

<https://jp.techcrunch.com/2020/10/15/2020-10-14-virgin-galactic-readies-first-spaceflight-from-spaceport-america-for-later-this-fall/>

Virgin Galactic が Spaceport America からの初の宇宙飛行を今秋後半に向けて準備中

2020 年 10 月 15 日 by [Darrell Etherington](#)



Virgin Galactic (ヴァージン・ギャラクティック) は、米国ニューメキシコ州にある Spaceport America (スペースポート・アメリカ) の施設から宇宙へ飛ばす最初のミッションを準備をしている。この施設は、同社がすべての商業便を提供するために使用する場所であり、ここから宇宙に到達することは非常に重要なミッションになる。今年の初めに、同社はニューメキシコからの SpaceShipTwo ロケットの試験飛行に成功したが、宇宙への旅は含まれていなかった。今回の打ち上げは、同社のテストパイロット 2 人によって、乗客用ハッチのためのいくつかの実験とともに年が明ける前に実施される予定だ。これがうまくいけば、同社は来年には有料乗客への商業サービスの提供を開始するための軌道に乗せられるだろう。乗船する民間宇宙飛行士には、新たに発表された個人が含まれる。Alan Stern (アラン・スターン) 博士は、数々の役職を歴任し、最近ではサウスウエスト研究所の宇宙科学工学部門の副社長を務めている、著名な惑星科学者だ。同博士は、NASA が資金を提供している科学ミッションで Virgin Galactic の民間宇宙船に搭乗する最初の研究者として指名された。なお今回の打ち上げは、SpaceShipTwo の商業飛行の最初とはならないようだ。スターン博士の旅は、将来的には Spaceport America からの「まだ予定されていない」サブオービタル飛行 (弾道軌道を描いて高度 100km 付近の飛行) で実現することになるだろう。その旅では、同博士がバイタルサインを常時監視する計器を身に付け、低照度カメラを使用して SpaceShipTwo のキャビン内の見晴らしのいい場所から宇宙を観察することがうまくいくか、という 2 つの必要なミッションが含まれている。画像クレジット: MARK GREENBERG/VIRGIN GALACTIC / GETTY IMAGES

[\[原文へ\]](#) (翻訳: TechCrunch Japan)

<https://jp.techcrunch.com/2020/10/15/2020-10-14-virgin-orbit-aims-for-december-for-second-attempt-at-orbital-demonstration-launch/>

Virgin Orbit が 12 月に 2 回目の軌道実証打ち上げを計画

2020 年 10 月 15 日 by [Darrell Etherington](#)



小型衛星打ち上げサービスを提供予定の Virgin Orbit (ヴァージン・オービット) は、3 月に行われた軌道上での重要な実証実験の打ち上げを、今年 12 月にやり直すことを目指している。同社は、従来の民間ジェット機を改造した中空ロケットを使って、小型衛星を低コストで打ち上げるサービスを提供することを目指している。今回の打ち上げは、うまくいけば同社にとって初の試みとなるだろう。CNBC が同社の最高経営責任者 (CEO) である Dan Hart (ダン・ハート) 氏に話を聞いたところ、12 月の目標は、テストミッションで飛ばすための新しい LauncherOne (ランチャーワン) ロケットの製造が進行中であることに基づいているスケジュールとのことだ。LauncherOne は、Virgin Orbit のキャリアクラフトにドッキングされており、その発射モデルは d747 を改

造したものだ。ジェット機で約 4 万 5000 フィート（約 13.7km）まで上昇、その地点でロケットを切り離し、分離後にロケットは自らのエンジンに点火、残りの時間は自らの力で宇宙へと飛行という工程になる。ロケットがこの高度から地球の大気圏を離れるのは、地上打ち上げに比べてはるかに簡単だ。同社は現在利用可能な打ち上げ方法と比較して、コスト面で大きなメリットを提供できるようにしたいと考えている。

3 月の打ち上げは、そのミッションに使用された LauncherOne がエンジンを始動させた直後まで順調に進んだ。しかし、安全確保のためにエンジンが停止する障害が発生。ロケットはその後無事に地球に落下したが、完全に失われてしまった。最初の軌道上での打ち上げの試みでこのようなミスは珍しいことではなく、実際にはほとんど普通のことだ。同社は、結果にかかわらず多くの素晴らしいデータを得たと説明しているので、うまくいけば次の試みが計画どおりに進むかもしれない。もしそうなれば、同社は来年の商用サービス開始に向けて軌道に乗ることになるだろう。一方で CNBC の報道によると、同社は 1 億 5000 万ドル（約 157 億円）の新規資金調達も視野に入れているとのことで、今週のウォールストリート・ジャーナル紙の報道に反響している。

画像クレジット：MARK GREENBERG/VIRGIN GALACTIC / GETTY IMAGES

[\[原文へ\]](#)（翻訳：TechCrunch Japan）

<https://soraie.info/space/20201014-blue-origin.html>

ブルーオリジン、再利用型ロケットの打ち上げ成功 月面着陸センサーのテストも

2020-10-14 [出口 隼詩](#)



Credit: Blue Origin Youtube

米民間宇宙企業ブルーオリジンは、日本時間 10 月 13 日夜、再利用型ロケット「ニューシェパード」のサブオービタル飛行試験「NS-13」を実施しました。ニューシェパードは、テキサスにある射場から打ち上げられ、高度 105Km に到達。約 7 分後にブースターは地上へ着陸しました。3 分後にはカプセル部分もパラシュートを使い着陸し、打ち上げに成功しています。今回のミッションは、同一機体による連続 7 回目の再使用飛行となりました。このミッションでは、NASA と共同で開発している月面着陸センサーなど 12 個のペイロードが搭載されました。月着陸センサーは、「Deorbit, Descent, and Landing Sensor（軌道逸脱、下降、着陸センサー）」と呼ばれ、今後の月や火星探査で使用される見込みです。

ブルーオリジンは、米物流大手 Amazon を設立したジェフ・ベゾスが立ち上げた民間宇宙企業です。今回打ち上げた「ニューシェパード」を使用し、有人宇宙旅行を提供する予定となっています。ただし、具体的な開始時期はまだ明示されていません。また、アメリカが主導する「アルテミス計画」で使用される月着陸船を開発する民間企業の一つに選定されました。Image Credit: Blue Origin Youtube Source: [Space News](#) 文／出口隼詩

<https://soraie.info/space/20201014-soyuz.html>

ソユーズ MS-17 宇宙船打ち上げ成功、3 時間 3 分後に ISS とドッキング

2020-10-14 [松村武宏](#)



国際宇宙ステーションに接近するソユーズ MS-17 宇宙船 (Credit: NASA TV)

ソユーズ宇宙船を乗せて打ち上げられるソユーズ 2.1a ロケット (Credit: NASA TV)

日本時間 10 月 14 日 14 時 45 分、宇宙船「ソユーズ MS-17」を乗せたソユーズ 2.1a ロケットがカザフスタンのバイコヌール宇宙基地から打ち上げられました。3 名の宇宙飛行士を乗せたソユーズ MS-17 は、予定通り打ち上げからおよそ 3 時間後には国際宇宙ステーション (ISS) へ無事到着しています。

ソユーズ MS-17 に搭乗していたのはロシアのセルゲイ・リジコフ (Sergey Ryzhikov) 宇宙飛行士とセルゲイ・クド-スベルチコフ (Sergey Kud-Sverchkov) 宇宙飛行士、および NASA のキャスリーン・ルビンス (Kathleen Rubins) 宇宙飛行士です。3 名は第 64 次長期滞在クルーとして ISS に約 6 か月間滞在する予定です。

有人のソユーズ宇宙船としては初となる超高速 (superfast) 方式が採用された今回の飛行では、打ち上げから 3 時間 3 分後の日本時間同日 17 時 48 分に ISS とのドッキングに成功しました。打ち上げの様子は高度約 400km を周回する ISS からも見えていて、バイコヌール宇宙基地から飛び立ったロケットを第 63 次長期滞在クルーとして ISS に滞在しているロシアのイヴァン・ヴァグナー (Ivan Vagner) 宇宙飛行士が撮影しています。

なお、第 64 次長期滞在クルーの滞在中にはスペース X の「クルー・ドラゴン」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 11 月上旬以降に実施されます。クルー 1 ミッションでは JAXA (宇宙航空研究開発機構) の野口聡一宇宙飛行士ら 4 名が ISS に向かう予定で、今回のソユーズ MS-17 で ISS に到着した 3 名と合わせた ISS の 7 名体制がスタートすることになります。

関連: [10 月 14 日打ち上げ予定のソユーズ宇宙船はわずか 3 時間で ISS に到着する](#)

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

<https://sorae.info/space/20201012-gaofen-13.html>

中国、2020 年のロケット打ち上げ累計 30 回 地球観測衛星打ち上げ成功

2020-10-12 [出口 隼詩](#)

中国の国営企業である中国航天科技集团公司 (CASC) は、現地時間 11 日、地球観測衛星高文 13 号 (Gaofen-13) を打ち上げました。打ち上げは長征 3B ロケットを使用して、西昌衛星発射センターから実施されました。CASC によると約 1 時間後に打ち上げの成功を確認したということです。



長征 3B ロケット (Credit: Spaceflight.com)

高文 13 号は、高解像度地球観測システムの一部であり、土地調査や都市計画、農業支援、災害対策など幅広い観測を行う衛星とされています。また、衛星打ち上げロケットである長征 3B ロケットには改良型のフェアリングが搭載されました。今回の打ち上げは 2020 年、中国にとって 30 回目の打ち上げとなりました。CASC によれば、2020 年は 40 回の打ち上げを計画しているということです。これにより射場の整備・改良を進めるなど年間の打ち上げ数増加への対策も行われています。

Credit: [NASASpaceflight.com](#) Source: [SPACENEWS](#) 文/出口隼詩

<https://news.livedoor.com/article/detail/19049230/>

月周回基地建設、ロシア不参加か 「米が中心的すぎる」

2020 年 10 月 13 日 16 時 36 分 [共同通信](#)

【ワシントン共同】ロシアの国営宇宙開発企業ロスコスモスのロゴジン社長は 12 日、世界の宇宙機関首脳らが参加するオンラインのシンポジウムで、米国主導で進む月周回基地ゲートウエーの建設について「大規模な参加を控える可能性が高い」と発言した。不参加の可能性をちらつかせて、米国をけん制する狙いがあるとみられる。地球と月の中継基地に当たるゲートウエーは、2024 年からの有人月面探査を目指す米アルテミス計画の一環。日本や欧州、カナダは参加の予定だが、ロゴジン氏は「米国中心的すぎる」と述べ、参加国の話し合いを尊重して基地を運用するべきだと訴えた。  KYODO

<https://www3.nhk.or.jp/news/html/20201014/k10012662301000.html>

月探査「アルテミス計画」視野に 宇宙活動の原則で国際合意

2020 年 10 月 14 日 5 時 35 分

日本が参加して月を探査する「アルテミス計画」を視野に、宇宙空間で活動する際の原則などを定めた国際的な合意の署名式が行われ、井上科学技術担当大臣は、将来の国際ルールづくりに向けた指針になることに期待を示しました。署名式は、日本時間の 14 日未明にオンラインで行われ、アメリカの呼びかけで、日本やカナダ、イギリスなど、合わせて 8 か国が参加しました。今回の合意は、日本が参加して月を探査する国際的なプロジェクト「アルテミス計画」を視野に、宇宙空間で活動する際の原則などを定めたもので、平和目的での活動や透明性の確保を求めているほか、宇宙資源の採取や利用の在り方も盛り込まれています。

内閣府によりますと、今回の合意に法的な拘束力はないものの、日本にとっては、月探査などの活動に関する初めての国際的な枠組みになるということです。署名式で、宇宙政策を担当する井上科学技術担当大臣は「この合意で定められる諸原則は 将来の宇宙活動に関する国際ルールづくりにとって、大きな指針になると期待している。国際的パートナーの皆様との協力を楽しみにしている」と述べました。

