

野口飛行士「歴史的転換点に携われる」…1か月後、米民間宇宙船に搭乗

9月30日（水）14時59分 [読売新聞](#)



「クルードラゴン」の模型を手に、オンラインによる記者会見で意気込みを語る宇宙飛行士の

野口聡一さん [写真を拡大](#)

1か月後に米民間宇宙船「クルードラゴン」で国際宇宙ステーション（ISS）に向かう野口聡一・宇宙飛行士（55）が30日、オンラインによる記者会見を開いた。新型コロナウイルスの世界的流行を踏まえ「大変な時期だが、宇宙に挑戦する姿から、厳しい状況をはね返す力を示したい」と語った。

米宇宙企業スペースXが開発したクルードラゴンは、有人試験飛行に成功している。初の本格運用となる今回は日本時間10月31日午後3時40分に打ち上げられる。米飛行士3人と搭乗する野口さんは「大きな歴史的な転換点で、民間運用時代の主役となるクルードラゴンに日本人が携われるのは大きなメリットだ」と述べた。

会見では、機体の名前を4人全員で「レジリエンス」に決めたことを明らかにした。逆境を乗り越える

きょうじん

「強靱さ」を意味する英語で、野口さんは「世界中が新型コロナで大変な状況で、お互いに協力して元の生活に戻る力になれば、という思いを込めた」と話した。この日、米航空宇宙局（NASA）でも記者会見が開かれ、ジム・ブライデンスタイン長官は「野口さんは経験豊かな飛行士で、ISSで非常に優れた仕事を成し遂げてきた」と語り、3回目の宇宙滞在となる野口さんに期待を寄せた。

<https://sorae.info/space/20200929-crew-2.html>

野口宇宙飛行士が搭乗するクルー・ドラゴン、日本時間10月31日に打ち上げ予定

2020-09-29 [松村武宏](#)



「クルー1」ミッションの宇宙飛行士たち。左から：シャノン・ウォーカー飛行士、ビクター・グローバー飛行士、マイケル・ホプキンス飛行士、野口聡一飛行士（Credit: SpaceX）

日本時間2020年5月31日、「デモ2」ミッションにおけるクルー・ドラゴン打ち上げの瞬間（Credit: NASA/Joel Kowsky）

NASAは現地時間9月28日、JAXA（宇宙航空研究開発機構）の野口聡一宇宙飛行士が搭乗するスペースXの新型有人宇宙船「クルー・ドラゴン」の運用初号機による「クルー1（Crew-1）」ミッションの打ち上げが、日本時間10月31日15時40分に予定されていることを明らかにしました。

クルー1は日本時間8月3日に帰還した有人試験飛行ミッション「デモ2（Demo-2）」に次ぐミッションで、野口飛行士をはじめNASAのMichael Hopkins（マイケル・ホプキンス）飛行士、Victor Glover（ビクター・グローバー）飛行士、Shannon Walker（シャノン・ウォーカー）飛行士ら4名の宇宙飛行士が搭乗します。国際宇宙ステーション（ISS）に向かった4名は、約6か月間に渡り科学実験などのタスクに従事することになります。

かつて NASA が運用していたスペースシャトルには、アメリカだけでなくさまざまな国籍の宇宙飛行士が搭乗しました。2011 年のスペースシャトル運用終了後はアメリカの宇宙飛行士が宇宙へ向かうにもロシアの宇宙船「ソユーズ」に頼る状況が続いていましたが、クルー・ドラゴン初の運用ミッションであるクルー1 には日本の野口飛行士が乗り込むことから、NASA は「民間宇宙企業が所有・運用するアメリカから飛び立つ宇宙船に多国籍のクルーが乗り込むのはこれが初めて」とアピールしています。

なお、クルー1 の次に予定されている「クルー2 (Crew-2)」ミッション (2021 年春に打ち上げ予定) には、JAXA の星出彰彦宇宙飛行士が搭乗することがすでに発表されています。また、ボーイングが開発中の新型有人宇宙船「スターライナー」も 2021 年 12 月に最初の運用ミッションが予定されており、今後は日本人宇宙飛行士がスペース X やボーイングの宇宙船で ISS に向かう機会が増えることになりそうです。

Image Credit: SpaceX Source: [NASA](#) 文/松村武宏

<https://www3.nhk.or.jp/news/html/20200930/k10012640831000.html>



NASA 長官と野口聡一さんが会見 民間宇宙飛行に期待 2020 年 9 月 30 日 9 時 02 分

日本人宇宙飛行士の野口聡一さんらが搭乗するアメリカの民間宇宙船の 1 号機が、10 月、打ち上げられるのを前に、NASA=アメリカ航空宇宙局のブライデンスタイン長官は「商業輸送の実現は、宇宙開発を根本から変化させた」と本格的な民間の宇宙飛行の開始に期待を示しました。野口聡一さんと 3 人のアメリカ人宇宙飛行士はアメリカの企業「スペース X」の宇宙船「クルードラゴン」の 1 号機で 10 月 31 日に、国際宇宙ステーションに向けて出発します。宇宙船の打ち上げまでほぼ 1 か月となるのを前に、29 日、NASA の長官や搭乗予定の宇宙飛行士が記者会見しました。NASA のブライデンスタイン長官は「商業輸送の実現は宇宙開発を根本から変化させた」と述べ、民間による宇宙飛行が宇宙開発をさらに加速させると期待を示しました。

そのうえで、「国際的なパートナーである日本の野口聡一宇宙飛行士が乗り組むことも、この飛行を特別なものにしていく」と述べ、今後の宇宙開発における国際協力の重要性も強調しました。

野口聡一さんはスペースシャトル、ロシアのソユーズに加え、3 種類目の宇宙船での宇宙飛行となります。

野口さんは「比較的短期間の訓練だったが、4 人はすばらしいチームになった。すべての瞬間を楽しみ、笑顔で帰ってきたい」と述べました。野口さんらは国際宇宙ステーションにおよそ半年滞在し、科学実験を行うなどして、来年の春、地球に帰還する予定です。

<https://news.yahoo.co.jp/articles/62ec8a6afc4bccfe61abde55528cc87a25b4da83>

火星の植民地化、莫大な費用かかる可能性 マスク氏はそれでも強気

9/26(土) 18:15 配信 [CNN.co.jp](#)



[スペース X が火星移住向けの宇宙船として開発する「スターシップ」のプロトタイプ](#)

テキサス州オースティン（CNN） 実業家のイーロン・マスク氏はこの20年近く、火星を植民地化する目標を米宇宙企業スペースXのファンに熱く訴えてきた。ただ、莫大（ばくだい）な費用がかかることもあり、現時点では世界各国の政府はこのミッションに取り組んでいない。マスク氏は同社のCEO（最高経営責任者）兼技術責任者を務める。惑星間移住の野望について語る姿は、革新的な事業計画を掲げる起業家というよりも、道徳的使命を背負ったSFの主人公のそれに近い。「地球上で人間や自然に起因する大惨事が起きた場合に備え、いわば全生命のための保険を確保しておきたい」。マスク氏は8月31日に行われた火星に関する会合でそう語り、「それに、一種の興奮や冒険の趣もある」と言い添えた。スペースXによる火星植民計画は技術、政治、倫理上のさまざまな疑問を投げかける。中でも難関となるのは、資金上のハードルかもしれない。マスク氏自身ですら、費用総額の試算は示していない。宇宙開発がマスク氏の掲げる惑星間旅行の目標に近づいたのは、米航空宇宙局（NASA）によるアポロ計画が最後だ。20世紀半ばに進められたこの計画では、宇宙船6機と宇宙飛行士12人が月面着陸に成功した。ただ、アポロ計画のコストは現在のドル換算で2800億ドル（約29兆5000億円）を優に超え、NASA関連費が国家予算に占める割合は一時、4%以上に上っていた。近年の予算規模は連邦予算の0.5%以下にとどまるものの、NASAは人類を再び月に送り込む計画で、将来的には有人の火星探査も見据える。とはいえ、有人火星探査の費用についてはNASAも試算を示していない。マスク氏の個人資産は米電気自動車メーカー、テスラの保有株や株式報酬が主な要因となり、少なくとも帳簿上は1000億ドル程度に膨らんでいる。マスク氏はまた、試験中の衛星インターネットベンチャーを含むスペースXの他事業から得られた利益に関して、火星ロケット開発の追い風になるとの期待を再三示してきた。調査会社ピッチブックによると、スペースXも銀行やベンチャーキャピタルから60億ドル近い資金を調達しており、非公開企業としては世界最高クラスの評価額を誇る。おそらく、少なくとも一部の投資家は将来的に現金化を検討するだろう。そこで浮上するのが、火星で利益を出せるかという疑問だ。惑星間移住の利益 スペースXが火星移住に必要な技術をすべて開発するのは、遠い将来になる可能性が高い。同社では現在、巨大ロケットと宇宙船を兼ねる「スターシップ」の開発が初期段階にあり、マスク氏は貨物や移住者を地球から火星まで運ぶ役割に期待を寄せる。同氏の試算では、スターシップの開発費は最大100億ドルに上る。スターシップが火星にたどり着けたとしても、有毒な大気や地表に降り注ぐ放射線から移住者の身を守るためには、気密性の高い住居が必要となる。人類の火星進出後、少なくとも最初の100年は厳しい経済状況を強いられるだろう——。そう指摘するのは、NASA火星探査プログラムの主任研究者マイケル・メイヤー氏だ。同プログラムでは先日、ロボットによる火星探査を推進する目的で探査車「パーシビアランス」を打ち上げた。マスク氏は火星を長期居住に適した魅力的な場所にするため、「テラフォーミング」と呼ばれる計画を温めている。大気中に気体を放出することで、火星を地球により近い場所にするという仮想的なシナリオだ。地球上で気候危機を引き起こしている温暖化ガスを活用して、火星の大気の濃度と温度を引き上げ、生命の存在により適した環境にする。マスク氏は手始めとして火星に核爆弾を投下する可能性にも言及している。メイヤー氏によると、テラフォーミングの案は研究者がアイデアを出し合う中で生まれたものだが、人類にとって実現性や必要性があるとみて提案した人はいない。テラフォーミングに莫大な資源が必要になることはマスク氏も認める。だが、この構想はスペースXの歴史に深く根差しており、同社は「火星に核爆弾を落とせ」「火星を占拠せよ」と書かれたTシャツまで販売してきた。マスク氏自身、こうしたTシャツを着た姿を頻繁に目撃されている。価値と価値評価 メイヤー氏は火星上の資源について、採掘して地球の企業に売るほど価値のあるものは確認されていないと説明する。マスク氏も以前に同様の考えを示し、火星の資源に価値を見いだすのは現地で産業をおこしたい移住者だけだろうと指摘した。8年前には、火星と地球住民の間での「経済的な交換」は知的財産のみになるとの見通しを示していた。収益化の野心は別にして、火星に大都市や観光地ができる可能性はメイヤー氏のような主流派研究者も認めるところだ。メイヤー氏は20年前、火星上の事業や観光についての会合に参加したことがある。「最初は懐疑的だったが、会場を出る頃には『かなり合理的な面もある』と思うようになっていた」といい、現在は民間の取り組みで宇宙旅行が手ごろな価格になる可能性があるとの見方を受け入れている。メイヤー氏の考えでは、問題は火星旅行が将

