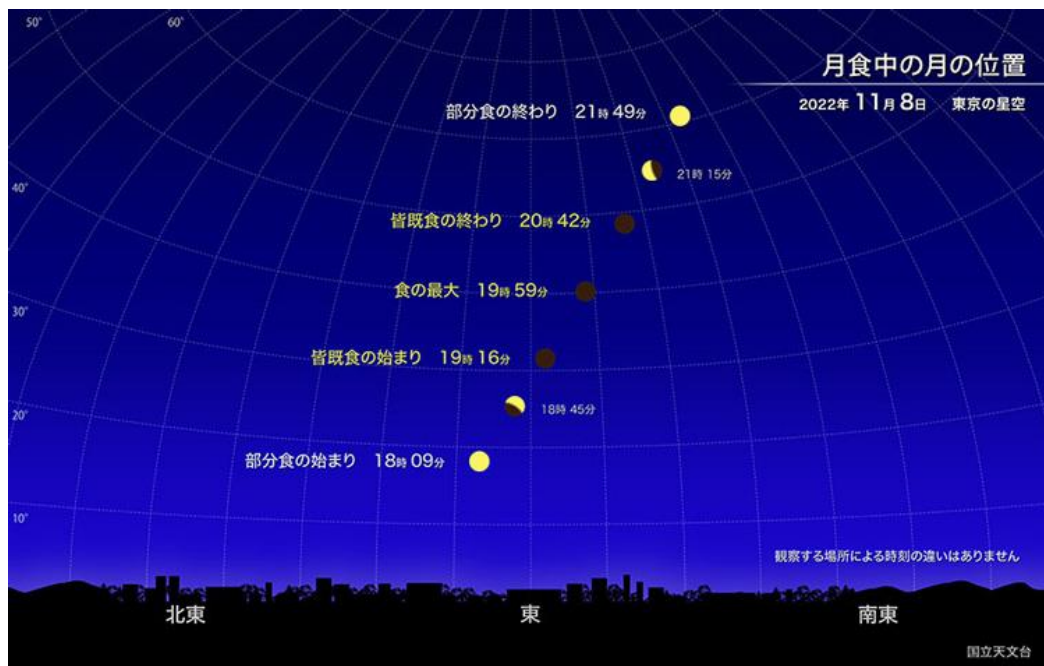


8日に皆既月食、天王星食も同時発生 次の月食&惑星食は322年後

2022.11.01

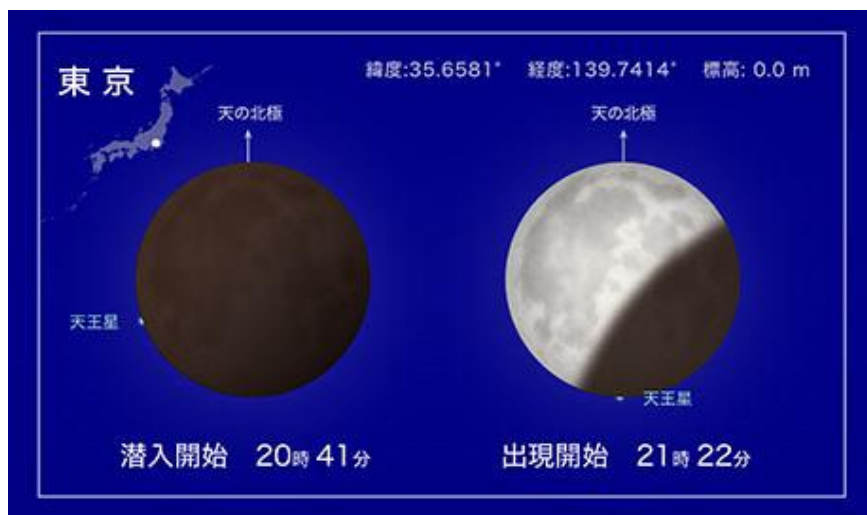
月面の全体に地球の影が落ちる「皆既月食」が8日に起こり、好天なら全国で特有の赤みを帯びた月が観察できる。この月食の過程で、月が天王星を隠す「天王星食」が大半の地域で起こる。日本で次回、月食中に惑星食が起こるのは322年後といい、子や孫の代にかなわぬ希少な機会であることも話題となりそうだ。



8日の皆既月食の概要（国立天文台提供）

国立天文台の資料によると、同日の月は満月の状態から午後6時9分に欠け始めて部分食が始まり、9時49分に満月に戻る。その間の7時16分～8時42分に皆既食となる。東の空にあり、皆既の時間帯は高度が比較的高く観察しやすい。

この月食の過程で、小笠原諸島を除く大半の地域で天王星食が起こる。惑星が月の後ろに入る「潜入」は、房総半島付近より西で皆既食の最中に、東では皆既食の後の部分食の時間帯に起こる。惑星が月の背後から再び姿を見せる「出現」はどこでも部分食中に起こる。福岡で8時22分～9時17分、東京では8時41分～9時22分に天王星食となる。



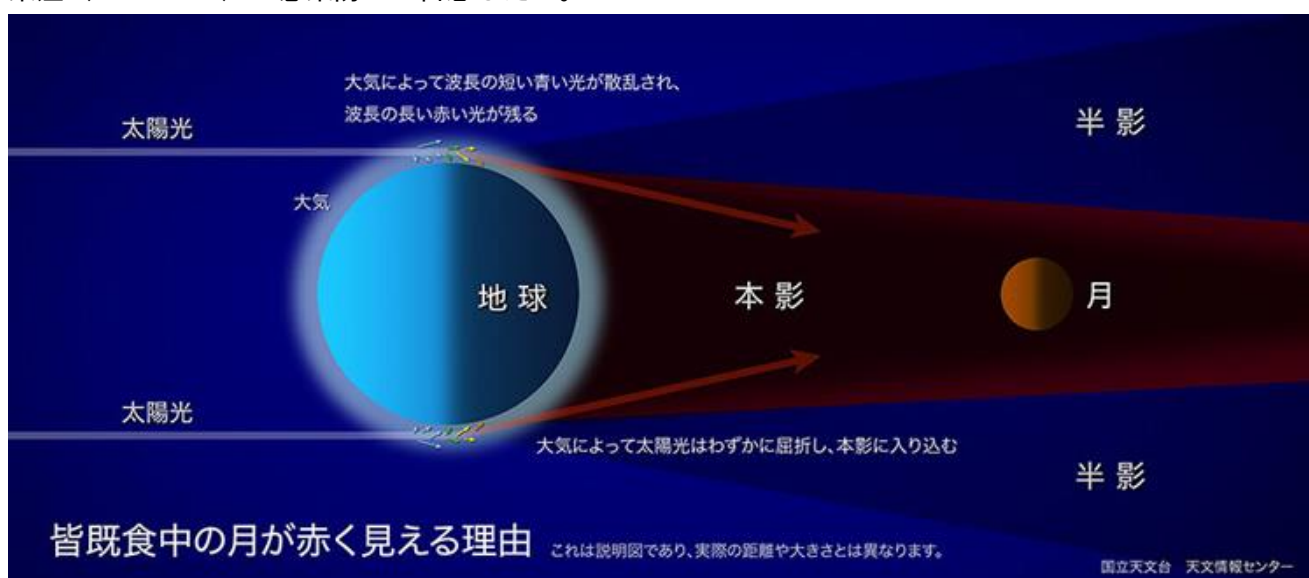
8日の天王星食、東京での見え方（国立天文台提供）

赤みを帯びた過去の皆既月食（国立天文台提供）

天王星の明るさは約6等で、空が暗い場所で目の良い人がやっと見られる程度。月が満月に近いと、双眼鏡や望遠鏡を使っても天王星食を見るのは難しい。しかし今回は皆既食で、月がかなり暗くなる。「通常より観察しや

すいが、はっきり見るには双眼鏡や望遠鏡が必要となる」(国立天文台)。皆既食中の惑星食は極めて珍しく、前回は織田信長が石山本願寺を屈服させた 1580 (天正 8) 年の土星食、今回は部分食を含めても 2344 年の土星食という。皆既食では月が地球の影に完全に入り込むが、真っ黒で見えなくなるのではなく、赤銅色などと呼ばれる赤みを帯びる。夕日が赤いのと同様、太陽光のうち波長の長い赤い光が散乱しにくく地球の大気を通過するためだ。また大気がレンズのようになって太陽光を屈折させるため、赤い光が皆既食中の月面を照らす。大気中のちりの量などにより毎回変わる微妙な色合いが、皆既月食の見どころの一つとなる。月食は太陽光が当たる地球の影の中を月が通過することで、地球から月が欠けて見える現象。太陽と地球、月が一直線に並ぶ満月の時に起きる。ただし地球から見た月の通り道(白道)が太陽の通り道(黄道)に対し少しずれているため、満月は地球の影からずれた所を通ることが多い。このため、満月の度に月食が起こるわけではない。

太陽が欠けて見える日食では、月が地球に落とす影の範囲に限られるため、観察できる地域は限られる。これに対し月食は月面に地球の影が落ちる現象なので、発生時間帯に月が見える場所ならどこでも見える。国内で見られる次の部分月食は来年 10 月 29 日、皆既月食は 2025 年 9 月 8 日。観察にあたっては新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の感染防止に留意したい。



皆既食中の月が赤く見える理由 (国立天文台提供)

<https://www.techno-edge.net/article/2022/10/31/446.html>

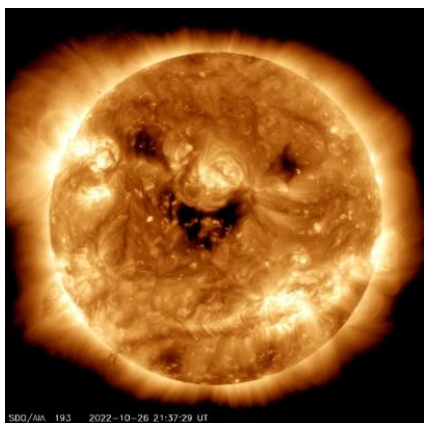
NASA が「笑う太陽」の写真公開。黒い部分は太陽風の吹き出し口

2022 Oct 31 16:28  [Munenori Taniguchi](#)

NASA が太陽観測衛星 SDO(Solar Dynamics Observatory)で観測した、まるで太陽が笑っているかのようにみえる写真を公開しました。

紫外線でとらえた太陽の画像にはコロナホールと呼ばれる黒い斑点が 3 つあり、それが顔のように見えています。穏やかな笑顔のようではあるものの、コロナホールはそこから太陽風を強く吹き出してしている場所でもあり、ときにそれは地球に到達してオーロラを発生させたり、磁気嵐を起こして停電の原因になったりもします。太陽はプラズマと呼ばれる超高温の電離ガスで構成されており、このプラズマの竜巻が発生させる磁力などによって、太陽の大気や表面は絶えず違う様子をわれわれに見せています。今回このような顔に見えるようになったのは、まったくの偶然と言って良いでしょう。

しかし、ハロウィーン直前の時期にこの写真が公開されたこともあり、ある人はリプライにカボチャお化けことジャック・オー・ランタンの画像を添付し、これにそっくりだと述べました。



[NASA Sun, Space & Scream](#) @NASASun

Say cheese! Today, NASA's Solar Dynamics Observatory caught the Sun "smiling." Seen in ultraviolet light, these dark patches on the Sun are known as coronal holes and are regions where fast solar wind gushes out into space.



[午前 7:43 · 2022 年 10 月 27 日 · Twitter Web App](#)



[Brett Tingley](#) @BrettTingley 返信先: [@NASASun](#) さん Just in time for Halloween

[午前 2:22 · 2022 年 10 月 28 日 · Twitter Web App](#)

同じように、いろいろな人が思い思いの感想を投稿したことでリプライ欄は大喜利状態に突入、ある人は英国の幼児向け番組[テラビーズ](#)に出てくる太陽の画像を投稿し、ある人は NASA の画像にカボチャの表面のしわとへたの部分を[レタッチで付け加えた](#)、いわゆるクソコラを返信しました。

なかには映画『ゴーストバスターズ』のマシュマロマンだという、そう言われるとそのようにし

[NASA Sun, Space & Scream](#) @NASASun [10 月 27 日](#)

Say cheese! Today, NASA's Solar Dynamics Observatory caught the Sun "smiling." Seen in ultraviolet light, these dark patches on the Sun are known as coronal holes and are regions where fast solar wind gushes out into space.



[Joe Coleman](#) @Joe_Coleman05 The sun wants to get in on the Halloween fun too!

[午前 3:31 · 2022 年 10 月 28 日 · Twitter Web App](#)

ちなみに本物のマシュマロマンがこの顔なら、顔の熱で身体が溶けてしまいそうですが、ゴーストバスターズにプロトン銃から放出した陽子ビームを交差され、顔を焼かれているところだと思えば、けっこうしっくり来ます。

https://news.biglobe.ne.jp/it/1103/zks_221103_8601182503.html

宇宙船内での食料自給へ 植物の宇宙環境適応能力を調査 NASA



ケネディ宇宙センターの実験装置で、32日間成長させたシロイヌナズナ (c) ケネディ宇宙センター
[写真を拡大](#)

現在、有人月面探査ミッションであるアルテミス計画がNASAを中心とした各国の連携で推進されつつある。このミッションでは、単なる月面探査だけにとどまらず、将来の有人火星探査をにらんだ様々なアイデアが盛り込まれ、その実用性が試される予定だ。【[こちら](#)も】[宇宙で植物を育てると根はどちらに伸びる？](#)

2020年代のアルテミス計画で、人間が長期間宇宙に滞在し、長距離航行するためのテクノロジーを蓄積した後、早ければ2030年代には有人火星探査ミッションが実行に移されるかもしれない。だが、移動航行技術の蓄積もさることながら、それ以外にも食糧問題という大きな課題が横たわっている。その具体的な解決策を探るべく、NASAは宇宙で発現する植物のエピジェネティクスの研究に取り組むことを10月末に公表した。エピジェネティクスとは聞きなれない言葉だが、国立環境研究所のホームページでは、『遺伝子の上にさらに修飾が入ったもの』と解説されている。分かりやすく言えば、遺伝子の既存の情報を変更する代わりに、遺伝子発現に影響を与える情報が追加される現象である。遺伝子の変化に伴う生物の形質の変化には何千年もの時間を必要とするが、エピジェネティクスを植物で起こすことができれば、比較的短時間のうちに宇宙環境に適応した形質を発現させることが可能になるのだ。NASAによれば、宇宙環境ストレスによって植物はエピジェネティクスを引き起こす可能性があり、これに関する様々な実験を今後国際宇宙ステーション（ISS）で進めていくという。ISSで成長し、実った種子と、地球上で収穫された種子を再び同時にISSで育成することで、いったん宇宙で発現したエピジェネティクスが次の世代に継承されるかどうかを確かめていくのが狙いだ。

エピジェネティクスの発現の仕方は、植物の種類によって異なる可能性がある。したがっていろいろな種類の植物で実験を行うことで、宇宙環境により適応しやすい植物が見出されていくかもしれない。このような取り組みにより、宇宙での食糧問題について解決の糸口が見つかることを期待したいものだ。

<https://sorae.info/astronomy/20221102-potentially-hazardous-asteroid.html>

推定直径1km以上の“潜在的に危険な小惑星”を新たに発見

2022-11-02 [松村武宏](#)



【▲ 地球よりも太陽に接近する小惑星の想像図（Credit: DOE/FNAL/DECam/CTIO/NOIRLab/NSF/AURA/J. da Silva/Spaceengine）】

カーネギー大学の天文学者 Scott S. Sheppard さんを筆頭とする研究チームは、地球よりも太陽に接近する3つ

の小惑星「2021 LJ4」「2021 PH27」「2022 AP7」の発見に関する研究成果を発表しました。その1つである2022 AP7は推定直径1km以上で、地球の公転軌道に約700万kmまで接近するといえます。

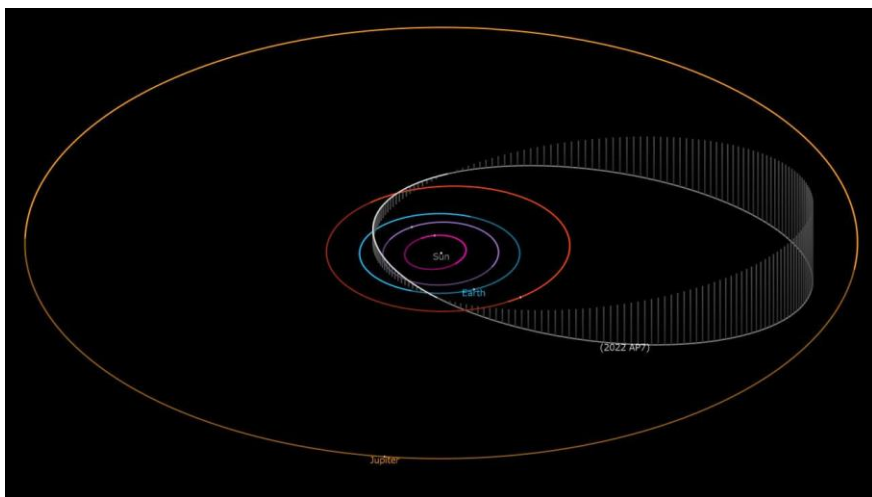
2022 AP7は、チリのセロ・トロロ汎米天文台にあるブランコ4m望遠鏡の観測装置「ダークエネルギーカメラ（DECam）」を使った同チームの観測によって、2022年1月13日に発見されました。アポロ群に分類されている2022 AP7の公転軌道は短周期彗星のような楕円形で、太陽に最も近づく時は地球の公転軌道の内側まで入り込みますが、最も遠ざかる時は木星の公転軌道付近まで移動します（近日点距離：約0.83天文単位、遠日点距離：約5.02天文単位、公転周期：約5年）。

地球に接近する軌道を公転している「地球接近天体」（NEO：Near Earth Object、地球接近小惑星）のうち、特にリスクが高いものは「潜在的に危険な小惑星」（PHA：Potentially Hazardous Asteroid）に分類されています（※1）。2022 AP7は地球の公転軌道との最小交差距離が約0.047天文単位、絶対等級が17.1であることからPHAの1つに数えられますが、その直径は約1.5kmと推定されており、2014年以降に見つかったPHAとしては最大の可能性があるといえます（※2）。