合意の背景は

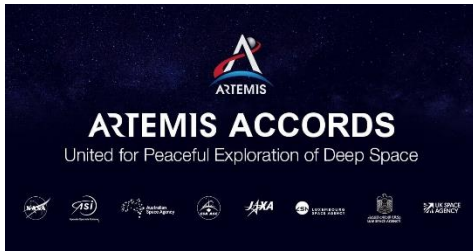
今回の合意の背景には、国際的なルールの枠組みを作ること、国や企業による月での探査や資源利用の環境を整備し、後押しするねらいがあります。月にあると予想されている水は、飲料水として利用できるほか、分解することで得られる水素も資源として活用することが期待されていて、アメリカや中国、それに日本など各国が探査計画を打ち出しています。一方で、国際的な取り決めはないため、計画を進めている国などの間でトラブルが起きることが懸念されていました。そこで、今回の合意では各国が自由に資源の採取や利用を行う権利があるとしながらも、他国の人や機器に干渉せずに安全に宇宙開発を続けることを求めています。

また、これまでの活動の痕跡を保全する項目があり、1970 年前後に行われた「アポロ計画」で残されているアメリカ人宇宙飛行士の足跡や着陸船の一部などをアメリカは歴史的な遺産として保全するねらいがあるとみられます。さらに、平和目的に実施することのほか、各国の宇宙政策や意図を共有し透明性を確保することも盛り込まれています。今回は日本やアメリカ、それにヨーロッパの国などでの合意ですが、主導したアメリカにとっては、月探査も含めて独自の宇宙開発を進める中国をけん制するねらいがあるとみられます。

<https://sorae.info/space/20201016-artemis.html>

日本を含む 8 カ国、「アルテミス合意」に署名 月面探査に向け国際協力

2020-10-16 [出口 隼詩](#)



日本を含む 8 カ国が月面探査における初の国際的な枠組みである「アルテミス合意」に署名をしました。署名式は、日本時間 10 月 12 日から 14 日の 3 日間開催されていたオンライン上の「国際宇宙会議」で行われました。日本は、井上信治宇宙政策担当相と萩生田光一文部科学相が参加。一つの国で 2 人の参加があったのは、日本だけとなります。アルテミス合意は、アメリカ、オーストラリア、カナダ、日本、ルクセンブルク、イタリア、アラブ首長国連邦(UAE)、イギリスにより署名され、「アルテミス計画」での国際協力を確認しました。この合意では今後実施される月や火星などにおける探査や活動の原則を定めました。活動の指針や緊急時の支援、スペースデブリへの対処など多岐に渡る内容が盛り込まれています。今回示された内容をまとめると次のようになります。

- ・アルテミス計画の下で行われる全ての活動は平和的な目的で行う。
- ・合意国は透明性を持ち活動を行う。
- ・緊急時の支援
- ・1970 年代に行われた「アポロ計画」の遺産を残すこと。
- ・科学データの公開や共有を行うこと。
- ・宇宙資源の採取と利用
- ・スペースデブリ（宇宙ごみ）への対処

また、日本は月周回軌道上の「ゲートウェイ」居住モジュール建設や物資供給、JAXA とトヨタ自動車が共同開発を行う月面探査用予圧ローバー「ルナクルーザー」などアルテミス計画への協力及び参加を表明しています。

Image Credit: NASA Source: [NASA](https://www.nasa.gov) 文／出口隼詩

<https://sorae.info/space/20201016-orion.html>

来年打ち上げ予定のオリオン宇宙船、ソーラーパネルの取り付けが完了

2020-10-16 [松村武宏](#)



オリオン宇宙船に取り付けられたソーラーパネルの 1 つ（エアバスのロゴが入った赤いカバーが装着されている部分）（Credit: NASA）

アルテミス 3 ミッションに使われるサービスモジュールの骨組み部分（Credit: Thales Alenia Space）

アポロ計画以来の有人月面探査実施を目指す NASA の「アルテミス」計画では、宇宙飛行士は新型宇宙船「オリオン」に乗って地球と月周辺を往復します。同計画最初の有人月面探査となるのは 2024 年実施予定の「アルテミス 3」ミッションですが、これに先立ちオリオン宇宙船および打ち上げに使われる大型ロケット「SLS（スペース・ローンチ・システム）」の無人テスト飛行にあたる「アルテミス 1」ミッションが 2021 年 11 月に、有人

テスト飛行となる「アルテミス 2」ミッションが 2022 年に実施される計画です。現在ケネディ宇宙センターではアルテミス 1 ミッションに向けたオリオン宇宙船の準備が進められています。オリオン宇宙船は主に宇宙飛行士が搭乗する「クルーモジュール（CM：Crew Module）」とエンジンやソーラーパネルを備えた「サービスモジュール（ESM：European Service Module）」から構成されていますが、10 日間の作業を経てサービスモジュールにソーラーパネルが取り付けられました。長さ 19m のソーラーパネルは打ち上げからおよそ 15 分後に展開され、地球への帰還時にクルーモジュールとサービスモジュールが切り離されるまで約 11 キロワットの電力を供給し続けます。いっぽう、欧州ではアルテミス 2 以降のミッションで使われるサービスモジュールの製造がすでに始まっています。2020 年 10 月初旬にはアルテミス 3 ミッション用のサービスモジュールの骨組みにあたる構造が、イタリアのタレス・アレーニア・スペースからドイツのブレーメンにあるエアバスの施設に輸送されました。オリオン宇宙船と SLS の打ち上げスケジュールは度重なる遅延に見舞われてきましたが、人類が再び月に立つ日は着実に近づいているようです。Image Credit: NASA Source: [ESA](#) / [NASA](#) 文／松村武宏

<https://sorae.info/space/20201016-mio.html>

水星探査機「みお」第 1 回金星スイングバイ実施 通過時の写真を公開

2020-10-16 [金木 利憲](#)

日本の水星磁気圏探査機「みお」（MMO）も結合された、日本・ヨーロッパ合同の水星探査機「ベピ・コロombo」（BepiColombo）は、2020 年 10 月 14 日、金星スイングバイを実施しました。全 2 回のうち 1 回目になります。金星への最接近日時は 10 月 15 日 12 時 58 分（日本標準時）、距離は約 1 万 720km。通過時に搭載カメラで撮った写真が ESA の web サイトで公開されました。左下の輝点が金星で、映り込んでいるのは「ベピ・コロombo」のアンテナです。



▲スイングバイ時の写真。左下の明るい点が金星。(credit: ESA/BepiColombo/MTM, CC BY-SA 3.0 IGO)

また、「みお」の公式 Twitter では最接近時の GIF 動画も公開されています。

▲水星に近づく「ベピ・コロombo」（Credit: spacecraft: ESA/ATG medialab; Mercury: NASA/JPL）

スイングバイに際しては、日本の金星探査機「あかつき」（PLANET-C）および惑星分光観測衛星「ひさき」（SPRINT-A）と連携観測も行ったとのこと。

▲ベピ・コロomboの打ち上げ。(Credit: 金木利憲/東京とびもの学会)

「ベピ・コロombo」は 2018 年 10 月 20 日（日本標準時）に打ち上げられ、2020 年 4 月 10 日に地球スイングバイを行っています。この後は 2021 年 8 月に第 2 回の金星スイングバイを実施、更に全 5 回の水星スイングバイを行い、水星到着は 2025 年になる予定です。

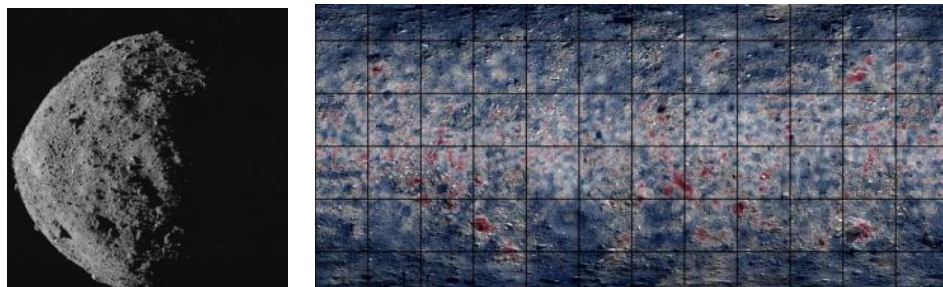
参考：https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2020/10/BepiColombo_s_first_glimpse_of_Venus

https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/BepiColombo/Journey_to_Mercury

Image Credit: ESA/BepiColombo/MTM, 金木利憲/東京とびもの学会 文／金木利憲

NASA 探査機、小惑星ベンヌのサンプル採取へ

生命の起源の手がかりが得られる可能性、地球へは 2023 年に帰還予定 2020.10.13



地球近傍小惑星ベンヌの平均直径は約 500 メートル。また、既知の小惑星の中で今後 150 年以内に地球に衝突する確率が最も高いと言われている。2018 年末からベンヌを周回して詳細な調査を行っている探査機オシリス・レックスは、小惑星の秘密を次々と明らかにしている。(PHOTOGRAPHY BY NASA/GODDARD/UNIVERSITY OF ARIZONA) [\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

赤外分光法を用いて作成したベンヌの全体地図では、有機分子や炭酸塩鉱物などの炭素含有物質を豊富に含む領域が赤で強調されている。一部の岩に見える筋は、太陽系が誕生したばかりの頃に、ベンヌの母天体に当たる小惑星の表面で水が流れていたことを示唆している。(MAP BY SIMON ET AL., SCIENCE (2020))

[\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

地球近傍小惑星「ベンヌ」は、遠くから見ると、宇宙空間に浮かぶ直径 500 メートルほどの回転するコマのようにしか見えない。しかし、10 月 20 日にベンヌの表面のサンプル採取を予定している NASA の小惑星探査機「オシリス・レックス」のおかげで、科学者たちはその表面をクローズアップで見られるようになっている。この新しい観測結果は、ベンヌの地形とその起源が、科学者が想像していた以上に豊かで複雑であることを示している。オシリス・レックスのプロジェクトチームは、このほど科学誌『サイエンス』と『サイエンス・アドバンス』に発表した 6 本の論文で、2018 年に探査機がベンヌに到着してからこれまでに収集した新たな高解像度地図データを紹介している。こうしたデータを考え合わせることで、探査機がこれまでに周回した中で最も小さな天体であるベンヌに関する新たな詳細が見えてくる。(参考記事: [「NASA 探査機、小惑星ベンヌへ往復 7 年の旅」](#)) 望遠鏡を使った観測では、小惑星の地図を描くことはできるが詳細な地形まではわからない。一方、地球に落ちてきた隕石は、科学者が直接調べることで、ごく小さなスケールで詳細なデータを得ることができるが、明らかになる情報には限界がある。「今回の測定は、こうした 2 つのスケールの観測を結びつけ、ほかの方法では見ることができなかった詳細を見せてくれます」と、米ジョンス・ホプキンス大学応用物理学研究所の惑星科学者であるアンディ・リブキン氏は語る。氏はベンヌの調査には参加していない。NASA がベンヌの表面からサンプルを採取するために 2016 年にオシリス・レックスを打ち上げたのは、この小惑星が生命の起源の手がかりを握っている可能性があるからだ。ベンヌは、地球上の生命の必須成分である炭素を含む有機分子や、水の存在下で変化した鉱物を含むことが知られている。研究者たちは、地球上の水と有機分子の少なくとも一部は小惑星に由来していると考えており、ベンヌのような天体が生命に必要な化学物質を地球にもたらしたのかもしれないと推測している。ベンヌを調べるもう 1 つの理由は、この小惑星が地球の安全保障上の脅威になっているからだ。ベンヌの軌道は地球の軌道と交差しており、2100 年代後半には約 2700 分の 1 の確率で地球と衝突する可能性があるため、慎重な研究が必要だ。

ギャラリー: NASA 探査機、小惑星ベンヌのサンプル採取へ 写真 5 点 (写真クリックでギャラリーページへ)
水の痕跡

ベンヌを構成する岩石の多くは太陽系の黎明期にできたものだが、ベンヌ自体はずっと後の動乱の中で生まれた。研究者たちは、約 10 億年前に小惑星帯で大規模な衝突が起きて直径約 100 キロメートルの天体が破壊され、

その破片からベンヌを含む、より小さな小惑星の集団が形成されたと考えている。ベンヌの母天体がまだ若かった頃には、土壌の中に水を液体の状態に保てるほどの熱があった。この水が小惑星の内部を流れた際、そこに炭酸塩鉱物がゆっくりと沈着していった。母天体が破壊されてベンヌができた後も、こうした原始的な鉱脈のいくつかはそのまま残り、それらは現在、ベンヌの表面に散らばっている岩石の中の筋として見るができる。