来的に利益を生むかどうかではなく、いつ黒字化するかだ。

<https://sorae.info/astrometry/20200930-mars.html>

火星の氷の下に複数の湖が存在していた！ 探査機のレーダー観測で判明

2020-09-30 [松村武宏](#)



火星探査機「マーズ・エクスプレス」が撮影した火星の南極冠 (Credit: ESA/DLR/FU Berlin / Bill Dunford) ローマ・トレ大学の Sebastian Emanuel Lauro 氏、Elena Pettinelli 氏、イタリア国立天体物理学研究所の Roberto Orosei 氏らの研究グループは、火星で新たに複数の氷底湖が見つかったとする研究成果を発表しました。氷底湖が存在するのは火星の南極域に広がるアウストラレ高原の氷の下 1.5km 付近で、最大の湖は 20×30km ほどの大きさがあるといいます。研究グループは 2018 年、ESA (欧州宇宙機関) の火星探査機「マーズ・エクスプレス」に搭載されている地下探査レーダー高度計「MARSIS」による観測データをもとに、火星の南極域の氷の下に幅 20km ほどの大きさを持つ氷底湖が存在する可能性を指摘した研究成果を発表しており、今回の研究はこの成果に続くものとなります。氷底湖は地球にも存在していて、南極の氷床下 4km の深さにあるボストーク湖などが知られています。2010 年から 2019 年にかけて得られた MARSIS の観測データを研究グループが分析したところ、2018 年に発表された氷底湖の存在が改めて確認されただけでなく、その周辺において水が豊富な領域が新たに 3 つ検出されており、大きな氷底湖が複数の小さな氷底湖に囲まれていることが明らかになったといいます。研究グループでは、低温の環境下でも氷底湖の水が凍らずに液体の状態を保っているのは、これらの湖が塩分濃度の高い超塩湖だからではないかと考えています。

かつての火星の気候は今よりも温暖で、地表には海が広がっていたと考えられており、生命が生存できる環境が一定期間保たれていた可能性もあります。マーズ・エクスプレスを運用する ESA は数百万～数十億年前から存在している可能性もある氷床下の超塩湖は火星で生命の証拠を探す上で理想的な場所としており、Pettinelli 氏も新たな疑問として超塩湖に生命が存在する可能性に言及しています。

関連：[火星南極の氷下に「大きな湖」存在か 生命存在への期待も](#)

文／松村武宏

Image Credit: ESA/DLR/FU Berlin / Bill Dunford Source: [ESA / Nature Research Astronomy Community](#)

<https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/news/20/093000569/>

火星の地下に複数の湖が存在か、幅 20 キロに広がる毒性の水

南極の氷の下に発見、地球外生命探査の新たなターゲットになるか 2020.09.30



NASA のマーズ・グローバル・サーベイヤーが 2005 年 4 月に撮影した火星 (複数画像を合成)。南極にある氷冠が写し出されている。その地下 1.6 キロの深さに、液体の水をたたえた湖があると考えられている。

(NASA/JPL/MALIN SPACE SCIENCE SYSTEMS) [画像のクリックで拡大表示]

地球外で生命を探す科学者たちの合言葉は「水を追え」だ。このほど火星の南極に、そのターゲットにふさわしい場所が見つかった。厚い氷の下に大きな湖があり、それをいくつもの小さな池が取り囲んでいるとする最新

の研究成果が発表されたのだ。「湖が一つだけポツンとあるのではなく、水系が存在すると思われます」と、イタリア、ローマ第三大学のエレナ・ペティネッリ氏は語る。氏が共著者として名を連ねるこの論文は、9月28日付で学術誌「Nature Astronomy」に掲載された。2018年、ペティネッリ氏の研究チームは、火星の南極の地下に幅約20キロの湖が存在すると発表した。その後も観測を続けた結果、新たにその周囲に少なくとも3つの小さな池を発見した。これらはすべて古代の海の名残であるとされ、生命がここにオアシスを見だし、今もすみついている可能性がある。もちろん火星研究者の間には、この「液体の水」説に異論もある。別の探査機による観測結果と一致しないという指摘、水があったとしてもスイミングプールのような液体ではなく、泥のような状態ではとも言われている。また、気温がマイナス100℃より高くなるのがめったにない環境で、果たして水が液体のまま存在できるのかという疑問もある。

隠れた湖を探して

ペティネッリ氏とその研究チームは、10年以上前に、火星の南極にある層状堆積物に注目した。レーダー観測で、凍った氷河の下に明るく反射している部分があることが示されたのだ。

「水を探していたわけではありません。明るく光るものがあったので、それが何なのかを解明しようとしていたのです」と、ペティネッリ氏は言う。【参考動画】火星101

血のように輝く赤い星「火星」。生命の可能性、何千年も前から火星は人類の好奇心を刺激し続けている。火星はガスと塵の中からどう誕生したのか？ 極冠と呼ばれる高緯度地方の氷は生命の可能性を示すのか？ 動画で確かめてみよう（解説は英語です） 氷の下を観測するために使われたのは、欧州宇宙機関（ESA）の火星探査機「マーズエクスプレス」に搭載されたレーダー装置マールシス（MARSIS）。マールシスが火星の氷床に向けて電波を送ると、氷床の密度や組成が変化する場所で跳ね返って探査機へ戻ってくる。その電波のパターンを解読して、地下に何があるのか、それは液体か、岩石か、または泥なのかを判断する。

2012年～15年に集められたデータを解析したところ、南極のウルティミ・スコプリと呼ばれる領域の地下に巨大な「塩」水の湖があることが示唆された。ここでいう塩分は、おなじみの塩化ナトリウムではなく、火星の大地に由来する有毒な過塩素酸塩だ。29回の観測結果から、湖の幅はおよそ20キロと判断された。ただこの時は、探査チームの科学者も、この湖が泥状ではなく液体の水で満たされているとまでは断言できなかった。

当時、ペティネッリ氏も「どちらとも言えません。情報が足りなさすぎます」と話していた。

[次ページ：別の探査機はとらえていなかった](#)

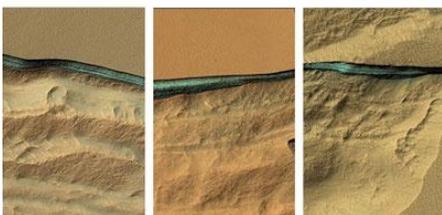
その後、2015年～19年の間にさらに範囲を広げて105回の観測を行った。新たなデータは、地球上の極地で氷床の下の湖を探査する際に使われる技術を使って処理された。そして湖が液体の水であることが裏付けられただけでなく、その周りに少なくとも3カ所、乾いた土に隔てられた水域が存在していることも明らかになったのだ。

大きな湖が液体であるというチームの考えに変わりはない。ただ、その周りの小さな水たまりの方は、泥状の沼という可能性もあると考えている。泥沼であっても、生命を支えることは可能だ。

失われた火星の海、水はどこへ？

地球以外にも、太陽系には土星の衛星や木星の衛星に水が豊富に存在することが知られているが、火星でそれを探するのは予想以上に難しかった。削られた川床、扇状地、古代の海岸線など、火星の表面にはいたるところに水の痕跡が見られるため、かつての火星は今よりもはるかに水が多かったことはわかっている。気候は穏やかで、生命に適した環境だった可能性もある。

参考ギャラリー：火星に水の証拠写真 9点（画像クリックでギャラリーへ）



火星の中緯度地方のあちこちにある浸食された崖では、地表から 1~2 メートルの深さに、青みがかった色をした層が帯状に見えている。スペクトルデータは、これらの層が氷でできていることを示している。
(PHOTOGRAPH BY NASA, JPL-CALTECH, UNIVERSITY OF ARIZONA)

