

NASA と NOAA が第 25 太陽活動周期の極大期到達を発表 あと 1 年ほど続くと予想



2024-10-17 2024-10-17 [sorae 編集部](#)

アメリカ航空宇宙局（NASA）とアメリカ海洋大気庁（NOAA）は 2024 年 10 月 15 日付で、現在進行している太陽活動周期が極大期に到達していると発表しました。

太陽活動周期とは

太陽の活動は約 11 年周期で活発な時期と静穏な時期を繰り返していることが知られています。活発な時期には磁力線が集中している黒点の数や太陽フレア（太陽の表面で起こる爆発現象）の発生数が増加し、静穏な時期には減少します。11 年周期のなかで活動が最も活発な時期は「極大期」、反対に最も静穏な時期は「極小期」と呼ばれていて、観測された黒点の数をもとに判断されています。

現在の太陽活動は

現在の太陽は第 25 太陽活動周期が進行中で、2019 年 12 月に極小期を迎えてからは活動が徐々に活発化してきました。記憶に新しいのは 2024 年 5 月に連続して発生した大規模な太陽フレアです。日本を含む世界各地で低緯度オーロラが観測されたことで話題になりましたが、NASA によればこの時に引き起こされた地磁気嵐は過去 20 年間で最も強く、過去 500 年間で最も強いオーロラとして記録される可能性もあるといえます。

大規模な太陽フレアはその後も発生しており、2024 年 10 月 3 日には今回の活動周期で最も強力な X9.0 のフレアが発生しています。

関連記事 [大規模な太陽フレアが連続して発生 世界各地で低緯度オーロラを観測](#)（2024 年 5 月 14 日）

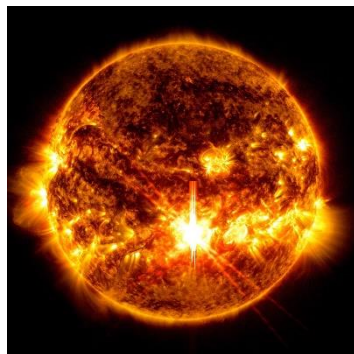
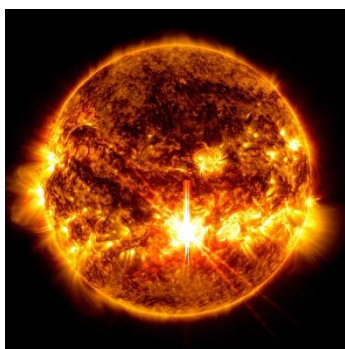
[第 25 太陽活動周期の開始を確認。極小期は 2019 年 12 月だった](#)（2020 年 9 月 16 日）

今回の極大期は 2025 年にかけて続く見込み

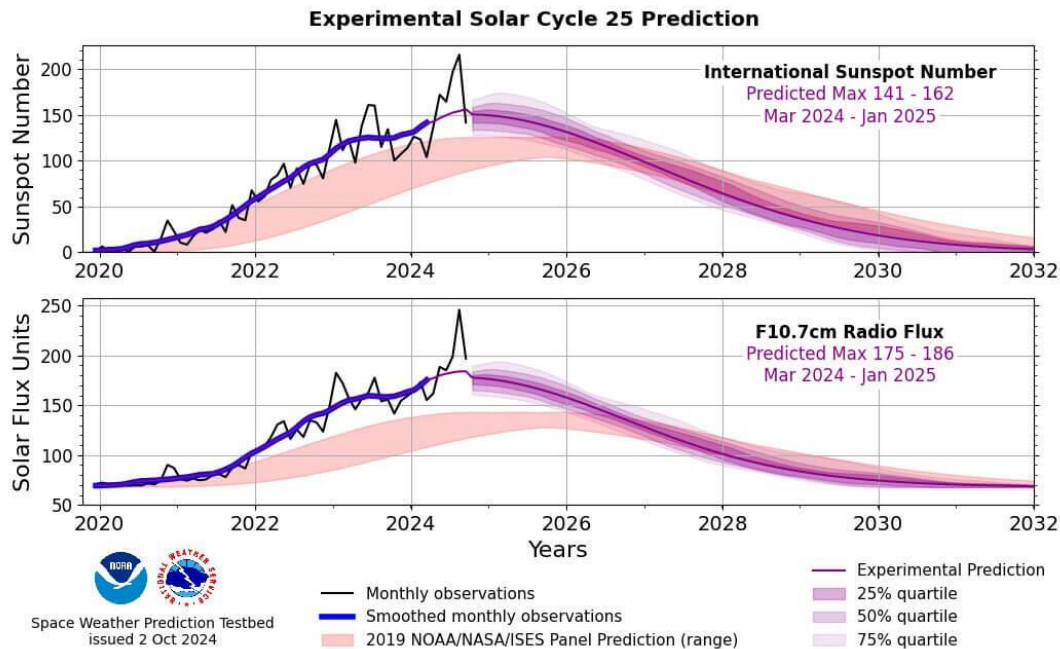
NASA によると、黒点数が一貫して多い状況が続いている過去 2 年間は太陽活動が最も活発な極大期の一部であり、この状況はあと 1 年ほど続くと予想されています。

太陽の活動は宇宙天気（※太陽活動による宇宙環境の変動）に強い影響を及ぼすため、今後数か月間はオーロラを観測するチャンスだけでなく、GPS などの測位システム、ラジオなどの通信、地上の電力網に影響が現れる可能性があるということです。

太陽について関連画像



【▲ アメリカ航空宇宙局（NASA）の太陽観測衛星「ソーラー・ダイナミクス・オブザーバトリー（SDO）」が 2024 年 10 月 3 日に捉えた X9.0 のフレア（中央の閃光）（Credit: NASA/SDO）】【▲ アメリカ・アイダホ州のマラド・シティ近郊で現地時間 2024 年 5 月 11 日に撮影された低緯度オーロラ（Credit: NASA/Bill Dunford）】



【▲ 観

測された太陽の黒点数（上）と波長 10.7cm の電波フラックス（下）および今後の予測を示したグラフ（Credit: NOAA）】

Source [NASA](#) - NASA, NOAA: Sun Reaches Maximum Phase in 11-Year Solar Cycle

[NASA](#) - Sun Releases Strong Solar Flare

文・編集／sorae編集部

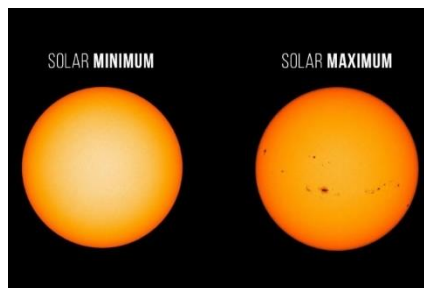
<https://forbesjapan.com/articles/detail/74406>

2024.10.17 11:30

太陽活動が「極大期」入り、長引く見通し オーロラも頻発 NASA など発表



[Jamie Carter | Contributor](#)



米ウィスコンシン州で 2024 年 10 月 10 日に撮影されたオーロラ（Ross Harried/NurPhoto via Getty Images）

[全ての画像を見る](#)

NASA の太陽観測衛星 SDO（Solar Dynamics Observatory）が撮影した、太陽活動極小期（左、2019 年 12 月）と極大期（右、2024 年 8 月）の太陽の比較画像（NASA/SDO）

2024 年 10 月 3 日に NASA の太陽観測衛星 SDO（Solar Dynamics Observatory）が捉えた、太陽活動第 25 周期で最大の規模となる X9.0 の太陽フレアの画像（NASA/SDO）

米航空宇宙局（NASA）と米海洋大気局（NOAA）が共催する国際専門家グループ「太陽活動第 25 周期予測パネル（Solar Cycle 25 Prediction Panel）」によると、太陽の活動は「極大期」に入った。今後少なくとも 1 年間はこの状態が続く見通しだ。これは、今月 10 日～11 日に世界各地で観測されたオーロラを発生させた強度「G4」の磁気嵐や、今年 5 月 10 日～11 日に 20 年ぶりに地球に到達した最大強度「G5」の磁気嵐のような、非常に強力な磁気嵐が頻発する可能性が高いことを示唆している。5 月の磁気嵐は 500 年ぶりともいわれる壮大かつ広範囲の

オーロラを引き起こしたが、こうした低緯度でオーロラが観測できる機会も増えそうだ。

予測パネル共同議長で米独立研究開発機関サウスウエスト・リサーチ・インスティテュート（SwRI）主任研究員のリサ・アプトンは15日、電話記者会見で「われわれが現在経験していることを鑑みるに、太陽は活動周期の極大期に入っているとみられる」と発表。強力な磁気嵐が繰り返し発生していることについて、「太陽周期のどの段階でも可能性はあるが、極大期には頻度が高まる」「この極大期は少なくとも今後半年～1年続き、もう少し長くなる可能性もあるとみている。この期間中は、激しい磁気嵐の発生確率が確実に上がる」と説明した。

大規模な太陽嵐が相次ぐ可能性

強力な磁気嵐は、オーロラを出現させる。太陽から放出される荷電粒子の流れである太陽風が地球の磁気圏と衝突し、地磁気に沿って加速して北極や南極から大気圏へと降り込んで、楕円形に広がる緑色と赤色の光の帯（オーロラオーバル）を生じさせる。太陽の磁気活動が最も活発になる太陽活動極大期には、大規模な磁気嵐が発生する可能性が高くなる。[次ページ > 極大期が1年ほどで終わっても、むしろオーロラは増える可能性が高い](#)

太陽活動は約11年周期で強弱を繰り返すが、2019年に始まった現在の「第25周期」はそれより短期間で終わりそうだ。これは極大期が通常より長引き、2026年まで強力な磁気嵐が頻繁に発生する可能性が高いことを意味する。アプトンによれば、太陽周期が長いほど極大期の到来は急速になり、1～2年で終わる傾向がある。一方、太陽周期が短いと、極大期は3～4年続くという。

オーロラは増加する

NOAAの宇宙気象観測（SWO）プログラムを率いるエルセイエド・タラートは、[記者発表](#)の中で「今回の発表は、今がこの太陽周期で観測される太陽活動のピークだという意味ではない」「太陽は活動の極大期に入ったが、いつ極大のピークを迎えるかは今後数カ月～数年間は特定できない」と述べている。現状はつきりしたことが言えないのは、ピーク後に太陽活動の一貫した低下が観測されなければならないためだ。極大期が1年ほどで終わっても、オーロラの発生頻度が減少するわけではない。実際には、むしろ増える可能性が高い。「現在は極大期の2年目にあたり、さらに1年ほど極大期が続く見通しだ。その後は本格的な衰退期に入り、太陽活動は極小期に至る」とアプトンは説明。「衰退期は黒点の数が減少するという特徴があるが、極大期が終わったからといって、必ずしも影響が減少するわけではない」と話した。衰退期には、非常に強い太陽活動が起こる場合がある。NOAA宇宙天気予報センター（SWPC）のプログラムコーディネーター、ビル・マータは「現在の太陽周期が終わった後は必然的により多くの磁気嵐が発生し、オーロラがかなり低緯度でも観測できるようになるだろう」と語っている。

太陽活動は過去23年間で最も活発に

現在、太陽活動はこの[23年間で最も活発化](#)している。10月3日には、第25周期で最大の規模となるX9.0の太陽フレアが発生した。国際専門家グループ「太陽活動周期予測パネル」はNASAとNOAAの出資の下、1989年から太陽周期の予測を行っている。（[forbes.com 原文](#)）翻訳・編集＝荻原藤緒

