

宇宙でも節分「鬼は外」 野口さん豆まき 2021/2/2 21:49 (JST) ©一般社団法人共同通信社



国際宇宙ステーションでピーナツで豆まきする野口聡一飛行士 (YouTube より)

国際宇宙ステーションで「鬼は外」。長期滞在中の野口聡一飛行士は2日、動画投稿サイト YouTube (ユーチューブ) で豆まきをする様子を公開し、「皆さんにとって健康で幸せな1年になりますように」と呼び掛けた。

野口さんは赤鬼を描いたお面を着けて「鬼は外、福は内」と言いながら、ピーナツや透明なカプセルに入ったチョコレートを投げ、無重力で浮かぶ様子を紹介した。

昨年11月にステーションに到着した野口さんは近く、日本人最多となる4度目の船外活動に挑む。

https://news.biglobe.ne.jp/it/0202/nlb_210202_7545977018.html

寺を人工衛星で打ち上げる「宇宙寺院」が2023年実施予定 「寺(テラ)へ……」「テラ

ワロス www」 2月2日(火) 12時32分 [ねとらぼ](#)

テラスペースは、世界遺産である京都の醍醐寺と人工衛星による宇宙寺院「浄天院劫蘊寺(じょうてんいんごうんじ)」(以下「劫蘊寺」)の開発と打ち上げに向け業務技術提携を行ったことを発表しました。宇宙寺院の打ち上げ……テラスペース……寺宇宙(テラスペース)……!

発表によると、2023年度打ち上げ予定のIoT衛星内の区画を活用し、人工衛星に宇宙寺院の役割も持たせるとのこと。業務技術提携に伴いテラスペースと醍醐寺は「劫蘊寺実行委員会」を発足させ、宇宙寺院の運用と事務局の業務を行うとしています。宇宙寺院は、宇宙に浮かぶお寺のこと。高度400~500キロの地球低軌道で運用を行い、約1時間半かけて地球を一周します。宇宙寺院の現在地情報などは、スマートフォンアプリで確認できるようになる予定。劫蘊寺は、鎮護宇宙を趣旨とする醍醐寺の法流をくむ寺院。地球を含む宇宙全体の平和と人類の宇宙での活動の安全のための宇宙法要が、醍醐寺などで定期的開催されます。2月8日には早速「宇宙法要」が予定されており、YouTubeライブが実施されます。

劫蘊寺はすでに公式サイトが公開されており、仏像が宇宙を漂う壮大過ぎるトップページが人気となっているもよう。また、その趣旨などから「リアルサイバーパンクだ」といった声も寄せられています。

https://news.biglobe.ne.jp/it/0202/imn_210202_1585851171.html

「宇宙寺院」23年打ち上げへ 醍醐寺とテラスペースが合意 ご本尊や曼荼羅を搭載

2月2日(火) 0時5分 [ITmedia NEWS](#)

世界遺産の醍醐寺(京都府伏見区)と京都大学発の宇宙ベンチャー・テラスペース(京都府左京区)は2月1日、人工衛星による「宇宙寺院」の開発と打ち上げを目指して業務提携を発表した。2023年にテラスペースが打ち上げるIoT衛星に寺の機能を持たせる。

宇宙寺院の名称は「浄天院劫蘊寺」(じょうてんいんごうんじ)。鎮護宇宙をかかげる醍醐寺の流れを汲む寺院を高度400k~500kmの地球低軌道上に“建立”する計画だ。衛星は携帯電話の電波が届かない山間部の文化財保護を目的としたもの。ペイロードの半分を宇宙寺院とし、本尊となる大日如来像や曼荼羅(まんだら)を搭載する。衛星は地球を約1時間半で1周し、「地球のすべての地域をカバー」(テラスペース)。宇宙寺院の

現在位置はスマートフォンアプリなどで確認できるようにする。 テラスペースは 2020 年設立の宇宙ベンチャー。プロジェクトでは人工衛星の開発に加え、醍醐寺と共同で宇宙寺院の運用と事務局業務も行う。

醍醐寺は今後、地球を含む宇宙全体の平和と人類の宇宙での活動の安全を祈願する「宇宙法要」を定期的開催する。第 1 回は 2 月 8 日の予定で、当日は YouTube で生中継する。参加申し込みは宇宙寺院・浄天院劫蘊寺の Web サイトで受け付ける。 醍醐寺は 874 年（貞観 16 年）創建の真言宗醍醐派総本山。200 万坪以上の広大な敷地は世界遺産に指定登録され、年間 40 万人から 50 万人が観光に訪れる。テラスペースの取締役を務める醍醐寺の仲田順英執行・統括本部長は、1 月 24 日に醍醐寺で行われたシンポジウム「観光からみた宇宙 5」に出席し、「宇宙に人類が進出する時代だからこそ、心の拠り所になるところも必要ではないか」と話した。

<https://sorae.info/space/20210203-terraspace.html>

2023 年に「宇宙寺院」 建立へ、醍醐寺とテラスペースが提携を発表

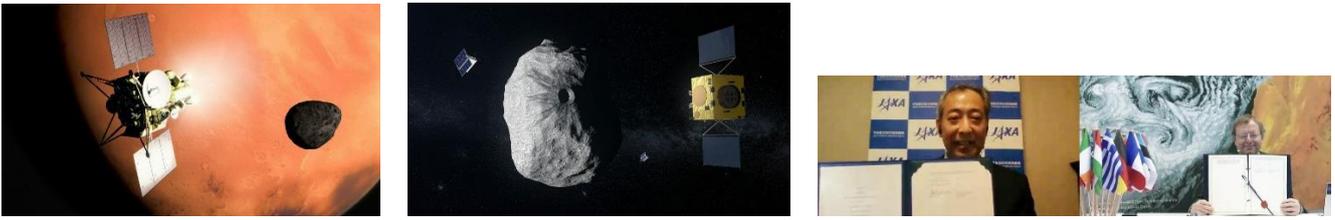
2021-02-03 [松村武宏](#)



浄天院劫蘊寺ウェブサイトより (Credit: 浄天院劫蘊寺) 人工衛星内部の配置プラン (Credit: 浄天院劫蘊寺) 京都の醍醐寺とテラスペース株式会社は 2 月 1 日、宇宙寺院の開発と打ち上げに向けた業務技術提携を発表しました。宇宙寺院は「浄天院劫蘊寺 (じょうてんいんごううんじ)」と命名されており、2023 年度の打ち上げを目指すとされています。劫蘊寺は「鎮護宇宙」を趣旨とする醍醐寺の法流を汲む寺院であり、人類の歴史に心を寄せ、未来を見つめ、人々が心を寄せ合い交流する宇宙初の寺院として設立するとされています。 各々が暮らす地域・国家だけでなく地球全体・宇宙からの目線で平和や安全を見守り、また宇宙で活動する全ての人々やミッションの安全を祈る宇宙法要が今後定期的に行われる予定です。 発表によると、劫蘊寺はテラスペースが開発する CubeSat 規格の超小型衛星 (6U サイズ: 10x20x30cm) として高度 400~500km の地球低軌道に建立 (投入) される計画です。衛星の半分には御本尊の大日如来や曼荼羅が収められ、もう半分には人工衛星のバスユニットや IoT 関連機器、センサー類が収納されます。劫蘊寺の現在位置や上空を通過する時間帯はスマートフォンアプリを使っていつでも確認可能になる予定で、地球上どこからでも参拝できるとされています。テラスペースによると、打ち上げ手段は現在検討中とのこと。いつでも人々の側に寄り添うことができる、幸福と平和を願う寺院とされる劫蘊寺。現在も国際宇宙ステーション (ISS) の通過時刻をアプリやウェブサービスを使ってチェックし、ISS の光点を地上から眺めることができますが、数年後には同じようにして宇宙寺院の通過時刻を確かめ、空に向かって参拝することが当たり前になるのかもしれませんがね。なお、2 月 8 日 (月) 10 時~11 時にかけて令和 3 年 2 月の宇宙法要が YouTube ライブで配信される予定で、劫蘊寺では参加申込を受け付けています。 Image Credit: 浄天院劫蘊寺 Source: [浄天院劫蘊寺 / テラスペース](#) 文/松村武宏

<https://sorae.info/space/20210206-jaxa-esa.html>

日欧の宇宙機関が 2 つのミッションで協定締結、機器の提供などで相互支援



火星圏に到着した MMX 探査機を描いた想像図 (Credit: JAXA)

ディモルフォスを観測する Hera 探査機を描いた想像図 (Credit: ESA-ScienceOffice.org)

Hera の協定に署名した JAXA の山川理事長 (左) と ESA のヴァーナー長官 (右) (Credit: JAXA/ISAS)