[\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

当時の気候が正確にどのような状態だったのかは議論の余地があるが、早い段階で火星の気候が変わり、豊かな水の世界から今のような乾いた星へと変貌したことはわかっている。では、火星にあった大量の水はいったいどこへ行ったのだろうか。(参考記事：[「解説：火星に水が現存する証拠、水源はどこから？」](#))

そのうちの一部は、極地を覆う氷冠に閉じ込められている。この万年氷は、季節ごとに縮小と拡大を繰り返す。望遠鏡で光り輝く極冠を観測した研究者たちは、そこに火星の歴史が刻まれているのではと考え、数十年間研究を続けてきた。

別の探査機はとらえていなかった

米アリゾナ大学の火星研究者ジャック・ホルト氏は、新しいデータは以前のものよりも説得力はあるものの、観測結果をチームが正しく解釈したかどうかは疑問だとしている。というのも、別の探査機マーズ・リコネッサンス・オービターのレーダー装置は、この明るい領域をとらえていないのだ。こちらの装置は観測している周波数が異なるため、堆積層の底まで見通せない可能性はある。しかし、そうだとすると湖ほどの強い反射は見えるはずだと、ホルト氏は言う。(参考記事：[「NASA の最新探査車が火星へ、どうやって生命の痕跡探す？」](#))

また、マーシスがその付近で観測した同様の明るい領域に関しても、その正体は何なのか説明されていない。こちらは氷床の端の方まで広がっているがこれが液体であれば氷床の端から外へ流れ出ているはずだと、ホルト氏は指摘する。「彼らの理論を適用すれば、氷河の端に沿って水が湧き出るはずですがそれは観測されていません」

[次ページ：液体の水は「最後の生き残り」か](#)

ホルト氏は、今回の論文と同じ分析技術を、他の反射領域を含むより幅広いデータセットにも適用するよう提案している。また、電気の通しやすさを測る誘電率も、レーダーで観測する限り低すぎるとも指摘する。

「もし湖か、大量の液体があるとすれば、その値は観測された値よりもはるかに高いはずですよ」。たとえその値に説明がつけられたとしても、極寒の地で塩水が液体の状態を維持できるのはなぜかという説明が次に必要になってくる。

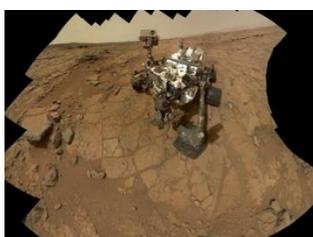
液体の水は「最後の生き残り」か

火星の極地で、氷はそう簡単に解けることはない。表面の気温は、常にマイナス 170°C前後を行ったり来たりしている。氷の下はわずかに温かいが、水が液体のまま存在できるほどの温度には遠く及ばない。

2019 年、ペティネリ氏らの観測結果を分析した 2 人の科学者が、最近のマグマ活動によって南極の地下で暖かい場所ができたという仮説を提唱した。若いマグマだまりが開いて十分な熱を供給し、塩水を液体の状態に保っているのではないかというのだ。地下に熱源がなければ、液体の水が存在することの説明は困難だ。(参考記事：[「研究者も困惑 火星の大地に響きわたる謎の「脈動」](#))

仮説を発表した 1 人である米パデュー大学のアリ・ブラムソン氏は、「液体の水だと期待していますが、気温が低すぎるといっただけが引っかけます」と、メールで述べている。

ペティネリ氏の研究チームは、火山活動で氷が解けたとする説には、いくつものあり得ない条件が重ならなければならないとして懐疑的だ。むしろ、火星の塩水の場合、低温でも液体の状態を保てるような化学組成になっているのではと考えている。参考記事：[探査機が撮った火星の絶景写真 36 点 \(画像クリックで別の記事へ\)](#)



火星探査車キュリオシティの自撮り写真。(PHOTOGRAPH BY NASA, AP) [\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

米国、惑星科学研究所のステーブ・クリフォード氏は、最新の観測結果によって火星の海が消滅した謎を解明できるのではと期待する。「はるか昔に気候が寒冷化し、海が凍結して、そのまま昇華した可能性があります」

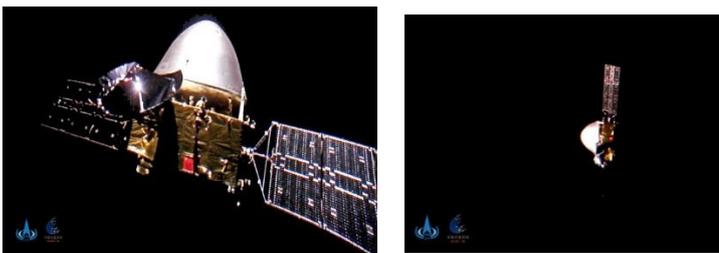
昇華とは、氷が解けることなくそのまま蒸発したということだ。こうして飛散した水蒸気は、大気中を漂ってもっと寒い火星の極地へ到達すると、そこで氷として堆積した。クリフォード氏は、かつて火星の極冠は今よりも広く、内部の熱の流れもずっと活発だったと指摘する。その熱に温められて極冠の底が少しずつ融解し、地下へ浸み込んだと考えられる。(参考記事：[「火星では夜に激しい雪が降る、研究成果」](#))

長い時間をかけて、火星の失われた海は、地下水や永久凍土層として残されたのだろうか。今も残る液体の水は、その過程の最後の生き残りで、そこには有害な放射線から守られた生命が、数十億年もの間存在し続けてきたのかもしれない。「もしそれが液体の水であれば、面白いことになりそうです」と、ブラムソン氏。「私たちは皆、液体の水であってほしいと思っているはずです」文=NADIA DRAKE/訳=ルーバー荒井ハンナ

<https://news.yahoo.co.jp/articles/aadd882c81b712c3d3ec0250e0b3c2254da62ec5>

火星探査機「天問1号」の飛行中の自撮りを公開。分離装置からWiFi接続撮影

10/1(木) 16:46 配信 宇宙へのポータルサイト **sorae**



[火星へ向かって飛行中の「天問1号」](#) [遠ざかる天問1号](#)

中国国家航天局は10月1日、中国の秋の連休「[中秋節](#)」の1日目にあわせて火星探査機「天問1号 (Tianwen-1)」の飛行画像を公開しました。天問1号は、2020年7月23日に中昌文昌衛星発射センターから打ち上げられた中国初の火星探査機。今回公開された画像は、宇宙を旅する天問1号にとって最初の「自撮り」とも言えます。天問1号の下側にみえる赤く見える箇所は中国の国旗のデザインを特殊な方法でオーバープリントしたものです。サイズは約39センチx26センチでA3用紙よりわずかに小さく、重さは144グラム。また、この画像の撮影は天問1号の外側に設置された装置を分離して実施されました。その撮影装置には両側に2個の広角カメラを搭載しており、毎秒1枚の画像を撮影。WiFi接続でデータを天問1号に送信し、すぐさま地球に送られました。10月1日現在、天問1号は地球から2410万キロメートルの距離に位置し、飛行距離は1億8800万キロメートルに達しています。なお、天問1号はこれまでに「地球と月の撮影」や2度の軌道修正、ペイロードの正常確認を報告しており、飛行状態が正常であることをアピールしています。 sorae編集部

<https://news.yahoo.co.jp/articles/16c32e1283a5cc0201cbcd5fcba00d30495ba600>

月面の宇宙放射線、ISSの2.6倍 「滞在2か月が限度」

9/26(土) 21:04 配信   



[月 \(2019年5月13日撮影、資料写真\)。](#)【翻訳編集】 AFPBB News

【AFP=時事】米国は今後10年以内に再び人類を月へと送る計画を進めているが、未来の宇宙飛行士が直面する最大の危険の一つが、健康に長期的な影響を及ぼす可能性のある宇宙放射線だ。白内障やがん、神経変性疾患など、さまざまな病気を引き起こす恐れがあると指摘されている。【図解】[月をめぐる各国の宇宙開発の歴史](#)

1960年代から1970年代にかけてのアポロ (Apollo) 計画のミッションでは、数日間であれば人間が月面で過ごしても安全であることは証明されたが、宇宙飛行士がどれくらい月に滞在できるのかを計算するのに必要な日々の放射線量を、米航空宇宙局 (NASA) は測定していなかった。だが、この謎は25日、中国・ドイツ合同研究チームが科学誌「[サイエンス・アドバンス](#) (Science Advances)」に掲載した、中国の月探査機「嫦娥 (Chang'e) 4号」が2019年に実施した実験の結果によって明らかになった。論文の共同執筆者で、独キール大学 (University of Kiel) の天体物理学者である[ロバート・ウィマーシュバイングルーバー](#) (Robert Wimmer-Schweingruber) 氏は「月面の放射線量は、国際宇宙ステーション (ISS) 内よりも2~3倍高い」と話す。月への往復には約2週間かかるため、その分の被ばく量も考慮すると「月面に滞在できるのはおよそ2か月が限度」だという。放射線量は、ヒト組織が吸収する量を数値化した単位「シーベルト」で表される。研究チームによると、月面での被ばく量は1日当たり1369マイクロシーベルトで、ISS乗組員の1日当たりの被ばく量よりも約2.6倍高かった。この違いは、部分的にはあるが、ISSが地球の「磁気の泡」で守られているからだ。これは磁気圏とも呼ばれ、宇宙放射線の大半を防御してくれる。また、ウィマーシュバイングルーバー氏によると「月面で測定された放射線量は、地球の表面よりも約200倍高く、米ニューヨーク発・独フランクフルト行きの便よりも5~10倍高い」という。ただ、もし2~3か月を超えて月面に滞在したい場合、対処法が一つある。住居を建設し、その表面を厚さ80センチの月面の土壌で覆うことにより、放射線の被ばくから身を守ることができるという。【翻訳編集】 AFPBB News

https://www.jaxa.jp/press/2020/10/20201001-1_j.html

過酷な月の宇宙放射線被ばく線量を縦孔利用で月表面の10%以下に

—将来の月における有人長期滞在活動の実現に向けた重要な科学的知見—

2020年 (令和2年) 10月1日

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構

学校法人早稲田大学

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 (JAXA)、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構、学校法人早稲田大学の研究グループは、月面の縦孔地形*1 を利用することで宇宙放射線*2 による被ばく線量が月表面の10%以下となり、地上における職業被ばく*3 の基準値以下にまで低減できることをシミュレーションにより明らかにしました。宇宙は様々な放射線が混在する環境であり、国際宇宙ステーション (ISS) に滞在する宇宙飛行士は1日に0.5~1.0mSvの線量を被ばくしています。これは地上での被ばく量の100倍以上に相当します。将来的に有人活動の拠点が地球近傍のISSから月へと移るのに際して、地球磁場による放射線の低減効果がなくなることや滞在期間が長期化することで、被ばく量が大幅に増大することが懸念されます。当研究グループでは、将来の月面有人滞在を見据え、日本の月周回衛星「かぐや」(SELENE) によって発見された縦孔地形を放射線防護空間