これまでに見つかった炭酸塩鉱脈の中で最大のものの長さは約1メートルもある。この鉱脈の幅と長さは、ベンヌの母天体には数百万年とは言わないまでも、数千年程度はかなりの熱水活動があったことを示唆している。

[次ページ：地表から岩石が飛び出す不思議な現象](#)

オシリス・レックスのプロジェクトチームのメンバーであり、今回の論文の共著者でもある NASA のゴダード宇宙飛行センターの惑星科学者ハンナ・カプラン氏は、「だからこそ、探査機を送り込んで探査を行う必要があるのです」と言う。「こうしたものを地球から見ることにはできません。このため、小惑星に近い軌道を周回する必要があります」炭酸塩鉱脈の存在は、オシリス・レックスが大量の高解像度データを収集したときに初めて明らかになった。探査機に搭載されている装置の1つは、バスケットボールコートほどの大きさのものが見える解像度で、小惑星の表面の組成を調べた。別の装置は、ベンヌの表面の色の違いを、紙1枚ほどの大きさが見える解像度でマッピングし、また別の装置は、ベンヌの表面の一部を切手サイズのものが見える高解像度で撮影した。

地表から岩石が飛び出す不思議な現象

ベンヌは多孔質の「がれきの山」のような小惑星で、私たちが地球上で感じる重力の100万分の8未満という非常に弱い重力でゆるやかにまとまっている。そのため、この小惑星の探査は不思議の国を冒険するようなものになる。オシリス・レックスは、ベンヌを周回している間に、予想外の詳細を明らかにしてきた。例えば、ベンヌの表面から岩石が飛び出す不思議な現象が観察されていて、その原因は太陽の熱にあると考えられている。また、ベンヌのアスファルト色の岩石の中に、鉱物組成から判断すると、ベスタという別の小惑星のものと分かる岩塊があることもわかっている。新しい研究からは、ベンヌの表面の岩石に強いものと弱いものの2つの種類があることが明らかになった。また、小惑星の色、保温能力、局所的な密度、および北半球と南半球の地形などに微妙な違いがあることもわかった。これらは、ベンヌが宇宙の真空の中でどのようにして形成され、風化してきたかを解明するヒントになるかもしれない。オシリス・レックスは、ベンヌの表面のほぼ全域を、炭素を含む有機分子が覆っていることも確認した。隕石から得られた証拠をもとに、科学者たちは長い間、ベンヌにはこうした分子が豊富に存在するのではないかと予想していたものの、今回それが確認されたことで、10月20日に行われるオシリス・レックスの「タッチ・アンド・ゴー」のサンプル採取の意義にますます自信をもつことができた。ギャラリー：NASA 探査機、

小惑星ベンヌのサンプル採取へ 写真5点（写真クリックでギャラリーページへ）



小惑星ベンヌからサンプルを採取しようとする、NASA のオシリス・レックス探査機の想像図。(ILLUSTRATION BY NASA/GODDARD/UNIVERSITY OF ARIZONA) [\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

あと1週間ほどで、オシリス・レックスは「ナイチンゲール」と呼ばれる小さなクレーターに着陸し、ものの数秒で、少なくとも60グラムの粒子や小石を採取する。その後、地球を目指し、2023年に帰還する予定だ。

オシリス・レックスのプロジェクトチームのメンバーで、論文共著者でもある NASA のゴダード宇宙飛行センターの上級科学者エイミー・サイモン氏は、「どの場所から採取したサンプルにも、水和鉱物と炭素を含む物質が含まれているはずですよ」と言う。小惑星の表面に着地してすぐに離陸する「タッチ・アンド・ゴー」のサンプル採取は、かなり難しいことがわかっている。オシリス・レックスは、ベンヌの表面が細かい粒子状物質で覆わ

れていることを想定して設計されているが、実際のベヌスは、小さなビルほどの大きさの岩石で覆われている。安全にその地表をめざすため、研究者は小惑星の表面を十数センチ程度の解像度でマッピングし、探査機のナビゲーションソフトウェアをアップグレードしなければならなかった。 サンプル採取に挑戦する運命の日まで、あと1週間ほどとなり、オシリス・レックスの科学者たちの興奮は高まっている。「まだ緊張はしていませんが、当日になれば、話は違うでしょうね」とサイモン氏は笑いながら言う。「すばらしい経験になることを祈っています」【この記事の写真をもっと見る】[ギャラリー：NASA 探査機、小惑星ベヌスのサンプル採取へ あと2点](#)
文＝Michael Greshko／訳＝三枝小夜子

<https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/news/20/101600607/>

宇宙飛行士になれるのはどんな人？ NASA の選考責任者に聞く

火星着陸などミッションを成し遂げるのに不可欠な宇宙飛行士の「ライトスタッフ」とは 2020.10.18



NASA の宇宙飛行士選考責任者アン・ローマー氏と前回 2017 年の選考を勝ち残った宇宙飛行士候補生。前は 1 万 8000 人以上の応募があり、写真の候補生たちは 2020 年に卒業した。(PHOTOGRAPHY BY ROBERT MARKOWITZ, NASA) [画像のクリックで拡大表示]

人類が宇宙に飛び出してから 60 年近くが経つ。ユーリ・ガガーリンが地球の大気圏を超えた最初の宇宙飛行から、国際宇宙ステーションの建設と居住に至るまで、さまざまな出来事を振り返る。

[\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

米国の航空宇宙局（NASA）で現在、宇宙飛行士の選考が進んでいる。2020 年 3 月に候補生の募集が行われると、1 万 2040 もの人が応募した。当初、20 年 9 月後半～10 月前半が一次面接の予定だったが、新型コロナによるパンデミックのため、面接は 2021 年春に延期された。「延期となりましたが、それだけ応募書類をじっくり見る時間ができました」と NASA の宇宙飛行士選考責任者アン・ローマー氏は説明する。パンデミックがなかったとしても、宇宙飛行士を選ぶのは容易なことではない。宇宙飛行士は自制心も柔軟性も兼ね備えた人物である必要がある。さらに、冒険好きでありながら、安全意識は高く、リーダーであると同時に時には指示に従うフォロワーでなくてはならない。「je ne sais quoi（フランス語で、何とも言えない何か）」、つまり「ライトスタッフ（不可欠な資質）」を持った人物が求められるのだ。現在、ローマー氏と現役の宇宙飛行士から成る選考委員会が応募者を精査し、地球上で最も排他的とも言える集団に適した特性と経験を併せ持つ候補者を最終的に 10 人前後まで絞ろうとしている。選ばれた候補者から、人類初の火星着陸という偉業を成し遂げる人物が現れる可能性もある。(参考記事：[「2018 年 3 月号 宇宙に行って眺めた地球は「天国よりも美しい」](#))

ナショナル ジオグラフィックはローマー氏にインタビューを申し込み、NASA はどのように宇宙飛行士を選んでいるのか、候補者に求めていることは何か、現在の宇宙船をどう考えているかなどを語ってもらった。以下に、ローマー氏とのインタビューを抜粋してお届けしよう。

——宇宙飛行士候補生は何人くらい選ぶ予定でしょうか？

自然減に対応できるよう、人員には余裕を持たせようと考えています。他部門に異動したり、宇宙飛行士を引退したりする人が出るためです。大ざっぱに言えば、8~12人くらいになるでしょう。どの候補も落としたいくないような場合、過去の例を見ると12人近く選ぶこともありえます。

——**選考プロセスを教えてください。**

まずは書類選考です。私たちはここで、応募者を初めて知ることになります。次に、リファレンスチェック（候補者の関係者への問い合わせ）を行って絞り込んでいきます。最終的には、120人前後に一次面接に来てもらいます。そこで、技能試験や基本的な健康診断をして、40~60人が二次面接へと進みます。

二次面接に残った候補者は1週間ほど私たちと過ごします。チームワークのテストや個人能力のテストなど、さまざまなことを行い、良い宇宙飛行士になるために必要な資質があるかどうかを評価します。

——**今回は応募条件が変わったと聞きました。具体的に何を变えたのでしょうか。また、その理由は何ですか？**

1万8000人以上の応募があった前回の募集の反省からです。前は、修士号は「あれば望ましい条件」としていましたが、今回は修士号を持っていることを必須条件としています。これは、最近の候補生を振り返ってみても、学士号のみの人物を結果として選んでいないことが分かったためです。

参考ギャラリー：人類の宇宙飛行の歴史 写真39点（画像クリックでギャラリーへ）

[次ページ：多様な宇宙飛行士志願者たち](#)

——**1万2000を超える応募書類をチェックしていて、目を引くのはどんな人でしょう？**

私たちは、ストレスの多い環境にありながら、短時間で決断を下すような状況を経験していることを重視しています。そのような仕事に直接就いていなくても、同様の経験をしたと見なせる経験はあります。例えば、南極に行ったことがある人や、自然の中でレスキュー活動に従事したことがある人などです。履歴書にチームワークやリーダーシップの経験が書かれていることも重要です。応募者の多くが自家用飛行機の操縦士の資格を持っているようです。大量の履歴書をチェックしていると、ユニークなものに目を引かれることもあります。趣味や関心について記入する欄がありますが、応募者たちは本当にいろいろなことをしていますね。マラソンを25回完走した人もいれば、スキューバダイビングの経験が300回に達している人もいます。

——**特に印象に残った趣味があれば教えてください。**

間違えば、身体に危険が及ぶような挑戦をしている人がいます。また、美術を趣味にしている人もいますし、科学的な趣味やSTEM（科学・技術・工学・数学）分野の趣味を持っている人もいます。

本当に多種多様です。選考に入る前に読んだものですが、私がお気に入りのユニークな履歴書を紹介します。学歴は「ホグワーツ魔法魔術学校」（ハリー・ポッターシリーズに登場する学校のこと）卒業で、最初の就職先はSNASA、つまりシークレットNASAというものでした。

——**人格面で宇宙飛行士に求められる特性はありますか？**

重要なのは対人スキルですね。具体的には、チームワーク、フォロワーシップ、リーダーシップ、コミュニケーション能力といったものです。理想的な状況だけでなく、ストレス下でどのように他者とコミュニケーションを取るか？私たちは本当に、高い能力を求めています。宇宙船に乗り込み、ほかの飛行士の隣に座ったとき、結局考えることは「私はこの人と一緒に飛ぶたいか？」ですからね。

月面着陸ミッションや、火星に到達するという目標を考えてみてください。極めて長期にわたるミッションでは、宇宙飛行士たちは次のようにお互いを評価することになるでしょう。「私はこの人と狭い空間に閉じ込められたとき、何も心配ないという安心感を得られるだろうか？ 私はこの人とうまくやっていくことができるだろうか？ 互いを思いやることができるだろうか？」（参考記事：[「地球から最も遠くへ行った人物は？」](#)）

——**長期間のミッションに適した特性とは何でしょうか？**

緊急事態に陥ったときなどは、責任者として命令を出し、周りから尊敬される行動をとる必要があります。一方で、管制センターの命令に必ず従わなければならないときもあります。自分のスキルセット、さらには、人格をうまく調整し、そのとき必要な準備を整える方法を知っていなければなりません。（参考記事：[「若田光一、](#)



スペース X 社の宇宙船クルードラゴン (右) が ISS にドッキングしている。7 月 1 日撮影。クルードラゴンは NASA の宇宙飛行士ダグラス・ハーリー氏とロバート・ベンケン氏を乗せて米東部時間 2020 年 5 月 30 日に打ち上げられた。米国からの有人宇宙船の打ち上げは 2011 年以来。両氏は 63 日間の ISS 滞在中、NASA の宇宙飛行士クリストファー・キャンディ氏およびロシアの宇宙飛行士アナトーリ・イワニシン氏とイワン・ワグナー氏とともに、仕事上の飛行士や地球の写真を数多く撮影した。(PHOTOGRAPH BY CHRIS CASSIDY)

[\[画像のクリックで別ページへ\]](#) [次ページ: 宇宙船の多様化が門戸を広げる理由](#)

