

日本人宇宙飛行士の応募、「文系」「カナヅチ」も OK に？

3/1(月) 15:37 配信  Science Portal
日本の最新の科学技術ニュースを配信するポータル



船外活動を行う宇宙飛行士の星出彰彦さん=2012年（JAXA、NASA 提供）

今年秋ごろ 13 年ぶりに募集する日本人宇宙飛行士について、自然科学系の大学卒業以上としていた前回の応募条件を改め、文科系も含め分野不問で検討していることを、[宇宙航空研究開発機構](#)（JAXA）が明らかにした。泳力の条件も削除する可能性があるという。実施中のパブリックコメント（意見公募）なども参考に判断する。

JAXA は飛行士の応募条件や選抜方法の検討にあたり「多様な人材の雇用や働き方が社会に浸透しつつあることを考慮し、より多くの方に宇宙飛行士になる可能性を広げる」として、検討中の新条件の具体案を挙げた。

学歴について 2008 年の前回に「大学（自然科学系）卒業以上」とした条件を「大学・大学院、短期大学、高等専門学校、専門学校卒業以上。分野は問わない」とする案を示した。卒業後の実務経験も、3 年以上の条件は維持するものの、「自然科学系分野における研究、設計、開発、製造、運用など」とした分野の制限を、今回は撤廃する可能性があるという。「水着および着衣で 75 メートル」「10 分間の立ち泳ぎ」という泳力の条件は、訓練で習得できるとして削除を検討。また、JAXA に 10 年以上の勤続を条件としたが、今回は任期制なども考えている。募集や選抜、訓練に関するパブリックコメントは所定の書式でメールによって受け付けており、締め切りは 3 月 19 日。企業のノウハウやアイデアを活用するための情報提供依頼（RFI）も同時に行っている。

JAXA によると、米露が通常の飛行士募集で文科系を含めた例はなく、実現すれば世界初になるとみられる。有人宇宙技術部門事業推進部の川崎一義部長は「（文科系を含むかどうか）現段階では決めきれていない。競争率が上がるので反対意見もあるだろう。皆さんの意見を分析した結果を踏まえ、何らかの答を出したい」と述べている。米国は 2020 年代に国際協力で月上空に周回基地を建設し、24 年にアポロ計画以来となる月面着陸を実現する計画。日本も 2019 年に参画を決定しており、着陸も視野に、将来にわたり有人宇宙開発を継続的に支える飛行士が必要となっている。今後は 5 年に 1 回程度、募集するという。



若田光一 JAXA 特別参与（JAXA 提供）

初めて日本人宇宙飛行士に選ばれた（左から）毛利衛さん、向井千秋さん、土井隆雄さん（1992 年撮影）=左写真。前回選ばれた金井宣茂さん、油井亀美也さん、大西卓哉さん（2011 年撮影）=右写真（いずれも JAXA 提供）

JAXA の飛行士募集は 6 回目で、2008 年には 963 人の応募者から航空自衛隊パイロットだった油井亀美也（ゆい・きみや）さん（51）、全日空パイロットだった大西卓哉さん（45）、海上自衛隊医官だった金井宣茂（のりしげ）さん（44）が選ばれた。JAXA の現役飛行士は 44~57 歳の 7 人がいる。日本人初の国際宇宙ステーション（ISS）船長を経験し、5 回目の飛行も予定する JAXA の若田光一特別参与の話：私も各国の飛行士と仕事をしてきたが、理系出身ばかり。操縦や実験など、自然科学系の知識を必要とすることが多いので、バックグラウンドとしては当然かと思う。ただ例えば、航空機の操縦士には文科系出身の方も多し。門戸を広げ、飛行士として必要な資質を選抜時にきちんとみることも考えられる。選抜の仕方をきちんと工夫することがとても重要だ。

被災地の種、宇宙の旅へ ゆかりの農作物 花咲く未来に期待

3月5日(金) 10時11分 [毎日新聞](#)

東日本大震災から10年を迎えるのを前に、被災地にゆかりのある農作物や植物の種を国際宇宙ステーション(ISS)へ打ち上げるプロジェクトが進行している。帰還した種を用いた地域活性化や震災の記憶の伝承が目的で、関係者は計画を通して「復興がさらに進んでほしい」と期待している。【滝沢一誠】

この計画は宇宙航空研究開発機構(JAXA)元職員の長谷川洋一さん(58)が代表理事を務める茨城県の一般財団法人「ワンアース」が進める「東北復興宇宙ミッション2021」。宮城や岩手、福島の前被災3県を中心に51自治体が参加し、七ヶ浜町の西洋野菜「ルバーブ」の種や、ノーベル平和賞を受賞した元ケニア副環境相のワンガリ・マータイさん(故人)が福島市で種をまいたドングリの実などが選出。岩手県洋野町のシイタケや久慈市名産の琥珀(こはく)など、植物の種以外にも選ばれた。また、被災地の写真を集めた長さ7メートルの横断幕をISSに張り出し、被災地からのメッセージを野口聡一宇宙飛行士が読み上げ、映像を3月11日に公開する。横断幕は2月、種は5月に米国から打ち上げられ、それぞれ7月に各地へ帰還する予定。

塩釜市役所では2月、松島湾の離島・浦戸諸島産のハクサイの種を送る出発式が開かれた。浦戸は伝統野菜の仙台白菜の採種が盛んで、国産ハクサイ発祥の地ともいわれる。宇宙から帰還した種は「浦戸宇宙白菜」と名付けて他の地域へ配り、交流に役立てる予定。佐藤光樹市長は「浦戸宇宙白菜が根を張り、春に鮮やかな黄色の花が咲くことを期待している」とあいさつ。長谷川さんは「塩釜から初の『宇宙飛行士』が誕生する。宇宙の力を借りて復興を進めてほしい」と話した。式典には、浦戸諸島の野々島で震災後から採種に取り組む仙台大明成高食文化創志科の2年生3人も参加し、長谷川さんに種の入った瓶を手渡した。志賀有紗さん(17)は「宇宙へ飛ぶと聞いて、とてもびっくりした。これを機に浦戸のハクサイをいろいろな人に知ってもらって、復興がさらに進んでほしい」と期待を込めた。

宇宙に旅立つ主な被災地の種や記念品

宮城県	パプリカ
〃 石巻市	津波被災のヒマワリ
〃 気仙沼市	大島の鳴き砂
〃 南三陸町	ツツジ
福島県南相馬市	菜種
〃 浪江町	タマネギ
岩手県釜石市	ハマユリ
〃 大船渡市	ツバキ

野口さん、6時間56分の船外活動終了…出迎えの飛行士と成功喜ぶ握手

3月6日(土) 9時21分 [読売新聞](#)

【ワシントン＝船越翔】国際宇宙ステーション(ISS)で日本人最多となる4回目の船外活動に挑んでいた日本の野口聡一・宇宙飛行士(55)は日本時間6日午前3時半頃、すべての作業を終えた。活動時間は予定の6時間半から少し延び、6時間56分に及んだ。

野口さんはペアを組んだ米航空宇宙局(NASA)のキャスリーン・ルビンズ飛行士と共に、同5日午後8時35分頃から船外活動を始め、新たな太陽電池パネルの土台の設置などに取り組んだ。作業を終えて船内に戻った野口さんは、出迎えた別の飛行士と握手を交わし、船外活動の成功を喜んだ。

https://news.biglobe.ne.jp/domestic/0305/ym_210305_2871359179.html

ISS野口さん4回目の船外活動、日本人最多…太陽電池パネル土台設置など6時間半

3月5日（金）21時46分 [読売新聞](#)

国際宇宙ステーション（ISS）に長期滞在中の野口聡一飛行士（55）が5日夜、ISSから宇宙空間に出て船外活動を行った。野口さんの船外活動は2005年以来4回目で、日本人最多となった。

野口さんは5日午後7時過ぎ、ISS内で船外活動直前の準備作業に入った。米国の飛行士とペアを組み午後9時前に船外に出て、ISSに新しい太陽電池パネルの土台を設置するなどの作業を始めた。船外活動は約6時間半の予定だ。日本人としては最年長での宇宙滞在を続ける野口さんは昨年、ISSに出発する前に開かれた記者会見で「55歳という年齢で身体的、精神的に最も過酷と言われる船外活動をぜひ実現したい」と語っていた。日本人飛行士の船外活動は、18年の金井宣茂飛行士（44）以来3年ぶり。今回の作業を終えると、通算の船外活動時間は星出彰彦飛行士（52）の21時間23分を超え、日本人で最長になる見通しだ。

https://news.biglobe.ne.jp/domestic/0302/mai_210302_9563333047.html

星出彰彦宇宙飛行士「不安はない」野口さんと同じ機体でISSへ

3月2日（火）16時11分 [毎日新聞](#)

米宇宙企業スペースXの新型宇宙船「クルードラゴン」で4月下旬にも国際宇宙ステーション（ISS）に向かう星出彰彦宇宙飛行士（52）が2日、訓練のため滞在中の米ヒューストンからオンライン形式で記者会見をした。2020年の試験飛行で使われた機体が再使用されるが、星出さんは「本当に細かいところまで点検、改修をしてもらっている。安全という意味で不安はない」と語った。

スペースXは、ロケットの第1段機体も回収して再使用し、宇宙飛行1回当たりのコスト削減を図っている。今回のロケットの第1段も、20年11月に野口聡一飛行士（55）が搭乗したクルードラゴンを打ち上げたものを再使用する。星出さんは「『中古』のようなイメージがあるかもしれないが、実際に人間を宇宙に連れて行き帰ってきた機体。飛行の実証もされている機体だ」と述べ、懸念はないと強調した。

星出さんの宇宙飛行は、米スペースシャトル、ロシア・ソユーズ宇宙船に続き、9年ぶり3回目。ISSでの約半年間の滞在期間中は、日本人飛行士で2人目となる船長を務める。「チームをまとめ、安全に、でも楽しくミッションをやり遂げて帰ってきたい」と話した。ISSでは長期滞在中の野口さんとも合流できる見込み。星出さんは「久しぶりに野口さんと会えるのは非常に楽しみ」と宇宙での再会を心待ちにしていた。【池田知広】

<https://sorae.info/space/20210302-hoshide.html>

来月から宇宙滞在予定の星出彰彦飛行士が抱負 「日本の風景を届けたい」



2021-03-02 [出口 隼詩](#)

取材に応じる星出彰彦宇宙飛行士（Credit: JAXA）

来月4月頃に国際宇宙ステーション（ISS）へ向かう星出彰彦宇宙飛行士は3月2日、JAXAのオンライン記者会見で近況と今後の抱負を語りました。星出飛行士は4月20日以降にスペースX社の有人宇宙船「クルードラゴン」に搭乗します。現在訓練は最終段階に入っており、主にヒューストンにあるNASAの施設とスペースX社の施設で訓練を受けているということです。星出飛行士は今回が3回目の宇宙滞在。スペースシャトル、ソユーズ宇宙船、クルードラゴンと3種類の宇宙船に搭乗することになります。クルードラゴンは民間会社であるスペ

一ス X 社が開発・製造を行っていますが、このことについて星出飛行士は「民間の宇宙活動の過渡期にある。今後は職業飛行士だけでなく、一般の方が宇宙に進出する機会が広がり、新しい知見や文化、考え方が生まれるのではないかと期待している。」ということです。また、ISS から見える景色について「ISS にはキューポラという地球を一望できる場所がある。以前は 10 分だけ地球の風景を見ようと思ったところ、2 時間もそこにいてしまった。今回も自由時間はキューポラから地球を見ることになるだろう。」と話し、「日本の皆さんには（宇宙から）日本の風景を伝えていけたら良いと思っている。」と意気込みを語りました。

Image Credit: JAXA 文／出口隼詩

https://news.biglobe.ne.jp/trend/0304/kpa_210304_6088500488.html

2025 年、人工重力を利用した宇宙ホテルを建設が始まる。宇宙旅行時代がもうすぐ

やって来る！ 3月4日（木）8時30分 [カラパイア](#)



credit:[The Gateway Foundation](#)

待望の宇宙旅行時代は着々と近づきつつある。世界初の宇宙ホテル「Voyager Station（ボイジャー・ステーション）」の建設が 2025 年に着工されるそうだ。世界初となる商業宇宙ステーション、ボイジャー・ステーションは、車輪型にして回転させることによりその遠心力で月面レベルの人工重力を生み出すという。

早ければ 2027 年にも運用が開始できる可能性があるという。

・回転して人工重力を発生させる車輪型のホテル

ボイジャー・ステーションを建設するのは、[Orbital Assembly Corporation](#)（オービタル・アセンブリー社）。その野心的な計画の詳細が、1 月に催されたオンラインイベント「[First Assembly](#)」で発表された。

"First Assembly" - Orbital Assembly Virtual Event

これぞ宇宙ステーションといった雰囲気のあるボイジャー・ステーションは、「フォン・ブラウン型」（ロケット技術黎明期の最重要人物に挙げられる[ヴェルナー・フォン・ブラウン](#)にちなむ）と呼ばれる車輪のような形状をしている。その形状は、回転することで人工的に重力を発生させるためのもの。ボイジャー・ステーションの場合、内部に月面に近い重力がかかるようになるという。ボイジャーは一連のリング状の骨組みによって構成されており、直径 200 メートルの一番外側のリングには 24 基のモジュールが装着される。

各モジュールの大きさは 20×12 メートル。ここに最大 400 人まで収容することが可能で、人間の居住区や、空気・水・電力といった物資の貯蔵庫などとして利用される。

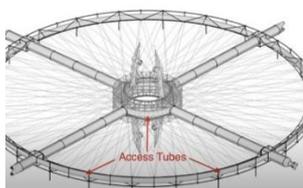
・世界一周クルーズ船のような豪華さ

公開されているイメージを見ると、モジュールの内部はさながら一流ホテルのような豪華さだ。

レストランやバー、宇宙の風景を満喫できる展望ラウンジのほか、スパ、コンサートホール、バー、図書館、映画館、ジムなどが完備されており、長期の滞在でも退屈することはない。

移動しているだけあって、なんだか世界一周をする豪華客船のような趣があるが、軌道を周回するボイジャー・ステーションは、たった 90 分で地球を一周してしまうところが時代の最先端を行っている。

企業や政府機関などにモジュールが販売・賃貸される可能性もあるという。NASA や ESA なら宇宙研究所や、火星への有人飛行に備える宇宙飛行士の訓練施設としても使えるかもしれない。



・ 2025 年に着工予定

着工予定は 2025 年。工事は段階を追って進められるとのことで、まずは国際宇宙ステーションに似た小型のプロトタイプ of 建造から始まる。また低軌道での組み立てには、「STAR (Structure Truss Assembly Robot/構造トラス組み立てロボット)」というロボットが利用される。こちらのロボットも本番前にまずプロトタイプが作成され、事前に地上で試験が行われることになる。ちなみにそのプロトタイプ「DSTAR」は、重量 8 トンで、直径 90 メートルの骨組み部分を 90 分で完成させる能力があるという。

