

はやぶさ 2、地球へ向けラストラン イオンエンジン点火

小川詩織 2020年5月12日 19時00分



イオンエンジンを噴射するはやぶさ2のイメージ=ドイツ航空宇宙センター提供

地球帰還を目指している小惑星探査機「[はやぶさ2](#)」が12日、メインエンジンであるイオンエンジンに点火し、地球を目指す最後の加速を始めた。機体は正常だという。今年11～12月に、[小惑星](#)「リュウグウ」の砂や石が入っているとみられるカプセルを、[豪州](#)の砂漠に送り届ける予定だ。

[はやぶさ2](#)は昨年11月にリュウグウを出発。イオンエンジンを噴射して加速し、今年2月にいったん止めていた。今回は2回目の点火で、地球に近づく軌道に入る9月まで断続的に噴射を続ける。[宇宙航空研究開発機構](#)（JAXA）のチームは点火を前に、「[新型コロナウイルス](#)に負けずに頑張っていきます！」と[ツイッター](#)に投稿した。発表によると、[はやぶさ2](#)はこの日午前7時ごろ、4台あるイオンエンジンのうち1台で加速を始めた。通常は予備を除き最大3台まで運転できるが、[はやぶさ2](#)がまだ太陽から遠く、[太陽電池](#)の発電量が十分でないため、当面は1台だけ運転するという。[はやぶさ2](#)は11～12月にカプセルを[豪州](#)上空に送り届ける予定。初代[はやぶさ](#)はカプセルとともに[大気圏](#)に突入して燃え尽きたが、[はやぶさ2](#)は軌道を変えて次の旅に出る。

ただ、[はやぶさ2](#)が地球の横をすり抜けるには、カプセルを月軌道ほどの遠距離で放出しなければならない。数十万キロ離れた場所から[豪州](#)の数十キロの範囲に落下させるには、小型エンジンで姿勢や軌道を細かく修正する精密な誘導が必要になりそうだ。[はやぶさ2](#)はその後、別の[小惑星](#)を目指す。目的地として、2030年ごろに到着できる複数の候補が検討されているという。（小川詩織）

<https://news.livedoor.com/article/detail/18248162/>

火星表面の40%に液体の水が存在する可能性があるとの研究結果

2020年5月12日 12時30分 [GIGAZINE（ギガジン）](#)



太陽系の惑星の中でも[火星](#)は特に地球と環境が似ていることが知られており、2018年にはNASAが「火星の土壌から有機物が発見された」と発表したほか、「火星にはかつて塩を含んだ水が存在した」との証拠も発見されています。アメリカの研究チームが発表した新たな研究結果から、「[火星には従来の予想よりも豊富に液体の水が存在している可能性がある](#)」と示されました。

Distribution and habitability of (meta)stable brines on present-day Mars | Nature Astronomy

<https://www.nature.com/articles/s41550-020-1080-9>

Mars might be full of puddles but they're too cold to support life - CNET

<https://www.cnet.com/news/mars-might-be-full-of-puddles-but-theyre-too-cold-to-support-life/>

Mars' Climate Modelled To Understand Its Habitability - Astrobiology

<http://astrobiology.com/2020/05/mars-climate-modelled-to-understand-its-habitability.html>

記事作成時点では火星に生命が存在していることは確認されていませんが、科学者らの中には火星に液体の水が存在した場合、その中に生命がいるかもしれないと考える人もいます。しかし、火星は非常に乾燥しており、水の蒸発を防ぐ大気も希薄であるため、液体の水が存在できる可能性は非常に低いと考えられてきました。

その一方で以前の研究から、火星の表面には空気中の水分を取り込んで水溶液になる潮解性を持った過塩素酸が、水溶液となって存在していることが示されていました。また、「火星に存在するかもしれない塩水には、生命維持に十分な量の酸素が含まれている可能性がある」とも指摘されています。

塩水は通常の水と比べて凍結したり蒸発したりするスピードが遅いため、たとえ極度に乾燥しており大気が希薄な火星の環境であっても、場合によっては非常に塩分濃度の高い液体の水が存在する可能性があるとのこと。そこで研究チームは、火星の熱力学モデルと気候モデルを組み合わせて、火星表面に存在する塩水および生命の可能性について研究を行いました。

研究チームは火星の大気条件に関するコンピューターモデルを使用して、過塩素酸を含んだ塩水が火星の表面または浅い地下において、どれほどの可能性で、どれほどの時間にわたり安定して存在し得るのかを予測したとのこと。その結果、赤道付近から高緯度地域にわたり、火星表面の最大 40%において塩水が存在できる可能性があることと示されました。実際に塩水の存在が証明されたわけではないものの、火星のこれほど広い範囲に液体の水が存在する可能性はこれまで考えられてきませんでした。

しかし、塩水が火星表面に蒸発せずとどまれるのは最大で 6 時間ほどだそうで、塩水が存在できる期間は地球時間で 1 年のうち 2 週間ほどしかないそうです。また、塩水が存在できるのはマイナス 48 度ほどの超低温環境に限られるため、生命が生存するには過酷すぎる環境といえます。そのため、研究チームはたとえ火星表面に塩水が存在したとしても、生命が存在できる可能性は非常に低いと述べています。

論文の共著者である Alejandro Soto 氏は、「これらの新しい研究結果は、火星の居住可能性に関する将来的な調査に貢献すると共に、火星の探査におけるリスクの一部を減らします」とコメント。火星に存在し得る塩水は生命を維持するには適していないため、地球からの探査船や宇宙飛行士が、地球からの生物汚染によるリスクを考慮せずに活動できるとのことです。