<https://www.space.com/solar-cycle-25-max-phase-more-sun-storms>

太陽活動周期25はまだ最大期にあるため、オーロラを増強する太陽嵐がさらに発生

する可能性がある。 メレディス・ガロファロ 2024.10.16

「本格的な衰退期に入る前に、あと1年ほどは最大期が続くと予想しています。」



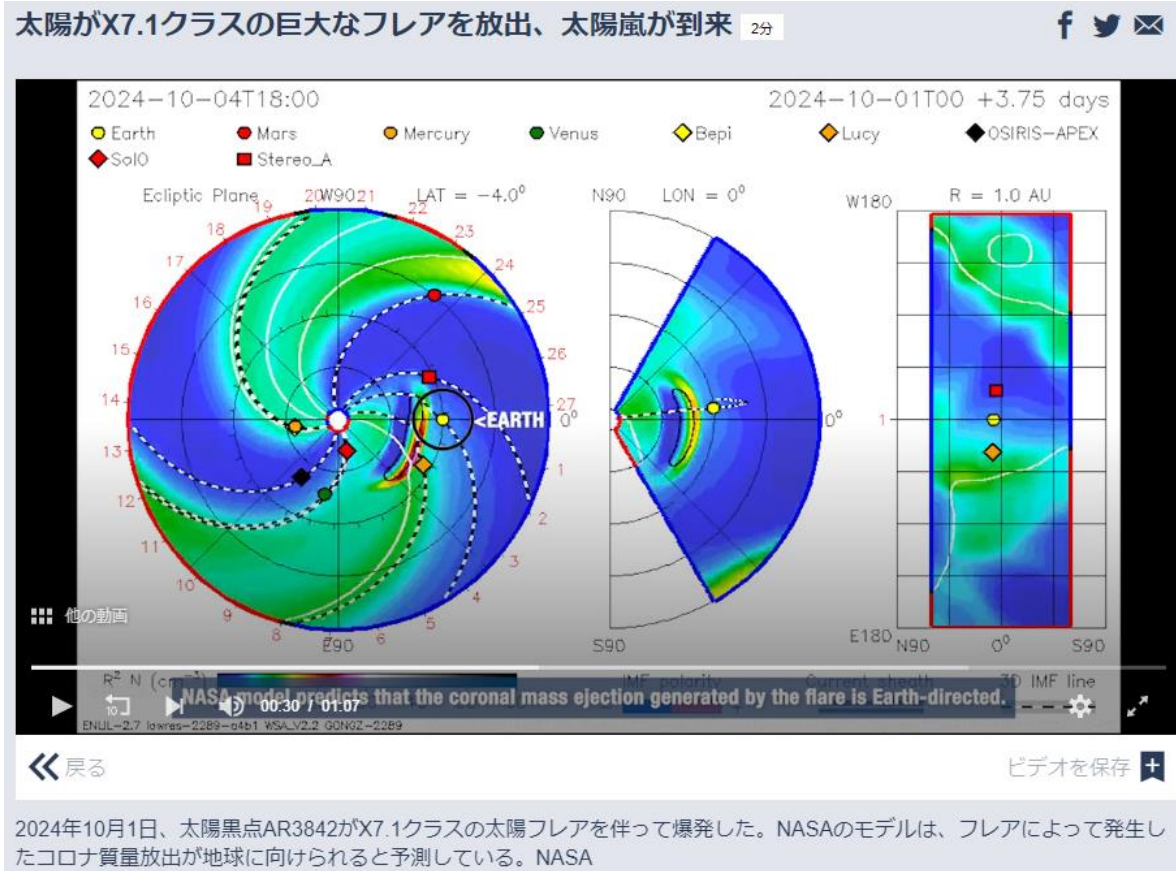
2024年10月10日、インディアナ州ブルーミントンのグリフィー湖から見たオーロラ

ラ。（画像提供：Space.com/ Josh Dinner）

太陽の活動が非常に活発なため、今後数か月間は強力なオーロラを見られる機会が増えるかもしれません。

[太陽活動は 11 年周期](#)で活発化したり衰退したりする。専門家によると、現在の周期は「太陽活動周期 25」と呼ばれ、2019 年 12 月に始まり、現在も最大期にあるという。

「現在、極大期に入って約 2 年が経過しており、本格的な衰退期に入る前にあと 1 年ほど極大期が続き、再び[太陽活動の極小期](#)に戻ると予想している」と、太陽活動周期 25 予測委員会の共同議長で、テキサス州サンアントニオのサウスウエスト研究所の主任科学者であるリサ・アプトン氏は、火曜日（10 月 15 日）の記者会見で述べた。



太陽フレア、CME、踊るオーロラ

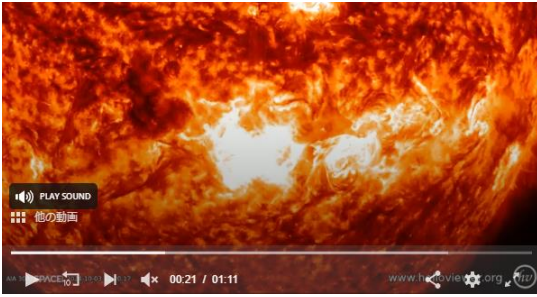
各太陽周期では、太陽の自然な磁気活動の増減と、発生する[太陽黒点の数](#)が変化します。[太陽の表面にある比較的冷たく暗い領域である太陽黒点](#)は、[太陽の磁場が乱れた](#)ときに発生します。

関連：「魔法のような 3 時間でした」：壮大なオーロラが星空観察者を興奮させる（写真）

[太陽黒点](#)は、[太陽フレア](#)の発射台として機能し、高エネルギーの光を宇宙に放出する強力な爆発である。フレアは、しばしば[コロナ質量放出（CME）](#)を伴う。[CME は磁場とプラズマの巨大な噴出で、地球に衝突すると地磁気嵐を引き起こす可能性がある](#)。先週世界中の人々が目撃したように、こうした嵐はオーロラの出現を強める可能性がある。しかし、地球上の電力網を混乱させたり、宇宙飛行士や衛星に影響を及ぼすなど、悪影響を及ぼす可能性もある。アプトン氏によると、第 25 太陽活動周期は前回よりも顕著な極大期を特徴としているが、予報士らは依然として小規模な周期とみなしている。「小さなサイクルは長いので、その最大期も 3~4 年と長くなります」と彼女は述べた。「また、そのようなサイクルは 2 倍、あるいは 3 倍のピークを迎える可能性が高く、最大期が来たと断言することがより困難になります。」太陽活動極大期には、宇宙天気が地球に影響を及ぼす可能性が高くなります。その好例が[2024 年 5 月の太陽嵐で、複数の CME が地球に激突し、科学者によると過去 500 年で最も強力なオーロラ現象を引き起こした](#)とされています。

「太陽活動周期 25 の黒点活動は予想をわずかに上回った。しかし、いくつかの大きな嵐が見られたにもかかわらず、その規模は周期の最大期に予想されるものより大きくはない」とアプトン氏は語った。

太陽活動周期 25 の極大期があと 1 年か 2 年残っていると、宇宙飛行士に影響が出る可能性がある。NASA は、その期間中に有人月探査ミッション「[アルテミス 2](#)」と「[アルテミス 3](#)」を打ち上げる予定だ。乗組員は地球の大気と磁場の保護から遠く離れているため、太陽から放出される放射線の影響を受けやすくなる。



[Space.com](#) のその他のビデオについては[ここをクリックしてください...](#)

X9! Sun unleashes biggest solar flare since 2017 - See a time-lapse

Sunspot AR3842 erupted with an X9-class solar flare on Oct. 1, 2024. It was the biggest flare since the X8.2 flare of September 2017. NASA's Solar Dynamics Observatory captured the fireworks. Footage courtesy: NASA / SDO and the AIA, EVE, and HMI science teams, [heliviewer.org](#) | edited by Space.com's [Steve Spaleta](<https://x.com/stevespaleta>) Music: Ethereal Allure by Amber Glow / courtesy of <http://www.epidemicsound.com>

関連記事: [—オーロラの季節が到来: 2024/25 年のオーロラに期待すること](#)

[—史上最悪の太陽嵐](#) [—オーロラを撮影する場所と方法](#)

嵐に備える

「先週のような大規模な磁気嵐が発生すると、電離層と呼ばれる大気圏のレイアウトに干渉する可能性があります。地上からの信号は電離層に跳ね返される可能性があり、[衛星](#)からの信号は電離層を通過して地上の受信機に届く必要があります。大規模な磁気嵐の間は干渉を受ける可能性があり、私たちはそれを常に見ています」と、米国海洋大気庁（NOAA）宇宙天気予報センター（SWPC）のプログラムコーディネーター、ビル・マータグ氏は火曜日の記者会見で述べた。「先週と 5 月には、航空機との高周波通信が大きな影響を受けた」と同氏は付け加えた。「もし我々が何らかの関連警告を発せず、誰も気づかなければ、我々は問題を抱えることになるだろう。様々な団体、民間部門、政府と緊密に協力し、脆弱性を評価し、彼らが準備して行動できるよう緩和戦略に取り組むために、新しい技術を使って行動を起こすことが非常に重要だ」

SWPC の予報官は、現在の太陽活動極大期が続く間は、太陽嵐や地磁気嵐がさらに増える可能性が高く、そのいくつかは比較的大規模で重大なものになる可能性がある」と述べています。しかし、高度な通信技術の活用により、地球や宇宙への影響を最小限に抑えることができます。「我々は宇宙を航行する種族になりつつある。我々は宇宙にさらに多くの資産を投入し、[太陽系](#)の他の場所に移動している」とアプトン氏は語った。「宇宙での資産を増やし、月、[火星](#)、そして我々が望むあらゆる場所へ冒険するにつれて、我々は地球だけでなく太陽系全体の宇宙天気を理解する能力を高める必要があるだろう。」

[メレディス・ガロファロ](#) 寄稿者

メレディスは、地域のマロー賞を受賞した認定放送気象学者であり、科学/宇宙特派員です。彼女は最近、ニューヨーク市の NY 1 とクリーブランドの 19 First Alert Weather Team でフリーランスの気象学者として働いていました。自称「ロケット ガール」のメレディスは、この 10 年間、個人的および職業的な仕事で高い評価を受けており、その中には、第 1 回ヴァルパライソ大学同窓会 10 年功績賞、地域エドワード R. マロー賞を受賞したニュース 12 の気候特集「Saving Our Shores」の 2 つの特別レポート、気象学と報道に関するフェア メディア カウンシル フォリオおよびロング アイランド プレス クラブの複数の賞、ロング アイランド ビジネス ニュースおよび NYC TV ウィークの「40 Under 40」賞などがあります。

スペース X、新型ロケット「スターシップ」第 5 回飛行試験実施 スーパーヘビーが初めて発射台に帰還

2024-10-15 2024-10-15 [sorae 編集部](#)

アメリカの民間宇宙企業 SpaceX（スペース X）は日本時間 2024 年 10 月 13 日、同社が開発中の新型ロケット「Starship（スターシップ）」による第 5 回飛行試験を実施しました。2 段目の大型宇宙船「Starship」は宇宙空間を飛行後に大気圏へ再突入し、発射から 1 時間ほど後にインド洋の目標エリアに着水することに成功したと発表されています。また、1 段目の大型ロケット「Super Heavy（スーパーヘビー）」は発射台へ帰還することに初めて成功しており、SpaceX はその時の様子を捉えた動画を公開しています。

発射台から見たスーパーヘビーキャッチの瞬間

こちらは SpaceX が公式 X アカウントを通じて公開した動画です（※音量に気を付けて下さい）。高度約 70km で Starship 宇宙船を分離した後に発射台へ戻ってきた Super Heavy ブースターが、Mechazilla（メカジラ）や chopstick arms（チョップスティック・アーム）とも呼ばれる発射台のロボットアームに空中でキャッチされる様子が捉えられています。



【▲ 大型宇宙船「Starship」の分離後に発射台へ戻ってきた大型ロケット「Super Heavy」。SpaceX が公開した動画から（Credit: SpaceX）】

【▲ 発射台のロボットアームにキャッチされる大型ロケット「Super Heavy」。SpaceX が公開した動画から（Credit: SpaceX）】

【▲ 発射台のロボットアームにキャッチされる大型ロケット「Super Heavy」。SpaceX が公開した動画から（Credit: SpaceX）】

スーパーヘビーから見た空中キャッチの瞬間も

次の動画も SpaceX が X で公開したもので、Super Heavy ブースター側のカメラで捉えたキャッチの瞬間です。開かれたアームの間へ機体が精密に誘導されていき、しっかりとキャッチされる様子が捉えられています。



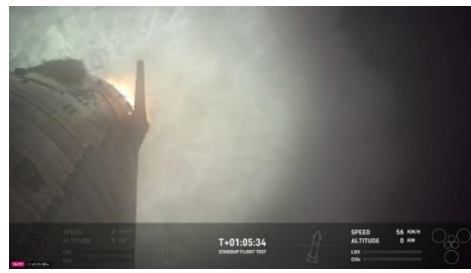
【▲ 発射台に向かって降下していく大型ロケット「Super Heavy」。SpaceX が公開した動画から（Credit: SpaceX）】

【▲ 発射台のロボットアームにキャッチされる大型ロケット「Super Heavy」。SpaceX が公開した動画から（Credit: SpaceX）】

【▲ 発射台のロボットアームにキャッチされる大型ロケット「Super Heavy」。SpaceX が公開した動画から（Credit: SpaceX）】

スターシップとは？

Starship は 1 段目の Super Heavy ブースターと 2 段目の大型宇宙船「Starship」からなる全長 121m の再使用型ロケットで、打ち上げシステムとしても Starship の名称で呼ばれています。SpaceX によれば、両段を再利用する構成では 100~150 トンのペイロード（搭載物）を打ち上げることが可能であり、2 段目の Starship 宇宙船は単体でも地球上の 2 地点間を 1 時間以内に結ぶ準軌道飛行（サブオービタル飛行）が可能だとされています。