——次の宇宙飛行士候補生を選ぶとき、実際にミッションに携わった人たちから、こんな人材が欲しいという指摘はあったりするのでしょうか？

ある程度はあります。一例がパイロットでしょう。ミッションが終わって、スペースシャトルが使われなくなりましたので、宇宙飛行士たちは今も T-38 ジェット機を使って訓練しています。そのため、パイロットの経験がある人が欲しいという要望は強くあります。

——科学、工学分野で特定分野の経歴を求めることはありますか？

惑星ミッションや地上ミッションが復活すればあり得るでしょう。事実、アポロ時代には、地質学者を月面に送り込みたいと考えられていました。可能性は常にあると思います。

——宇宙船の種類が増えました。皆が同じタイプの宇宙船で飛んでいた時代と、現在は異なる人材を選ぶようになったのでしょうか？

身体的な基準で言えば、以前より少し選択肢が広がりました。もしソユーズ (ロシアの宇宙船) だけで飛び続けていたら、身長と体重には厳格な制限があります。身長が高すぎると、誤って押すべきでないボタンを体で押してしまうことがあるため、ソユーズでは骨盤から膝までの長さが一定内である必要がありました。宇宙船の種類が増えた今は、体のサイズという点でも、多くの人に宇宙飛行士の門戸が開かれたと言えます。(参考記事: [「ツメのけがに苦しむ宇宙飛行士」](#))

——身体的な制限ですか。考えたことすらありませんでした。

そうですね。おそらくソユーズは制約の多さでは一番の宇宙船です。ソユーズの中を見たことがないかもしれませんが、私は 100 万ドル (約 1 億円) もらっても乗りたくありません (笑)。

——スペース X 社のドラゴンも有人飛行が始まりました。こちらはどうですか？

ソユーズに比べると、本当に広々としていますね。それでも、私は軽度の閉所恐怖症なので、宇宙より地上にいたいです。何しろ、好きなときに窓を開けられますし、外出もできます。私は地球にいるほうを選びます。

——現在、候補者の選考中ですが、今後選ばれた人の中から人類初の火星着陸をする人が登場すると思いますか？ それとも、現役の宇宙飛行士が火星に行くのでしょうか？

どちらも可能性があると思います。2024 年までに月面に着陸することは目標の一つですから、その役割は現役の宇宙飛行士が担うことになるでしょう。でも、人類初の火星着陸は、前回選出された候補生かこれから選ばれる宇宙飛行士に任せたいと考えていると思います。 文=NADIA DRAKE/訳=米井香織

太陽を遠くの恒星として扱う解析手法で、太陽に関するさまざまな謎が判明

2020/10/12 12:31 著者：波留久泉

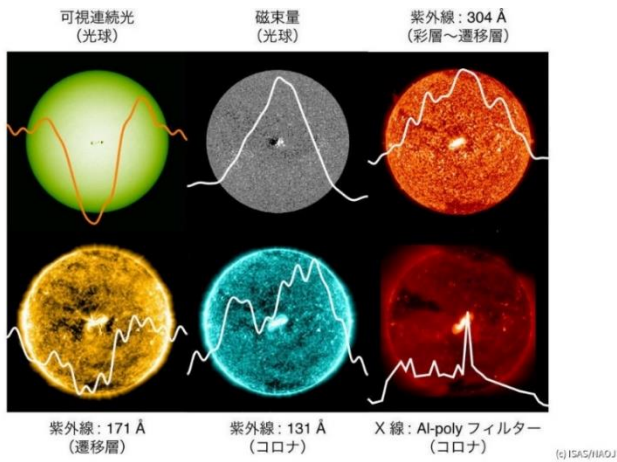
宇宙航空研究開発機構(JAXA)と国立天文台は 10 月 8 日、太陽観測衛星「ひので」や、NASA の「ソーラー・ダイナミクス・オブザーバトリー(SDO)」などが 10 年以上かけて取得した観測データを基に、「太陽を遠くにある恒星として扱う」解析を行ったと発表した。そして、黒点が太陽面上をトランジット(通過)する際に、彩層に感度を持つ紫外線の強度が光球の磁束量と高い相関を示すこと、光球とコロナそれぞれのライトカーブでは減光・増光のタイミングに差があり、その時間差はコロナループの空間的な広がりに対応すること、遷移層温度に対応するライトカーブは黒点によるプラズマ加熱の影響で減光する場合があることなどを明らかにしたことも併せて発表された。同成果は、JAXA 宇宙科学研究所の鳥海森博士が率いる国際共同研究チームによるもの。[詳細は、米天文学専門誌「The Astronomical Journal」に掲載された。](#)

太陽フレアは地球周辺の宇宙空間で磁気嵐を引き起こし、人工衛星や高高度を飛ぶ航空機の運用に影響を及ぼし、さらには GPS の誤差を広げるなど、宇宙天気災害の一因として知られる。これまでの研究から、フレアは黒点上空のコロナに蓄積された磁気エネルギーが突発的に解放される現象と考えられている。フレアは太陽に限った話ではなく、すべての恒星に共通した現象だ。しかも、太陽と類似した恒星において、太陽のものを遙かに上回る巨大な「スーパーフレア」も観測されている。このように規模の違いはあれ、我々の太陽とそのほかの恒星は、黒点やフレアも含め、共通の磁気活動があることがわかっている。つまり、太陽の詳しい調査とほかの恒星の観測によって、太陽・恒星における普遍的な磁気活動現象の理解が進むと考えられているのである。恒星で普遍的な磁気活動現象の解明には、太陽で得られる詳細なデータをほかの恒星にも適用したり、ほかの恒星のデータを太陽のデータで解釈したりする方法を獲得することが重要だ。しかし、空間分解能が高いとされる宇宙望遠鏡でも、現在の性能では、恒星を空間分解して観測することは困難だ。従って、恒星全体から届く光だけを頼りに、黒点の構造や変化を探る研究が続けられている。国際研究チームは今回、太陽の自転に伴って黒点が太陽面上をトランジットする際に、さまざまな波長帯で太陽全体から届く光の明るさがどのように変化するかを調査を行った。遠方の恒星は点光源となるが、今回の研究では太陽を点光源として扱うことで、ほかの恒星にも適用できる情報を導こうという考えである。今回の研究では、「ひので」(2006 年に打ち上げられて現在も稼働中)と SDO(2010 年に打ち上げられて現在も稼働中)を中心に、合計 4 機の太陽観測衛星が取得した可視光から X 線に渡るデータの解析が行われた。研究チームは過去 10 年以上に及ぶ膨大な観測データから、太陽面上を孤立した単独の黒点がトランジットした期間を選び、黒点トランジットに伴う各波長帯のライトカーブとその要因を分析。そして、黒点が太陽面上をトランジットする際に、太陽全体から放射されるさまざまな波長の光が、個別の黒点や磁場構造によってどのように形成されるのか、またはそれらがどのように時間変化するのか(ライトカーブ)を明らかにしたという。結果いくつかのことが判明したが、主だったものが以下の 3 点だ。

彩層に感度を持つ紫外線の強度が、光球の磁束量と高い相関を示すこと

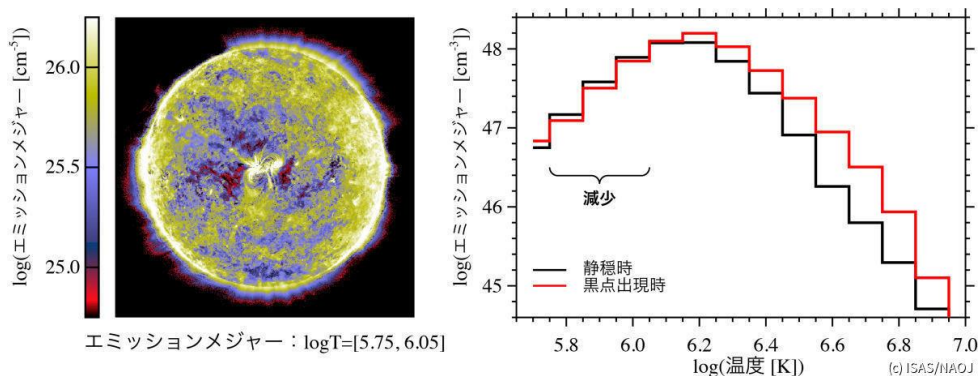
光球とコロナそれぞれのライトカーブでは増光・減光のタイミングに差があり、その時間差はコロナループの空間的な広がりに対応すること

遷移層温度に対応するライトカーブは、黒点によるプラズマ加熱の影響で減光する場合があること



6種類の波長帯における太陽の明るさなどの変化 (c) ISAS/NAOJ (出所:国立天文台「ひので」Web サイト)

紫外線のライトカーブでは、彩層から遷移層の 304 Å と、コロナの 131 Å では、黒点が通過するときに増光があったが遷移層に感度を持つ紫外線 171 Å のライトカーブでは、減光する場合があることが確認された。この理由を調べるため、研究チームが実施したのが、各温度帯でのプラズマのエミッションメジャー(放射量度)の測定だ。その結果、遷移層に対応する、温度が 60 万度から 80 万度付近のプラズマは、黒点を取り囲む広大な領域(面積で太陽面の約 4 割)でエミッションメジャーが減少していることが判明した。



エミッションメジャー解析の結果。(左)遷移層温度(60 万から 80 万度付近)のエミッションメジャーについて太陽面上の分布を示した画像。太陽面中心の黒点上空では遷移層温度のエミッションメジャーが増加する(黄・白)が、周囲の広い領域ではエミッションメジャーが減少している(青・赤)。(右)太陽面全体で合計したエミッションメジャー。遷移層温度(60 万から 80 万度付近)のエミッションメジャーは減少し、100 万度以上のコロナ温度におけるエミッションメジャーは大幅に増加している。(c) ISAS/NAOJ (出所:国立天文台「ひので」Web サイト)

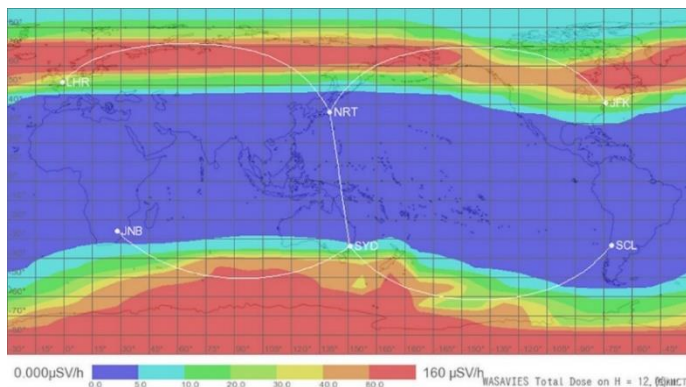
また、黒点のない静穏時と比べて、黒点出現時には遷移層温度のエミッションメジャーが減少し、コロナ温度(100 万度以上)のエミッションメジャーは増加していることも確認された。これらのデータから、黒点が存在すると、その周囲の広い領域でプラズマが加熱されることがわかる。そのため、遷移層に感度のある紫外線では、ライトカーブが減光しているのだという。さらに研究チームは、彩層に感度を持つ紫外線のライトカーブと光球の磁束量のカーブがよい相関を示すことや、光球とコロナのライトカーブでは増光・減光のタイミングに差があり、その時間差はコロナループの空間的な広がりに対応することなども発見したという。これらの結果は、空間分解が困難な遠方の恒星観測であっても、複数の波長でライトカーブを測定することで、黒点の構造や磁場についての情報を得られる可能性があることを示しているとする。従来の観測装置では、可視光以外で恒星の黒点を観測することは困難とされてきた。しかし、現在開発が進められている、米国の「ESCAPE」や日本の研究機関も装置を提供するロシア・スペインの「WSO-UV」などの紫外線宇宙望遠鏡を使えば、遠方にある恒星の黒点を紫外線でもモニター観測できる可能性があるという。また、今回の研究を発展させることで、太陽や恒星の研究だけでなく、系外惑星の研究分野にも貢献できるとした。系外惑星の検出にも現在では主にトランジット法が用いられているため、恒星の表面を通過する黒点なのか、手前を横切る惑星なのか、実は判別が付きにくいという。どち

<https://news.mynavi.jp/article/20201012-1402301/>

2020/10/12 11:26 著者：波留久泉

[illegible]