※1...地球の公転軌道との最小交差距離（公転軌道が最も接近している部分の最小距離）が0.05天文単位以下・絶対等級が22.0以上の小惑星はPHAに分類される。

※2...絶対等級とアルベドを用いて算出された2022 AP7の推定直径は、アルベドを0.25%と仮定した場合は1.0km、0.05%と仮定した場合は2.3km。

研究チームを率いるSheppardさんは「同程度のサイズがある未発見の地球接近小惑星は、おそらくあと数個でしょう。そのほとんどが、地球や金星の公転軌道よりも内側に留まる軌道を公転している可能性が高いです」とコメントしています。なお、同チームがDECamを使って発見した別の小惑星2021 PH27も、直径が1kmを上回る可能性があります。2021 PH27は常に地球の公転軌道よりも内側にあるアティラ群に分類されており、既知の小惑星としては太陽に最も接近する軌道を公転しています。



【▲ 小惑星「2022 AP7」（白）と水星から木星までの惑星の公転軌道を示した図。JPLの小天体データベースより（Credit: NASA/JPL）】 関連：[公転周期113日、水星よりも太陽に近づく小惑星「2021 PH27」が発見される](#)

小惑星や彗星のように小さな天体の公転軌道は、惑星の重力や「ヤルコフスキー効果（※3）」などによって、比較的短い期間で変化することがあります。NEOやPHAに分類される小惑星の場合、軌道が変化することで将来地球に衝突する可能性もあることから、正確な軌道を把握して衝突リスクを評価するための追跡観測が続けられています。ただ、アティラ群やアポロ群のように地球よりも太陽に接近する小惑星は、地球よりも太陽から遠い小惑星と比べて観測が難しいという事情があります。太陽の近くにある天体は水星や金星のように夜間のほとんどは地平線の下に隠れているため、観測できる時間帯は日の出前や日の入り後の短い時間に限られます。また、小惑星は地平線近くの低い空に見えるため、地球の大気によるゆらぎの影響がより強く現れてしまいます。

セロ・トロロ汎米天文台を運営する米国科学財団（NSF）の国立光学・赤外天文学研究所（NOIRLab）は、地球

の公転軌道の内側に潜む捜索や追跡が困難な小惑星の観測を行う Sheppard さんたちの研究について、惑星防衛（プラネタリーディフェンス※4）だけでなく、太陽系における小天体の分布を理解する上でも重要なステップだと述べています。

※3...太陽に温められた天体の表面から放射される熱の強さが天体の場所によって異なることで、天体の軌道が変化する効果。

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

Source

Image Credit: DOE/FNAL/DECam/CTIO/NOIRLab/NSF/AURA/J. da Silva/Spaceengine, NASA/JPL

[NOIRLab](#) - Largest Potentially Hazardous Asteroid Detected in Eight Years

[Sheppard et al.](#) - A Deep and Wide Twilight Survey for Asteroids Interior to Earth and Venus

[NASA/JPL](#) - Small-Body Database Lookup (2022 AP7)

文／松村武宏

<https://news.livedoor.com/article/detail/23110763/>

米国人 78%が宇宙人の存在を信じる 3人に1人が人間を誘拐していると確信と

の調査結果

2022年10月30日 8時20分 [よろず〜ニュース](#)



[写真拡大](#)

米国人の8割近くが宇宙人は実在すると信じていることがわかった。人口の78%にあたる2億5700万人以上がその存在を確かなものとする一方、その半数が宇宙人は友好的で、人類に危険を及ぼさないと回答した。

[【写真】 UFOなのか!? 小説家が撮影した「謎の発光体」画像を公開](#)

MyVision が実施した今回の調査によると、3人に1人の米国人が宇宙人が人間を誘拐していると確信、37%がアメリカの科学者らが宇宙人と「極秘会議」をしていると信じて疑わないそうだ。また NASA による未曾有の宇宙人捕獲計画が開始する中、6人に1人が宇宙人が地球を侵略しに来ることを恐れているという。

あるウェブユーザーはこう期待を寄せている。「開示がようやく始まった。CIA（米国中央情報局）がハリウッド映画を通して人々を恐怖に陥れるのに全力を尽くしてきた」

「『E.T.』以外の全ての映画はここに怪物がやって来て私たちを食い尽くしたりするものだった。しかし、宇宙人は長い間存在しているようだ。人類の前からね。征服は彼らの意図じゃない。素晴らしい時代がやって来る」（BANG Media International／よろず〜ニュース）

<https://www.newsweekjapan.jp/stories/world/2022/11/post-100018.php>

全米が目撃した未確認飛行物体の正体は

Weird Lights Keep Appearing in the Sky Across the U.S.—Here's Why

2022年11月2日（水）15時41分 ジェス・トムソン



ウクライナの旗と、ウクライナ軍にネットアクセスを提供してきたスターリンクのロゴ

REUTERS/Dado Ruvic/Illustration

<UFOのように見えた美しいその光は、人類のフロンティア発だった>

全米各地の空で、霧のような奇妙な光が目撃されており、住民たちはその正体を知りたがっている。

米国のあちこちから、よく似た光を撮影した動画がオンラインに投稿されている。10月31日には、「u/DecimusMeridius007」がカリフォルニア州北部で目撃した光の動画をレディットに、10月28日には、「@GardnerGoodyear」がアリゾナ州で撮影した空の動画をツイッターに投稿した。

[【動画】全米で目撃された未確認の光](#)

@GardnerGoodyear は本誌の取材に対し、「アリゾナ州グッドイヤーで見た光だ。自宅の庭から見えたが、最高にカッコよかった!」と話した。この光は実は、以前から何度も目撃されている。いつも、スペースXのロケットが打ち上げられた直後のことだ。スペースXのイーロン・マスク CEO は、カリフォルニア州ロサンゼルス空を横切る光の写真をツイッターに投稿し、自社のロケットの光だと明言している。「最初はゆっくり動く彗星(すいせい)かと思ったが、後でスペースXのロケットだとわかった」と、@GardnerGoodyear は言う。

53 基の衛星を打ち上げ

SpaceX のロケット「ファルコン」は、この種のロケットとしては初めて再利用可能なロケットだ。ロケットの第1段ブースターが、燃料を使い切った後に再着陸し、再利用できるように設計されている。

スペースXのウェブサイトには、「再利用可能なので、スペースXはロケットの最も高価な部分を打ち上げのたびに新しく作り直す必要がなく、宇宙にアクセスするコストを大幅に引き下げることができている」と書かれている。今回、レディットやツイッターに投稿された光は、10月27日にカリフォルニア州のヴァンデンバーグ宇宙軍基地から打ち上げられた「ファルコン9」ロケットとみられる。地球を周回する53基のブロードバンド衛星「スターリンク」を軌道に乗せるミッションだ。

[【動画】夜空にスターリンクの「衛星トレイン」](#)

ロケットが上昇して大気圏から出るとき、その排気プルームが何キロにも延びて見えることがある。おそらくそれが、カリフォルニア州とアリゾナ州の両方で目撃されたのだろう。スペースXによれば、ファルコン9の第1段ブースターにとって、今回は8度目の打ち上げと着陸だ。このブースターは、二重小惑星ディディモスとディモルフォスを目指して2021年11月に打ち上げられたNASAの「DART」ミッションにも使用されている。

[次のページ米宇宙軍の機密も運ぶ](#)

クラゲを連想させるこの壮大な光は、ロケットの排気プルームに高高度で太陽光が反射することで発生する。主に、日の出や日の入りのころ、地平線から差し込む太陽光だ。

[【動画】「宇宙クラゲ」の壮大な光](#)



[Elon Musk@elonmusk](#)

Falcon rockets to orbit as seen from LA ツイートを翻訳



午前 10:50 · 2022 年 10 月 28 日 · Twitter for iPhone

フロリダのメディア「10 タンパ・ベイ」の気象学者グラント・ギルモアは以前、5月に発生した同様の光について以下のように説明している。「ロケットが打ち上げられ、上昇すると、薄い大気層でそのプルームが拡大し、打ち上げ時に発生した水蒸気などの物質の一部に太陽光が反射する」なお、CNBCによれば、スペース X は 11 月 1 日、フロリダ州のケネディ宇宙センターから「ファルコンヘビー」ロケットを 3 年ぶりに打ち上げた。「USSF-44」と名付けられた米宇宙軍の機密ペイロードを搭載しているという。

【動画】 [ファルコンヘビーの打ち上げと第一ブースターの帰還](#)



(翻訳：ガリレオ)

https://news.biglobe.ne.jp/it/1030/giz_221030_1099810944.html

打ち上げ延期の可能性も…宇宙の現場では「髪の毛 1 本」ですら異物として許されない

2022 年 10 月 30 日 (日) 20 時 0 分 [GIZMODO](#)



Photo: SpaceX

Screenshot: SpaceX 髪の毛発見後、Space Xの打ち上げスタッフがハッチをあけて、点検をする様子。

宇宙開発のSF感と泥くささ。

10月5日、4人の宇宙飛行士を乗せたSpace Xのクルードラゴン「Endurance」が、ファルコン9ロケットでケネディ宇宙センターから打ち上げられました。打ち上げは成功。乗組員である、NASAのニコール・オーナプー・マン宇宙飛行士とジョシュ・カサダ宇宙飛行士、Roscosmosのアンナ・キキナ宇宙飛行士、そして日本からはJAXAの若田光一宇宙飛行士が、現在国際宇宙ステーションでそれぞれのミッションにあたっています。一見スムーズに見えた打ち上げですが、実はその裏で髪の毛たった1本でちょっとした問題が発生していたのを知っていますか？問題が発覚したのは、4人全員がクルードラゴンに乗り込み、宇宙船のハッチもしめられ、いよいよ打ち上げを待つのみとなった時。打ち上げスタッフの1人があるものを発見しました。ハッチの金具にピロっとくっついてた1本の髪の毛。発見時、打ち上げまでのカウントダウンは90分を切っており、一刻の猶予もありませんでした。打ち上げスタッフは、Enduranceのハッチを開け髪の毛を撤去。さらに、開閉エリアのクリーニングと点検を行ない、再びハッチをしめました。髪の毛問題による再度の点検が終了するのにかかった時間はほんの数分。幸いなことに、打ち上げに影響はでませんでした。ここで素人なら思ってしまうすよね。宇宙に行く巨大な宇宙船に髪の毛1本くらい挟まってても大丈夫っしょ？って。しかし、宇宙関係者にとっては、Space Xの髪の毛1本作業は常識レベルの当然のこと。髪の毛1本、それは航空専門用語のFODに当たります。宇宙船にあるべきはずではないものがあるということは、それがコックピットだろうと、エンジン内部だろうと、ハッチの金具であろうと、機体や関連機器に損傷を与え、システムや飛行に影響がでる可能性があるからです。ロケットや宇宙船の打ち上げでは、髪の毛1本だっただけで見落とせない本来ここにあるはずないものが紛れ込んでいるというのは、どの業界にも起こること。ただ、航空業界の場合、ボーイング社によれば、この“あるはずないもの”のせいで年間40億ドル（約5860億円）ほどの影響がでるそうです。ケネディ宇宙センターでは、フライト機器の損傷や関係者の怪我等影響を最小限に抑え、国の資産を保護していく目的のもと、NASAがFODプログラムを運営しています。米Gizmodoが、ジョンソン宇宙センターの宇宙船管理担当者のTom Simon氏に電話取材したところ、こう語ってくれました。「職についた初日から、FODについては厳しくトレーニングを受けます。髪の毛、ほこり、鉛筆やペーパークリップなど、ちょっとしたものに見えますが、少しずつ歪みが生じていくのです。どんなに小さなものでも真摯に対応するよう、日頃からシステムを作っています」

クルードラゴンのNASAエンジニアであるJohn Posey氏も「FODはシステムに組み込まれています。トレーニングではトップリスクとして扱っています。ロケットや宇宙船を墜落させる可能性がありますからね」と取材に答えてくれました。Simon氏もPosey氏も、今回の打ち上げで髪の毛除去作業を行なったのは当然だと言います。特にハッチ周りだったため、どんなに小さなものでも挟まって欲しくないとのこと。

Space XのFOD関連ポリシーの詳細はさすがに教えてくれなかったものの、打ち上げ直前で時間が限られている場合は、FOD発見の可能性もタイムラインに考慮すべきこと、FODの被害によっては、すぐに裁縫や裁断などの修復作業がはいることもあるということ、作業はクリーンルーム内で必要なことだけを行なうこと、などいろいろな話を教えてくれました。スペースシャトル時代、Posey氏は、技術者と何千時間もかけてリスクがないか確認したという経験も語ってくれました。

中でもおもしろかったのは、髪の毛や糸くずだけでなく、シューズカバーが落ちていることもあるという話。作業中に、何かの弾みでスタッフの足からぼろりすることもあるんですって。もちろんFODとして撤去されます。



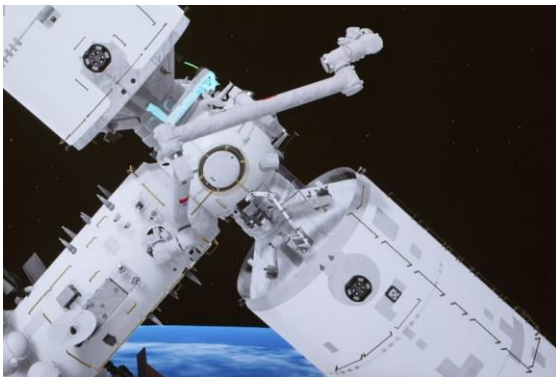
Photo: NASA クリーンルームで作業が行われるウェイズ・ウェブ宇宙望遠鏡。

クリーンルームに入る前に不必要なものはロッカーに預け、「バニースーツ」と呼ばれるヘアネット付フードのある全身スーツを着こみます。ヒゲも専用ネットで覆い、足元にも専用カバーを装着します。床には粘着パッドがあり、落下した「不純物」をキャッチ。クリーンルームのドアはもちろんダブルドアで、途中でエアークリーンがはいります。あらゆる努力をしても、FODゼロにはならないという考えでミッションにあたるそうですが、近年、レントゲンやCTスキャン、カメラの力によって、バーチャル点検が可能になり、FOD探索技術は向上しているそうです。髪の毛1本のリスクも許さない。それが宇宙なんですね。

<https://nordot.app/960845893461032960?c=110564226228225532>

中国の宇宙基地、「丁字形」に 3 飛行士が実験施設入り

2022/11/03



宇宙実験施設「夢天」の位置を移動させ「丁字形」になった宇宙ステーション「天宮」のイメージ（新華社＝共同）

建設中の宇宙ステーション「天宮」の中核部分にドッキングさせた宇宙実験施設「夢天」に入る中国人飛行士（新華社＝共同）

【上海共同】中国は3日、独自に建設中の宇宙ステーション「天宮」の中核部分にドッキングさせた宇宙実験施設「夢天」の位置を移動させ、ステーションを基本構造である「丁字形」にすることに成功した。国営中央テレビが生中継で伝えた。夢天に宇宙飛行士3人が入った場面も報じた。

中国メディアによると、地上からの操作などで丁字形になるよう移動させた。宇宙空間で安定を保ちやすい形だという。飛行士3人は夢天の中で中央テレビの取材に「豪華な『家』ができた。とても感動し誇らしい気持ちだ」などと話した。中国は10月31日、運搬ロケット「長征5号B遥4」に搭載し夢天を打ち上げた。

© 一般社団法人共同通信社

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20221101-2501211/>

イプシロン6号機の失敗原因は2つに絞り込み、製造・検査データから調査

掲載日 2022/11/01 16:11 著者：大塚実

目次 [問題が起きたのはパイロ弁か供給配管か](#) [第2段 RCS の設計は強化型でなぜ変わった？](#)

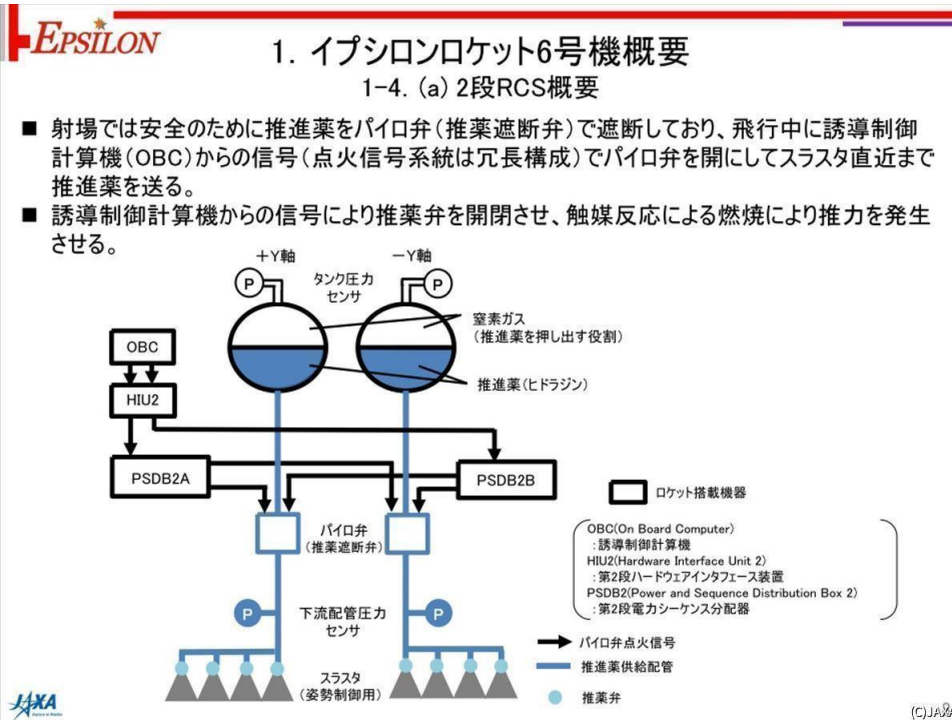
[H3 ロケット第2段 RCS のパイロ弁は別製品](#)

宇宙航空研究開発機構(JAXA)は10月28日、宇宙開発利用部会の調査・安全小委員会にて、イプシロン6号機の打ち上げ失敗原因に関する調査状況を報告した。前回(18日)の報告では、姿勢異常を引き起こした原因として3つの要因まで絞り込めていたが、その後の調査により、この中の2つにまで特定が進んだという。

参考:[イプシロン6号機の姿勢異常は第2段 RCS が原因と特定、JAXA が調査状況を報告](#)