【▲ 第 5 回飛行試験で上昇する SpaceX の新型ロケット「Starship」（Credit: SpaceX）】

スーパーヘビーの空中キャッチに初挑戦で成功

【▲ 発射台に戻ってきた大型ロケット「Super Heavy」の空中キャッチ最終段階。3 枚の画像を合成したもの（Credit: SpaceX）】【▲ インド洋に着水する Starship 宇宙船。SpaceX のライブ配信より（Credit: SpaceX）】

過去の打ち上げでは Super Heavy ブースターはメキシコ湾に着水していましたが、Starship 打ち上げシステム全体としては 5 回目となった今回の飛行試験では、発射台への帰還が初めて実施されました。

現在 SpaceX が運用しているロケット「Falcon 9（ファルコン 9）」の 1 段目には着陸脚が備わっていて、地上や船上に着陸して再使用することができますが、Starship では機体の重量軽減や迅速な再使用のために、戻ってきた Super Heavy ブースターを発射台のタワーに備え付けられたロボットアームを使って箸で挟むようにキャッチする方法が採用されました。これほど巨大な機体をタワーに衝突させることなく精密に誘導してキャッチさせる方法を、SpaceX は初めての挑戦で見事に成功させたことになります。

スターシップ宇宙船は目標エリアに着水成功

一方、Starship 宇宙船は宇宙空間を飛行後に大気圏へ再突入し、発射 1 時間 5 分 40 秒後にインド洋上の目標エリアに着水することに成功したと発表されています。2024 年 6 月に実施された第 4 回飛行試験では、Starship 宇宙船は一部のフラップが高熱で損傷しつつも海上への軟着水に成功しました。SpaceX のライブ配信では今回も一部のフラップのヒンジ部分周辺が損傷する様子が写し出されましたが、目標エリアへの軟着水に向けた誘導や着陸噴射に成功したことになります。

2025 年には Starship 宇宙船の着陸が行われるかも？

今回の飛行試験後、SpaceX の Elon Musk（イーロン・マスク）CEO は X にて「2025 年にフルスタック（※Starship 宇宙船と Super Heavy ブースターの両方）の再使用性が達成される可能性は十分にある」と述べています。次回以降の飛行試験がいつ行われるのかはまだ明らかではありませんが、宇宙空間を飛行した Starship 宇宙船が陸上へ着陸する日も近そうです。

関連記事

[【速報】ついに発射台でブースターを空中キャッチ スペース X が「スターシップ」の第 5 回飛行試験を実施](#)
(2024 年 10 月 13 日)

[スペース X が大型ロケット「スーパーヘビー」着水の瞬間を捉えた動画を公開](#) (2024 年 6 月 11 日)

Source [SpaceX](#) - Starship's Fifth Flight Test [SpaceX](#) (X)

文・編集／soraie 編集部

<https://nordot.app/1219448022075999198?c=110564226228225532>

プラダが宇宙服デザインに参画、国際月探査ミッションで使用へ

2024/10/17



[ミラノ 16日 ロイター] - イタリア高級ファッションブランドのプラダと米新興宇宙企業アクシオム・スペースは16日、米航空宇宙局（NASA）などの月探査ミッション「アルテミス3」で使用される宇宙服のデザインを発表した。同ミッションは1972年のアポロ17号以来の有人月面着陸として計画され、2026年の開始が予定されている。ミラノで開催中の国際宇宙会議で披露された新たな宇宙服は、月の厳しい条件に対応できる高い機能性と美しいデザインの両立を目指し、極寒の気温に少なくとも2時間耐えられるように作られている。すでに月の環境を模した水中テストなどが進んでおり、開発の最終段階に近づいているという。プラダのロレンツォ・ベルテッリ最高マーケティング責任者は声明で、「きょう披露する結果はアクシオム・スペースとの長期的な協力関係の第一歩になる」と述べた。 © ロイター

<https://nordot.app/1219216993764229585?c=110564226228225532>

国際航空宇宙展、6年ぶり開催 軍需企業参加に抗議も

2024/10/16



国際航空宇宙展で展示されている宇宙服など＝16日午前、東京都江東区の東京ビッグサイト

各国の航空宇宙関連企業が集う見本市「国際航空宇宙展」が16日、東京都江東区の東京ビッグサイトで開幕した。新型コロナウイルス禍での中断を経て6年ぶりの開催。空飛ぶクルマ、脱炭素の素材といった新分野の出展が目立った。一方、軍需企業の出展に抗議する人の姿もあった。

展示会には20カ国から600を超える企業・団体が参加。航空機や宇宙服、小惑星で砂や石を採取した日本の探査機「はやぶさ2」の実物大模型などが並んだ。主催する日本航空宇宙工業会の中村知美会長は開会式で、業界の「さらなる飛躍の契機となることを確信している」とあいさつした。

4日間の日程で、最終の19日は一般公開され、航空会社による職業紹介や航空自衛隊のコンサートといったイベントが予定されている。会場近くでは、参加企業にパレスチナ自治区ガザを攻撃するイスラエルへ武器を提供する企業が含まれているとして、武器取引に反対するグループなどが抗議活動した。主催者側は「出展内容に関する判断は来場者にゆだねたい」とのメッセージをホームページに掲載した。© 一般社団法人共同通信社

https://news.biglobe.ne.jp/economy/1015/prt_241015_9956777677.html

大樹町とSPACE COTAN、世界5大陸8宇宙港で覚書締結 | 打上げ高頻度化・利便

性向上を目指し宇宙港の国際標準化等を検討 2024年10月15日（火）15時16分 [PR TIMES](#)



[写真を拡大](#)

[画像 1: [https://prcdn.freetls.fastly.net/release_image/78016/103/78016-103-4f827d9564d2cd8d7e88b210dc7af298-](https://prcdn.freetls.fastly.net/release_image/78016/103/78016-103-4f827d9564d2cd8d7e88b210dc7af298-1920x1440.jpg?width=536&quality=85%2C75&format=jpeg&auto=webp&fit=bounds&bg-color=fff)

1920x1440.jpg?width=536&quality=85%2C75&format=jpeg&auto=webp&fit=bounds&bg-color=fff]

署名式を行った各宇宙港の代表。右から 2 人目が SPACE COTAN 代表取締役社長兼 CEO の小田切。提供：Virginia Spaceport Authority

民間にひらかれた商業宇宙港「北海道スペースポート（HOSPO）」を運営する北海道大樹町（町長：黒川豊）と SPACE COTAN 株式会社（本社：北海道広尾郡大樹町、代表取締役社長兼 CEO：小田切義憲）は 10 月 13 日、イタリア・ミラノで開催中の国際宇宙会議 IAC（International Astronautical Congress）2024 の会場にて署名式を行い、大樹町・SPACE COTAN を含めた 5 大陸 8 つの商業宇宙港で、商業宇宙港に係る国際協力に関する覚書（MOU）を締結しました。覚書に参加している宇宙港は HOSPO のほか、アメリカの Virginia Spaceport Authority (VSA) と Pacific Spaceport Complex - Alaska、オーストラリアの Space Centre Australia、イギリスの SaxaVord Spaceport と Sutherland Spaceport、スウェーデンの Sweden Space Centre (SSC)、ペルーの Stargate Peru S.A.C. です。署名式には SPACE COTAN 代表取締役社長兼 CEO の小田切が参加し、覚書に署名しました。

商業宇宙港による国際協力は世界初の試みとなります。民間企業による宇宙産業の拡大が見込まれる中、ロケットや人工衛星の打上げ需要の更なる拡大に応えるため、ワーキンググループを設立の上、国際標準化による相互運用性の確保や運用コスト削減に向けた合理化などを検討し、ロケット打上げの高頻度化、さらにはロケット事業者・人工衛星事業者の利便性の向上を図ります。締結の背景：複数宇宙港での打上げ事業者増加と P2P 開始に向けて、宇宙港連携の必要性が高まる人工衛星の打上げ需要が高まる中、打上げ機会を確保するため、世界の複数宇宙港での利用を検討するロケットの打上げ事業者が増えています。また、ロケットを活用して大陸間を移動する高速 2 地点間輸送（P2P）の開始を見据え、そのプラットフォームとなる宇宙港同士の連携が進んでいます。こうした動きを背景に、各宇宙港では相互運用性の確保や施設・設備の共通化・標準化などによる高頻度打上げの実現が求められており、この度の覚書締結に繋がりました。

覚書の概要

【前文】

- 測位などの宇宙を活用した機能は、世界中の人々の生活に密接に関わり、各国の安全保障体制維持にも寄与している
- かつての宇宙利用は政府プロジェクトの独占状態だったが、現在は民間による宇宙利用が活発化し、今後も成長し続ける
- 商業宇宙部門は 18、19 世紀の海洋の自由や、20 世紀の自由な航空活動と同様、民主主義国家の経済、国土、国家の安全保障にとって重要になっている
- 宇宙利用は適切な軌道に人工衛星を打上げることで成り立つため、十分に安全かつ手頃な価格の打上げ能力と、それをサポートするインフラを維持することが重要
- 参加宇宙港は、宇宙分野の変革と、その継続的な成長・重要性、それによる関係者および世界の宇宙活動への共

通の利益と相乗効果を認識しており、覚書を締結する

【主な検討事項】

- 各事業者の戦略目標・中長期計画の共通点の識別および、各事業者の協業に向けた方策検討
- 射場運用の合理化によるコスト削減、射場運用の即応性等の向上、高頻度打上げに向けたポリシー、標準、プロセス、運用の定義
- 各事業者の宇宙港において、海外の打上げ機についても運用可能とするための相互運用性の検討
- 本活動に特化した安全な情報管理システムの構築
- 打上げ機の仕様や射場への要望など各事業者が有する情報の提供
- 射場運用方法や地上施設・設備の概要、ダウンレンジの概要など各事業者のサービス概要の提供
- 人材交流等その他の協力に係る検討

【覚書全文】 [https://cdn.prod.website-](https://cdn.prod.website-files.com/6227ac70a995625510f7f520/670bf6d5ebec6546ad50bad9_Signatures_MOU_International%20Commercial%20Spaceport%20Collaboration%20(signed%202024%2010%2013)%20(FINAL).pdf)

[files.com/6227ac70a995625510f7f520/670bf6d5ebec6546ad50bad9_Signatures_MOU_International%20Commercial%20Spaceport%20Collaboration%20\(signed%202024%2010%2013\)%20\(FINAL\).pdf](https://cdn.prod.website-files.com/6227ac70a995625510f7f520/670bf6d5ebec6546ad50bad9_Signatures_MOU_International%20Commercial%20Spaceport%20Collaboration%20(signed%202024%2010%2013)%20(FINAL).pdf)

コメント

大樹町長 黒川 豊

[画像 2: [https://prcdn.freets.fastly.net/release_image/78016/103/78016-103-](https://prcdn.freets.fastly.net/release_image/78016/103/78016-103-bbbb317751c565c4aff2fb4e4162ab58-3900x3691.jpg?width=536&quality=85%2C75&format=jpeg&auto=webp&fit=bounds&bg-color=fff)

[bbb317751c565c4aff2fb4e4162ab58-](https://prcdn.freets.fastly.net/release_image/78016/103/78016-103-bbbb317751c565c4aff2fb4e4162ab58-3900x3691.jpg?width=536&quality=85%2C75&format=jpeg&auto=webp&fit=bounds&bg-color=fff)

[3900x3691.jpg?width=536&quality=85%2C75&format=jpeg&auto=webp&fit=bounds&bg-color=fff](https://prcdn.freets.fastly.net/release_image/78016/103/78016-103-bbbb317751c565c4aff2fb4e4162ab58-3900x3691.jpg?width=536&quality=85%2C75&format=jpeg&auto=webp&fit=bounds&bg-color=fff)]今後、民間による宇宙産業の拡大・成長が見込まれ宇宙輸送のニーズが高まることにより、宇宙港がより重要性を増すものと考えております。各国の宇宙港と連携を図ることは、今後の宇宙産業の発展に向け大変重要であり、当町としても、宇宙産業の発展に貢献できるよう各国の宇宙港とともに取り組みを進めてまいります。

SPACE COTAN 株式会社 代表取締役社長兼 CEO 小田切 義憲

[画像 3: [https://prcdn.freets.fastly.net/release_image/78016/103/78016-103-](https://prcdn.freets.fastly.net/release_image/78016/103/78016-103-a5a5b32dc5815fdb6d311d150017e413-3900x3771.jpg?width=536&quality=85%2C75&format=jpeg&auto=webp&fit=bounds&bg-color=fff)

[a5a5b32dc5815fdb6d311d150017e413-](https://prcdn.freets.fastly.net/release_image/78016/103/78016-103-a5a5b32dc5815fdb6d311d150017e413-3900x3771.jpg?width=536&quality=85%2C75&format=jpeg&auto=webp&fit=bounds&bg-color=fff)