として利用することに着目しました。火成活動*4 により作られる溶岩洞*5 のような地下空間へと繋がる可能性が高い縦孔は、直径・深さ共に数十メートルに及びます。溶岩洞は宇宙放射線の遮蔽に有用であることは知られていましたが、その現実的な入り口となる縦孔の放射線環境についてはこれまで十分には知られていませんでした。本研究では最新の放射線科学研究に基づく数値シミュレーションによって月表面と縦孔内の放射線環境を調査し、それらを比較することで縦孔による放射線防護効果を評価しました。その結果、月表面では年間約420mSvと地球上に比べて200倍も過酷な環境ですが、縦孔によって被ばく量は月表面の10%以下（年間約19~24mSv 縦孔底面）まで低減され、地上における職業被ばく基準値（5年間で100mSv）以下の放射線環境が得られる可能性が高いことを明らかにしました。本成果は、有人月探査や将来の恒久的な月有人滞在に向けて、新たに遮蔽材を持ち込むことなく、月に安全な放射線防護空間を確保できることを示した重要な知見です。

本成果は放射線防護に関する専門誌「[Journal of Radiological Protection](#)」オンライン版に9月22日に掲載されました。

研究開発の背景と目的

宇宙は太陽や太陽系外から飛来する重荷電粒子*6 や中性子、ガンマ線などが混在する宇宙放射線に直接さらされる放射線環境です。ISSが周回する地球低軌道では、宇宙放射線の一部は地球の持つ磁場によってある程度低減されていますが、滞在する宇宙飛行士は平均して1日に0.5~1.0mSv被ばくしています。これは地上における被ばく量の100倍以上に相当します。将来の有人宇宙活動の拠点が現在のISSから月へと拡大していくことで、地球磁場による減弱効果の消失と探査期間の長期化による被ばく量の増大が懸念されており、被ばく量を可能な限り低減する手段が模索されています。

月の縦孔は日本の月周回衛星「かぐや」(SELENE)によって2009年に発見され、月の地下空洞に開いたものと考えられています。地下空洞は溶岩洞のような火成活動により作られたと考えられ、縦孔の大きさは直径・深さ共に数十メートルに及びます。月の地下空洞は月面に絶え間なく降り注ぐ隕石の衝突や300°C近くになる温度差、致命的な被ばくから機器や人間を守ることができる可能性を秘めており、月での人類の恒久的滞在を可能にする拠点の候補地として期待されています。本研究では、縦孔とそこから続く地下空洞を放射線防護に利用することを考え、縦孔による宇宙放射線の低減効果を最新の放射線科学研究に基づいて評価しました。

研究の手法と成果

月周回無人衛星 Lunar Reconnaissance Orbiter で光学観測したデータに基づいてマリウス丘*7の縦孔(図1)を模擬し、縦孔内外における被ばく量の空間分布をモンテカルロシミュレーションによって見積もりました。

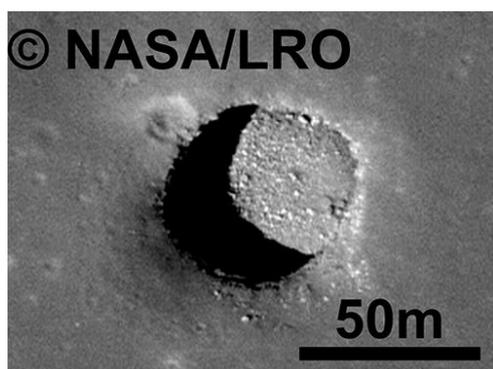


図1.今回模擬したマリウス丘の縦孔の写真

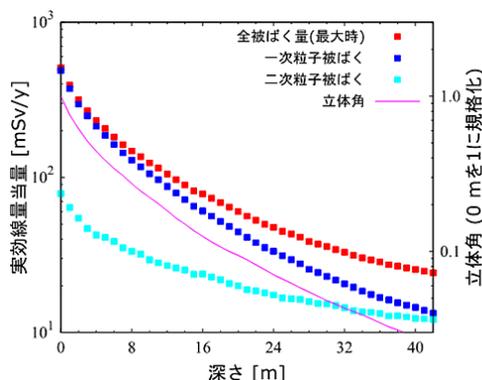


図2. 縦孔中心部における年間の線量率の深さ依存性

NASAの月周回無人衛星 Lunar Reconnaissance Orbiter によって撮影。

その結果、縦孔外の月面領域における被ばく量は最大で1日当たり約1.14mSv（年間約420mSv）となったのに対し、縦孔中心部の被ばく量は図2のように概ね立体角*8に応じて深さと共に減少し、縦孔の底中央部では月面の10%以下となる1日当たり約0.07mSv（年間約24mSv）となりました。

月面で被ばく量が最大となる場合を仮定しています。

孔の底では月面の10%以下の被ばく量になることが分かります。（©Naito et al.,2020 から一部改変）

また、水平方向に地下空間が広がっていると仮定した場合、被ばく量の水平方向分布は図3のようになり、縦孔底面の縁(±25m)周辺では中央部よりもさらに低い年間19mSv程度であることが分かりました。

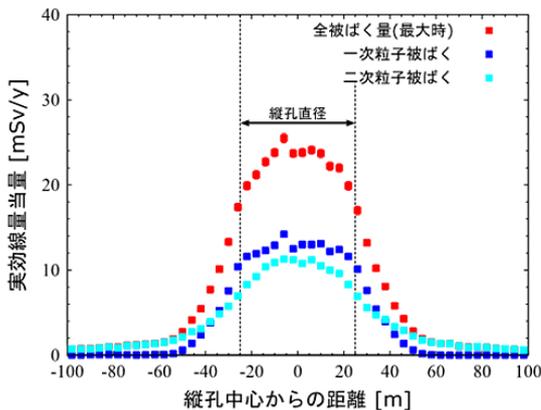


図3. 縦孔の底における年間の線量率の水平方向への依存性

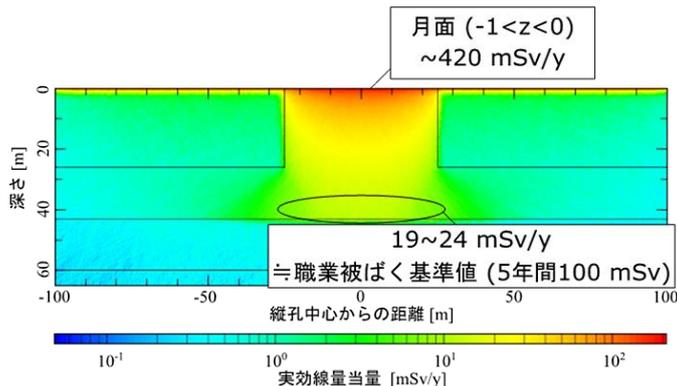


図4. 縦孔周辺領域の年間の線量分布

(©Naito et al.,2020 から一部改変)

縦孔の縁(±25m)周辺で職業被ばくの基準値以下の放射線環境が得られることが分かります。

(©Naito et al.,2020 から一部改変)

これらのシミュレーション結果から、縦孔を含む周辺領域の年間の線量分布は図4のようになりました。地上における職業被ばく線量の基準値は5年間で100mSvであり、縦孔と地下空間を利用することでこの基準値を下回る放射線環境を実現できることが分かりました。

これまでの縦孔周辺の光学観測やレーダー観測によって、縦孔から続く地下空間の大きさは最大でkmクラス、最低でも十数メートルであることが示唆されています。このことから、縦孔を利用することで職業被ばくの基準値以下の放射線環境を実現することは十分現実的であることが分かります。地下空間の大きさ次第では、地下空間内で地球上と同程度の放射線環境も十分期待できます。

今後の展開

近年、月への有人回帰が加速しています。例えば米国では国際宇宙探査「アルテミス計画」が日本を含む国際共同計画として進められています。中国は既に月裏側への無人着陸を果たし、1年以内の月面からの試料採取を計画し、月有人活動へと歩を進めています。民間企業による独自の月探査計画の動きも活発になってきています。本研究の成果は、月の縦孔と地下空間を利用することで月面に新たに遮蔽材を持ち込むことなく安全な放射線環境を確保できることを示したもので、拡大していく月探査の中で、将来の恒久的な月有人滞在に向けてきわめて重要な知見です。