[問題が起きたのはパイロ弁か供給配管か](#)

同月 12 日に打ち上げたイプシロン 6 号機は、飛行中、第 3 段を分離する前に、姿勢異常を検出。これは約 21° という大きな誤差で、このまま飛行を継続しても衛星の軌道投入はできないため、指令破壊の信号を送出した。この姿勢異常の原因として、第 2 段 RCS の片側が機能していなかったことを突き止めた、というのが前回の報告の内容である。



第 2 段 RCS の概要。両側面に 2 系統のモジュールが搭載されている (C)JAXA

RCS の役割は、姿勢を制御することである。イプシロンの第 2 段には、両側面(±Y 側)に RCS のモジュールを搭載。それぞれ 4 基、合計 8 基のスラスタを備え、組み合わせを変えつつ噴射することで、3 軸の姿勢を制御することができる。第 2 段の燃焼中は、ロール軸のみ制御し、燃焼前と燃焼後には、3 軸全ての制御を担っている。前回、この第 2 段 RCS が原因であったことが分かったが、それを裏付けるため、JAXA はコンピュータ上でシミュレーションを実施。第 2 段 RCS の+Y 側が機能したケースと機能しなかったケースを実際のフライトデータと比較し後者の方が良く一致していることから、+Y 側の推力がほぼゼロであったことは、さらに確実となった。今回は、フライトデータに基づき、FTA(故障の木解析)による要因の絞り込みを行ったところ、以下の 3 つが可能性として残った。

PSDB スイッチ下流～パイロ弁までの系統異常

パイロ弁の開動作不良

推進薬(燃料)供給配管の閉塞

今回は、さらに製造・検査データによる洗い出しを実施。図面、製造記録、試験データ、写真などを確認したほか、作業員へのヒアリングなども行い、上記(1)の可能性を排除、要因を(2)か(3)の 2 つに絞り込んだ。

(2)のパイロ弁は、燃料の“元栓”として機能するものだ。射場では安全のため閉じておき、打ち上げ後に信号を送って開く。パイロ弁は火工品によって作動するため、動作は一度きり。一度開けば戻すことはできないが、打ち上げ後に閉じる必要は無いし、火工品には信頼性の高さという最大のメリットがある。

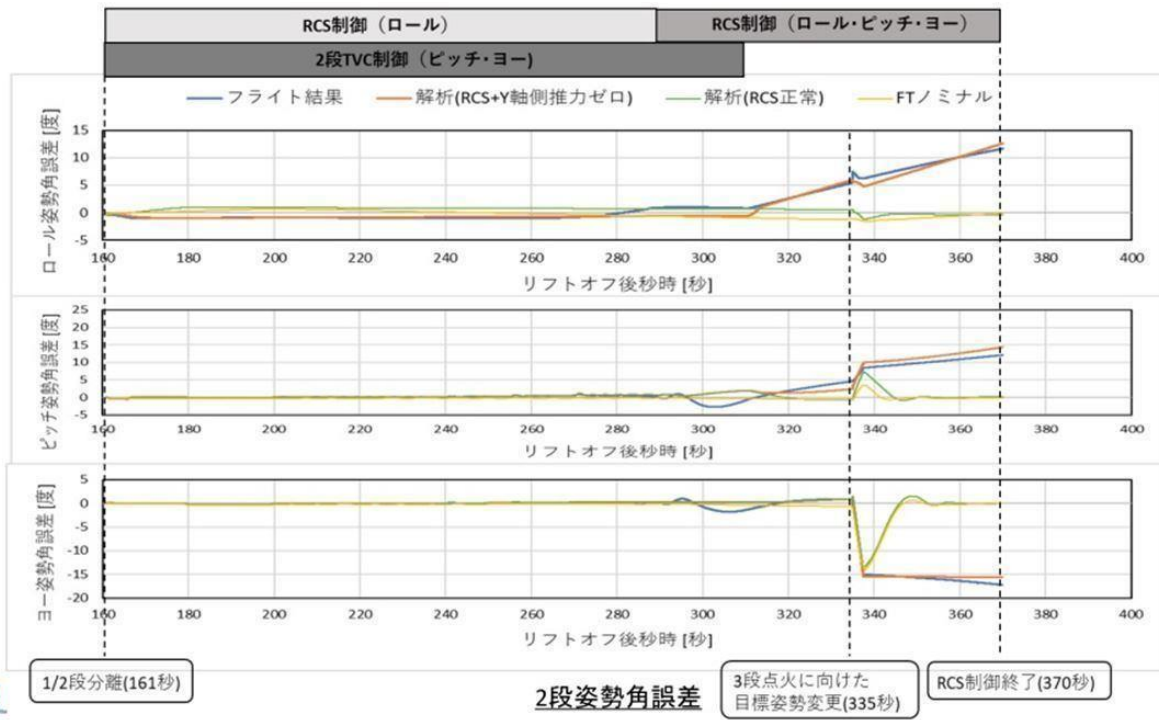
パイロ弁では、2 段階の点火を行う。まずイニシエータに電流を流して点火。その火炎が内部を伝わり、次にブースターを点火。発生したガスでラムを押し出し、配管を塞いでいる仕切り板を打ち抜く仕組みだ。なおイニシエータは冗長構成になっており、どちらか一方が点火すれば、問題無く作動するはずだ。パイロ弁は、イニシエータ、PCA(ブースターを含む)、バルブ本体という 3 つのパーツに分かれており、それぞれについて検証。いずれも製造不良についてはまだ調査中で結果は出ていないものの、フライト中に損傷した可能性は否定。異常は今のところ見つからないのだが、保管不良、点検不良、組み付け不良などが可能性として残った。

1. イプシロンロケット6号機概要

1-5. 2段燃焼終了後姿勢異常 再現シミュレーション

(b) 解析結果(1/2)

- 正常ケースは最新特性飛行経路 (FT) ノミナルと傾向がよく一致している。また、RCS+Y軸側が機能しない(推力ゼロ)ケースは、フライト結果と傾向がよく一致している。



青線が実際のフライト結果。オレンジ色の推力ゼロ時と、傾向が良く一致している (C)JAXA

(3)の配管の閉塞について、氷結の可能性は温度データから否定され、コンタミ(異物)の可能性も消えた。燃料(液体)と押しガス(気体)を分離するためのゴム膜であるダイアフラムが変形して配管を塞いだ可能性と、パイロ弁の中で配管が閉塞した可能性については、どちらもまだ確認中のため、要因として残った。

ただ、ダイアフラムが変形して、タンクの出口側を塞ぐというのは、噴射前で燃料が満タンであったことから、破損でもなければやや考えにくい。火工品は電流さえ流せば確実に作動する信頼性の高い部品のはずではあるが、パイロ弁のどこかで問題が起きた可能性がより高まったと言えるのではないだろうか。

このパイロ弁について、もう少し詳しく見ていこう。

イプシロンの製造・組み立てにおいて、パイロ弁のバルブ本体は、部品・コンポーネント業者から、RCS担当メーカーへ輸送。配管に溶接し、工場では燃料を充填してから、射場へと輸送する。イニシエータとPCAは、射場に納入して保管。打ち上げ前に、イニシエータとPCAを結合し、それをバルブ本体に組み付ける流れだ。

火工品は一発物であり、フライト品での動作テストはできないため(動作させたらもう使えなくなってしまう)、射場での組み立て時には、電気的な点検で健全性の確認を行う。では、どうやって、本当に動作するかということを保証できるのか。ここで使われるのが、ロット保証という考え方である。

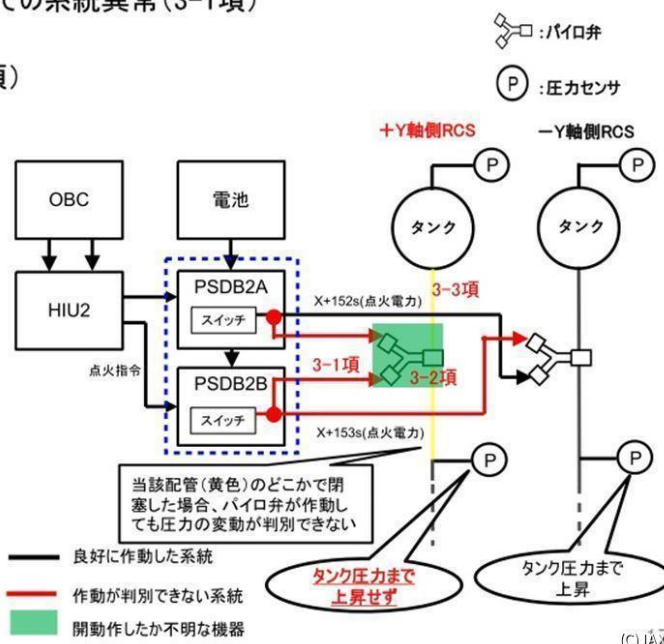
もし、ある部品の品質に問題が見つかった場合、同一のロット、つまり一緒に作られた部品にも、問題が見つかる可能性が高い。逆に、同一ロットの部品をいくつか抜き取って検査して問題なければ、ほかの部品も大丈夫だろうと判断できる。確率的に見逃す可能性も無いとは言えないが、火工品のような一発物では現実的な手法だ。イプシロンでは、4号機~6号機で同一ロットのパイロ弁を使っており、納入時に抜き取りで点火や動作を試験していたという。ただ、少し気になるのは、4号機の打ち上げは2019年1月だったので、それからすると、少なくとも4年くらいは射場で保管していたということだ。

3. 原因究明状況

- 前回報告時点で可能性が否定できない3つの推定要因に対して、絞込みを行うために以下に示す製造・検査データ等を確認している。
 - PSDBスイッチ下流～パイロ弁までの系統異常 (3-1項)
 - パイロ弁の開動作不良 (3-2項)
 - 推進薬供給配管の閉塞 (3-3項)

【確認している製造・検査データ】

- ・図面
- ・製品仕様
- ・製造工程
- ・製造記録
- ・検査記録
- ・試験データ
- ・写真記録
- ・作業員、検査員ヒアリング
- ・不具合情報等

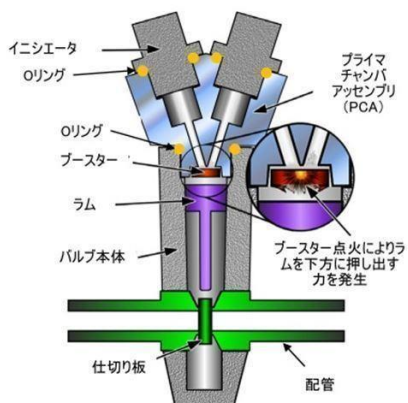


製造・検査データにより、要因をさらに深掘りした (C)JAXA

1. イプシロンロケット6号機概要

1-4. (b)パイロ弁の概要

- パイロ弁は、飛行前は推進薬を遮断し、飛行中に火工品（イニシエータ、ブースター）の点火により流路を開通させるバルブ。
- イニシエータは冗長構成であり、2つのうち1つが点火すれば流路は開通する。



【動作原理】

- ① イニシエータに点火
- ② ブースターに点火
- ③ ラムを下方へ押し出す
- ④ 配管の仕切り板をラムが打ちぬく
- ⑤ 流路が開通する

パイロ弁の構成・動作イメージ図

『NASA Engineering and Safety Center Technical Bulletin No. 10-02』より抜粋

パイロ弁の構造と動作の原理。イニシエータは2重化されている (C)JAXA

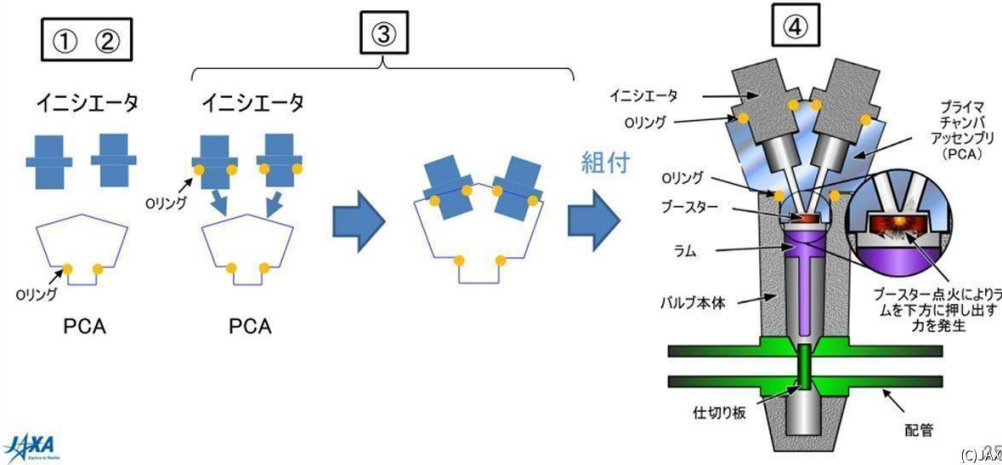
3. 原因究明状況

3-2. パイロ弁の開動作不良

(b) 火工品組付フロー

火工品の組付フローを以下に示す。

- ① イニシエータ、PCAはパイロ弁メーカーから射場へ輸送・保管
- ② イニシエータ単体点検【A-3】: 導通・絶縁点検を実施
- ③ イニシエータ・PCA組付【B-3】
- ④ PCA・バルブ本体組付【C-3】



パイロ弁を組み付ける流れ。漏れ防止用に O リングが使われている (C)JAXA

第 2 段 RCS の設計は強化型でなぜ変わった？

委員からも、経年変化に関する質問が出ていたが、JAXA によれば、パイロ弁には保管寿命が設定されており、その範囲内であったことは確認できているという。射場では、温度や湿度を管理して保管。火工品は金属膜で覆われており、湿度が内部の火薬に簡単には達しないような仕組みになっているとのこと。

なお、第 2 段 RCS の設計は、初号機と 2 号機以降の強化型で変わっており、これについても補足説明があった。主な変更場所は 2 点。1 つは、燃料タンク内部の気体/液体の分離に使われるゴム膜が、ブラダ式→ダイアフラム式になったこと。そしてもう 1 つは、パイロ弁の数が、4 基→2 基に削減されたことだ。

ここで注目したいのは、パイロ弁の数の変化だ。前述のように、強化型の RCS モジュール(片側)では、イニシエータが 2 重化されたパイロ弁を 1 基搭載している。それに対し初号機では、イニシエータが 1 つのパイロ弁を 2 基並列で使用。つまり、初号機で冗長化されていたパイロ弁を、強化型では冗長を廃止した形となる。

この設計変更の経緯であるが、元々は、初号機も強化型と同じ構成で考えていたという。しかし開発の最終段階で、イニシエータの同時着火では不具合が出る恐れがあるというレポートを NASA が発表。時間差を付けて点火するには、電子機器側の設計変更が必要になるが、それをやっていると打ち上げに間に合わなくなる。

そこで初号機では、急遽、パイロ弁そのものを 2 重化することで対応。この構成であれば、各パイロ弁のイニシエータは 1 つなので、2 つのパイロ弁のイニシエータを同時に点火しても問題はない。強化型で新しく開発した電子機器では、イニシエータの点火を 1 秒ずらすようにして、当初の設計に戻した、というわけだ。

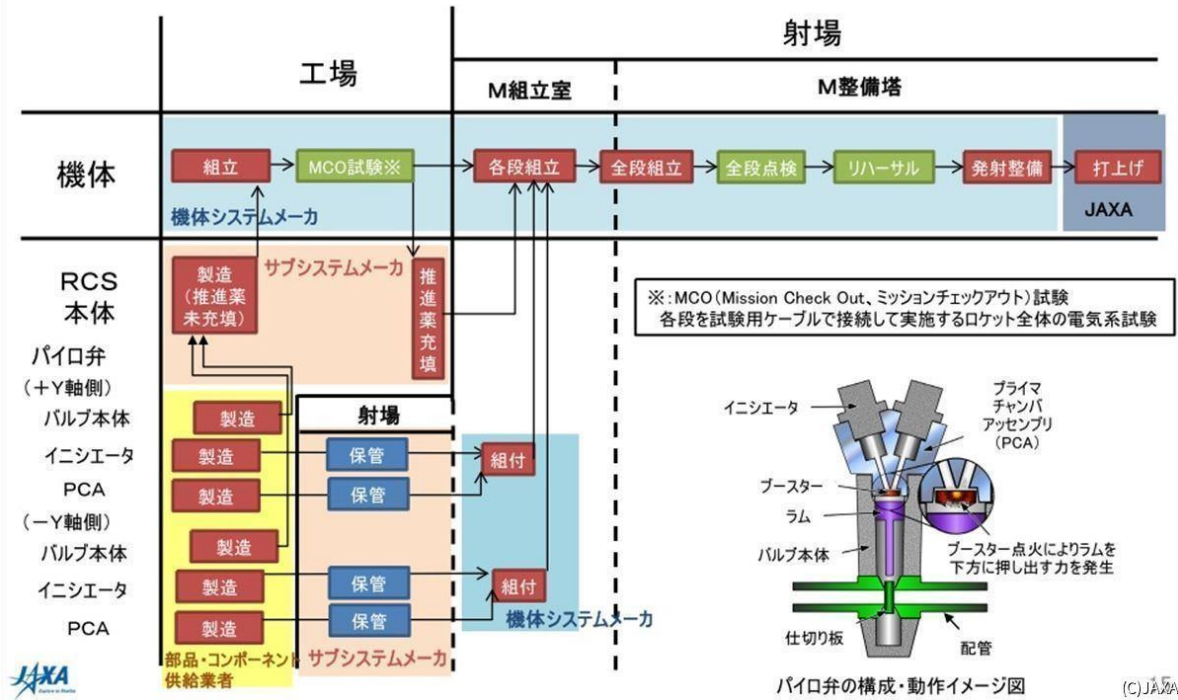
パイロ弁は、動作しなければミッションの即失敗に繋がる非常にクリティカルな場所であるが、火工品によって作動するため、信頼性が高いと考えられている。JAXA によれば、これはシングル構成で使うのが一般的ということで、初号機で一時的に冗長化したことは、例外的な対応だったようだ。

ただ、まだパイロ弁が原因だと特定できたわけではないものの、もしそうであれば、初号機のような冗長構成であれば、今回の失敗を防げていた可能性もある。今後、残された同一ロットのパイロ弁などの調査も進むと思われるが、ちょっと気になるところだ。