・ コストダウンが進み、宇宙旅行が夢じゃなくなってきた！

建造費や宿泊費についての詳細は明かされていないが、オービタル・アセンブリー社によれば、スペース X 社のファルコン 9 やスターシップをはじめとする再利用可能なロケットのおかげで、関連コストはどんどん安くなっているのだという。これまで宇宙に物資を打ち上げる平均コストは、1 キロあたり 80 万円以上もした。しかしスペース X 社が開発した 2 段式の商業用打ち上げロケット「[ファルコン 9](#)」の登場によって 20 万円にまで低下。さらにスペース X 社が民間資本により開発している「[スターシップ](#)」が運用されるようになれば数万円にまで下がると見込まれている。

商業宇宙ステーションが現実的になった背景の 1 つには、こうしたコストの劇的な低下が挙げられる。

・ 早ければ 2027 年に運営できる可能性

やがて当たり前になると予測されながら、[なかなか実現しなかった](#)気軽に楽しめる宇宙旅行時代がいよいよ現実味を帯びてきたようだ。「次の産業革命になるでしょう」と、ゲートウェイ財団（オービタル・アセンブリー社を設立した財団）の創業者ジョン・ブリンカウ氏は語る。世界初の商業宇宙ステーションは、早ければ 2027 年にも運営できるようになる可能性もあるとのことだ。あと 6 年後じゃないか！

なおオービタル・アセンブリー社は今年 4 月 21 日、個人投資家向けに株式の販売を開始する。販売価格は 1 株 0.25 ドルだそうだ。同社の株を買って、人類の新たな一歩を応援するのもいいかもしれない。

References:[orbitalassembly/](#) [space/](#) written by hiroching / edited by parumo

<https://news.mynavi.jp/article/20210304-1773026/>

地球上で酸素が吸えるのは残り約 10 億年？、東邦大がシミュレーションで試算

2021/03/04 20:14 著者：波留久泉

東邦大学は、酸素に富む地球環境の持続期間が残り約 10 億年であることをシミュレーションによって明らかにしたと発表した。同成果は、東邦大理学部 生命圏環境科学科の尾崎和海講師、ジョージア工科大学の Christopher T. Reinhard 氏による国際共同研究チームによるもの。[詳細は、英科学誌「Nature」系の地球科学を扱う学術誌「Nature Geoscience」に掲載された。](#)

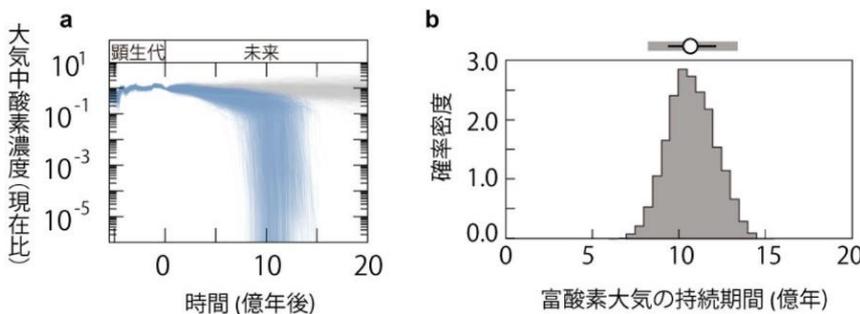
現在の地球の大気や海洋中には、大半の生物にとって生命活動を維持するのに最も必要な酸素が豊富に含まれている。酸素の大気中の割合は 20% 強で、窒素に次ぐ多さだ。酸素に富む地球表層環境が実現しているということは、生命が惑星全体の環境に大きく影響していることを示す最も顕著な例となっている。そのため、地球以外の惑星や衛星での生命存否を示すシグナルである「バイオシグネチャー」としても注目されているところだ。

酸素は地球誕生当初から酸素分子として存在していたわけではなく、初期の頃は二酸化炭素(CO2)などの形で存在していた。そんな大気環境が激変したのは約 30 億年前といわれる。太陽光を用いて CO2 から炭素を取り出し

て活用し、酸素は廃棄物として大気中に捨てるという、光合成の能力を獲得したシアノバクテリアが大量に繁殖し、酸素量が一気に増えたのだ。本来、酸素は生物にとって猛毒である。その一方で、酸素は生命が活動するためのエネルギーを得るのに非常に効率のいい物質でもある。ヒトを含めて酸素で活動する好気生物は、酸素にはリスクな一面があることも知りつつ、そのメリットを享受しているのだが、それもみな、シアノバクテリアが環境を破壊的なまでに大激変させた結果なのである。30 億年ほど前に光合成によって増えていった酸素だが、大気中のその濃度は一定だったわけではない。時代ごとに変化し、現在と同レベルとなったのは、およそ 4 億 5000 万年前から 4 億 3000 万年前の古生代オルドビス紀からシルル紀にかけてのことと考えられている。しかし、このような環境がいつまで維持されるのかということはよくわかっていない。この問題は地球生命圏の存続期間に関わるだけでなく、太陽系外での“第 2 の地球”の探査を行う上でも重要な研究課題となっているのだ。

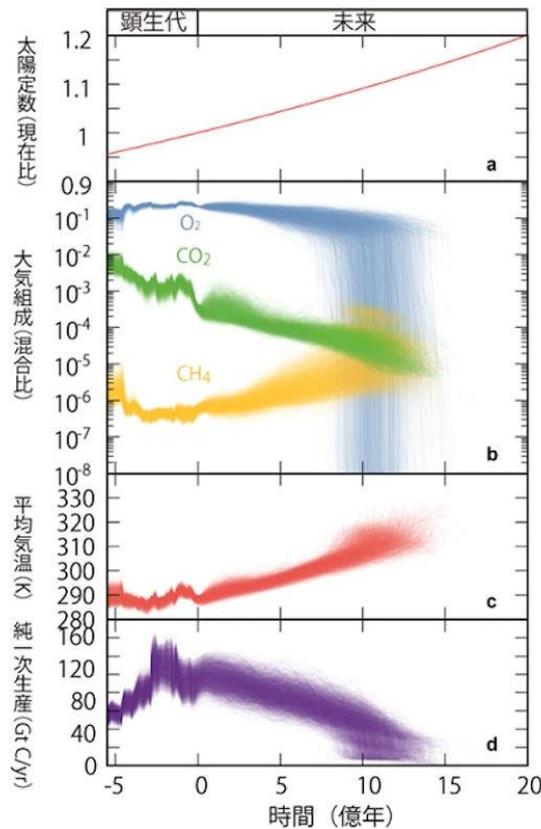
酸素は主に藻類や陸上植物による光合成によって生成されるが、地質学的な時間スケールでの大気海洋中の酸素量は、光合成以外のさまざまな生物地球化学的作用の影響を受けて変化する。たとえば、水中や土壌中での有機物の分解や硫化鉄の沈殿、岩石の風化作用や火山性還元ガスの流入など、多岐にわたる。

尾崎講師らは、酸素量を規定している地球表層圏の物質循環過程を包括的に考慮した数値モデルを構築。酸素に富んだ地球環境の持続期間を明らかにするため、シミュレーションを実施した。数値モデルには、恒星進化の理論から予測される太陽光度の変化という「地球外要因」と、火成活動の変化や生態系の応答といった「地球内要因」の両方が考慮された。40 万を超える多種多様なシミュレーションを行い、富酸素な地球環境の持続期間を統計的に推定することにしたという。その結果、太陽光度の増大に起因した温暖化と大気中の CO₂ 濃度の低下によって生態系の一次生産が低下することで、徐々に貧酸素化が進行することが判明した。具体的には、現在の 10% 以上の酸素濃度が維持される期間は残り約 8 億 9000 万年から 11 億 6000 万年と推定され、その後急速に無酸素条件へ遷移していくことが予測されたのである。



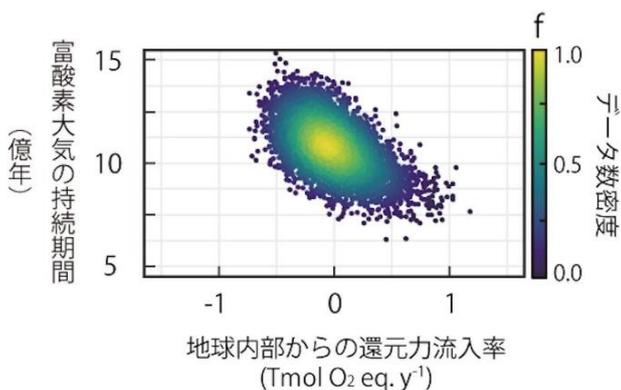
モデルが含む不確定性を考慮したモンテカルロシミュレーションの結果。(a)大気中酸素濃度の進化シナリオ。地球大気は徐々に貧酸素化するというシミュレーション結果となった(青線)。一方、太陽光度を一定と仮定した場合は、将来 20 億年間にわたって現在と同等レベルに維持される(灰色線)。ただし、太陽は徐々に大きくなっており、地球公転軌道はハビタブルゾーン内ではあっても内側へと移りつつある。(b)富酸素大気の持続期間。パスツール点(現在の 1% の酸素濃度)以上の富酸素な大気の持続期間についての確率密度分布。持続期間は 9 億 4000 万年から 12 億 2000 万年と推定された (出所:東邦大学 Web サイト)

生物の嫌氣的代謝と好氣的代謝が切り替わる酸素濃度のしきい値のことを「パスツール点」という。酸素濃度 1% がそのパスツール点と考えられているが、その 1% の濃度ですら持続期間は 9 億 4000 万年から 12 億 2000 万年と推定された。これ以降は、ヒトも含めて好気性の多細胞生物の生存は困難となってしまうのである。また無酸素化は、さらなる環境の激変を招く。まず酸素がなくなることで、酸素原子 3 個からなるオゾン層が消失し、地表に有害な紫外線が降り注ぐようになる。また大気中の CO₂ 濃度とメタン濃度が急増するため、気温が急増するという。その結果、生態系の一次生産が激減すると予測された。生命の棲みやすい星から、棲みにくい星へと大きく変わってしまうようである。



地球表層環境の進化シナリオ。(a)境界条件として与えた太陽光度。現在値が1とされている。(b)大気組成、(c)地表面平均気温、(d)全球の純一次生産の予測結果。大気中二酸化炭素濃度は太陽光度増大に起因した温暖化と陸域化学風化の促進によって億年スケールで低下すると予想された。温暖化と大気中二酸化炭素濃度の低下が生態系の一次生産力の低下を招くことで徐々に貧酸素化が進行し、約10億年後を境に急速に無酸素条件へと遷移する。この遷移に伴って大気中メタン濃度や気温の急増と一次生産の激減が生じ、これ以降の時代は好気性の多細胞生物の生存は困難となると考えられる。大気組成は痕跡量の酸素と高濃度のメタンを含む還元的な組成となり、大気中には炭化水素のもや(ヘイズ)が形成される可能性があるという(出所:東邦大学Webサイト)

数値モデルの結果は、長期的な貧酸素化が究極的には太陽進化によって駆動されていることを示しているという。その理由は、太陽光度を一定と仮定した場合の計算では、貧酸素化の長期トレンドが生じないからである。一方、急激な酸素濃度の低下が起きるタイミングは、地球表層(大気-海洋-地殻)と地球内部(マントル)の間での物質循環を介した相互作用に影響を受けることも明らかとなった。地球内部からの還元力の供給率が大きい場合(マントルからの還元物質の流入や沈み込み帯での酸化物質の沈み込みが大きい場合)ほど、酸素に富む地球環境の持続期間は短くなるという予想結果だとした。



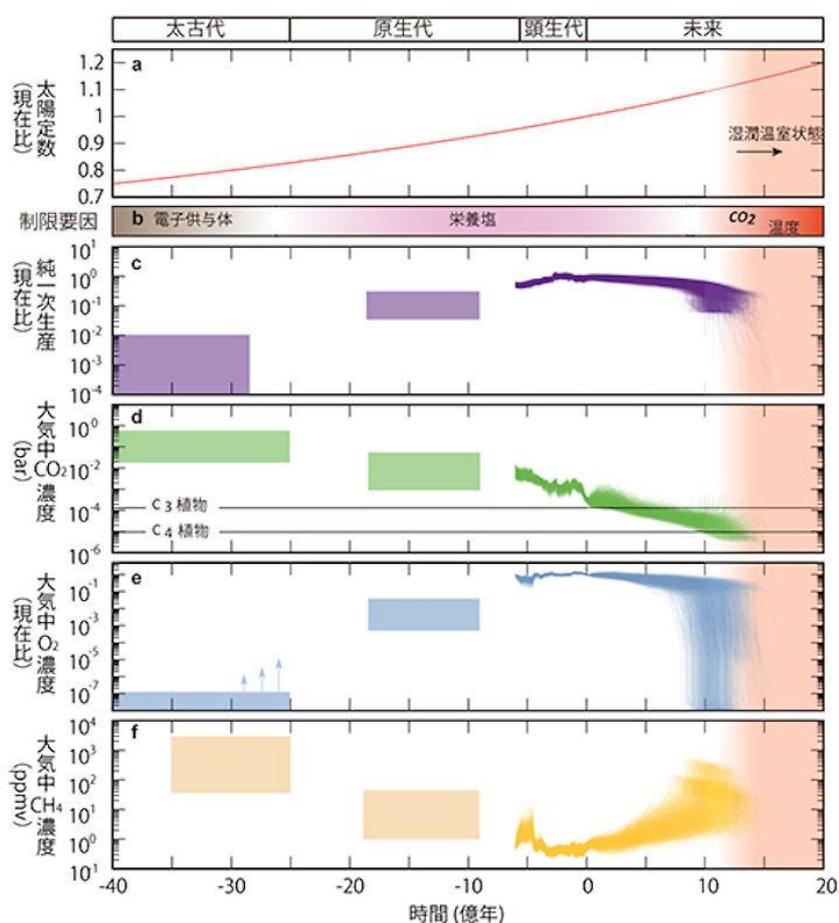
富酸素大気の持続期間。マントルから地球表層への還元ガスの流入や沈み込み帯での酸化的物質の沈み込みが多い場合など、地球内部からの還元力流入が卓越する状況ほど酸化的な地球環境の持続期間は短くなるとする。不

確定性を小さくするためには、固体地球と地球表層環境の相互作用に関わる素過程(たとえば沈み込み帯での酸化還元収支)について、さらなる知見が必要だという (出所:東邦大学 Web サイト)

なお今回の研究成果で導き出された酸素に富む地球環境の持続期間の推定値には、1 億年以上の大きな不確定性が残っている。この不確定性を小さくするためには、生態系の応答特性や進化、地球内部との物質循環の素過程などについてさらなる理解が必要だという。

その一方で尾崎講師らは、現在のような酸素に富む地球環境が、永続的に続くものではないことが初めて定量的に示されたことも重要な研究成果だとする。おそらく多くの人が、約 50 億年後に太陽が赤色巨星となって地球を飲み込むまで(地球は飲み込まれない可能性もある)、今の環境が続くと錯覚していたのではないだろうか。ところが、その 1/5 の 10 億年後には、酸素ポンベなしには地表で活動できない時代が来てしまうかも知れないのだ。今回の研究結果に基づくと、現在の 10%以上の酸素濃度が維持される全期間は約 15 億年間(約 5 億年前から 10 億年後まで)と見積もられる。