宇宙航空研究開発機構 (JAXA) は 2 月 5 日、JAXA の山川宏理事長と欧州宇宙機関 (ESA) のヨハン=ディートリッヒ・ヴァーナー長官がオンライン会談を行ったことを明らかにしました。2 月 4 日に行われたこの会談では JAXA と ESA の地球観測、宇宙科学・探査など広範に渡る協力案件の進捗状況が確認されるとともに、ESA の二重小惑星探査計画「Hera (ヘラ)」と JAXA の火星衛星探査計画「MMX」に関する協定も締結されています。 Hera は ESA 主導の小惑星探査ミッションで、アメリカ航空宇宙局 (NASA) の「DART」との連携が特徴です。まず、2021 年 6 月に NASA の DART が打ち上げられ、地球近傍小惑星のひとつ「Didymos (ディディモス、推定直径 780m)」に向かいます。 ディディモスは「Dimorphos (ディモルフォス、推定直径 160m)」とペアになった二重小惑星で、DART のミッションでは小さいほうのディモルフォスに探査機を衝突させて軌道を変化させることが目的となっています。Hera は 2024 年に打ち上げられて 2026 年にディディモスを周回する軌道に入る予定で、DART が衝突した後のディモルフォスを観測し、衝突で形成されると予想される新しいクレーターを含むディモルフォスの地表の様子や内部の構造、質量などを探査します。DART と Hera のミッションは、将来地球に衝突するかもしれない小惑星の軌道を変えて被害を未然に防ぐための取り組み「プラネタリー・ディフェンス (惑星防衛)」に貢献することになります。

関連：[はやぶさ 2 に続け！ ヨーロッパ宇宙機関が NASA と共同で展開する小惑星探査ミッションを紹介](#)

いっぽう MMX は JAXA が主導するミッションで、探査機を火星の衛星フォボスに着陸させて表面のサンプルを採取し、地球に持ち帰ることを主な目的としています。 小惑星探査機「はやぶさ 2」や初代「はやぶさ」は瞬間的なタッチダウンでサンプルを採取しましたが、MMX では探査機がフォボスの表面に数時間滞在し、ロボットアーム先端の採取装置を使って地表から 2cm よりも深いところにあるサンプルを採取する方法が採用されています。また、「はやぶさ 2」に搭載されていた「MASCOT」と同様に、MMX の探査機にはドイツとフランスが共同開発したローバーを搭載することも計画されています。MMX は 2024 年に打ち上げられ、火星圏 (火星とその周辺) には 2025 年に到着する予定です。

関連：[JAXA の火星衛星探査計画「MMX」、サンプル採取の目標がフォボスに決定](#)

今回締結された協定では JAXA による Hera の熱赤外カメラの提供や、ESA が MMX の探査機に搭載する通信機器の提供および地上局による探査機の追跡管制支援を行うことに加えて、JAXA と ESA の双方がサイエンスを通して互いの主導するミッションに貢献・参画することが合意されたとのこと。

Image Credit: JAXA/ISAS Source: [JAXA/ISAS](#) / [JAXA](#) / [ESA](#) 文／松村武宏

<https://jp.techcrunch.com/2021/02/05/2021-02-04-space-cargo-unlimited-looks-to-space-to-make-wine-grapevines-more-resistant-to-climate-change/>

宇宙で気候変動に強いワイン用ブドウの木を育てる Space Cargo Unlimited

2021 年 2 月 05 日 by [Darrell Etherington](#), [tetsuokanai](#)



宇宙の商業化では、安価な小型衛星にどんな新しいセンサーを載せるかが話題になるが、製造や生産に役立つ微小重力の恩恵を研究も外せない。ヨーロッパのスタートアップ Space Cargo Unlimited（スペース・カーゴ・アンリミテッド）は、微小重力の利点を収益性のある地上でのベンチャーに活かす事業を進めているが、このほど、世界的なワインの種苗企業 Mercier（メルシエ）と組んで、宇宙の利点を活かした丈夫なワイン用ブドウの栽培を行うと発表した。Space Cargo Unlimited は、微小重力がワインに与える影響について、すでにいくつか実験を行ってきた。2019年には国際宇宙ステーション（ISS）に赤ワインを1箱送っている。ワインは、ほぼ0Gに近い環境で丸12カ月間寝かされてから、2020年、地上に戻ってきた。現在、同スタートアップは宇宙でのバイオテックに特化した子会社 Space Biology Unlimited（スペース・バイオロジー・アンリミテッド）を立ち上げ、Mercier と共同で栽培地の気候変動に強いワイン用ブドウの新しい品種の開発に乗り出した。

Space Cargo Unlimited はボルドーのケースだけでなく、320本のブドウの茎（基本的に新芽の成長によって生まれたかブドウのコア構造）も宇宙に打ち上げている。同社はつい先日、SpaceX（スペースエックス）の貨物船でISSから帰還した茎を受け取ったところだ。送られた茎の半数はメルロー種で、もう半数がカベルネ・ソーヴィニオン種だが、MercierのCEOであるGuillaume Mercier（ギョーム・メルシエ）氏は声明の中で「前代未聞の生物学的変化」が見られたと語っている。これらは現在クローン培養され、「急速に温暖化が進む地球」での発育において優位性が示されるかが調べられていると彼は話す。バッテリーの生産から積層製造、基礎的な化学および医療用製造に至るあらゆるものが、微小重力環境で試されている。微小重力には、最もわかりやすい例として、重力による物理的な緊張が軽減されることで地上では困難な複雑な構造体の製造が可能になるという効果がある。その特異な環境では、放射パターンが地上と大きく異なることもあり、有機構造体の成長と発達に予想外の変化が引き起こされる。地上で自然に発生するものではないが、再現することで有用な結果が引き出せることもある。ISSを利用した微小重力の効果に関する研究は、何年も前から行われている。しかし、宇宙へのアクセスが安価になり機会も増えたことで、それまでは費用やスケジュールの折り合いが付かず手が出せなかった多くの企業やスタートアップにも、ずっと現実的な商業利用の道が開かれた。Space Cargo Unlimited は、この成長分野で収益が上げられる大変に有利な位置にある企業だといえる。

画像クレジット：SPACE CARGO UNLIMITED [\[原文へ\]](#)（文：Darrell Etherington、翻訳：金井哲夫）

<https://www.asahi.com/articles/ASP246G54P24ULBJ00L.html>

リュウグウの砂、硬かった スカスカのはずが研究者驚き

小川詩織 2021年2月4日 22時00分



[リュウグウで採取された砂の一部](#)=JAXA 提供

[宇宙航空研究開発機構](#)（JAXA）は4日、[小惑星探査機「はやぶさ2」](#)が地球に持ち帰った砂について、想定していたより硬かったと発表した。上空からの観測で、[小惑星「リュウグウ」](#)は「中がスカスカ」で「岩石はつまんだら砕けるくらいもろい」とみられていた。しかし、採取した砂は地球の石に近い硬さだったという。JAXAは今後、1粒ずつ構造を調べ、カタログ化する方針。JAXA [宇宙科学研究所](#)が現在分析を進めているのは、[はやぶさ2](#)がリュウグウに1回目に着陸した際、表面で採取した砂。[はやぶさ2](#)が持ち帰った約5.4グラムのうち、

3 グラムほどにあたる。砂が酸化しないように窒素を満たした設備で、1 粒ずつ重さを量り、顕微鏡で観察している。臼井寛裕（ともひろ）・地球外物質研究グループ長は「砂がけっこう硬く、簡単につまむことができ驚いた。崩れるようなものではなく、石や鉱物に近い感じだ」と話した。（小川詩織）

<https://sorae.info/astrometry/20210201-koyomi.html>

国立天文台から「2022 年の暦要項（れきようこう）」が発表される

2021-02-01 [松村武宏](#)



部分月食中の月。2022 年は 11 月に全国で月食が見られそうだ（Credit: NASA）

早いもので今年も 1 か月が過ぎました。朝起きてカレンダーをめくりつつ、月の初めと月末のどちらにめくる人が多いのだろうかと思いましたが、皆さんはいかがでしょう。そんな 2 月 1 日、毎日の暮らしに欠かせない暦と関わりが深い 2022 年（令和 4 年）の「暦要項（れきようこう）」が、国立天文台から発表されました。

■暦要項には祝日、月齢、日食や月食のタイミングなどが記載

毎年 2 月最初の官報に掲載される暦要項は日本における公式な暦と言えるもので、翌年の国民の祝日や日曜日の一覧、二十四節気および雑節、朔弦望（月齢）、東京における日の出と日の入の時刻、日食と月食が見られる日時が記載されています。

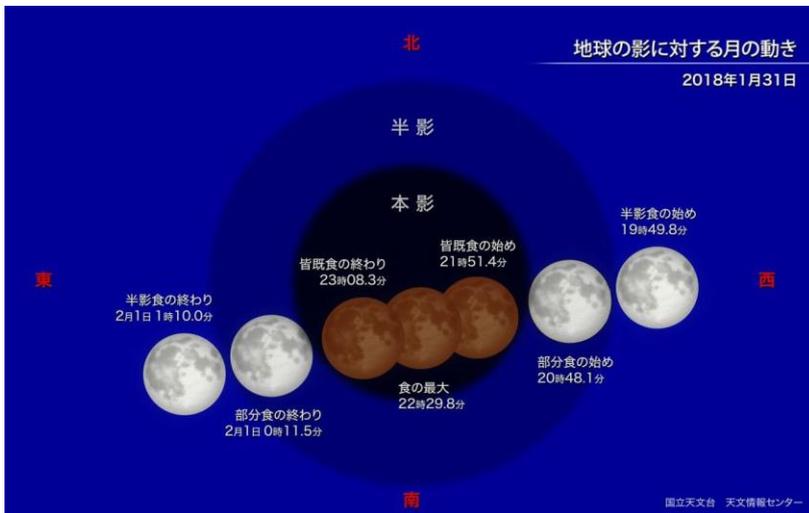
国民の祝日がいつになるのかは「国民の祝日に関する法律」によってほとんどが定められていますが、太陽の位置をもとに定められる「春分の日」と「秋分の日」については前年の暦要項で発表されることになっています。今回発表された暦要項によると、2022 年の春分の日は 3 月 21 日（月）、秋分の日は 9 月 23 日（金）となります。なお、2022 年は国民の祝日がいずれも日曜日以外となるため、いわゆる振替休日はありません。さらに「祝日ではない日の前後がどちらも祝日なので、挟まれた日も休日になる」というパターンもありません。国立天文台によると、どちらのパターンもないのは 2011 年（平成 23 年）以来 11 年ぶりだといえます。