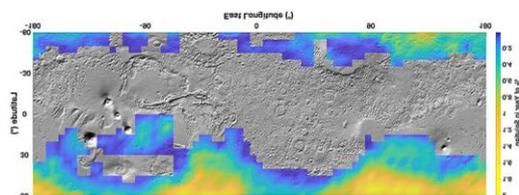
<https://sorae.info/astrology/20200515-mars.html>

やっぱり過酷。地球の生物で火星を「汚染」する可能性は低そう

2020-05-15 [松村武宏](#)



氷に覆われた火星のクレーター (Credit: ESA/Roscosmos/CaSSIS)



塩水が存在し得る地域を示した図。色は塩水が存在できる長さを示す (最大で火星の年間 2 パーセント) (Credit: Rivera-Valentín et al. (2020))

火星探査機「フェニックス」が撮影した画像。左上に見える着陸脚の支柱に塩水とみられる付着物が写っている (Credit: Marco Di Lorenzo, Kenneth Kremer, Phoenix Mission, NASA, JPL, UA, Max Planck Inst., Spaceflight)

火星に着陸する探査機や探査車は、地球の微生物を持ち込んでしまうことがないように、打ち上げ前に滅菌処理が施されます。今回、もしも地球の生物が火星にたどり着いてしまったとしても、そのままでは長期間生存するのは難しいとする研究成果が発表されています。

■火星の表面には時期によって冷たい塩水があるかもしれない

火星は気圧も気温も低いため、水（真水）は液体の状態を保てません。いっぽう塩水の場合は蒸発する速度が遅く、塩分濃度が高くなるほど凝固点が低くなるため、火星の地表や浅い地下でも液体として存在し得ると考えられています。

Edgard G. Rivera-Valentín 氏（大学宇宙研究協会、アメリカ）らの研究チームは今回、現在の火星の表面に塩水が存在できるかどうかを検証しました。その結果、火星表面の 40 パーセント以上の地域では、火星の 1 年のうち最大で 2 パーセント程度の期間、最大 6 時間ほど連続して液体の塩水が存在する可能性が示されました。

宇宙探査を実施するにあたり、探査対象の天体を地球の生物で汚染してしまったり、反対に探査対象の天体由来する生物を地球に持ち込んでしまったりすることがないように、どのような措置を講じるべきかを定めた「惑星保護方針（Planetary Protection Policy）」というガイドラインが国際宇宙空間研究委員会（COSPAR）によって作成されています。

特に火星の場合は表面付近に今も液体の水が存在する可能性があり、条件が整って地球の生物が生存・繁殖することが懸念されていました。研究チームによると、2008 年に着陸した NASA の火星探査機「フェニックス」が撮影した画像から、機体の一部に塩水の水滴とみられる付着物が確認されたといえます。

ただし、今回の研究では塩水の温度が摂氏マイナス 48 度を上回ることはないとしています。これは前述の COSPAR が予防措置を講ずるべき地域を定義するうえで示した摂氏マイナス 23 度を下回っており、仮に地球の生物が火星に持ち込まれたとしても、生存・繁殖するには至らないとみられています。

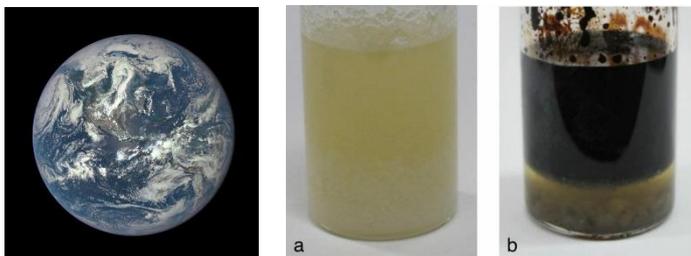
もっとも、人類がまだ知らないだけで、現在の火星でも生存できる極限環境微生物が存在しないとは言い切れません。「地球にはこうした環境でも満足できる未知の生物がいるかもしれません」と語る Rivera-Valentín 氏は、地球の生物による汚染のリスクが低いことは示せても、リスクがないとは言い切れずとしています。

Image Credit: ESA/Roscosmos/CaSSIS Source: [USRA](#) / [Nature](#) 文／松村武宏

<https://sorae.info/astronomy/20200514-organic-matter.html>

地球の水は彗星や小惑星が起源ではない可能性。星間分子雲中の塵から？

2020-05-14 [松村武宏](#)



地球の水は小天体の衝突ではなく、星間分子雲に含まれる有機物から生成されたのかもしれない（Credit: NASA）星間分子雲中の有機物を模したものと、摂氏 400 度に加熱した結果（右）。加熱後の有機物からは水と石油が生成された（Credit: H. Nakano et al. 2020）

「水の惑星」とも呼ばれる地球の水をもたらしたのは、これまで彗星や小惑星だったのではないかと考えられてきました。今回、実験結果や近年の研究をもとに、星間空間に存在していた有機物から地球の水がもたらされた可能性を指摘する研究成果が発表されています。

■星間分子雲中の塵に含まれる有機物が加熱されて水が生じた可能性

香内晃氏（北海道大学）らの研究チームは、水素分子や塵できている星間分子雲に含まれている有機物を再現し、太陽からおおよそ 2.5 天文単位のところにある雪線（※）の内側を模した環境でどのように変化するかを実験で確かめました。再現された有機物を加熱した結果、温度が摂氏 350 度になると有機物から水が、摂氏 400 度では水に加えて石油が生成されることが明らかになったとしています。