<用語解説>

*1 縦孔地形

火成活動起源と考えられる地下空間の天井が隕石衝突などの衝撃によって崩落することで形成したと考えられる地形。月面では月周回衛星「かぐや」(SELENE)の観測によって2009年に発見された。同種の地形が火星でも観測されています。

*2 宇宙放射線

宇宙空間を飛び交う放射線の総称。太陽と太陽系外の銀河から飛来する高エネルギー荷電粒子の集まりで、約87%が水素、約12%がヘリウム、残りの約1%が主に鉄までの重原子核で構成されます。

*3 職業被ばく

国際放射線防護委員会によって規定される放射線作業従事者の被ばく量の基準値。1年間で50mSvと5年間で100mSvの2つがあります。

*4 火成活動

天体の進化における熱的な活動の総称。月や火星はすでに活動を停止しており、地球は熱進化の過程にあると

考えられています。火山活動などが該当します。

*5 溶岩洞

火成活動の終期における地中の溶岩の通り道が洞窟として残ったもの。地球上でも複数が見つかっており、多くが観光資源として活用されています。

*6 重荷電粒子

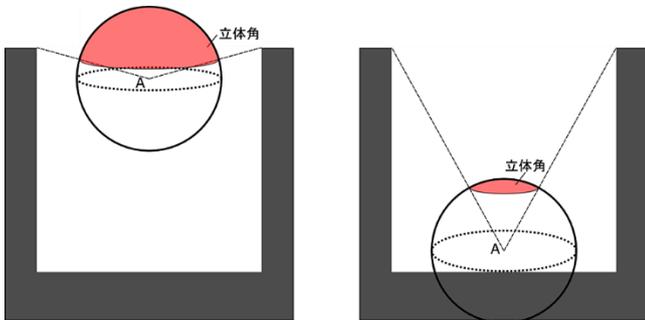
ヘリウム以上の原子がイオン化し、高速に加速された状態の放射線の一種。宇宙空間を飛ぶ放射線の中で太陽系外から飛んでくるものにも重粒子線が含まれ、高いエネルギーを持った鉄（原子番号 26）までの重さの原子核が主成分となります。太陽系外で起きる超新星爆発などの高エネルギー天体現象によって生成・加速されていると考えられています。

*7 マリウス丘

月表側の西部に存在する丘。火成活動が活発だった海領域に存在し、月周回衛星「かぐや」(SELENE)の観測によって縦孔が発見された場所の一つ。

*8 立体角

ある点から見た広がり半径 1 の単位球上で切り取る面積。本研究での立体角はある地点 A から見た縦孔開口部の視野角に相当します（下図）。立体角の変化に従って縦孔深部ほど放射線の入射量が小さくなります。

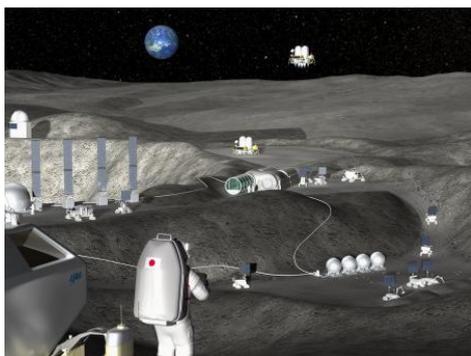


<https://www.47news.jp/national/science-environment/5308218.html>

日本も月面探査へ、水を燃料に JAXA、現地調達工場を建設

2020/9/28 10:08 (JST)9/28 10:17 (JST)updated ©一般社団法人共同通信社

宇宙航空研究開発機構 (JAXA) が 2030 年代半ばにも月面に降り、広範囲の探査を目指すことが 28 日分かった。月面に眠る水を燃料として、上空を飛ぶ基地との行き来や月面移動に必要な動力を得る構想だ。地球から燃料を輸送する手間や費用を減らす狙いがある。日本は米国と協力し、20 年代に月周回基地「ゲートウエー」を建設する。その上で、氷があるとみられる月の南極地域に、2035 年ごろを目標に工場を建設。採取した水を水素と酸素に分解し、燃料とする。宇宙飛行士が月面に向かい、最大 1000 キロ移動する。水素と酸素は反応させて再び水にする（燃焼）際、エネルギーを放出する。



月面基地のイメージ (JAXA 提供)

知っておきたい月の話、驚きの誕生物語から白黒模様の正体まで

10/1(木) 17:57 配信



もしも月がなかったら？ 月の反対側も満潮になるのはなぜ？



[月は何からできていて、どのようにして形成されたのだろうか？ \(National Geographic\)](#)

地球の唯一の衛星である月は、ずっと私たちとともにあった。地球の海で最初の生命が誕生したころころか、地球が冷えて海ができる以前から、地球のまわりを何十億年も公転している。 [世界と宇宙の美しい月夜ギャラリー](#) [写真 11 点](#) 今は夜空で何事もないかのように輝く月。だが、その物語は驚くほど波乱に満ちている。月が形成されたのは、約 45 億年前のことだ。太陽系は誕生したばかりで、彗星や隕石、小惑星があちこちで衝突していた。そうした衝突の 1 つとして、地球と火星サイズの天体がぶつかったとき、熱で溶けた岩石が宇宙空間に飛び出し、その一部が集まって冷え固まり、月になったと考えられている。 地球と異なり、月にはプレートの運動による地形の変化がなく、雨や風で岩石が風化することもない。おかげで、月には古代の特徴が多く残されており、太陽系と地球の誕生と進化を探る上で、最も有望な場所の 1 つとなっている。天文学者たちは長年にわたり、月のでこぼこの表面から、中心部にある高密度の鉄のコア（核）まで、この空気のない小さな天体を研究してきた。月は、人類がこれまでに足を踏み入れたことのある唯一の地球以外の天体であり、将来に再訪する可能性もある。

表情を変える月

太陽系の惑星や小惑星のまわりを回る衛星は 190 以上あり、月はその中で 5 番目に大きい。月の直径は 3500km 弱と地球の 3 分の 1 ほどで、地球の直径の 30 倍ほど離れたところを周回している。 月は 27.3 日ごとに地球のまわりを 1 周すると同時に、自らも 27.3 日に一回自転している。このように公転と自転の周期が同じため、月は常に私たちに同じ面を向けている。私たちが見られない月の裏側は「[ダークサイド \(暗黒面\)](#)」と呼ばれることがあるが、実際には暗黒ではない。地球から見えないだけで、月の裏側にも太陽の光は当たる。地球から月を見ると、太陽に照らされる部分が増減し、新月から三日月を経て満月になるという、おなじみの満ち欠けが生じる。地球と太陽の両方に対して月の位置が変化するため、月の満ち欠けの周期は 29.5 日になる。

[次ページは：白い部分と黒い部分の正体](#)

アポロ計画では、宇宙飛行士が月の岩石や砂、塵などを 382kg も地球に持ち帰り、月の成り立ちや進化について多くの情報が得られた。生まれたての頃、月はマグマの海に覆われていた。そのマグマがゆっくり冷え固まる過程で、密度の低い鉱物である白っぽい斜長石が表面に浮かび、古代の月の地殻の大部分を占めた。月の模様のうち、明るく見える部分がこれにあたる。しかし、明るく輝く月には、黒っぽい筋や斑点がたくさんある。黒っぽいところの多くは、ハワイの島々を構成する岩石と同じ玄武岩だ。「海」と呼ばれるこれらの領域は、古代の火山活動で噴出したものだ。科学者たちは、そのほとんどが 30 億～40 億年前に噴出し、月の火山活動はすでに終息したと考えている。月面を走る黒く短い線のいくつかは断層だ。地球の表面にある断層とは違い、これらはプレートの移動によってできたものではない。断層の多くは月が冷えて収縮した名残であり、ほかは地球からの重力に引っ張られてできたと考えられている。こうした活動の大半ははるかな昔に起きたが、アポロ計画の時代における月震（月の[地震](#)）の記録を調べた最近の研究は、月の火山活動はまだ終わってない可能性を示唆している。月の最も重要な特徴の 1 つは、表面のクレーターが重なり合っている点だ。科学者たちは、これら

のクレーターの研究に、アポロ計画で持ち帰られた岩石の地質年代測定を組み合わせ、月や地球への隕石衝突だけでなく、太陽系のほかの天体の歴史の解明にも役立っている。地球と同じく、月の地殻の下にもマントルがある。その正確な組成はまだ把握できていないものの、モデルや最近の発見のいくつかは、マントルの上部が輝石とカンラン石からなることを示唆している。月の中心部には鉄を多く含む小さなコアがあり、アポロ時代の記録を利用した月震の伝わり方を分析する研究から、コアの直径は500km弱であることがわかっている。

[次ページは：月の水はどこにある？](#)

かつて月はカラカラに乾燥していると考えられていたが、科学者たちは、月には思ったより多くの水があることを示す兆候を見つけている。液体の水は、大半の月面にとどまることはできない。しかし、永久影と呼ばれる、太陽光が全く届かない領域には氷が残っていると研究者は信じている。 また、古代の火山噴火によってできた小さなガラスの粒も、月の深部にある鉱物中に驚くほど大量の水が閉じ込められていることを示唆している。水は月面に衝突する隕石からも供給され、その量は毎年220トンにもなるという。 さまざまな形で月に蓄えられた水は、将来、月を訪れる人類の貴重な飲み水や燃料の原料として役立つだろう。ひょっとすると、彼らはさらなる宇宙探査へと出発する長期滞在者ですらあるかもしれない。

