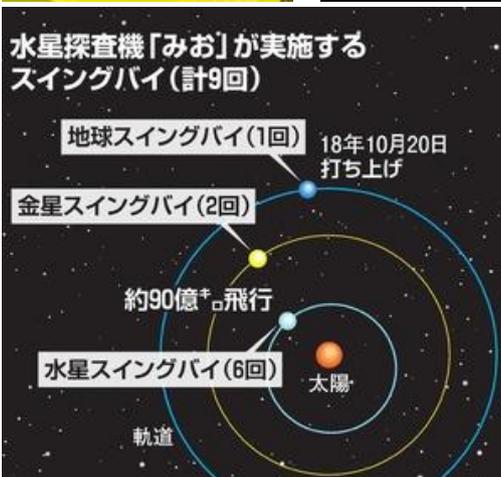
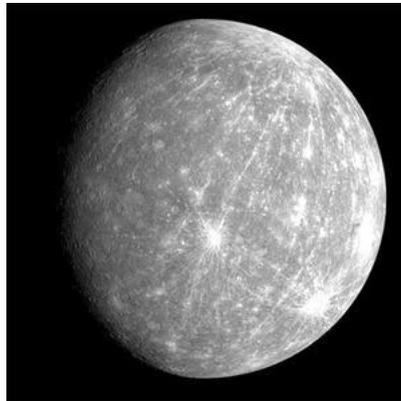


日本初、水星の謎に迫る 「みお」 20日打ち上げへ 浜田祥太郎 2018年10月18日09時46分



水星を探索する「みお」のイメージ（池下章裕氏提供）



太陽に最も近い惑星・水星を調べる日本の探査機「みお」が、南米・仏領ギアナのギアナ宇宙センターから20日に打ち上げられる。7年かけて約90億キロを飛行し、謎が多い水星の磁気圏探査に挑む。

• [月に水資源、新データ次々 各国が競う探査、日本は？](#)

水星は、地球と太陽のおよそ3分の1の距離を回っている。昼間は表面温度が約430度になる一方、夜は零下約170度まで冷え込む。地球のように磁場があるが、詳細はわかっていない。これまで水星に接近した探査機は、米国のマリナー10号（1974～75年）とメッセンジャー（2011～15年）だけだ。

今回打ち上げるのは、[宇宙航空研究開発機構](#)（JAXA）の探査機みおと、[欧州宇宙機関](#)（ESA）

の「MPO」。日欧による共同の探査で、イタリアの天文学者の名前から「ペピコロンボ計画」と名付けられた。「みお」は船が航行する水路や航跡を表す言葉で、航海の安全を祈る愛称として公募から選んだ。

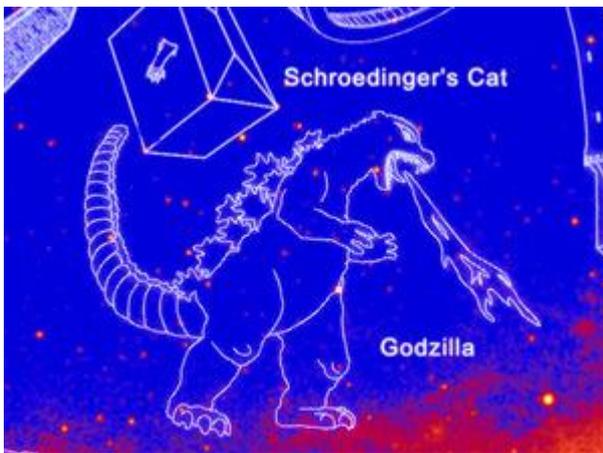
2機は欧州のロケットで打ち上げ後、合体したまま約7年かけて水星に向かう。地球や金星、水星の重力で減速したり軌道を変えたりする「スイングバイ」を計9回実施するため、飛行距離は日本の探査機で最長の約90億キロになる。

到着後、みおは高い高度を回って磁場や大気を観測し、MPOは低い高度から磁場のほか地形や地表の成分を調べる。2機で同時に観測することで、内部の様子が精密にわかる。

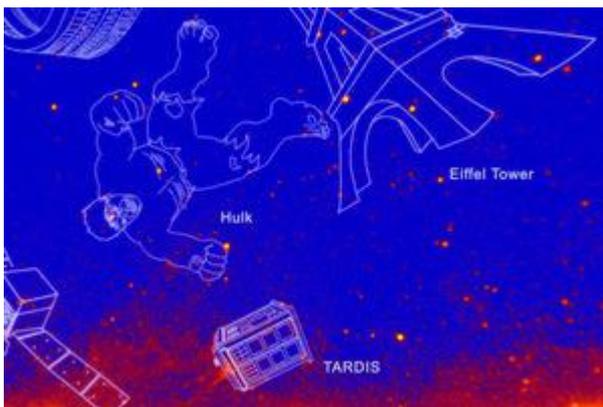
JAXAの山川宏・理事長は「プロジェクト開始から13年の努力がようやく報われる。水星の環境が解明されることを期待している」と話している。(浜田祥太郎)

<https://www.asahi.com/articles/ASLBLE6J3LLBLULBJ00X.html>

ゴジラ座に星の王子さま座？NASA、新しい星座を認定 小川裕介 2018年10月18日 21時41分



[ガンマ線天体からなる「ゴジラ座」\(NASA提供\)](#)



米航空宇宙局 (NASA) は18日、天体観測衛星「フェルミ」で見つけたガンマ線を出す星で、怪物「ゴジラ」や「富士山」など、21の新たな星座を認定したと発表した。国際天文学連合が認定する「オリオン座」などの公式な88の星座とは別物。

フェルミは、肉眼では見えないガンマ線をとらえる。星座はフェルミの打ち上げ10周年を記念した。ほかに、「アインシュタイン」や「エッフェル塔」、米の人気キャラクター「超人ハルク」、サンテグジュペリの「星の王子さま」などがある。(小川裕介)

<https://www.asahi.com/articles/ASLBD5FHYLBDUHBI03J.html>

## ソユーズ失敗したロシア、来春にもロケット打ち上げ再開

モスクワ＝石橋亮介

2018年10月12日 18時27分



[2018年10月11日、カザフスタンのバイコヌール宇宙基地から](#)

### [打ち上げられたソユーズロケット＝ロイター](#)

2人の宇宙飛行士を乗せ、[国際宇宙ステーション（ISS）](#)に向かおうとしていたロシアのソユーズロケットの打ち上げ失敗で、ロシアの宇宙機関ロスコスモスのロゴージン社長は12日、来春にもロケットの打ち上げを再開し、2人をISSに向かわせる考えを示した。

ロケットは11日、[カザフスタンのバイコヌール宇宙基地](#)から発射。約2分後に異常が発生し、米口の宇宙飛行士2人は緊急着陸した。

ロゴージン氏は12日、モスクワ近郊の[宇宙飛行士訓練施設](#)に到着した2人と一緒に写真を撮り、自身の[ツイッター](#)に投稿。「彼らは必ずまた飛ぶ。来春にも打ち上げを計画している」と書き込み、早急にISSへの宇宙飛行士の打ち上げを再開する考えを示した。

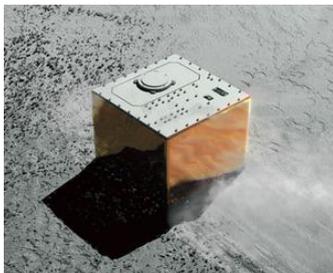
ロシア政府は事故後、事故原因が究明されるまで打ち上げを中止する方針を表明。国家委員会を設立し調査を始めた。タス通信によると、ロスコスモス幹部は12日、回収された1段目のロケットの部品などの調査で、10月下旬にも原因が明らかになるとの見通しを示した。インタファクス通信によると、余分な燃料の酸素を外部に排出する弁の不具合が原因との見方が浮上しているという。（モスクワ＝石橋亮介）

<https://www.asahi.com/articles/ASLB23JH3LB2ULBJ003.html>

## 独仏のロボ、小惑星リュウグウに着陸 はやぶさ2が分離

浜田祥太郎

2018年10月4日 01時13分



[リュウグウに着陸したMASCOTのイメージ（JAXA提供）](#)