※...水が凝結して氷になるか、昇華するかの境界

水とは違い、有機物は雪線の内側でも残っていたとみられることから、加熱された有機物から生成された水が地球の水の起源になり得ると研究チームは考えています。なお、実験において加熱した有機物からは水だけでなく地球で産出するものによく似た石油も生成されたことから、小惑星や氷でできた衛星の内部に大量の石油が埋蔵されている可能性にも触れています。

従来の研究では、水が昇華してしまう雪線の内側で誕生した地球の水は、雪線の外側で形成された彗星やC型小惑星（水や有機物を多く含む小惑星）が主な供給源と考えられてきました。

ところが、彗星については「チュリュモフ・ゲラシメンコ彗星（67P/Churyumov-Gerasimenko）」に関する研究から、彗星がもたらした地球の水は全体の1パーセント未満に過ぎないとみられる点が指摘されています。いっぽう、C型小惑星が水の供給源と仮定して試算した場合、地球の水が本来よりも多くなりすぎてしまうという問題があったといえます。

研究チームは、従来の惑星形成に関する研究では惑星の材料として鉱物と氷だけが考慮されてきたものの、彗星やそのもとになった星間分子雲では鉱物、氷、有機物がそれぞれほぼ等しい割合で存在している点に言及。水の氷が昇華してしまう雪線より内側の地球や火星といった惑星の水は、星間分子雲中の有機物が主な起源だった可能性を指摘しています。 Image Credit: H. Nakano et al. Source: [北海道大学](#) 文／松村武宏

<https://wired.jp/2020/05/15/a-secret-space-plane-is-carrying-a-solar-experiment-to-orbit/> 2020.05.15 FRI 19:00

<http://www.astroarts.co.jp/special/2020venus/index-j.shtml#find>



2019年の11月ごろから2020年の5月ごろまで、宵の明星の金星が見ごろです。日の入り後に西の空で輝く様子はよく目立ちます。

時おり細い月と並ぶ光景は、とくに美しい眺めです。また、木星・土星や「すばる」との大接近も見ものです。肉眼や双眼鏡で見たり、写真に撮ったりしてみましょう。

目次 [金星を見つけよう](#) [金星に関するマメ知識](#)

金星を見つけよう 宵の明星

金星は2019年11月ごろから2020年5月ごろまで、「宵の明星」として見えています。夕方から宵のころに西の空でひとときわ明るく輝いているので、一目でそれとわかります。

3月上旬から4月中旬ごろまでは、日の入りから1時間後（東京で19時ごろ）の高度が30度を超えているので、とくによく目立ちます。西日本では22時を過ぎてもまだ地平線上にあり、思った以上に遅い時間帯まで金星が見えるかもしれません。

形が変わる金星

地球・金星・太陽の位置関係により、金星は月のように大きく満ち欠けして見えます。また、月と異なり、金星は見かけの直径も大きく変化します。形や大きさの変化は肉眼ではわかりませんが、倍率が高めの双眼鏡や天体望遠鏡で見るとよくわかります。天体観察会などに参加して、欠けた姿をぜひ観察してみてください。

[≫ 天体写真ギャラリー「金星（2020年）」](#)

金星に関する諸現象：細い月と共演／木星・土星、「すばる」と大接近

およそ1か月に1回くらいのペースで、金星と細い月が並んで見えることがあります。金星の輝きはそれだけでも美しいものですが、地球照（地球で反射した太陽光に照らされ、月の暗い側がうっすら見える現象）を伴った幻想的な細い月と金星が夕空に並ぶ光景は、さらに見事な眺めとなります。金星と月の接近は肉眼でもよく見えますが、双眼鏡があるといっそう美しさが際立って感じられることでしょう。

また、金星と、木星や土星、プレアデス星団「すばる」との大接近も起こります。最接近のタイミングだけでな

く、その前後の日で並び方が変化していく様子も楽しみです。

地上風景も入れた写真撮影にも、ぜひ挑戦してみてください。空の色や雲の形、街明かりの様子は刻一刻と変わっていきます。シャッターチャンスを見逃さず、共演を記録してみましょう。



5月24日、細い月と水星、金星が接近する。画像クリックで[星空ガイドの解説ページ](#)へ（[ステラナビゲータ](#)で星図作成）。

日付	現象	備考
4月下旬～5月下旬	おうし座のエルナトと大接近	夕方～宵 最接近5月11日ごろ
5月下旬	水星と大接近 (>> 解説)	夕方 最接近22日ごろ
5月24日	細い月（月齢2）、水星と接近 (>> 解説)	夕方
6月4日	内合 (>> 解説)	
（過去の現象）		
11月下旬	木星と大接近 (>> 解説)	夕方 最接近24日ごろ
11月28日	細い月（月齢2）、木星と並ぶ (>> 解説)	夕方
11月29日	細い月（月齢3）、木星と並ぶ (>> 解説)	夕方～宵
12月上旬	いて座のヌンキと大接近	夕方～宵 最接近6日ごろ
12月上旬～中旬	土星と大接近 (>> 解説)	夕方～宵 最接近11日ごろ
12月29日	細い月（月齢3）と接近 (>> 解説)	夕方～宵
1月上旬～中旬	やぎ座のデネブアルゲディと大接近	夕方～宵 最接近8日ごろ
1月下旬	海王星と大接近	夕方～宵 最接近27日ごろ 12等級差
1月28日	細い月（月齢3～4）と接近 (>> 解説)	夕方～宵
2月27/28日	細い月（月齢4/5）とやや離れて並ぶ	夕方～宵
3月上旬～中旬	天王星と接近 (>> 解説)	夕方～宵 最接近8日ごろ 10等級差
3月25日	東方最大離角 (>> 解説)	46.1°
3月28日	細い月（月齢4）とやや離れて並ぶ	夕方～宵
3月下旬～4月上旬	プレアデス星団と大接近 (>> 解説)	夕方～宵 最接近4月4日ごろ
4月26/27日	細い月（月齢3/4）とやや離れて並ぶ	夕方～宵
4月28日	最大光度	-4.5等級
5月13日	留（りゅう）	この日を境に、天球上を東→西に動く（逆行する）ようになる