また、sorae としては日食や月食の情報が気になるようです。2022 年は部分日食が 2 回、皆既月食が 2 回起きますが、日本で見ることはできるのは 2022 年 11 月 8 日（火）に全国で見られる皆既月食のみとなるようです。食が最大になる時刻は 19 時 59 分とされているので、夜の比較的早い時間帯に観望できそうです。

■2021 年は 5 月 26 日の皆既月食に注目！

ちなみに今年 2021 年の暦要項は昨年 2020 年の 2 月に発表されています。それによると、今年は 5 月 26 日（水）に全国で皆既月食が、11 月 19 日（金）には部分月食が見られるようです。注目は 5 月の皆既月食です。月食は満月のタイミングで起きますが、この日の月は地球に最接近することで大きく見える、いわゆる「スーパームーン」に該当します（※ただし、スーパームーンには天文学的にはっきりとした定義はありません）。そのため、この夜は皆既月食とスーパームーンをどちらも観望できるチャンスということになります。

5 月 26 日の月食は多くの地域で昇ってきた月がすでに地球の影に入っている「月出帯食（げつしゅつたいしょく）」となりますが、皆既月食の始まりは 20 時 9 分頃、皆既月食の終わりは 20 時 28 分頃で、食の終わり（月が地球の半影から出る）のは 21 時 52 分頃とされています。まだ 4 か月近く先ですが、良い天気に恵まれることを願いつつ楽しみに待ちたいと思います。



2018年1月31日の月食を例に地球の影に対する月の動きを示した図。2021年5月26日は20時9分～28分にかけて皆既月食を観望できる (Credit: 国立天文台)

関連: [2021年の元旦から大晦日までの「月の満ち欠け」を再現した5分動画](#)

Image Credit: 国立天文台 Source: [国立天文台](#) 文/松村武宏

https://www.astroarts.co.jp/article/hl/a/11835_calendar

2022年の暦要項発表、11月に月食中の天王星食

国立天文台から、来年2022年の「令和4(2022)年暦要項」が発表された。11月8日に皆既月食&天王星食が起こり、ほぼ全国で見られる。伝統的七夕は8月4日、中秋の名月は9月10日。

【2021年2月2日 [国立天文台](#)】

国立天文台では、国際的に採用されている基準暦に基づいて、太陽・月・惑星の視位置など諸暦象事項を推算し、「暦書」として「暦象年表」を発行している。ここから主要な項目を抜粋したものが暦要項で、国立天文台で推算した翌年の暦(国民の祝日、日曜表、二十四節気および雑節、朔弦望、東京の日出入、日食・月食など)が掲載される。暦要項は毎年2月の最初の官報で翌年分が発表されることになっており、今年も2月1日に「令和4(2022)年暦要項」が発表された。主な内容は以下のとおり。

令和4(2022)年の国民の祝日

祝日	日付	祝日	日付
元日	1月1日	こどもの日	5月5日
成人の日	1月10日	海の日	7月18日
建国記念の日	2月11日	山の日	8月11日
天皇誕生日	2月23日	敬老の日	9月19日
春分の日	3月21日	秋分の日	9月23日
昭和の日	4月29日	スポーツの日	10月10日
憲法記念日	5月3日	文化の日	11月3日
みどりの日	5月4日	勤労感謝の日	11月23日

振替休日はない。また「祝日と祝日に挟まれた一日は休日となる」に該当する日もない

2022年の日食・月食など 2022年には、世界全体で日食が2回、月食が2回起こる(以下で日時は日本時)。

日食

5月1日：部分日食（南太平洋、南米南部など）日本からは全く見えない。

10月25日：部分日食（ヨーロッパ、アフリカ北東部、中東、中央アジアなど）日本からは全く見えない。

月食

5月16日：皆既月食（北米東部、中南米、大西洋など）日本からは全く見えない。

11月8日：皆既月食（日本、太平洋、北米など）日本でも全国で見られる（一部地域では開始時の半影食は見えない）。部分食の開始：18時09分／皆既食の開始：19時17分／食の最大：19時59分／皆既食の終了：20時42分／部分食の終了：21時49分（時刻はステラナビゲータによる）。また、同時に月が天王星を隠す天王星食も起こり、ほぼ日本全国で見られる。



2022年11月8日、大阪から見た、皆既食中の月が天王星を隠す様子（「[ステラナビゲータ](#)」で星図作成）。大阪では出現時も月食の皆既食中だが、場所によっては月食の部分食のときに天王星の潜入や出現となる

惑星食

上記11月8日の天王星食のほか、日本からは5月27日の金星食（沖縄、日中）や7月21～22日の火星食（北日本）などが見られる。

年間最大の満月

2022年の12回の満月のうち、最も大きく見えるもの（望の瞬間に月の地心距離が最小となるもの）は7月14日の満月（13～14日の月）となる。

その他

以下で「旧暦」は「かつて用いられていた天保暦と同様の決め方による暦」と考えるものとする。

伝統的七夕：8月4日

二十四節気の一つ「処暑」（2022年は8月23日）の直前の新月の日（旧暦の七月一日。2022年は7月29日）を1日目として、7日目（旧暦七月七日）が伝統的七夕の日となる。

中秋の名月：9月10日

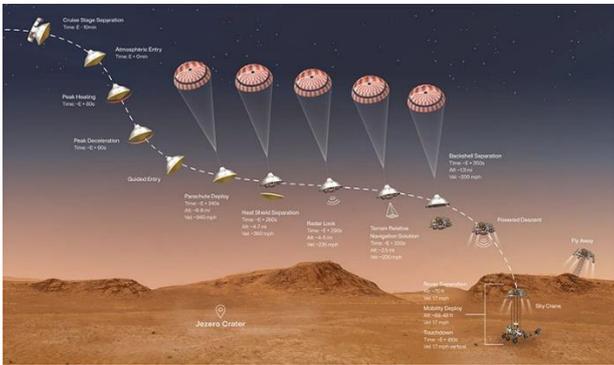
「秋分」（2022年は9月23日）の直前の新月の日（旧暦の八月一日。2022年は8月27日）を1日目として、15日目（旧暦八月十五日）が中秋の名月の日となる。2021年に続いて満月の日と一致している。また「後の月（旧暦九月十三日）」の日は10月8日。

<https://www.sed.co.jp/contents/news-list/2021/02/0205-1.html>

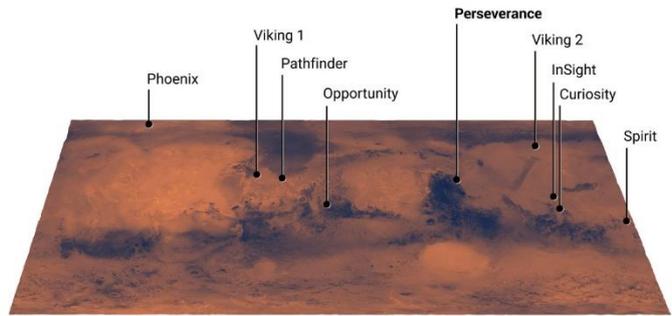
火星探査車パーサヴィアランスの着陸は、日本時間2月19日の予定

最終更新 2021.02.05

日本時間2021年2月19日(金)午前5時55分頃、米国の火星探査ミッションマーズ2020(Mars 2020)に搭載されている火星探査車のパーサヴィアランス(Perseverance)が、火星着陸を予定しています。



Credits: NASA/JPL-Caltech



Credits: NASA/JPL-Caltech

着陸地のジェゼロ・クレーター(Jezero Crater)は、比較的赤道に近い(北緯 18 度 51 分、東経 77 度 31 分)領域で幅約 45km です。着陸地点は、現在探査を継続中の米国の探査車キュリオシティ(Curiosity)のいるゲール・クレーター(Gale Crater)から約 3,700km 離れています。科学者たちは、この地域は水が豊富にあり、古代の河川が造ったデルタ地形があったと考えられています。着陸地選定のプロセスは、ミッションチームと世界中の科学者が、60 以上の候補地を慎重に検討しました。5 年間に及ぶ候補地の徹底的な調査の結果、それぞれが独自の特徴と魅力を持ったジェゼロ・クレーターが選ばれたのです。

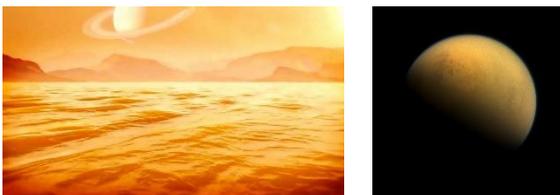
●[関連ライブビデオへの案内 \(NASA\)](#) ●[NASA テレビ番組案内](#)

●[着陸ライブ予定 \(NASA テレビ:2月19日\(金\)午前4時15分~\)](#)

着陸のための様々なイベントが NASA では企画されていますが、NASA テレビでも特別番組を組んでいます。また、ライブ放映が午前 4 時 15 分から予定されています。 source : [NASA](#)