また、地球環境がハビタブルな(生命生存に適した)状態にある期間は、最大でおよそ 74 億年間と考えられることから、富酸素な地球環境は全ハビタブル期間の約 20%を占めるに過ぎないということになる。

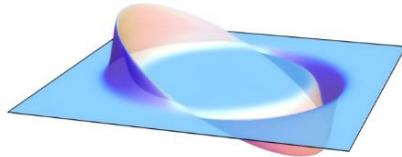


地球のハビタブル期間を通じた地球環境変遷。(a)太陽定数、(b)生物生産の制限要因、(c)全球の純一次生産、(d)大気中 CO₂ 濃度、(e)大気中酸素濃度、(f)大気中メタン(CH₄)濃度。地球における生命生存可能期間のうち約 20%だけが好気性の多細胞生物の生存可能な状態にあると考えられるという結果が導き出された (出所:東邦大学 Web サイト)

酸素は、太陽系外惑星での生命探査で最も注目される希望あふれるバイオシグネチャーだ。しかし今回の研究成果は、地球のように生命生存に適した惑星においても、貧-無酸素な状態が歴史の大半を占める可能性があることを示している。将来のバイオシグネチャー探査においては、酸素以外の指標でも生命存否を判断できるようなフレームワーク構築を考える必要があるとしている。

重力で時空を歪ませる新しいワープ航法の理論モデルが発表される。物理法則的には可能

3月6日（土）20時30分 [カラパイア](#)



アルクビエレのワープドライブにおける時空の膨張と収縮 credit:AllenMcC. / [WIKI commons](#) iStock

もし我々人類が広大な宇宙に進出しようとするならば、光速を超えて移動するワープ航法の技術は必要不可欠なものだ。だからこそ、人類は想像力をたくましくして、SFの中でそれを描き、あるいは理論としてその実現可能性を模索してきた。そんな夢の航法が一步現実近づいた。物理的に可能な理論モデルがついに発表されたからだ。それは1990年代に考案されたコンセプトをベースにしたもので、物理法則を破らずに（理論上）ワープを実現することができる。

・アインシュタイン方程式の解を基にした「ルクビエレ・ドライブ」

そのコンセプトは、1994年にメキシコの理論物理学者ミゲル・アルクビエレがアインシュタイン方程式の解を基に提唱した「[アルクビエレ・ドライブ](#)」というものだ。その原理は大胆かつダイナミックなもの。宇宙船の後方に小さなビッグバン（時空の膨張）を作り出しながら、前方にはビッグクランチ（収縮）を引き起こすことで、まるで時空を波乗りでもするかのように移動する。一般[相対性理論](#)では、光速より速く移動することはできないとされる。しかし、宇宙の膨張についてはこの限りでなく、光速を超えることが許される。

アルクビエレ・ドライブでは、宇宙船と外側にいる観測者との間に時間的な差異は発生しておらず、そのために宇宙船自体は加速しないままに保たれる。ただ時空が光速を超えて膨張・収縮しているだけだ。そのため一般相対性理論を破ることなく、光よりも速い移動を実現することができる。

・負のエネルギーではなく、重力を使う

だがこのアイデアには、負のエネルギーを大量に必要とするという問題点があった。

負のエネルギーは量子スケールの変動の中のみ存在する。アルクビエレ・ドライブを実現するには、太陽の質量に匹敵するエネルギーを集めなければならない。これは現代の物理学ではまず不可能なことだ。

そこでスウェーデン、ルンド大学をはじめとするチームは、この問題を回避するために、重力で時空を曲げればいいと提唱している。これならば多少速度は低下するかもしれないが、負のエネルギーを使わなくてもアルクビエレ・ドライブを実現できるという。

・質量を圧縮して殻に閉じ込め1年を1時間の時間の流れに

しかし重力で時空にはっきり認識できるような作用を引き起こすには、少なくとも惑星クラスの質量が必要になる。研究グループが想定しているのは、地球ほどの質量を圧縮して10メートルくらいの殻に閉じ込めることだ。すると殻内部では1年が1時間くらいの時間の流れになるそうだが、そのための技術は今のところ不明だ。面白いのは、アルクビエレ・ドライブに適した宇宙船の形状だ。普通宇宙船といえば、飛行機や船のように進行方向に対して細長い形状を思い浮かべるだろう。しかしアルクビエレ・ドライブの場合、幅広で背が高い方がエネルギーが少なく済むのだという。だから宇宙船の形は、お皿を立てたような斬新なものになる。

・ますます増えるワープ航法の研究

もちろんあくまで理論上の話であって、すぐに実現できるわけではない。それでも、今回のものも含めて[ワープ航法についての研究](#)はどんどん増えているようだ。この事実は、それが科学的に健全な原理に基づいていることを示唆するものであるとのことだ。この研究は、『[Classical and Quantum Gravity](#)』（1月25日付）に掲載された。References:[businesswire/](#) [zmescience/](#) written by hiroching / edited by parumo

米の探査機、木星 3 衛星に接近 地球外生命探しに 1 歩

2021/3/1



木星の周囲を 42 時間ごとに 1 周する衛星イオが、木星の雲に影を落としている。NASA の探査機ジュノーが撮影した画像 (PHOTOGRAPH BY NASA/JPL-CALTECH/SWRI/MSSS, KEVIN M. GILL)

これから数年、私たちは木星やその衛星たちの新たな姿を目にすることができそうだ。2016 年から木星を回り続けてきた米航空宇宙局 (NASA) の探査機ジュノーが、今年で完了予定だった探査計画を拡張し、木星の衛星やリング (環) に接近して調査を続けることが決まった。新たに決まったのは、2025 年 9 月まで 4 年にわたり木星系 (木星とその衛星の系) を 42 回周回する旅。ジュノーは過酷な環境に突入することになるが、地球でこの探査機をサポートする研究者チームは、ジュノーが何を見つけ出すか心待ちにしている。

「ワクワクしています。ジュノーを、木星だけを観察する周回機から、木星系を調査する探査機に移行させるというのは、画期的なアイデアでした」と、ジュノーの主任研究員である米サウスウエスト研究所のスコット・ボルトン氏は語る。 あわせて読みたい [木星の衛星エウロパに間欠泉 ガリレオのデータ再分析](#)

[木星の最新画像が芸術的すぎ!? まるでゴッホの絵だ](#)



木星の衛星エウロパは、分厚い氷の殻に覆われており、その下にある巨大な海には生命が存在する可能性があると考えられている (PHOTOGRAPH BY NASA)

木星の南半球で渦を巻く楕円形の雲から細長い雲の流れが伸びている。2017 年 2 月 2 日に嵐の上空約 1500km から撮影。アマチュア科学者のロマン・トカチェンコ氏が、色を再現してトリミングした。(PHOTOGRAPH BY NASA/JPL-CALTECH/SWRI/MSSS/ROMAN TKACHENKO)

衛星イオが木星の向こうにのぼってくる。地球の月よりもわずかに大きいイオは、太陽系内で最も火山活動が激しい天体だ。NASA の探査機ジュノーが撮影した画像 (PHOTOGRAPH BY NASA/JPL-CALTECH/SWRI/MSSS, GERALD EICHSTADT AND JUSTIN COWART)

衛星ガニメデ、エウロパ、イオへ

ジュノーはこれまでの軌道の周期を徐々に短くしながら、木星の衛星の中でも注目されている 3 衛星へと近づいていく。まず 2021 年 6 月には、太陽系最大の衛星であるガニメデのそばを通過する。そして 2022 年には、生命の存在が期待されているエウロパに接近。さらには硫黄の霜が降り積もり、激しい火山活動が続く衛星イオへと近づく予定だ。2003 年に探査機ガリレオのミッションが終了して以来、ほぼ 20 年ぶりにこれらの衛星を間近に見られることは、外太陽系 (木星やその外側に広がる太陽系) の氷の世界を研究する科学者たちにとってはこれ以上ないプレゼントだ。「いつも、#PlanetsAreOverrated (惑星は過大評価されている) というハッシュタグをトレンドに入れようと、がんばっています」と語るのは、惑星科学研究所でイオを研究するジュリー・ラスバン氏だ。「衛星の方が惑星よりも、ずっとおもしろいですから」今回、木星の 3 つの衛星を調査することに加えて、ジュノーは木星の環を幾度か通過して詳しく観測する。土星の環と違って木星の環は希薄で、詳細はほとんどわかっていない。「太陽から離れた外太陽系を調べるミッションはほとんどなく、木星探査機ジュノーを活用できるというのはまたとないチャンスです」と、米ジェット推進研究所で外太陽系の氷に覆われた衛星を研究するシンシア・フィリップス氏は言う。「これはまったく新しいミッションと言っても過言ではありません」

木星での 5 年間

2011 年に打ち上げられたジュノーは、2016 年 7 月 4 日頃に木星の周回軌道に入った。同探査機的主要な目的は、この巨大ガス惑星の重力、磁場、大気、内部を観察することだった。ジュノーでよく知られているのは、木星の姿を詳細にとらえた素晴らしい画像の数々だろう。かつて人類は、木星の表面にある巨大な渦巻きをはるか遠くから観測するしかなかった。でも探査機ジュノーに搭載された「ジュノーカム」のレンズを通して間近に木星を観測すると、極付近で数多くのサイクロンが集まり斑点模様を描く驚きの世界を初めて見る事ができた。

木星の周囲には、希薄な環に加えて、79 個の衛星が回っている。そのうち 12 個は 3 年前に偶然発見されたものだ。イオ、エウロパ、ガニメデ、カリストの 4 つの衛星、いわゆる「ガリレオ衛星」は、1600 年代初頭にイタリア人天文学者ガリレオ・ガリレイが発見したもので、当初は恒星と考えられていた。

ガリレオ衛星は、太陽系の中で注目を集める天体でありながら、これまで探査機がその詳細を観察できるほど接近したことはほとんどない。探査機ボイジャーが 1979 年に近くを通過したほか、1995 年からの 8 年間に、探査機ガリレオが木星系の観測を続けたくらいなのだ。

「ガリレオ衛星について、私たちが持っているデータは本当に少ないのです」と、ラスバン氏は言う。

新たな探査に向かうジュノーの最初のターゲットは、ガニメデだ。直径約 5200 キロを超え、172 時間ごとに木星の周りを 1 周する巨大な衛星ガニメデは、惑星である水星よりも大きい。ジュノーは 2 度にわたってガニメデの近くを通過する。2021 年 6 月 7 日が、最初の接近だ。



太陽系最大の衛星ガニメデ (PHOTOGRAPH BY NASA)

木星の衛星エウロパは、分厚い氷の殻に覆われており、その下にある巨大な海には生命が存在する可能性があると考えられている (PHOTOGRAPH BY NASA/JPL-CALTECH/SETI INSTITUTE)

火山活動が激しい衛星イオ (PHOTOGRAPH BY NASA/JPL/UNIVERSITY OF ARIZONA)

「木星系がどれだけ大きいかという感覚をつかむのは容易ではありません」と、フィリップス氏は話す。「木星の周回軌道にいるからといって、イオ、エウロパ、ガニメデの近くにいると言うのは無理があります」

ところで、ガニメデは太陽系で唯一、固有の磁場を発生させていることがわかっている衛星だ。科学者はこの不思議な現象について、地球と同じような流動する液状の核を持っているためではないかと考えている。

「あくまで推測であって、確かなことはわかりません」と、フィリップス氏は続ける。月や火星が何十億年も前に磁場を失ったのに対して、衛星であるガニメデがどのようにして今も固有の磁場を維持しているのか、その理由は謎だ。科学者はまた、ガニメデの氷の殻の下には広い海があるのではないかと考えている。ジュノーが観測を行うことによって、外殻の地図を作成し、殻が薄い地点を探ることができるだろう。重力に引かれてガニメデに接近し、木星の軌道周期を 10 日間短縮したジュノーはやがて、エウロパとイオに向かう経路へと進んでいく。

2022 年 9 月、ジュノーはエウロパの近くを通過する。エウロパは、太陽系において生命が見つかる可能性が最も高い場所のひとつと考えられている。エウロパは、ガリレオ衛星で一番小さいが、水がある。縦横に交差する筋模様がついた氷の殻の下には、地球の海よりも多くの水を含む海がある。科学者は、この海には生命が進化、繁栄するために必要な要素、つまり水、エネルギー源、必須化学元素が含まれていると考えている。もちろん、エウロパに生命がいるかどうかは、探査機を十分に接近させて痕跡を見つけ出すまではわからない。ちなみに NASA は現在準備中の「エウロパ・クリッパー」ミッションで、今後 15 年以内に調査を行うことを予定している。2022 年、ジュノーはエウロパの近くを 3 回通過する。その際には、水蒸気や間欠泉の兆候を探すことになるだろう。天文学者らは、エウロパでは少なくとも散発的に、そうした現象が発生していると主張している。

「エウロパの水蒸気や間欠泉については多くの議論があります」とフィリップス氏は言う。「ですから、探査機を

送って、それらしいものが見えるかどうかを確認するというのは非常に重要なのです」

ジュノーは、氷の殻をスキャンして、どこかに特に薄い部分や、地表の下に液体の水が溜まっているところがあるかどうかを探すこともできる。エウロパで、そうした場所を特定できれば、将来的にロボット探査機が殻の下に埋まった海からサンプルを採取するのが容易になるだろう。ジュノーは衛星の表面をスキャンしつつ、まだだれも見つけないエウロパの極地の地図を作成していくことになる。エウロパを通過し、軌道周期がさらに5日短縮されて38日間となったジュノーは、次に地獄のような衛星イオに向かう。

イオには400以上の活火山があり、太陽系で最も火山活動が激しい場所だ。NASAの探査機ニューホライズンズは、2007年に木星のそばを通過した際、衛星表面から320キロ上空に達する噴煙を観測している。

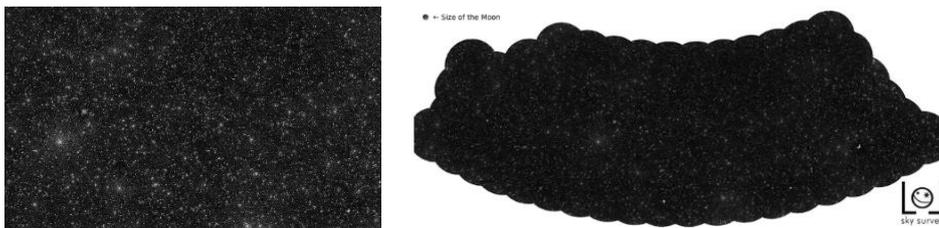
木星のすぐそばにあるイオは、到達するのが本当に難しく、かつ一番危険な衛星だ。イオは42時間周期で木星を回る。木星と極めて近いため、木星とエウロパの両方の重力によって熱せられ、圧迫され、引っ張られている。これがイオの火山活動の理由だ。2023年にジュノーがイオを接近通過する際に、ニューホライズンズがとらえた火山地帯トゥワシュトラからの噴出のような劇的な活動が見られることを、ラスバン氏は期待している。