[3900x3771.jpg?width=536&quality=85%2C75&format=jpeg&auto=webp&fit=bounds&bg-color=fff](https://prcdn.freets.fastly.net/release_image/78016/103/78016-103-a5a5b32dc5815fdb6d311d150017e413-3900x3771.jpg?width=536&quality=85%2C75&format=jpeg&auto=webp&fit=bounds&bg-color=fff)]この度、5大陸8つの商業宇宙港と覚書を締結できることとなり、大変うれしく、また胸が高鳴る思いです。民間による宇宙利用が進展する中、ロケットや人工衛星の高頻度打上げと、国際的な宇宙港連携へのユーザーニーズは高まっています。HOSPOにおいても各宇宙港との連携・協力のもと、将来のP2Pを含めた、多様な機体を高頻度に打上げられる安全で持続可能な宇宙港運営を検討し、宇宙産業の発展と北海道・日本の発展に貢献してまいります。

参加宇宙港

Pacific Spaceport Complex - Alaska : アメリカ

- アメリカ・アラスカ州コディアック島にある国営企業「Alaska Aerospace Corporation」が運営しており、1998年から弾道および軌道ミッションの打上げを行っています。米国連邦航空局の認可を受けた宇宙港で、政府および民間の顧客に柔軟で即応性が高く、低コストの宇宙へのアクセスを提供しています。

Virginia Spaceport Authority (VSA) : アメリカ

- アメリカ・バージニア州ワロップス島にある宇宙港「Mid-Atlantic Regional Spaceport (MARS)」を所有・運営しています。質の高い宇宙港の運営により、バージニア州の航空宇宙関連の経済発展を促し、科学、技術、工学、数学の教育機会をつくることで、宇宙への確実なアクセスを提供することを使命としています。

SaxaVord Spaceport : イギリス

- ヨーロッパで初めて完全に認可された垂直打上げ型の宇宙港で、イギリス・スコットランドのシェットランドにあります。シェットランドは多様な産業にサービスを提供してきた長い歴史があり、ヨーロッパ最高の宇宙港に理想的な場所です。SaxaVord Spaceport は、ロケットエンジンのテストから研究開発まで幅広いサポートが可

能で、さまざまな打上げミッションに対応できるよう設計されています。

Sutherland Spaceport : イギリス

- スコットランドの北部に位置し、イギリス本土で初めて運用される小型衛星の射場です。ヨーロッパの衛星打上げ需要の高まりに対応するのに絶好の立地にあります。83° ~100° の軌道傾斜角への打上げが可能で、低軌道（LEO）、極軌道、太陽同期軌道（SSO）への安全なアクセスを提供します。持続可能性に焦点を当て、環境への影響を最小限に抑える計画で、イギリスの宇宙産業と地域の経済成長に大きく貢献する可能性を秘めています。

Space Centre Australia (SCA) : オーストラリア

- オーストラリア初の大規模多目的宇宙港です。オーストラリアと世界の宇宙産業の発展に取り組んでいます。クイーンズランド州北部に位置し、航空路から離れた人口密度の低い地域に位置しているため、さまざまな軌道への打上げが可能です。施設は安全でセキュリティが確保されており、所望の目的地への打上げ機会を提供しています。

Sweden Space Centre (SSC) : スウェーデン

- 1966 年から運用され、現在は国際科学コミュニティによる微小重力や大気研究用の観測ロケットのほか、天文学や大気研究、宇宙船・航空機の落下試験用の高高度気球の打上げに使用されています。新しい設備では、再使用ロケットやエンジン、燃料の試験に加え、人工衛星の打上げでも使用されており、EU で軌道打上げ機能を備えた最初の場所となっています。

Stargate Peru S.A.C. : ペルー

- 今後ペルー空軍およびペルー宇宙局の認可を受ける予定の宇宙港です。ペルーのピウラに射場を建設し、衛星や飛行船、その他の宇宙機のグローバルゲートウェイを提供する予定です。赤道から約 480km 離れた年間を通じて天候に恵まれた地域で、南太平洋を通してすぐにアクセスできます。

団体・会社概要

北海道大樹町 代表：町長 黒川 豊（くろかわ ゆたか）

所在地：北海道広尾郡大樹町東本通 33 番地

事業概要：人口 5,300 人の一次産業が基幹産業の町。昭和 59 年の北海道大規模航空宇宙産業基地構想で航空宇宙基地の適地とされ、以降 40 年近くにわたり宇宙のまちづくりを推進し、HOSPO を本格稼働。北海道スペースポートを核とした宇宙版シリコンバレーの形成を目指しています。WEB：<https://www.town.taiki.hokkaido.jp/>

SPACE COTAN 株式会社 代表者：代表取締役社長兼 CEO 小田切 義憲（おだぎり よしのり）

所在地：北海道広尾郡大樹町西本通 98

事業概要：大樹町からの委任に基づく HOSPO プロジェクトの推進業務全般（スペースポートの管理運営、整備資金調達支援、射場設計、国の認定取得、国内外顧客開拓、PR 活動等）を実施しています。

WEB：<https://hokkaidospaceport.com/>

北海道スペースポート（HOSPO）とは

HOSPO は、2021 年 4 月に大樹町で本格稼働した民間にひらかれた商業宇宙港です。大樹町はロケットを上げる東と南方向に海が広がり、広大な土地によるロケット射場の拡張性の高さ等の地理的優位性があることから、世界トップクラスの宇宙港の適地と言われ、約 40 年前から航空宇宙産業の誘致を進めてきました。

「北海道に、宇宙版シリコンバレーをつくる」というビジョンに向けて、ロケットやスペースプレーンの射場・実験場を整え、世界の宇宙ビジネスを支えるインフラとして、航空宇宙産業の発展に貢献します。また、航空宇宙産業による地方創生やビジネス創出を推進します。

現在新たな人工衛星用のロケット射場 Launch Complex-1（LC-1）の整備工事を進めており、整備資金の一部は企業版ふるさと納税制度を活用しています。地域特性を活かした地方創生の取り組みで人口減少に歯止めがかかっていることなどが評価され、大樹町は 2022 年度の企業版ふるさと納税制度の内閣府特命大臣表彰を受けました。

画像 4: https://prcdn.freetls.fastly.net/release_image/78016/103/78016-103-

<https://sorae.info/astronomy/20241015-lunar-surface-temp.html>

COVID-19 は月の夜の表面温度を下げた ロックダウンによる地球の環境変化の影響

2024-10-15 2024-10-15 [彩恵りり](#)



【▲ 図 1: 夜間の月には、地球からの光が届く「地球照」が発生しています。今回、地球からの光の量が減少し、月の夜間の表面温度に影響を与えていることが分かりました。(Credit: Stephen Rahn)】

「COVID-19（新型コロナウイルス感染症）」の世界的な流行では、感染の急激な拡大を防止するためのロックダウンが実施され、人々の移動や経済・産業活動がかつてないほど制限されました。その影響は、地球全体の環境が変化するという形でも現れています。そして今回、インド物理学研究所（Physical Research Laboratory）の K. Durga Prasad 氏と G. Ambily 氏の研究チームは、この影響は地球の衛星「月」にも及んでいることを発見しました。Prasad 氏と Ambily 氏は、世界のほとんどの地域でロックダウンが行われていた 2020 年 4 月から 5 月にかけて、月の夜間の地表面温度が 8~10℃低下していたことを発見しました。これは、地球大気の温室効果ガスやエアロゾルの減少により、地球からの放射の量が減ったためであると両氏は考えています。

この研究結果は、月の表面温度は、地球自身よりも地球の環境変化の影響を受けやすいことを示し、地球環境の変化を月で観測する潜在的なツールになり得ることを示唆しています。

「COVID-19」によるロックダウンは地球環境にも影響を与えた

2019 年末に中国で発見された SARS-CoV-2 による「COVID-19」は、感染が全世界へと拡大するパンデミックへと発展しました。有効なワクチンも治療薬もない中、多くの国や地域では感染の拡大スピードを少しでも遅くするため、人々の移動を制限するロックダウンが実施されました。

渡航制限、夜間外出禁止令、ソーシャルディスタンスの確保など、その内容や強制力は地域によって様々ですが、いずれにしてもその制限は、経済活動や産業活動がかつてないほど低下させました。ロックダウンの功罪はあまりにも多岐に渡りますが、ユニークなものとしてはロックダウン中の地球環境の変化が挙げられます。

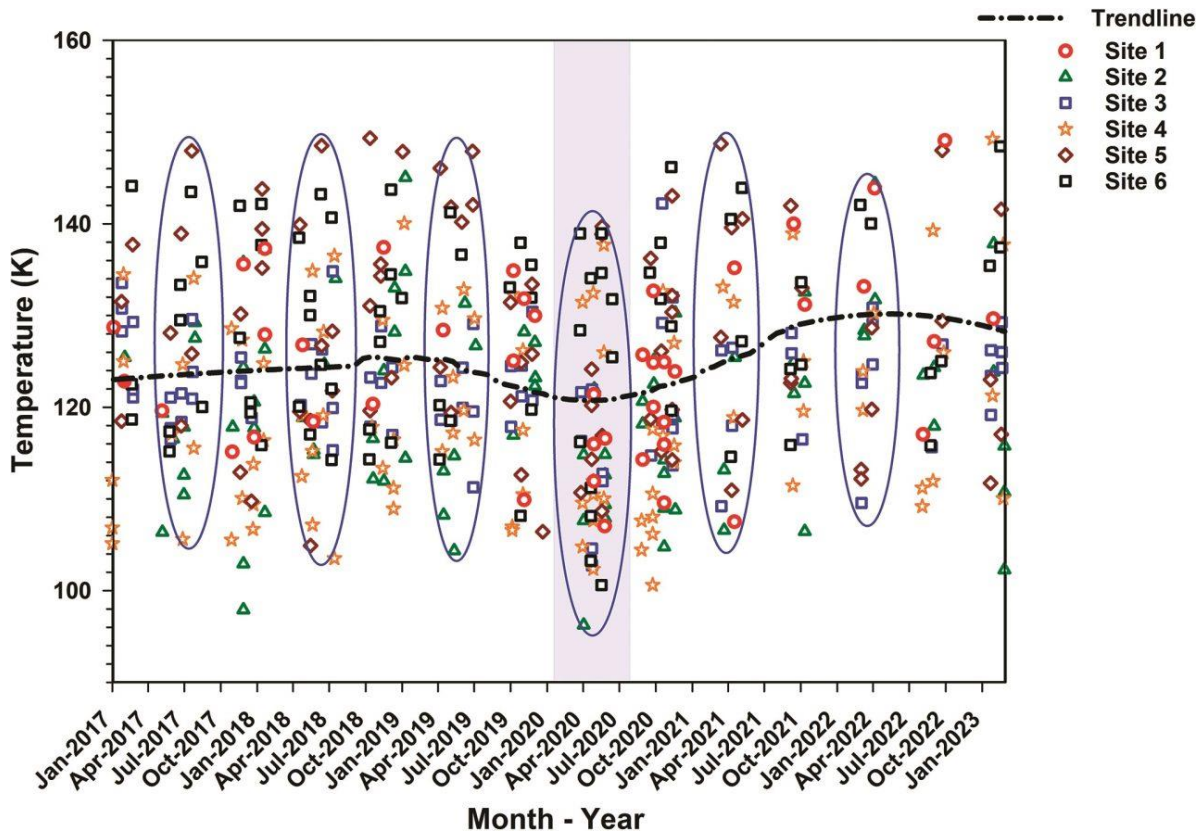
人々の移動や経済・産業活動の低下によって、自動車や工場などの稼働率が減少し、ひいては温室効果ガスやエアロゾルの排出量も低下しました。これは地球環境に直接的な変化をもたらします。温室効果ガスは太陽光に含まれる赤外線を吸収し、そのエネルギーの一部を長波長の光で宇宙へと放出します。一方でエアロゾルは、太陽光の短波長の光を反射します。そして、厳しいロックダウンが敷かれていた時期での計測データを元にした研究では、温室効果ガスやエアロゾルの排出量が測定可能な値で減少したことが世界中で示されています。

月の夜間温度にも影響があることが判明

ところで、地球大気で直接反射した太陽光や、一度吸収された後に一部が再放出した光は、宇宙空間へと逃げ出します。もし逃げ出した方向に月があれば、月の表面に光が到達します。日光が直接当たっていない月の影の部分がうっすらと見える「地球照」が起こるのは、地球からの光が月に届いていることの証拠です。

Prasad 氏と Ambily 氏の研究チームは、地球から月へと届く光の量に注目しました。月には大気が無く、自転速度も遅いため、表面に届く光の量の変化は、地球以上に激しい表面温度（地表面温度）の変化をもたらします。地球では、どんなに極端な場所でも昼夜の温度差は数十℃に留まるのに対し、月の昼間の表面温度が 120℃、夜