宇宙航空研究開発機構（JAXA）は3日、探査機「はやぶさ2」に積んでいた独自の小型ロボットを分離したと発表した。ロボは小惑星「リュウグウ」への着陸に成功。地表の物質を調べ、データを地球に送る。

- はやぶさ2の探査ロボ、リュウグウ着陸に成功 世界初
- 小惑星リュウグウの地表画像を公開 「多数の岩確認」
- 特集：はやぶさ2の軌跡

ロボは、ドイツ航空宇宙センターとフランス国立宇宙研究センターが共同開発した「MASCOT（マスコット）」。縦横約30センチ、高さ約20センチの箱形で、重さは約10キロ。鉱物の組成を調べる分光顕微鏡や広角カメラ、磁力計などを積んでいる。電源の寿命は約16時間で、着陸後に1回だけ、跳ねて移動する。

JAXAによると、午前11時ごろ、リュウグウの高度約50メートルで分離した。ドイツ航空宇宙センターによると、約20分後に着陸したという。

JAXAのロボ「ミネルバ2-1」も9月、着陸に成功し、探査を続けている。はやぶさ2の津田雄一・プロジェクトマネジャーは「2回連続の分離成功で、運用チームの実力もついた」と語った。はやぶさ2本体は今月下旬に着陸する予定。（浜田祥太郎）

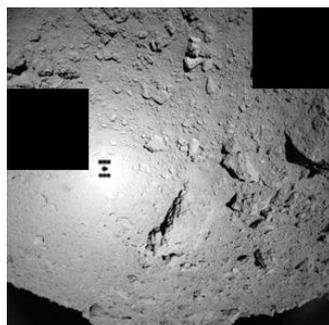
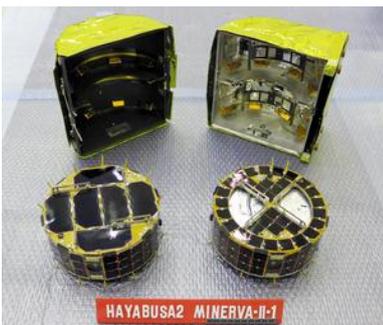
<https://www.asahi.com/articles/ASL9P469JL9PULBJ00J.html>

はやぶさ2、小型ロボ分離 小惑星リュウグウに着陸へ

小宮山亮磨 2018年9月21日 15時01分



リュウグウを探査する2台の「ミネルバ2-1」のイメージ（JAXA提供）



宇宙航空研究開発機構（JAXA）は21日、探査機「はやぶさ2」から、小型の探査ロボットを分離したと発表した。小惑星「リュウグウ」に着陸し、地表のデータを集める予定。

- **はやぶさ2、小惑星リュウグウに到着 1年半滞在し活動**
- **特集：はやぶさ2**

分離した探査ロボ「ミネルバ2-1」は、「A」と「B」の2機で構成され、どちらも大きさは直径18センチ、高さ7センチの円柱形で、重さは約1キログラム。内蔵モーターを使い、地表を跳ねて移動できる。地表の画像や温度などのデータをはやぶさ2に送る。

JAXAによると、はやぶさ2本体から切り離したことを知らせる信号が21日午後1時25分ごろに届いた。リュウグウの高度50～60メートルで分離したとみられる。15～30分後に着陸するが、画像などで確認するにはしばらく時間がかかるという。

初代「はやぶさ」にも同様の探査ロボットが積まれていたが、2005年に分離に失敗して小惑星「イトカワ」には着陸できなかった。（小宮山亮磨）

<https://www.asahi.com/articles/ASL9W76YJL9WULBJ031.html>

### こうのとりのISSドッキング成功 試料持ち帰る初実験

浜田祥太郎 2018年9月28日07時33分



ISSに接続された「こうのとりのり」=28日未明、JAXA提供

[PR]

日本の無人補給船「こうのとりのり（HTV）」7号機が国際宇宙ステーション（ISS）に到着し、28日午前3時10分ごろ、結合作業が完了した。ISSへの輸送成功は7回連続。

- **H2Bロケット打ち上げ成功 兄弟機とあわせ40回連続**

HTVは23日に鹿児島県の種子島宇宙センターからH2Bロケットで打ち上げられ、27日夜にロボットアームでISSにキャッチされた。

今回は過去最重量の約6・2トンの物資が積まれている。宇宙航空研究開発機構（JAXA）の小型回収カプセルを積み、日本実験棟「きぼう」から試料を持ち帰る初めての実験を試みる。JAXAの山川宏理事長は「将来の宇宙活動に向けた技術実証に挑戦する」とコメントした。食料や衣類など、飛行士の生活に必要な物資も積まれている。（浜田祥太郎）

<https://alma-telescope.jp/news/disk-201810> 2018.10.10

アルマ望遠鏡、惑星の「はじまりのはじまり」にせまる

太陽や地球は、およそ46億年前にガスと塵の雲の中で誕生したと考えられています。雲の中心では、ガスや塵が高密度に集まって原始太陽ができます。そして、原始太陽を取り巻くガスや塵の円盤の中

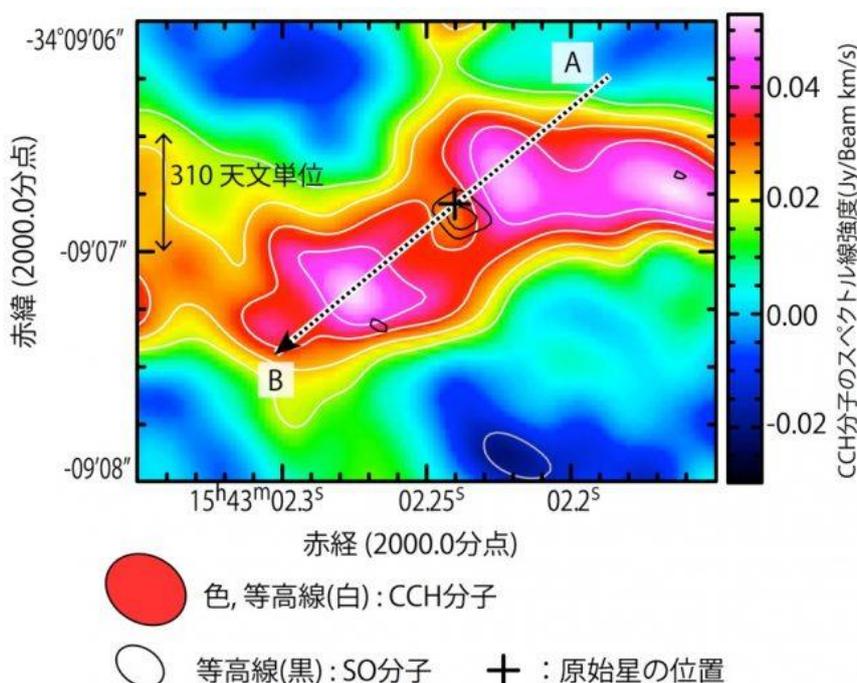
で、ガスや塵が集まって地球のような惑星ができたと考えられています。この円盤を、原始惑星系円盤と呼びます。ではこの原始惑星系円盤は、中心の原始星（赤ちゃん星）がどれくらい成長したところに出来上がるのでしょうか？

アルマ望遠鏡を使って、ふたつの研究チームがこの謎に挑みました。ふたつの生まれたばかりの小さな赤ちゃん星を観測したところ、いずれの星の周りにもガスが回転する円盤ができていたことがわかりました。惑星系のもとになる円盤は、赤ちゃん星の誕生とほぼ時を同じくして作られていることがわかったのです。

東京大学大学院理学系研究科物理学専攻の大学院生 大小田結貴氏と山本智教授らからなる国際研究チームは、おおかみ座にある原始星 IRAS 15398-3359 をアルマ望遠鏡で観測しました<sup>[1]</sup>。これまで一般的に観測されてきた原始星の質量は太陽の10%程度ですが、今回の観測の結果、IRAS 15398-3359の質量は太陽の0.7%と非常に低質量であることがわかりました。これはつまり、この星がまさに生まれたてであることを示しています。この星の年齢は、わずかに1000年ほどと見積もられています。