2. イプシロンロケットの製造・検査の概要

2-2. 製造・組立プロセス

■ イプシロンロケット6号機で計画していた製造・組立プロセスのフロー図を以下に示す。



部品レベルで見たパイロ弁の組み立てプロセス (C)JAXA

H3 ロケット第2段 RCS のパイロ弁は別製品

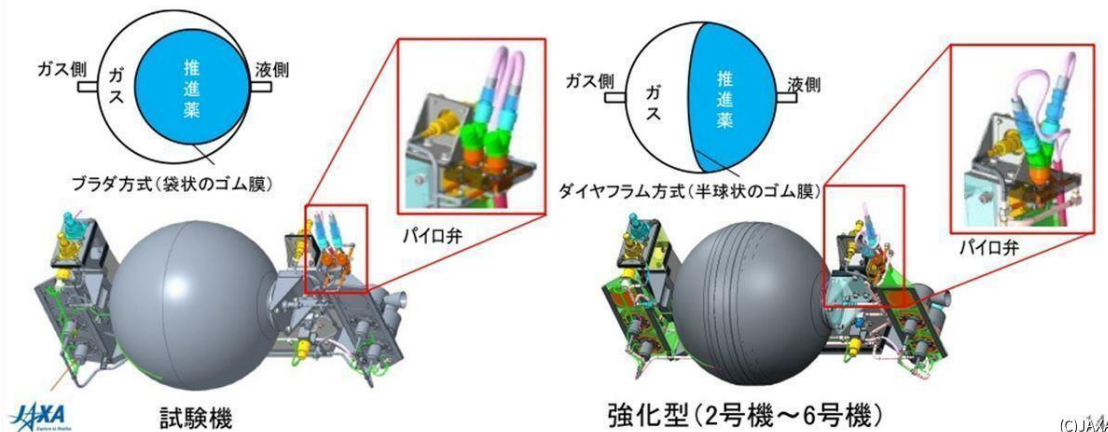
H3 ロケットに関して、訂正が1つある。前回 JAXA からは、H3 の第2段 RCS で使われるパイロ弁はイプシロンと同型という説明があったのだが、正しくは、「同じメーカーの別製品」とのこと。ただ、影響の有無については継続して確認を進める必要があり、年度内という打ち上げスケジュールへの影響はやや気がかりである。


2. イプシロンロケットの製造・検査の概要

2-1. イプシロンロケットの開発経緯

■ イプシロンの2段RCSの試験機と強化型(2号機～6号機)の仕様を下表に示す。

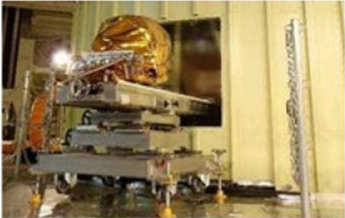
項目	試験機	強化型(2号機～6号機)
システム	スラスタ4基・タンクのモジュールを180° 対向2式	試験機から変更なし
推進タンク	Φ362mm ブラダ式 タンク×2式 ※ 推進薬充填・加圧@工場	Φ362mm ダイアフラム式 タンク×2式 ※ 推進薬充填・加圧@工場
パイロ弁	4基 (2基(イニシエータ1式)×2式)	2基 (1基(イニシエータ2式)×2式)
スラスタ	8基(4基×2式)	試験機から変更なし





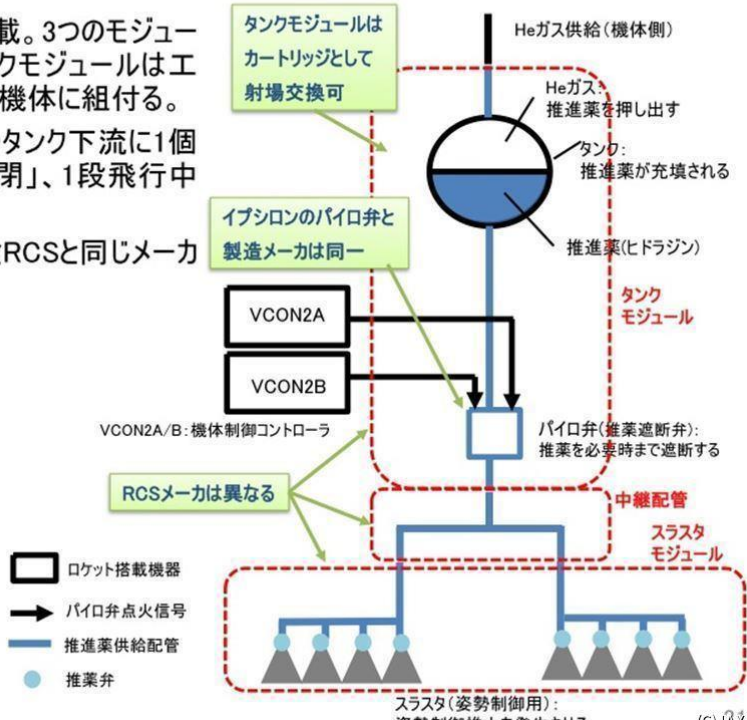
参考2. H3ロケット2段RCS(ガスジェット装置)

- H3ロケットのRCSは第2段に搭載。3つのモジュール(右図参照)で構成し、タンクモジュールは工場で推進薬を充填後、射場で機体に組付る。
- パイロ弁はタンクモジュール内のタンク下流に1個組付られており、打上げ前は「閉」、1段飛行中に「開」になる。
- パイロ弁はイプシロンロケット2段RCSと同じメーカーであるが製品は異なる。



↑タンクモジュールを搭載する様子

H3ロケットではH-IIAロケットから運用を変えて推進薬充填済みタンクモジュールの機体組付を射場で行う。



タンクモジュールはカートリッジとして射場交換可

イプシロンのパイロ弁と製造メーカーは同一

RCSメーカーは異なる

Heガス供給(機体側)

Heガス: 推進薬を押し出す

タンク: 推進薬が充填される

推進薬(H2ドラジン)

タンクモジュール

VCON2A

VCON2B

VCON2A/B: 機体制御コントローラ

パイロ弁(推進薬遮断弁): 推進薬を必要時まで遮断する

中継配管

スラストモジュール

スラスト(姿勢制御用): 姿勢制御推力を発生させる

ロケット搭載機器

パイロ弁点火信号

推進薬供給配管

推進薬弁

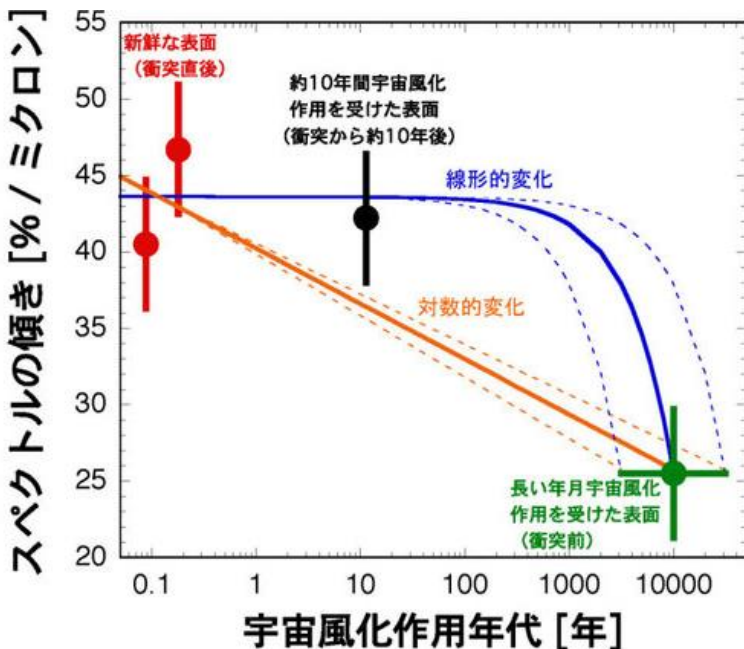
(C)JAXA

H3 ロケットの第2段 RCS。パイロ弁は同じようにシングル構成で使う (C)JAXA

https://news.biglobe.ne.jp/it/1031/mnn_221031_5371654855.html

小惑星の宇宙風化作用は 10 年程度では変化しない、JAXA などが確認

2022 年 10 月 31 日 (月) 6 時 0 分 [マイナビニュース](#)



●宇宙航空研究開発機構(JAXA)は 10 月 28 日、小惑星帯に軌道を持つ小惑星「シーラ」に 2010 年 12 月に起こった天体衝突で表層が新鮮な物質に覆われたことを利用し、実時間で約 10 年間の宇宙風化作用によるスペクト

ル変化の観察を行った結果、観測の不確かさの範囲内で、観測されたスペクトルは 2010 年の衝突イベント直後に観測されたスペクトルと一致、つまり宇宙風化作用による変化は確認されなかったと発表した。

同成果は、JAXA 宇宙科学研究所(ISAS)の長谷川直主任研究開発員を中心に、国立天文台、東京大学、日本スペースガード協会、神戸大学、米・マサチューセッツ工科大学、ヨーロッパ南天天文台、NASA などの計 20 名強の研究者が参加した国際共同研究チームによるもの。詳細は、米天体物理学専門誌「The Astrophysical Journal Letters」に掲載された。

T 型小惑星シーラに数十 m の小惑星が衝突して表層が一新された結果、近赤外域(0.8~2.5 μ m)のスペクトルの傾きはさらに赤く変動し、その表層が新鮮になったと考えられた。このことから、シーラの表層で宇宙風化作用が進むと、スペクトルは青くなるということが判明した。また、シーラのような暗い小惑星を起源にしている始原的な隕石に対する、宇宙風化作用に関する室内実験でも同様の結果が得られたとするほか、両者の宇宙風化作用に対するスペクトル変化の傾向は一致しているとする。

2022 年現在で、シーラ表層は新鮮な状態となってから宇宙風化作用に 10 年以上晒されたことになる。そこで研究チームは今回、実際にどのようにスペクトルが変化したのかを観察するため、NASA の「赤外線望遠鏡施設 (IRTF)」の 3.0m 望遠鏡と、国立天文台 石垣島天文台の「1.05m むりかぶし望遠鏡」で、それぞれ近赤外域と可視光域のスペクトル観測。シーラの宇宙風化作用によるスペクトル変化を調べることにしたという。

可視光域の波長では衝突前後においてスペクトルの変化はなかったが、今回もなかったとする。近赤外域の波長においても、同様に変化は確認されなかった。つまり、シーラのようなスペクトルを持つ暗い小惑星では、10 年程度では宇宙風化作用によるスペクトル変化は起きないということが判明したこととなり、このことは過去の室内実験による予測の範囲内ではあったという。

実際の小惑星において、曝露時間が正確にわかる条件下で観測的に確認されたのは、今回が初めてのことになるという。また今回の観測結果は、室内実験の正当性は、少なくとも 10 年程度の時間スケールにおいては示されることが確認されたという。

●さらに、スペクトル変化が時間に対して線形的かもしくは対数的に起こるのかが調べられたところ、宇宙風化作用におけるスペクトル変化は線形的に起こることが判明。ある単位面積を考えた場合、宇宙風化作用によってスペクトル変化する領域が、宇宙風化作用を受けていない領域を覆い尽くさない場合は線形的に変化することが予測されるが、それが証明されたことになるという。

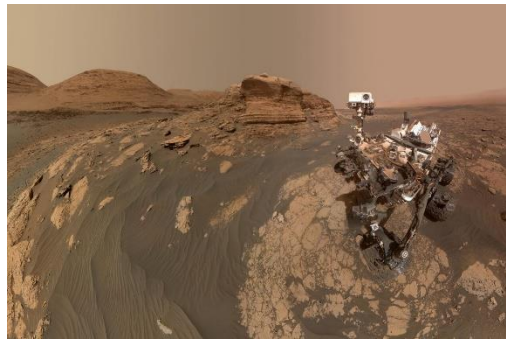
また、1000 年程度では宇宙風化作用によるスペクトルの変化は顕著に起こらないことも判明したことから、もし表層年代が 1000 年程度のシーラのようなスペクトルを持つ暗い小惑星があるとわかった場合、その表層があまり宇宙風化を受けていないケースにも使えるとしている。同様の手法を用いて、たとえば D 型小惑星よりも赤い天体のスペクトル変化は数百年では変化しないことも確かめられたという。

2022 年 9 月 26 日、NASA は小惑星 65803「ジジモス」の衛星「ジモルフオス」に探査機「DART」を衝突させる実験を実施した。その表層から大量のイジェクタが飛び出したことが、探査機や望遠鏡の観察で確認され、少なくとも同小惑星の表層はシーラと同様にリフレッシュされたことがわかった。

欧州宇宙機関は、同小惑星とその衛星を観察するため、探査機「Hera」を 2026 年にはランデブーさせる計画だという。なお、同機には「はやぶさ 2」で搭載された熱カメラの姉妹機も搭載される予定だという。同小惑星とその衛星は S 型小惑星で、シーラとはスペクトルもアルベド(反射能)も異なる。ただし、室内実験では数千年程度の宇宙風化作用ではスペクトルは変化しないであるという点では一致しており、今回の研究成果からすると、少なくともジモルフオス表層は Hera 探査機到着後も新鮮な表層を観測できることが期待されるとしている。

<https://sorae.info/astrometry/20221030-hydrogen-rich-first-atmosphere.html>

古代の火星に海が存在したのは水素が豊富な大気があったからかもしれない



【▲ 海が存在していた頃の火星を描いた想像図 (Credit: ESO/M. Kornmesser/N. Risinger (skysurvey.org))】

【▲ NASA の火星探査車「キュリオシティ」が撮影したセルフイー。2021 年 3 月 30 日公開 (Credit: NASA/JPL-Caltech/MSSS)】

SETI 研究所の Kaveh Pahlevan さんを筆頭とする研究チームは、古代の火星には水素に富む大気が存在していたとする研究成果を発表しました。研究チームによると、当時の火星の大気圧は現在よりもはるかに高く、温室効果によって温かな（場合によっては高温の）海が保持されていた可能性があるようです。

■水素の豊富な大気による温室効果が火星の海を保持していた可能性

現在の火星は主に二酸化炭素でできた薄い大気を持つ（大気圧は地球の約 1000 分の 6）、寒く乾燥した惑星です。しかし、古代の火星表面には海が形成されるほどの量の水が液体の状態が存在した時期があり、生命が誕生していた可能性もあると考えられています。

「矛盾しています」そう語るのは、今回の研究に参加したアリゾナ州立大学教授の Steve Desch さんです。Desch さんは、古代と比べて太陽が 30 パーセント明るくなっている現在でさえ火星の水は凍っているにもかかわらず、初期の火星表面に液体の水が存在していたことを多くの観測結果が示している点を指摘しています。もしも本当に海があったのであれば、表面に液体の水を保持できる環境が当時の火星で整っていたはずですが。

そこで研究チームは今回、火星の大気の進化に関する新しいモデルを構築しました。このモデルでは、火星の表面が溶融してマグマオーシャンに覆われていた頃の高熱と、最初の海洋および大気の形成が関連付けられています。新たなモデルを用いた分析の結果、溶岩から生じる主なガスは水素分子と水蒸気の混合物になる可能性が示されました。研究チームのモデルが示した初期の火星大気では、水蒸気があたかも現在の地球大気中の水蒸気のように振舞ったといい、下層大気では水蒸気が凝結して雲を形成し、上層大気は乾燥した状態になりました。いっぽう、水素はどの高度でも凝結することはなく、水蒸気が乏しい乾燥した上層大気では主成分となります。やがて水素は上層大気から宇宙空間へと逃げていき、火星の大気から失われていくことが示されました。

ポイントは、水蒸気とともに初期の火星の大気を構成していたとみられる水素の存在です。Pahlevan さんによると、高密度環境の水素分子は強力な温室効果ガスであることが知られています。モデルで示された初期の火星の大気圧は現在の 1000 倍以上もあり、温室効果をもたらす水素が大気から失われるまでの間、何百万年にも渡って温かい海が安定して存在していた可能性があるといえます。

地球外知的生命体探査を推進する SETI 研究所は、生命という観点からも今回の結果に注目しています。20 世紀半ばに実施された有名なユリーーミラーの実験では、水素の豊富な（還元的な）大気のもとでは水素に乏しい（酸化的な）大気と比べて生命の誕生に参与する物質が容易に生成されることが示されました。モデルが示した初期の火星は初期の地球と同じくらい生命の起源として有望な場所だった可能性があり、現在の火星探査機でも検出できる痕跡が残されているかもしれないと研究チームは期待しています。

なお、海と共存する気圧 1~100 バール（1000~10 万ヘクトパスカル）の水素大気による温室効果によって、火星表面の平均温度は 290~560 ケルビン（摂氏約 17~287 度）になると研究チームは結論付けており、当時の海水はかなりの高温だった可能性もあるようです。

■火星における水素の同位体の比率も自然に説明

研究チームの成果は、火星の水に関する新たな解釈ももたらしました。

酸素とともに水分子を構成する水素の大半は「陽子 1 つ」の原子核を持ちますが、自然界にごくわずかに存在する重水素（水素の安定同位体）は「陽子 1 つと中性子 1 つ」でできた原子核を持っています。地球に飛来した火星隕石に含まれている水の D/H 比（水素に対する重水素の比率）を調べると、その値は地球の海水の D/H 比に似ています。火星隕石は主に火星内部のマントルに由来する火成岩でできていて、そこに含まれる水は火星の形成時に取り込まれたものであることから、火星と地球は同じ D/H 比で形成され、水の起源も同じであることが考えられるといえます。ところが、アメリカ航空宇宙局（NASA）の火星探査車「Curiosity（キュリオシティ）」を使って 30 億年前に火星表面で形成された粘土の D/H 比を調べたところ、地球の海と比べて約 3 倍であることがわかりました。つまり、火星が誕生してから粘土が形成されるまでの間に、火星表面の水では何らかの理由で重水素の比率が高くなっていったこととなります。D/H 比は重水素が増えることで高くなりますが、水素が減ることも高くなります。火星表面の水は上層大気で紫外線に分解されたり、火星内部に取り込まれたりして失われたと考えられています。また前述のように、研究チームが作成したモデルでは火星の上層大気から水素が失われていきました。水素と比べて重水素はわずかに重いので、大気から失われるペースも水素より遅くなります。初期の火星の大気が水素に富んでいたと仮定した場合、結果的に火星表面の水は内部に取り込まれた水と比べて D/H 比が 2~3 倍高くなることを研究チームのモデルは示しているといい、キュリオシティによる分析結果とも矛盾しません。Pahlevan さんは「水蒸気は凝結して初期の火星にとどまるいっぽうで、水素は凝結せずに失われるというこの重要な知見は、キュリオシティの測定値と直接結びつけることができます」「このモデルは従来の観測結果を自然に再現した最初のモデルであり、私たちが説明する進化のシナリオが最初期の火星で起きた出来事に対応しているという自信を与えてくれます」とコメントしています。