イオは基本的に常に噴火しており、噴火によって生み出される物質は木星の重力にとらえられて、この惑星の壮大なオーロラを生み出している。エウロパ、ガニメデと同じく、イオを間近に観測する機会はあまり多くない。探査機ガリレオのミッション終了以降、現在、私たちがイオについて知っていることの大半が、地球の望遠鏡による観測で得られたものでしかない。「見るたびに、何か新しい事が起こっています。イオの場合は特に、できる限り頻繁に観察する必要があります」と、ラスバン氏は話す。地球の火山とは異なり、イオの火山はこの衛星の表面全体に無秩序に点在している。こうした分布からは、イオのマグマ溜まりと内部加熱がどうなっているのかについての疑問が生じる。ラスバン氏によると、高緯度の火山は赤道付近の火山とは振る舞いが異なり、噴火の頻度は少ない一方で威力は強いという。イオの近くをジュノーに通過させる計画を聞いたときには、ラスバン氏は「興奮して飛び上がった」という。「極地の火山を詳細に見ることができるなんて。長年の望みががかないました」ポルトン氏は、ジュノーを木星に接近させたり、木星の環を通過させたりすることについては心配していないと述べている。ポルトン氏は続ける。「私たちはジュノーを重装甲戦車のように作りました。そして実際、ジュノーの装甲は非常によく持ちこたえているようです」(文 NADIA DRAKE、訳 北村京子、日経ナショナル ジオグラフィック社) [ナショナル ジオグラフィック ニュース 2021年2月4日付]

<https://www.newsweekjapan.jp/stories/world/2021/03/post-95725.php>

無数の星？ いいえ、白い点はすべて超大質量ブラックホール 星図が作成される

2021年3月1日(月) 18時00分 [松岡由希子](#)



北の空に広がる2万5000個以上の超大質量ブラックホールを表す星図が作成された LOFAR/LOL Survey <欧州9カ国52カ所の数千もの小型アンテナからなる世界最大級の電波望遠鏡「LOFAR(低周波電波干渉計)」とスーパーコンピューターを用いて、超大質量ブラックホールを表す星図の作成に成功した..... >
銀河系を含め、ほぼすべての銀河の中心には、太陽の100万倍以上もの質量を有する超大質量ブラックホール(SMBH)が存在すると考えられている。このほど、北の空に広がる2万5000個以上の超大質量ブラックホールを表す星図が作成された。

LOFAR/LOL Survey

ブラックホールに巻き込まれた周りの物質によって、電波が放出

蘭ライデン大学らの国際研究チームは、オランダ、ドイツ、フランス、英国など、欧州 9 カ国 52 カ所の観測所に設置された数千もの小型アンテナからなる世界最大級の電波望遠鏡「LOFAR（低周波電波干渉計）」と独自に開発したアルゴリズム、スーパーコンピューターを用いて、2 万 5247 個の超大質量ブラックホールを表わす星図の作成に成功した。一連の研究成果は、学術雑誌「[アストロノミー・アンド・アストロフィジックス](#)」に掲載される予定だ。



オランダの「LOFAR（低周波電波干渉計）」

この星図で示されている白い点は、一見、無数の星のように見えるが、実際は、超大質量ブラックホールである。ブラックホールに巻き込まれた周りの物質によって、電波が放出される。

低周波な電波を用いた「LOFAR」による地上からの観測では、地球を取り巻く電離層の影響を避けられないのが課題であった。電離層が「LOFAR」を絶えず横切り、曇ったレンズのような作用をもたらす。

研究論文の共同著者でライデン大学のレイナウト・ファン＝ウィレン准教授は、この状況を「プールの中に潜った状態で、外を見上げるようなものだ」と[たとえる](#)。プールの中から見上げると、水の波によって光が屈折し、視界が歪む。

今回作成された星図は、北半分の空の 4%

そこで研究チームは、電離層による歪みを 4 秒ごとに修正する新たなアルゴリズムを実装したスーパーコンピューターを用いて、256 時間にわたる観測データを統合し、星図を作成した。

研究論文の責任著者でヒュッブ・ロツテリング教授は「長年にわたるソフトウェア開発の末、これがとてもうまくいったことを確認できて嬉しい」と研究成果への喜びを[語っている](#)。

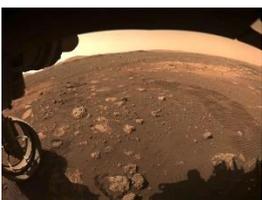
今回作成された星図は、北半分の空の 4%を網羅している。研究チームでは、今後、この手法を用いて、北半分の空をすべてまとめた星図を完成させる方針だ。

A Sky Map of 25000 Supermassive Black Holes LOFAR (Low Frequency Array) and ASTRON

<https://this.kiji.is/740904769889239040?c=110564226228225532>

火星探査車が走行試験に成功 地表にタイヤ跡残る画像も

2021/3/6 21:16 (JST)3/6 22:06 (JST)updated ©一般社団法人共同通信社



探査車パーシビアランスが火星の初走行時に撮影した画像。タイヤの跡が残っている（NASA 提供）

米航空宇宙局（NASA）は 6 日、火星に着陸した探査車パーシビアランスが初の走行試験に成功したと発表した。探査車のタイヤの跡が残っている画像も公開した。 NASA によると、試験は米時間の 4 日、探査車の機器やシステムの動作確認の一環で実施。約 6.5 メートルを 33 分ほどかけて走行した。4 メートル前進した後、左へ 150 度向きを変え、2.5 メートルバックしたという。画像には、火星の地表に大小の石が転がる様子やタイヤの跡が写っている。探査車は 2 月、火星に着陸することに成功した。今後、土壌を採取して分析し、微生物の痕跡である生命関係の分子を探す計画だ

火星探査車「パーサヴィアランス」は、そのカメラで人間には“見えない”ものまで

映し出す 3/1(月) 12:11 配信 **WIRED**



[火星探査車「パーサヴィアランス」に搭載された2台の「Mastcam-Z」（グレーのボックスに入っている）は、探査車のアンテナと一体化されている。](#)

減速のためのパラシュートが展開され、降下装置であるスカイクレーンのロケットが噴射される——。そんな「恐怖の7分間」と呼ばれる時間を経て、科学調査のために人類が作り上げた探査車「パーサヴィアランス」は、ようやく1億2,800万マイル（約2億km）の彼方で火星に着陸した。[火星探査機「パーサヴィアランス」ができるまで](#) そしてパーサヴィアランスは、たくさんの“眼”を見開いてあたりを見まわした。パーサヴィアランスには大量のカメラが搭載されている。自律飛行する小型ヘリコプターに搭載された2台のカメラも加えれば、厳密には25台だ。そのカメラの大半は、探査車が安全に移動するために役立てられる。だが一部は、いにしへの火星の岩石や砂を注意深く念入りに見つめ、かつて生命がそこに存在していた痕跡を探すために使われる。これらのなかには、そのカメラを開発した人間とほぼ同じように色と質感を見ることができるものもある。しかし、それ以上のものも見えたり、それ以下のものしか見えないカメラもある。要するに、探査車のカメラは人間の目と脳には捉えられない色を捉えるのだ。それでも人間の脳は、そうしたカメラが地球へと送ってくる写真を解読しなければならない。

火星の地質を示すインフォグラフィック

生命の痕跡を見つけるには、かつて生命が存在できた可能性の高い場所へ行く必要がある。火星の場合、その場所は「ジェゼロ・クレーター」だ。いまから30億~40億年前、ジェゼロ・クレーターは浅い湖で、堆積物が湖岸を流れ落ちていた。現在その岸は高さ150フィート（約50m）の崖になっており、古代の三角州全体に広がって干からびた堆積物による色とりどりの線状の模様ができている。このさまざまな色は、いわば火星の地質を視覚的に表現したインフォグラフィックだ。年代ごとに幾層にも重なっており、色が時代を示す。さらには化学組成も表している。米航空宇宙局（NASA）の科学者がしかるべきカメラを向ければ、そこに映るものがどの鉱物なのかわかり、火星のごく小さな生物がかつてその堆積物で暮らしていたかどうかともわかるかもしれない。

「何らかの生物圏の証拠を保持している堆積岩が火星にもしあるなら、わたしたちがそれを見つけるのはこの場所です」と、アリゾナ州立大学の惑星科学者で、パーサヴィアランスのカメラのひとつで主任研究者を務めるジム・ベルは言う。「ここにあるなんはずです」

[次ページは：見えないものを見る特別なカメラ](#) 見えないものを見る特別なカメラ

科学者たちは生命の痕跡を探している。しかし、科学者たちが直接それを目にすることはできない。なぜなら、50mに及ぶ実物大のインフォグラフィックに含まれている最も興味深い色のうちのいくつかは、眼に見えないものだからだ。少なくとも、地球にいるあなたやわたしの眼には見えない。色は光が何かに反射したり、跳ね返ったり、透過したりしてから眼に当たるときに生じる。ところが火星での光は、地球上の光とはやや異なっている。そしてパーサヴィアランスの眼は、わたしたち人間には見えない反射X線や赤外線、あるいは紫外線からなる光を見ることができる。物理現象は同じだが、知覚が異なるのだ。ベルのチームは、「Mastcam-Z」という1組の超科学双眼鏡をパーサヴィアランスのタワーに搭載している（「Z」はズームの意味だ）。「わたしたちは Mastcam-

Z を、火星のまだ決まっていない場所へ行く探査車のために開発しました。そのためあらゆる可能性を考えて、火星のどんな場所の地質を捉えるにも最適な眼を設計する必要がありました」と、ウェスタンワシントン大学の惑星科学者で Mastcam-Z の共同研究者である [メリッサ](#)・ライスと言う。近接撮影では、Mastcam-Z は直径およそ 1mm の細部を見ることができ、100m 離れた場所からは幅わずか 4cm のものを捉えることができる。あなたやわたしよりも優れた視力なのだ。さらに、色もわたしたちよりもよく見ることができる。というよりむしろ、複数のスペクトルを見ることができると言ったほうがいだろう。人間が見慣れている広帯域可視スペクトルだけでなく、色と呼べないような 10 数種ほどの狭帯域スペクトルも捉えることができるのだ（ライスはこれらについて非常に優れたマニアックな解説を書いている）。Mastcam-Z のふたつのカメラは、[コダック](#)製の CCD というイメージセンサーの既製品を採用している。わたしたちのスマートフォンに搭載されているようなありふれた部品を使って、この超視力を実現させているのだ。ふたつのカメラを特別なものになっているのは、そのフィルターである。CCD の前には赤、緑、青を捉える画素の [レイヤー](#)がある。正方形の格子を想像してみしてほしい。上の四角は青と緑で、下は緑と赤だ。次にその正方形をモザイク状にいくつも並べる。これはベイヤーパターンと呼ばれるもので、人間の目にある 3 つの色を感知する光受容体のシリコン版だ。

[次ページは：火星で見える色と、地球で見える色の違い](#) 火星で見える色と、地球で見える色の違い

火星と地球は同じ太陽の光を浴びている。どの波長でも同じ光の集まりだ。しかし、火星は地球よりも太陽から遠いので、届く光が少ない。そして地球は水蒸気をたっぷり含んだ厚い大気に覆われており、その大気が太陽の光を反射し、屈折させる。ところが、火星には大気は少ししかなく、赤みを帯びた塵に覆われている。このことは、火星には赤と茶色がたくさん存在することを意味する。ところが、それを火星で見ると、また別の知覚的フィルターが加わることになる。「わたしたちはトゥルーカラーイメージ（RGB）に近いものを見せるための話をしています。それは基本的に、最低限の加工を施した生のカラーイメージに近いものです。それが人間の目に映る火星の姿のひとつのヴァージョンなのです」と、ライスと言う。「ところが、人間の目は地球上の光で景色を見るように進化しました。人間の目に映る火星の姿を再現したいのであれば、地球における光の条件を火星の景色に重ねてシミュレーションしなければなりません」つまり、パーサヴィアランスの生データで作業する画像処理チームは、火星の色を地球っぽい色に調節できる。一方で、火星の物体に当たる火星の光のスペクトルをシミュレーションすることもできる。その場合は少し違って見えることだろう。どちらも「真実（トゥルー）」だが、後者のほうが火星上で実際に人間が見るであろう姿により近いかもしれない（ただし、火星人の目にどのように映るかはわからない。なぜなら、もし火星人に目があつたとしても、その目は火星の空の下で色を見るように進化しているだろうし、そもそも脳は異星人の脳だからだ）もっとも、ライスはこうしたことをあまり気にしていない。「わたしが得たいと考えている結果はある意味、視覚的なものではありません。わたしは定量的な結果に興味があるのです」と、彼女は言う。ライスはどのくらいの量の特定の波長の光が、岩石の中に存在するものによって反射されたり吸収されたりするかを知ろうとしている。その「反射率」によって科学者は、自分たちが見ているものが何であるのか正確に知ることができるのだ。ベイヤーフィルターは 840nm よりも波長の長い光、つまり赤外線に対して透明である。その [レイヤー](#)の前には、別のフィルター1組を備えた輪が設置されており、人間の目に見える光の色をさえぎる。そして赤外線カメラがある。波長のより狭いセットを選べば、赤外線の異なる波長をどのように反射するかによって、特定の岩石を特定して識別することができる。

[次ページは：ほかのものの代用としての「色」](#) ほかのものの代用としての「色」

Mastcam-Z の開発チームは、パーサヴィアランスが地球を発つ前に、カメラがこうした違いをどのように見るのか正確に知る必要があつた。そこで開発チームは、設計について [ブレインストーミング](#)する会議を開き、色見本と本物の四角い岩石片を使った「[ジオ](#)・ボード」をつくった。「火星に存在していることがわかっているありとあらゆる種類の岩石片と、火星で見つかることを期待している岩石片を集めました」と、ライスと言う。そのボードには、例えばベサナイト片と石膏片があつた。「通常のカライメージでは、両方とも明るい白色の石のように見えます」と、ライスは言う。どちらも主成分はカルシウムと硫黄だが、石膏は水の分子をより多く含ん