研究チームはこれまで多くの原始星を観測し、原始星を取り巻くガスに含まれる炭素鎖分子 CCH と一酸化硫黄 (SO) 分子が放つ電波を観測してきました。その結果、CCH は数百天文単位<sup>[2]</sup>に大きく広がるガスの分布を知るのに適しているっぽう、SO は原始星近くで回転する円盤構造を浮かび上がらせることができていました。

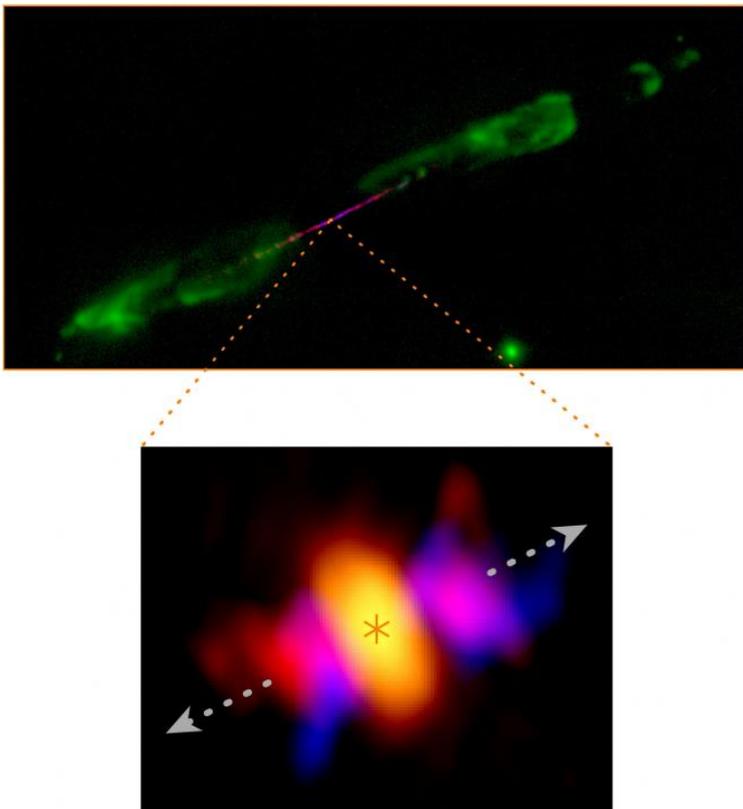
IRAS 15398-3359 でも CCH と SO が放つ電波を観測したところ、SO は原始星から半径数十天文単位のところ集中しており、またドップラー効果<sup>[3]</sup>から、SO 分子をふくむガスが原始星の周囲を回転していることがわかりました。生まれてからわずか1000年という極めて若い星の周りに、回転するガスの円盤がすでに作られていることが初めて明らかになったのです。



アルマ望遠鏡が観測した、原始星 IRAS15398-3359 付近のようす。カラーと白の等高線は CCH 分子の電波強度分布、黒の等高線は SO 分子の電波強度分布をあらわしています。中心の十字印のところに原始星が位置しており、図中 A-B に伸びる方向に CCH 分子で見るガスが広がっていることがわかります。一方、SO 分子は原始星付近に集中して存在しています。

Credit: ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), Okoda et al.

また、台湾中央研究院天文及天文物理研究所のチンフェイ・リー氏らの国際研究チームは、ペルセウス座にある原始星 HH211-mms をアルマ望遠鏡で観測しました。これまでの観測から、HH211-mms の年齢はおよそ 10000 歳と見積もられており、非常に若い原始星といえます。今回、アルマ望遠鏡は視力 2000 に相当する高い解像度で観測を行いました。これは、HH211-mms の距離（約 770 光年）では 7 天文単位の大きさが見分けられることに相当します<sup>[4]</sup>。

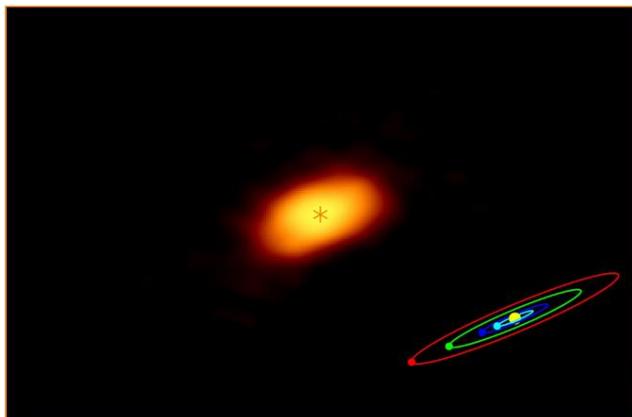


原始星 HH211-mms から両極方向に噴き出すガスのジェット（上）と、アルマ望遠鏡がとらえた HH211-mms の周囲のようす。中心に原始星があり、矢印の方向にガスが吹き出しています。原始星を取り巻く円盤状構造をオレンジ色で表現しています。原始星から噴き出すガスは、地球から遠ざかる方向に動くガスを赤、近づく方向に動くガスを青で着色しています。

Credit: ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), Lee et al.

観測の結果、原始星を取り巻く半径 15 天文単位ほどの円盤状構造が見つかりました。これは、太陽系では土星がまわる軌道の 1.5 倍ほどの大きさに相当し、若い星の円盤としては極めて小さいものです。HH211-mms は地球から見るとこの円盤をほぼ真横から見る位置関係になっており、円盤が厚いものであることも高解像度観測によって明らかになりました。多くの原始惑星系円盤では、円盤の直径に比べると厚みはずっと小さいものです。このため研究チームは、できたばかりの円盤では、塵がま

だ赤道面上に蓄積されず円盤上空を漂っているのではないかと考えています。惑星の形成現場である原始星円盤の誕生と初期進化を知るうえで、重要な成果と言えます。



アルマ望遠鏡がとらえた HH211-mms の円盤のクローズアップ画像。右下は太陽系の木星・土星・天王星・海王星の軌道サイズを示しています。

Credit: ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), Lee et al.

このような若い星は、ガスや塵の濃い雲の奥深くで生まれ、成長していきます。光や赤外線は周囲のガスにさえぎられてしまうため、光学赤外線望遠鏡ではこうした天体の様子を調べることはできません。お母さんの胎内にいる赤ちゃんのようすを超音波を使って調べるのと同じように、天文学者たちは濃い雲の中で生まれる赤ちゃん星を電波を使って調べているのです。

#### 論文・研究チーム

これらの研究成果は、以下の論文として発表されたものです。

Okoda et al. "The Co-evolution of Disks and Stars in Embedded Stages: The Case of the Very-low-mass Protostar IRAS 15398-3359" (2018) *The Astrophysical Journal Letters*

Lee et al. "ALMA Observations of the Very Young Class 0 Protostellar System HH211-mms: A 30au Dusty Disk with a Disk Wind Traced by SO?" (2018) *The Astrophysical Journal*.

この研究を行った研究チームのメンバーは、以下の通りです。

大小田結貴（東京大学）、大屋瑤子（東京大学）、坂井南美（理化学研究所）、渡邊祥正（筑波大学）、Jes K. Jørgensen（コペンハーゲン大学）、Ewine F. Van Dishoeck（ライデン大学）、山本智（東京大学）

Chin-Fei Lee（中央研究院天文及天文物理研究所）、Zhi-Yun Li（バージニア大学）、平野尚美（中央研究院天文及天文物理研究所）、Hsien Shang（中央研究院天文及天文物理研究所）、Pau T. P. Ho（中央研究院天文及天文物理研究所）、Qizhou Zhang（ハーバード・スミソニアン天体物理学センター）

この研究（Okoda et al.）は、文部科学省科学研究費補助金（No. 25108005, 18H05222）の支援を受けています。

[1] 詳細は、東京大学主導の[プレスリリース「生まれたばかりの原始星に惑星系のもとになる円盤構造を発見」](#)をご覧ください。

[2] 1 天文単位は太陽と地球の平均距離で、約 1 億 5000 万キロメートルに相当。太陽系でもっとも外側を回る惑星である海王星は、太陽から約 30 天文単位のところまに位置する。

[3] 分子は決まった周波数で電波を出しますが、分子が動いている場合は観測される電波の周波数がわずかに変化します。この周波数のずれから、分子の運動速度を見積もることができます。