間の表面温度がマイナス 170℃と 300℃近い変化を起こすのはこのためです。



【▲ 図 2: 2017 年 1 月から 2023 年 2 月までの、月面の 6 か所の夜間の表面温度の変化。全世界的にロックダウンが行われた 2020 年 4 月から 5 月は、前後の期間と比べて明らかに表面温度が低下しています。(Credit: K. Durga Prasad & G. Ambily)】

月の昼間には、太陽光が直接降り注ぎ、また地面の熱が他の場所へと移動するため、地球からの放射はかなり小さな影響に留まります。しかし夜間は、地球からの放射が唯一の放射源となるため、地球からの放射量が変化すれば、月の夜間の温度もまた変化することは十分に考えられます。Prasad 氏と Ambily 氏は、アメリカ航空宇宙局 (NASA) の月探査機「ルナー・リコネサンス・オービター (LRO)」が計測した地表熱放射測定装置「DLRE (Diviner Lunar Radiometer Experiment)」のデータを分析し、この予測を検証しました。LRO は月面の同じ地点を 1 年に 24 回程度測定します。両氏は 2017 年 1 月から 2023 年 2 月までの計測データを元に、地形や緯度などの影響で生じるノイズが最小限と思われる 6 か所の表面温度を分析しました。その結果、世界のほとんどの地域でロックダウンが行われていた 2020 年 4 月から 5 月にかけて、月の夜間の地表面温度が 8~10℃低下していたことが分かりました。月の季節変化や太陽活動の変化は、これほどの温度の低下の原因になることは考えにくいいため、両氏は表面温度の低下は地球からの放射量の減少にあると考えています。

月面は地球環境を測定するツールになる？

月の夜間の表面温度は、地球からの放射量の変化に敏感であり、少しの変化でも影響があることは予測されていましたが、ここまで顕著な変化を起こすことは今回初めて示されました。これは大気のない月だからこそ起きる現象であると言えます。Prasad 氏と Ambily 氏は、地球環境の変化による温度変化は、地球自身よりも月の方が敏感に計測できることから、地球環境の変化を測定するためのツールとして月面が利用できるのではないかと、その潜在的な価値に注目しています。

Source [K. Durga Prasad & G. Ambily](#), "Effect of COVID-19 global lockdown on our Moon". (Monthly Notices of the Royal Astronomical Society: Letters)

文／彩恵りり 編集／soraе 編集部

NASA、月周回衛星ミッションを延長-月への中継基地「ゲートウェイ」軌道の安定

性を調査

2024.10.15 18:15 [塚本直樹](#)、[田中好伸](#)（編集部）

米航空宇宙局（NASA）の月を周回する衛星「[CAPSTONE](#)」のミッションが 2025 年 12 月まで延長された。CAPSTONE を開発、運用する米 [Advanced Space](#) が米国時間 10 月 6 日に発表した。

小型衛星の CAPSTONE（Cislunar Autonomous Positioning System Technology Operations and Navigation Experiment：月軌道自律測位システム技術運用・航法実験）の大きさは電子レンジほどであり（12U のキューブサット）、重さは約 25kg。宇宙開発ベンチャーの Rocket Lab（ロケットラボ）の「Electron」ロケットで [2022 年 6 月に打ち上げられた](#)。CAPSTONE は「月長楕円極軌道（[NRHO](#)）」を周回している。NRHO は、最も近いところ（近月点）で高度約 4000km、最も遠いところ（遠月点）で高度約 7 万 5000km で月の北極と南極を周回する軌道。NRHO は、軌道面が常に地球を向いていることで地球との通信を常時確保可能。地球からの NRHO への到達エネルギーは月の低軌道までの 70%程度と輸送コストが比較的小さいと考えられている。月の南極が見えている時間が長いことから、月の南極探査の通信中継としても NRHO は都合がいい軌道とされている。

月探査計画「[Artemis](#)」での中継基地とも言える月周回有人拠点「[Gateway](#)」が周回する予定の NRHO の安定性を試験、確認することが CAPSTONE の目的。これまでに 670 日以上運用されており、NRHO で月を 100 回飛行している。自律測位システム「Cislunar Autonomous Positioning System（CAPS）」が搭載されており、すでに月周回衛星「Lunar Reconnaissance Orbiter（[LRO](#)）」と[相対的な位置関係を地上局に頼らずに測定することに成功している](#)。今回、NASA から資金が提供され、プロジェクトは 2025 年 12 月まで延長される。自律測位システムや人工知能ソフトウェアのさらなる実験が可能になる。「CAPSTONE は 5 年間で、中小企業の素晴らしいアイデアから予定終了日をはるかに超えて継続するミッションへと成長した」と Advanced Space のプレジデントで最高経営責任者（CEO）である Bradley Cheetham 氏は述べている。

衛星のプラットフォーム部分は米 [Terran Orbital](#)、推進システムは米 [Stellar Exploration](#) が担当。プロジェクトは NASA のエイムズ研究センターにある、NASA の小型宇宙機技術プログラム（宇宙技術ミッション本部＝STMD 内）が管理している。打ち上げ資金とミッションの運用支援は NASA の探査システム開発ミッション本部（ESDMD）が担当。CAPS の開発は NASA の「[SBIR](#)」プログラムが支援している。



（出典：NASA/Daniel Rutter）

関連情報 [Advanced Space プレスリリース](#) [CAPSTONE 概要](#) [Space.com](#)

<https://www.space.com/24701-how-long-does-it-take-to-get-to-mars.html>

火星に行くにはどれくらい時間がかかりますか？

参考文献 [デージー・ドブリエビッチ](#) 寄稿者 [ノーラ・テイラー・ティルマン](#) 2024.10.17

火星に到達するのにどれくらいの時間がかかるのかそして赤い惑星への旅に影響を与える要因について探ります。火星に行くのにどれくらい時間がかかるか考えたことがありますか？

NASA によると、[火星](#)への片道旅行には約 9 か月かかりますが、地球と火星が帰還に適した位置になるまで約 3 か月待つ必要があるため、往復旅行全体では約 21 か月かかります。実際には、地球と火星の位置から火星までの移動に利用できる技術に至るまで、いくつかの要因に依存するため、答えはそれほど単純ではありません。

ここでは、利用可能な技術を使用して火星への旅行にどれくらいの時間がかかるかを調査し、旅行時間に影響を与えるいくつかの要因を探ります。



(画像提供: piranka via Getty Images)

火星はどれくらい遠いですか？

火星に到達するのにどれくらいの時間がかかるかを判断するには、まず 2 つの惑星間の距離を知る必要があります。火星は太陽から 4 番目の惑星であり、地球に 2 番目に近い惑星です（最も近いのは金星です）。しかし、[地球と火星の間の距離は、太陽の周りを公転するにつれて常に変化しています](#)。

理論上、地球と火星が最も接近するのは、火星が太陽に最も近づき（近日点）、地球が太陽から最も遠ざかる（遠日点）ときです。この場合、両惑星の距離はわずか 3,390 万マイル (5,460 万キロメートル) になります。しかし、これは歴史上記録されたことがありません。記録されている両惑星の最接近は 2003 年で、両惑星の距離はわずか 3,480 万マイル (5,600 万キロメートル) でした。2 つの惑星は、どちらも太陽から最も遠く、太陽の反対側にあるときに最も離れます。この時点で、2 つの惑星の距離は 2 億 5000 万マイル (4 億 100 万 km) になります。[地球と火星の](#)平均距離は 1 億 4000 万マイル (2 億 2500 万 km) です。

関連: [火星の気温はどれくらいですか？](#)

光の速さで火星まで旅行するにはどれくらい時間がかかりますか？



[地球と火星という 2 つの惑星間の平均距離は 1 億 4000 万マイル \(2 億 2500 万 km\) です。2 つの惑星間の距離は、2 つの惑星間の移動にかかる時間に影響します。](#)(画像提供: NASA/JPL-Caltech)

[NASA のパーカー・ソーラー・プローブは現在、これまでに打ち上げられた宇宙船の中で最速です。](#)(画像提供: NASA/ジョンズ・ホプキンス大学 APL/スティーブ・グリベン)

光は、約 [186,282 マイル/秒](#) (299,792 km/秒) で移動します。したがって、[火星の表面から発せられた光が地球に](#)

到達するには、次の時間がかかります (またはその逆)。

最接近時間: 182 秒、または 3.03 分

最接近記録: 187 秒、または 3.11 分

最長接近時間: 1,342 秒、または 22.4 分

平均: 751 秒、または 12.5 分強

これまでで最速の宇宙船

最速の宇宙船は NASA の [パーカー・ソーラー・プローブ](#) で、太陽に近づくにつれて自身の速度記録を更新し続けている。2023 年 9 月 27 日、パーカー・ソーラー・プローブは [最高時速 394,736 マイル \(時速 635,266 キロ\) に達し](#)、これは音速の 500 倍に当たる。2024 年 9 月 30 日、21 回目の太陽[接近](#)時に再び自身の速度記録に並ぶ。

[NASA の声明](#)によると、パーカー・ソーラー・プローブが 2024 年 12 月に太陽表面から 400 万マイル (620 万キロメートル) 以内に近づくと、宇宙船の速度は時速 43 万マイル (692,000 キロメートル) を超えるとのことです。

したがって、理論的にはパーカー太陽探査機に乗って、太陽に焦点を合わせたミッションから迂回して地球から火星まで一直線に移動することができたとしたら、探査機が 21 回目の太陽フライバイで到達する時速 394,736 マイル (時速 635,266 km) の速度で移動すると、火星に到着するまでにかかる時間は次のようになります。

最接近時間: 85.8 時間 (3.4 日)

記録された最接近時間: 88.1 時間 (3.7 日)

最長接近時間: 633 時間 (26.3 日)

平均: 354.6 時間 (14.7 日)

専門家による火星旅行時間に関する Q&A

ESA の上級ミッションアナリストであるマイケル・カーン氏に、火星への旅行時間に関するよくある質問をいくつか尋ねてみました。

[マイケル・カーン ESA シニアミッションアナリスト](#)

マイケル・カーンは、欧州宇宙機関 (ESA) の上級ミッションアナリストです。彼の仕事は、火星を含む惑星への旅の軌道力学を研究することです。

火星に行くにはどれくらい時間がかかりますか？また、旅行時間に影響を与えるものは何ですか？

ある天体から別の天体へ移動するのにかかる時間は、人が費やすエネルギーに大きく依存します。ここでの「エネルギー」とは、打ち上げロケットの投入力、宇宙船に搭載されたロケット モーターの運動の合計、および使用される推進剤の量を指します。宇宙旅行では、すべてはエネルギーに帰着します。宇宙飛行は、エネルギーの巧みな管理です。月への移送の一般的な解決策は、1) ホーマン型移送と 2) 自由帰還移送です。ホーマン移送は、最もエネルギー消費量が少ないとよく言われますが、それは移送を数日間だけ続け、さらに打ち上げに何らかの制約が課される場合に限ります。そこから先は非常に複雑になりますので、ここでは詳細には触れません。

火星への移動に関しては、必然的に惑星間移動、つまり太陽を中心天体とする軌道になります。それ以外は、上で述べたことの多くが適用されます。問題はエネルギーの費用です。さらに複雑なのは、火星の軌道がかなり偏心しており、その軌道面が地球の軌道面に対して傾いていることです。そしてもちろん、火星が太陽を周回するには地球よりも長い時間がかかります。これらすべては、「ポークチョッププロット」と呼ばれる一般的なタイプの図で考慮され、基本的に出発と到着に必要な日付と必要なエネルギー量を示します。

「ポークチョップ プロット」は、軌道の専門家に、火星への移転の機会が約 25 ~ 26 か月ごとに発生し、これらの移転がいくつかのクラスに細分化されていることを示しています。1 つは少し速く、通常約 5 ~ 8 か月、もう 1 つは約 7 ~ 11 か月かかります。さらに長い時間がかかる移転もありますが、ここではそれについては触れません。ほとんどの場合、ただし常にそうとは限りませんが、2 番目の遅い移転の方がエネルギー効率が高いことがわかります。経験則では、火星への移転には人間の妊娠期間と同じくらいの期間、つまり約 9 か月かかります。しかし、これは実際にはおおよそその値に過ぎません。特定の日付に何が当てはまるかを調べるには、す

すべての計算を行う必要があります。単に通過するだけの宇宙船に比べて、火星などの目標天体の周回軌道を周回したり着陸したりする宇宙船の移動時間が非常に遅いのはなぜですか？

宇宙船を火星の軌道に投入したり、表面に着陸させたりしたい場合、設計問題に多くの制約が加わります。軌道船の場合は、軌道投入に必要な大量の推進剤を考慮する必要があります。着陸船の場合は、大気圏突入時の負荷に耐えられる熱シールドを設計して構築する必要があります。通常、これは火星の到着速度が一定の限界を超えてはならないことを意味します。軌道最適化問題にこの制約を加えると、得られるソリューションの範囲がホームマンのような転送に制限されます。これにより、転送期間が長くなることがよくあります。