であり、水は特定の赤外線波長のほかの波長の場合よりも多く反射する。「より長い Mastcam-Z 波長を使って着色画像をつくると、どっちがどっちなのか一目瞭然になります」と、ライスが説明する。複数のスペクトルでマルチタスクをこなすとはいえ、Mastcam-Z にも限界はある。組織に対する解像度は見事なのだが（これについては後述する）、画角が 15 度ほどしかなく、送信情報量もあなたの家のルーターが失笑するほどしかない。パーサヴィアランスが地球へ送ろうとしている素晴らしい画像がたくさんあるはずなのに、Mastcam-Z はそれほど多くを見ないのだ。少なくとも、すべてを一度に見ることはない。どんなに素晴らしい眺望も、技術と距離という壁によって制限される。「わたしたちの仕事は選別することなのです」と、ベルは言う。「わたしたちは色を代用品として使っています。『ああ、あれは興味深いね。あそこには化学的に重要な何かが起きているのかもしれない、違う鉱物があそこにあるのかもしれない、違う組織があるかもしれない』と考える目印になるわけです。色はほかのものの代用なのです」 探査車の視野が狭いことから、当然ながら科学者は期待するものすべてを見ることはできない。ベルが率いるチームは南カリフォルニアの砂漠でカメラとロボットの模擬実験を実施した際に、こうした限界の一端を味わった。「同僚が野外実験の際に、冗談まじりの教訓として、恐竜の骨を探査車の通り道に置いたことがあったのです」と、ベルは言う。「探査車は恐竜の骨のすぐそばを通り過ぎました」

[次ページは：生物の証拠を探して](#) 生物の証拠を探して

実際の元素を特定し、それがかつて生命を宿していた可能性があるかどうか突き止めるには、より多くの色が必要になる。そうした色のなかには、さらに見えづらいものもある。そこで登場するのが、X 線分光装置だ。具体的には、パーサヴィアランスのアーム上に取り付けられたセンサーのひとつである「PIXL（ピクスル）」を作動させているチームは、鉱物の元素レシピを細粒組織と結びつけようとしている。そうすることで、生きた微生物の塊からのみ生まれる半球状や円錐状の微細な物質を含んだストロマトライトの堆積層を発見できるからだ。地球のストロマトライトは、地上にいた最古の生物の証拠を垣間見せてくれる。パーサヴィアランスの科学者たちは、ストロマトライトが火星でも同じ役割を果たしてくれることを願っている。ピクスルのチームリーダーであり、NASA のジェット推進研究所（JPL）の宇宙生物学者で野外地質学者のアビゲイル・オールウッドは、これまでも同様の仕事に携わったことがある。オールウッドはこうした技術と堆積物の高解像度写真とを使い、オーストラリアで地球最古の生命活動の痕跡を発見した。さらには、グリーンランドの似通った堆積物が古代の生命の痕跡ではないことを突き止めている。グリーンランドでも簡単なことではないが、火星ではもっと難しいだろう。

化学が見せてくれるもの

X 線は人間が見る光と同じ電磁スペクトルの一部だが、極めて波長が短く、紫外線よりもさらに短い。X 線は電磁放射線で、あなたが宇宙人でない限り、それを色とは認識できない。X 線はさまざまな原子を蛍光させ、独特な形で光を放出させる。「わたしたちは岩石に X 線を浴びせてから、そのシグナルを検知して元素組成を調べます」と、オールウッドは言う。そして、ピクスルとアームの先端にはまぶしい白い照明もついている。「前方にある照明は、最初は岩石を見えやすくして、化学組成を目に見える組織と関連づけるためだけに採用しました。火星では初めての試みとなります」と、オールウッドは言う。当初、色にはやや手こずった。暑さと寒さが電球に影響したのだ。「最初は白色 LED を試したのですが、気温が変化すると同じ色味の白が出ませんでした」と、彼女は言う。「すると、カメラを供給してくれたデンマークの人たちが、色のついた LED を提供してくれたのです」。赤色 LED、緑色 LED、青色 LED、そして紫外線 LED だ。色を組み合わせることによって、よりよい、より一貫性のある白い光をつくることができた。この組み合わせがあれば、火星のストロマトライトを見つけられるかもしれない。例えば Mastcam-Z がクレーターを見回してくれるおかげで、ストロマトライトがありそうな場所が見つかったら、探査車がそこへにじり寄り、腕を伸ばしてピクスルが作動するだろう。こうして、ほんの小さな特徴や粒子や模様が、その石が火成岩なのか堆積岩なのか、シチューのように一緒に溶けたのか、それともサンドイッチのように積み重なったのかを教えてくれる可能性がある。積み重なった層の色が、それぞれの年代について手がかりをもたらしてくれるだろう。目に見える色と組織のマップが、目に見えない X 線の結果

が生成する数字だけのマップと一致するのが理想だ。しかるべき構造がしかるべき鉱物に合致すれば、オーストラリアのときのように生命の痕跡を手に入れたのか、それともグリーンランドのときのように偽物にすぎないのかを、オールマンは識別できる。「わたしたちがピクスルで実に興味深いと思っているのは、人間の目には見えないものを、化学を通して見せてくれるところです」とオールウッドは言う。「それが鍵になるでしょう」ピクスルの極小のスキャンが大きな結果をもたらしてくれることを、オールウッドは願っている。スキャンはピクスルの切手サイズの画角上の6,000個の点からなり、それぞれに複数のスペクトルの結果が対応している。この推測されたマップを、オールウッドは「ハイパースペクトル・データキューブ」と呼ぶ。

[次ページは：複雑な“タペストリー”が描く全体像](#) [複雑な“タペストリー”が描く全体像](#)

パーサヴィアランスにはもちろん、ほかのカメラと機器も搭載されており、岩石とレゴリスの粒に隠されたその他のヒントを探すためのスキャナーもある。ピクスルの隣にあるラマン分光計と呼ばれる装置は、岩石をまったく別の方法で眺める。レーザーを岩石に照射して、その分子を震動させるのだ。パーサヴィアランスが収集するデータはハイパースペクトルだが、同時に深く考えさせられるほど多面的でもある。ロボットを別の惑星へ送り込むと、こうなるのだ。理想を言えば、人間によるミッションやサンプルリターンで、岩石が地球へ送られてくれば最高の地上検証データがもたらされると、ある太陽系外惑星研究者はわたしに語ったことがある。その次善の策として位置づけられているのが、X線とラマン分光計、次に探査車カメラ、その次が周回探査機のカメラなのだ。そしてもちろん、これらすべてと一緒に火星で仕事をしている。「火星における生命の発見は、『こういった機器が何かを見た』というものにはなりません。そうではなく、『すべての機器がこれと、それと、そしてまた別のものを見て、それらを解釈すると生命が存在していたと考えるのが妥当だ』というものになるでしょう」と、オールウッドは言う。「決定的証拠はありません。複雑なタペストリーなのです」そして優れたタペストリーがそうであるように、全体像は慎重に織られた色とりどりの経糸と緯糸からのみ立ち上がってくるのだ。

ADAM ROGERS

https://news.biglobe.ne.jp/economy/0302/ji_210302_6048055370.html

宇宙船製造、AIで支援＝NECと米ロッキード 3月2日（火）17時9分 [時事通信](#)



[写真を拡大](#)

NECは2日、2024年までの有人月面着陸を目指す米航空宇宙局（NASA）の「アルテミス計画」で、米ロッキード・マーチンが開発している有人宇宙船「オリオン」の製造を人工知能（AI）技術で支援すると発表した。宇宙船の開発、製造段階で異常がないかどうかをAIで検知する技術を提供する。

宇宙船の温度や電流の値、振動などのデータを約15万個のセンサーで計測し、220億通り以上のデータの正常な動きを学習した監視モデルと比べることで、異常の予兆を早めに検知し、障害の防止に役立てる。一度に約30基の大型発電所を監視するのに相当する膨大なデータ処理技術という。【時事通信社】

〔写真説明〕米ロッキード・マーチンが開発中の有人宇宙船「オリオン」（NEC提供）

<https://sorae.info/astromy/20210303-betelgeuse.html>

ベテルギウスは何度？ 赤色超巨星の表面温度を新たな手法で調べた研究成果

2021-03-03 [松村武宏](#)



赤色超巨星の表面温度を測定するイメージ図 (Credit: 東京大学)

東京大学大学院の谷口大輔氏らの研究グループは、オリオン座のベテルギウスに代表される赤色超巨星の正確な表面温度を調べる手法を開発したとする研究成果を発表しました。

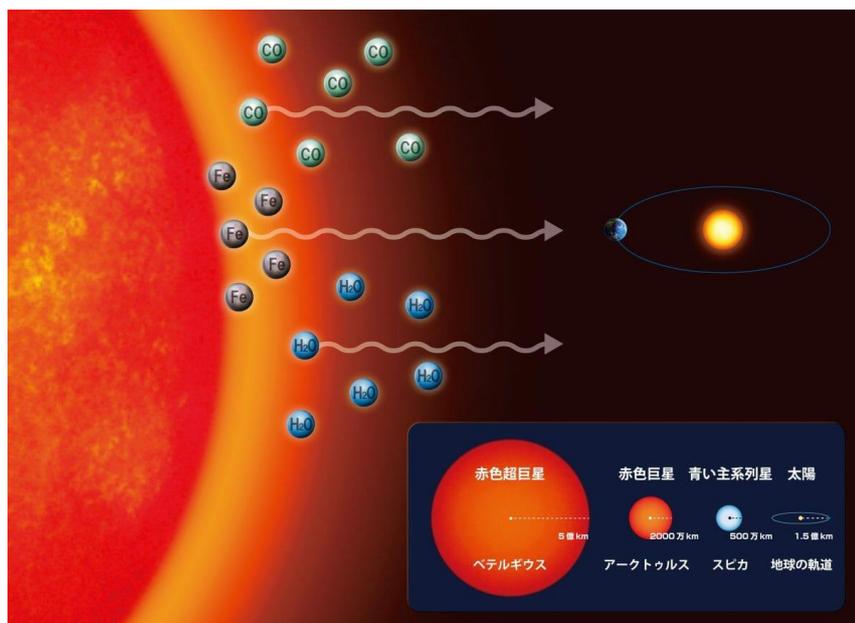
■ベテルギウスの表面温度は摂氏約 3,338 度と算出

質量が太陽の 8 倍よりも重い大質量星はやがて超新星爆発を起こしますが、その前に赤く輝く巨大な恒星である赤色超巨星に進化すると考えられています。発表によると、こうした星の進化や超新星爆発の時期を予測する上では赤色超巨星の正確な温度を知ることが重要なものの、赤色超巨星の上層大気は構造が複雑であり、その下にある表面の正確な温度を観測によって測定することは困難だったといえます。

今回、研究グループは後述する鉄 (Fe) の原子を利用した手法を用いて、太陽に比較的近いベテルギウスを含む 10 個の赤色超巨星の表面温度を調べました。従来の手法は複雑な数値モデルを使う上に誤差も大きくなりやすかったといいますが、今回開発された手法は簡便に利用可能だといいい、発表では「体温計を向けるだけで正確な温度が測れるようになったもの」と表現されています。

観測データを分析した結果、ベテルギウスの表面温度は 3,611 ケルビン (摂氏約 3,338 度) であり、十分に高い精度 (統計誤差は 30~70 ケルビン程度) で決定することができたといえます。研究グループでは、今後さまざまな環境にある赤色超巨星の観測を通して、大質量星がどのように赤色超巨星へと進化し、そして超新星爆発を起こすのかという重要な課題に関する理論モデルを検証するための大きな手がかりが得られることに期待を寄せています。

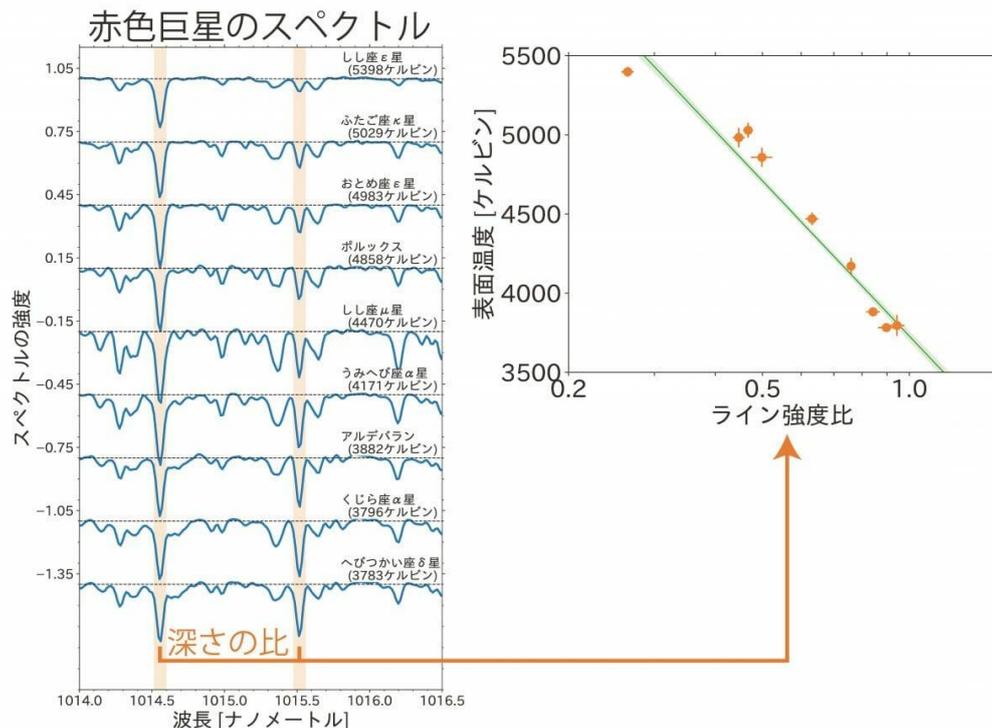
■赤色超巨星よりも軽い赤色巨星の観測データを活用



赤色超巨星 (左) の大気中で吸収線が生じる様子のイメージ図。一酸化炭素分子 (CO) や水分子 (H₂O) の吸収線は上層で生じるのに対し、鉄原子の吸収線は表面近くで生じる。右下は地球の公転軌道、スピカ、アークトゥルス (赤色巨星)、ベテルギウス (赤色超巨星) のサイズ比較図 (Credit: 東京大学)

研究グループは今回、恒星の大気中に存在する鉄原子の吸収線に注目しました。吸収線とは光のスペクトル (波長ごとの電磁波の強さ) を調べたときに波長の強さが弱くなっている部分のことで、元素が特定の波長の光を吸収することによって生じます。研究グループによると、水分子 (H₂O) や一酸化炭素分子 (CO) による吸収線は大気の上層で生じるいっぽう、鉄原子の吸収線は表面付近で生じるため、複雑な上層大気の影響を受けずに表面温度を知ることができるといえます。赤色超巨星の温度を調べる前に、研究グループは正確な表面温度が知られ

ている赤色巨星 9 個（アルデバランやポルクスなど）のスペクトルを分析しました。鉄原子による吸収線は複数生じますが、これら赤色巨星のスペクトルを温度順に並べると、ある吸収線はグラフの深さが変わらないっぽうで、別の吸収線は温度が低いほど深く、温度が高いほど浅くなります。この 2 本の吸収線の深さの比（ライン強度比）を利用して、研究グループは表面温度を決定するための関係式を較正しました。



左：温度順に並べられた赤色巨星のスペクトルに現れた鉄原子の吸収線。右：2本の吸収線の深さの比（ライン強度比）と表面温度の関係を示したグラフ（Credit: 東京大学）