[4] 太陽系では、木星の軌道半径が約 5 天文単位に相当します。

<https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/news/16/b/100500238/>

## 土星の環から「雨」が降っていた、予想外の事実も

### NASA の探査機カッシーニ最後の偉業、土星と環の係に新たなシナリオ

2018.10.09



最終ミッションで土星と環の間をくぐり抜ける土星探査機カッシーニの想像図。(PHOTOGRAPHY BY NASA) [画像のクリックで拡大表示]

土星には雨が降っている。1 秒間に重さ数千キロにもおよぶ氷や有機分子が、環から土星の大気中へと降り注いでいる。

土星とその環の間で起こる驚きの相互作用。科学者らがついにそれらを目撃できたのは、NASA の土星探査機カッシーニのおかげだ。2017 年末に土星に突入してミッションを終えたカッシーニは、最後の数週間に土星とその環の間を 22 回くぐり抜け、環から降ってくる雨を採集した。(参考記事：[「さよならカッシーニ、ついに土星衝突軌道に突入」](#))

土星の環から降る雨の観測は、技術的な偉業というだけではない。雨の組成や降雨ペースを知ることには、土星の歴史を解き明かす上でも非常に重要だ。土星の環の起源や年代という古来の謎に、また一歩近づいたことも意味する。

「私たちはたまたま土星が壮大な環をもっている時期に居合わせたのではないのでしょうか？」と、米コロラド大学ボルダー校のショーン・スー氏は言う。「環が最近形成されたものだとしたら、非常に面白いことになります。ほかの氷の衛星とも関係してきます」(参考記事：[「土星の衛星エンケラドスに生命はぐくむ素材」](#))

#### やまない雨

土星の環から物質が降ってくることはまったく意外ではない。理論的にも観測上でも、数十年前からこのことを示唆していた。しかし、土星とその周囲をまわる星々(土星系)の中で物質がどのよう

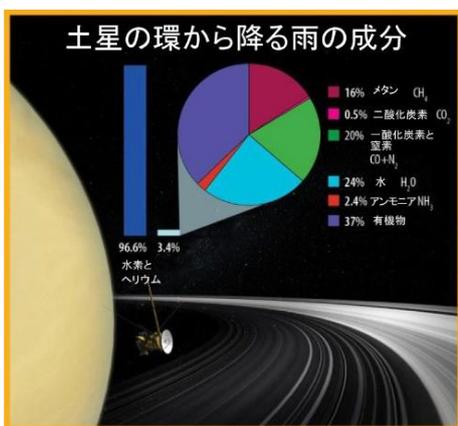
に移動するのか、そのうちのどれくらいの部分が土星に降り注ぐのかはわかっていなかった。

2018年10月5日付けの学術誌「サイエンス」に土星の環から降る雨について3本の論文が掲載された。論文のもとになったデータはいずれも、カッシーニが最後の日々に行った「グランドフィナーレ」という観測プログラムから得られたものだ。(参考記事：[「土星の環から地球が見えた、NASAが写真公開」](#))

カッシーニが土星と環の間を通り抜ける時の速度は時速約11万キロにもなった。これは、カッシーニに搭載された各種の観測機器が想定する速度をはるかに上回っていたため、データの解釈は困難をきわめた。(参考記事：[「土星探査機カッシーニ、最終ミッションを開始」](#))

NASAのジャック・コナー氏は、「科学者たちは奮闘の末、非常に巧妙なやり方で、観測データが語っていることを解き明かしました」と言う。「観測装置の想定や科学者たちの経験の範囲をはるかに超えた作業でした」

カッシーニは、土星と環の間をくぐり抜けて土星の重力や磁場、環の質量などを測定しながら、環から降ってくる数多くの破片を採集した。それぞれ異なる成分を調べられる3種類の観測機器が、速やかに粒子の分析に取りかかった。こうして得られた結果の中には、科学者たちの予想と異なるものもあった。



土星の環から降る雨の成分。(PHOTOGRAPHY BY NASA/JPL/SWRI) [画像のクリックで拡大表示]

まず、土星上空で、それまで知られていなかった粒子の層を見つけた。ナノサイズのふわふわした粒子は、土星の大気中の分子と衝突し、だんだん下に落ちてゆき、土星の赤道沿いに降り注ぐ。「これらの粒子はグランドフィナーレ以前にはまったく知られていませんでした」とスー氏は言う。

環から降る雨からは、メタン、ブタン、プロパンなどの有機物や、ケイ酸塩を豊富に含む粒子も見つかった。大きな電荷を持つ粒子は、土星の磁力線に沿って、主に南半球に落下した。それ以外の粒子は赤道沿いに落下する傾向があった。

土星の環の95~99%は氷でできているが、環から降る雨には科学者たちが予想していたほど多くの氷は含まれていなかった。氷が少ないことについて、NASAのエイムズ研究センターのジェフ・カジー氏は、あるシナリオによって説明できると言う。土星の最も内側の環であるD環の内部に従来検出されていなかった放射帯があり、これが氷の塊から水を剥ぎ取っているとするシナリオだ。この仮説にしたがえば、土星本体の近くで検出される粒子は、ケイ酸塩や有機物など、放射に耐えて残った物質の塊ということになる。(参考記事：[「土星の環が一部破れる、カッシーニが撮影」](#))

### 研究チームごとに異なる「雨の量」

さらにややこしいことに、論文を発表した3つの研究チームは、土星の大気中に落下する物質の量に

ついて、大きく異なる見積もりをしている。これは、各チームが土星のさまざまな場所で採集された異なる種類の物質を分析したせいかもしれない。

あるチームは、D環から毎秒重さ5キロほどのナノ粒子が降り注いでくるとしている。別のチームは、氷、有機物、ケイ酸塩の粒子が毎秒45トンも降り注いでいるとしている。

毎秒数十トンもの量については、最近の彗星の衝突により一時的に雨が増えたことで説明できるかもしれないと、科学者たちは考えている。しかし、ずっとこの量であるなら、つじつまが合わないとカジー氏は言う。土星の環には、これだけの量の雨を長期にわたって降らせるほどの質量はないからだ。

さらにカジー氏は、土星の環から雨が降っているのは明らかだが、雨の量に関する数字から環の年齢について何かを見積もろうとするのは早すぎると指摘する。土星の環は、ほかの理由からかなり新しく、数億年前にできたと考えられているからだ。(参考記事:[「土星の環ができたのは意外と「最近」だった？」](#))

「環から降ってくる物質の量を測定して環の年代を測定できるというアイデアは、基本的には悪くありません」とカジー氏。「けれども多くの名案がそうであるように、実際にやってみると、いろいろ複雑なところがあるのです」

土星入門：土星の環はどのようにしてできたのだろうか？衛星はいくつあるのだろうか？かつてクリスチャン・ホイヘンスやジョヴァンニ・カッシーニが調べた巨大なガス惑星の姿をNASAの最新技術がとらえた。(解説は英語です)

### 砕け散った衛星

カッシーニがもたらした新たなデータは、そもそも土星の環は何からできたのかという謎解きにも役立つ。これまでに得られたデータが示唆しているのは、砕け散った衛星または彗星から土星の環ができたという可能性だ。

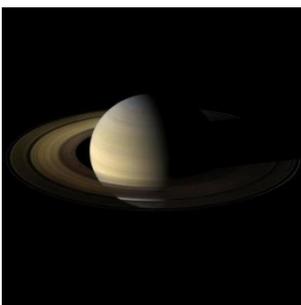
カジー氏によると、土星のC環にはケイ酸塩を豊富に含む物質が集まった奇妙な場所があるという。衛星が砕け散ると、まさにこのようなものができるはずだ。

衛星は成長するにともなって、ケイ酸塩に富む岩石がコア中に沈み込み、凍った軽い物質がマントルを形成しただろう。この衛星を土星が引き裂いたとすれば、衛星のコアの破片からはC環ができ、マントルの氷からはひときわ明いA環とB環ができたと考えられる。(参考記事:[「土星の環は思っていたより軽かった」](#))