火星への旅行時間を計算する際の問題点

これまでの計算の問題点は、2つの惑星間の距離を直線として測定していることである。地球と火星の最遠距離を通過するには太陽を直接通過する必要があります。宇宙船は必然的に太陽系の恒星の周りを周回する必要があります。これは最接近時には問題にならないが、惑星が太陽の同じ側にある場合は別の問題が生じる。また、この数値は2つの惑星が一定の距離にあることを前提としている。つまり、2つの惑星が最も接近しているときに地球から探査機が打ち上げられると、探査機が移動する間、火星は同じ距離にあることになる。

関連:[火星探査ミッションの簡単な歴史](#)

しかし、現実には、惑星は太陽の周りを公転しながら、それぞれ異なる速度で動いています。エンジニアは、地球から火星に宇宙船を送るための理想的な軌道を計算する必要があります。移動中の乗り物から動く標的にダーツを投げるのと同じように、宇宙船が地球を離れるときに惑星がどこにあるかではなく、宇宙船が到着するときに惑星がどこにあるかを計算する必要があります。また、最終的に目標の惑星を周回することが目的の場合、可能な限り高速で移動することは不可能です。宇宙船は、予定の目的地をまっすぐ通り過ぎるのではなく、軌道投入操作を実行できるほどゆっくりと到着する必要があります。火星までの移動時間は、推進システムの技術開発にも左右されます。NASA ゴダード宇宙飛行センターのウェブサイトによると、火星への打ち上げの理想的な構成では、およそ9か月で火星に到着することになる。ウェブサイトでは、カリフォルニア大学サンディエゴ校の[物理学教授クレイグ C. パテン氏の言葉を引用している。](#)

「地球が太陽の周りを一周するのに約1年かかり、火星が太陽の周りを一周するのに約1.9年（簡単に計算するために2年とします）かかります。地球から火星までを運ぶ楕円軌道は、地球の軌道よりも長いですが、火星の軌道よりも短いですが。したがって、地球の軌道と火星の軌道の長さを平均することで、この軌道を完了するのにかかる時間を見積もることができます。したがって、楕円軌道を完了するには約1年半かかります。

「火星に到達するまでの9か月の間に、火星は軌道上でかなりの距離を移動します。太陽の周りを8分の3ほど回っていることになります。火星の軌道の距離に到達するまでに、火星が必要な場所にあるように計画する必要があります。実際には、地球と火星が一直線に並んだときにのみ、旅を始めることができます。これは26か月ごとにしか起こりません。つまり、26か月ごとに1回しか打ち上げの機会がないのです。」

燃料をもっと燃やせば旅程を短縮できるかもしれないが、それは今日の技術では理想的な方法ではないとパテン氏は語った。進化する技術は飛行時間を短縮するのに役立つ可能性がある。NASA の[スペース・ローンチ・システム](#) (SLS) は、今後のミッション、そしておそらくは人類を火星に運ぶための新たな主力となるだろう。SLS は現在、建造とテストが進められており、NASA は2022年3月か4月にSLS ロケットの初飛行となる[アルテミス1号の打ち上げを予定している。](#)

ロボット宇宙船は、いつかたった3日でこの旅を終えることができるかもしれない。光子推進は、強力なレーザーを利用して宇宙船を光速に近い速度まで加速する。カリフォルニア大学サンタバーバラ校の物理学教授フィリップ・ルービン氏と彼のチームは、星間探査のための指向性エネルギー推進 (DEEP-IN) に取り組んでいる。この方法なら、220 ポンド (100 キログラム) のロボット宇宙船をたった3日で火星まで推進できると、同教授は語った。「最近の進歩により、これはSFの世界から科学の現実の世界へと移り変わっている」とルービン氏は[2015年 NASA の革新的先進概念 \(NIAC\) 秋季シンポジウム](#) で述べた。「これができない理由は何も分かっていない」

これまでの火星探査では、赤い惑星に到達するまでにどれくらいの時間がかかりましたか？

これは、いくつかの歴史的なミッションが赤い惑星に到達するのに（周回または表面着陸）どのくらいの時間がかかったかを詳細に示すインフォグラフィックです。参考までに、打ち上げ日も記載されています。



[以下に、いくつかの歴史的なミッションが赤い惑星に到達するのににかかった時間（周回または表面着陸）のリストを示します。参考までに、打ち上げ日も記載しています。\(画像提供: Future\)](#)

追加リソース

NASA の月探査計画については、[月から火星までの概要](#) をご覧ください。[The Conversation](#) のこの有益な記事では、地球から火星まで人類を輸送し、安全に帰還させる方法について読むことができます。赤い惑星へのミッションが人間の健康に及ぼすリスクについて興味がありますか？ この[研究論文](#)は特に興味深いかもしれません。

文献 ルビン、フィリップ。「[恒星間飛行へのロードマップ](#)」 arXiv プレプリント arXiv:1604.01356 (2016)。

Donahue、Ben B.「[NASA 宇宙打ち上げシステムの将来のミッション](#)」 AIAA 推進およびエネルギー 2021 フォ

ーラム。2021 年。

スリニヴァス、スシェーラ。「[ホップ、スキップ、ジャンプ - 月から火星へのミッション](#)」(2019 年)。

[デージー・ドブリエヴィッチ](#)

参照エディタ

デージー・ドブリジェビッチは、2022 年 2 月に [Space.com](#) に入社しました。以前は、姉妹誌の [All About Space](#) 誌でスタッフライターとして働いていました。入社する前は、BBC Sky at Night Magazine で編集インターンシップを修了し、英国レスターにある [国立宇宙センター](#) で働き、宇宙科学を一般の人々に伝えることに熱中していました。2021 年に、デージーは植物生理学の博士号を取得し、環境科学の修士号も取得しています。現在は英国ノッティンガムを拠点としています。デージーは宇宙に関するあらゆることに情熱を注いでおり、太陽活動と宇宙天気に興味があります。天体観光に強い関心があり、オーロラを追いかけるのが大好きです。

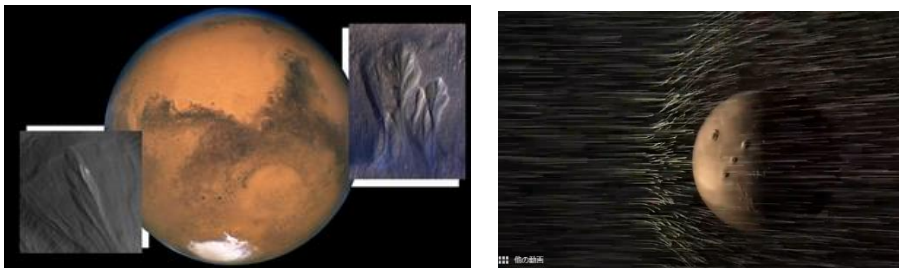
寄稿者：[ノーラ・テイラー・ティルマン](#) 寄稿ライター

<https://www.space.com/alien-life-mars-ice-photosynthetic-zones>

研究によると、火星の保護氷の下に地球外生命体が潜んでいる可能性がある

[ロバート・リー](#) 著 2024.10.18

「中緯度にある塵に覆われた火星の氷の露出部は、現在火星生命を探索するのに最もアクセスしやすい場所であると考えています。」



NASA の火星探査機が撮影した赤い惑星の画像。(画像提供: NASA/JPL-Caltech/アリゾナ大学)

火星には生命が存在するのか？NASA の科学者が解説

NASA の宇宙生物学者ヘザー・グラハムが火星に生命が存在する可能性と、その探索方法について語る。写真提供: NASA

新たな研究によると、火星で光合成が起こるために必要な条件は、赤い惑星の中緯度にある塵の氷の表面下に存在する可能性があるという。[光合成は](#)、植物、藻類、シアノバクテリアなどの生物が化学エネルギーを作り出すプロセスです。光合成には水と光が必要で、[地球の大気](#)中の酸素の大部分は光合成によって生成されます。新しい研究によると、火星の氷の層が十分に厚ければ、[太陽](#)からの強い放射線を遮断しながらも、光合成に必要な太陽光を十分に透過させることができ、いわゆる「放射線居住可能領域」が形成される可能性があるとのこと。光合成が進むには適切な光が必要であるのと同様に、これらの結果は適切な光の下で観察されなければなりません。これらの結果は、現在[火星](#)に生命が存在することや、火星の歴史において生命が存在したことがあると示唆するものではありません。しかし、この[継続的な探査](#)に携わる科学者に、どこを探せばよいかのアイディアを与えることはできます。「[我々は火星に生命を発見したと言っているわけではないが](#)、中緯度にある塵に覆われた火星の氷の露出部が、現在火星生命を探索するのに最もアクセスしやすい場所だと考えている」と、研究リーダーで NASA ジェット推進研究所のアディティア・クラ博士研究員は Space.com に語った。

関連:[火星の生命: 探査と証拠](#)

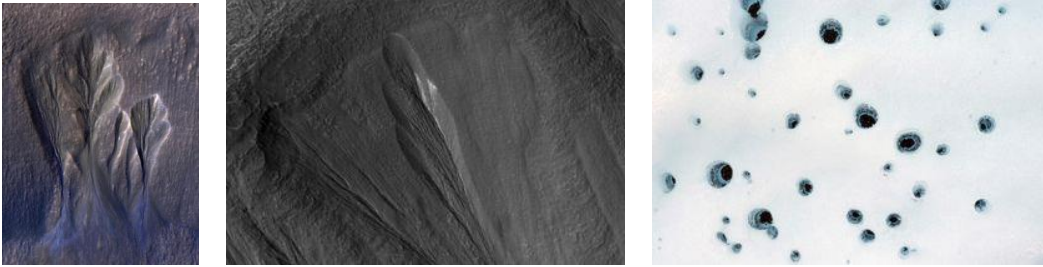
地球と火星：違いを見つけよう

地球と火星はどちらも、太陽のいわゆる「[居住可能領域](#)」内に存在する。居住可能領域とは、惑星の表面に液体

の水が存在できる温度の恒星の周囲の領域である。しかし、地球の表面の 71% が液体の水の海で覆われているのに対し、火星は大部分が乾燥した地形のように見える。

[キュリオシティ](#)や[パーサヴィアランス](#)などの火星探査機による観測は、これが常にそうであったわけではないことを示している。これらのロボットによって調査された[乾燥した湖底](#)や[川の支流などの地質学的特徴は、数十億年前に赤い惑星の景色を液体の水が横切っていたことを示している。](#)さらに、[NASA の火星探査機（MRO）](#)などの火星上空を飛行するミッションは、火星で水の氷を発見しており、[その多くは予想外の地域にある。](#)

科学者たちは、火星の磁場が消えて数十億年前に大気がほとんど剥がれたときに液体の水が失われたと考えている（地球の磁気圏は今も強力である）。つまり、蒸発した水が宇宙に失われるのを防ぐ手段がほとんどなかったということだ。厚い大気が存在しないということは、現代の火星が太陽からの強烈な[紫外線](#)にさらされていることも意味している。この紫外線は生物にとって致命的で、生命に必要な複雑な分子を破壊する。



NASA のマーズ・リコネッサンス・オービターが撮影した、火星の地域テラ・シレヌムにあるいくつかの峡谷の画像。(画像提供: NASA/JPL-Caltech/アリゾナ大学)

NASA の火星探査機マーズ・リコネッサンス・オービターが撮影した、火星のダオ峡谷地域の峡谷の画像。(画像提供: NASA/JPL-Caltech/アリゾナ大学)

地球からの証拠: 2012 年にアラスカのマタヌスカ氷河にクリオコナイトによって形成された穴。(画像提供: キンバリー・ケイシー)

「地球と違って、火星には保護用のオゾン層がないので、地球に比べて地表の有害な紫外線は 30%多い」とクラーク氏は言う。「したがって、火星では、光合成が起こる可能性のある場所は、塵の氷の内側である可能性が高い。なぜなら、上にある塵の氷が火星の地表の有害な紫外線を遮り、また、火星の乾燥した大気のために、液体の水は地表では非常に不安定だからだ」研究チームはコンピューターシミュレーションを使用して、塵の多い火星の氷は内部から溶けることがあり、その上にある氷が浅い地下の液体の水が蒸発して[火星の乾燥した大気](#)中に放出されるのを防いでいることを発見した。「つまり、光合成に必要な 2 つの主要成分は、中緯度の火星の塵の多い氷の中に存在する可能性がある」とクラーク氏は付け加えた。「光合成には十分な量の太陽光と液体の水が必要だ。火星の濃い雪に関する 2 つの独立したシミュレーションでは、雪の中に少量の塵（1%未満）が含まれている場合、現在、火星の中緯度では地表下での融解が起こる可能性があることが判明した。」「[数年前、火星の溝](#)に埋もれた埃っぽい雪の塊の中に露出した埃っぽい氷が発見されたが、これが地表下で溶けて浅い地下に液体の水を形成するメカニズムがある。」クラーク氏は、チームは、露出した塵の多い氷の上を覆う氷が火星表面の有害な紫外線を遮ることができることを発見したと説明した。この氷は、光合成が起こるのに十分な太陽光を氷の表面の下に浸透させることもできる。これらの放射性居住可能ゾーンが存在する深さは、氷内の塵の量によって決まります。チームのシミュレーションでは、非常に塵の多い氷は太陽光を遮りすぎることが示されました。しかし、塵が 0.01% ~ 0.1% の氷では、深さ 2 インチ ~ 15 インチ (5 ~ 38 センチメートル) に放射ゾーンが存在する可能性があります。「汚染」の少ない氷では、深さ 7 フィート ~ 10 フィート (2.2 ~ 3.1 メートル) に、より深く広い放射ゾーンが存在する可能性があります。研究チームは、火星の氷の大部分が見つかる極地は、地下の融解がないため、放射性居住可能領域が存在するには寒すぎると考えている。このような融解は、赤い惑星の中緯度地域で発生する可能性が高い。関連:[火星: 赤い惑星について知っておくべきことすべて](#)