金星は2020年6月上旬に内合 ([>> 解説](#)) となり、太陽と同じ方向に位置するので見えなくなります。その後は6月下旬ごろから、明け方の東天に「明けの明星」として見えるようになります。明けの明星となって以降の現象については「[星空ガイド](#)」や「[天文現象カレンダー](#)」で順次ご紹介します。

金星に関するマメ知識

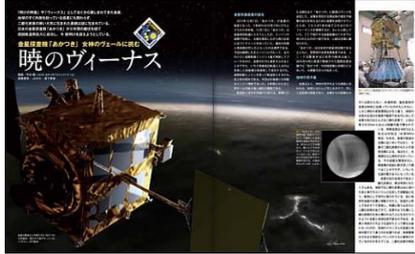
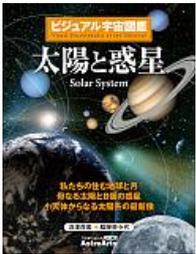
灼熱の惑星

太陽系で地球の1つ内側を公転している金星は、大きさも質量も地球によく似た惑星です。自転周期が243日と非常に長く（惑星のなかで最長）、しかも公転の方向と逆回転に自転している（惑星の中で金星と天王星のみ）と

いう、不思議な特徴があります。

金星は二酸化炭素を主成分とする厚い大気を持ち、地表付近の大気圧が 90 気圧にも達します。また、温室効果で地表の温度は約 470℃にもなります。

この高温高压に加えて、金星では二酸化硫黄の雲から硫酸の雨が降っており、上空には時速 400km と自転の 60 倍も速い暴風（「スーパーローテーション」）が吹いています。金星は、ローマ神話の美の女神「ウェヌス（ヴィーナス）」の名を冠した惑星とは思えないほどの過酷な環境が広がっているのです。



[『ビジュアル宇宙図鑑 太陽と惑星』](#)

[月刊「星ナビ」2016年6月号の「あかつき」特集](#)

JAXA : [金星探査機「あかつき」\(PLANET-C\)](#)

ISAS : [金星探査機「あかつき」PLANET-C](#)

金星探査機「あかつき」

2010年に打ち上げられた日本の探査機「あかつき」は、2015年12月から金星の周回探査をしています。6種類のカメラで大気や雲の動き、温度などを観測し、金星の素顔を解き明かそうとしています。

2015年12月に「あかつき」が撮影した、4つのカメラによる金星の擬似カラー画像。画像クリックで関連ニュースへ（クレジット：JAXA）。

太陽系内の動き

金星は太陽系の中で地球よりも内側を公転する内惑星で、225日で太陽の周りを一周します。地球より内側なので、地球の夜側（太陽の反対方向）に見えることはなく、必ず夕方方の西の空（宵の明星）か明け方の東の空（明けの明星）に見えます。

とくに、見かけ上太陽から最も離れるころには、日の入り後や日の出前の地平線からの高度が高くなり見やすくなります。金星が太陽から東に最も離れるときを「東方最大離角」といい、「日の入りのころに夕方方の西の空」で見やすくなります（東と西を間違えないように注意）。反対に太陽から西に最も離れるときは「西方最大離角」で、「日の出のころに明け方の東の空」で見やすくなります。最大離角のころに金星を天体望遠鏡で観察すると、半月状に見えます。

2019年11月から2020年8月までの、太陽系内の地球と金星の動き（[ステラナビゲータ](#)でシミュレーション）。また、地球から見て金星が太陽と同じ方向になる状態が「合」で、太陽の向こう側にあるときを「外合」、手前（太陽と地球の間）にあるときを「内合」といいます。内合の前後の金星は地球に近いので直径が大きくなり、さらに非常に細くなります（見かけ上太陽に近いので、観察にはじゅうぶん注意しましょう）。

<https://digital.asahi.com/articles/ASN5J3JY1N5JULBJ003.html?pn=4>

NASA、月・宇宙探査の新協定 米主導で参加国を募る

ワシントン=香取啓介 2020年5月16日 11時06分



[月面で活動する宇宙飛行士のイメージ図 \(NASA 提供\)](#)

[米航空宇宙局](#) (NASA) は15日、月・宇宙探査の新たな原則「アルテミス協定」を発表した。米国が主導し、

半世紀ぶりとなる有人月探査「アルテミス計画」の参加国には、この原則を盛り込んだ二国間協定を結ぶことを求める。同計画への参加を決めている日本にも協定の締結を呼びかける。

「アルテミス協定」は宇宙の憲法と呼ばれる 1967 年の宇宙条約をベースに、平和利用や透明性の確保のほか、機器やシステムを相互運用可能にしたり、緊急時支援や科学的データを公開したりすることを掲げている。また、打ち上げる宇宙船や衛星などの登録や宇宙ゴミを増やさない指針の順守も求める。