<https://sorae.info/astronomy/20210204-kraken-mare.html>

タイタン最大の湖「クラーケン海」その深さは何 m? 2021-02-04 [松村武宏](#)



土星最大の湖「クラーケン海」を描いた想像図 (Credit: NASA/John Glenn Research Center)

土星探査機カッシーニから特別なフィルターを使用して撮影されたタイタン。黒っぽいしみのような部分は北半球にある湖 (Credit: NASA/JPL-Caltech/Space Science Institute)

土星最大の衛星タイタンは、太陽系において地球以外では唯一、表面に安定した状態で液体が存在することが知られている天体です。コーネル大学の Valerio Poggiali 氏らが発表した研究成果によると、タイタン最大の湖であるクラーケン海 (Kraken Mare) の深さは 100m を超えると推定されており、中央付近の深さは 300m に達する可能性もあるようです。

■カッシーニが残した観測データから入江の深さと組成を分析

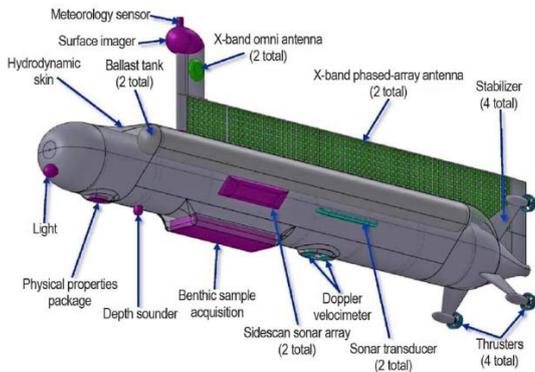
太陽のハビタブルゾーンを公転する地球の表面には液体の水が存在しています。いっぽうタイタンは地球よりも濃密な大気(地表の気圧は約 1.5 気圧、大気の密度は地球の約 4 倍)を持つものの、地表は摂氏マイナス 180 度という低温の世界。タイタンの空からは水ではなくメタンの雨が降り、湖はメタンやエタンで満たされていると考えられています。タイタンの地表には極域を中心に湖が点在しており、その多くは深さや組成が調べられています。たとえば北極に近いリゲイア海 (Ligeia Mare) の深さは約 200m で、エタンよりもメタンのほうが多いとみられています。しかし Poggiali 氏によると、タイタンの地表に存在する液体の約 8 割が集まっているクラーケン海の深さや組成についてはまだ知られていなかったといいます。

関連：[土星の衛星タイタンの濃密な大気の下に広がる地表。特殊フィルターで撮影](#)

今回、研究グループは土星探査機「カッシーニ」がタイタンへ接近した際に実施したレーダーによる観測データを分析し、クラークン海とその北端に位置するマレー入江（Moray Sinus）の深さや組成を調べました。レーダー波が水面と湖底でそれぞれ反射されて戻ってくるまでの時間差からは水深を、液体を通過するあいだに吸収されたエネルギーの量からは組成を知ることができるといいます。

分析の結果、マレー入江の深さは約 85m で、組成はメタンが 70 パーセント、窒素が 16 パーセント、エタンが 14 パーセントであることが明らかになったといいます。クラークン海については深すぎるかもしくはレーダー波が吸収されすぎたかの理由で湖底からの反射波が検出されなかったといいます。もしも組成がマレー入江と同じだった場合、冒頭でも触れたようにその深さは 100m を超えるとみられています。

■予想と異なりクラークン海もメタンが多い？



クラークン海を探索する潜水型無人探査機「Titan Submarine」(Credit: NASA, Steven Oleson) タイタンに着陸したドローン型探査機「ドラゴンフライ」を描いた想像図 (Credit: NASA/Johns Hopkins APL) また、極域に降ったメタンが注ぎ込む高緯度のリゲイア海とは違い、より緯度が低いクラークン海ではエタンの割合が多いのではないかと考えられてきたものの、マレー入江の組成はリゲイア海と同様にクラークン海もメタンが多い可能性を示唆しています。Poggiali 氏によると、タイタンに降り注ぐ太陽光は地球の 100 分の 1 の強さしかないものの、紫外線によって大気中のメタンが分解されてエタンが生成され続けることで、おおむね 1000 万年以上の期間があれば地表のメタンが枯渇するはずだといいます。Poggiali 氏は、液体メタンの起源はタイタンの謎の一つであり、メタンの循環を理解する上でクラークン海やマレー入江の深さおよび組成を知ることは重要だと指摘します。タイタンの湖が直接調べられたことはまだありませんが、過去にはアメリカ航空宇宙局 (NASA) の「NIAC (NASA Innovative Advanced Concepts、革新的先進コンセプト)」プログラムにおいて、クラークン海の探索を想定した「Titan Submarine (タイタンサブマリン)」に研究資金が提供されたことがあります。遠い将来に実現するかもしれない潜水型の無人探査機によるクラークン海の探索に、Poggiali 氏は期待を寄せています。なお、こちらは水中ではなく空中ですが、NASA ではジョーンズ・ホプキンス大学応用物理学研究所が主導するドローン型無人探査機「ドラゴンフライ」によるタイタン探査ミッションの準備を進めており、2027 年の打ち上げが予定されています。

関連：[タイタンの空を飛ぶドローン型探査機「ドラゴンフライ」打ち上げ1年延期](#)

Image Credit: NASA/John Glenn Research Center Source: [コーネル大学 / Titan Submarine \(NIAC\)](#)

文／松村武宏

<https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/news/21/020300058/?P=1>

米探査機、木星の3衛星に20年ぶり大接近へ 新発見の期待高まる

木星探査機ジュノーの軌道を変えつつ、ガニメデ、エウロパ、イオに接近 2021.02.04



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)

[画像のクリックで拡大表示]

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 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。(参考記事：[「木星周回軌道から初の写真届く、探査機ジュノー」](#))

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、ジュノーが何を発見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。

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、ずっとおもしろいからです」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」
参考記事：[ジュノーが撮った木星画像集（写真クリックで該当記事へ）](#)



木星表面の謎の黒点をとらえた新しいカラー強調画像からは、渦巻く嵐の大集団が見えてきた。(PHOTOGRAPH BY NASA/JPL-CALTECH/SWRI/MSSS/ROMAN TKACHENKO) [\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

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 EICHSTÄDT AND JUSTIN COWART) [画像のクリックで拡大表示]

太陽系最大の衛星ガニメデ。(PHOTOGRAPH BY NASA) [画像のクリックで拡大表示]

[次ページ：探査機ジュノーのこれまで](#)

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。同探査機の主な目的は、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。(参考記事：[「木星の芸術的な最新画像、「まるでゴッホの絵」](#))

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。(参考記事：[「木星に 12 個の新衛星、1 個は「幹線道路を逆走」](#))

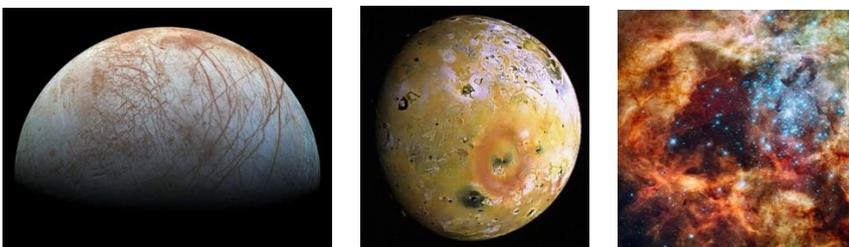
ガリレオ衛星は、太陽系の中で注目を集める天体でありながら、これまで探査機がその詳細を観察できるほど接近したことはほとんどない。探査機ボイジャーが 1979 年に近くを通過したほか、1995 年からの 8 年間に、探査機ガリレオが木星系の観測を続けたくらいなのだ。「ガリレオ衛星について、私たちが持っているデータは本当に少ないのです」と、ラスバン氏は言う。新たな探査に向かうジュノーの最初のターゲットは、ガニメデだ。直径約 5200 キロを超え、172 時間ごとに木星の周りを 1 周する巨大な衛星ガニメデは、惑星である水星よりも大きい。ジュノーは 2 度にわたってガニメデの近くを通過する。2021 年 6 月 7 日が、最初の接近だ。

「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。(参考記事：[「木星の衛星ガニメデに奇妙な膨れ発見、海の証拠」](#))「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。

[次ページ：エウロパで生命を見つけることはできるか？](#)

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。



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) [\[画像のクリックで拡大表示\]](#)

火山活動が激しい衛星イオ。(Photograph by NASA/JPL/University of Arizona) [\[画像のクリックで拡大表示\]](#)

ハッブル宇宙望遠鏡は、長年にわたって宇宙の画像を送り続け、人々を魅了してきました。そのなかから 50 の傑作画像を紹介する。(NASA; ESA; F. PARESCE, INAF-IASF, BOLOGNA, ITALY; R. O' CONNELL, UNIVERSITY OF VIRGINIA; WIDE FIELD CAMERA 3 SCIENCE OVERSIGHT COMMITTEE) [\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

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ることになるだろう。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。(参考記事：[【解説】木星の衛星エウロパに間欠泉、ほぼ確実](#))

「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ることもできる。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。

[次ページ：イオを間近に観測できるチャンス](#)

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。(参考記事：[「木星の衛星イオ、火山の下にマグマの海」](#))

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。長年の望みがありませんでした」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。「わたし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」

参考ギャラリー：[ハッブル望遠鏡 50 の傑作画像 \(画像クリックでギャラリーへ\)](#)