関連：[NASA 火星探査機「インサイト」の着陸地点、深さ 300m まで水の氷が存在しない可能性](#)

Source Image Credit: ESO/M. Kornmesser/N. Risinger (skysurvey.org), NASA/JPL-Caltech/MSSS

[SETI Institute](#) - New Clues About Mars' Early Atmosphere Suggest a Wet Planet Capable of Supporting Life

[ASU](#) - A hydrogen-rich first atmosphere for Mars inferred from clays on its surface

[Pahlevan et al.](#) - A primordial atmospheric origin of hydrospheric deuterium enrichment on Mars (arXiv)

文／松村武宏

<https://sorae.info/astronomy/20221103-extraterrestrial-life-mars.html>

火星の生命は“休眠状態”で生き残っている可能性が判明 2022-11-03 [彩恵りり](#)

かつて運河を築く高度な文明が存在するとさえ言われていた「火星」は、1965 年にフライバイ探査を行ったアメリカ航空宇宙局（NASA）の火星探査機「マリナー4号」による表面の撮影によって、実際には不毛の惑星であることが明らかになりました。火星表面は極度に乾燥した薄い大気、滅多に 0℃を上回らない気温、大気や磁場による宇宙線や太陽風からの保護がほとんどないことによる“吹きっ晒し”、砂や岩石の表面にある細胞に有害なフリーラジカルと、どれをとっても生命には過酷すぎる環境です。一方で、火星探査が進むにつれて、かつての火星は現在ほど過酷ではなかった可能性も見えてきました。現在では、過去の火星には現在の地球の 50%ほどの濃い大気が存在し、深さ 1000m 以上にもなる海が表面を覆っていたと考えられています。この穏やかな気候は 10 億年以上続いたと推定されています。地球の生命は地球誕生から 7 億年前後で誕生したと考えられていることから、火星にも独自の生命が誕生し得る十分な環境と時間があったと言えます。また、地球の生命の研究により、酸素のない環境に適応した嫌気性生物の発見を皮切りに、強酸性や強アルカリ、高塩分、超高温や超低温、真空や超高圧、高強度の放射線など、とても生物が生存しえないと思えるような環境にも、実際には生物が存在することがわかってきました。このような環境に耐性を示す生物の中には、活動状態でも驚くべき適応性を示すものがありますが、それでも火星の表面で長期間生存するには厳しいものがあります。ただし、多くの細菌や単細

胞生物、そして一部の多細胞生物は、劣悪な環境では休眠状態に入り、更なる耐性を得ることが知られています。生物が休眠状態となるのは、活動状態よりもはるかに強い耐性を得ることで、次に環境が良くなった時に復活できるチャンスを増やすためのプロセスです。

休眠状態で驚くべき耐性を示す生物が多数見つかったことで、火星の生命に関して2つの可能性が新たに指摘されるようになりました。1つは、過去に生息していた火星独自の生命が、現在も休眠状態で生き残っている可能性です。火星は一瞬にして不毛の惑星になったわけではなく、弱い重力によって大気と液体の水が少しずつ失われたはずですが、火星の生命の中には、徐々に厳しくなっていた火星の環境に適応して、休眠状態に入ったものがいてもおかしくはありません。ただし、休眠状態がどれほど劣悪な環境に対しても強い耐性を持つと言っても、数十億年に渡る長期間を生存できるかどうかは不明です。もう1つは、地球由来の生命による火星の汚染です。火星の生命が今も生き残っているかもしれないという可能性は、裏を返せば、地球由来の生命が火星の環境に適応して生き残るチャンスがあるということも意味しています。将来、火星で生命体が発見されたとしても、実は地球由来の生命だったという可能性もあるのです。また、地球でも既に外来種が在来種を脅かしているケースが数多くみられるように、“エイリアン”である地球の生命が火星在来の生命を脅かす恐れもあります。

もちろん、このような汚染の可能性を排除するために、火星探査機は一般的に清浄な環境で製造されます。しかし2013年には、世界一清浄とも言われるケネディ宇宙センターのクリーンルーム内で「ターシコッカス・フェニシス (*Tersicoccus phoenicis*) 」という新種の細菌が発見されたことがあるように、微生物が気づかれずに運び込まれた可能性は排除できません。フェニシスという種小名は、このクリーンルームで組み立てが行われていた火星探査機「フェニックス (*Phoenix*) 」にちなんだものです。火星独自の生命が生き残れるかという質問は、地球由来の生命が火星の環境でどの程度の期間生存しうるかという疑問の答えにも繋がります。

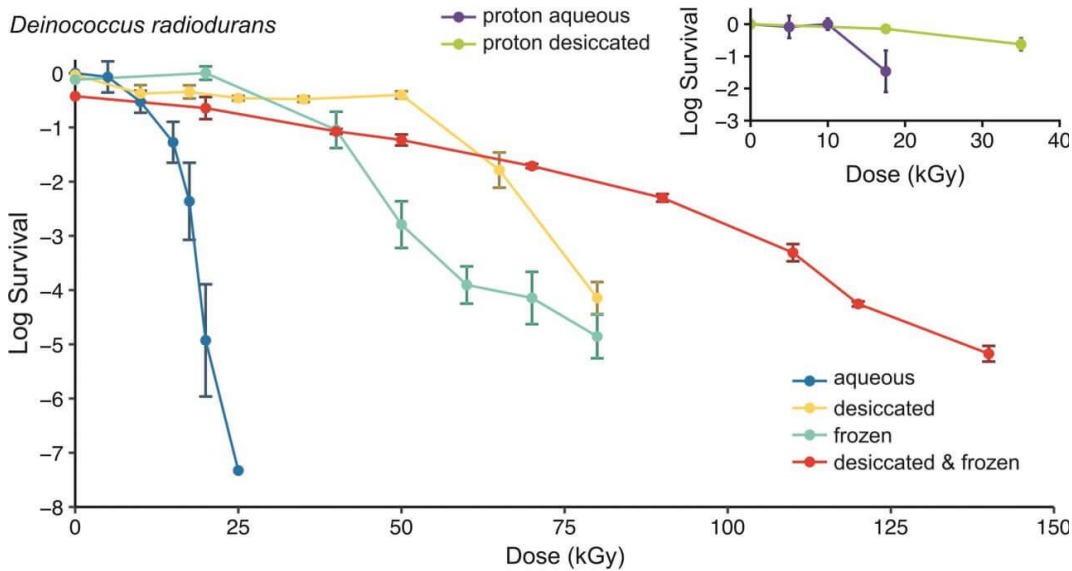


【▲ 図1: 今回実験対象となった生物の1つのデイノコッカス・ラディオデュランス。極端な放射線耐性を持つ細菌として知られています。(Image Credit: Morris)】

米軍衛生保健大学の William H. Horne 氏らの研究チームは、地球の生物が火星の過酷な環境でどの程度生存可能かどうかを確かめる実験を行いました。対象となったのは、出芽酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*)、大腸菌 (*Escherichia coli*)、バシラス属 (*Bacillus*) の3種類の細菌 (枯草菌 (*B. subtilis*)、バシラス・メガテリウム (*B. megaterium*)、バシラス・チューリンゲンシス (*B. thuringiensis*))、およびデイノコッカス・ラディオデュランス (*Deinococcus radiodurans*) です。出芽酵母は真核生物に属する真菌 (菌類) ですが、他は真正細菌です。これらの生物に対し、研究チームは宇宙線や太陽風を想定した γ 線および陽子線の照射を行い、強度と生存率についての分析を行いました。比較のために、「5日間の乾燥状態に置いたもの」「 -80°C で凍結させたもの」「乾燥と凍結の両方を行ったもの」「休眠状態に置かなかったもの」に分けて実験を行いました。

今回実験した生物の内、特にデイノコッカス・ラディオデュランスはその放射線耐性で知られています。放射線が照射された物体に与えるエネルギーの単位である Gy (グレイ) で表すと、デイノコッカス・ラディオデュランスは 5000Gy ではほとんど死なず、 15000Gy でも3分の1程度は生き残り、ほぼ全滅する値は 25000Gy です。通常の胸部 X 線撮影は 0.001Gy であり、死に至るにはヒトが $5\sim 10\text{Gy}$ 、大腸菌が数百 Gy、最も放射線耐性のあるクマムシが 4000Gy で十分と言われていることを踏まえれば、この細菌がどれほどの線量に耐えているかを想像できるかと思えます。デイノコッカス・ラディオデュランスは最も放射線に強い生物の1つであるだけでなく、温度や酸などの影響にも強く、これらの要素は火星表面で生命が生き残る可能性の指標として扱えると

予想されます。



【▲ 図 2: デイノコッカス・ラディオデュランスの放射線強度別の生存率。乾燥と凍結の両方の状態に置かれたものは、最大で 14 万 Gy の γ 線まで耐えることが判明しました。 (Image Credit: Horne, et.al.) 】

その結果、バシラス属以外の生物は、乾燥や凍結させた状態では活動状態よりも生存率が上がることが分かりました。特に、乾燥と凍結の両方の状態に置かれた場合、どちらか片方だけの状態に置かれた場合よりも生存率が上がることも判明しました。

特にデイノコッカス・ラディオデュランスについては、予想以上の耐性が示されました。乾燥と凍結の両方の状態に置いたデイノコッカス・ラディオデュランスは、通常状態の 5.6 倍となる 14 万 Gy という線量まで生存可能なことが示されたのです。その一方でバシラス属は、どの状態に置かれても生存率はほとんど変化しませんでした。仮に、火星表面に実験対象の生物がいた場合、吹きっ晒しのままでは UV-C (短波長の紫外線) で容易く滅菌されてしまいますが、UV-C は少しでも砂を被っていれば防げるため、生存率は宇宙由来の放射線 (1 年あたりの強度は 0.076~0.096Gy) で考えることができます。地表面から 10cm の深さを仮定した場合、最も耐性を示したデイノコッカス・ラディオデュランスの生存時間は約 150 万年です。出芽酵母の 25 万年、大腸菌の 8 万年、バシラス属の 6 万 3000 年に比べれば長いですが、それでも火星が乾燥しきってから経過した時間の長さと同程度の一瞬と言えます。さすがにこれでは心もとないでしょう。ただし、宇宙由来の放射線は地下深くに行けば行くほど防ぐことができます。地下 10m ほどになれば影響をほぼ無視することができ、岩石に含まれる放射性物質の影響 (宇宙由来の放射線と比べて 200 倍程度も弱い) のみを考えればよくなります。もしも火星の地下 10m にデイノコッカス・ラディオデュランスがいた場合、期待される生存期間はなんと 2 億 8000 万年にもなります！ これでもまだ短い期間ですが、さまざまな条件次第では更に伸びる可能性も大いにあります。

デイノコッカス・ラディオデュランスがこれほどの放射線耐性を持っている理由は、2 つあります。1 つはマンガンを含む抗酸化物質「H-Mn」の存在です。生体を構成する分子が放射線に破壊されると、その分子は強い酸化力を持つフリーラジカルとなって細胞を攻撃します。抗酸化物質はフリーラジカル作用を抑える働きを持ちます。過去の研究から、特にデイノコッカス・ラディオデュランスの内部には H-Mn が高濃度で存在することが分かっています。もう 1 つは、大量の DNA のコピーを有している冗長性です。デイノコッカス・ラディオデュランスの DNA は、ほとんどのゲノム配列のコピーが 4 本から 8 本も揃っています。DNA が放射線などで切断されると、細胞内でこれを修復する機能が働きますが、デイノコッカス・ラディオデュランスはコピーを参照することで切断部を修復するため、通常の生物よりも素早く DNA を修復することができます。実は、高濃度の H-Mn はバシラス属も有しているものの、デイノコッカス・ラディオデュランスのように極端な DNA 修復機能までは持っていません。このことから、DNA のコピーを大量に持つことも放射線耐性のカギであると考えられるのです。

ただし、デイノコッカス・ラディオデュランスほど極端ではないにせよ、似たような修復機能は他の生物にも存在します。このため、火星の生命が同じような機能を持っていたとしても不思議ではありません。

H-Mn の存在は、放射線耐性以外の面でも注目されます。火星が乾燥しているとは言っても、地下には凍った水が存在していて、火山活動や隕石衝突による局所的な温度上昇で溶ける可能性があります。そうなれば、休眠状態にあった生物は活動を再開し、再び水が凍って休眠するまでの間に増殖することで、生存率を上げることができるかもしれません。火星の表面にある鉄を主とした物質は、液体の水に触れるとフリーラジカルである過酸化水素を発生させてしまいますが、デイノコッカス・ラディオデュランスのように高濃度の H-Mn を持つ生命であれば、過酸化水素による攻撃から身を守ることで、“目覚め”を妨げられることがないかもしれません。今回の実験では、火星の生命が現在でも休眠状態で生存している可能性が示されました。これは裏を返せば、地球由来の生命によって火星が汚染される可能性もまた示されたこととなります。今回の研究結果は火星で生き残っているかもしれない生命の探索や他の天体を地球由来の生命で汚染しないための規範作りに役立つかもしれません。

Source

[William H. Horne, et.al.](#) “Effects of Desiccation and Freezing on Microbial Ionizing Radiation Survivability: Considerations for Mars Sample Return”. (Astrobiology)

[Amanda Morris.](#) “Ancient bacteria might lurk beneath Mars’ surface”. (Northwestern University)

[Parag Vaishampayan.](#) “Description of Tersicoccus phoenicis gen. nov., sp. nov. isolated from spacecraft assembly clean room environments”. (International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology) 文／彩恵りり

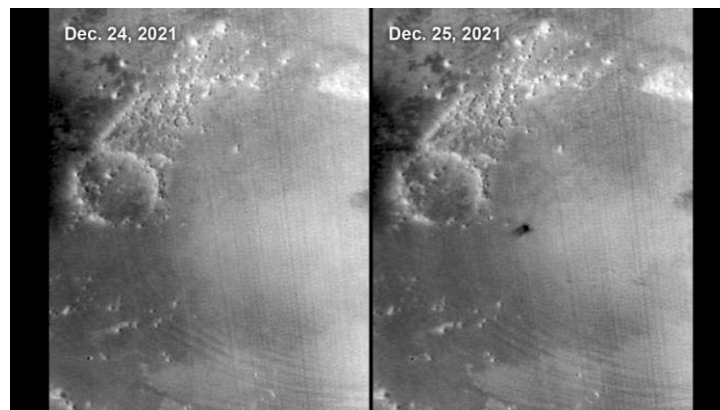
<https://sorae.info/astrometry/20221101-meteoroid-impact-on-mars.html>

水の氷の塊が散乱！ NASA 探査機が火星の新しい衝突クレーターを撮影、地震波も検出

2022-11-01 [松村武宏](#)

アメリカ航空宇宙局（NASA）は 10 月 27 日、NASA の火星探査機「インサイト（InSight）」と「マーズ・リコネサンス・オービター（MRO）」による観測の結果、幅 5~12 メートルと推定される隕石が火星表面へ衝突した時に発生した地震波の検出と、形成された衝突クレーターを特定することに成功したと発表しました。

冒頭に掲載した画像に写っているのが、MRO の高解像度撮像装置「HiRISE」を使って火星周回軌道から撮影された衝突クレーターです。インサイトの着陸地点から北東に約 3500km 離れたアマゾニス平原で見つかりました（クレーターの位置は北緯約 35 度・東経約 190 度）。NASA によればクレーターは直径約 150m・深さ約 21m で、形成時に飛散した噴出物は一部が 37km 先まで飛ばされていたといいます。



【▲ NASA の火星探査機マーズ・リコネサンス・オービター（MRO）によって撮影された火星の新しい衝突クレーター。直径約 150m・深さ約 21m（Credit: NASA/JPL-Caltech/University of Arizona）】

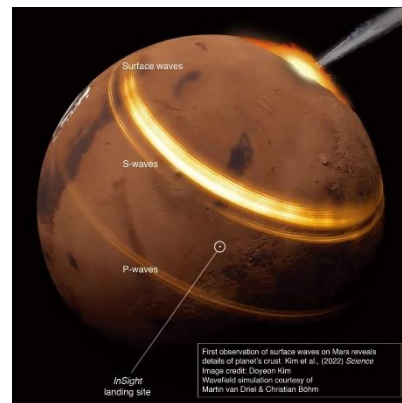
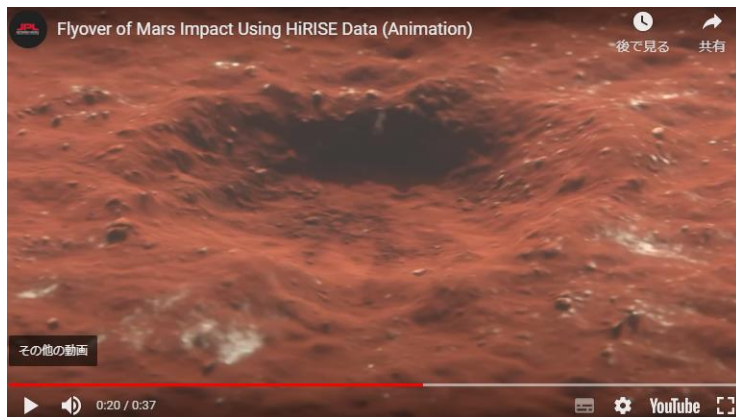
【▲ MRO に搭載されている広角の火星カラーイメージャー「MARCI」で撮影されたアマゾニス平原。左は 2021 年 12 月 24 日、右は翌 25 日に撮影されたもの。右画像の中央にクレーターが出現している（Credit: NASA/JPL-Caltech/MSSS）】