チームの理論は、火星ではなく地球からの観測証拠という形で、ある程度裏付けられている。「地球上の氷の中

に塵や堆積物を含む生命に似たものがあるかもしれないと知り、驚きました」とクラーク氏は付け加えた。「これらは『クリオコナイト穴』と呼ばれ、氷の上の塵や堆積物が氷よりも暗いため氷の中に溶け込むことで形成されるのです。」研究者は続けて、毎年夏になると、氷の中の黒い塵の周りには太陽光の熱で液体の水が形成される、と続けた。たとえ上の氷が蓋のように凍っていてもだ。これは氷が半透明で、太陽光が表面下に浸透するため起こる。「地球上の浅い地下の生息地に生息する微生物」は発見されているとクラーク氏は言う。「微生物は、ほこりっぽい氷の中に液体の水を形成するのに十分な日光が当たらない冬には、通常休眠状態になる」

関連記事: — 昔、火星の湖には微生物が生息していたかもしれない

— 火星の生命にとって悪いニュース？赤い惑星の湿潤時代は私たちが考えていたよりも短かったかもしれない

— NASA のインジェニユイティヘリコプターがいかにして火星の空を探索の場に開いたか

もちろん、これは火星に光合成生物が存在する、あるいはかつて存在したことを意味するものではない。しかし、これは興味深いことであり、赤い惑星の地下に放射性居住可能領域が存在する可能性についてのさらなる調査を促す可能性がある。「私は科学者チームと協力して、現在火星で塵の氷が溶けているかどうか、どこで、いつ溶けているのかに関する改良されたシミュレーションを開発しています」とクラーク氏は締めくくった。「さらに、これらの塵の氷のシナリオのいくつかを実験室で再現し、より詳細に調査しています。」チームの研究は本日（10月17日）、「Nature Communications Earth & Environment」誌オンライン版に掲載された。

ロバート・リー シニアライター

Robert Lea は英国の科学ジャーナリストで、Physics World、New Scientist、Astronomy Magazine、All About Space、Newsweek、ZME Science に記事を掲載しています。また、Elsevier や European Journal of Physics で科学コミュニケーションに関する記事も執筆しています。Rob は英国の Open University で物理学と天文学の理学士号を取得しています。Twitter で @sciencefirst をフォローしてください。

<https://wired.jp/article/nasa-europa-clipper-launch/>

2024.10.15

NASA の探査機「エウロパ・クリッパー」は、生命が存在する可能性を見つけ出せるか

木星の衛星「エウロパ」を探査する米航空宇宙局（NASA）の探査機「エウロパ・クリッパー」が、日本時間で10月15日の午前1時過ぎに打ち上げられた。エウロパには厚い氷殻の下に広大な内部海が存在すると考えられているが、生命が存在する条件を備えているのか明らかにすることが狙いだ。



Illustration: NASA/JPL-Caltech

探査機「エウロパ・クリッパー」を搭載したスペースXのロケット「ファルコン・ヘビー」。打ち上げを前に、フロリダ州のケネディ宇宙センターで10月13日に撮影。 Photograph: NASA

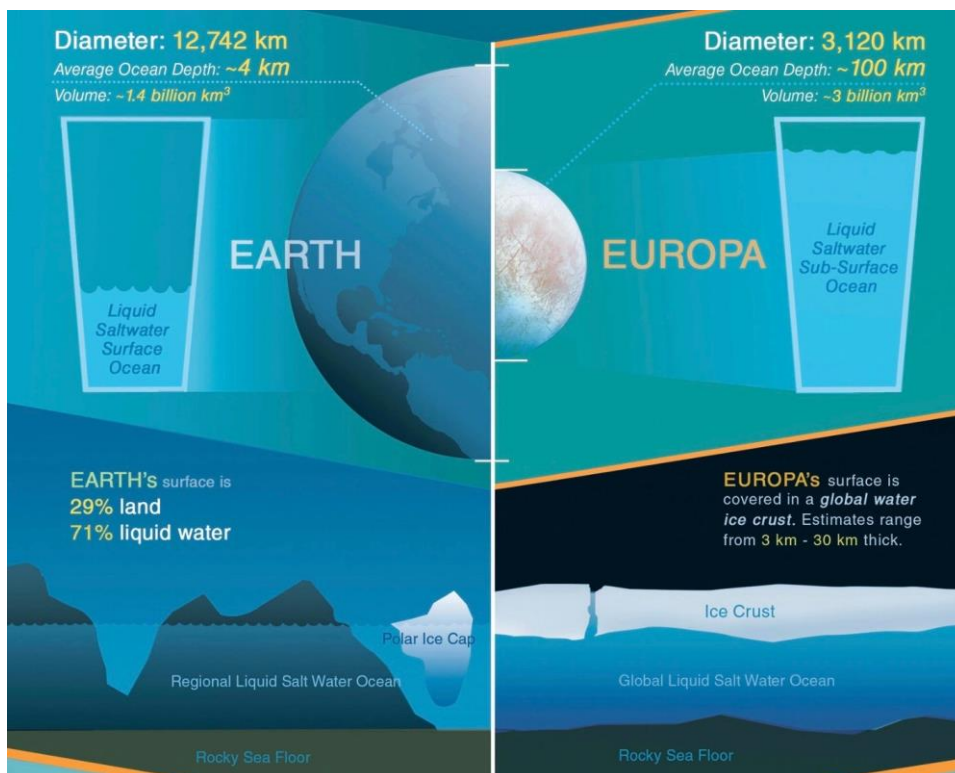
直径3,120kmほどある木星の衛星「エウロパ」には、厚さ3~30kmと推定される厚い氷殻の下に「内部海」が存在すると考えられている。深さが平均100kmほどあると推定される内部海だが、塩分を含んだ水の総量は地球のすべての海の水の総量の2倍に相当するとみられている。このためエウロパには生命が存在する可能性が以前から指摘されてきた。しかし、実際にエウロパがどれだけ生命が生存できる条件を備えているか、詳しいことはわかっていない。そこで米航空宇宙局（NASA）の探査機「エウロパ・クリッパー」は、エウロパがどれだけ生命が生存できる条件を備えているのかを詳しく探査することになっている。当初は10月10日（米国時間）に予定されていた打ち上げはハリケーンの影響で延期されたが、目標時刻が米東部時間で10月14日の午後12時6分（日本時間で15日の午前1時6分）に決まり、打ち上げは成功した。無事にミッションが成功すれば、エウロパがど

れだけ生命が生存できる条件を備えているのか、エウロパ・クリッパーが教えてくれることだろう。

エウロパ・クリッパーの主な3つの目的

[NASAによると](#)、エウロパ・クリッパーの主要な科学的な目的は次の3つだ。これらによってエウロパ・クリッパーは、エウロパに生命が存在するかどうかではなく、エウロパがどれだけ生命が生存できる条件を備えているのかを明らかにする。まず、氷殻とその下にある内部海の性質を理解すること。具体的には、氷殻の厚さを確定すること、内部海が存在を確認してサイズや塩分濃度などを見積ること、氷殻と内部海の相互作用を理解することなどである。次にエウロパの化学的な組成を理解することだ。具体的には、プルーム（マントルの上昇流）、薄い大気、氷殻、内部海などの化学的な組成を理解することなどである。

3つ目が、エウロパの地質学的な特徴を理解すること。具体的には、氷殻の表面の特徴がどのようにして形成されて位置が決まるのかを研究すること、プルームや地殻の移動などの最近の地殻の活動の兆候を研究することなどである。このような目的をもつエウロパ・クリッパーは、どのような探査機なのだろうか。

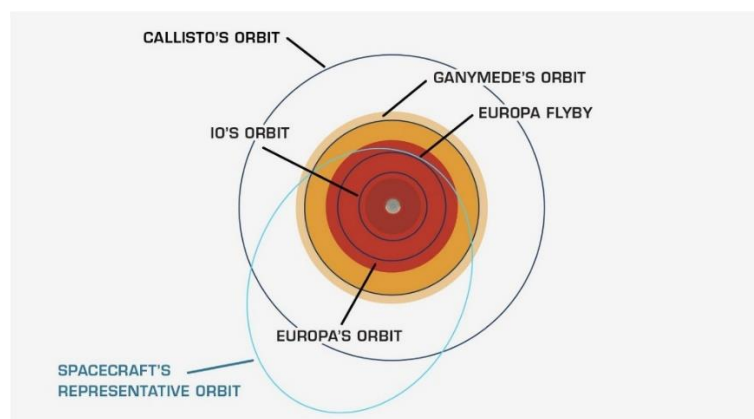
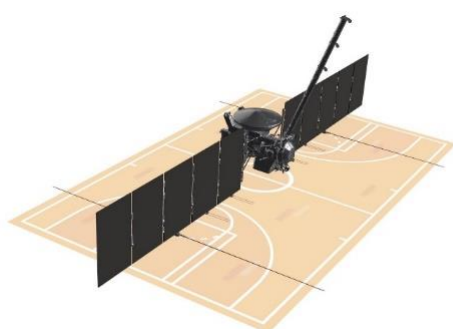


[地球とエウロパを比較した図](#)。氷殻とその下にある内部海の性質を理解することも重要な目的のひとつだ。

Illustration: NASA/JPL-Caltech

惑星探査機のなかでも最大級

エウロパ・クリッパーは、これまで NASA が開発してきた惑星探査機のなかでも最大級のものだ。高さ 5m ほど、太陽電池パネルを展開した状態での横幅は 30.5m ほど、その重量は、推進剤の重量を除いて 3,241kg ほどになる。



ソーラーパネルとアンテナを完全に広げたエウロパ・クリッパーはバスケットボールのコートよりも大きく、全長約 30.5m、幅 17.6m にもなる。Illustration: NASA/JPL-Caltech

エウロパ・クリッパーの軌道を描いた図。カリストなど他の衛星の軌道を横切っていることがわかる。真ん中にある茶色の領域は色が濃くなるほど放射線が強いことを示している。Illustration: NASA/JPL-Caltech

搭載された電子機器などは、木星周辺の強烈な放射線から保護するために、NANA が“金庫室”と呼ぶチタンとアルミニウム製の分厚い壁でできた特別な区画に密閉されている。木星の強烈な放射線から電子機器などを保護するための仕組みで、2011 年に打ち上げられた NASA の[木星探査機「ジュノー」](#)で初めて採用された。

エウロパ・クリッパーに搭載された科学的な観測装置は 9 つある。カメラ、レーダー、分光計、磁力計、重力測定装置などである。それらのなかでも[重要な機器](#)を、いくつか紹介しよう。

そのひとつである「エウロパ・イメージング・システム (EIS)」は、ともに 800 万画素の広角カメラと狭角カメラのふたつのカメラで構成され、エウロパの高解像度の 3D カラー画像を取得する。これによりエウロパの地質学的な活動を調べ、表面の地形の標高を測定するとともに、他の観測機器を活用するための基礎的な情報を得られる。「エウロパ紫外線分光器 (Europa-UVS)」は、望遠鏡で紫外線を集めて画像化することで、エウロパの薄い大気や氷殻の表面の化学的な組成を決定しやすくする。「エウロパ・マッピング・イメージング・分光計 (MISE)」は赤外線分光計で、氷、有機物、塩、最も暖かいホットスポットなどの分布と組成をマッピングし、内部海が生命が生存できる条件を備えているかどうかを判断しやすくする装置だ。「エウロパ・アセスメント・サウンディング・レーダー (REASON)」は氷透過レーダーで、氷殻の下に存在すると考えられている内部海や氷殻の構造・厚さなどを調べる。そして「エウロパ・クリッパー磁力計 (ECM)」は、エウロパの磁場を調べることで内部海が存在を確認し、その深さや塩分濃度、氷殻の厚さなどを測定する。これらの他にも重力測定装置などの観測機器を駆使して、エウロパ・クリッパーはエウロパがどれだけ生命が生存できる条件を備えているのかを探るわけだ。