何十億年も安定していたと思われる土星系で、なぜ数億年前になって環が形成されたのかはまだわからない。土星と砕け散った衛星との相互作用の詳細についても不明である。

「土星の物語はまだ完結していません」とコナニー氏は言う。「ただ、多くの章のアウトラインはできています」

【参考ギャラリー】さよならカッシーニ、写真で振り返る輝かしき偉業 19点 (写真クリックでギャラリーページへ)



2009年8月、春分や秋分のように土星のちょうど半分が太陽に照らされる姿（昼夜平分）をカッシーニは初めて目撃した。太陽は土星の赤道の真上に来ている。(PHOTOGRAPH BY NASA, JPL, CASSINI)

[\[画像のクリックで別ページへ\]](#) 文=Nadia Drake/訳=三枝小夜子

<https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/news/16/b/100500237/>

## 「系外衛星」の存在が濃厚に、確認されれば初 海王星サイズの巨大な衛星？ ハッブル宇宙望遠鏡で観測

2018.10.05



木星サイズの系外惑星ケプラー1625bの周りを公転する海王星サイズの巨大衛星の想像図。

(ILLUSTRATION BY DAN DURDA) [\[画像のクリックで拡大表示\]](#)

地球から約8000光年の彼方で、「ケプラー1625b」という巨大惑星が、年老いた主星の周りを1地球年の公転周期で回っている。この惑星には旅の仲間がいるようだ。

科学者たちは、ケプラー1625bから見上げる空には、海王星サイズの特大的「月」がかかっているのではないかと考えている。つまり太陽系外惑星の周りを回る「太陽系外衛星」だ。これが確認されれば、初の系外衛星となる。

この天体の存在が最初に示唆されたのは2017年7月のことだった。科学者たちはこのとき、ケプラー1625bと一緒に主星の周りを回る天体があることを示す証拠を発見したと、暫定的な発表を行った。その後、2017年10月にハッブル宇宙望遠鏡がこの星の観測を始め、系外衛星の存在を裏付けるのに十分なデータを収集することが可能になった。(参考記事：[「初の「系外衛星」を発見か、約4000光年先の惑星」](#))

今回の発見をした2人の科学者は、この驚くべき主張を立証するため、ほかの科学者が独自に確認を行うことを希望している。

10月3日付けの学術誌「Science Advances」にこの発見についての論文を発表した米コロンビア大学のアレックス・ティーチ氏は、「徹底的に吟味したつもりですが、私たちが考えもしなかったようなことを、ほかの研究者が思いつくこともあるでしょう」と言う。「そうした説により私たちの系外衛星仮説が肯定されるか否定されるかは、まだわかりません」

米マサチューセッツ工科大学のサラ・シーガー氏は、現時点では判断を控えたいと言う。

「系外衛星は、系外惑星研究者がまだ発見していない主要な天体の1つです」とシーガー氏。「最初の系外衛星探しがこうして進んでいくのは、非常に興味深いことです。しかもそれが、海王星サイズの、異様に大きい衛星だということですから」(参考記事：[「海王星に巨大嵐が出現、サイズは地球並み」](#))

月の影

天文学者たちは近年、様々な手法を用いて宇宙の無数の星々の中から数千個の惑星を見つけ、その存在を確認してきた。

つい最近まで、系外惑星の周りを回る衛星は見つかっていなかったが、天文学者たちは、こうした衛星の存在を強く信じてきた。私たちの太陽系には、惑星より多くの衛星が存在しているからだ。しかし、系外衛星の存在を示唆するわずかな手がかりを検出するのは、技術的に非常に難しい。(参考記事：[「ケプラー16bに初の系外衛星が存在？」](#))

論文共著者で米コロンビア大学のデビッド・キッピング氏は、これまで10年近く、NASAのケプラー衛星が送ってきたデータをふるいにかけて、系外衛星を探してきた。2009年に打ち上げられたケプラー衛星は、4年にわたって星空に目を凝らし、系外惑星が主星の手前を横切るときに主星がわずかに暗くなるトランジットという現象を観測していた。(参考記事：[「ケプラー初成果、5つの系外惑星を発見」](#))

天文学者は、恒星が暗くなるタイミング、減光の程度、持続時間を調べることで、惑星の大きさや主星からの距離を計算することができる。キッピング氏は、衛星が十分に大きければ、主星の減光のパターンにその痕跡を見いだすことができるはずだと考えた。大きな衛星は、惑星が主星の前を横切るタイミングに影響を及ぼすだけでなく、それ自体が主星の減光を引き起こすと考えられるからだ。

キッピング氏は記者会見で、「いちばん大きいものが、いちばん見つけやすいのです」と語った。「今回の衛星系はいちばん見つけやすかったというだけで、一般的な形ではないのかもしれませんが」(参考記事：[「ありえない発見、小さい恒星を回る巨大惑星」](#))

【参考ギャラリー】ハッブル望遠鏡 50 の傑作画像 (写真クリックでギャラリーページへ)



宇宙を彩る花火

塵(ちり)が渦を巻くタランチュラ星雲内部の空洞を、生まれたばかりの輝く星々が照らす。ハッブル宇宙望遠鏡がとらえた天体画像の公開を担当するゾルタン・リベイは、この画像の魅力は躍動感にあるという。「星々がまさに誕生し、死滅している光景です」 NASA; ESA; F. PARESCE, INAF-IASF, BOLOGNA, ITALY; R. O'CONNELL, UNIVERSITY OF VIRGINIA; WIDE FIELD CAMERA 3 SCIENCE OVERSIGHT COMMITTEE

**衛星の影響を見きわめる**

ケプラー衛星が発見した約300個の系外惑星を調べたキッピング氏とティーチャー氏は、ケプラー1625bのデータ中に系外衛星の影響と思われるゆらぎを発見した。惑星の周りに大きな天体があり、惑星をふらつかせているように思われたのだ。この惑星の外側の軌道を回る別の天体の重力がふらつきの

原因である可能性もあった。しかし、すべての証拠が衛星の存在を示唆していた。(参考記事：[「ケプラー一、新たに219個の惑星を発見」](#))

【動画】系外惑星に初の衛星か？ 系外惑星の周りを公転する巨大な衛星らしき天体が発見された。裏付けが取れば、初の系外衛星の発見となる。(解説は英語です)

この奇妙な惑星系について正確なデータを収集し、偽の信号である可能性を排除するのに活躍したのが、高性能のハッブル宇宙望遠鏡だった。2017年10月、ケプラー1625bでトランジットが起こる時期に、ハッブル宇宙望遠鏡は、この系の明るさを40時間にわたって正確に測定し、ケプラー衛星と同じく系外衛星の存在を示唆するパターンを発見した。

ケプラー1625bは予想より77.8分早くトランジットを開始した。これは、大きな衛星の重力によるふらつきのためだと考えられる。そして、惑星がトランジットを終えてから約3.5時間後、ハッブル宇宙望遠鏡は2回目の減光を検出した。これは、惑星に続いて衛星が主星の前を横切ったことによるものと考えられた。

ミエール大学のグレッグ・ラフリン氏は、これらの観測結果はいずれも巨大な系外衛星が存在すると考えれば矛盾なく説明できると言う。けれども彼はまだ確信はしておらず、2019年5月に起こる次のトランジットの際に、ハッブル宇宙望遠鏡か別の宇宙望遠鏡を使って、もう一度観測されることを期待している。

「トランジットのタイミングの変動と、衛星による第2の減光が見られれば、衛星の存在を裏付ける強力な証拠になるでしょう」とラフリン氏は言う。

キッピング氏とティーチ氏は、衛星が存在する場合に次のトランジットがどのように進行するかを、すでに予測している。あとはその時を待つだけだ。

「確実に検出されると思います」とラフリン氏は言う。「軌道の関係で少々待たなければいけませんが、2075年とか、そういう話ではないのですから」

### パンドラかエンドアか

ティーチ氏とキッピング氏の計算によれば、衛星が存在するなら、その大きさと質量は氷の巨大惑星である海王星と同じくらいだろうと考えている。衛星は木星サイズの惑星から約300万km離れた軌道を公転し、惑星から衛星を見上げると、地球から見た月の約2倍の大きさに見えるだろう。これだけ大きな衛星がどのように形成されたのかは不明だが、ほかの天体の衝突によって誕生したか、海王星の衛星トリトンのように、巨大な惑星の重力に捉えられた可能性がある。