■埋蔵されていた水の氷の塊が散乱 地球外の地震で初の表面波検出

2018年11月27日に火星のエリシウム平原へ着陸したインサイトの火星地震計「SEIS」は、火星の地震（火震）をこれまでに1318件検出してきました。そのなかには隕石の衝突時に発生した地震も含まれていて、すでに幾つかの衝突クレーターの位置が特定されています。

関連：[NASA 火星探査機「インサイト」が隕石衝突時の地震波と音波を検出、宇宙からクレーターの場所も特定](#)

今回撮影された衝突クレーターが形成された時の地震波は、2021年12月24日に検出されていました。地震の規模はマグニチュード4.0とされています。クレーターの周囲には地下に埋蔵されていたものが衝突によって散乱したとみられる、水の氷の大きな塊が幾つも転がっています。火星のこれほど赤道に近い場所で水の氷が直接確認されたことは今までなかったといい、NASAは将来の火星有人探査にも影響する発見だとしています。

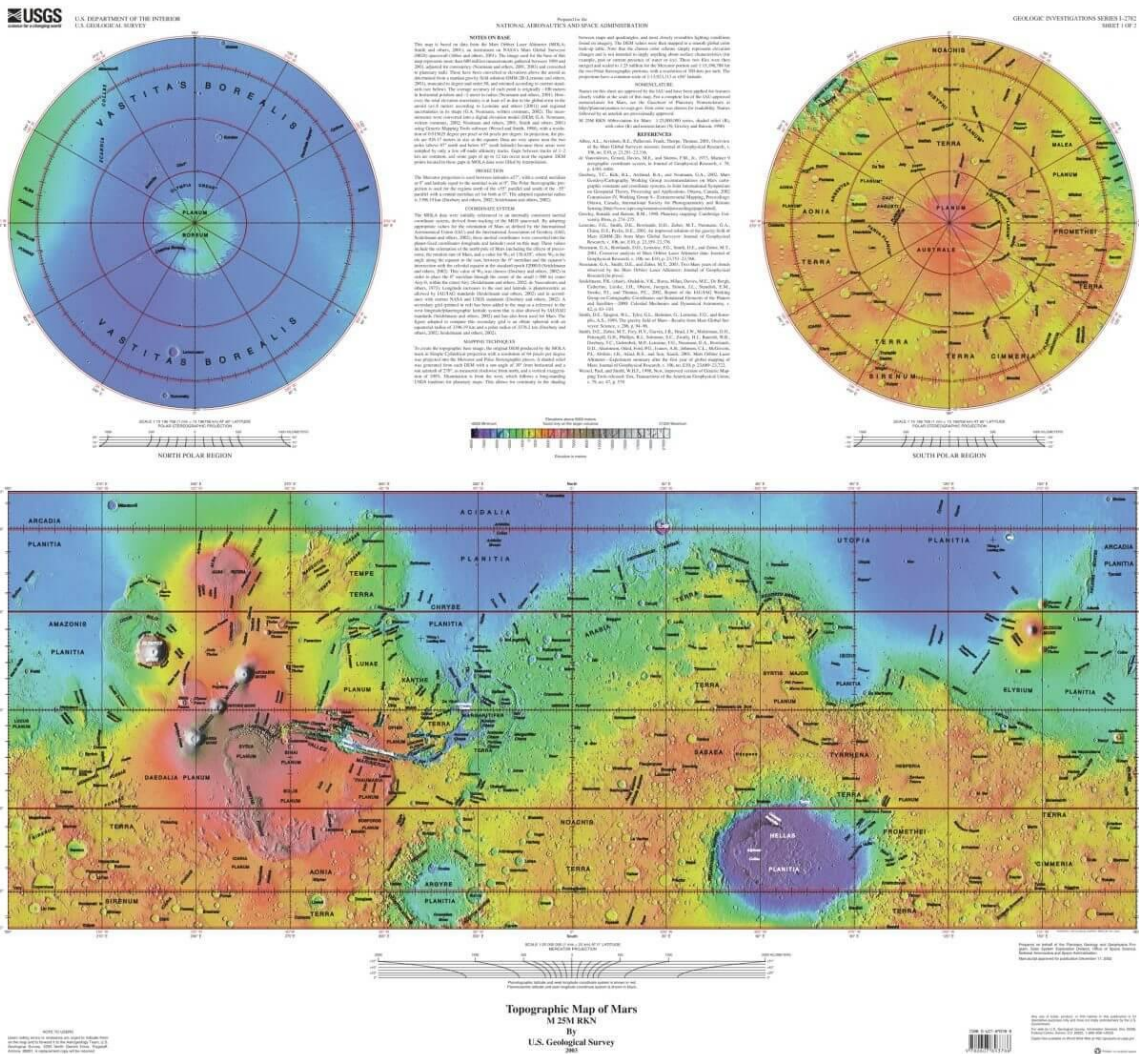


【▲ HiRISE のデータをもとに作成された衝突クレーターの 3D 映像（動画）】（Credit: NASA/JPL-Caltech/University of Arizona）

実は、このクレーターが形成された隕石衝突から3か月前の2021年9月18日にも、SEISはマグニチュード4.0の地震を検出していました。この地震もまた別の隕石衝突で発生したものであり、MROによって衝突クレーターの位置が特定されています（インサイトの着陸地点から東北東に約7500km、位置は北緯約38度・東経約280度）。今回の隕石衝突にともなう地震波を分析した研究チームを率いるチューリッヒ工科大学の地球物理学者Doyeon Kimさんによると、これらの地震は震源が地表に位置していたために、地中を伝わる実体波（P波・S波）だけでなく地表面を伝わる表面波（※）も検出されました。地球以外の天体で表面波が確認されたのは、今回が初めてだといいます。※...論文によるとSEISのデータからはラブ波の証拠は見つからず、レイリー波のみが検出されたとみられています。SEISが検出した表面波のデータをもとに、Kimさんたちは火星の表面から約5~30kmの深さまでの地殻の構造を特定することができました。実体波はマントルやコア（核）といった深部の情報を得る上で役立ちますが、表面波は浅い部分の構造を調べるのに役立ちます。火星の北半球と南半球の地形は対照的で、北半球にはかつて海があったと考えられている低地が広がるいっぽう、南半球はクレーターが目立つ高地に覆われています。このような違いは巨大衝突やマントル対流などによって生じた可能性が指摘されていますが、今も結論は出ていません。南北では地殻を構成する物質が異なるのではないかと想定されることもあるものの、研究チームによる表面波の分析結果は北半球と南半球では地殻の構造が似ていて、異なる物質で構成されていない可能性を示しているといいます。

また、隕石の衝突地点からインサイトの着陸地点に至る部分の地殻は表面波の伝播速度が速く、インサイトの着陸地点直下と比べて密度がより高いこともわかったといいます。インサイト着陸地点の地下では地殻の密度が低いことを示す3つの層が検出されていたものの、着陸地点付近の地殻は他の場所とは異なるプロセスで形成された可能性があることから、おそらく火星の地殻の一般的な構造を示しているわけではないとKimさんは指摘しています。先日も「火星の地殻は多孔質で弱く、インサイト着陸地点の深さ300mまでは空隙が主に気体で満た

されていて、水の氷は存在しないかあったとしてもごくわずか」だとする研究成果が発表されています。こうした特徴はインサイトの着陸地点付近に特有のものである可能性があり、MRO によって撮影された衝突クレーター一周辺の氷の塊が示唆するように、他の地域では比較的浅いところに水の氷が存在しているかもしれません。



【▲ アメリカ地質調査所（USGS）が公開している火星の地形図（標高で色分け）。火星の地形は概ね北半球が低く、南半球が高いことがわかる（Credit: USGS）】

関連：[NASA 火星探査機「インサイト」の着陸地点、深さ 300m まで水の氷が存在しない可能性](#)

なお、2022 年 5 月 4 日に発生したマグニチュード 5.0 の地震でも表面波が検出されているといい、表面から約 90 キロメートルの深さまで地殻の様子を調べられることから、さらなる成果が得られると研究チームは見込んでいます。インサイトは太陽電池に積もった塵によって発電電力量が低下し続けているため、2022 年 12 月頃にミッションを終えると予想されていますが、今後もインサイトの観測データから火星の内部に関する新たな知見が得られることが期待されます。

関連：[火星での観測史上最大となるマグニチュード 5 の地震を NASA 探査機が検出](#)

Source

Image Credit: NASA/JPL-Caltech/University of Arizona, NASA/JPL-Caltech/MSSS, Doyeon Kim, Martin van Driel, Christian Boehm, USGS

[NASA/JPL](#) - NASA's InSight Lander Detects Stunning Meteoroid Impact on Mars

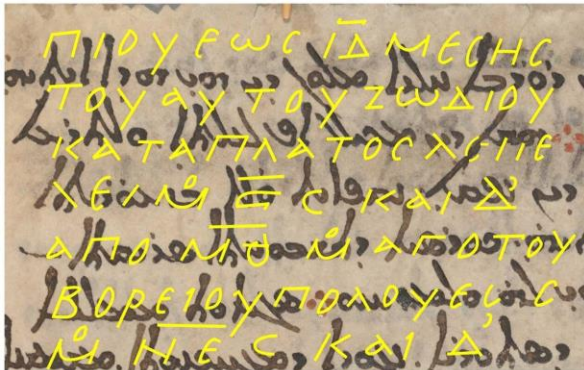
[ETH Zurich](#) - What seismic waves reveal about the Martian crust

[Yingjie Yang and Xiaofei Chen](#) - A seismic meteor strike on Mars (Science)

<https://sorae.info/astronomy/20221101-hipparcos-catalogue.html>

幻の「ヒッパルコスの星表」の写本を発見！観測精度の高さを再確認

2022-11-01 彩恵りり



【▲ 図 1: アラム語で書かれた聖書に関する写本『クリマチ・リスクリプトゥス写本』に、かんむり座に関するギリシャ語のテキスト (黄色ハイライト) があることがわかった。その内容から、ヒッパルコスの星表のオリジナルテキストであると今回推定された。(Image Credit: Gysembergh, Williams & Zingg)】

「ヒッパルコス」は、紀元前 147 年頃から紀元前 127 年頃まで活躍した古代ギリシャの天文学者です。古代バビロニアなどのさらに古い時代の天文記録や数学的手法を使い、非常に高精度な天体観測を行ったことから、ヒッパルコスは「天文学の父」とも言われています。

ヒッパルコスの功績は、地球の歳差運動の発見、アストロラーベや渾天儀などの観測機器の開発、そして 46 の星座を含む星表の作成です。ヒッパルコスの星表は世界最古の星表というわけではありませんが、恒星の見た目の位置に関する記載が数世紀後に作成された星表よりも正確であるほど精度が高く、恒星の明るさを等級で表していたりするなど、星表としての内容が極めて充実しているという特徴があります。1989 年から 1993 年まで欧州宇宙機関 (ESA) が運用していた世界最初の高精度位置天文衛星は、その功績を称えて「ヒッパルコス」と献名されています。

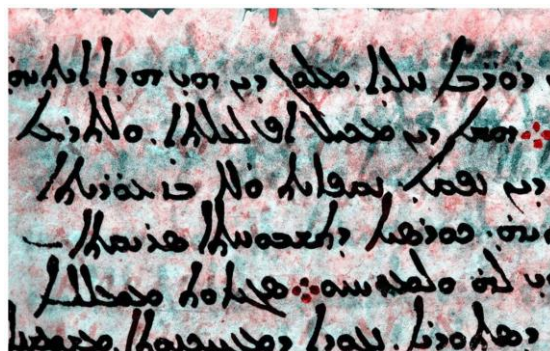
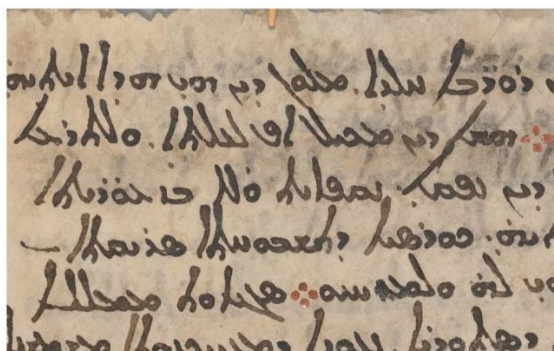


【▲ 図 2: 古代ギリシャの天文学者ヒッパルコスが著した星表は、その歴史的な重要性にも関わらず行方不明であり、何世紀も搜索されていた。実在を疑う声すらあった。(Credit: Wikimedia Commons, いらすとや)】

【▲ 図 3: クラウディオス・プトレマイオスの『アルマゲスト』は、ヒッパルコスの星表に関する言及がある文献の 1 つである。ただしその内容について、ヒッパルコスの星表の丸写しという意見から、逆にヒッパルコスの星表は実在しないという意見まであった。(Credit: Wikimedia Commons)】

しかし、正確なヒッパルコスの功績については議論がありました。ヒッパルコスが作成したオリジナルの星表をはじめ、ヒッパルコス自身によって執筆された文献資料のほぼ全てが行方不明であったことがその理由です。間

接的に言及する文献資料しか存在しないため、どこまでがヒッパルコスの功績か、という点が議論されていました。たとえば、トレミーの名でも知られるクラウディオス・プトレマイオスは、後世に影響を与えた天文学の専門書『アルマゲスト (Almagest)』 (西暦 147 年頃) を執筆していますが、その中でヒッパルコスの星表を含む、現存していないいくつかの古代ギリシャの文献資料に言及しています。しかし、300 年近い時間的な隔たりによる正確性への疑問や、『アルマゲスト』に記されている情報の誤りなどをもとに、ここからヒッパルコスの功績を評価することには議論がありました。そのレベルはさまざまで、『アルマゲスト』はヒッパルコスのデータをそのまま丸写しただけであるとする意見もあれば、ヒッパルコスの星表はそもそも実在しないという意見までありました。



【▲ 図 4: 図 1 と同じ部分のハイライト無し版。消されたギリシャ語のテキストはほとんど見ない。(Image Credit: Gysembergh, Williams & Zingg)】

【▲ 図 5: 図 4 のマルチスペクトルイメージング画像。消されたギリシャ語のテキストが浮かび上がっている。(Image Credit: Gysembergh, Williams & Zingg)】

フランス国立科学研究センターの Victor Gysembergh 氏、ティンダルハウス聖書学研究所の Peter J. Williams 氏、そしてソルボンヌ大学の Emanuel Zingg 氏の研究チームは、この何世紀にも渡る議論に決着をつけうる重要な発見をしました。それは『クリマチ・リスクリプトゥス写本 (Codex Climaci Rescriptus)』と呼ばれる文献の分析で判明しました。アラム語の方言で書かれたこの写本は、10 世紀から 11 世紀にかけて記された 146 ページ分の旧約聖書および新約聖書についての文献で、エジプトのシナイ半島にある聖カタリナ修道院で発見されました。現在はその大部分をワシントン D.C.にある聖書博物館が所蔵しています。

この写本は、9 世紀から 10 世紀頃に一度記述が消されている、典型的な「パリンプセスト」として知られていました。植物繊維を固めて丈夫な紙を作ることが難しかった時代、重要な資料の作成には動物の皮を加工して作られた「羊皮紙」が使用されていました。ところが羊皮紙は高価であるため、不要となった羊皮紙の文字を削除し、「再生紙」として再利用することが一般的に行われていたのです。このように、過去に記述が消されたことが分かっている羊皮紙のことをパリンプセストと呼びます。

一度羊皮紙から消された文字は、肉眼ではほとんど見えません。文字を復活させて読むために、過去には羊皮紙を傷めてしまう化学反応を利用する方法も用いられました。現在では複数の波長の光で撮影する「マルチスペクトルイメージング」と呼ばれる羊皮紙を傷めない手法を用いることで、パリンプセストを非破壊的に読むことができるようになりました。2012 年、『クリマチ・リスクリプトゥス写本』についてマルチスペクトルイメージングを行ったところ、星の起源に関する神話や星座に言及したギリシャ語の記述が見つかりました。これは紀元前 3 世紀頃に活躍したエラトステネス (※1) による説明です。そこで 2017 年に、追加で 42 枚の分析を進めたところ、9 枚から天文学に言及した記述が見つかりました。その一部はアラトスによる『ファイノメナ (Phainomena)』 (※2) に関する記述であることがすぐに判明しました。これらはいずれも 5 世紀から 6 世紀に書かれたと推定されています。

※1...古代ギリシャのエラトステネスは天文学と数学に秀でており、地球の直径を正確に求めたことや、エラトステネスの篩 (ふるい) と呼ばれる素数判定法を考案したことで知られています。アレクサンドリア図書館など

が所属していたムセイオンの館長を務めるなど、その業績から“第2のプラトン”とも呼ばれました。

※2...アラトスは紀元前3世紀頃に活躍した古代ギリシャの詩人です。『ファイノメナ』（『現象』とも）は、アラトスが著したもので唯一現存している作品です。星座や天体の運行、天気予報やその他気象論的な話題を取り上げています。

2021年、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の流行にともなうロックダウンの最中に分析結果を熟読していたWilliams氏は、さらに珍しい記述が存在することに気づきました。Williams氏から連絡を受けたGysemergh氏がZingg氏と共に解読したところ、それは天球におけるかんむり座の広がりや、そこに含まれる恒星について言及している星図であることが分かりました。

ギリシャ語の書体や放射性炭素年代測定による分析結果をもとに、ほぼ1ページ分に渡るこの記述は、5世紀から6世紀に書かれたと推定されました。そして何よりも、この記述は幻のヒッパルコスの星表そのものの内容に由来すると考えられる点が重要視されました。まず、この星図は赤道座標で書かれており、やはり赤道座標で書かれていたとされるヒッパルコスの星表と一致します。また、古代では黄道座標を用いるのが一般的であり、現在のように赤道座標を用いることはむしろとても珍しく、この点からも重要です。さらに、歳差運動による天球上の恒星の位置のずれを考慮すると、この星表は紀元前129年頃に見られた恒星の位置と1度以内の精度で一致します。紀元前129年といえば、ヒッパルコスが天文学者としてギリシャのロードス島で働いていた頃です。これらの証拠は、羊皮紙から一度消されたこの記述がヒッパルコスの星表という、何世紀も探されていた幻のオリジナルテキストに由来するものであることを強く示しています。さらにGysemergh氏らは、ヒッパルコスの星表の再評価を行うために、8世紀頃に（おそらくフランスのコルビー修道院で）書かれた写本『アラトゥス・ラティヌス（Aratus Latinus）』との比較を行いました。この写本はギリシャ語の原本をラテン語に翻訳したもので、周極星座に関する言及があります。Gysemergh氏らは、『アラトゥス・ラティヌス』の「おおぐま座」「こぐま座」「りゅう座」の記述はヒッパルコスの星表を元にしており、恒星の位置に関する記述が高精度であることを確認しました。今回の研究成果は、幻だったヒッパルコスの星表（厳密にはその写し）の発見と、天文学者としてのヒッパルコスの再評価につながりましたが、それだけにとどまりません。プトレマイオスの『アルマゲスト』は星表を黄道座標で記しており、赤道座標で書かれたヒッパルコスの星表とは異なります。このことから、プトレマイオスはヒッパルコスの星表を丸写ししたのではないことがわかります。また、プトレマイオスのデータには、ヒッパルコスの星表を単純に変換しただけでは説明がつかないほど位置が大幅にズレているものもありました。このことは、プトレマイオスがヒッパルコスの星表だけでなく、プトレマイオス自身やその他の人物による天体観測の結果をもとに『アルマゲスト』を著したことを示しています。すなわち、今回見つかったヒッパルコスの星表は、天文学者としてのプトレマイオスの再評価にも間接的につながっているのです。