なぜ月の反対側も満潮になるのか

新月から満月を経て再び新月になる安定した変化は、大昔の人類の生活に特有のリズムを与え、彼らはやがて[月の満ち欠け](#)や地球表面への影響を示す暦を作るようになった。月が地球表面に及ぼす影響の中で、とりわけ目立つのは潮汐だ。月は地球のまわりを回っていると先に書いた。地球から見た場合、それは正しい。だが、地球と月の外から眺めると、地球と月は連星系としてお互いに回り合っているとも言え、地球を引き伸ばすように遠心力が働いている。この遠心力と月の引力が合わさり、月に近い側と遠い側の海水が膨らんで満潮となる。地球が自転するにつれ、海水が膨らむ部分は移動し、任意の場所で約12時間ごとに満潮が発生するわけだ。月は地球の地軸の傾きの揺れを抑え、気候を安定させる働きもしている。地軸の傾きは、地球全体への太陽エネルギーの分布に影響を及ぼし、氷河期の氷の発達や後退に影響しうる。もしも月がなかったとしたら、地軸の傾きは0度から最大85度の間で揺れ動いて、気候の大変動を引き起こしていたと推定されている。けれども毎年、月は約4cmずつ遠ざかり、月と地球の間に働く引力は少しずつ弱まっている。これは潮汐の効果だ。海水を膨らませる潮汐力はさまざまな摩擦を生み、地球の自転を少しずつ遅らせている。その反作用として月の公転速度が速くなり、公転半径が大きくなる。つまり月が遠ざかるのだ。とはいえ、心配はご無用。月が完全に飛び去ってしまうおそれはほぼない。月はこれからもずっと、太陽のまわりを公転する地球のまわりを公転し続けるだろう。死にゆく太陽によって粉々にされるまでは。 文=Maya Wei-Haas/訳=三枝小夜子

<https://news.mynavi.jp/article/20201002-1360302/>

フードテック×宇宙 日本の食は世界の先端を走れるか？

2020/10/02 07:00 著者：林公代

目次（ページ内）[2040年、月面に1000人\(一基地あたり100人\)が暮らすには？](#)

[微細藻類、培養肉、植物工場の現在](#) [今後の課題 - 地上と宇宙での実証](#) [食が果たす役割](#)

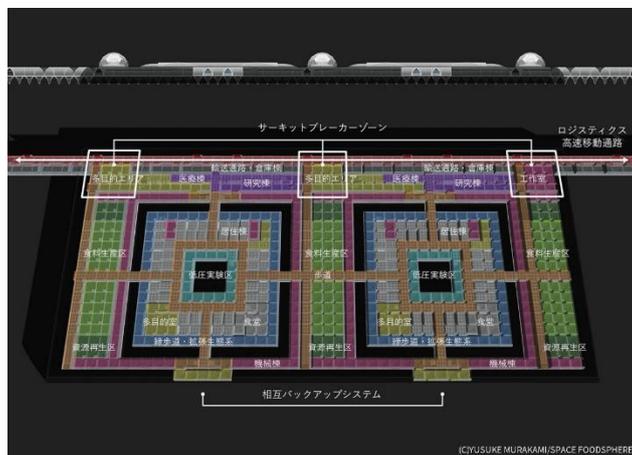


SPACE FOODSPHERE が描く 2040年ごろの食のソリューションの一つ

宇宙日本食は ISS(国際宇宙ステーション)で大人気だという。現金を使わない宇宙生活で何かお願いするとき「御礼に(宇宙日本食の)カレーをあげるから」の一言が絶大な効力を発揮するのだと、ある宇宙飛行士に聞いたことがある。そして今、日本のフードテックは ISS を超え、月を目指す。NASA 主導で月有人着陸を 2024 年に実現しようという「アルテミス」計画が掲げられているが、月面での「食」を早々とターゲットにあげているのは、日本だけだ。「日本食はヘルシーで美味しい。また島国であり資源もエネルギーも大切に使う環境技術が発達している。だから日本は食のマーケットで勝つことができる」ユーグレナ執行役員である鈴木健吾氏は食分野における日本の優位性を、こう分析している。100 億円以上のファンドを運用し、人類の課題解決を目指す研究開発型ベンチャーに投資を行うリアルテックファンドの小正瑞季氏は宇宙関連で人工衛星や月着陸機、アバターロボットなどのベンチャーに投資してきた。「次の領域は何かと考えた時、人が宇宙に行く時代に勝ちうるのは食ではないかと。リアルテックファンドでは、これまで地上のフードテックに投資してきたが、日本はこの分野で強いベンチャーが粒ぞろい。宇宙という新しい場所でも勝てるのではないかと語る。小正氏は 2020 年 4 月、JAXA や民間企業、研究機関などと一般社団法人「SPACE FOODSPHERE(SFS)」を設立、代表理事を務める。SFS は地球と宇宙の食の課題解決を掲げる。地球上では人口爆発、食料危機、環境問題などプラネタリーバウンダリ(惑星の限界)が叫ばれる。災害が頻発し、コロナ禍が惑星を覆う今、地球は極限環境化していると言えるかもしれない。一方、地球の外に目を向ければ ISS は今年、宇宙飛行士が滞在し始めてから 20 周年を迎え、さらに遠い宇宙、つまり月や火星で人が暮らすことのリアリティは増している。少ない資源を循環しながら食料を生産し、栄養バランスのとれた食事で心身の健康を維持するにはどうすればいいか — これは宇宙と地上の食に共通の課題である。環境問題や食料危機に対応するため、地上では植物工場や培養肉といったフードテックに期待が集まる。これらの技術は宇宙で活用できるポテンシャルがある。だが、宇宙で使う段階には未だ至っていない。「技術を高度化して統合する必要がある」(小正氏)。それが実現できれば、宇宙での持続可能な生活が実現できると同時に、地上に技術を還元することが可能だ。実は 2020 年 6 月に改訂された国の宇宙基本計画では「宇宙を推進力とする経済成長とイノベーションの実現」の項目の中に、食料供給システムについての記述がある。「今後 10 年程度の有人宇宙活動の拡がりを見据え、完全資源循環型食料供給システム及び閉鎖空間での『QOL』を飛躍的に高める食の実現に向けた産学官の連携強化、共同研究の促進並びに協調領域の場の形成等を通じて、宇宙空間での生活を支える産業育成を推進する。(農林水産省)」。つまり宇宙で目標とする食の実現を通じて、産業を育成しようという国の方針が打ち出されているわけだ。では具体的にいつ頃、どんな形での食料供給システムを目指すのか。8 月末に行われた「SPACE FOODSPHERE カンファレンス 2020」で語られた。

2040 年、月面に 1000 人(一基地あたり 100 人)が暮らすには？

同団体は 2040 年代に 100 人(1 基地あたり)が持続的に居住可能な月面基地を実現することを目標にロードマップや具体的な食のシーンを描いた。



2040 年、100 人が暮らす月面基地のイメージ (C)YUSUKE MURAKAMI/SPACE FOODSPHERE

月面の食事情が高度 400km の ISS と大きく異なるのは、物資補給がなかなかできないことだ。ISS には数か月

に一度、貨物船が食料を運んでいる。ISS 内では実験としてレタス栽培などは行われているが、食料生産システムはまだ実現していない。食料はほぼ地上からの補給に頼っているのだ。

一方、月面に物資を運ぶには莫大なコストがかかる(1kg=1 億円以上とも言われる)し時間もかかる(月面には片道約 3 日)。だからリサイクル率をあげ、生産性をあげなければならない。「完全資源循環型」で「高効率な」食料供給システムを作り上げることが必要となる。つまり月面で地産地消ならぬ「月産月消」しようというのである。また、食は栄養補給のためだけではない。簡単に地上に帰ることができない月面基地という閉鎖環境で暮らす時、食は身体はもちろん心の栄養にもなる。SFS は「閉鎖空間の QOL を高める食」もテーマに掲げた。

微細藻類、培養肉、植物工場の現在

カンファレンスでは実際に月面で食料供給システムを実現するための技術をもった企業や大学などの参加者が、熱い議論を行った。たとえばユーグレナはミドリムシなどの微細藻類を二酸化炭素と光と水などから光合成によって、栄養豊富な食料として大量生産することを可能としている。ユーグレナでは火力発電所から出る排ガスからミドリムシを育てたり、佐賀市の下水浄化施設の下水・排水を利用して育てるなどの実験も行っている。今後の課題としては省スペース、省エネルギー化を突き詰めること。その微細藻類から栄養素を抽出して動物細胞を培養し、培養肉を作る「循環型細胞培養」の研究も行われている。東京女子医大の清水達也教授は現在の食の課題について「災害やコロナ禍のようなパンデミックが起こると、海外からの流通が止まる可能性もあり、自分たちで自分の食料を確保しなければならない食料安全保障上の問題もある」と語る。また現在は穀物を栽培し、その穀物を飼料とする家畜を育て、それら個体の一部を我々は食べていて、無駄が多いと指摘する。そこで個体を構成する最小単位の細胞から組織を育てようという。それが培養肉だ。「穀物を藻類に置き換え、藻類から栄養素を抽出して動物細胞を培養する。廃液もリサイクルする」。細胞だけの循環システムが成り立てば宇宙に持って行けるし、地上における環境負荷や安全保障の問題をクリアできるのではないかという。

一方、植物工場のスタートアップであるプランテックスは、地上での植物工場の問題点を説明した。屋内でレタスなどを育てることができ、省資源での野菜生産ができると期待されるが植物工場の 45%は赤字だという。その原因は植物工場がオープン型であること。「環境制御について部屋のばらつきが大きく温度では 5 度ぐらいのばらつきがあるため」(プランテックス代表取締役の山田耕資氏)。そこで同社が開発したのは断熱素材で覆われ環境制御性を高めた、クローズド型の植物工場。20 個の重要パラメータの個別制御が可能で収穫が安定し、一般的な植物工場の 3~5 倍の収穫量を達成し低コストで高付加価値の野菜を作ることに成功している。