一方、月の資源開発を可能にしたり、月面で活動する際に他国からの干渉を防ぐために「安全地帯」を設けたりするなど、宇宙条約より踏み込んだ内容も盛り込んでいる。

米国はアルテミス協定への参加国を増やすことで、宇宙の「行動規範」にし、ルールづくりをリードする思惑がある。会見した NASA のマイク・ゴールド長官補は「まだ始まったばかりで、はっきりとした話はどの国ともしていない。日本とは、すばらしく誇るべき協力の伝統があり、(月軌道の宇宙ステーション) ゲートウェーの参加国として、意見交換している」と期待を込めた。

有人月探査は 1972 年の米アポロ 17 号によるものが最後。アルテミス計画は 2024 年以降、毎年、宇宙飛行士を月に着陸させ、さらに月面に基地を建設して長期滞在する。月を回る軌道に宇宙ステーション「ゲートウェー」を建設して拠点にする計画で、国際社会や民間企業に参加を呼びかけている。日本が計画に参加することで、日本人飛行士も月面に立てる可能性がある。(ワシントン=香取啓介)

<https://sorabatake.jp/12350/> 2020/5/11

米国が月の資源開発に関する国際協定を構想。

日本とも協議開始の予定か友好国間での月資源開発協定、日本の姿勢はいかに

米国政府は月の資源開発に関する国際協定「アルテミス協定 (Artemis Accords)」の締結を目指し、草案の作成を進めていることをロイター通信が報道しました。



Credit : NASA

有人月面着陸や基地建設を計画するアルテミス計画にちなんで名付けられたもので、月面で採掘された資源の所有に関する枠組みや、国や企業から干渉を防ぐ「安全区域」の用意などが内容として盛り込まれているとのこと。米国政府は、今後数週間で日本、カナダ、ヨーロッパ、UAE と協定について正式に交渉を開始する方針。ロシアや中国は現時点では対象とされておらず、米国主導で友好国と枠組みを構築したい考えなのではないでしょうか。日本においてもアルテミス計画は、経済活動や外交・安全保障にも影響を与える一大プロジェクト。米国からの提案に対し、日本がどのようなスタンスを取っていくのか注目が集まるのではないのでしょうか。

<https://www3.nhk.or.jp/news/html/20200515/k10012431791000.html>

JAXA 米の民間宇宙船試験飛行に期待感 野口さん搭乗予定 2020年5月15日 17時39分
日本人宇宙飛行士の野口聡一さんが搭乗する計画の、アメリカの民間企業が開発している宇宙船が、今月、初めて宇宙飛行士を乗せて試験飛行を行うことになっていて、JAXA = 宇宙航空研究開発機構の理事長は定例の会見で「安全性について注意深く見たい」と話し、新型宇宙船の開発に期待感を示しました。

アメリカの民間企業、「スペースX」が開発する新型の宇宙船「クルードラゴン」は、初めてアメリカ人宇宙飛行士2人を載せて、試験としては最後となる打ち上げを日本時間の今月28日に予定していて、運用段階の1号機には日本人宇宙飛行士の野口聡一さんが搭乗する計画です。

JAXAの山川宏理事長は15日、オンラインで行われた定例会の会見で「野口さんは非常に経験が豊かな宇宙飛行士です。運用の早い段階で日本人が新型の宇宙船に搭乗する機会が来る点で誇りに思っています。クルードラゴンの安全性を注意深く見て評価をしたい」と話し、新しい宇宙船の開発に期待感を示しました。

また、民間企業が開発する宇宙船であることについては「成功すれば宇宙に人を送る手段が増え、日本にとっても選択肢が複数になるという点ですばらしいことだ。アメリカでは民間企業の活力を宇宙開発に最大限利用して、世界のほかの企業の技術や経験なども宇宙開発にむかわせることになると思う」と述べました。

<https://sorae.info/astromy/20200514-betelgeuse.html>

ベテルギウスとその向こう側で輝く無数の星々 2020-05-14 [松村武宏](#)



ベテルギウスとその周辺を長時間露光で撮影した画像 (Credit: Adam Block, Steward Observatory, University of Arizona)

オリオン座周辺を長時間露光で撮影した画像 (212 時間に渡り撮影された複数の画像を合成したもの) (Credit: Stanislav Volskiy)

■今日の天体画像：ベテルギウスとその向こう側

昨年末から今年の春にかけて、オリオン座の1等星「ベテルギウス」の減光に注目が集まりました。ベテルギウスは2019年10月後半から2020年2月前半にかけて1等級ほど暗くなりましたが、約1.6等で底を打ってからは増光に転じ、4月後半の時点では約0.4等まで明るくなっています。

そんなベテルギウスも、天の川銀河におよそ1000億個あるとされる恒星の1つでしかありません。2020年2月に撮影された上掲の画像では、地球からおよそ700光年離れたベテルギウスの向こう側で輝く無数の星々が、まるで板チョコにまぶしたパウダーシュガーのように写し出されています。

また、画像に向かってベテルギウスの上に見える赤い部分は、「エンゼルフィッシュ星雲」の別名でも知られる散光星雲「Sh2-264」の一部です。オリオン座にはSh2-264をはじめ、ベテルギウスの下で大きく弧を描いているように見える「バーナードループ (Sh2-276)」、三ツ星の近くに見える「オリオン大星雲 (M42)」や「馬頭星雲 (Barnard 33)」といった星雲が集まっています。

これらは「オリオン座分子雲 (Orion Molecular Cloud Complex)」と呼ばれる広大な領域の一部を成しており、オリオン座の方向を長時間露光で撮影することで、その全体像が浮かび上がってきます。ベテルギウスのように死を迎えつつある星があるいっぽうで、オリオン座の別の一角では、分子雲から誕生した新たな星々が星雲を輝かせています。 関連：[ベテルギウスの減光がついにストップ。増光の兆しを見せる](#)