赤色巨星と赤色超巨星を比べると明るさが 100 倍ほど異なりますが、研究グループによると同じ元素（ここでは鉄）の吸収線の深さの比は明るさに左右されないため、赤色巨星の観測で得られたライン強度比と温度の関係は赤色超巨星にも適用できるといいます。つまり、すでに正確な温度がわかっている赤色巨星を目安にして赤色超巨星の表面温度を調べようというわけです。発表によると、鉄原子の吸収線のみを用いて赤色超巨星の表面温度を正確に決定したのは今回の研究が世界初の試みだとされています。

また、2020 年 12 月に公開された欧州宇宙機関（ESA）の宇宙望遠鏡「ガイア」による高精度な恒星までの距離のデータをいち早く活用することで、表面温度だけでなく赤色超巨星の正確な明るさを推定することにも成功したといえます。大質量星の進化に関する理論モデルは幾つか提唱されているものの、今回の研究によって得られた赤色超巨星の表面温度と明るさの値は、ジュネーブ天文台の研究グループによる理論モデルの予想とよく一致したとされています。 関連：[ベテルギウスはいつ爆発する？ オリオン座の赤色超巨星を徹底解説](#)

Image Credit: 東京大学 Source: [東京大学](#) 文／松村武宏

<https://news.mynavi.jp/article/20210303-1767620/>

太陽系の誕生には 2 つの超新星爆発が関与していたことを東工大などが解明

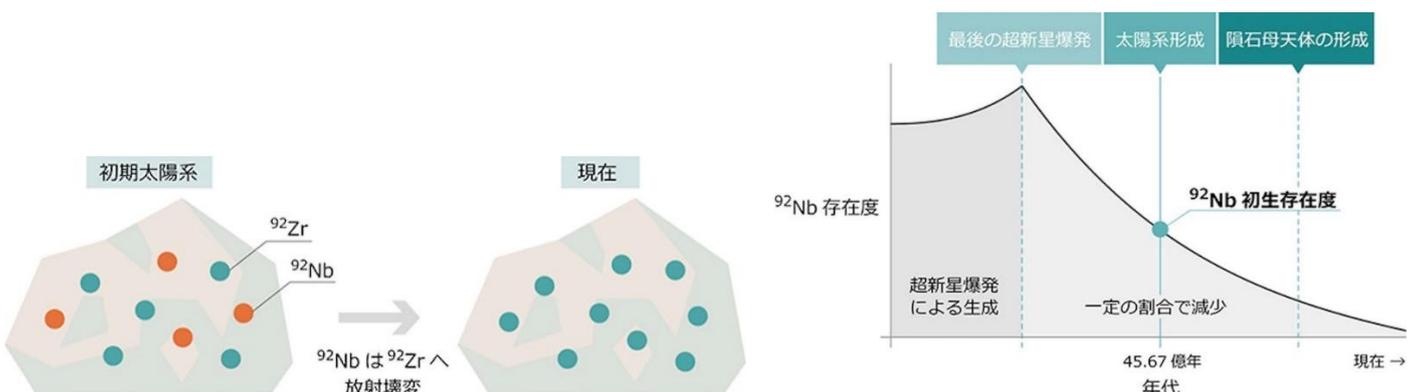
2021/03/03 15:41 著者：[波留久泉](#)

東京工業大学(東工大)ならびに国立極地研究所は 3 月 2 日、約 46 億年前の太陽系形成時におけるニオブの放射性同位体「 ^{92}Nb 」の安定同位体「 ^{93}Nb 」に対する割合(存在度)を高精度に決定したと発表した。また、太陽系の ^{92}Nb を生成した元素合成に関し、2 つのタイプの超新星爆発が関与したことが明らかになったことも合わせて発表された。同成果は、東工大 理学院 地球惑星科学系の羽場麻希子助教、極地研の山口亮准教授、スイス連邦

工科大学のイージェン・ライ博士、同・ヨーン・フレデリック・ウォズロー博士、同・マリア・シューンバヒャラー教授、ハンガリー・コンコリー天文台のマリア・ルガロ上席主任研究官らの国際共同研究チームによるもの。
[詳細は、米科学雑誌「米科学アカデミー紀要\(PNAS\)」にオンライン掲載された。](#)

太陽系は今から約 46 億年前にガスや塵からなる分子雲から誕生した。中心にガスや塵が集まって太陽が産声を上げる頃、周囲では太陽に落ち込まなかった塵やガスが回転して「原始星円盤」を形成。周囲からのガスや塵の落ち込みが終わると、原始星円盤は「原子惑星系円盤」という新たなステップに移行。この円盤の中で約 1 億年という歳月を使って、水星から海王星までの惑星に加え、準惑星や小惑星などが形成されていったのである。この約 1 億年の惑星系期間において、惑星はまず塵同士がくっつくことから作られていった。果てしない衝突と破壊、そして合体を繰り返して少しずつ大きくなっていったのである。そして微惑星、原始惑星と成長していき、現在の地球などの惑星の形成に至ったと考えられている。このような惑星物質のダイナミックな進化が起こった初期太陽系は、太陽系の成り立ちを理解するうえで最も重要な時期であるという。

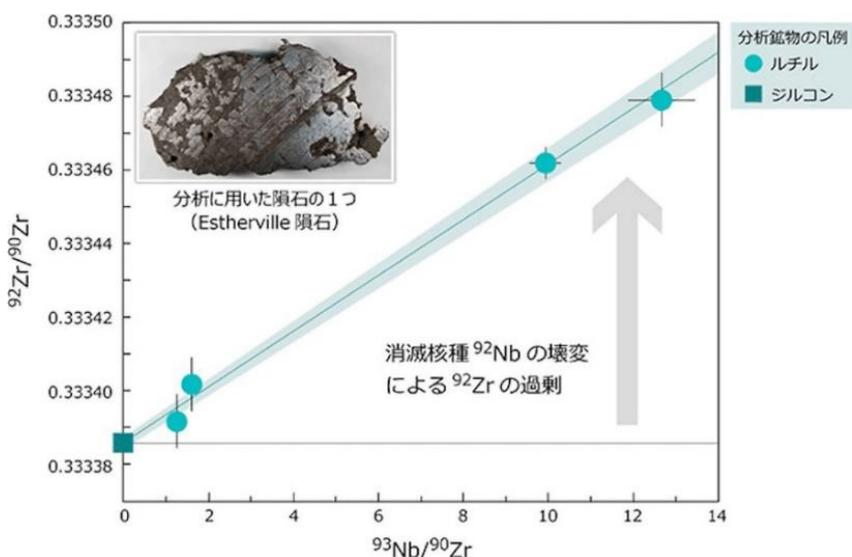
その初期太陽系の状況を伝えてくれる物的証拠が、火星と木星軌道の間的小惑星帯において、それこそ数え切れないほど周回している。小惑星は、惑星に成長できなかった微惑星や原始惑星であり、その多くが形成時の状態を保持している。地球のように中心部では高温になって溶けてしまうことはないし、大気がないので風雨による風化もないからだ。太陽光や宇宙線の影響はゼロではないし、希に小惑星同士の衝突もあるが、それでも変化は圧倒的に少なく、太陽系創世時の状況が密封されているに等しいのである。そして地球に落下してくる隕石の多くは、小惑星帯を故郷としている。外側を公転する太陽系最大の惑星である木星の強大な重力の影響を受けたり、小惑星同士の衝突などによって軌道が乱れた結果、地球と交錯する軌道となり、タイミング次第で大気圏突入となるのである。そこで運よく燃え尽きなければ地表へと落下し、さらに運よく発見されれば、貴重な研究材料となるわけだ。これらの隕石は、その組成などを調べれば、どのような環境下でその隕石(の母天体)ができあがっていったのか、誕生してからどういうことが起こったのかなどがわかる。つまり、太陽系の初期の情報も手に入れられるということであり、まさに約 46 億年前から届けられたタイムカプセルだ。また、近年の同位体分析技術の発達により、隕石の分析を通して、太陽系誕生以前の元素合成の段階にまでアクセスすることが可能になってきた。このような研究で鍵を握るのが、「消滅核種」と呼ばれる放射性同位体の存在だ。消滅核種は半減期 10 万年～1 億年の放射性核種であり、太陽系形成初期に存在していたが、すべての別の物質に壊変してしまい、現在はすでに存在していない同位体のことをいう。すでに存在しないものをどのように研究するのかというと、消滅核種が壊変してできた娘核種を分析するのである。要は、消滅核種そのものはなくても、その娘核種を検出することで、隕石形成時における消滅核種の存在度を見積もることが可能なのだ。消滅核種の 1 つにニオブ ^{92}Nb がある。 ^{92}Nb は、レアメタルの一種として知られる原子番号 41 のニオブの放射性同位体だ。ニオブは同位体のうち、中性子 52 個の ^{93}Nb が安定同位体であり、現在の地球で天然に存在するのはこの ^{93}Nb しかない。 ^{92}Nb の半減期は約 3700 万年で、原子番号 40 の遷移金属ジルコニウムの安定同位体である質量数 92 の「 ^{92}Zr 」に壊変するからだ。



隕石における消滅核種 ^{92}Nb の放射壊変に関する概念図 (出所:極地研 Web サイト)

92Nb は超新星爆発の際に起こる、鉄より重い元素を生成する元素合成の一種である「p 過程」によって生成される。そのため太陽系形成時における 92Nb の存在度を決定することができれば、92Nb の元素合成モデルと併せることで 92Nb を生成した最後の超新星爆発から太陽系形成までの期間を見積もることが可能になるという。消滅核種 92Nb の太陽系形成前後における存在度の変化。92Nb は最後の超新星爆発の後、放射壊変により半減期に応じて一定の割合で減少する (出所:極地研 Web サイト)

また、ある隕石中の 92Nb の存在度を見積もることで、その隕石母天体である微惑星や原始惑星の形成年代を導くこともできるようになる。しかし、隕石中における 92Nb 由来の 92Zr の過剰が小さいため、従来の研究では 92Nb の「初生存在度」を精度よく見積もることは困難だった。92Nb の初生存在度を決定するためには、まず隕石の形成年代と形成時における 92Nb 存在度を実際の隕石を分析して求める必要がある。これらの値と 92Nb の半減期を用いて、計算から 92Nb 初生存在度が導かれるのだ。より精度の良い 92Nb 初生存在度を得るためには、初期太陽系において 92Nb を多量に取り込んだ鉱物を特定し、分析することが重要になる。隕石構成鉱物の中で、この条件に合致するのが酸化チタン鉱物の「ルチル(TiO2)」で、「金紅石」とも呼ばれている。しかし、隕石中のルチルは直径が 0.1mm 以下と小さく、ごくわずかにしか存在しない。そのため、これまでは分析が困難とされてきたのである。そこで研究チームは今回着目したのが、ルチルがわずかに存在する隕石「メソシデライト」だ。同隕石は、小惑星帯最大の小惑星であるベスタ(平均直径 525km)を 45 億 2500 万年前に襲った大規模衝突によって、中心の金属核と表層の岩石が混合して形成されたと考えられている。そして、メソシデライト隕石中のルチルの鉱物学的特徴および化学組成から、これらのルチルは小惑星ベスタにおける大規模衝突の際に形成され、Nb を多量に取り込んだことが明らかとなった。メソシデライト隕石のルチルには、92Nb 由来の 92Zr の大きな過剰が記録されていると考えられている。つまり、ルチル形成時における 92Nb 存在度を、精度よく決定することが可能であるとされたのだ。そこで今回の研究では、メソシデライト隕石から効率良くルチルを分離する手法の確立から進められた。そして回収されたルチルの Nb/Zr 比および Zr 同位体比の分析が行われたのである。



メソシデライト隕石のルチルで観測された消滅核種 92Nb の痕跡。現在のルチルには 92Nb 由来の 92Zr が蓄積されている。今回の研究では、メソシデライト隕石の微小鉱物ジルコンについても同様の分析が行われた。ジルコンは Nb をほとんど取り込まないため、形成した当時の 92Zr/90Zr 比が保持されている (出所:極地研 Web サイト)

分析された 4 種類のメソシデライト隕石のルチルにおいて、Nb/Zr 比に応じた 92Zr の過剰が検出された。これらの 92Zr の過剰は、ルチルが形成時に 92Nb を取り込んだことを示しているという。

また、取得されたデータから、分析されたメソシデライト隕石のルチルが同じタイミング、つまり小惑星ベスタでの大規模衝突の際に形成されたことが示されていることも判明したとする。これらの結果から、45 億 2500 万年前の 92Nb 存在度を得ることに成功。そして計算により、92Nb 初生存在度を決定することが可能となった。

今回の研究で得られた ^{92}Nb 初生存在度は $^{92}\text{Nb}/^{93}\text{Nb}=(1.66\pm 0.10)/10$ 万であり、従来の見積もりと比べ、精度が6倍向上したとする。そして ^{92}Nb 初生存在度が高精度に決定されたことで、 ^{92}Nb - ^{92}Zr 年代測定法が利用可能となった。同年代測定法は、初期太陽系の微惑星や原始惑星の進化に対して高精度の年代軸を与えることが期待されるという。次に、 ^{92}Nb 初生存在度と、Ia型超新星爆発における ^{92}Nb の元素合成モデルの比較から、最後の超新星爆発から太陽系誕生までの期間が見積もられ、最長でも540万年と算出された。540万年以下という結果は、p過程で生成されるもう1つの消滅核種「サマリウム ^{146}Sm 」から見積もられた期間よりも圧倒的に短い。 ^{146}Sm がIa型超新星爆発で生成されたのに対し、 ^{92}Nb はIa型超新星爆発に加え、II型超新星爆発でも生成されることが理由として考えられるとしている。p過程に関しては、質量数100あたりの核種を境に、超新星爆発での元素合成メカニズムが異なることが理論計算によって指摘されていた。今回、 ^{92}Nb 初生存在度が高精度に決定されたことで、隕石の研究から太陽系形成以前のp過程元素合成に対し強い制約を与えることに成功した形だ。今後は、 ^{92}Nb - ^{92}Zr 年代測定法を各種隕石や探査機による回収試料に適応し、初期太陽系の惑星物質の進化に対し、精度の良いタイムスケールを提供することを試みるとする。また、理論計算による元素合成モデルの進展とともに、今後p過程元素合成に関する理解が進むことが期待されるとしている。

<https://sorae.info/astromy/20210301-black-hole.html>

銀河中心の巨大なブラックホールは暗黒物質から形成されたのかもしれない



2021-03-01 [松村武宏](#)

天の川銀河を取り巻く暗黒物質の分布（青色）を描いた想像図（Credit: ESO / L. Calçada）

近年、およそ138億年前とされるビッグバンから10億年と経たない頃の宇宙において、すでに質量が太陽の数億倍から十数億倍もある超大質量ブラックホールが存在していたとする研究成果が幾つか発表されています。こうしたブラックホールは宇宙のスケールからすれば短期間で急成長を遂げたとみられており、その謎を解くべく研究が進められています。 関連：[観測史上最も古い「クエーサー」を発見、130億年以上前の宇宙に存在](#)