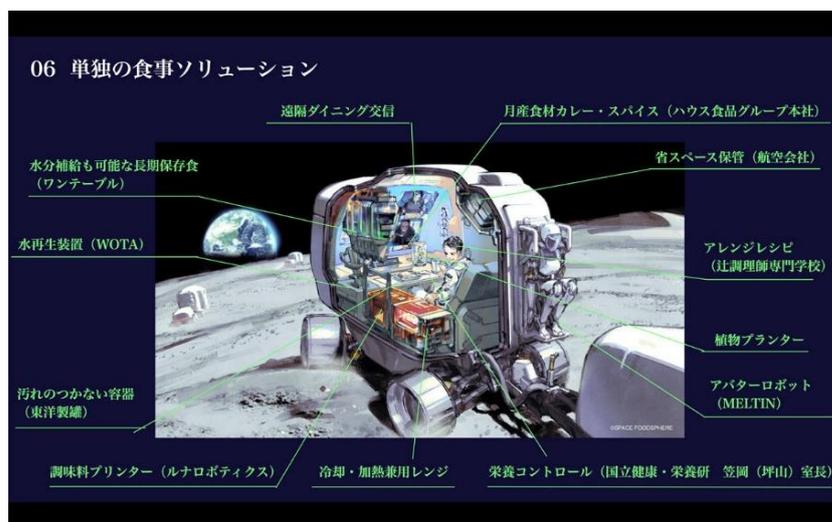
ただし、山田氏は「植物工場単体で成り立つ時代ではない」という。低コスト化を実現するには廃棄物を活用するなどコラボレーションが必要だが、地上ではなかなか難しい。宇宙というテーマでコラボすることが地上のコラボに繋がると言い、たとえば「コラボした装置を ISS で稼働するなど具体的なアクションに落とし込んでほし

い」と要望する。地上だと代替手段があり際立ちにくい課題が宇宙では可視化されるし、研究開発のスピードが加速されるという声がパネリストたちからあがった。

今後の課題 - 地上と宇宙での実証

SFS は個々の技術を磨くだけでなく統合することが必要であり、今後は地上と宇宙の実証フィールドで検証を行うとしている。実スケールでの実験の第一歩として、カンファレンス会場には数メートル四方の空間(約 3 畳)が用意されていた。この空間はなんだろうか？

極地建築家で SFS 理事である村上祐資氏によると、この空間は国際的に災害や紛争での人道支援に使われるスフィア基準の避難所で最低限必要とされる大きさののっぺりしているという。同時にこれは SFS の単独食事ソリューションで描かれた、月面を移動する一人乗りローバーの大きさでもある。



カンファレンス会場に用意された約 3 畳の空間。国際的に災害や紛争での人道支援に使われるスフィア基準の避難所で最低限必要とされる大きさであり、SFS の単独食事ソリューションで描かれた、月面を移動する一人乗りローバーの大きさでもある。上の空間では下の「極小空間での単独の食事ソリューション」イメージ図の研究を行っていくことになるだろう。月面では基地間の移動などにこうした月面ローバーが数週間にわたり使われる可能性がある。そこで、この実寸大スケールモデルの中で実際に月面での生活を想定しながら、動いたり作業をしたり、睡眠を含めた衣食住をしながら、食に関する様々なソリューションを試していく。村上氏が主張するのは「どんな場面でも単に生き延びるための食料ではなく、どうすれば食事になるか。さらに他のクルーと遠隔でつないだ食卓が実現できるのか」。狭く閉塞感のある空間でも食事、食卓をあきらめないことを、実寸大スケールで試してみるという。具体的には、SFS に参画する企業が開発している商品などを組み合わせることで実際に検証していくことになるだろう。「宇宙実証や地上でも予算をかけた開発が必要となるものについては 2022 年度以降に実証実験を開始していくことになる。既存設備を活用するなどできるところから実験を始めていく」と SFS 理事の JAXA 菊池優太氏は語る。

食が果たす役割



閉鎖環境における特別な日の食体験ソリューションイメージ図

食料生産の技術だけではなく、食が果たす QOL 向上という観点の議論で興味深い話題を最後に紹介しておこう。パネルディスカッションでは国立健康・栄養研究所、国際災害栄養研究室長の笠岡(坪山)宜代氏が登壇。笠岡氏

は災害時の食事の問題を研究しており、いつも後回しになりなかなか改善されない災害時の食を改善するために、世界で初めて災害と栄養の専門部署を立ち上げ研究している。「災害栄養研究者からすると災害食と宇宙食は共通点が多く、宇宙日本食の基準をもとに日本災害食の認証制度がつくられるなど宇宙のノウハウが災害にいかされている」という。笠岡氏が強調したのは災害時など生き残るための食事であっても「我慢しないことが大事」という点。避難所では栄養の補給のために我慢して食事をとりがちだ。最初はパンやおにぎりなどの炭水化物、次に揚げ物ばかりのからあげ弁当……それを繰り返すと食欲がなくなり悪循環におちいる。「食は生きるための基本です。美味しさも好きな物もあきらめない。例えば避難所で自分たちで炊き出し調理を始めた避難所は食事の内容がぐんとよくなっているという研究結果があります。食事の質が変わるんです」(笠岡氏)また「食を後回しにしたり、当たり前と想ったりしてはいけない」とも主張する。「災害が起こると食事は手に入らない。当たり前じゃないことに気付くのです。食は皆さんの努力で手に入れることができるのに、日常では軽視されている。ふだんから食事に意識を向けることが大事です」。これは耳が痛い。食を楽しむという点ではクックパッドの小竹貴子氏の発言も印象的だった。「楽しくなると優先順位があがります。食事は作業になるとつまらなくなる。食べること作ること自体が何より楽しくなるといい」クックパッドは投稿数 337 万品、月 7400 万人もの利用者数があるという。興味深いのは郵便番号でレシピが検索できることから、たとえば熊本地震の際には料理などをめぐって何に困っているかを分析し、次の災害時に備えて「こういう情報が求められている」と発信したそう。レシピで好まれたのはホットケーキミックスだったという。「子供に美味しいおやつを作ってあげて心を満たすのは、お母さんにとって大事だったんですね。簡単にできるホットケーキミックスはコロナ禍でも人気でした」(小竹氏)米田肇氏は料理人の立場から、月面での料理の可能性への期待を語った。「地上の料理は重力を上手に利用しているから宇宙の料理には工夫が必要になるだろう。一方で地上では重力で潰れてしまうものが潰れない状態でふわっと作ることができる」また味覚についても、地上では舌で味覚を味わっているが、宇宙では(口の中の)上のほうで味わうことになり、味や風味の感じ方が変わる可能性もあると語る。

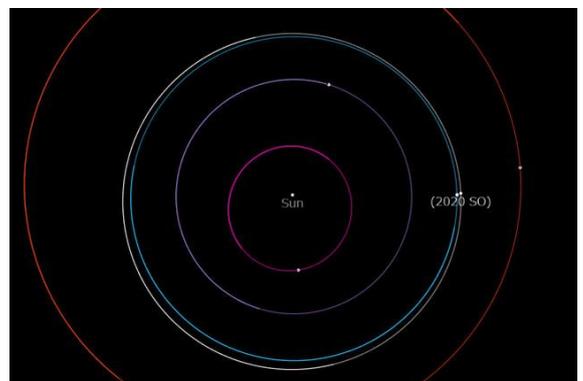
地球と宇宙の課題解決に貢献し、新たな産業を作り出そうという SFS。こうした食文化の変化も楽しみである。

林公代はやし・きみよ

<https://news.yahoo.co.jp/articles/94e6758e11fe1f79152b7e2351cd8d0bb584b656>

地球のもうひとつの月「ミニムーン」再び。今度は人工物かも

9/27(日) 22:39 配信 宇宙へのポータルサイト **SORAE**



▲地球の近くを通過する小惑星を描いた想像図

▲1966年5月に月探査機「サーベイヤー1号」を乗せて打ち上げられた「アトラス・セントール」ロケット。同年9月の「サーベイヤー2号」の打ち上げにも同じロケットが使われた

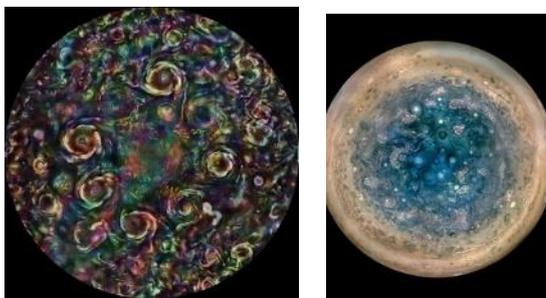
▲2020 SO の公転軌道(白)を示した図。地球の公転軌道は水色で示されている(ジェット推進研究所のデータベースより)