例としては、1989 年 3 月に発生した太陽フレアでなどが知られる。このときは、カナダ・ケベック州において約 10 時間にわたる大規模な停電となり、経済的に大きな損失も発生した。また、2003 年 10～11 月には大規模な磁気嵐が発生。日本の科学衛星を含む宇宙機の約 59%が影響を受け、24%のミッションが安全策を取るようになった。宇宙天気による災害は希とはえ、一度発生すると広範囲で大規模な影響を人類社会に与えるのが特徴だ。しかし、どれくらいの規模の現象がどのくらいの頻度で発生するかなど、社会への定量的な影響についての議論は現状では十分でないという。宇宙天気予報の警報を発信したとしても、宇宙天気災害に対する備えをどうすべきかについての指針がないため、その結果として社会において過剰に心配されてしまうか、あるいはその逆で無関心に陥ってしまっていたのである。特に日本の場合は、太陽活動の影響を受けやすい高緯度から離れているため、宇宙天気の影響を過小に評価してきた傾向があるという。



太陽放射線被ばく警報システム(WASAVIES)で計算された、大規模フレア時の宇宙放射線による被ばく線量分布。白線は航空路。日本はほぼ最も少ない紫色の $5 \mu\text{SV/h}$ の範囲内に入っている (出所:NICT Web サイト)

しかし今後は、自動運転やドローン物流などが実用化されてくると、太陽フレアや CME の影響を受けてしまう危険性が上がってくる。宇宙天気災害で衛星測位や通信などが機能しなくなった結果、誤作動を起こして事故につながってしまうような事態は、適切な対策を採って避ける必要がある。また、これから通信サービスなどに多数の小型衛星を利用するケースも増えてくることから、それらも対策を講じておかなければならない。

そうした中、2015 年度から始まったのが科学研究費補助金の PSTEP だ。2019 年度までの 5 年間にわたって活動が行われた。執筆編集委員会は前述した国内の研究者で編成されており、現在得られている知見を駆使し、今後、どの程度の宇宙天気現象が発生し得るか、その際に、どのような社会影響が発生し得るかについての検討が重ねられた。

分野	影響と被害	障害を起こし得る宇宙天気現象	発生頻度と影響				
			発生頻度と影響				
			日常～ 複数回/年	1回/1年	1回/10年	1回/100年	1回/1000年
電力	停電 (送電線の過電流)	地磁気誘導電流 (GIC)					
衛星運用	宇宙機 (表面帯電)	高エネルギー電子					
通信・放送	短波 (HF) 通信・放送 の障害	電離圏嵐 (負相嵐)					
		デリンジャー現象					
		極冠吸収 (PCA)					
		プラズマバブル					
	超短波 (VHF) 通信・ 放送の障害	スプラディックE層					
測位利用	測位精度の劣化	電離圏正相嵐					
		プラズマバブル					
		電離圏シンチレーション					
航空運用	通信障害 (地上航法援助用放送 を含む)	デリンジャー現象					
		極冠吸収 (PCA)					
		プラズマバブル					
		スプラディックE層					
	測位精度の劣化	電離圏正相嵐					
		プラズマバブル					
		電離圏シンチレーション					
	航空乗務員の被ばく	太陽高エネルギー粒子 (SEP)					
有人 宇宙活動	宇宙飛行士の被ばく	太陽高エネルギー粒子 (SEP)					
地上生活	地上での被ばく	太陽高エネルギー粒子 (SEP)					

各分野における宇宙天気の影響と頻度一覧表 (出所:NICT Web サイト)

なお、これまで、一部の分野で宇宙天気現象の影響を検討してきた例はあるが、日本において宇宙天気現象の社会影響を網羅的に検討して評価したのは今回が初めてだという。また、PSTEP ではこれまでの知見だけでなく、同活動で新たに得られた知見も含まれている。例えば、日本は中緯度に位置する島国ということもあり、地磁気

活動が誘導する地電流が電力網に与える影響などは従来無視されてきた。しかし PSTEP の研究の中で、その認識を再検討すべき結果も示されているとした。また、2017 年 9 月に大規模な太陽フレアが発生した際には、宇宙放射線による地上での影響が懸念される問い合わせが多くあったそうだが、今回の評価によれば、地上における健康への影響はほぼないという結果になったという。これらの情報を基に、各事業者が適切な対応策を取ることで、災害レベルの宇宙天気現象に対して、正しい知識が普及し、社会的な強靱性が増すと考えられるとしている。ちなみに NICT は、2016 年に宇宙天気の情報を提供する研究者とユーザーによる「宇宙天気ユーザー協議会」を設立。データの適切な利用について検討が行われてきたが、2020 年 10 月 13 日(火)にオンラインにて協議会を実施して今回の「科学提言のための宇宙天気現象の社会への影響評価」についての報告を行うとしている。今回の報告書を基に、今後、宇宙天気情報のユーザーとのコミュニケーションを図り、ユーザーサイドの具体的な対応策の検討まで進めることで、最先端の研究成果を社会活動に取り入れる好例としたいと考えているとした。

<https://news.mynavi.jp/article/20201016-1419075/>

打倒スペース X！ ロシアの新型再使用ロケット「アムール」の挑戦

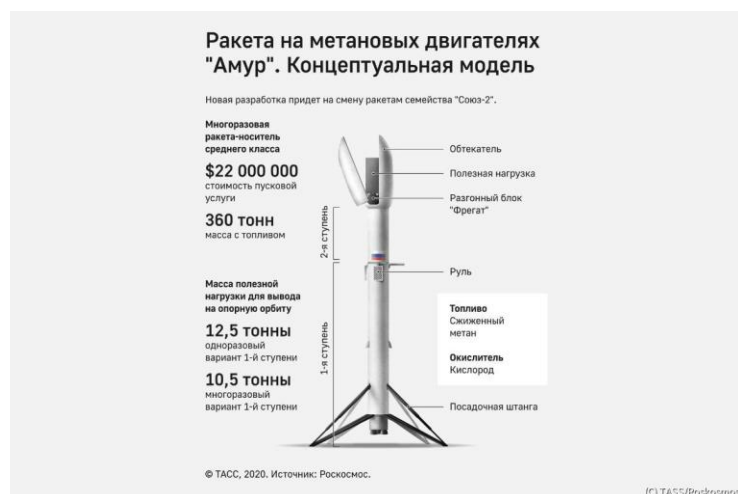
2020/10/16 15:32 著者：鳥嶋真也 目次 [1 目指すは“カラシニコフのようなロケット”、アムールのすべて](#)

[2 アムールはスペース X に勝てるのか？ 山積する課題と、マスク氏からのエール](#)

[アムール・ロケット](#)

ロシア国営宇宙企業「ロスコスモス」は 2020 年 10 月 5 日、再使用ができる新型ロケット「アムール」を開発すると発表した。初打ち上げは 2026 年の予定だという。近代化と、再使用による打ち上げコストの低減により、旧式化しつつある現在の主力ロケット「ソユーズ 2」を代替するとともに、同じく再使用で商業打ち上げ市場を席巻する米スペース X の「ファルコン 9」ロケットに対抗する狙いがある。

しかし、アムールが実現するかどうか、そして市場のシェアを取り戻せるかどうかをめぐっては、課題が山積している。



アムールの想像図 (C) TASS/Roskosmos

スペース X のファルコン 9 ロケットの第 1 段機体が着陸する様子。アムールの第 1 段機体もこのようにして着陸し、そして再使用される予定 (C) SpaceX

アムール・ロケット

アムール(Amur)は、ロスコスモスと、その子会社で現在ソユーズ・ロケットなどを製造している RKTs プログレス(プラグリエース)が開発する新型ロケットである。アムールとは、モンゴルからロシア、中国の国境を流れる大河のアムール川に由来する。

アムールの全長は 55m、直径は 4.1m の 2 段式。オプションで、現在ソユーズ 2 の上段にも使っている「フレガ

ート」上段を3段目に搭載することもできる。また、米スペースXの「ファルコン9」ロケットのように、第1段機体は垂直に着陸し、再使用することが可能で、これにより打ち上げコストの低減を図っている。このため第1段機体には、格子状のグリッド・フィンと着陸脚を装備している。打ち上げ場所は極東のアムール州に位置するヴォストークヌィ宇宙基地が予定されている。

打ち上げ能力は、地球低軌道に使い捨て型で12.5t、第1段を再使用する場合は10.5t。また3段目にフレグート上段を搭載した場合、太陽同期軌道に6t、静止トランスファー軌道に2.5tとされる。フェアリングは直径5.1mで、複数の衛星を同時に打ち上げられるアダプターも装備できるという。打ち上げサービスの価格は2200万ドルを目指すという。価格をルーブルではなくドルで示しているところに、スペースXを意識していること、そして同社に独占されている商業打ち上げ市場に参入できる、競争力のあるロケットにしようとしているという意図が見て取れる。ロケットの1段目には、推力980kN級のRD-0169Aエンジンを5基搭載。2段目にはRD-0169の真空型であるRD-0169Vを1基搭載する。ロシアのロケットで、1段目と2段目で同じ型のエンジンを使うのはこれが初となる。RD-0169は、燃料に液化天然ガス(メタン)、酸化剤に液体酸素を使う。現行のソユーズ2やファルコン9が燃料としているケロシンと比べ、液化天然ガスは安価で経済性に優れ、さすがでないため再使用性にも優れている。さらにエンジンの冷却効率や比推力が高くてできるという特徴もある。一方で密度は低いため、タンクが大きくなりがちではあるものの、超低温に冷却することで問題ないレベルに抑えることができる。

また、アムール州ではロシア国有ガス会社のガスプロムによる天然ガス事業が盛んで、ヴォストークヌィ宇宙基地からわずか50kmのところには、ガスプロムのガス処理施設があり、そこからパイプラインも出ていることから、燃料の生産、供給、貯蔵もしやすいという。

第1段機体は少なくとも10回の飛行が可能で、将来的には第1段機体は約100回の飛行を可能にしたいという。なお、第1段エンジンは1回の打ち上げあたり、打ち上げ時、降下時、そして着陸時の3回の着火が必要なことから、RD-0169は約300回の再着火能力をもつように設計しているという。また、実際のエンジンを使って300回もの再着火を試験したり、その信頼性を検証したりすることは難しいため、デジタル・シミュレーションや数学的モデリング手法を取り入れ、品質と信頼性を評価、保証するとしている。

エンジンの開発、製造は名門エンジン・メーカーのKBKhAが担当する。同社は2002年からRD-0162と呼ばれるメタン・エンジンの開発を続けており、より大型のRD-0164エンジンの開発構想もあったが、資金難や搭載するロケットの開発中止などにより頓挫。計画を仕切り直し、RD-0162をもとにRD-0169を開発する。

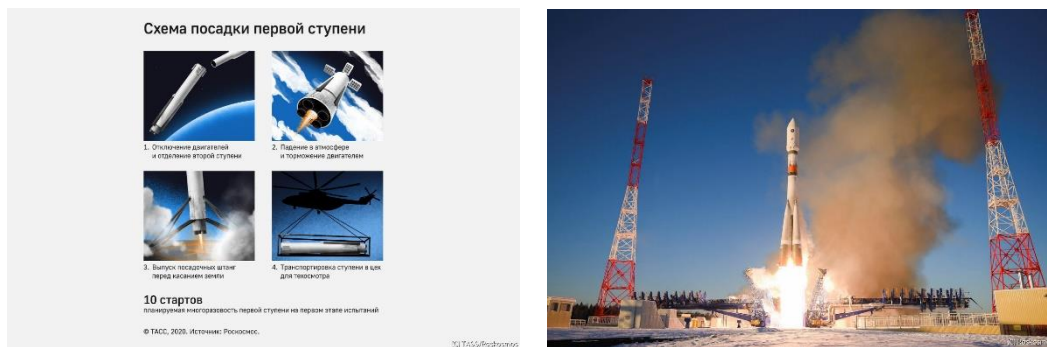
さらに、機体そのものも簡素化され、ソユーズ2と比べ部品数は半分以下になるとしている。これは燃料の液化天然ガスと、酸化剤の液体酸素の温度がほぼ同じで、タンクの設計を簡素化できることが大きいという。これにより製造コストが安くなり、また信頼性も向上し、打ち上げ成功率99%を狙えるとしている。ロスコスモスは「たとえるならロケット版のカラシニコフ(AK-47)になる」と豪語する。