文=NADIA DRAKE/訳=北村京子

<https://news.mynavi.jp/article/20210205-1697596/>

赤色超巨星ベテルギウス、超新星爆発は約 10 万年後と判明 - Kavli IPMU など

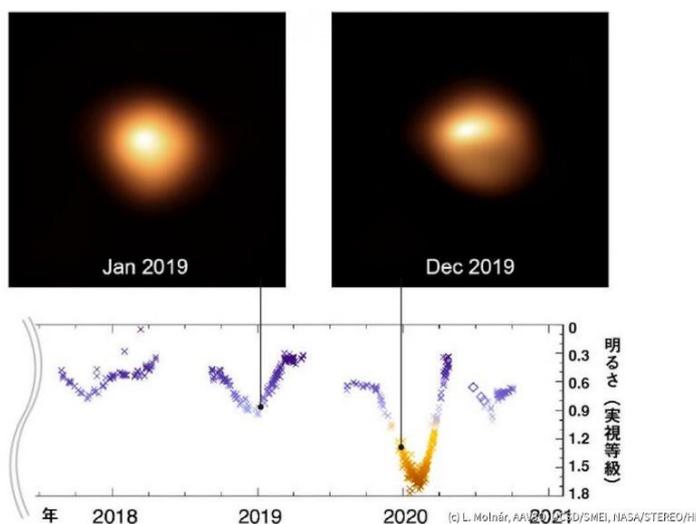
2021/02/05 18:02 [著者：波留久泉](#)

東京大学国際高等研究所カブリ数物連携宇宙研究機構(Kavli IPMU)は 2 月 4 日、2020 年初めに前例のない大幅な

減光を見せたオリオン座の赤色超巨星ベテルギウスについて、その進化の段階と減光の原因を探るため、明るさの変化についての詳細な分析を実施した結果、星の脈動に加えて、星から放出された大量の塵が関係していることを示唆し、今回の大幅な減光が超新星爆発の兆候ではないこと、ならびに実際の爆発までは 10 万の時間があることを示したと発表した。同時に、ベテルギウスの質量や半径がこれまで考えられていた値より小さいことや、地球からベテルギウスまでの距離は、以前考えられていたよりも近い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、オーストラリア国立大学の Meridith Joyce 氏、Kavli IPMU の野本憲一上級科学研究員、ハートフォードシャー大学の小林千晶准教授(Kavli IPMU の客員上級科学研究員兼任)、米・カリフォルニア工科大学の Shing-Chi Leung 研究員(元 Kavli IPMU 特任研究員)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」にオンライン掲載された。](#)

宇宙における超新星爆発はそれほど珍しくない。観測機器の性能が発達した現在では、年間 500 個ほどの超新星が発見されている。ただし、我々の天の川銀河ひとつに絞るとそう簡単には起きないため、100 年に 1~2 回程度の頻度とされている。天の川銀河には中心核のバルジの向こう側など地球からは観測できないエリアもあるため、記録としては 1604 年に観測された「SN 1604」、別名「ケプラーの超新星」が最も新しいものとなっている。そうした中、ここ何年も「明日にでも爆発する可能性もある」として、壮大な天体現象が期待されているのが(同時に有名な一等星がなくなってしまうのを惜しむ声も多い)、オリオン座のベテルギウスだ。オリオンの右肩(星図上では左上)に当たる、同星座中で左足先に当たる(星図上では右下)リゲルに次いで 2 番目に明るい 1 等星である。肉眼でもオレンジ色に見えることからわかるように、終末期の赤色超巨星であり、太陽の 20 倍という巨大さにまで膨れ上がっている。これまでは 0.4 等級という明るさだったが、2020 年 1~2 月頃にここ 100 年で最も暗い約 1.6 等まで落ち込み、いよいよ超新星爆発が始まるのではと憶測がなされたのである。

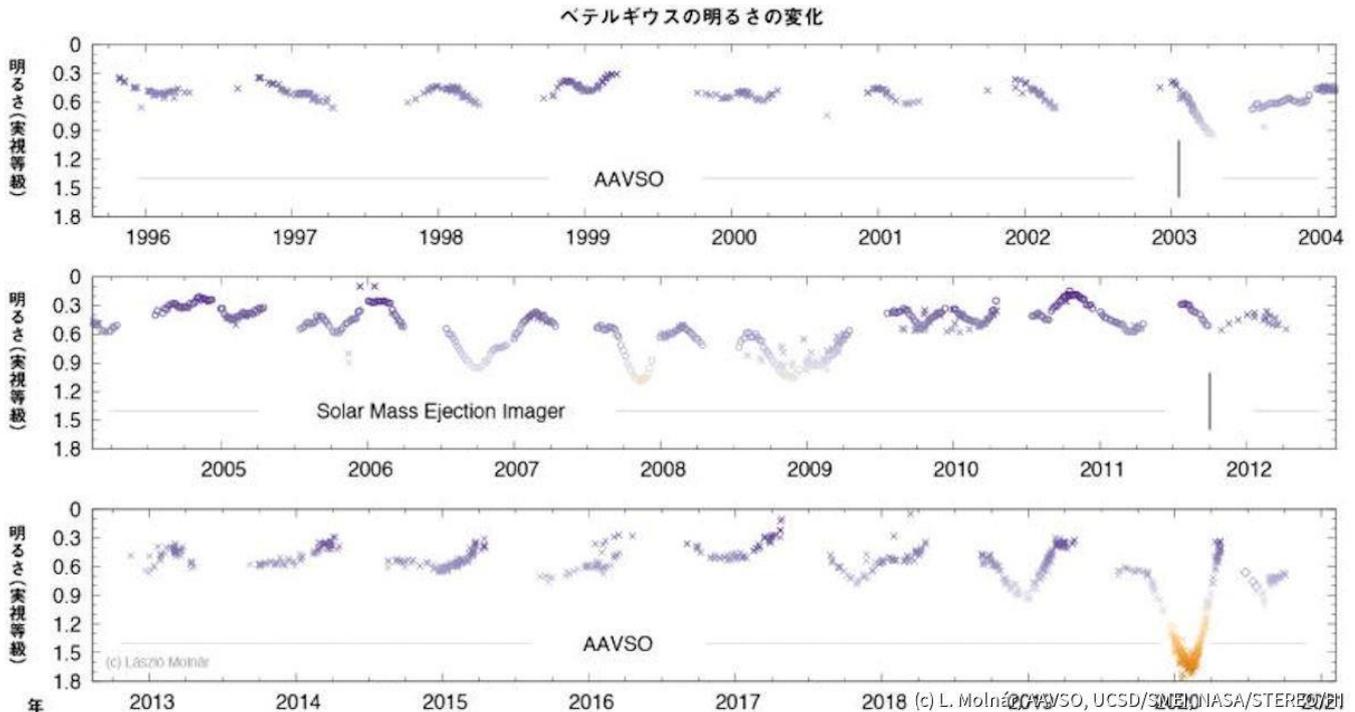
それが事実なのかどうかを調べるため、国際行動研究チームは恒星進化、脈動の流体力学(ベテルギウスはサイズと明るさが変化する脈動変光星)、星震の理論計算を駆使して、ベテルギウスの明るさの変化の分析を実施した。



ベテルギウスは脈動変光星なので、継続的に明るくなったり暗くなったりを繰り返しているが、2020 年初頭の光度の大幅な低下は前例のないものだった。(上)ヨーロッパ南天天文台(ESO)の超大型望遠鏡(VLT)で直接撮像された 2019 年の 1 月と 12 月のベテルギウス表面の画像。(c) ESO/M. Montargis et al.(下)最近のベテルギウスの光度変化を抜粋して示したグラフ (c) L. Molnár, AAVSO, UCSD/SMEI, NASA/STEREO/HI (出所:Kavli IPMU Web サイト)その結果、現在は水素の核融合が終わりつつあり、その核融合の生成物として中心核に溜まったヘリウムによる第 2 段階の核融合が始まってはいるが、超新星爆発が起こるまでまだ 10 万年以上の時間が残されていることが結論づけられたという。宇宙 138 億年の時間スケールからしたら 10 万年後は明日みたいなものだが、残念ながら今を生きる我々には目撃できない。それどころか、そのときに人類が存続しているのかどうかすらわからないほど先のことであることがわかったのである。

また、ベテルギウスの脈動の仕組みは「 κ (カッパ) メカニズム」であり、185(±13.5)日と約 400 日のふたつの周

期で明暗を繰り返していることが判明した。さらに、2020年初めの大幅な減光は、星が脈動する動きに加えて、星から放出された大量の塵が関係していることも示唆されたのである。



過去 15 年間のベテルギウスの明るさ(実視等級)の変化を示したグラフ。データの空白部分は、夜空でベテルギウスを観測することができない期間。この明るさの変化を示すデータは、米国変光星観測者協会(AAVSO)の観測者と、宇宙空間で観測を行っている太陽質量放出イメージャー(SMEI)プロジェクトによって収集されたもの。後半のデータは、ハンガリー・ブダペストにあるコンコリー天文台の László Molnár 氏(今回の研究の論文著者のひとり)によって解析処理が行われた。(c) L. Molnár, AAVSO, UCSD/SMEI, NASA/STEREO/HI (出所:Kavli IPMU Web サイト)