Image Credit: Adam Block, Steward Observatory, University of Arizona Source: [APOD\(1\)](#) / [APOD\(2\)](#)

文／松村武宏

<https://www.bloomberg.co.jp/news/articles/2020-05-16/Q74BMPDWRGGD01>

宇宙飛行士の作業をアバターロボがこなす未来—コスト削減で探査支援

堀江広美、竹沢紫帆 2020年5月17日 7:12 JST

G I T A I は宇宙飛行士のコストを 100 分の 1 とすることを目指す

国際賞金レース「ANAアバターXプライズ」では 22 年まで技術競う

宇宙ステーションで人間が科学実験や映画撮影に集中できるよう、アバターロボットが掃除や機器のメンテナンスをしてくれる。そんな未来が近づいている。国内を開発拠点とするロボットベンチャーとしては唯一、宇宙用ロボットを専門とする [G I T A I](#)（本社サンフランシスコ）は、宇宙飛行士の作業を代替するアバターロボットを都内の日本支社で開発している。



宇宙飛行士の作業を代替する G I T A I のアバターロボット Source: Gitai Inc.

国際宇宙ステーション（ISS）を模した空間でロボットが行う動作の指示は、10メートルほど離れた場所に座るオペレーターが出している。手元の装置で操作し、ロボットからは触覚が伝わって正確な動作が可能になっている。オペレーターのVR（仮想現実）ゴーグルに連動したロボットの目に相当するカメラは180度の視野を持ち、高解像度の現場映像のほか温度や赤外線を可視化した映像を伝送する。

ISSにアバターロボットを送り込み、地上の管制室にいるオペレーターが遠隔操作することで、自律型ロボットでは困難なきめ細かい動作が可能になるほか安全性も発揮され、宇宙開発のコストやリスクの低減につながると期待されている。

2010年にスペースシャトルのディスカバリー号に搭乗し、ISSの組み立て・補給ミッションに携わった宇宙飛行士の[山崎直子](#)氏によると、物品の管理や実験機器の入れ替え、エアコンのフィルターにたまるほこりの除去や掃除などメンテナンスに多くの時間を費やす必要がある。「感覚的には4分の1くらいメンテナンス作業に使っていると思う」と話す。

メンテナンス作業をロボットが支援するようになれば、科学実験のほか、一般から募集したアイデアの実験や映画・コマーシャルの撮影など、より創造的な活動に時間を活用できると山崎氏は指摘する。

将来大きなマーケットに

G I T A I は、18年12月に宇宙航空研究開発機構（JAXA）と共同研究契約を締結し、ISSきぼう日本実験棟模擬フィールドで作業代替実験を実施。来年5月に予定している米ナノラックスとのISSでの実証実験に向け準備を進めている。自律動作も組み合わせ、23年には宇宙飛行士のほとんどの作業を引き継げるようにするのが目標だ。

海外では米航空宇宙局（NASA）が11年に、ロシア国営ロスコスモスが昨年8月に、それぞれISSに宇宙での作業を目的とするロボットを打ち上げた実績があるが、G I T A I による打ち上げが実現すれば、民間企業としては初となる。

ISSが25年までに民営化されることが決定し、民間宇宙ステーションの建設計画も相次いでいる。NASAは昨年、宇宙飛行士の月面着陸を目指す「アルテミス計画」を発表。日本も10月に参加を表明した。

宇宙飛行士の派遣・滞在費用は1時間当たり約500万円かかり、大部分をロケット打ち上げなどの交通費が占める。また、宇宙は放射線の強さが地上に比べて100倍以上であるため連続して滞在できる上限は半年間、1人当たりの生涯滞在可能期間は2年とされている。G I T A I は、ロボットの製造原価が3000万～5000万円になると想定。宇宙飛行士の代わりにアバターロボットをISSに送り込むことで、安全面の審査や訓練が不要となり、1回当たりのロケット打ち上げコストが大幅に低下するほか、回数は5分の1に減らすことができるという。最終的にコストを全体で100分の1に下げることが目指している。同社の中ノ瀬翔最高経営責任者（CEO）は連続起業家で1社目を売却後に趣味でロボットを作っていた。あと数年で人の代わりに仕事をできるようなロボットが量産され人件費の削減につながるとは思えなかったが、宇宙のような超遠隔地にロボットを送り込み、交通費などのコストを大幅に減らすことができればビジネスとして成り立つと考え16年に創業。アバターロボ

ットは宇宙で利用されれば、いずれ遠隔医療や災害救助などにも使われ、将来的に大きなマーケットになる可能性を感じたという。遠隔操作による遅延の短縮や、無重力状態でロボットをどうやって固定するか、耐久性やメンテナンスなどが課題だが、「自律化も進めながら、徹底的に地上で対策をした上で宇宙に持って行き実験を積み重ねるしかない」と中ノ瀬氏は語る。GITAIにはスパイラル・ベンチャーズ・ジャパンや日本政策投資銀行傘下のDBJキャピタル、Jパワーなどが出資している。

知性と好奇心を拡張

「アバター」をビジネスやイノベーションにつなげようとしているのが[ANAホールディングス](#) (HD)だ。4月1日にはアバターの社会インフラ化を目指し同社発で初のスタートアップ企業、アバターインを[設立](#)。独自開発した普及型アバター「ニューミー」を、新型コロナウイルス感染拡大で遠隔コミュニケーションが必要な医療施設に提供する取り組みなどを開始している。ANAHDは、世界的な課題の解決を目指す国際賞金レースを運営する米非営利財団Xプライズ財団とともにアバターシステムの開発を支援するコンテスト「[ANAアバターXプライズ](#)」を22年までの4年間にわたり開催。賞金総額1000万ドル(約11億円)に上る同コンテストでは、宇宙のほか介護や災害救助など幅広い分野でのアバター技術の活用を目指し、19カ国から77チームが予選を通過したと1月に発表された。日本からはGITAIなど14チームが含まれる。