また、打ち上げの自動化、無人化も目指すとし、人的要因によるミスの排除や、人件費の削減を図るとしている。第1段機体の着陸場所は、ハバロフスク地方のオホーツク海に近い場所など、複数箇所が候補にあがっている。着陸後は、鉄道や大型ヘリコプターのMi-26を使って発射施設まで輸送するという。

ちなみに、スペースXのファルコン9ロケットの第1段機体は、陸地のほか、海に浮かべたドローン船にも着陸するが、オホーツク海の気象条件はドローン船を安定して運用するのに不向きであることから、現時点では船に着陸させることは考えていないという。ただ、天候に強い特殊な船を建造するなどの解決策はあるとしており、可能性のひとつとして検討は行うとしている。なお、第2段機体の回収や再使用については考えていないという。理由としては、翼やパラシュートなどの回収のための装置を搭載したり、エンジンを再度燃焼させるための追加の推進剤を搭載したりすると打ち上げ能力が落ちること、また1段目に比べ、2段目や3段目ではその影響の度合いがはるかに大きくなるのが理由だとしている。ちなみにスペースXも、一時期はファルコン9の第2段機体の回収、再使用構想を打ち出していたが、同様の理由で中止されている。

初打ち上げは2026年の予定で、開発費は700億ルーブルを予定しているという。また、将来的に第1段を大型

化するなどし、大型ロケットに発展させる構想もあるという。実現すれば地球低軌道に 17t 以上の打ち上げ能力をもつとしている。さらに、この機体を複数束ねたり、ブースターとして使用したりする超大型ロケットへの発展や、機体に展開式の翼をつけ、滑走路に着陸して回収できるようにする構想もあるという。



アムールの第 1 段機体の着陸や回収の様子を示した想像図 (C) TASS/Roskosmos

ロシアの現在の主力ロケット「ソユーズ 2」。エンジンや搭載機器などは近代化されているものの、その基本的な設計は 70 年ほど前にまでさかのぼる (C) Roskosmos

目次（ページ内）[ソユーズ 2 を超えて、ファルコン 9 に追いつけ](#) [アムールをめぐる課題](#)

[敵に味方あり味方に敵あり](#)

ソユーズ 2 を超えて、ファルコン 9 に追いつけ

ロシアがアムールを開発する背景には、旧式化している現在の主力ロケット、ソユーズ 2 を代替すること、そしてスペース X のファルコン 9 ロケットなど、新世代の安価なロケットに対抗するという狙いがある。

現在のロシアの主力中型ロケットであるソユーズ 2 は、2004 年にデビューしたロケットであり、エンジンや搭載機器は改良されているが、その基本的な設計は 70 年ほど前にまでさかのぼる。実績がある一方で、運用の効率や性能向上の余地などの面で時代遅れになりつつある。

また 1990 年代には、ソユーズなどのいわゆる“枯れた技術”による高い信頼性と安い打ち上げ価格で、世界の商業打ち上げ市場を席巻したが、近年では打ち上げ失敗が頻発し、信頼性が低下。一方で、ロシアのロケットより高い信頼性をもちながら、第 1 段機体を再使用することで打ち上げコストを大幅に低減させたファルコン 9 が登場したことで、力関係は完全に逆転している。

アムールとソユーズ 2 を比べた場合、推進剤に液化天然ガスを使うことや、第 1 段機体を再使用できることで、経済性は圧倒的に高い。設計も近代化することで、信頼性の向上が図れる。また、ソユーズ 2 は地球低軌道に約 8.5t の打ち上げ能力をもつが、アムールは再使用する場合でも 10.5t であるため、打ち上げ能力も向上する。

一方でファルコン 9 とは、第 1 段機体を再使用することで低コスト化を図るという点で同じであり、また、エンジンを逆噴射しながら着陸する点や、グリッド・フィンを装備している点など、再使用のための仕組みや技術も非常によく似ている。フェアリングの大きさもファルコン 9 とほぼ同じであり、近年トレンドとなっている複数の衛星を同時に打ち上げられる能力もあるなど、ファルコン 9 に大いに影響を受け、そして意識したロケットであることは間違いない。打ち上げ能力に関しては、ファルコン 9 の半分以下、打ち上げ価格は約 3 分の 1 となっている。この点は、ファルコン 9 ではやや持て余すような、中型～小型の地球観測衛星や静止衛星の打ち上げといった、あえて異なる市場を狙いにしているものとみられる。また、燃料に液化天然ガス(メタン)を使用するのは、ファルコン 9 にはない特徴である。ファルコン 9 は燃料にケロシンを使うが、前述のように、メタンはケロシンと比べ安価で経済性に優れ、すすがでないため再使用性にも優れるなどの特徴がある。

アムールをめぐる課題

ただ、アムールの開発をめぐるっては問題が山積しており、ロシアの次世代ロケットとして活躍できるのか、そしてファルコン 9 など新世代のロケットに対抗できるのかについては、あまり見通しは明るくない。

ひとつは、ロシアとしての商業打ち上げ市場に対する態度である。ロスコスモスのドミートリィ・ロゴージン総

裁は、ロシアが商業打ち上げ市場でシェアを奪還することに対して、たびたび否定的な見解を示している。たとえば2018年4月、タス通信のインタビューでは、「ロケット打ち上げ市場の規模は、宇宙市場全体のたった4%に過ぎない。スペースXや中国などに対抗するための努力を払う価値はなく、シェアを奪還しようとは考えていない」と述べている。しかし、ロケットの運用の安定化や信頼性の向上を図り、ロケット産業を維持し、そしてロシアの宇宙へのアクセスの自律性を維持するためには、国内の衛星を打ち上げるだけでなく、国際的な市場から打ち上げサービスを受注して打ち上げ回数を稼ぐことが重要である。そもそも、衛星の輸出や衛星を使ったサービスなどといった他の市場においても、ロシアは欧米の後塵を拝している。商業打ち上げ市場よりさらにニッチな有人宇宙船の分野でも、ロシアはこれまで独占状態だったが、スペースXやボーイングなども独自の有人宇宙船の開発を進めていることから、独占が崩れつつある。こうした状況で、商業打ち上げ市場も完全に手放すというのは、完全な悪手であろう。もうひとつの問題は、ライバルのさらなる飛躍である。アムールが初打ち上げを行う予定の2026年には、ファルコン9はいま以上に打ち上げ数を重ね、信頼性を積み重ねることになる。さらに、同社の次世代ロケット「スターシップ」は、燃料にメタンを使い、打ち上げコストも200万ドルという破格なものになるとされる。また、米国の別の民間企業ブルー・オリジンが開発している「BE-4」エンジンも液化天然ガスを使っており、同社の大型ロケット「ニュー・グレン」や、ユナイテッド・ローンチ・アライアンス(ULA)の「ヴァルカン」ロケットに搭載され、2021年から打ち上げが始まる予定となっている。アムールが登場する2026年には、これらのロケットも何機も打ち上がり、一定の信頼性を確立している可能性が高い。さらに欧州や日本でも、次々世代のロケットはメタンを使った再使用型になることが見込まれている。そのため、アムールがこうした先発優位を切り崩せるような、なんらかの優位性や付加価値を発揮できない限りは、これらのロケットがひしめく市場に参入し、シェアを奪還することは難しいだろう。



米国ブルー・オリジンが開発している「ニュー・グレン」ロケット。燃料にメタンを使用し、ファルコン9やアムールなどと同じく第1段機体を着陸させ、再使用することができる (C) Blue Origin

ロシアが開発中の「ソユーズ5/イルティッシュ」ロケット。現行機よりは新しくなるが、使用しているエンジンなどは1980~90年代から続く設計であり、再使用もできない (C) Roskosmos

そして最後の問題として、ロシアでは現在、複数の新型ロケットの開発が進んでおり、そのなかでアムールの優先順位がどうなるか、そもそも実際に開発が進むかが不透明ということがある。たとえばアムールを開発するRKTs プログレスでは、新しい大型ロケット「ソユーズ5/イルティッシュ」の開発が進んでおり、中型ロケット「ソユーズ6」の検討も進んでいる。とくにソユーズ6は、アムールとほぼ同じ打ち上げ能力をもつ予定であり、またエンジンや再使用技術などに新規開発要素の多いアムールに比べ、ソユーズ6はRD-180エンジンを使うなど、すでに存在する技術を組み合わせることで造られることから、技術的なリスクは低く、実現性は高い。

さらに、RKTs プログレスと同じロスコスモスの子会社で、ライバルとなるGKNPTs フルーニチェフでは、1990年代から「アンガラー」という新型ロケットの開発を続けている。アンガラーはコア機体の装着基数を変えることで、小型、中型、大型、超大型ロケットに変幻自在であり、このうち中型版はアムールと競合する。ソユーズ5、6と同様、再使用はできないものの、すでに2014年に試験飛行を行うなど、実機が存在していることから、やはり技術的なリスクは低く、次世代機として確実性が高い。まだロケットや発射施設の影も形もないアムールより一日の長がある。

ソユーズ 6 もアンガラーも再使用はできないものの、ソユーズやプロトンといった現行機よりはコストが下がると期待されている。そのため、ロスコスモスがこういった観点や判断基準で、どのロケットの開発を優先するかによって、アムールの実現時期が大きく遅れたり、あるいは計画が頓挫したりする可能性がある。

またそもそも、これまでロシアの新型ロケット開発は、ソ連解体後の技術力の低下や、企業同士の足の引っ張り合いもあって、平穩無事に進んだためしがない。歴史が繰り返されるならば、アムールはおろか、ソユーズ 5、6 といったロケットすらも造れずに、当面旧式のソユーズ 2 などを使い続けることになる可能性も考えられる。

敵に味方あり味方に敵あり

以上のことから、アムールがロケットとして成功するには、まずロシアとして商業打ち上げ市場のシェアを奪還するという、明確で統一した目的意識をもつことが必要となろう。それはひいては、ロシアが宇宙へのアクセスの自律性を維持し続けることにもつながる。また、ソユーズ 6 もアンガラーも、技術的にはやや古く、再使用もできないことから、その目的を達成するには、アムールのような再使用ロケットの開発に大きく投資し、2020 年代中に実用化させることが最低限の必要条件となろう。そして、その後のことも考えるなら、スペース X のような開発や意思決定のスピード感を取り入れることも重要であろう。つまり、単にロケットの再使用や、その方法、装備だけを真似るのではなく、ロシアの宇宙産業にはびこる悪しき伝統や習慣を断ち切り、スペース X のような、いわゆる「ニュースペース(NewSpace)」の良い部分を取り込むような覚悟が必要であろう。

皮肉なことに、スペース X のイーロン・マスク CEO は Twitter を通じて、アムール開発のニュースに触れ、「これは正しい方向への第一歩だ」と評価するなど、エールを送っている。もっともそのうえで、「2026 年に初飛行は遅い」とし、また第 1 段機体の再使用だけでなく「完全な再使用を目指すべき」とも指摘し、そしてアムールの大型化構想にも触れ、「より大きなロケットは、スケール・メリットのためにも意味がある。質量あたりのコストを最小化することが重要だ」とも語っている。これは自身が、完全再使用型の巨大ロケットであるスターシップを開発していることを念頭に置いたものである。ロゴージン総裁は、同じ宇宙企業のトップという立場であるためか、かねてよりマスク氏を強く意識し、Twitter やロシアのメディアを通じてたびたび口撃を行っている。はたして、ライバルのこのアドバイスをどう受け止めるのか。そして活かすことができるのか。それはアムールの成否だけでなく、ロシアのロケット技術、産業全体を大きく左右することになるだろう。

参考文献

- ・ <https://www.roscosmos.ru/29357/>
 - ・ [Roscosmos signs a contract to develop a new carrier rocket - State space corporation ROSCOSMOS |](#)
 - ・ [Russian deputy PM sees no reason for competing with Musk on launch vehicles market - Science & Space - TASS](#)
 - ・ [SpaceX - Falcon 9](#)
 - ・ <https://www.roscosmos.ru/28990/>
- 鳥嶋真也 とりしましんや