今年の2月にアリゾナ大学の観測プロジェクト「カタリナ・スカイサーベイ」によって発見された小惑星「2020 CD3」は、2017年頃から一時的に地球を周回していた可能性が指摘されています。もともと地球の公転軌道の近くで太陽を周回している小惑星のうち、地球の重力の影響で一時的に地球を周回するようになったものは「ミニムーン（英：minimoon）」とも呼ばれています。2020 CD3は今年の4月に地球を離れていきましたが、新たなミニムーンになると思われる天体が見つかりました。ハワイの掃天観測プロジェクト「パンスタース（Pan-STARRS）」が9月17日に発見した小惑星「2020 SO」（推定6~14m）は、2020年11月から2021年5月頃にかけて一時的に地球を周回するとみられています。ただし、2020 SOは天然の小惑星ではなく、人工物かもしれません。NASAの地球近傍天体研究センターで所長を務めるジェット推進研究所（JPL）のPaul Chodas氏はCNNに対し、2020 SOがNASAの月探査機「サーベイヤー2号」の打ち上げに使われた「アトラス・セントール」ロケットの一部かもしれないと言及しています。1966年9月20日に打ち上げられたサーベイヤー2号は月の中央の入江に着陸して地表の様子を観測する予定でしたが、ロケットの「セントール」上段ステージから分離された後にトラブルに見舞われ、最終的にコペルニクス・クレーター近くの月面に衝突したとみられています。発見後の観測で判明した2020 SOの軌道は地球の公転軌道に対してほとんど傾いておらず、地球よりも少しだけ太陽から離れたところ（公転周期は約386日）を周回しています。Chodas氏によると、月探査機を分離した後には月の近くを通過してから太陽を周回する人工惑星になったロケットステージが、まさにこのような軌道を描くことになるといいます。さらに、2020 SOの過去の動きを調べたところ、1966年後半にも地球の近くにいたことが明らかになったといいます。このことからChodas氏は、2020 SOが天然の天体ではなく、サーベイヤー2号の分離後に地球を離れていったセントールの可能性があると言及しています。過去に打ち上げられた人工物が小惑星として「発見」されたケースはこれまでもありました。2002年9月に見つかった「J002E3」の場合は発見後の分光観測（※）によって二酸化チタンを使った白色塗料の存在が判明しており、分析の結果「アポロ12号」を打ち上げたサターンVロケットの3段目（S-IVB）だと考えられています。※...光を虹のように波長ごとに分けて調べる観測手法 Chodas氏によると、セントールは小惑星よりもずっと密度が低いため、太陽光のわずかな圧力による動きの変化を1か月ほど追跡すれば、2020 SOが人工物かどうかを判断する指標が得られるだろうとコメントしています。また、J002E3と同じように分光観測を行うことで、2020 SOに人工物の痕跡が見つかる可能性もあります。54年前に打ち上げられたロケットの一部なのか、それともたまたま地球の近くを周回していた小惑星なのか、その正体は遠くないうちに判明するかもしれません。松村武宏

<https://news.yahoo.co.jp/articles/89c2b50892d47cab7e110767995cfd51a1a712a7>

ぞっとする色付け。木星の北極周辺にあるサイクロンの模様 10/1(木) 23:43 配信

宇宙へのポータルサイト
sorae



[木星探査機ジュノーが捉えた木星の北極で渦巻くサイクロン（疑似カラー）](#)

[ジュノーが撮影した木星の南極周辺（色は強調されています）](#)

こちらの画像は、木星探査機「[ジュノー](#)」が捉えた木星の北極周辺の様子です。人の目で見た色合いではなく、活動的な雲の詳細が際立つように絵画のような色付けがされています。[動画付きオリジナル記事 \(sorae\)](#) 画像

には木星の北極で渦巻く中央の巨大なサイクロンと、それを取り囲んでいる複数の小さなサイクロンが写し出されています。中央のサイクロンは直径 7000km ほどで、小さいとはいえ取り囲んでいるほうのサイクロンはそれぞれ直径 4000~4600km もあるといます。こうした中央のサイクロンとその周囲にある複数のサイクロンという組み合わせは、木星の南極でも観測されています。ジュノーに搭載されている光学観測装置「JunoCam」によって撮影されたデータはウェブサイトで公開されていて、研究者だけでなく一般の市民でもデータをもとに画像を作成することができます。冒頭の画像は市民科学者の Gerald Eichstadt 氏が作成したもので、2020 年 2 月 17 日から 7 月 25 日にかけての期間中にジュノーが実施した計 4 回のフライバイ（25~28 回目）の際に取得されたデータが元になっています。なお、2 年前にはジュノーが赤外線波長の波長で観測したデータを元に、渦巻くサイクロンの様子を立体的に再現した動画も公開されています。 最終更新:10/1(木) 23:43

<https://news.yahoo.co.jp/articles/62a4b9c83f85a97f9ee2239a83fb3592a61b2158>

国際宇宙ステーションで続くわずかな空気漏れ、漏洩箇所がロシア区画のモジュールに絞り込まれる

10/1(木) 20:46 配信

宇宙へのポータルサイト
SORAe



国際宇宙ステーションのロシア区画。青いソーラーパネルを左右に大きく広げているモジュールが「ズヴェズダ」

ロシアの国営宇宙公社ロスコスモスは国際宇宙ステーション（ISS）で去年から続く空気漏れについて、漏洩箇所がロシア区画のサービスモジュール「ズヴェズダ」に絞り込まれたことを明らかにしました。高度約 400km の地球低軌道を周回する ISS では宇宙飛行士が生活したり実験を行ったりするモジュールは 1 気圧に与圧されていますが、船外活動時のハッチ開閉や二酸化炭素の排気などでわずかながら空気も失われており、補給船によって随時補給されています。ところが 2019 年 9 月、ただちに危険につながるほどではないものの、通常のペースをわずかに上回る勢いで空気が失われていることが明らかになりました。漏洩への対処は宇宙船の発着や船外活動などが相次いだことで遅れていましたが、モジュールを隔てるハッチをすべて閉鎖し、どのモジュールから空気が漏れているのかを特定するための作業が今年の 8 月と 9 月の週末を利用して 2 回行われました。現在 ISS に滞在している第 63 次長期滞在クルーの 3 名はハッチが閉じられている間、生命維持機能を備えていて、いざという場合は「ソユーズ」宇宙船にすぐ乗り込むこともできるズヴェズダで週末を過ごしていましたが、結果的に空気漏れはそのズヴェズダで起きていたこととなります。ズヴェズダは 1998 年 11 月に建設が始まった ISS でも早い段階で結合されたモジュールで、2020 年 7 月で打ち上げから 20 年を迎えています。もともとは旧ソ連／ロシアで運用されていた宇宙ステーション「ミール」のコアモジュールのバックアップとして作られたもので、モジュールの構造が組み立てられてからはすでに 35 年の歳月が経っています。ロスコスモスによると、空気漏れはズヴェズダを構成する 3 つの与圧区画のうち一番後ろの移送チャンバーで起きているところまで絞り込まれたとのことで、今後は超音波検出器を使って漏洩箇所をピンポイントで特定する作業が進められる予定です。 松村武宏

天体を“聴く” 宇宙望遠鏡の観測データを「音」にするプロジェクト

10/1(木) 11:15 配信 宇宙へのポータルサイト
sorae



[観測データを元にメロディーが作成された天の川銀河の中心方向（上）、超新星残骸カシオペヤ座 A（左下）、わし星雲の「創造の柱」（右下）の画像](#) [天の川銀河の中心方向](#)

「ハッブル」宇宙望遠鏡をはじめとした宇宙望遠鏡が観測したデータを私たちはよく画像として目にしていますが、もしも宇宙望遠鏡の観測データを「音」に変えたらどのように聞こえるのでしょうか。 [動画付きオリジナル記事 \(sorae\)](#) X線観測衛星「[チャンドラ](#)」の管制を担うスミソニアン天体物理観測所のチャンドラX線センターでは、天体の画像を音に変換して伝えるソニフィケーション（※）プロジェクトで作成されたメロディーを公開しています。まずは YouTube で公開されているこちらのダイジェスト版で、その音色に耳を澄ませてみてください。 ※…非言語音を使って情報を伝える手法のこと。可聴化とも

■銀河中心、超新星残骸、暗黒星雲の観測データからメロディーを作成

最初に掲載されている「天の川銀河の中心方向 (Galactic Center)」のメロディーは、ハッブル宇宙望遠鏡、X線観測衛星チャンドラ、それに赤外線宇宙望遠鏡「スピッツァー」による幅およそ 400 光年に渡る領域の観測データをもとに作成されています。画像を音に変換するというと難しく聞こえるかもしれませんが、その仕組みはオルゴールに似ています。たとえばこのメロディーでは、画像の縦方向が音の高さ（画像の一番上は最も音が高く、下になるほど低く）に割り当てられています。メロディーは観測データの明るい部分ほどその高さの音が強く鳴るように画像の左から右に向かって再生されていきます。3つの宇宙望遠鏡による画像は地球からおよそ 2 万 6000 光年離れた天の川銀河の中心付近におけるさまざまな現象を示していて、ハッブルは星形成領域の輪郭を、スピッツァーは輝く塵の雲を、チャンドラは超大質量ブラックホールが存在するとみられる天の川銀河中心のX線源「[いて座 A* \(エースター\)](#)」や星の爆発によって数百万度に加熱されたガスを捉えています。



[超新星残骸「カシオペヤ座 A」](#) [「わし星雲 \(M16\)」の南側にある「創造の柱」](#)

2つ目は[超新星残骸「カシオペヤ座 A \(Cassiopeia A\)」](#)の画像から変換されたメロディーです。カシオペヤ座 A の場合は広がる衝撃波を追いかけるように中央から上下左右へと外側へ向かって音が再生されています。音の高さはケイ素、硫黄、カルシウム、鉄といった元素の分布や衝撃波に対応していて、チャンドラの観測データをもとに作成されています。3つ目は「わし星雲 ([M16](#))」の南側に位置する暗黒星雲、通称「創造の柱 (Pillars of Creation)」をメロディー化したもので、天の川銀河の中心方向と同じように左から右へと再生されていきます。メロディーはチャンドラとハッブルの観測データをもとに作成されています。 松村武宏