そして今回の研究により、ベテルギウスの現在の質量、これまで明確ではなかった実際のサイズ、地球からの正確な距離も明らかとなった。ベテルギウスの現在の質量は太陽質量の 16.5 倍から 19 倍ほどであり、これまで約 20 倍と推定されていたが、それよりも若干小さい質量だった。サイズについては、これまで太陽系においた場合は、木星軌道までの距離よりも大きい半径と考えられてきた(太陽~木星の平均距離は約 7 億 8000 万 km)。しかし今回の研究によれば、ベテルギウスの半径は太陽半径(69 万 km 強)の約 750 倍(約 5 億 2000 万 km)であり、従来の研究で推定されていた半径の 3 分の 2 程度の大きさであると導き出された。イメージとしては、小惑星帯よりは大きい、木星軌道よりは遥かに手前である。さらに星の物理的なサイズがわかると、地球からの距離を決定することが可能だ。これまでは約 640~700 光年とされてきたが(研究によって距離に違いがある)、太陽半径の約 750 倍であることから算出すると 530 光年であり、これは以前考えられていたよりも 100 光年以上(約 20~25%)近いことが判明した。なお 100 光年も近いとなると、10 万年後とはいえ、実際にベテルギウスが超新星爆発を起こしたときに地球が危険にさらされる確率が高くなると心配したくなる。しかし、将来爆発しても地球への大きな影響はないとした。ベテルギウスは超新星爆発を起こすと考えられている候補の中では最も地球の近距離にあるため、今後も当分の間は非常に貴重な研究対象であり続けることになるだろう。爆発前にどのようなことが起きるのかを研究するため、貴重な機会を与えてくれるはずと、国際共同研究チームは述べている。

<https://sorae.info/extra/planetary-nebula.html>

【宇宙天文を学ぼう】 恒星の最後の輝き 惑星状星雲とは？ 2021-02-03 [飯銅 重幸](#)



NASA/ESA のハッブル宇宙望遠鏡によって撮影された惑星状星雲「ESO 455-10」の画像。(Image Credit:ESA/Hubble & NASA, L. Stanghellini)

NASA は 1 月 29 日、NASA/ESA(ヨーロッパ宇宙機関)のハッブル宇宙望遠鏡によって撮影された、さそり座にある惑星状星雲「ESO 455-10」の画像を今日の 1 枚として公開しました。惑星状星雲は、昔のあまり性能が良くなかった望遠鏡で見ると、まるで惑星のように見えるために、このようにネーミングされましたが、惑星とはなんの関係もありません。今回はこのような惑星状星雲について解りやすく解説してみたいと思います。

恒星は水素を燃料にした核融合によって輝いています。しかし、歳を取ると、核融合の燃えカスであるヘリウムが中心部にたまり、塊をつくります。ヘリウムは、水素に比べると、非常に核融合が起こりにくいです。そのため、このように恒星の中心部にヘリウムの塊ができると、恒星の中心部での核融合が停止し、ヘリウムの塊りの外側で水素が核融合するようになります。とはいえやはりヘリウムの塊自体では核融合は起こっていません。そのため、このヘリウムの塊は、自分自身の重力で、潰れて、ギュッと圧縮され、非常に高温・高圧になります。すると、その熱がヘリウムの塊の外側に伝わって、水素の核融合が激しさを増し、恒星全体が膨れ上がります。これが赤色巨星です。赤色巨星では、このように恒星全体が膨れ上がるために、その周辺部分では、重力的な縛りが弱まり、大量のガスが流れ出します。これを質量放出といいます。やがて、ヘリウムを燃料にした核融合が始まりますが、最終的には、水素やヘリウムなどの核融合の燃料が尽き、核融合が停止した、恒星のコアだけが残ります。これが白色矮星です。白色矮星は、地球程度の大きさに、太陽程度の質量が詰め込まれた、とても高密度の天体です。非常に高温なために強烈な紫外線を放射しています。画像で言うと、惑星状星雲 ESO 455-10 の中心で輝いているのがこの白色矮星です。こうして、質量放出によって放出されたガスが、白色矮星が放つ紫外線によって、電離され、輝いているのが惑星状星雲というわけです。その後、白色矮星は、すでに核融合が停止しているために、ゆっくりと冷えて暗くなっていきます。恒星の最後ですね。太陽の質量の 1~8 倍ほどの質量を持つ恒星はこのような一生をたどると考えられています。私達の太陽も、50 億年後には、赤色巨星をへて、惑星状星雲を形成しながら、白色矮星となり、その一生を終えると考えられています。

Image Credit: ESA/Hubble & NASA, L. Stanghellini Source: [NASA](#) 文／飯銅重幸

https://news.biglobe.ne.jp/trend/0203/toc_210203_0988114620.html

【ついに】ブラックホールからエネルギーを取り出す方法判明！ 負のエネルギーを使っ

て…リアル『インターステラー』に！ 2月2日(火)16時0分 [tocana](#)



[写真を拡大](#)

周囲にあるものすべてを飲み込む“宇宙の墓場”であるブラックホールは、実は無尽蔵のエネルギー源だった!? 最新の研究でブラックホールからエネルギーを抽出する方法が解説されていて興味深い。

■ブラックホールは無尽蔵のエネルギー供給源

地上の草木は太陽からのエネルギーに頼っているし、我々もまた近年になって太陽光発電に本腰を入れはじめている。宇宙文明の発展度を示す「カルダシェフ・スケール」によれば、最初の段階の「タイプ1」の文明は母星の恒星から降り注ぐすべてのエネルギーを利用できるものとして定義されている。とすれば我々にとってひとまず太陽から地球にもたらされるエネルギーを取りこぼすことなく吸収して、すべてを活用できるようになることが先決といえるだろう。しかしそこへ思いがけないところから新たな可能性が拓けてきた。なんとブラックホールから無尽蔵のエネルギーを取り出せるといのである。さかのぼること1969年、ノーベル賞受賞(2020年)の物理学者、ロジャー・ペンローズ氏は、ブラックホールからエネルギーを抽出できる可能性を最初に指摘している。それから52年が過ぎた2021年、ペンローズのアイデアをさらに深掘りした新たな研究では、回転するブラックホールの外に位置するエルゴ球(ergosphere)におけるカオス的な磁気活動が、潜在的に収穫される可能性のある大量のエネルギーをどのように生成するかを説明している。そして遠い将来において、恒星ではなくブラックホールのエネルギーを利用することによって人類文明が長きにわたって生き残る可能性を示唆している。太陽のように我々の天の川銀河に散在する恒星は計り知れない量のエネルギーを生み出している。しかしながら、まさに陰と陽の“陰”であるブラックホールも同様に無尽蔵のエネルギーを放っているのだ。科学者たちは何十年もの間、恒星が崩壊したときに形成される時空の不可解な領域であるブラックホールからエネルギーを抽出できるかどうかを考えをめぐらせてきた。超凝縮物質であるこれらの領域からエネルギーを吸い上げることが物理的および実的に可能であれば、深宇宙文明に事実上無限の電力供給を提供する可能性があるのだ。人類がひとたび宇宙に進出した暁には、太陽などの恒星の光が届かない場所での活動を余儀なくされるケースもあるのかもしれない。そういった場合にブラックホールをエネルギーの供給源にできることになるわけで、人類の深宇宙探査に大きな希望が持てる話題になるだろう。

■人類の宇宙開発に明るい希望

では具体的にどうすればブラックホールからエネルギーを取り出せるのか。

ブラックホールの“玄関”となる「事象の地平線(event horizon)」のすぐ外側の領域は「エルゴ球(ergosphere)」と呼ばれている。すべてを飲み込むブラックホールの事象の地平線まで到達してしまうと、もはや戻ってくることはできないのだが、このエルゴ球の領域であれば戻ってこられるチャンスは残されている。

2021年1月にアメリカ物理学会の学術誌「Physical Review D」に掲載された今回の研究でコロンビア大学の物理学者、ルカ・コミツソ氏とフェリペ・アセンホ氏は、ブラックホールからエネルギーを抽出する別の方法として、ブラックホールの磁場にフォーカスを当てている。

「ブラックホールは通常、磁場を運ぶプラズマ粒子の熱い“スープ”に囲まれています」とコミツソ氏は「Columbia News」の取材で語る。回転するブラックホールのエルゴ球では、磁力線は絶えず断絶と再接続を高速で繰り返している。研究者たちは、これらの線が再接続すると、プラズマ粒子が2つの異なる方向に放出されると理論づけた。粒子の1つの流れが、回転するブラックホールの方向に向かって飛び出し、最終的にブラックホールに飲み込まれる。しかし、もう一方の流れは反対方向にスピアウトし、ブラックホールの引力から逃れるのに十分な速度を得る可能性があるのだ。研究者たちは、磁力線の断絶と再接続が負のエネルギー粒子を生成する可能性があることを主張している。そしてこの負のエネルギー粒子がブラックホールに飲み込まれると、理論的には正の粒子が指数関数的に急増する。「マイナスカロリーのキャンディーを食べると体重が減るようなものです」とコミツソ氏はわかりやすく説明する。もし本当の意味での“やせ薬”や“減量食品”があるとしたら、それはすなわち“ネガティブエネルギー”である。ネガティブエネルギーを取り込めば、そのぶんのポジティブなエネルギーが体外に排出される。その排出されたエネルギーを拝借して活用するのが、ブラックホールをエネルギー供給源にするメカニズムだ。実は映画『インターステラー』(2014年)でこれに近いケースが描かれている