<https://news.mynavi.jp/article/20201017-1421487/>

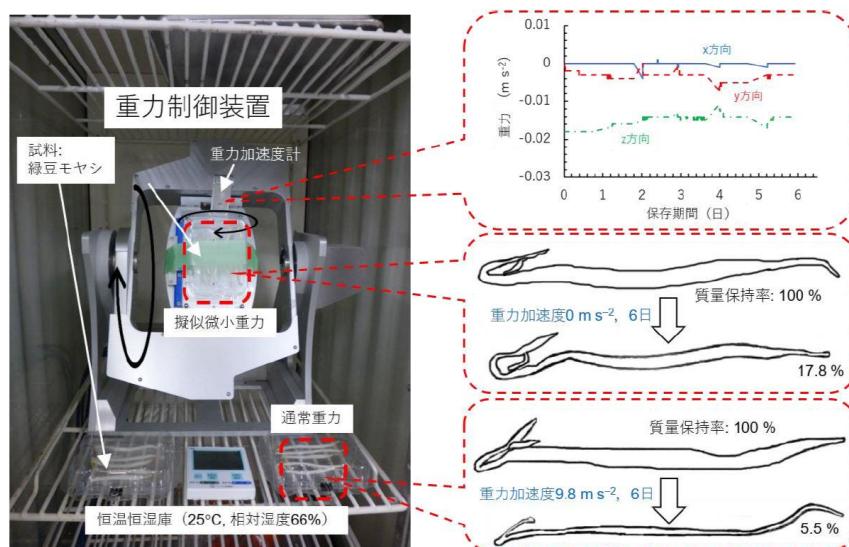
発芽野菜は微小重力環境下の方が鮮度を保ちやすいことが判明、東大と広大

2020/10/17 14:11 著者：波留久泉

東京大学(東大)と広島大学(広大)は 10 月 16 日、宇宙空間での植物栽培の可能性について、生鮮物試料として発芽野菜を選択し、地球上での実験が可能な擬似微小重力の、発芽野菜の鮮度に対する影響を調査し、その結果として主要な鮮度低下現象である質量減少が、擬似微小重力環境では、通常の重力環境に比べて有意に抑制されることを発見したと発表した。同成果は、東大大学院農学生命科学研究科の牧野義雄准教授、広大大学院医系科学研究科の弓削類教授らの共同研究チームによるもの。[詳細は、米オンライン科学誌「PLoS ONE」に掲載された。](#)

これまで、微小重力および宇宙放射線といった宇宙空間特有の環境が生物に及ぼす影響を調べる研究は、スペースシャトルや国際宇宙ステーション(ISS)にて行われてきた。動物に対する研究としては、筋骨の退化、赤血球の減少などの悪影響が多く観察されている。また野菜(植物)に対しては、収穫後においても生き続け、栽培中に蓄

積した栄養成分を消耗しつつ呼吸し、それが原因でしおれ、変色、質量減少といった鮮度定価減少が観察されている(地球上での知見)。そのため、呼吸の抑制が有効な鮮度保持法となり、冷蔵、エチレン除去・無効化、環境気体組成制御(低酸素、高二酸化炭素水準)などの手法が実用化されている。このことは、呼吸という重要な生命活動の抑制が、収穫後における野菜の鮮度保持に有効であることから、逆に生命活動に負の影響を及ぼす宇宙環境は、鮮度保持に有効である可能性が高いと考えられるという。そこで共同研究チームは今回、地球上で作り出すことが可能な擬似微小重力環境が、収穫後野菜の鮮度低下に及ぼす影響について調査することにしたのである。今回の研究では、収穫後の野菜を擬似微小重力環境(μG)で保存し、通常重力環境(1G)で置いた試料と鮮度の比較が行われた。擬似微小重力とは、物体を 360° の方向にゆっくり回転させると、その物体にかかる重力加速度の平均値が地球上の約 1000 分の 1G に近似される。また「擬似」とあるのは、宇宙空間での微小重力とは異なることからつけられている。そして試料としては、発芽野菜(発芽して間もない野菜のこと)である「緑豆もやし」、「カイワレ大根」、果菜類(果実または種実を食用にする野菜)として「枝豆」が用意された。そして擬似微小重力環境は、スペース・バイオ・ラボラトリーズ製の重力制御装置「Gravite」にて作出された。同装置は、直行二軸の周囲に試料を 360° 回転させ、重力ベクトルを時間軸で積分することにより ISS と同じ 1000 分の 1G の擬似微小重力環境を作り出せる装置だ。また逆に 2G、3G という高重力環境も作り出せる。野菜は重力制御装置にセットされ、経時的に質量の測定が行われると共に、通常重力で保存した試料との比較が行われた。重力が質量保持率に及ぼす影響が調べられ、その結果、発芽野菜の場合、擬似微小重力環境では通常重力に比べて有意に質量保持率が高かったことから、擬似微小重力環境は、発芽野菜の鮮度保持に有効であることが確認された。一方、枝豆の場合、質量保持率に対する重力の影響は観察されなかったという。

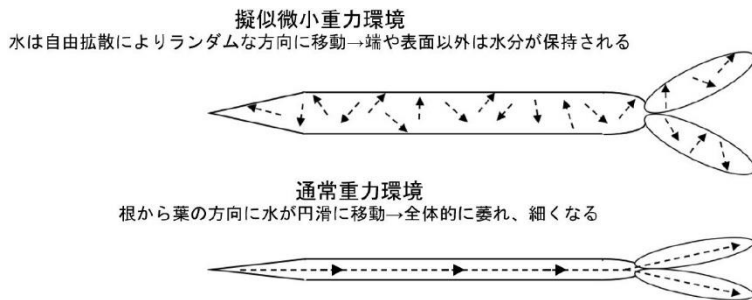


「Gravite」を利用した擬似微小重力環境の発芽野菜に対する鮮度保持効果 (出所:東大・広大共同プレスリリース PDF)

野菜の質量減少は主として、根から葉の方向に向かって保有する水を移動させて放出する蒸散作用に起因する。発芽野菜は根と葉を備えた品目であることから、通常重力環境であれば、水を移動させる方向を感知して円滑に蒸散作用が営まれるため、著しい質量減少が起きてしまうという。一方、擬似微小重力環境では、水を移動させる方向を感知できなくなるため円滑な蒸散が妨げられ、その結果として質量減少が抑制されたと考えられるとした。しかし、果菜類である枝豆の場合、根と葉を備えておらず、重力感知とは関係のない自然な形で水の放出による質量減少であるため、重力の影響は認められなかったという。このような結果から、擬似微小重力環境は、発芽野菜の鮮度保持に有効であることが実験データに基づき証明された。

宇宙開発において、植物栽培研究が長年行われているが、その収穫物である生鮮物は宇宙空間における貴重な食料源であることは説明するまでもない。そのため、できる限り鮮度を長持ちさせることは、食糧資源確保のために重要な意義があるという。今回の研究成果は、宇宙空間における食糧資源の有効な保存法として、宇宙開発研

究支援のための貢献が可能だという。さらに、新規な鮮度保持法の発見という社会的意義もあるとする。野菜の鮮度保持法は、これまで冷蔵、エチレン除去・無効化、環境期待組成制御が実用化されているが、重力を低下させる鮮度保持法に関する研究は過去に報告がないことから、今回の研究成果の新規性が裏付けられるとした。共同研究チームは今後、宇宙空間での植物栽培に関する研究者との連携や、重力制御に着目した新たな様式の鮮度保持装置の開発に向けて、活動を続けたいとしている。



擬似微小重力環境における発芽野菜の質量保持の仕組み (出所:東大・広大共同プレスリリース PDF)

<https://soraie.info/astronomy/20201015-juno.html>

探査機ジュノーから眺めた迫力の木星映像、本物の観測データをもとに作成

2020-10-15 [松村武宏](#)



動画「A “Flight” Over Jupiter」より (Credit: NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS, processing by Kevin M. Gill)
NASA の木星探査機「ジュノー」は楕円形の軌道を描きながら木星を周回していて、定期的に木星へ接近しています。接近時にはジュノーに搭載されている光学観測装置「JunoCam」によって、おなじみの大赤斑から青みがかった渦巻く極域まで、木星の迫力ある素顔が撮影されてきました。今はまだ無人探査機しか訪れることができない木星ですが、ジュノーのようにすぐ近くから眺めることができれば、私たちはどのような景色を目にすることができるのでしょうか。そんな「もしも」を垣間見せてくれるこちらの5分間ほどの動画「A “Flight” Over Jupiter」は、JunoCam によって撮影された本物の木星の画像を元に作成されました。木星の北半球上空を猛スピードで通過したあとに見えてくる大赤斑には地球がすっぽり入ってしまうと思うと、木星の巨大さに改めて圧倒されてしまいます。動画を作成したのはこれまでも JunoCam の観測データを編集・公開してきた市民科学者の Kevin M. Gill 氏で、2020 年 6 月 2 日に実施されたジュノーによる 27 回目のフライバイ観測時に撮影された 41 点の画像が用いられています。NASA のジェット推進研究所 (JPL) によると、このときジュノーは木星の雲頂から 3400km 以下の高度を時速約 20 万 9000km (秒速約 58km) で通過したとのことです。

関連: [土星に近づく大迫力の動画。CG じゃなくカッシーニが見た本物の映像](#)

Image Credit: NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS, processing by Kevin M. Gill Source: [NASA/JPL](#) 文／松村武宏

<https://soraie.info/astronomy/20201013-at2019qiz.html>

ブラックホールに引き裂かれ飲み込まれていく太陽サイズの恒星を観測

2020-10-13 [松村武宏](#)



超大質量ブラックホール（中央）に引き裂かれながら飲み込まれていく恒星（中央左上）を描いた想像図。恒星が破壊されつつ細長く引き伸ばされながら飲み込まれている（Credit: ESO/M. Kornmesser）

バーミンガム大学の Matt Nicholl 氏らの研究グループは、およそ 2 億 1500 万光年先にある渦巻銀河において恒星が超大質量ブラックホールに引き裂かれながら飲み込まれていく瞬間を観測することに成功したとする研究成果を発表しました。2019 年 9 月 19 日、パロマー天文台に設置されているカリフォルニア工科大学の光学観測装置「ZTF」は、「エリダヌス座」の方向で発生した増光現象を検出しました。Nicholl 氏は「AT2019qiz」と名付けられたこの増光現象にヨーロッパ南天天文台（ESO）の「超大型望遠鏡（VLT）」や「新技術望遠鏡（NTT）」を向けて、明るさが変化していく様子を観測しました。研究グループが観測データを分析した結果、この増光現象は、渦巻銀河の中心付近にある超大質量ブラックホール（質量は太陽のおよそ 100 万倍）に太陽とほぼ同じ質量の恒星が接近して破壊されたことにともなう増光だったことが明らかになったといいます。

研究グループによると、破壊された恒星の物質は半分がブラックホールに飲み込まれ、もう半分は外側に向かって放出されたとみられています。研究に参加したハーバード・スミソニアン天体物理学センターの Edo Berger 氏は「恒星が破壊され飲み込まれる過程でガスが放出される直接的な証拠が示された初の事例です」と語ります。

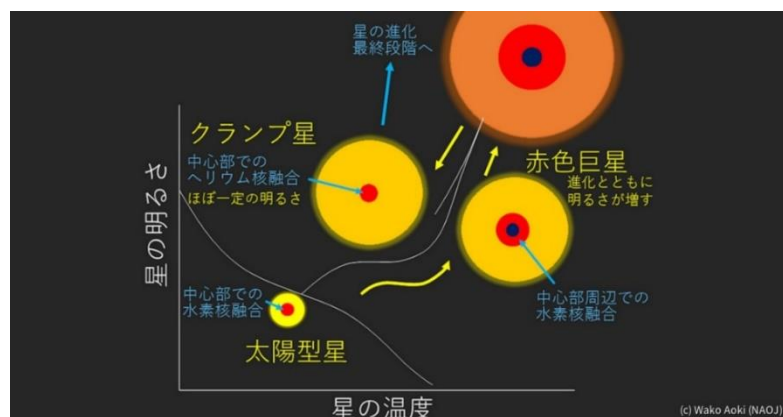
▲冒頭に掲載した想像図の動画バージョン（Credit: ESO/M. Kornmesser）▲