ラプラタ国立大学の Carlos R. Argüelles 氏らの研究グループは、さまざまな銀河の中心に存在すると考えられているこれらの巨大なブラックホールが、暗黒物質（ダークマター）から形成された可能性があるとする研究成果を発表しました。この宇宙に存在する物質やエネルギーのうち、私たちが知覚している「通常の物質」は約5パーセントに過ぎず、約27パーセントは電磁波（電波、可視光、X線など）で観測できず通常の物質には重力を介して影響を及ぼす「暗黒物質」、約68パーセントは「暗黒エネルギー（ダークエネルギー）」が占めるとみられています。誕生したばかりの宇宙ではマイクロな密度のゆらぎをもとに暗黒物質が集まり、暗黒物質の重力に引き寄せられた通常の物質から星々が誕生し、やがて銀河に成長していったと考えられています。

関連：[謎に包まれた仮説上の物質「ダークマター」とは？](#)

研究グループでは、高い密度で集まった暗黒物質から超大質量ブラックホールが直接形成された可能性があると考えています。Argüelles 氏は今回の成果について「初期の宇宙における超大質量ブラックホールの形成を自然に説明できるかもしれません」と語ります。

発表によると、これまでは初期宇宙の超大質量ブラックホールについて、通常の物質でできた最初期の恒星が超新星爆発した際に形成される恒星質量ブラックホール（質量は太陽の数倍～十数倍）が合体を繰り返したり、ブラックホールが従来想定されてきた限界（エディントン限界）を上回るペースで成長したりしたのではないかと

考えられてきました。いっぽう研究グループによるシミュレーションの結果、暗黒物質からのブラックホール形成は通常物質を想定した従来の予想よりも早い段階で起き、銀河に先立って超大質量ブラックホールが形成された可能性もあるといいます。 関連：[宇宙初期のブラックホールは合体を繰り返した末に急成長していた？](#)

Argüelles氏は「暗黒物質ハロー（暗黒物質のかたまり）の中心部分がどのようにして高密度に集中するのかを示したこのシミュレーションモデルは、超大質量ブラックホールの形成を理解する上で重要な役割を担う可能性があります」とコメントしており、今後の研究で超大質量ブラックホールの形成についてのさらなる手がかりが得られることに期待を寄せています。Image Credit: ESO / L. Calçada Source: [王立天文学会](#) 文／松村武宏

<https://sorae.info/astromy/20210302-water-planet.html>

天の川銀河で地球のような水の惑星は珍しくない？ 最新研究により判明



2021-03-02 [飯銅 重幸](#)

NOAAのGOES-East衛星により撮影された地球の画像。今

回の研究成果によれば地球のような液体の水に覆われた地球型惑星は天の川銀河において珍しくないかもしれないという。(Image Credit: NASA/NOAA/GOES プロジェクト)

デンマークにあるコペンハーゲン大学のアンダース・ヨハンセン教授率いる研究チームは2月18日、新しい惑星形成理論に基づいたコンピューターモデルを使ってシミュレーションをおこなった結果、地球、金星、火星などのような地球型惑星(岩石惑星ともいう)においては、広く液体の水が存在する可能性があることが解ったと発表しました。研究チームによれば、この研究成果は、天の川銀河で形成される地球型惑星一般にあてはまり、天の川銀河において地球のように液体の水を持つ惑星は”けして珍しいものではない可能性”があるといいます。

これまでの惑星形成理論では、原始太陽系円盤に含まれる岩石や金属のチリが衝突・合体を繰り返して、数キロメートルサイズの微惑星になり、この微惑星が衝突・合体を繰り返して、原始惑星になり、さらにこの原始惑星が合体・衝突を繰り返して、地球型惑星が形成されると考えられてきました。しかし、研究チームによれば、地球型惑星は、原始太陽系円盤でつくられる氷(水の氷)や炭素を豊富に含むミリメートルサイズの小石(pebble)が集積して、形成されるといいます(小石降着モデル=pebble accretion model)。

まず、現在の地球の質量の1%ほどまで、小石が大量に集積します。すると引力が増すために、その後は、爆発的に小石の集積が進み、それから500万年ほどで、現在の地球の質量ほどにまで成長します。しかし、その過程で地表の温度は急激に上昇します。すると、その後は、宇宙から降ってくる小石に含まれている氷は、地表に到達するまでに蒸発して失われてしまいます。そのため、現在、地球の約7割は海に覆われていますが、実は地球全体でみると水の比率は1%ほどしかないのだといいます。ところで、このような小石は、天の川銀河に存在する全ての若い恒星の周りに存在しています。もし、地球と変わらない材料から、地球と同じようにして他の恒星系の惑星も形成されるとしたら、それらの系外惑星も、地球と同じように液体の水と炭素(生命の材料になる)を持っている可能性があることとなります。さらに、この場合には、研究チームによれば、海と大陸の比率まで地球と似ている可能性があるといいます。現に太古の金星や火星には海と呼んでもかまわないほどの大量の液体の水が存在していたと考えられています。もし、主星(恒星)との距離が適切ならば、この天の川銀河には、地球のように、広大な海を持ち、生命が溢れる系外惑星がたくさんあるのかもしれないですね。 Image Credit:

NASA/NOAA/GOES プロジェクト Source:[コペンハーゲン大学のプレスリリース](#)／[論文](#) 文／飯銅重幸

おとめ座の方向で見つかった地球型惑星、大気研究の重要な観測対象となるか

2021-03-06 [松村武宏](#)



系外惑星「グリーゼ 486 b」の地表を描いた想像図 (Credit: RenderArea)

マックス・プランク天文学研究所の Trifon Trifonov 氏、東京大学大学院総合文化研究科附属先進科学研究機構の成田憲保氏らの研究グループは、「おとめ座」の方向およそ 26 光年先にある赤色矮星「グリーゼ 486 (Gliese 486)」を周回する太陽系外惑星が見つかったとする研究成果を発表しました。今回見つかった系外惑星は今後の重要な研究対象になり得るとして研究グループから注目されています。今回発見が報告された系外惑星は「グリーゼ 486 b (Gliese 486 b)」と呼ばれています。発表によると、グリーゼ 486 b は地球と比べて直径が約 1.3 倍、質量が約 2.8 倍で、地球とほぼ同じ密度を持つ岩石惑星とみられています。主星のグリーゼ 486 は直径と質量がどちらも太陽の 3 分の 1 ほどで、表面温度は摂氏約 3100 度と太陽よりも小さく低温の恒星です。

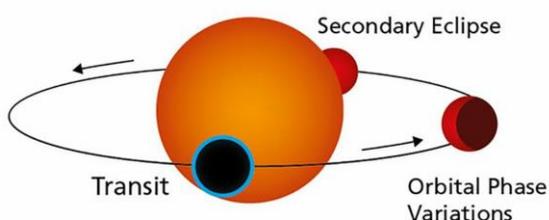
サイズが地球に似ていることから生命の居住可能性も気になるのですが、主星のグリーゼ 486 から約 250 万 km 離れた軌道を約 1 日半という短い周期で公転しているグリーゼ 486 b は、自転と公転の周期が同期した潮汐固定（潮汐ロック）の状態にあると考えられています。昼側の表面温度は少なくとも摂氏約 430 度に達すると推定されていて、その表面はおそらく地球よりも金星に似ていると予想されています。

■地球に似た系外惑星の大気を調べる上で重要な観測対象になる可能性

恒星の周囲を公転する系外惑星を直接観測するのはきわめて難しく、これまでに発見された 4000 個以上の系外惑星の多くは「視線速度法」や「トランジット法」といった手法を用いて間接的に検出されてきました。視線速度法とは、系外惑星の公転にともなって円を描くようにわずかに揺さぶられる主星の動きのうち、地球から見た視線方向の動きを主星の色のわずかな変化をもとに捉え、系外惑星を検出する手法です。

もう一つのトランジット法とは、系外惑星が主星（恒星）の手前を横切る「トランジット (transit)」を起こした際に生じる主星の明るさのわずかな変化をもとに、系外惑星を検出する手法のこと。グリーゼ 486 b はトランジット法を利用するアメリカ航空宇宙局 (NASA) の系外惑星探査衛星「TESS」が 2020 年 3 月から 4 月にかけて行った観測において、主星であるグリーゼ 486 の周期的な減光として最初に検出されています。

トランジットを起こす系外惑星の大気は、地球から見て恒星の手前を横切る際に系外惑星の大気を通過してきた恒星の光を分光観測（電磁波の特徴を波長ごとに分けて捉える手法）する「トランジット分光」や、地球から見て恒星の裏側へ回り込む前後に系外惑星の昼側が反射した光を分光観測する「二次食分光」によって調べることができます。



系外惑星の軌道を描いた模式図。恒星の手前を横切るトランジット (Transit) や恒星の裏側に回り込む二次食 (Secondary Eclipse) の際に分光観測を行うことで大気を調べることができる (Credit: MPIA graphics department)

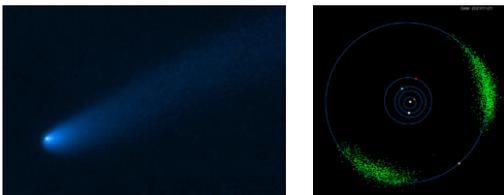
研究グループではグリーゼ 486 b が薄い大気を持つ可能性があり、大気を詳しく調べることができる地球に似た岩石惑星だと考えています。研究に参加した宇宙生物学センター（スペイン）の José Antonio Caballero 氏は「温度があと 100 度高ければ表面が溶岩に覆われて気化した岩石の大気を持っていたでしょうし、あと 100 度低ければ追跡観測には適さなかったでしょう」と語ります。研究グループによると、トランジット分光や二次食分光を利用して大気の組成や温度分布を調べる上で、グリーゼ 486 b のように公転周期が短く温度が高いことは有利な特徴だといいます。2021 年 10 月に打ち上げられる予定の宇宙望遠鏡「ジェイムズ・ウェッブ」では系外惑星のトランジットや二次食を利用した大気の観測が予定されており、研究グループでは太陽系に比較的近いグリーゼ 486 b がジェイムズ・ウェッブの重要な観測対象になると期待を寄せています。

Image Credit: RenderArea Source: [東京大学 \(PDF\)](#) / [IAC](#) 文／松村武宏

<https://sorae.info/astrometry/20210305-trojan-asteroid.html>

木星のトロヤ群小惑星と一緒に太陽を公転している彗星が確認される

2021-03-05 [飯銅 重幸](#)



ハッブル宇宙望遠鏡によって撮影された P/2019 LD2 の画像。尾を引いているのがよく解る (Credit: NASA, ESA, and B. Bolin (Caltech))

一番外側を回っている橙色の点が木星、その前後を回っている緑色の点が木星のトロヤ群の小惑星になる (Image Credit: Southwest Research Institute)

NASA は 2 月 26 日、木星のトロヤ群の近くでトロヤ群の小惑星と一緒に太陽の周りを公転している彗星が確認されたと発表しました。木星のトロヤ群の近くでこのような彗星が確認されたのはこれが初めてとなります。太陽と木星の引力が釣りあい、小惑星などが力学的に安定して存在できるポイントがいくつかあります。それらのポイントのうち 2 つは、木星の軌道上に、木星の前に 1 つ、木星の後ろに 1 つあり、それぞれ力学的に安定しているために、たくさんの小惑星が集っています。その数は 7000 個以上にもなります。これらの小惑星の集まりを木星のトロヤ群といいます。今回確認された彗星(以下、P/2019 LD2=LD2)は、木星の前方に位置するトロヤ群の近くにあり、トロヤ群の小惑星と一緒に、太陽の周りを公転しています。木星のトロヤ群の近くでこのような彗星が確認されたのはこれが初めてとなります。

LD2 は 2019 年にハワイ大学の小惑星地球衝突最終警報システムの望遠鏡によって初めてその存在が確認されました。そして、その後、アメリカ、カルテックのブライス・ボリンさん率いる研究チームは、スピッツァー宇宙望遠鏡(現在運用終了)による追加観測などをおこなってきましたが、ついに、ハッブル宇宙望遠鏡の鮮明な視界に助けられて、LD2 の尾、コマの構造、ダストの大きさや噴き出す速さなどを確定し、これらがその特徴から比較的最近の彗星によくみられる活動によるものであることを確認しました。ちなみに、彗星のコマとは、太陽によって熱せられることにより彗星の核から噴き出したガスやダストからつくられる、いわば彗星の大気のようなものです。LD2 の故郷は、カイパーベルトの可能性が高く、研究チームのシミュレーションによれば、LD2 は、2 年ほど前にカイパーベルトから太陽に向かって落下する途中で木星の引力によって捕えられましたが、これからおおむね 2 年以内に、木星の引力の影響によって、再び太陽に向かって落下し始める可能性が高いそうです。そして、おおむね 50 万年以内には、90%の確率で、太陽系から弾き出されて、恒星間彗星になると考えられるといいます。LD2 が木星のトロヤ群の近くにいるのは一時なものというわけです。 Image Credit: NASA, ESA, and B. Bolin (Caltech) / Southwest Research Institute Source: [NASA](#) / [論文](#) 文／飯銅重幸

銀河衝突の淡い痕跡を残す相互作用銀河「NGC 7252」 2021-03-05 [松村武宏](#)



相互作用銀河「NGC 7252」(Credit: NASA, ESA) NGC 7252 全体とその周辺の様子 (Credit: ESO)

こちらは「みずがめ座」の方向およそ2億2000万光年先にある相互作用銀河「NGC 7252」の中央付近を捉えた画像です。明るい中心部分を取り巻く暗いダストレーンの外側に、幾重もの淡いシェル構造が写し出されています。相互作用銀河とは、すれ違ったり衝突したりすることで互いに影響を及ぼし合っている複数の銀河のこと。欧州宇宙機関(ESA)によると、NGC 7252の場合は現在観測されている姿から約10億年前に2つの銀河が衝突して引き裂かれ、このとき飛び出した星々や塵によって外側のシェル構造が形成されたとみられています。シェル構造の内側にある渦巻く構造は小さな渦巻銀河のようにも見えますが、その直径は私たちが住む天の川銀河の10分の1に相当する1万光年ほど。この構造も衝突の影響によるもので、NGC 7252における合体のプロセスが完了するであろう数十億年後には消えていると考えられています。

天の川銀河も30億から40億年後にはアンドロメダ銀河(M31)との衝突が始まると予想されているため、NGC 7252は相互作用銀河となった未来の天の川銀河およびアンドロメダ銀河の姿を予見させるものとも言えるかもしれません。冒頭の画像は「ハッブル」宇宙望遠鏡の「広視野カメラ3(WFC3)」による光学および赤外線観測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一枚として2015年12月7日付で公開されています。関連：[やまねこ座の相互作用銀河が描き出した青く美しい星々の流れ](#)

Image Credit: NASA, ESA / Acknowledgements: Judy Schmidt Source: [ESA/Hubble](#) / [ESO](#) 文／松村武宏

<https://news.mynavi.jp/article/20210303-1767540/>

宇宙線を加速させる天体「ペバトロン」、その候補を東大などが発見

2021/03/03 15:22 [著者：波留久泉](#)