いくつかの点で、この系外惑星系は地球と月の関係をスケールアップしたように見える。ケプラー1625bとその衛星の相対質量は地球と月の相対質量とほぼ同じだし、衛星の公転軌道の相対的な大きさもよく似ている。

さらに、主星からケプラー1625bまでの距離は、太陽から地球までの距離とほぼ同じだ。ただし、主星は太陽の約2倍の年齢で、赤色巨星への進化の途上にある。そのため、系外衛星の温度は75°C前後である可能性があるが、研究チームは、主星がもっと若かった頃には、もっと穏やかな温度で、生命が存在できたかもしれないと言う。(参考記事：[「【解説】宇宙生命探査、次はこうなる」](#))

キッピング氏は、「もしかすると私たちは、昔よりも膨らんだ状態の衛星を見ているのかもしれませんが」と言うが、彼もティーチ氏も、この惑星と衛星に生命が存在できるかを考えることにはあまり興味がないとしている。

巨大なガス惑星ケプラー1625bが、映画『アバター』に登場する衛星パンドラのように生命が存在で

きる衛星を引き連れているだろうかと問われれば、答えはおそらく「ノー」だ。しかし、今回の発見は、SF映画でおなじみの地球によく似た衛星が宇宙のどこかにあるかもしれないことを示している。(参考記事：[「【解説】地球に似た7惑星を発見、生命に理想的」](#))

「個人的にはパンドラよりもエンドアの方がピンとくるのですが」とティーチャー氏は言う。「私は『スター・ウォーズ』ファンなので」

文=Nadia Drake／訳=三枝小夜子

<https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/news/18/100300428/?P=1>

## 光合成する微生物を地下深くで発見、定説覆す

太古の地球で酸素を増やしたシアノバクテリア、暗闇の極限環境に生存の意味は

2018.10.03



スペインのリオ・ティント川地域の環境。火星に似ていることから、この厳しい環境で生存する生物を研究し、地球外生命体の可能性を探る研究者は多い。(PHOTOGRAPH BY WESTEND61, GETTY)

[画像のクリックで拡大表示]

スペイン南西部のイベリア黄鉄鉱ベルト地帯は、まるでエイリアン映画のセットのようだ。鉄を豊富に含んだ大地にさび色の湖が点在し、スペイン語で「赤い川」という意味のリオ・ティント川が、暗い色の岩石の間を縫いながら鮮やかな赤色に輝いている。だが、その足元にはさらに奇妙な世界が広がっていた。

この黄鉄鉱ベルトでボーリング調査を行い、岩石コアサンプルを取り出したところ、太陽の光も届かず、水や栄養も乏しい地下 600 メートル付近でシアノバクテリアが大量に見つかり、研究者らを驚かせた。シアノバクテリアは環境適応力が高く、地球上のあらゆる場所で見つかっているが、これまで太陽光がなければ生きられないと考えられてきた。この研究成果は、10月1日付けの学術誌「米国科学アカデミー紀要 (PNAS)」に発表された。(参考記事：[「シアノバクテリアはこんな微生物」](#))

「砂漠へ行っても海へ潜っても、シアノバクテリアを見つけることはできません。国際宇宙ステーションへ持って行って、生きたまま連れ帰ることだって可能です」。論文の筆頭著者で、スペインの国立生物工学センターの博士研究員であるフェルナンド・プエンテ・サンチェス氏は言う。

「見つけれなかった場所は、地下だけです」



【参考ギャラリー】この世の果て？ 地獄のような絶景写真12点(写真クリックでギャラリーページへ)  
「地獄の門」は、天然ガスが燃え続ける大穴。数十年前から燃え続けている。(PHOTOGRAPH BY  
GEORGE KOUROUNIS, NATIONAL GEOGRAPHIC CREATIVE) [\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

光合成を行うシアノバクテリアは、地球の歴史において重要な役割を果たしてきた。大気中へ酸素を送り出し、そのおかげで生物が繁栄し、泳ぎ、這い、跳ね、走り、飛ぶように進化してきた。この新たな研究は、地下深くに何が生存できるのか、そればかりか火星やその向こうの世界にどんな生命体を探し求めるべきかについて、研究者に再考を迫ることになるだろう。(参考記事：[「【解説】火星に複雑な有機物を発見、生命の材料か」](#))

#### 「博士号はもう無理だ」

スペインの宇宙生命学センターで大学院生として研究していたプエンテ・サンチェス氏は、最初からシアノバクテリアを探していたわけではない。研究チームは、岩石コアサンプルのなかから、鉄や硫黄を酸化させる微生物など、地表にいる細菌と似たような何かが出てくると期待していた。(参考記事：[「初期地球は卵の腐った臭い？」](#))

しかし、その類のものは一切見つからず、代わりに岩の表面を覆う大量のシアノバクテリアを発見した。最初は、誤ってサンプルが汚染されたのかと思い、「博士号はもう無理だ。指導教官にめちゃくちゃ怒られる」と悩んだことを振り返る。

だが、比較用のサンプルのおかげで、微生物は汚染されて付着したのではないと結論付けられた。また、もしサンプルが汚染液にまみれたのであれば、シアノバクテリアはサンプルのどの場所で見つかったもおかしくはないが、実際は岩石の亀裂に沿ったわずかな空間に集中し、かろうじて生き延びていたのだ。

さらに、見つかったシアノバクテリアは今も生きることが確認された。これには、細胞のなかの遺伝物質を特定できる CARD-FISH 法と呼ばれる手法を用いた。細胞が死ねば、デリケートな遺伝物質はあっという間に崩壊してしまう。

シアノバクテリアが生きていることは分かったが、「ならばあんなところで一体何をやっていたのか、どうやって生存していたのかという疑問が持ち上がります」と、プエンテ・サンチェス氏は問う。



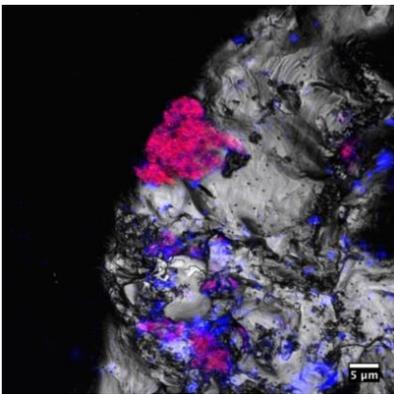
【参考ギャラリー】顕微鏡で見た植物細胞 写真 24 点 (写真クリックでギャラリーページへ)  
繁殖のため、コケは精子と卵を出合わせ、先端にさくと呼ばれる孢子のうのついた茎へと成長する細胞を作る (写真はさくの断面)。(PHOTOGRAPH BY MAREK MIS, SCIENCE SOURCE)

[\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

### 暗闇のなかどうやって生きているのか

シアノバクテリアの様子は、地表で生きる同様の微生物とさほど変わらない。メタゲノム解析を行ったところ、その祖先は砂漠や暗い洞窟のなかなど厳しい環境で岩石に付着して生きる種だったことが示唆された。

しかし、洞窟のなかの最も暗い場所でさえ、シアノバクテリアは光合成を行うと考えられてきた。すなわち、飛び込んできたわずかな光子を捕らえ、その光エネルギーを使って水を酸素と水素イオンに分解し、電子を放出させて化学エネルギーを得ている。だが、太陽の光が全く届かない地下でどうやって微生物は生き延びるといえるのだろうか。(参考記事：[「光合成ウミウシが激減、危機的状況、研究に支障も」](#))



写真の赤い部分がシアノバクテリア。太陽の光が届かない地下深くの岩石に入った亀裂や穴のなかで実際に生きていたことが、今回の研究で初めて示された。(PHOTOGRAPH BY PNAS)

[\[画像のクリックで拡大表示\]](#)

コアサンプルを見ると、シアノバクテリアが集中していた部分は水素が不足していた。つまり、シアノバクテリアは主に水素ガスを食べて生存していると考えられる。水素ガスは、微生物の一般的な食べ物だ。特に、ほかに選択肢のない地下では貴重な栄養源になる。

地下のシアノバクテリアは、地上の仲間が光合成に使うのと同じ仕組みを利用して水素を処理し、電子を放出させているようだった。厳密には、その仕組みが持つ「安全弁」機能が作るエネルギーを利用している。