アバターインのCEO、深堀昂氏は「移動の距離や時間など身体的制約をなくするのがアバターの考え方のポイント。人類は必ず生まれた場所や年齢などに制約されているが、アバターなら制約はなくなる」と語る。



山崎直子氏 Photographer: Miwa Katoh

Xプライズ財団のCEOで、宇宙旅行の経験もあるアニューシャ・アンサリ氏は、アバターは宇宙開発の分野で「特に素晴らしい可能性を秘めている」と指摘。「今のロボットの能力は限定的だが、人間が操作するアバターなら予測できない事態が起こった際に瞬時に反応できたり、肉眼では見えないものが見えたりして人間の好奇心と知性の拡張につながる」と語った。約38万キロメートル離れた月の探査計画が発表された今、地上から約400キロの低軌道を周回するISSは、効率化や商業化が一層進み、単純作業については遠隔操作や自動化が大きな流れになると、山崎氏はみている。「細かな作業をロボットに代替させるのは実は難しい。ようやく人間の基本動作が実証できそうなところまで来た」と説明。「アルテミス計画で示された月を周回する宇宙ステーション『ゲートウエー』は、宇宙飛行士がロボットと一緒に働くことが前提として構築され、充電ステーションを設置するなどロボットも働きやすい環境を作っていくことになるだろう」との見方を示した。

最新の情報は、ブルームバーグ端末にて提供中 [LEARN MORE](#)

米空軍の無人宇宙機が挑む「宇宙太陽光発電」の実験、

その野心的なプロジェクトが秘めた途方もない可能性

[宇宙](#)を自律飛行する米軍の無人機が、地球低軌道での長期ミッションに向けて5月16日(米国時間)に打ち上げられる。米軍が実施する極秘ミッションの数々のなかで注目されているのは、小型のソーラーパネルを利用した宇宙[太陽光発電](#)の実験だ。 TEXT BY DANIEL OBERHAUS [WIRED\(US\)](#)



U.S. DEPARTMENT OF DEFENSE/CORBIS/GETTY IMAGES

米空軍は地球低軌道での長期ミッションへ向け、秘密に包まれた無人[宇宙機](#)「X-37B」を5月16日(米国時間)

に打ち上げる。スペースシャトルの小型版を思わせるこの無人宇宙機は、過去 10 年のうち 8 年近くを宇宙で過ごし、軍のために極秘実験を行っていた。X-37B の宇宙での活動内容はほとんど明らかにされていないが、米空軍は 6 度目の打ち上げに先立ち、その積荷に関して貴重な情報を公表した。

X-37B には機密性の高い通常の軍事技術が使用されているが、今回のミッションでは、いくつかの非機密扱いの実験が行われる。米航空宇宙局 (NASA) は、放射線の種子に対する影響を調査するための 2 つの実験を予定しており、米空軍士官学校はスペースプレーンを用いて小型の研究用衛星を打ち上げる。

だが、最も注目されているものは、米海軍調査研究所 (NRL) の物理学者が開発した小型のソーラーパネルだ。このパネルを利用した宇宙太陽光発電の実験が、軌道上で初めて実施されることになる。

「これは大きな前進です」と、NRL の電子工学エンジニアでプロジェクトの主任研究者のポール・ジャッフェは語る。「宇宙太陽光発電システム向けの機材の試験を軌道上で行うのは、今回が初めてです」

この環境危機には、射程の深いテクノロジーが必要だ — 地球環境の激変により、世界各地で起こる「深い社会課題」を前にして、単に循環型経済や自然回帰を標榜するだけでなく、文明全体を大きく一歩前に進めるためのディープな (射程の深い) テクノロジーによるブレイクスルーもまた、人類には必要だ。『WIRED』日本版は「地球のためのディープテック」を掲げ、単なるプロテストではなく真のソリューションを追求する。

アシモフが構想したアイデア

宇宙太陽光発電は、天候や時刻に左右されず太陽光エネルギーを地上に送り届けられる技術だ。太陽光エネルギーをマイクロ波に変換し、地上施設に照射するというのが基本的な仕組みになる。

地上に設置されるソーラーパネルとは異なり、十分に高い高度を周回すれば、人工衛星が地球の影に隠れるのは 1 日あたりわずか数分である。このエネルギーを利用できれば、地球上のあらゆる場所にいる人々に無尽蔵の電力源をもたらすことができる。

この技術は SF 作家のアイザック・アシモフが 1940 年代に構想したアイデアだ。それ以来、マイクロ波による電力伝送の地上実験が実施され、何度も成功を収めてきた。今回の X-37B を使った実験では、マイクロ波太陽光発電の中核技術に関する試験が、初めて軌道上で実施される。

「マイクロ波電力伝送の技術に関する知識は十分に得られています。既存の技術を軌道上でこれまでになかったサイズに小型化するという技術的課題の解決を進めていなければなりません」と、International Electric のディレクターのイアン・キャッシュは言う。同社は「[CASSIOPEIA](#)」と呼ばれる宇宙太陽光発電プラットフォームの開発を手がけている。「それでも、どのようなチャレンジにも最初の一步が必要なのです」

サンドイッチ状のモジュールが宇宙へ

NRL のジャッフェが同僚とともに立ち上げた今回の実験は、サンドイッチ式のモジュールと呼ばれる装置が対象である。太陽光を電力に変換し、その電力をマイクロ波に変換する 3 段階からなるシステムだ。