打ち上げ後は 29 億キロメートルの旅へ

エウロパ・クリッパーは打ち上げ後、2030 年 4 月に 29 億キロメートルの旅を終えた後に木星を周回する軌道に入る。そして 31 年の春には最初のエウロパへのフライバイを実施し、精密な科学的な観測を始める計画だ。

その後、最大で 25km ほどの位置までエウロパに接近するフライバイを 50 回近く実施する予定になっている。接近する場所はフライバイごとに変わり、エウロパ全体の探査を目指す。はたしてエウロパは、どれだけ生命が生存できる条件を備えているのだろうか。エウロパ・クリッパーのミッションの成功と、その成果に期待が高まっている。(Edited by Daisuke Takimoto) ※『WIRED』による[宇宙の関連記事はこちら](#)。

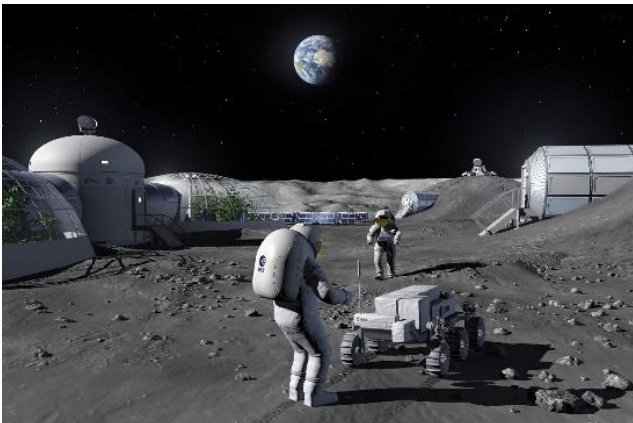
<https://forbesjapan.com/articles/detail/74357>

2024.10.16 10:00

微生物を利用する生物反応器ロボット、太陽系の植民地化の助けに



[Bruce Dorminey | Contributor](#)



月面基地での探査活動を描いた想像図（ESA - P. Carril）[全ての画像を見る](#)

微生物は、有能な生き物だ。鉱業業界では長年、金や銅の抽出過程で微生物を利用しており、世界の金や銅の約25%が微生物による効率的で環境により優しい方法で抽出されている。だが、英国の宇宙生物学者チャールズ・コッケルは、微生物が地球外でも期待できると考えている。

英エディンバラ大学の教授を務めるコッケルは、月や火星、土星と木星の氷衛星、太陽系内のさらに遠方などで、生物工学によって改変された微生物を利用して有機物を処理するアイデアを提唱している。

これが成功するかどうかを決める要因の1つは、バイオテクノロジーを利用して地球の微生物を改良し、より頑強な生物にすることだ。改良の目的は、宇宙空間自体の真空状態、温度の大幅な変動、高エネルギーの放射線などによって通常特徴づけられる地球外の極端な環境から微生物を守るためだ。このような高度な生物工学技術は、簡単に実現できるものではなく、一朝一夕に開発できるものでもない。

それでもコッケルは、文字通りロボットマシンの大群を用いて、太陽系内で得られる原材料を微生物で処理し、工業原料にすることができると構想している。ゆくゆくは、この方法で処理された工業原料は、地球から遠く離れた太陽系の辺境にスペースコロニーを建設するのに利用できるかもしれない。

このような生物工学技術を利用する見返りは、時間だ。まるで SF のような地球外の前哨基地の建設に必要な材料を作り出すために、微生物を用いた生物反応器（バイオリクター）を利用する創意工夫により、段階的な宇宙開発を数十年も短縮できるかもしれない。

オーストリアのグラーツで開かれた欧州アストロバイオロジーネットワーク連合（EANA）の2024年次会議の席上で取材に応じたコッケルは、この取り組みを地球に材料を持ち帰るための小惑星採掘だと誤解している人が多いと語った。そうではなくて、これは宇宙空間での人類の存在を支えるための元素を抽出することなのだと、コッケルは指摘する。こうしたバイオテクノロジーの地球外での利用目的として、コッケルが第一に考えているのは、月の岩石からニッケルや銅や鉄を抽出するためだ。さらに、微生物を利用すれば、希土類元素や白金族元素のような他より低濃度の元素など、玄武岩の岩塊に含まれる元素はほぼ何でも、地球上のバイオマイニングと同様のプロセスで抽出できると、コッケルは述べている。



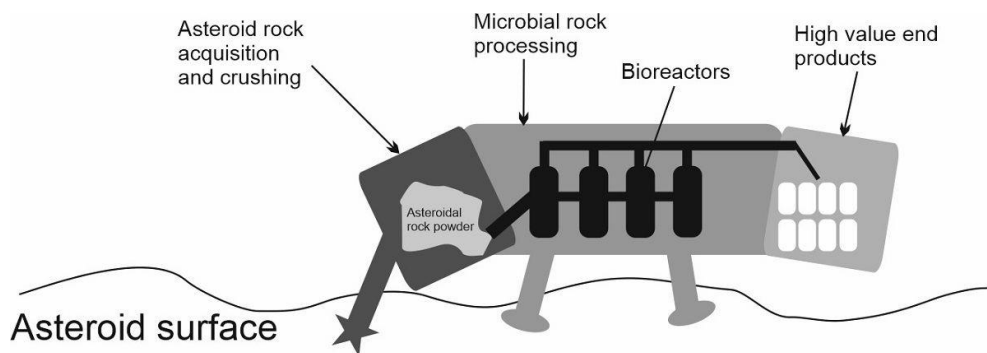
[次ページ > 宇宙開発に微生物を利用する理由と目的](#)

微生物は天然の化学工場

コッケルによると、微生物は天然の化学工場であり、何十億年もの間に、化学物質の変換を実行するように進化してきた。微生物は、炭素質小惑星の有機化合物を処理して原材料に変える助けになるかもしれない。この原材料は、プラスチックや医薬品、建築資材などの製造に適しており、外太陽系（小惑星帯より外側の領域）で利用できる可能性がある。コッケルは2021年に学術誌 Microbial Biotechnology に掲載された論文で、バイオテクノロジーで改変した微生物を利用すれば、地球から輸送しなければならない補給品の量を削減することで、ゆくゆくは人類の前哨基地が自立持続できるようになるかもしれないと記している。

小惑星を「むしゃむしゃ食べる」ロボットマシン MUNCHer（高価値製品のための炭素質小惑星の微生物利用）は、大きさがアナグマから大型トラックまで幅があると、コッケルは論文で指摘している。MUNCHer は前部にある、くちばしのような仕掛けで小惑星の原材料を砕いて取り込み、粉々にする。

ロボット自体の動力源は、原子力や太陽エネルギーになる。



生物反応器ロボット「MUNCHer」のイラスト（Cockell, Charles S. 2021, Microbial Biotechnology）

原材料を粉砕する過程で、小惑星や惑星の氷が融解されて得られる水は、生物反応器に流体を供給するために利用されると、コッケルは説明している。

MUNCHer が小惑星を歩いて移動し、岩石を砕いて取り込むと、内部や外部に搭載された生物反応器がその原料を処理し、ロボットや人類が利用できる有用な元素や化合物に変える。MUNCHer が関与するのは、原材料を完成品にすることではない。微生物によって処理された原料を工業用の前駆体材料に変換し、3D プリンターでできるように準備することだ。何万台もの MUNCHer が岩石を処理しながら、太陽系の小惑星帯から外太陽系に、そしてゆくゆくはカイパーベルトの氷天体や、はるか遠方のオールト雲の彗星にまで、ゆっくりと歩みを進めるだろうと、コッケルは話している。



(forbes.com 原文) 翻訳＝河原稔

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20241018-3047150/>

宇宙創成は「トンネル仮説」が有力か？ 宇宙の波動関数の第一原理計算から京大などが導出

掲載日 2024/10/18 17:21 著者：波留久泉

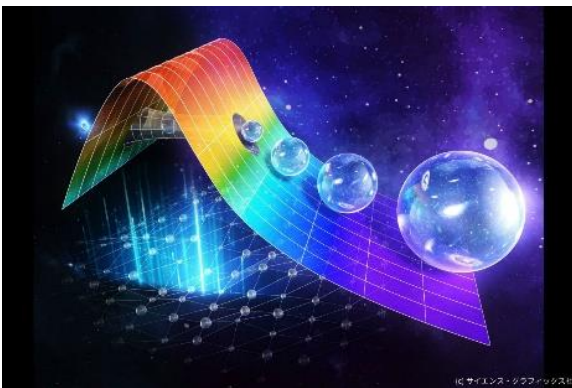
京都大学(京大)、理化学研究所(理研)、名古屋大学(名大)の3者は10月17日、現代宇宙論で有力視されている宇宙が無から量子効果によって創生されたとする考えの詳細に関する「無境界仮説」と「トンネル仮説」の2つの仮説に対し、数学的な曖昧さを解消する形で宇宙の波動関数を第一原理から計算した結果、最終的に、宇宙の波動関数は無境界仮説ではなくトンネル仮説に予言されるものになることを、一定の仮定の下で厳密に示したことを発表した。同成果は、京大 基礎物理学研究所の松井宏樹特定研究員、同・岡林一賢特定研究員、理研の本多正純 数理創造プログラム上級研究員、名大 素粒子宇宙起源研究所の寺田隆広特任助教らの共同研究チームによるもの。詳細は、[米国物理学学会が刊行する素粒子物理学や場の理論・重力などを扱う学術誌「Physical Review D」](#)

に掲載された。 現代宇宙論では、時空のない無から量子効果により宇宙が創生されたとする仮説が有力視されており、この「量子宇宙創生」を記述する代表的な枠組みとして、無境界仮説とトンネル仮説の2つが考えられている。前者は、宇宙の量子状態を記述する宇宙の波動関数が、時間を虚数にしたユークリッド型時空を経路とする量子重力の経路積分によって得られるというもので、後者は宇宙が量子力学的なトンネル効果により創生されたとするものとされている。両者のどちらが正しいのかは決着しておらず、たとえば前者は量子重力のユークリッド型経路積分では作用が正定値性を持たない点などが批判されている一方、後者も限定的な状況でしか示されておらず決め手に欠けるとして、長らく論争が繰り広げられていた。

2017年に海外の研究チームが、時間を虚数とするユークリッド型時空ではなく、時間を実数のまま扱うローレンツ型時空を境界条件とする量子重力の経路積分法を提案し、そのような問題の現代的な定式化が行われた。このローレンツ型経路積分法は、収束する可能性のある経路積分を用いて「Wheeler-DeWitt 方程式」の解に一致する波動関数を導出できるため、量子重力の厳密な経路積分法として議論されている。しかし先行研究では、経路積分を物理的解釈が明確な形に書き換える際に、考えている物理的パラメータ領域が「ストークス線」と呼ばれる領域に位置するために数学的な曖昧さが生じることで、最終的な物理的解釈にも曖昧さが残っている状況だったという。そこで研究チームは今回、宇宙の一樣等方性を仮定し、ローレンツ型経路積分法を用いて、量子宇宙論における無境界仮説とトンネル仮説を再評価することにしたとする。

今回の研究では特に、数理的な手法であるリサージェンス理論を適用することで、ローレンツ型経路積分に基づく量子宇宙の波動関数を再評価。物理的パラメータをストークス線外の領域にも拡張してローレンツ型経路積分を詳細に解析し、ストークス線に向かう極限を注意深く議論することにより、ローレンツ型経路積分における曖昧さの解消に成功したことから、無境界波動関数ではなく、トンネル波動関数が宇宙の波動関数としてより適切であることを厳密な形で示すことができたとする。また、ストークス線に由来する曖昧さが、量子重力効果の摂動展開の総和を取る際に生じる曖昧さと正確に相殺されることも解明しており、これによりリサージェンス理論が量子宇宙論においても有効であることが確認されたともしており、今回の研究からローレンツ型量子宇宙論の枠組みにおける宇宙の波動関数をリサージェンス理論を用いて一貫して導出できることが示され、宇宙の波動関数を再評価する新たな方法が提案されたと研究チームでは説明している。

なお、研究チームでは、今回の研究成果については、無境界仮説とトンネル仮説の長年の論争の解決に向けた大きな一歩となることが期待されるとしているが、今回の研究にはいくつかの課題も存在するとしている。たとえば、量子宇宙創生における波動関数の導出が、特定の仮定に依存している点を挙げており、特に今回の研究では、単純化されたミニ超空間モデル(一樣等方な宇宙)が主に扱われたが、現実的な解析を行うには、より複雑な宇宙モデルや設定においても同様の解析を行う必要があるとしている。



量子宇宙創生の図。量子トンネル効果によって、宇宙が無から創生される様子 (c) サイエンス・グラフィックス社 (出所:京大プレスリリース PDF)