という。深宇宙ミッションでの燃料不足に直面した宇宙船が、ブラックホールのエルゴ球に入り、宇宙船の一部を捨てて、そのぶん大量のエネルギーを伴ってブラックホールから“弾き出される”ことによって最後の推進力を得ているのだ。「今から数千年または数百万年後、人類は恒星からのエネルギーを利用せずにブラックホールの周りで生き残ることができるかもしれません。それは本質的に技術的な問題です。私たちの物理学においてそれを妨げるものは何ともありません」(コミツソ氏) 人類の深宇宙探査はまだだいぶ先のことにはなるが、エネルギー供給源としてブラックホールを活用できるのだとすれば随分と心強いものになるだろう。着々と進む人類の宇宙開発に明るい話題がもたらされたようだ。参考:「Big Think」、「Columbia News」ほか 文=仲田しんじ

<https://soraie.info/astromy/20210202-ngc1097.html>

ブラックホールの周囲に咲く宇宙のバラ。棒渦巻銀河「NGC 1097」

2021-02-02 [soraie 編集部](#)



VLT の MUSE 機器で撮影された棒渦巻銀河 NGC 1097 の中央領域 ※疑似カラー (Credit: ESO/TIMER survey)
この画像は、ヨーロッパ南天天文台 (ESO) のパラナル天文台にある「超大型望遠鏡 (VLT: Very Large Telescope)」の分光器「MUSE」によって撮影された、南天の「ろ座」にある棒渦巻銀河「NGC 1097」の中心部分をクローズアップしたものです。

NGC 1097 は、地球から約 4500 万光年先に位置しており、天文学者ウィリアム・ハーシェルによって 1790 年に発見されました。他にも Apg 77、ESO 416-20、LEDA 10488、UGCA 41 としても知られており、正面から見た比較的明るい棒渦巻銀河です。また、明るい銀河核を持つセイファート銀河に分類されており、中心には太陽質量の 1 億 4000 万倍という超大質量ブラックホールが潜んでいると考えられています。中心に流れ込むように見える暗いダークレーン (またはダクトレーン) は、超大質量ブラックホールに飲み込まれている塵やガスを示すもので、NGC 1097 の伴銀河である「NGC 1097A」や「NGC 1097B」によるものと推測されています。そしてこの画像に写る銀河の特徴であるリング構造は、ブラックホールが周囲の物質を飲み込んだ影響により、短期間で大量の星が誕生している「爆発的星形成 (スターバースト)」を表しています。その規模は約 5000 光年に渡ると言われています。可視光ではこの様なピンクで美しいリング構造を見ることはできませんが、この画像からイメージする NGC 1097 の姿はまさに“宇宙に力強く咲いたバラ”のようですね。

Image Credit : ESA/Hubble & NASA Acknowledgement: E. Sturdivant Source: [ESO](#) , [Sci-news](#)

<https://news.mynavi.jp/article/20210202-1684341/>

リズムカルなダンスを踊る 5 つの系外惑星を発見 - 欧州の宇宙望遠鏡など

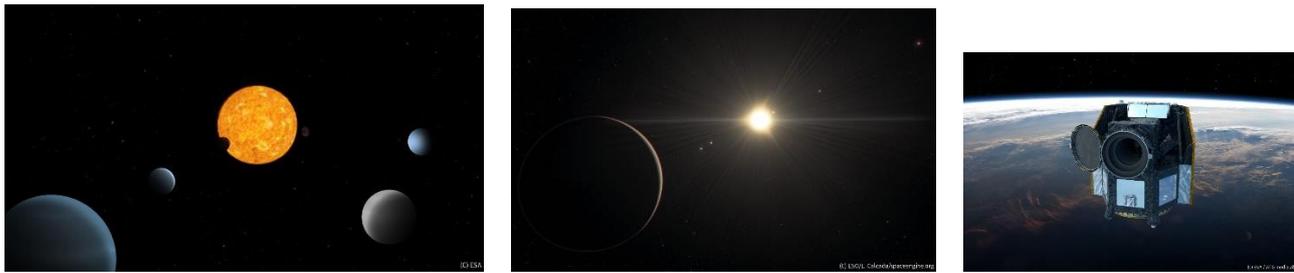
2021/02/02 07:00 [著者: 鳥嶋真也](#)

目次 [ラプラス共鳴でダンスする系外惑星](#) [軌道は整列しているのに密度はばらばらという謎](#)

ジュネーブ大学、ベルン大学などからなる研究チームは 2021 年 1 月 25 日、太陽系から約 200 光年の距離にある恒星に、ダンスを踊るようにリズムカルに公転する 5 つの太陽系外惑星を発見したと発表した。

系外惑星を観測している宇宙望遠鏡「CHEOPS」の観測データから明らかになったもので、5つの惑星が「ラプラス共鳴(軌道共鳴)」と呼ばれる現象によって、18:9:6:4:3の比率で公転しているという。その一方で、それぞれの惑星の密度は予想外にばらばらで、研究者は驚きの声を上げている。

論文は同日、論文誌「Astronomy & Astrophysics」に掲載された。



太陽系から約 200 光年の距離にある TOI-178 の想像図。6つ確認されている系外惑星のうち、5つがラプラス共鳴によって、リズムカルにダンスするように公転している (C) ESA

密度に規則性はみられない (C) ESO/L. Calçada/spaceengine.org

ESA の系外惑星を観測する宇宙望遠鏡 CHEOPS の想像図 (C) ESA / ATG medialab

ラプラス共鳴でダンスする系外惑星

この変わった惑星系が見つかったのは、太陽系から約 200 光年の距離にある、「TOI-178」という恒星を回る惑星系である。TOI-178 は南天の「ちょうこくしつ座」の中にあり、太陽よりわずかに低温の、K 型のスペクトル型の恒星で、これまで米国航空宇宙局(NASA)の系外惑星探査機「TESS」の観測によって、少なくとも 2 つの系外惑星が存在することがわかっていた。そこでジュネーブ大学・ベルン大学のエイドリアン・ルルー(Adrien Leleu)氏が率いる研究チームは、CHEOPS(ケオプス、キーオプス)という宇宙望遠鏡を使って、この系外惑星についてより詳しく観測することにした。CHEOPS は 2019 年 12 月に、欧州宇宙機関(ESA)が打ち上げた宇宙望遠鏡で、すでに発見済みの系外惑星を対象に、その特徴を詳しく調べることを目的としている。そして観測の結果、この惑星系には少なくとも 6 つの惑星があること、そしてそのうち 5 つが、ラプラス共鳴、もしくは軌道共鳴と呼ばれる現象によって、まるでダンスを踊るような動きで、恒星のまわりをリズムカルに公転していることがわかったという。ラプラス共鳴は、3 つ以上の天体が、お互いの重力の影響によって公転周期が単純な整数比となる現象のことである。木星の衛星イオ、エウロパ、ガニメデでも見られる現象で、4:2:1 の比率で、すなわちイオが木星のまわりを 4 周する間に、エウロパは 2 周、ガニメデは 1 周するという動きをしている。しかし、TOI-178 のラプラス共鳴はさらに複雑で、恒星から 2 番目に近い惑星が 18 周する間に、3 番目の惑星が 9 周、4 番目の惑星が 6 周、5 番目の惑星が 4 周、そして 6 番目の惑星は 3 周するという、18:9:6:4:3 の比率の関係にある。これほど多くの惑星が関わるラプラス共鳴をもつ惑星系は、まだ数えるほどしか見つかっておらず、きわめて珍しいという。研究チームは当初、4 つの惑星が共鳴していることを発見したが、そのパターンを辿ることで、他にも惑星があるはずだと推測。そして、その位置を計算し、そこを詳しく観測した結果、計算どおり 5 つ目の惑星が見つかったという。なお、今回見つかった 6 つの系外惑星は、いずれも恒星に近いところにあり、ハビタブル・ゾーン(惑星の表面に液体の水が存在できる可能性のある範囲)からは外れている。ただ、ルルー氏は「この軌道共鳴のパターンから未知の惑星を探すという手法を使うことで、TOI-178 のハビタブル・ゾーンの中や、そのすぐ近くに存在する惑星をさらに発見できるかもしれません」と語る。「また、同じ手法を使うことで、これまでに発見されている他の系外惑星系でも、さらに多くの惑星を見つけることができるかもしれません」(ルルー氏)。なお、恒星に一番近い惑星は共鳴を成していない。その理由について、ルルー氏は「現時点では、潮汐力によって共鳴から外れたのではないかと考えています」と語っている。TOI-178 の惑星がラプラス共鳴で公転している様子を描いた想像図。中心の恒星から 2 番目~6 番目にある惑星が 18:9:6:4:3 の比率でリズムカルに公転していることがわかる (C) ESO/L. Calçada