通常この変換システムは、高性能なソーラーパネルと電力伝送用のアンテナでサンドイッチ状に挟まれている。だが今回のミッションでは、ジャッフェとその同僚は宇宙から地球への電力伝送は行わない。電波を照射するとスペースプレーンの別の実験と干渉してしまうからだ。代わりに NRL の研究者はサンドイッチモジュールにケーブルを通じて電波信号を送らせ、システムからの送出電力を調査する。

NRL の実験機材はピザの箱にすっぽりと収まり、電球が光らないほど発電電力は小さい。だが、この実験は宇宙太陽光発電用の自由飛行型人工衛星の実現に向けた重要なステップであると、ジャッフェは言う。

「研究と分析は盛んに実施されてきましたが、実際のプロトタイプの構築に向けた取り組みは不足していました」と、ジャッフェは語る。「これより洗練されたものをつくれなかったのはなかったのですが、主な目的はあくまで宇宙で概念実証を行うことでした」

解決しなければならない根本的な問題

ジャッフェは NRL で 10 年以上にわたって宇宙太陽光発電に取り組み、2014 年にはサンドイッチモジュールのプロトタイプを初めて発表している。このプロトタイプは、宇宙太陽光発電の研究の足かせとなっていた数多く

の課題を解決できる設計になっていた。

宇宙太陽光発電の最も大きな問題のひとつは、地上での用途に十分な太陽光を集めるため、軌道上のソーラーパネルを大型化しなければならないという点だった。原理上そのような構造物をつくれるとしても、打ち上げは非常に困難で、多大なコストがかかる。

「完成品のシステムを打ち上げるにはサイズと重量が大きすぎます」と、NRLの電子工学エンジニアで、今回の実験のプログラマナーを務めるクリス・デプーマは言う。「サンドイッチモジュールは、質量を減らし、軌道上で組み立てられるようにシステムをモジュール化するための手段のひとつなのです」

だが、ロボットが宇宙に巨大な太陽光発電所をつくり始める前に、パネル自体に解決しなければならない根本的な問題がいくつもある。ジャッフェによると、熱の管理が最も大きな課題であるという。宇宙では、太陽の方向を向くソーラーパネルの温度は最大で約 149°Cまで上昇することがある一方で、太陽の反対側を向く電子機器は絶対零度より数度高い温度で動作しなければならない。

ソーラーパネルとその他の電子機器は互いにわずか数インチしか離れていない。このためジャッフェと同僚たちは、この温度差に対処する方法を見出さなければならなかった。ジャッフェによると、低温での動作に適した電子機器からソーラーパネルを分離するため、主に素材を交換したり、モジュールの部品を再設計したりする必要があったのだという。今回の X-37B のミッションでは、宇宙での実績があるこのサンドイッチモジュールの真価が問われる。

次のステップは軌道上から地球への電力伝送

秘密に包まれた米空軍のスペースプレーンで実験を行うには、いくつかの妥協が必要だ。この種の実験を人工衛星で実施する場合、ほぼ常に太陽光が当たる軌道に滞在することになる。ところが、X-37B は地球低軌道を飛行するため、およそ 90 分に一度は地球の影を通ることになる。

それでもなお、スペースプレーンを使った実験には、このトレードオフに見合うメリットがあるのだと、デプーマは言う。「推進システムやその他の人工衛星の装置の設計に時間をかけるのではなく、実験に注力する必要があります。スペースプレーンは、わたしたちのデータを収集して定期的送信するだけなのです」

ジャッフェによると、すべてがうまくいった場合、次のステップでは試験的な宇宙太陽光発電衛星を開発し、実際に軌道上から地球へ向けて電力の伝送を行うことになるという。そのためには、時間と資金に見合った取り組みであることを米国防総省に納得してもらう必要があると、ジャッフェは認める。

とはいえ、軍が興味をもっていることは明らかだ。米空軍研究所は去年の 10 月、太陽光発電衛星のハードウェアを開発する 1 億ドル規模のプログラムを発表している。

最も安価で持続的なカーボンフリー電力になるか

宇宙太陽光発電は、はじめのうちは着陸の必要がないドローンや、遠隔地の軍事基地への 24 時間の電力供給など、特殊な目的に使われるとジャッフェはみている。一方で、International Electric のキャッシュは、この技術はより大きな可能性を秘めているのではないかと考えている。

「宇宙太陽光発電は、地球上の既存の[再生可能エネルギー](#)を拡張する上で最も大きな課題である、電力貯蔵の問題を解決します。再利用可能な宇宙船によって打ち上げコストが大幅に下がったことで、宇宙太陽光発電が最も安価で持続的なカーボンフリー電力になる可能性は十分にあります」

ジャッフェは、宇宙太陽光発電のコンセプトを GPS になぞらえるのが好きだ。原子時計を搭載した人工衛星のネットワークが現代社会で必要不可欠になるだろうと数十年前の人に話せば、気が狂ったと思われるだろう。しかし現在、GPS はライドシェアサービスから核弾頭まで、ありとあらゆるナビゲーションで利用されている。実際に GPS を使った最も独創的な用途は、GPS 衛星が初めて打ち上げられたころには想像すらできなかったものだ。ジャッフェは、将来的には宇宙太陽光発電もそれと同じようになるのではないかと考えている。

ソーラーエネルギーを宇宙から地上に伝送すると聞くと、予算がかかり、難解で、ほぼ不可能に思える。だが、それは実現するまでの話なのだ。