太陽光が豊富な地上の微生物には、安全弁が作るエネルギーは必要ない。ただ光が当たりすぎた時だけ、細胞が焦げ付いてしまわないように安全弁を使って余剰エネルギーを逃がしてやる。一方、地下のシアノバクテリアは、安全弁が電子を放出することで発生するこのごくわずかなエネルギーに、ある程度頼って生存しているようなのだ。

### 光合成の機能を再利用

米デラウェア大学微生物生態学者のジェニファー・ビドル氏は、今回の研究には関わっていないが、「もともと備わっている機能を大きく変えることなく適応するという、すぐれたやり方だと思います」と述べている。

一方、海洋・地下生物圏を専門とする微生物学者のバージニア・エッジコム氏は、光合成機能の再利用はそれほど意外なことでもないとする。厳しい環境にすむ微生物は、生存するために高い適応能力を持っていないといけない。エッジコム氏もまた、研究には関わっていない。(参考記事：[「海底下1万mに生命か、深海の火山から有機物」](#))

「有り金をすべて1カ所に投資するのはよくないのと同じです。制限された条件や、予測不可能な状況では、手に入るものを利用できるようにしなければ、生きていくのは難しいでしょう」

ビドル氏もエッジコム氏も、過去に地下から採取したコアサンプルのなかにシアノバクテリアの痕跡を認めたことはあるものの、何かの汚染で入り込んだのだらうと思って詳しく調べたことはなかったという。

「この研究が発表される前は、地下生物圏サンプルのシアノバクテリアが汚染されたものではないことを示す有力な証拠はあまり存在しませんでした」と、エッジコム氏は言う。

### 火星に存在の可能性は

プエンテ・サンチェス氏は、地球外生命体の探査にもこの研究が役立つかもしれないと期待する。特にリオ・ティント川周辺は鉄や硫黄が豊富で、火星の環境に似ているといわれている。

この研究は生命の適応力の高さを裏付け、破壊的な放射線にまみれている火星の地表を避けて地下に生命が息づいている可能性を示唆している。2020年には、火星で生命の痕跡を探すために欧州宇宙機関のエクソマーズと、NASAのマーズ2020が打ち上げられる。どちらも、太古の微生物の痕跡を探す目的で岩石コアを採取するドリルを搭載しているが、もしかするともっと最近の生命の痕跡も発見できるかもしれない。(参考記事：[「2020年、NASAの火星生命探査はこうなる」](#))

「火星にシアノバクテリアがいると言っているわけではありません」と、プエンテ・サンチェス氏は言う。ただ地球外にどんな生命体が発達し、生存できるかについて、今よりもっと思考を広げて考えるべきだと話す。「地下や火星などの極限環境でも、生命は存在しうるということです」



【参考ギャラリー】活火山の火口で「悪魔の金」を掘る男たち 写真20点(写真クリックでギャラリーページへ)

36歳のハディス氏は、フルタイムの鉱山作業員として10年間働いてきた。最近、近くにある観光客向けのレストランで料理人として働き始めたが、追加収入を得るために定期的に鉱山に戻ってくる。

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

文=Maya Wei-Haas/訳=ルーバー荒井ハンナ

<https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/news/18/092600416/>

## 40億年前の地球は生命誕生の「温床」だった 地球のタイムカプセル「ジルコン」から探る生命の起源

2018.09.27

40億年前の地球はどんな姿をしていたのだろうか。そのヒントをくれるのが、ジルコン (ZrSiO<sub>4</sub>) という非常に頑丈な鉱物だ。

ジルコン結晶は破壊することがほぼ不可能で、古いものは44億年近く前から存在する。小さなタイムカプセルとも言えるこのジルコンの中には、太古の化学的な「指紋」が残されている。「ジルコンは、わたしたちに地球の形成段階を垣間見せてくれる唯一の窓です」と、米ロチェスター大学のダスティントレイル氏は言う。

9月24日付け学術誌『米国科学アカデミー紀要 (PNAS)』に発表された論文において、トレイル氏のチームは、40億年前の地球表面が正確にはどのような状態にあったのかを明らかにした。最初の生命が誕生した環境が徐々に解明されようとしている。(参考記事：[「約40億年前の地球最古の化石を発見、異論も」](#))

### 絶えずリサイクルする地球

地球が形成された45億年以上前、表面の状態は現在とはまるで違っていたと考えられる。科学者たちが一般に考える初期の地球とは、ひっきりなしに隕石が降り注ぎ、火山からは溶岩がゴボゴボと音を立てて流れ出す、地獄のような場所だ。

しかしこれらはすべて推測であり、地球最初期の数億年間から現在に至るまで残っている物理的な証拠は何もない。地球は究極のリサイクル・システムを持っており、プレートテクトニクス運動により、古い岩盤は絶えず新しいものとして再利用され、溶岩流が固まって新たな景色を形作っている。(参考記事：[「【解説】地球のプレート運動、14.5億年後に終了説」](#))

ジルコンの結晶はしかし、非常に硬いため、このリサイクル・プロセスにおいてさらされる非常に高温や高圧力に耐えることができ、その内部には結晶が最初に形成されたときの周囲の環境に関するヒントが残されている。ジルコン酸素同位体を用いたこれまでの研究では、43億年ほど前には、地表の一部を液体の水が覆っていたことがわかっている。これはつまり、地球の表面が、地球形成からわずか数億年後には冷えていたことを示唆している。そして昨年には、41億年前のジルコンから、初期の生命の痕跡とも考えられる炭素に富んだ含有物が見つかった。(参考記事：[「温泉の「卵石」に閉じ込められた秘密に迫る」](#))

しかし、こうしたわずかな情報以外には、この時期の地球表面で生命を生み出すような化学反応が起きていたかどうかについては、ほとんどわかっていなかった。

ギャラリー：まるで芸術、自然の神秘がつくった世界の奇岩怪石 写真 16点



①初期の地球は火山や溶岩に覆われた地獄のような場所だったのか。しかし、誕生からわずか数億年のうちに、地球はその表面に水が存在できる程度にまで冷え、その後間もなく生命が登場したと思われる。

(PHOTOGRAPHY BY RYAN ROSSOTTO) [画像のクリックで拡大表示]

②米イエローストーン国立公園のオールド・フェイスフル間欠泉の「卵」は多層構造をしていて、過去の熱水だまりのそのときの状態を知る手がかりになる。(PHOTOGRAPH BY MICHAEL NICHOLS, NATIONAL GEOGRAPHIC CREATIVE)

③衛星「アスター」がとらえた、オーストラリア、ジャックヒルズ地域の画像。ここは知られている限り最古の地殻で、44 億年近く前のジルコンが含まれている。(PHOTOGRAPHY BY NASA/GSFC/METI/ERSDAC/JAROS, AND U.S./JAPAN ASTER SCIENCE TEAM)

[画像のクリックで拡大表示]

### ジルコンに含まれる 40 億年前のヒント

その答えを求めてトレイル氏のチームが注目したのが、ケイ素と酸素だ。ケイ素と酸素は、両方合わせると、今日の地球に存在する岩石のほぼ 75 パーセントを占める。この二つの元素にはまた、調べがいのある特性がある。ともに、同位体を持つことだ。

岩石ができたり変性したりすると、そこに含まれる同位体の特性が変化する。よってたとえば、溶岩が冷えてできる岩と、風雨にさらされた岩から採取される粘土とでは、含まれる同位体の特性は大きく異なる。そしてジルコンは、地球初期の堆積物の特性を今も有している。

ジルコンに含まれるケイ素と酸素を精密に分析するため、研究チームは、米カリフォルニア大学にある高解像度イオンマイクロプローブを使用した。電荷を帯びた原子のビームを微小なサンプルに当て、跳ね返ってくるイオンを計測するものだ。

研究チームは今回の分析のために、オーストラリア西部のジャックヒルズ地域から、40 億年以上前のジルコンだけを採取した。ジルコンひとつの大きさは、幅が 100 ミクロン、つまり人間の髪の毛の毛程度だ。研究者らはこの古代の鉱物の化学的性質を、性質がよくわかっているジルコンと比較し、同位体の割合の違いを解釈するための手がかりとした。(参考記事：[「地球最古の地殻、44 億年前と年代特定」](#))