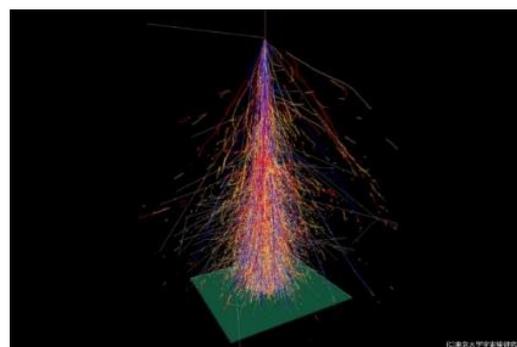
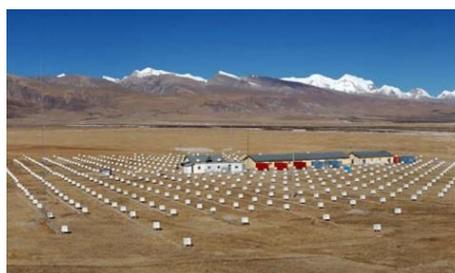
東京大学、横浜国立大学(横浜国大)、日本大学(日大)、神奈川大学の4者は3月2日、中国チベット自治区のヤンパーチン(羊八井)高原に設置された、超高エネルギー宇宙線・ガンマ線を観測するための「空気シャワー観測装置」を用いた「チベットASg(エイ・エス・ガンマ)実験」において、100TeVを上回る超高エネルギーガンマ線が超新星残骸「G106.3+2.7」から到来していることを確認し、ガンマ線放射領域が近傍の分子雲の位置とよく合致していることが判明したと発表した。同成果は、東大宇宙線研究所 高エネルギー宇宙線研究部門の瀧田正人教授、同・佐古崇志特任助教、同・大西宗博助教、横浜国大大学院 工学研究院の片寄祐作准教授、日大 生産工学部 教養・基礎科学系の塩見昌司准教授、神奈川大工学部 物理学教室の日比野欣也教授らの研究チームによるもの。[詳細は、英科学誌「Nature」系の天文学学術誌「Nature Astronomy Letters」にオンライン掲載された。](#)

宇宙線とは、超高速で飛来する陽子やアルファ粒子(ヘリウムの原子核)などである。1912年に発見され、それ以来、109~1020eVという、高エネルギーかつ、10桁以上にまたがる幅広いエネルギー領域にわたって観測されてきた。陽子やアルファ粒子などを、高いエネルギーにまで加速している仕組みは完全には解明されていない。なぜそれほど高いエネルギーにまで加速できるのかは、超新星爆発後に残された星雲状の天体である超新星残骸

が、その加速に関わっていると推測されている。超新星爆発時に吹き飛ばされた恒星の外層が、高速で膨張していくうちに周辺の星間ガスとぶつかることで衝撃波が形成されるが、その衝撃波が宇宙線を加速すると考えられているのである。また、宇宙線を加速させる天体もあると考えられている。その天体は「ペバトロン」と呼ばれており、天の川銀河内のどこかにあると考えられている。「考えられている」とは、実は宇宙線がどこからやって来るかがまだ正確にはわかっていないからだ。宇宙線が飛来してきた方向を遡っていけば、その発生源を確認できると思うかもしれない。ところが、宇宙線はその名称から受けるイメージとは異なり、まっすぐは飛ばないのだ。陽子もアルファ粒子も電荷を持っていることから、銀河磁場によりその進路を曲げられながら飛行している。そのため、地球で宇宙線を観測してもどの天体から発せられたのかを知ることはできないのだ。その一方で宇宙線がきっかけとなって誕生し、まっすぐに飛ぶものもある。ガンマ線だ。加速された宇宙線が天体のごく近傍の分子雲などのガスと衝突すると、「中性パイ中間子」が生成される。そして中性パイ中間子が崩壊すると、元の宇宙線の 1/10 程度のエネルギーを持つガンマ線が放出される可能性があるのだ。ガンマ線は磁場の影響を受けずに直進できるため、地球においてどの方向からやってきたのかを検出できれば、放出した天体の方向と一致することになる。つまり、ペバトロン候補天体を同定するのにガンマ線は重要な手がかりというわけだ。そのガンマ線に関する以下の 2 点を満たす天体を見つけることができれば、それはペバトロン候補天体となるという。

その天体が 100TeV を超えるガンマ線を放射している

ガンマ線放射領域が分子雲の位置と合っており、超新星爆発後に残された中性子星の一種であるパルサーの位置から離れている(パルサーは高エネルギーの電子を供給し、電子起源のガンマ線を放射し、原子核宇宙線起源のガンマ線と区別がつかなくなってしまうため)しかし、これまでこの 2 点が同時に確認されたことはなかったという。今回の超新星残骸 G106.3+2.7 に関しては、「VERITAS チェレンコフ望遠鏡」が TeV 領域で、フェルミ衛星が GeV 領域で観測を行ったが、どちらも 100TeV のガンマ線に対する感度が十分でなかったために正確な測定ができず、1 の条件を満たしているかどうかはわからなかった。また、「HAWC 実験」では 40~100TeV のエネルギー領域で「G106.3+2.7」からのガンマ線が観測されたが、100TeV を超えてはいなかったという。さらに、ガンマ線放射領域がパルサーから位置的に離れていることが示されていなかったとした。このように、わずかふたつの条件ではあるが、それらを満たす天体の探索は時間を要している。そこで注目されたのが、中国チベット自治区の標高 4300m のヤンパーチン高原で行われているチベット ASg 実験だ。同実験は、多数の粒子検出器を配置し、宇宙空間から降り注ぐ超高エネルギー宇宙線・ガンマ線によって生じた粒子を通して、宇宙線やガンマ線の観測を間接的に的に行っているものである。東大宇宙線研究所や中国科学院高能物理研究所など、日本と中国の 33 の大学や研究機関に所属する 95 名の研究者が参加する大型の国際共同実験で、1990 年から 30 年以上にわたって実験が続けられている。宇宙線やガンマ線は厚い大気に阻まれて地表まで届きにくくなるため、チベット ASg 実験は標高 4500m という富士山よりも遥かに高い高地に建設されている。そして、多数の粒子検出器を碁盤の目に配置した「チベット空気シャワーアレイ」という装置が観測に用いられている。

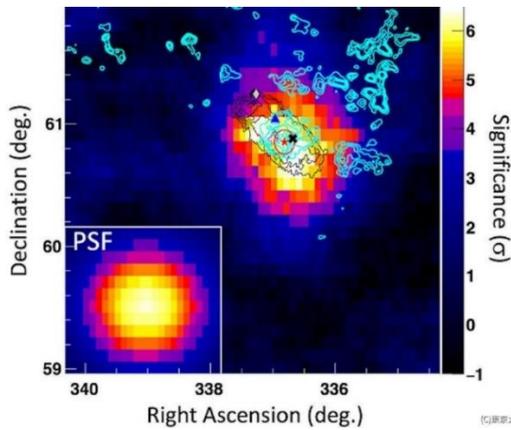


チベット ASg 実験の施設。(左)チベット高原・標高 4300m に設置されている空気シャワー観測装置。(右)その地下に設置されている注水前の水チェレンコフ型ミュオン検出器 (出所:東大宇宙線研究所 Web サイト)

空気シャワーとは、高エネルギーの宇宙線やガンマ線が大気上層の窒素原子核などと衝突することで多数の粒子

が生成され、それらがさらに衝突を繰り返してシャワー状に粒子が次々と増えながら降り注ぐ現象のことだ。宇宙線が大気中でつくる空気シャワーのイメージ。宇宙線が大気中の窒素原子核などに衝突し、そこから素粒子が生まれ、それがまた窒素原子核などと衝突してさらに素粒子が生まれ、という具合で増えていく (出所:東大宇宙線研究所 Web サイト)

つまり空気シャワーを観測するということは、宇宙から飛来した宇宙線やガンマ線を、2次的、3次的(さらにはそれ以上)に観測するということだ。空気シャワーの粒子を多数の検出器で計測し、粒子密度分布や到着時間分布などを用いて分析することで、高エネルギーの宇宙線やガンマ線の持つエネルギーと到来方向を間接的に決定することができる。この観測システムは光学観測ではないために日夜問わないうえに、天候にすら左右されない。つまり、メンテナンス時間などを除けば24時間365日でも観測し続けることが可能なのである。このチベットASg実験装置では、2014年になって、ガンマ線由来の空気シャワーを感度よく観測できるよう、新たな観測機器が空気シャワー観測装置に追加された。今回の研究で用いられたデータは、その追加作業が完了した直後から2017年までの約2年分の観測で得られたものが使用されている。このようにアップデートされて性能が向上したのだが、実はそれでも天の川銀河のいずれかの天体からやってくるガンマ線をとらえるのはとても困難だ。100TeVを超えているといっても、強度そのものは弱いからである。宇宙線やガンマ線は宇宙中を飛び交っており、全方位から一様にやって来る。つまり、ノイズが大きく、100TeVを超えるガンマ線であってもそれらと比べたら数百分の1以下しかない。検出する仕組みを工夫しない限り、ノイズの中に埋もれてしまう可能性が高いのである。そこでノイズを大幅に削減するために着目されたのが、空気シャワーに含まれる「ミューオン」の数だった。ミューオンはミュー粒子とも呼ばれ、素粒子の標準理論においては電子やニュートリノが属するレプトンの仲間として扱われている。レプトンは荷電のあるレプトンと電荷のない(中性の)ニュートリノの2グループに分類され、ミューオンは荷電レプトンの第2世代という位置づけだ(第1世代が電子、第3世代がタウ粒子)。ミューオンの最大ともいえる特徴が、物質の透過能力の高さだ。地球を7個並べたとしても貫通してしまうといわれるニュートリノほどではないものの、ミューオンも物質を透過する能力がほかの素粒子よりも高い。その特徴を利用し、近年は日本の研究チームがエジプトや中米のピラミッドなどの遺跡を対象に、まさに“遺跡用レントゲン”ともいべき使い方で成果を上げている。このミューオン、ひとつだけ難点があるとしたら、実はガンマ線だけでなく、宇宙線によっても生成されてしまうという点だ。つまり識別する必要があるということである。そのためのポイントは、ガンマ線起源の空気シャワー中のミューオン数が、宇宙線起源のそれと比べて50分の1程度しかないこと。要は、ミューオン数を計測することでガンマ線起源のミューオンと、宇宙線起源のミューオンを選別することが可能となるのだ。そこで、純度の高いミューオン数を測定するため、空気シャワー中のミューオン以外のほとんどの粒子が遮断されて届かない地下2.4mに「水チェレンコフ型ミューオン検出器」が新たに建造された。もちろんニュートリノも実際には届くが、逆に透過力が桁違いに高いことなどもあり、大きな問題とはならないようである。同検出器は、世界最大級の3400平方メートルという面積を有し、水深1.5mのプール中に光電子増倍間を取り付けた構造になっている(ニュートリノ観測で知られるスーパーカミオカンデをタンクではなくプールにしたようなもの)。これにより、ミューオンが水中で発するチェレンコフ光を観測し、空気シャワー中のミューオン数を計測するのである。今回の研究で使用されたデータは、この地下ミューオン検出器を2014年から約2年間用いて取得されたものだ。最終的に、100TeV以上のエネルギー領域において、宇宙線によるノイズを1/1000以下にまで減らすことに成功したという。その結果、超新星残骸G106.3+2.7から放射されるガンマ線のスペクトルが、100TeV以上にまで伸びていることが確認されたのである。これは、これまでに超新星残骸から観測された中では最高エネルギーのガンマ線だという。また、ガンマ線が飛来した方向をたどっていくと、分子雲の位置とよく合っており、同分子雲の北東に位置するパルサーからは離れていることも確認された。



チベット空気シャワー観測装置で観測した超新星残骸 G106.3+2.7 方向の 10TeV 以上のガンマ線イメージ。左下パネルの PSF は、装置の角度分解能による広がりが見られている。黒の等高線は超新星残骸の外殻、水色の等高線は分子雲の分布、灰色のダイヤモンドはパルサーの位置を示したもの。赤の星印(統計誤差を示す円つき)、黒のx印、マゼンタの十字および青の三角は、チベット空気シャワー観測装置、Fermi 衛星、VERITAS チェレンコフ望遠鏡および HAWC 実験で観測されたガンマ線放射領域の中心 (出所:東大宇宙線研究所 Web サイト) ペバトロン候補となった超新星残骸 G106.3+2.7 の想像図。黄色い点は、宇宙線が分子雲のガスと衝突し、ガンマ線が放射されている様子を表したもの。(c) 東京大学宇宙線研究所/若林菜穂氏 (出所:東大宇宙線研究所 Web サイト)

これらのことから、超新星爆発後に形成される衝撃波で陽子がまず PeV 領域まで加速され、近傍の分子雲のガスと衝突して中性パイ中間子を生成。そして同中間子が崩壊して 100TeV 領域のガンマ線が放射される、という過程が起こっていると考えられるとした。つまり、G106.3+2.7 はペバトロンの候補天体であるといえるとしている。今回活躍したチベット ASg 実験は北半球にあるため、当然ながら南半球からしか見えない領域からやってきたガンマ線をとらえることは不可能だ。南半球からでないで見えない重要な領域としては、天の川銀河の中心部がある。そこで現在、チベット ASg 実験と類似の観測装置を建設する「ALPACA」実験が南米のボリビアにて計画だ。今後、ALPACA 実験もスタートすれば、チベット ASg 実験と合わせてより広い領域をカバーできるようになり、観測データも増えていく。こうして今回の新エネルギー領域における研究が進めば、銀河系内の宇宙線のエネルギー限界や発生原理、および発生源を明らかにすることが可能となるだろうとする。1912 年の宇宙線発見以来、100 年以上謎となっている宇宙線の起源が解明されることが期待されるとしている。

https://news.biglobe.ne.jp/domestic/0303/ym_210303_2627573562.html

費用はすべて前沢さんが負担、月旅行宇宙船の同乗者を世界中から募集

3月4日(木) 1時34分 [読売新聞](#)

実業家の前沢友作さん(45)が3日、米宇宙企業スペースXの宇宙船で月に向かう計画の乗組員を世界中から募集すると発表した。2023年の打ち上げを目指しており、民間人初の月旅行になる可能性がある。

発表によると、募集するのは大型宇宙船「スターシップ」に前沢さんとともに乗り込む同乗者8人。飛行期間は約1週間で、月の裏側を回って地球に戻る。費用はすべて前沢さんが負担するという。

応募は、計画の公式サイト (<https://dearmoon.earth>) から3月14日までに事前登録する。書類選考やオンライン面談を経て5月下旬頃の最終面談で選ばれる。

前沢さんは18年、スペースXが開発中で23年の打ち上げを目指すスターシップの全席の権利を取得し話題となった。前沢さんは「宇宙での経験を生かし、人や社会の役に立ちたい、自分のクリエイティブな活動を大きく飛躍させたいと思う人は応募してほしい」と呼びかけている。