今回の研究で記述内容が復元されたのは、『クリマチ・リスクリプトゥス写本』のごく一部です。写本の残りの部分や、その他のパリンプセストの分析を行うことで、失われたヒッパルコスの星表がさらに見つかる可能性は大いにあります。

Source

[Victor Gysemergh, Peter J. Williams & Emanuel Zingg](#). “New evidence for Hipparchus’ Star Catalogue revealed by multispectral imaging”. (Journal for the History of Astronomy)

[Jo Marchant](#). “First known map of night sky found hidden in Medieval parchment”. (Nature) 文／彩恵りり

https://news.biglobe.ne.jp/trend/1101/toc_221101_0775026576.html

宇宙は「ボルツマン脳」が作り出した虚構か？ 我々が仮想現実空間にいる可能性が

高い理由 2022年10月31日（月）7時0分 [tocana](#)



[写真を拡大](#)

宇宙の歴史はすべて嘘だったかもしれない。知的情報サイト「Big Think」（10月21日付）から、物理学の常識を覆す思考実験「ボルツマン脳」をご紹介します。

※ こちらの記事は2018年10月22日の記事を再掲しています。

■ビッグバンとエントロピー

約138億年前のビッグバンで宇宙が誕生し、長い年月をかけ、惑星、銀河系、そして地球、生命体、人類が次から次へと生まれてきた。これはエントロピー増大の法則の観点からも記述することができる。

エントロピーとはざっくり言って、「無秩序（乱雑さ）の度合い」のことをいう。たとえば、卵を黄身と白身に整然と分けた状態はエントロピーが小さいが、両方をボールに入れかき混ぜるとエントロピーが増大する。また、エントロピーは常に「小さい（秩序）→大きい（無秩序）」という方向に進むため、かき混ぜられた卵をそっくりもとの完璧な黄身と白身の状態に戻すことはできない。

先ほどの例でいえば、最低のエントロピー状態であるビッグバンから、エントロピーが増大していき、地球が誕生し、人類が誕生してきたということだ。しかし、なぜ低エントロピー状態であるビッグバンがそもそも存在したのだろうか（宇宙は始まったのだろうか）？ この疑問に1つの回答を与えたのが、19世紀の物理学者ルートヴィヒ・ボルツマンである。熱現象の不可逆性（エントロピーの増大）を証明したことで有名なボルツマンであるが、同時にエントロピーが減少する可能性にも言及している。時間の経過とともにエントロピーが増大する確率が高いものの、エントロピーが減少する確率もゼロではないというのだ。エントロピーが減少するとは、たとえば、部屋の中に散らばった全ての分子が、部屋の隅っこにかたまってしまう事態を指す。もちろん、こうしたことが起こる確率は極めて低いが、統計的には可能なのだ。このアイデアを宇宙に適用してみると、エントロピーが増大し切ってしまった熱平衡状態の宇宙であっても、ランダムな確率で低エントロピー状態に逆行することで、ビッグバンが発生し、宇宙が開始されることになる。宇宙はビッグバンとビッグクランチを繰り返すとする「サイクリック宇宙論」に似たアイデアであるが、いずれにしろ、宇宙が1回性のものでないとすれば、「宇宙は無から生まれた」とする説明不可能な想定を回避することができる。

■複雑すぎる宇宙の謎

しかし同時に、この宇宙解釈は問題も提起する。サルがキーボードの上でランダムに無限回跳ね回ったら、低確率ではあるが、いずれシェークスピア全集と一言一句違わないものを打ち出すことができるだろう。だが、確率的に考えれば、シェークスピア全集よりもはるかに短いリンカーンのゲティスバーグ演説が打ち出される確率の方が高い。

同様に、ビッグバンがランダムな出来事であり、宇宙の生成もランダムであるならば、我々の知っているような複雑な宇宙よりも簡単なものが生成される確率の方がずっと高いはずだ。このことは量子のランダムなゆらぎの観点から言っても物理学的に支持されているようだ。では、「より簡単なもの」とは何だろうか？

それは1枚のピザであるかもしれないし、1匹のアリかもしれない。しかし、我々が生きるこの宇宙について考えるならば、考える主体が必要になるだろう。そうでなければ、宇宙の存在についてこうして思いを巡らせることも不可能だからだ。この場合、より簡単なものは「意識」ということになる。

宇宙の歴史も肉体も必要としない最小単位であるこの「意識」は、「ボルツマン脳」と呼ばれる。我々の経験や

記憶は全てこの「ボルツマン脳」の中で起こっていることであり、意識の外には何も存在しないのだ。

ボルツマン脳のアイデアは、アメリカの哲学者ヒラリー・パトナム（1926-2016）が考案した思考実験である「水槽の中の脳」とも重なる部分がある。以下が「水槽の中の脳」の概要だ。（詳しくはコチラ）

「科学者が、ある人から脳を取り出し、特殊な培養液で満たされた水槽に入れる。そして、その脳の神経細胞をコンピュータにつなぎ、電気刺激によって脳波を操作する。そうすることで、脳内で通常の人と同じような意識が生じ、現実と変わらない仮想現実が生みだされる。このように、私たちが存在すると思っている世界も、コンピュータによる『シミュレーション』かもしれない」

まとめよう。宇宙の発生・生成がランダムな確率で起こるエントロピーの増減に依存しているならば、ビッグバン→複雑な宇宙の誕生→意識の誕生といった経過を経ず、ビッグバン→意識の誕生（ボルツマン脳）という、より簡単な経過を経る方が確率的に高い。ゆえに、我々は仮想現実空間に生きるボルツマン脳である可能性が高い。とはいえ、カリフォルニア工科大学の理論物理学者であるショーン・キャロル博士などからは、ボルツマン脳を経験的に証明することができないと批判されており、あくまでボルツマン脳は理論的な可能性にとどまっている。果たして、宇宙の歴史は全てボルツマン脳の妄想なのだろうか……？ 決して答えのない問いだが、秋の夜長に思いを巡らせてみるのも良いかもしれない。 参考：「Big Think」、「New Scientist」、ほか

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20221101-2501412/>

名大など、地球磁気圏でのプラズマ波へのエネルギー供給の直接観測に成功

掲載日 2022/11/01 19:15 著者：波留久泉

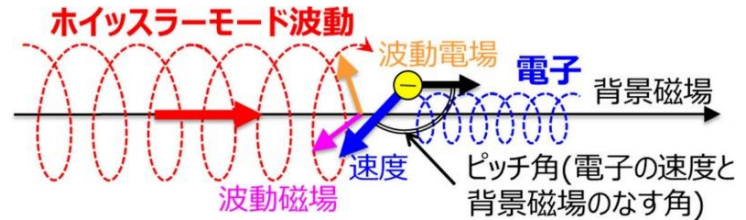
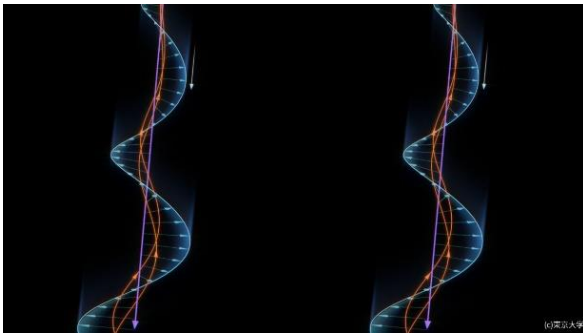
名古屋大学(名大)、東京大学(東大)、京都大学(京大)、東北大学、大阪大学(阪大)の5者は10月31日、NASAのMMS衛星編隊に搭載された「低エネルギー電子計測装置」(FPI-DES)と電磁場の計測データの解析によって、地球近傍の磁気圏外の宇宙空間で電子が「ホイッスラーモード波動」と呼ばれるプラズマ波動にエネルギーを供給している現場を捉え、電子から波動へのエネルギー輸送率を直接計測し波動の成長率を観測に基づいて導出することに成功したと発表した。

同成果は、名大宇宙地球環境研究所の北村成寿特任助教、同・三好由純教授、同・中村紗都子特任助教、同・小路真史特任助教、東大大学院 理学系研究科の天野孝伸准教授、京大 生存圏研究所の大村善治教授、同・嶋浩嗣教授、東北大学院 理学研究科の北原理弘助教、同・加藤雄人教授、宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所の齋藤義文教授、阪大大学院 理学研究科の横田勝一郎准教授らを中心とした国際共同研究チームによるもの。[詳細は、英オンライン科学誌「Nature Communications」に掲載された。](#)

宇宙空間では、無数のプラズマ(荷電粒子)が行き交っていることが知られているが、天体の近傍を除けばその密度は非常に低く、荷電粒子同士の衝突はほぼない「無衝突状態」となる。同状態では、電場や磁場によって荷電粒子の加速や散乱が引き起こされていると考えられており、特に、プラズマ波動を介するものが効率的な過程として、宇宙空間のさまざまな領域で働いているとされる。

従来は間接的な研究が多く行われてきたが、近年はエネルギー輸送率の直接観測による、どの種類の相互作用がどの程度の大きさで起きているかを実証する研究が実現され始めている。今回の研究でも、より高周波の電子に強く関連するホイッスラーモード波動について、電子から波動へのエネルギー輸送率の直接観測の成功と、それに基づく成長率の導出、非線形成長理論との整合についての解析が試みられたという。

今回の研究では、2016年12月25日に高度約5万4000kmで起きた磁気リコネクション付近において、MMS衛星編隊がホイッスラーモード波動を観測、同時にFPI-DESと電子ドリフト計測器(EDI)による高い時間分解能で電子を観測したデータが解析に用いられたという(3日後の28日には高度約6万5000kmの時期シース領域でも同様の観測が追加で報告された)。



背景磁場(紫)に沿って波動磁場(水色)が螺旋を描きながら伝搬するホイッスラーモード波動と、それとすれ違いながら相互作用する電子(赤)のイメージ (c)東京大学 (出所:東北大プレスリリース PDF)

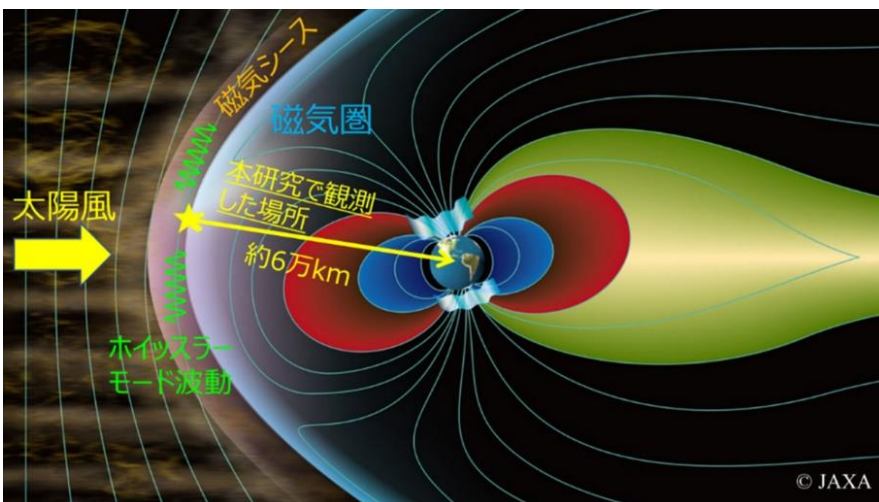
磁場に沿って伝搬するホイッスラーモード波動と、それとすれ違いながら相互作用する電子の概要 (出所:東北大プレスリリース PDF)

FPI-DES は超高時間分解能で全方向から来た電子を計測可能だが、その時間分解能でも解析には不十分で、今回の研究では電子の観測データを約 200 マイクロ秒という極限まで分解する工夫がなされた。そして、その電子の観測データと電磁場の観測データに対し、「波動粒子相互作用直接解析(WPIA)法」が適用された。

その結果、数 100eV のエネルギーを持った電子の一部に特徴的な不均一「ジャイロ非等方」が生じていることが検出されたという。ジャイロ非等方は、サイクロトロン共鳴速度付近に限定されて見られ、同共鳴の過程によってエネルギーを失いつつある粒子の方が多く、その失った分のエネルギーが波動に供給されていることを示すものだったとする。

また、非線形理論で予測される効率的な波動成長が起きうる条件について、従来の単独衛星による観測では実現不可能だった詳細な評価が行われた結果、観測結果が理論とよく整合することが実証されたとする。非線形理論では、ジャイロ非等方を生成しやすい条件について理論的に示されているものの、ジャイロ非等方の程度については簡単には予測不可能だとのことで、今回の研究により、実際に観測できる程度に顕著なジャイロ非等方が生じることが観測実証されることになったとする。

さらに、そのジャイロ非等方を持つ電子が担う電流量と波動の振幅から波動の成長率の計算が行われたが、このほとんど仮定を置かない手法で直接的に成長率が導出できた点も新たな成果だと研究チームでは説明する。



今回の研究では太陽側の磁気シート領域と、磁気圏の境界付近での観測結果 2 例が報告された。1 例は磁気リコネクションの近傍で、もう 1 例は磁気圏のすぐ外側の磁気シート内部 (出所:東北大プレスリリース PDF)

なお、今回の研究成果は、宇宙空間のさまざまな領域で生起しているホイッスラーモード波動(を含む電磁サイクロトロン波動)に、非線形成長が重要な役割を果たしていることを直接的に示す先駆けとなるもので、今回扱われたホイッスラーモード波動に限っても、磁気圏内では、放射線帯の相対論的高エネルギーへの電子加速(「キラ電子」とも呼ばれる)、高エネルギー電子の大気への降り込み、脈動オーロラの生成といった多様な現象に関連し

ており、これらの現象の理解に新たな裏付けを与えるという。

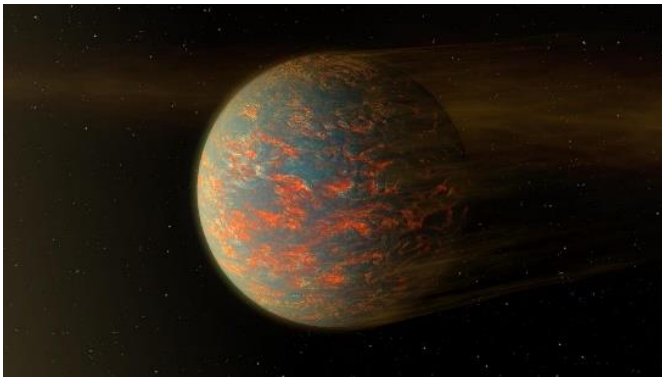
また WPIA 法は、今後の JAXA の地球電磁気圏・熱圏探査計画「FACTORS」や、国際共同による木星探査計画「JUICE」などの宇宙探査計画でも活用が期待されており、今回の成果を土台として、多様な波動粒子相互作用の研究における展開、プラズマ物理研究の進展における理解に貢献していくことが期待されるとしている。

<https://sorae.info/astrometry/20221104-red-dwarf.html>

やはり赤色矮星の周囲は生命にとって過酷？ 66 光年先の太陽系外惑星を調べた研

究成果

2022-11-04 [松村武宏](#)



【▲ 恒星の放射によって大気が吹き飛ばされる系外惑星の想像図 (Credit: NASA/JPL-Caltech)】

カンザス大学の Ian Crossfield さんを筆頭とする研究チームは、南天の「ぼうえんきょう座」の方向約 66 光年先にある太陽系外惑星「GJ 1252b」に関する研究成果を発表しました。今回の成果は、地球外生命の探索にも影響を及ぼすかもしれません。

■GJ 1252b は表面温度が摂氏 1200 度以上、大気がほぼ存在しない可能性

GJ 1252b は地球と比べて直径が約 1.18 倍・質量が約 1.32 倍の、地球よりも一回り大きな系外惑星です。主星（親星）の「GJ 1252」からは約 140 万 km（約 0.009 天文単位）しか離れておらず、GJ 1252b は約 12 時間半という短い周期で GJ 1252 を公転しています。

地球から見た GJ 1252b が主星の裏側へと回り込む時（二次食）の観測データを研究チームが分析したところ、GJ 1252b の昼側の温度は摂氏約 1220 度に達している可能性が示されました。地球上では金、銀、銅といった金属さえも溶けてしまうほどの高温です。研究チームはアメリカ航空宇宙局（NASA）が運用していた赤外線宇宙望遠鏡「スピッツァー」によって取得されたデータ（波長 4.5 μ m）を分析に用いました。

この温度と予想される大気圧をもとに、研究チームは GJ 1252b には大気が存在しない（あるとしても非常に希薄）と考えています。地球から太陽までの距離の 1 パーセント未満しか主星から離れていないのであれば表面温度がこれほど高くても不思議ではありませんが、今回の研究で注目されているのは主星の GJ 1252 が赤色矮星である点です。赤色矮星は天の川銀河ではありふれた小さな低温の恒星ですが、強力な爆発現象「フレア」が表面で発生しやすい、非常に活発なタイプの星として知られています。研究に参加したカリフォルニア大学リバーサイド校の Michelle Hill さんは「恒星の放射による圧力は計り知れず、惑星の大気を吹き飛ばすのに十分なほどです」と語っています。恒星の放射によって失われた大気は惑星内部から火山活動で放出されたガスなどによって補われる可能性があるものの、GJ 1252b の場合は失われた大気を補いきれなかったとみられています。