水と岩の相互作用があった

分析にかけられた古代のジルコンの半分以上が、初期にさまざまな環境下において、水と岩の間で相互作用があったことを示していた。

一部のジルコンには、岩が水にさらされて粘土となった化学的痕跡が見られた。このほか、融解した鉱物の痕跡を含むジルコンもあった。こうした融解鉱物は、湖や海の中で結晶化して、チャートや縞状鉄鉱床のような岩を形成する。また別のジルコンからは、蛇紋岩化と呼ばれるプロセスの痕跡が見ついている。蛇紋岩化の過程では、水が鉄やマグネシウムの豊富な岩と反応し、水自体が鉱物組織の中に取り込まれる。(参考記事：[「海底下 1 万mに生命か、深海の火山から有機物」](#))

さらに重要なことは、これらそれぞれのプロセスが、新たな環境的ニッチを生み出していた可能性があることだ。つまり、初期の生命が誕生する温床、生化学反応が起きる環境となっていた可能性が出てきた。

「これは見事な結果です」と、米カリフォルニア大学の地球科学者、エリザベス・ベル氏は言う。ベル氏は、2017 年の研究において、41 億年前のジルコンから生命の痕跡を発見している。今回の研究成果は、ベル氏の発見をはじめさまざまな初期地球の解釈を裏付けるものだ。「すべてがちょうどいいところに収まったという印象です」

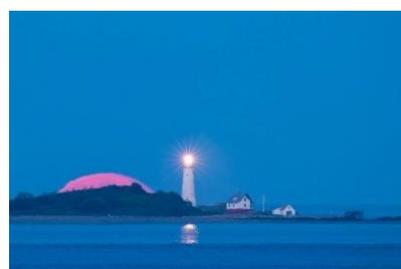
トレイル氏は言う。「わたしたちは今、非常に興味深い地点にいます。地球が 40 億年前にどんな姿だったのか、その全貌がいよいよ見え始めようとしているのです。実にわくわくしますね」(参考記事：[「最新研究で見えてきた「生命の星」地球のレシピ」](#))

<https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/news/18/092000410/>

## 月の大気の帯電を観測、満月にパワーアップ

「月に奇妙な電離層とは、とても魅力的」と研究者、最新研究

2018.09.21



①国際宇宙ステーションから見た月。地球の大気に今にも触れようとしているかのようだ。

(PHOTOGRAPHY BY NASA, INTERNATIONAL SPACE STATION) [画像のクリックで拡大表示]

②【参考ギャラリー】美しいスーパームーンの写真 11 点 (写真クリックでギャラリーページへ)

米オハイオ州コロンバスにあるルベック・タワーのワシの像のうしろからのぼるスーパームーン。

(PHOTOGRAPH BY ADAM CAIRNS, THE COLUMBUS DISPATCH, ASSOCIATED PRESS)

③【参考ギャラリー】なんとも神秘的！ 灯台の背後からのぼる赤い満月 (写真クリックでギャラリーページへ) 米国のボストン灯台の背後から赤い満月がのぼり、やがて金色に変化する。2017 年 7 月 10 日撮影。(PHOTOGRAPH BY BABAK TAFRESHI) [\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

生きものも存在せず、何も起こらない退屈な世界と思われがちな月。だが、遠目には静かに見えても、実際にはダイナミックな世界であることを忘れてはならない。わずかに存在する月の大気を観測したところ、月は電気を帯びた大気の層に覆われているという説を裏付ける結果が、9 月 4 日付けの学術誌「Geophysical Research Letters」に発表された。しかもその層は、月が地球の後ろに隠れ、激しい太陽風から保護される満月の時期に強力になるようだ。

つまり、夜空に浮かぶ明るい満月は、最も強く電気を帯びた姿ということになる。

天体に大気がある場合、大気中の物質が真空の宇宙空間に接する上層部では、物質に強力な星の光や宇宙線がぶち当たる。すると、原子から電子がはぎ取られて、電気を帯びたガス（プラズマ）の薄い層ができる。これが電離層だ。(参考記事：[「地球を覆う“冷たいプラズマ”のベール」](#))

月の重力は地球と比べてはるかに小さいが、それでも外気圏と呼ばれるごく薄い大気の層が存在する。放射性崩壊による月自体からのガス放出、流星塵や太陽風が月面に衝突して吹き上げられた原子、そして静電気によって空中を漂っているとされる月の塵などによって形成されたものだ。

1970 年代、旧ソ連の月面探査機ルナ 19 号と 22 号が月を周回し、月の上空にある荷電粒子の層にわずかに接触した。地球と同様に、希薄な月の外気圏も太陽光線と反応して電離層を形成しているようだった。

「月の電離層についてはまだわからないことが多く、論争があるのも確かです」。米アイオワ大学の実験宇宙物理学准教授で論文の筆頭著者であるジャスパー・ハレカス氏は言う。

問題のひとつは、月の電離層があまりに弱く、太陽や地球から月に届くはるかに強力なプラズマの雲によって、その特徴が覆い隠されてしまうせいで、ほとんど検知できないということだ。

## 地球の磁気圏のしっぽ

そこでハレカス氏の研究チームは、NASA のアルテミス (ARTEMIS) 計画に使われている 2 機の探査機を使って電離層の観測を試みた。

探査機は現在月の近くを周回し、太陽が月に与える影響を調査しているが、そこに搭載されている機器は、月の薄い外気圏を観測できる。(参考記事：[「太陽嵐で大規模停電が起きるわけ」](#))

研究チームは、観測に最も適した満月を待つことにした。

満月のとき、月は太陽から見て地球の反対側に位置し、地球から月の方向に尾のように伸びる磁気圏の中にすっぽりと入り込む。この磁気圏は、太陽から絶えず放出される高エネルギーの太陽風から月とそれを取り巻く弱い電離層を保護してくれる。(参考記事：[「未知の「紫のオーロラ」、はじめて報告される」](#))

この短い時間を狙って、アルテミスの探査機は太陽光が当たる月面の昼側から飛来するプラズマ波を計測し、これまでで最も詳しい月の電離層の姿をあぶりだした。その結果、月の電離層は地球の電離層の約 100 万分の 1 の薄さであることがわかった。

薄いとはいえ、地球の裏側に隠れているとき、月のプラズマの密度は周辺よりかなり高くなっていった。このことから、月の電離層は地球の保護を受けているときにより強力になることがわかった。(参考記事：[「地球磁気圏の影響で満月が帯電」](#))

ハレカス氏は、この現象を「月の周りに泡立つ小さなプラズマの素」と説明する。

## プラズマが地球と月を結ぶ

ここで重要なのは、月のプラズマが地球や太陽からやってくるプラズマをかき乱し、周辺環境を目に見えて変化させているということだ。地球と月はプラズマをやり取りしてつながっているとも言われ、実際過去の研究ではそれを示す暫定的な証拠も提示されている。

だが、この月と地球のつながりや、それがふたつの天体にとって何を意味するかについては、今のところ想像の域を出ない。今後より進歩した探査機が打ち上げられない限り、答えはわからないだろう。

また現段階では、月で起こっていることがほかの岩石天体にも当てはまるかどうか不明だ。太陽系内にある他のほとんどの小惑星や衛星は月よりも小さく、その外気圏も月より薄いだろうと、英ロンドン自然史博物館の惑星科学教授サラ・ラッセル氏は言う。

それに、太陽からもっと離れている天体は太陽光線の量も少なく、外気圏は月のように電離できないかもしれない。以上のことから、たとえほかの岩石天体が電離層を持っていたとしても、月のそれよりもさらに弱いと考えられる。

ともあれ、「月に奇妙な電離層とは、とても魅力的」とハレカス氏は語る。「月なんて空に浮かんだ大きいだけの退屈な岩石などとは、これで思えなくなりますよ」

【こちらの動画もおすすめ】[「【動画】トリックなし！ 巨大な月が沈む動画」](#)

[「【動画】本当に美しい月を見ると人はこうなる」](#)

文=Robin George Andrews／訳=ルーバー 荒井ハンナ