軌道は整列しているのに密度はばらばらという謎

研究チームは続いて、これらの惑星の密度(大きさや質量)も、何らかの規則性に沿っているかどうかということ調査した。たとえば太陽系では、太陽に近い水星、金星、地球、火星は主に岩石からなる地球型惑星(岩石惑星)、木星、土星は主に水素とヘリウムのガスからなる木星型惑星(巨大ガス惑星)、そして天王星、海王星は氷(水、メタン、アンモニアを主成分とする混合物)からなる天王星型惑星と、太陽から遠ざかるにつれて、密度が徐々に低下していくパターンがある。また、これまでに確認されている軌道共鳴のある惑星系でも、恒星から遠ざかるにつれて、惑星の密度が徐々に低下していくパターンがあることが知られている。研究チームは規則性を調べるため、CHEOPS のデータと、チリのアタカマ砂漠にあるヨーロッパ南天天文台(ESO)のパラナル天文台の望遠鏡による観測結果とを組み合わせた。ところが、その結果は「予想を裏切るもの」(ルルー氏)だった。地球のような密度の高い地球型惑星があるかと思えば、その隣には小さな木星のような見た目ではあるものの軽い惑星があり、さらにその隣に海王星に非常によく似た惑星があるなど、それぞれの密度に規則性はみられなかったという。各惑星の密度がばらばらであることを説明するには、大きな衝突現象などによって、各惑星がもともと造られた位置から大きく移動した、などといったシナリオを考えれば辻褄が合う。しかし一方で、もしそのような出来事が起きたとすれば、5つの惑星の軌道がきれいなラプラス共鳴になることはなかったと考えられるため、矛盾が生じる。研究チームのひとり、ベルン大学のヤン・アリベール(Yann Alibert)氏は「この惑星系の軌道はきれいに整列しています。つまり、この惑星系は誕生以来、非常に穏やかに進化してきたことを示しています」と語る。またルルー氏は「軌道がリズムカルな動きをしている一方で、密度が無秩序というこの対比は、惑星系の形成と進化についての理解を深める上で、非常に重要なチャレンジとなります」とコメントしている。

研究チームは今後も、この惑星系について研究していきたいとしている。

TOI-178の想像図。5つの惑星の公転周期がラプラス共鳴によってパターン化されているのに対し、それぞれのまた、CHEOPSのプロジェクト・サイエンティストを務めるESAのケイト・アイザック(Kate Isaak)氏は「この研究は、CHEOPSが、既知の系外惑星の特徴を解き明かすだけでなく、新たな系外惑星を探し出して特定できるという、大きな可能性をもった望遠鏡であることを非常によく示しています」と語っている。

CHEOPSのミッション期間は3.5年の予定で、すなわちあと2.5年ほど運用が続けられることになる。

また、ESOは現在、チリに「超大型望遠鏡(ELT、Extremely Large Telescope)」と呼ばれる巨大な望遠鏡を建設しており、2025年以降に運用開始となる予定となっている。ELTが完成すれば、TOI-178のような惑星系をより詳細に調べたり、ハビタブル・ゾーンにある地球型惑星(岩石惑星)のような太陽系外惑星を直接撮影し、その大気の特徴を調べたりといったことができるようになることが期待されている。

参考:[系外惑星を深く詳しく観測せよ! - 宇宙望遠鏡「CHEOPS」が打ち上げに成功](#)

参考文献

- ・ [ESA - ESA's exoplanet watcher Cheops reveals unique planetary system](#)
- ・ [Puzzling six-exoplanet system with rhythmic movement challenges theories of how planets form | ESO](#)
- ・ [Six transiting planets and a chain of Laplace resonances in TOI-178 | Astronomy & Astrophysics \(A&A\)](#)
- ・ [ESA - Cheops](#)

鳥嶋真也とりしましんや

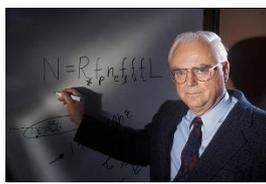
<https://www.asahi.com/articles/ASP213JPMP1GULBJ01F.html>

宇宙人との遭遇、もう間近？ 探査60年、中国も参入

石倉徹也 2021年2月2日 9時00分



[拡大する](#)



[拡大する](#)

地球外知的生命体のイメージ=SETI 研究所提供

「ドレイク方程式」を書く天文学者フランク・ドレイク博士=SETI 研究所提供

宇宙人はいるか？ 電波やレーザーを受信する「地球外知的生命探査 (SETI (セチ))」が米国を中心に 60 年続いている。宇宙人のメッセージは受信できていないが、近年は地球に似た惑星が次々見つかかり、時間の問題だとする研究者もいる。

生命が住める惑星は 3 億個

私たちの天の川銀河の中に、生命が住める惑星は少なくとも 3 億個ある——。昨年 10 月、[米航空宇宙局 \(NASA\)](#) などが発表した論文が話題を呼んだ。これまでに多くの[太陽系外惑星](#)を発見してきたケプラー宇宙望遠鏡のデータを元に推計した数値で、米 SETI 研究所のジェフリー・カフリン博士は「知的生命体がどれだけいるか推定する式の重要な数字だ」と話す。天の川銀河に、太陽のような恒星はおよそ 1 千億ある。そこに「生命が存在できそうな惑星がいくつあるか」「実際に生命が生まれる確率」など七つの数字をかけ算して、どれくらいの知的生命体が存在するかを概算したのがドレイク方程式だ。「SETI の父」と言われる米カリフォルニア大のフランク・ドレイク名誉教授が 1961 年に考案した。

七つに、あり得そうな数値を入れていくと答えが 1 を超える場合が多かったことから、宇宙人探しは一気に過熱した。ドレイク自身は 10 くらいと推測。知的生命体なら、電波で交信しているかも知れず、巨大な電波望遠鏡でなら受信できるかもしれない、と思われたからだ。その後、ケプラー宇宙望遠鏡が「恒星が惑星を持つ確率」がかなり高いことを明らかにし、観測技術の発展でほかの数字も絞り込めてきた。最近では、英ノッティンガム大のチームが、ドレイク方程式とは別の方法で天の川銀河に少なくとも 36 の知的生命体がいると推計した。

<https://this.kiji.is/729515888558882816?c=110564226228225532>

米の新宇宙船、試験で墜落し爆発 スペース X、けが人なし 2021/2/3 11:19 (JST)

©一般社団法人共同通信社



2 日、米テキサス州で宇宙企業スペース X が発射したロケットの試作機。その後、着陸に失敗し炎上した (UPI = 共同)

【ワシントン共同】米宇宙企業スペース X が 2 日、米南部テキサス州で実施した開発中の次世代宇宙船「スターシップ」実験機の打ち上げ試験で、着陸に失敗し墜落、爆発した。同社は昨年 12 月の試験でも地上に激突、爆発事故を起こしていた。ロイター通信によると、けが人はいない。

スターシップは月や火星への飛行を目指す宇宙船。完成時はロケットの上部に宇宙船が付いた 2 段形式になるが、現在は実験機で試験を続けている。完成すると、衣料品通販大手 ZOZO (ゾゾ) 創業者の前沢友作氏が月を周回する旅行に利用する予定。ロイターによると、打ち上げの約 6 分半後、地上に激突した。

<https://digital.asahi.com/articles/ASP236QSFP23ULBJ00H.html?pn=4>

新型宇宙船の試験飛行でまた爆発 「データは取れた」

[石倉徹也](#) 2021 年 2 月 3 日 21 時 30 分



[拡大する](#)

着陸に失敗して爆発炎上する SN9=中継サイト「Everyday Astronaut」の動画から

米宇宙企業スペース X が 2 日（日本時間 3 日）、100 人乗りとなる大型宇宙船「スターシップ」の試験機を再び飛行させ、高度 10 キロまでの上昇に成功した。着陸には失敗し、昨年 12 月の試験に続いて爆発炎上したが、それでもスペース X は「今回もまた素晴らしい飛行ができ、多くの良いデータがとれた。近いうちに、また別の宇宙船を持ってくる」とコメントした。飛行したのは、スペース X が新しく建造した試験機「SN9」。日本時間 3 日早朝、開発工場がある米テキサス州ボカチカで 3 基のエンジンを点火し、約 4 分半かけて高度 10 キロまで到達した。スペース X の動画によると、SN9 はその後、エンジンを 2 基停止させて上空で静止したのち、残る 1 基も停止し、機体を真横にしながら降下した。問題が起きたのは、打ち上げの約 6 分 20 秒後だった。降下速度を落とすためにエンジンを再び点火し、機体を垂直に立て直そうとしたところで機体が大きく振られ、傾いたまま地面に激突した。昨年 12 月の着陸失敗は、燃料タンクの圧力が下がってエンジンの噴射が弱くなったことが原因だった。スペース X の担当者は「(今回は)燃料タンクの実証はできた。着陸は少し改善する必要があるが、データを見れば改善点はわかるだろう」と話した。次の打ち上げ時期は未定だが、開発工場にはすでに次の試験機がほぼ完成している。爆発による延焼もなかったとみられる。スターシップは直径 9 メートル、全長約 50 メートルの再使用型宇宙船。開発中の巨大ロケットの上に搭載されると全長約 120 メートルとなり、アポロ計画で使われた「サターン V」を超える史上最大のロケットになる。衣料品通販サイト「ZOZO」の前沢友作・元社長が 2023 年に月周回旅行を計画しているほか、米国の有人月探査でも使われる可能性がある。スペース X のイーロン・マスク CEO は今回、試験飛行の前日に「しばらくツイッターから離れる」と発表しており、爆発についてもコメントしていない。(石倉徹也)



[拡大する](#)



エンジンを点火したスターシップの試験機 SN9（中央）。右はさらに次の試験機=スペース X の動画から

[拡大する](#)

上昇中の SN9=スペース X の動画から [拡大する](#)

エンジンを切り、降下する SN9=スペース X の動画から



[拡大する](#)



着陸直前に姿勢を立て直そうとする SN9=スペース X の動画から [拡大する](#)

着陸に失敗して爆発炎上する SN9=スペース X の動画から [拡大する](#)

宇宙でロケットから切り離されるスターシップのイメージ=スペース X 提供