地球に似た岩石質と推定される系外惑星は、ハビタブルゾーンを公転しているなどの条件次第では生命が誕生している可能性もあるとして注目されています。しかし、赤色矮星の強力なフレアは惑星上の生命を脅かすだけでなく、長期的には惑星の大気を剥ぎ取ってしまうことも考えられることから、赤色矮星を公転する系外惑星の環境は生命にとって厳しいものである可能性が指摘されていました。そのいっぽうで、強力なフレアは赤色矮星の

高緯度で発生する傾向があり、惑星への影響は限定的かもしれないとする研究成果も発表されています。今回の成果について Hill さんは、赤色矮星から離れた軌道を公転している系外惑星に対しても“悪い兆し”の可能性があるとした上で、「ジェイムズ・ウェッブ」宇宙望遠鏡による観測に期待を寄せています。前述のように GJ 1252b は赤色矮星のかなり近くを公転していますが、フレアによって大気が失われるとすれば、もっと離れている惑星でも生命は誕生・存続できない可能性があるからです。赤色矮星はありふれた恒星であるだけに、この研究は系外惑星を対象とした地球外生命の探索にも影響を及ぼすかもしれません。ただ、赤色矮星を公転するすべての岩石惑星が GJ 1252b と同じ運命をたどるとは限らず、十分離れていれば大気を保持できる可能性があることから、Hill さん自身は楽観視しているともコメントしています。

関連：[水星に類似した系外惑星が2つ存在する惑星系を初めて発見 127光年先](#)

Source Image Credit: NASA/JPL-Caltech

[カリフォルニア大学リバーサイド校](#) - Discovery could dramatically narrow search for space creatures

[Crossfield et al.](#) - GJ 1252b: A Hot Terrestrial Super-Earth with No Atmosphere 文／松村武宏

<https://sorae.info/astrometry/20221030-webb-macs0647-jd.html>

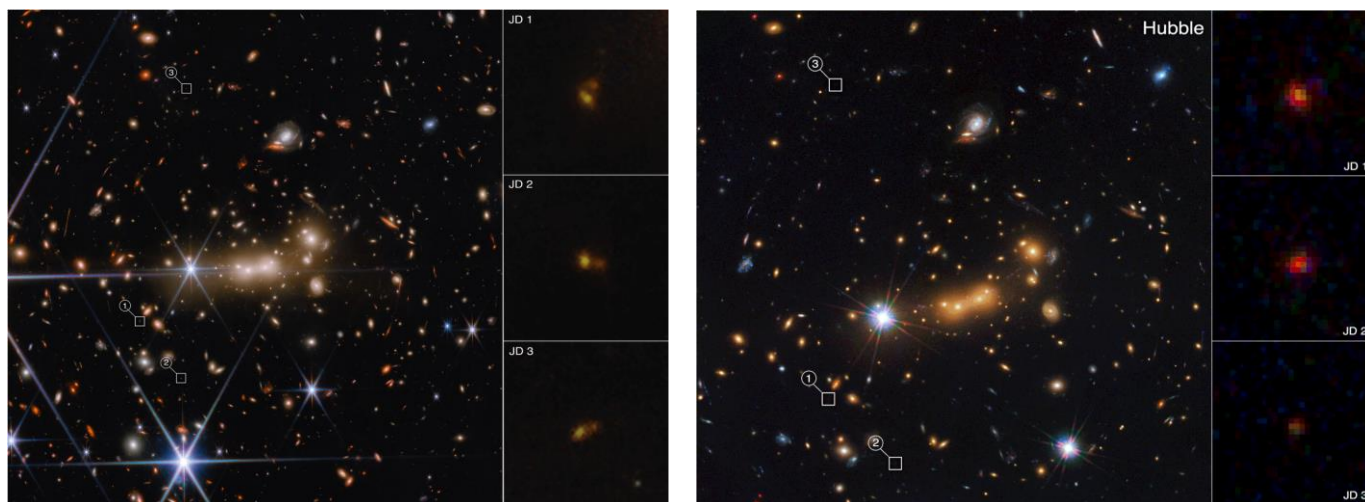
初期宇宙の銀河合体か？ ウェッブ宇宙望遠鏡の観測による最新の研究成果

2022-10-30 [松村武宏](#)

アメリカの宇宙望遠鏡科学研究所（STScI）は10月26日、同研究所が運用する「ジェイムズ・ウェッブ」宇宙望遠鏡の「近赤外線カメラ（NIRCam）」で取得された、初期宇宙の銀河とみられる天体「MACS0647-JD」の画像を公開しました。

冒頭に掲載したものが今回公開された画像です。左側の大きな画像には、「きりん座」の方向約56億光年先にある銀河団「MACS J0647+7015」が写っています。MACS0647-JDの像はこの銀河団がもたらす「重力レンズ」効果（※1）によって3つに分裂しており、それぞれ「JD 1」「JD 2」「JD 3」として識別されています。3つの像の位置は白い四角で示されていて、右側には各像の拡大画像が並べられています。

※1...天体の質量によって時空間が歪むことで、その向こう側にある天体から発せられた光の進行方向が変化し、地球では像が歪んだり拡大して見えたりする現象のこと。



【▲ ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡が観測した銀河団「MACS J0647+7015」（左）と、銀河団の重力レンズ効果によって拡大された遠方宇宙の天体「MACS0647-JD」の3つの像（右）（Credit: Science: NASA, ESA, CSA, Dan Coe (STScI), Rebecca Larson (UT), Yu-Yang Hsiao (JHU); Image Processing: Alyssa Pagan (STScI))】

【▲ ハッブル宇宙望遠鏡とジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡が観測した銀河団「MACS J0647+7015」（左）と

遠方宇宙の天体「MACS0647-JD」の像（右）を比較したアニメーション（Credit: Science: NASA, ESA, CSA, STScI, and Tiger Hsiao (Johns Hopkins University); Image Processing: Alyssa Pagan (STScI)）】

MACS0647-JD は「ハッブル」宇宙望遠鏡の観測によって見つかった天体で、今から 10 年前の 2012 年 11 月に発見が報告されました。この天体が存在していたのはビッグバンから約 4 億 3000 万年後、今から約 133 億 7000 万年前だったと考えられています（今回の研究では赤方偏移 $z=10.6\pm 0.3$ を導出）。

今回の観測を行った研究チームに参加している全米天文学大学連合（AURA）／STScI の Dan Coe さんによると、MACS0647-JD の像は JD1 が 8 倍、JD2 が 5 倍、JD3 が 2 倍に拡大されているといます。Coe さんはハッブル宇宙望遠鏡による MACS0647-JD の発見を報告した研究チームを率いた人物です。

なお、ウェブ宇宙望遠鏡は人の目で捉えることができない赤外線を主に利用して観測を行うため、公開されている画像の色は人の目で見た場合とは異なります。MACS0647-JD の場合、観測に使用された 6 種類のフィルターに応じて青・緑・赤で着色されています（※2）。

※2...F115W と F150W（波長 1.15 μm と 1.5 μm ）は青、F200W と F277W（波長 2.0 μm と 2.77 μm ）は緑、F365W と F444W（波長 3.65 μm と 4.44 μm ）は赤で着色。

各像の拡大画像を見ると、MACS0647-JD は 2 つの塊に分かれていることがわかります。大きな塊は幅約 460 光年、小さな塊は幅約 130 光年で、約 1300 光年離れていると推定されています。10 年前に公開されたハッブル宇宙望遠鏡の画像では 2 つに分かれていることは識別できず、幅約 600 光年と推定されていました。

研究チームを率いるジョーンズ・ホプキンス大学の大学院生 Tiger Yu-Yang Hsiao さんによると、塊には大きいほうが青くて小さいほうがより赤いという、色（赤外線の波長）の違いが認められます。青（短い波長）は星形成から時間が経っておらず、塵がほとんど含まれないことを示しているっぽうで、赤（長い波長）は形成されてから時間が経っていて、塵が多く含まれることを示しているといえます。それぞれの塊に存在する星の質量も異なる可能性があるようです。

このような構造を持つことがわかった MACS0647-JD について、Tiger Hsiao さんは、初期宇宙における銀河合体（複数の銀河が合体して 1 つの銀河になるプロセス）を目撃している可能性があるかと指摘しています。また、研究チームは MACS0647-JD から 1 万光年近く離れたところに位置する、伴銀河の可能性のある別の天体も報告しています。研究チームは 2023 年 1 月にもウェブ宇宙望遠鏡による分光観測（電磁波の波長ごとの強さを知るための観測）を計画しており、MACS0647-JD の物理特性をより詳しく調べる予定とのこと。

関連：[観測史上最も遠い天体「CEERS 93316」をジェイムズ・ウェブ宇宙望遠鏡が観測！](#)

Source

Image Credit: Science: NASA, ESA, CSA, Dan Coe (STScI), Rebecca Larson (UT), Yu-Yang Hsiao (JHU); Image Processing: Alyssa Pagan (STScI)

[STScI](#) - Webb Offers Never-Before-Seen Details of Early Universe

[NASA](#) - Webb Offers Never-Before-Seen Details of Early Universe

[Tiger Hsiao et al.](#) - JWST reveals a possible $z\sim 11$ galaxy merger in triply-lensed MACS0647-JD (arXiv)

文／松村武宏

<https://sorae.info/astrometry/20221031-arp248.html>

長～い潮汐尾で結ばれた 2 つの銀河 ハッブルが撮影した特異銀河「Arp 248」

2022-10-31 [松村武宏](#)



【▲ 相互作用銀河「Arp 248」（Credit: ESA/Hubble & NASA, Dark Energy Survey/DOE/FNAL/DECam/CTIO/NOIRLab/NSF/AURA, J. Dalcanton）】

こちらは「おとめ座」の方向約2億光年先にある相互作用銀河の姿。銀河の名前は左上が「LEDA 36733」で、右下が「LEDA 36723」です（※）。1966年に天文学者のホルトン・アープがまとめた特異銀河（特異な形態を持つ銀河）のカタログ「アープ・アトラス」には、「Arp 248」として収録されています。

※...「LEDA」は1983年にリヨン天文台が作成した「リヨン-ムードン銀河系外データベース（Lyon-Meudon Extragalactic Database）」における名称であることを示しています。

相互作用銀河とは、すれ違ったり衝突したりすることで、互いに重力の影響を及ぼし合っている複数の銀河を指す言葉です。相互作用銀河のなかには潮汐力によって形が大きくゆがんでいたり、潮汐尾（潮汐腕、tidal tail）と呼ばれる星とガスでできた尾のような構造が形成されていたりするものもあります。Arp 248の場合も一目瞭然で、2つの渦巻銀河の相互作用によって1本の長い潮汐尾が形成されています。

実はArp 248は、研究に貢献した天文学者にちなんで「Wild's Triplet（ワイルドの三つ子）」とも呼ばれています。3番目の銀河である「LEDA 36742」はここには写っておらず、画像上方の視野外に位置しています。ちなみに、右下のLEDA 36723の周囲にも幾つかの銀河が写っていますが、これらはみなArp 248よりも遠くに位置しています。この画像は、チリのセロ・トロロ汎米天文台にあるブランコ4m望遠鏡の観測装置「ダークエネルギーカメラ（DECam）」を使って取得された画像（可視光線と近赤外線のフィルター合計3種類）と、「ハッブル」宇宙望遠鏡の「掃天観測用高性能カメラ（ACS）」を使って取得された画像（可視光線のフィルター1種類）をもとに作成されています。DECamはその名が示すようにダークエネルギー（暗黒エネルギー）の研究を主な目的として開発された画素数約520メガピクセルの観測装置で、満月約14個分の広さ（3平方度）を一度に撮影できます。DECamによるダークエネルギー研究のための観測は、2013年から2019年にかけて実施されました。

またESAによると、ハッブル宇宙望遠鏡のACSによる観測は、「ジェイムズ・ウェッブ」宇宙望遠鏡や「アルマ望遠鏡（ALMA）」、それにハッブル宇宙望遠鏡自身による将来の詳細な観測の対象になり得る、興味深い天体の大規模なデータベースを確立させる取り組みの一環として実施されました。冒頭の画像はハッブル宇宙望遠鏡の今週の一枚として、ESAから2022年10月31日付で公開されています。

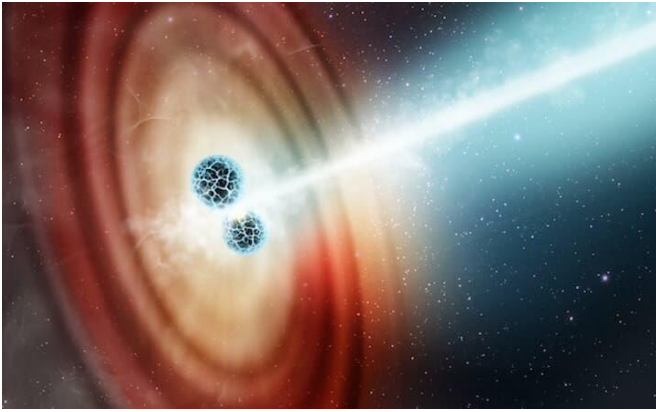
関連：[近付き渦巻く2つの銀河。ハッブルが撮影した“はと座”の相互作用銀河](#)

Source

Image Credit: ESA/Hubble & NASA, Dark Energy Survey/DOE/FNAL/DECam/CTIO/NOIRLab/NSF/AURA, J. Dalcanton [ESA/Hubble](#) - Hubble Inspects A Pair of Space Oddities 文／松村武宏

<https://www.newsweekjapan.jp/stories/world/2022/11/post-100006.php>

ほぼ光速のジェット噴流が中性子星の衝突で形成されていた...ハッブル望遠鏡が捉える



衝突する2つの中性子星のイメージ credit: Elizabeth Wheatley (STScI)

<中性子星同士の大規模な衝突によって生じたジェットを、NASAのハッブル宇宙望遠鏡が捉えた。高密度の連星中性子星が衝突し、膨大な量のエネルギーを放出した.....>

中性子星同士の大規模な衝突によって生じたジェットを、NASAのハッブル宇宙望遠鏡が捉えた。NASAの発表によると、その速度は光速の99.97%に達したという。爆発現象自体は、2017年8月に観測されたものだ。世界各地の天文台や宇宙望遠鏡など計70の観測拠点において、重力波および電磁波がいっせいに検出された。この事象には、重力波イベントGW170817の名称が与えられている。重力波と電磁波の発生源として、天体の合体イベントが発生したと推定されている。天文現象を検知する手がかりとなる重力波などをメッセージと呼ぶが、この2種のメッセージによって中性子星同士の合体が観測されたのは、今例が初であった。

NASAは、時とともに変化する宇宙の姿を追う「時間領域天文学・マルチメッセンジャー天体物理学」と呼ばれる比較的新しい分野における、「重大なブレイクスルー」であったとしている。

ほぼ光速で宇宙を駆けるジェット噴流

検出から2日後、ハッブル宇宙望遠鏡が爆発源の方向へ向けられ、より詳細な観測が実施された。爆発源から放出されているジェットの速度を算出したところ、光速の99.97%に達していることが判明した。

ハッブルによる観測を追う形で、爆発から75日後および230日後には、アメリカ国立科学財団に協力する複数の電波望遠鏡からVLBIによるデータが収集された。VLBIは超長基線電波干渉法を意味し、100km以上互いに離れた地点にある複数の電波望遠鏡で同時に観測を行うことで、より解像度の高いデータを得る手法だ。

重力波が初めて検出されたのは2017年だったが、ハッブルとVLBIによるデータを統合し、事象の全体像を把握するまでにおよそ5年間を要した。NASAは慎重な分析により、重力波の発生源の位置を天球上に極めて高い精度で特定することに成功したと発表している。

>> ■■ [【動画】ほぼ光速で宇宙を駆けるジェット噴流...ハッブル望遠鏡が捉える](#)

ペアの中性子星同士が衝突

本件で衝突・合体した中性子星とは、巨大な星が超新星爆発を遂げた後に残る天体だ。極めて密度が高く、直径20キロほどのサイズに太陽の質量を上回る物質が詰まっている。

GW170817の衝突では、この中性子星が互いに引力を及ぼしながらペアになったもの(すなわち連星中性子星)が相互に衝突した。衝突により、超新星爆発並みのエネルギーが宇宙空間に放出されたと考えられている。

[次のページ見かけ上の速度は光の7倍に](#)

中性子星は崩壊してブラックホールとなり、強力な引力をもって周囲の物質を引き寄せ始める。集まった物質は次第に降着円盤と呼ばれる急速に回転する盤面を形成した。その一部は天体の極付近から外側へ向かう潮流を形成し、ジェットとして噴出された。強力な磁場によってジェットの方向は制限され、2つの中性子星の境界面上にある軸に沿う形で、細いビーム状に放たれたと想定されている。ジェットは周囲の星間物質を巻き込みながら宇宙空間を突き進み、その一部が地球から観測された形だ。

見かけ上の速度は光の 7 倍に

ハッブルの観測によると、ジェットの見かけ上の速度は光速の 7 倍にも達している。しかし相対性理論により、宇宙の膨張を加味する場合を除き、光速を超える速度で移動する物質は存在しないことが証明されている。

ジェットが光速の数倍で移動しているかのような観測結果が生まれたのは、一般に超光速運動と呼ばれるいわば錯覚によるものだ。その原理について NASA は、「ジェットは光に近い速さで地球に向かって進んで来るため、そこから放たれる光は後に放たれるものほど、短い距離を進むだけでよいことになります。つまり、ジェットは自身が放つ光よりも後から追いかけてくるのです」と説明している。分析結果を詳述した論文が、10月12日付でネイチャー誌に掲載されている。論文の筆頭著者であるカリフォルニア工科大学のクナル・P・モーリー教授は NASA に対し、「ハッブルがこれほど高精度の測定をもたらし、世界各地に存在する強力な VLBI 望遠鏡の力を証明したことに驚いています」と語っている。>> ■ ■ [【動画】ほぼ光速で宇宙を駆けるジェット噴流...ハッブル望遠鏡が捉える](#)

<中性子星同士の大規模な衝突によって生じたジェットを、NASA のハッブル宇宙望遠鏡が捉えた。高密度の連星中性子星が衝突し、膨大な量のエネルギーを放出した.....>

