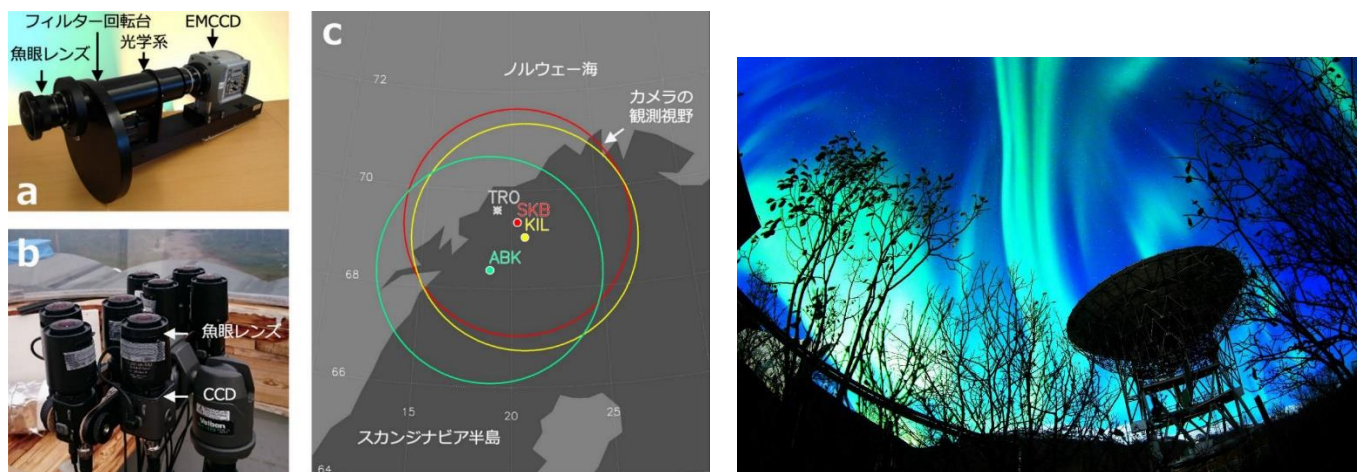
これまで、オーロラ発光を引き起こす降下電子は、オーロラ発光領域内や発光領域上空を飛翔するロケットや衛星などを用いて直接観測が行われてきた。しかし、これらは高速で移動しながらの観測のため、取得データの変動が時間変化なのか空間変化なのか区別ができないことが課題だった。また、こうした飛翔体での観測はその軌道に限られるため、3次元的に広がる脈動オーロラ発光の構造や降下電子の空間分布も明らかにされていなかったという。そこで研究チームは今回、脈動オーロラの3次元構造と、オーロラ発光を引き起こす降下電子の2次元分布の時空間変動を明らかにするため、複数の方向から撮影した2次元画像から本来の3次元構造を復元する解析手法であるCTの技術を応用することにしたという。具体的には、北欧の3地点に設置されたオーロラ観測用の高感度カメラが同時撮影した脈動オーロラの連続画像に対してCT解析が行われ、脈動オーロラの3次元構造が時々刻々と変化する様子の可視化に成功した。復元された3次元構造は、日本や北欧3か国など、計6か国によるEISCAT科学協会が運営する大型大気レーダーの「EISCATレーダー」が捉えた電離圏の電子密度の観測結果を、精度良く再現できていることが確かめられたという。さらに、CT解析にオーロラ発光モデルを組み込むことで、脈動オーロラ発光を引き起こす降下電子のエネルギーの2次元分布の復元にも成功したとする。復元されたデータから、斑点状の脈動オーロラ中で、降下電子のエネルギーが高い領域が時間によって変化していることが明らかにされた。

降下電子のエネルギーは、宇宙空間の磁場やプラズマの環境に依存することから、今回の研究成果により、遠く離れた宇宙空間の物理量を地上に設置したカメラから遠隔で観測することが可能となったとする。

観測ロケットや科学衛星による観測に比べて、地上でのカメラによる観測は、安価で簡単に設置することができ、しかも長時間の連続観測も可能となる。実際、今回研究に用いられた北欧のカメラ以外にも、現在は北米や南極大陸など、極域の多くの地点にオーロラ観測用の高感度カメラが設置され、多くのオーロラ画像データが蓄積されているという。今後は、これらの大量のデータを網羅的に解析し、オーロラ物理学の理解を進める上で重要な情報を抽出することが求められていると研究チームではしている。



地上 3 地点で観測されたオーロラ 2 次元画像にコンピュータトモグラフィ(CT)を適用することで復元された脈動オーロラの 3 次元構造と降下電子エネルギーの 2 次元分布 (出所:東北大 Web サイト)



(a)スウェーデンのアビスコ(ABK)とフィンランドのキルピスヤルヴィ(KIL)に設置されているオーロラ観測用高感度カメラ (写真提供:フィンランド気象研究所)。(b)ノルウェーのシーボトン(SKB)に設置されているオーロラ観測用高感度カメラ (小川教授撮影)。(c)ABK、KIL、SKB の地図上の位置と高度 100km に投影した a と b のカメラの観測視野。EISCAT レーダーが設置されているノルウェーのトロムソ(TRO)の位置も示されている (出所:プレスリリース PDF)

ノルウェーのトロムソに設置されている大型大気レーダー「EISCAT レーダー」 (出所:プレスリリース PDF) なお、研究チームでは、今回の研究によって確立された CT 解析手法を、脈動オーロラに限らずカーテン状オーロラなど、さまざまなオーロラに適用し、それぞれのオーロラの 3 次元構造や降下電子分布の統計的な解明を進めていく予定としている。また、2023 年 1 月頃には、EISCAT 科学協会を中心とした国際共同計画で「EISCAT_3D レーダー」という世界最先端の大型大気レーダーを北欧 5 か所に設置して、電離圏大気の 3 次元観測がスタートする計画であり、同レーダーで取得された 3 次元データと、今回の CT 解析から得られたオーロラ 3 次元構造を組み合わせることで、オーロラ発光を介して地球超高層大気と宇宙空間をつなぐ電流構造の可視化にも取り組む予定ともしている。