質量が太陽の数十万～数十億倍以上もある超大質量ブラックホールに恒星が近づくと、ブラックホールがもたらす潮汐力によって恒星が破壊されることがあります。潮汐力で天体が破壊される現象は「潮汐破壊（英：tidal disruption）」と呼ばれています。また、ブラックホールの周辺では物体が強く引き伸ばされる力を受けて変形したり、破壊されて細長い流れになったりすると考えられていることから「スパゲッティ化現象（英：spaghettification）」とも呼ばれています。2019 年 1 月にも NASA の系外惑星探査衛星「TESS」によって約 3 億 7500 万光年先の銀河で起きた潮汐破壊が検出されていますが、恒星の潮汐破壊は塵や残骸によって隠されてしまいやすく、何が起きているのかを詳しく観測するのが難しかったといいます。いっぽう今回の発表によると、AT2019qiz はこれまでに観測された同様の現象としては最も地球に近い場所で発生しており、さらに恒星が引き裂かれ始めた段階で検出することができたため、潮汐破壊の様子を詳しく分析しやすかったとのこと。

関連：[NASA の宇宙望遠鏡は見ていた！ 恒星がブラックホールに引き裂かれるレアな現象](#)

Image Credit: ESO/M. Kornmesser Source: [ESO](#) / [CfA](#) 文／松村武宏

<https://news.mynavi.jp/article/20201012-1402117/>

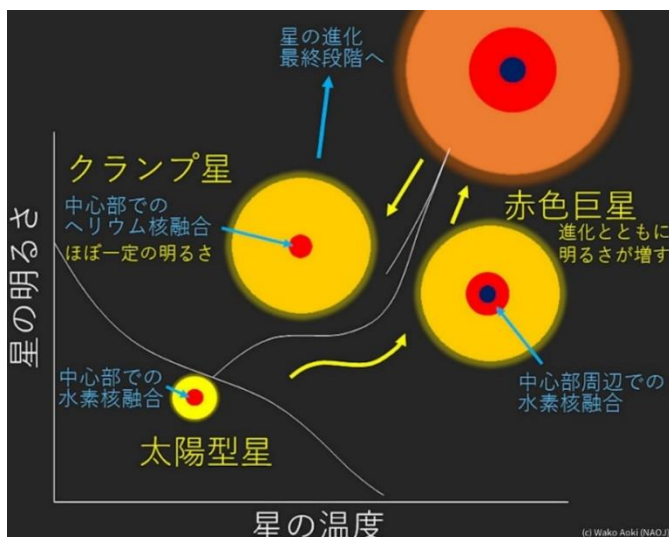


赤色巨星の一部のタイプはリチウムを多く含む、国立天文台などが発見

2020/10/12 10:32 著者：波留久泉

国立天文台は 10 月 7 日、国際共同研究チームがすばる望遠鏡による星の表面組成と内部構造の測定により、極端に多くのリチウムを持つ星は、中心部でヘリウムの核融合を起こす進化段階にあることを明らかにしたと発表した。同成果は、国立天文台/総合研究大学院大学の青木和光准教授や、中国国家天文台の研究者らの国際共同研究チームによるもの。[詳細は、英天文学誌「Nature Astronomy」に掲載された。](#)

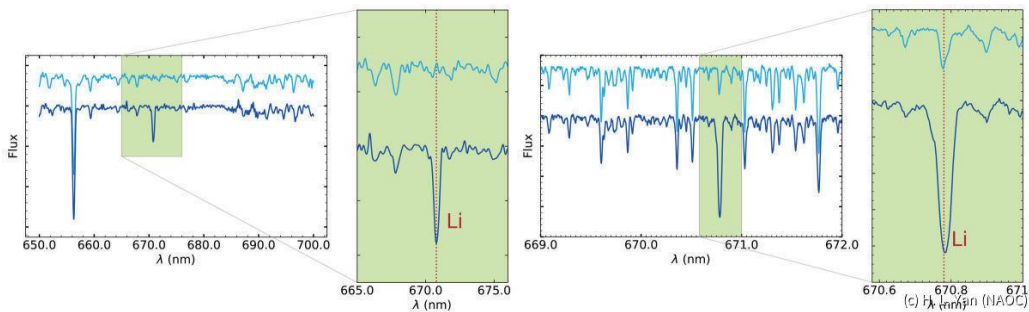
恒星は、中心部での水素の核融合により長期間にわたって輝き続ける。水素が核融合した結果誕生する“燃えかす”がヘリウムだ。恒星内でヘリウムは中心に溜まっていき、いつしか水素はその周辺で核融合を起こすようになる。その時点で恒星は晩年期の赤色巨星段階に突入しており、徐々に大きく膨らんでいく。太陽もあと 50 億年ほど後にそうなるとされており、そのときには地球を飲み込むか飲み込まないかそのギリギリまで膨張するといわれている。赤色巨星も進化段階がいくつかあり、まだ水素が核融合している初期段階を過ぎ、使い切った水素による核融合が起きなくなってくると、今度はヘリウムが中心部で核融合を起こすようになる。このヘリウムが核融合を起こすようになった段階の赤色巨星は、特殊な位置づけであることから「クランプ星」と呼ばれている。



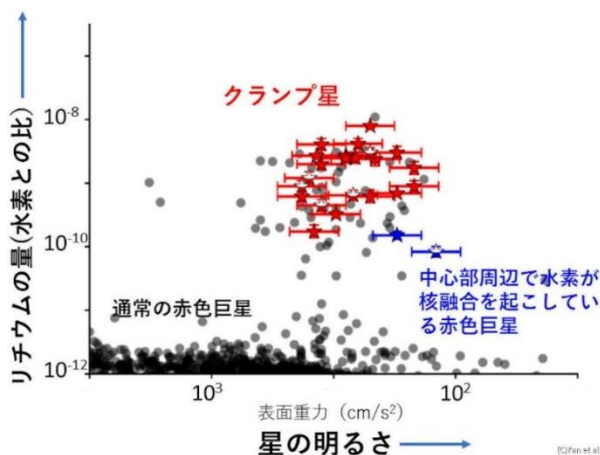
星の進化と内部構造の概念図。赤色巨星の中にも進化段階があり、単純に本来の恒星から赤色巨星へと膨らんでいくだけではない (c) Wako Aoki (NAOJ) (出所:国立天文台すばる望遠鏡 Web サイト)

赤色巨星は表面付近の対流が活発なことが特徴で、内部の物質と表面の物質がよく混ざった状態となる。水素、ヘリウムについて軽い元素であるリチウムは、高温となる恒星の内部では壊れてしまうため、対流が活発となった赤色巨星においては表面でもリチウムの量が少なくなってしまう。しかし、一部の赤色巨星では例外的にリチウムの量が予想よりも何桁も多く存在することが知られており、その理由は今のところわかっていない。このリチウム過剰な恒星は、赤色巨星の中の 1%程度を占めていると見積もられている。最近の観測から、この異常なリチウムの増加を示す赤色巨星は、クランプ星であることを示唆する結果が得られたという。しかし、まだ水素が中心部の周辺で核融合を起こしている段階の赤色巨星と、クランプ星は進化段階や内部構造は大きく異なるが、表面温度と明るさが似たような状態となる場合が多いため、見分けるのが困難である。そのため、リチウムの増加を示す赤色巨星は、これまでクランプ星であると断定することができなかったという。国際共同研究チームは今回、中国の分光探査望遠鏡「LAMOST」を用いて、リチウムの多い赤色巨星を多数発見した(画像 2)。そのうちの 134 天体について、ケプラー衛星のデータに基づいた「星震学」の手法により、進化段階を明確にすることに成功。そしてその多くが、中心部でヘリウムの核融合を起こしているクランプ星であることを初めて明瞭に示したとした。なお恒星は、地球のような固い地面のある岩石惑星とは異なり、プラズマの塊であるため地震(星震)

のイメージが湧きにくいかもしれないが、表面(星そのものが)は常に震動している。その震動を測定することで内部構造を調べることが可能であり、そのような天文の一分野を星震学という。また、リチウム組成が極端に高い星は、クランプ星の段階において特に集中的に現れることも確認された。すばる望遠鏡は 26 天体について精度の高い分光観測を行い、信頼性の高いリチウム組成を得て上記の結果を裏付ける役割を果たした(・



リチウムのスペクトル線の例。左がLAMOST、右がすばる望遠鏡によるデータ。どちらも上側の水色のスペクトル線が通常の赤色巨星、下側の青色のスペクトル線がリチウム過剰な赤色巨星のもの (c) H. L. Yan (NAOC) (出所:国立天文台すばる望遠鏡 Web サイト)



すばる望遠鏡で観測されたリチウム過剰が星をプロットされたグラフ。リチウム過剰な星は★で表されており、赤のクランプ星に多く見られる。青は中心部周辺で水素が核融合を起こしている段階の赤色巨星で、数は少ない。ちなみにグラフの横軸の「星の明るさ」が重力で表されているのは、表面重力が小さくなるほど明るくなるからである (C)Yan et al. (出所:国立天文台すばる望遠鏡 Web サイト)

ちなみに今回の研究における望遠鏡の役割は、LAMOST の方が多数の星を効率よく観測することができることから多数の赤色巨星を観測。それに対し、すばる望遠鏡のデータの方が波長を細かく分けて測定できるため、より正確にリチウムの量を測定することが可能だ。つまり、すばる望遠鏡は LAMOST の測定結果の検証を行ったのである。太陽のような軽い星の研究には長い歴史があり、天文学の中では比較的詳細に調べられている分野だ。しかし、赤色巨星におけるリチウムの異常な増加は、星の構造や進化を理解する上で基本的な問題が依然として残されており、今回の研究では、残念ながらリチウムが増加するそのメカニズムまでは解明に至らなかった形だ。しかし、それが起こる進化段階がわかってきたことは謎の解明に大きな一歩となったという。すばる望遠鏡で取得した分光データには、リチウム以外の元素の情報も豊富に含まれており、リチウム過剰な星の特徴をさらに詳細に解き明かすための貴重なデータとなるとしている。

<https://jp.techcrunch.com/2020/10/16/2020-10-14-nasa-loads-14-companies-with-370m-for-tipping-point-technologies/>

NASA が極低温技術と月面のイノベーションについて斬新な 14 社のプロジェクト



NASA が、宇宙技術を抜本的に変えるかもしれない技術を追究している 1 ダースあまりの企業と総額 4 億ドル近い「[ティッピングポイント](#)」契約（Tipping Point、転換点）を交わしたことを発表した。これらのプロジェクトは、極低温技術の宇宙内試験から月に建設する 4G LTE ネットワークに至るまで極めて多様だ。

NASA の補助事業や契約事業はとても多く、年間のどの時期でも少なくとも 1 つ以上の事業が申し込みを受け付けている。その中でもティッピングポイントは、ある程度の助成を必要としている商用の宇宙技術が対象だ。この事業の説明によると「ティッピングポイントで考慮される技術は、デモンストレーションへの投資がその技術を大きく成熟させ、商用化の機運を高め、その技術の政府と民間双方の応用を市場に導入するものである」という。プロジェクトは複数年にわたる複数の中途目標のある事業だが、今年は極低温技術と月面技術の 2 つに限定された。数量は必ずしもその技術の開発費用の計算に含まれないが、しかし次の段階へ進むためには一定の量が必要と見なされる場合もある。以下が、今回の契約事業の概要だ。

極低温技術

Eta Space（イータ・スペース）：完全な極低温酸素管理システムの宇宙内デモンストレーション、助成額 2700 万ドル（約 28 億 4600 万円）

Lockheed Martin（ロッキード・マーティン）：液化水素の 12 種の極低温利用技術のデモンストレーション、助成額、助成額 8970 万ドル（約 94 億 5500 万円）

SpaceX：10 トンの液体酸素を Starship 宇宙船内の複数のタンク間で移送するフライトのデモンストレーション、助成額 5320 万ドル（約 56 億 700 万円）

ULA：ヴァルカン・セントールのロケット上段におけるスマート推力極低温システムのデモンストレーション、助成額 8620 万ドル（約 90 億 8600 万円）

月面のイノベーション

Alpha Space Test and Research Alliance：月面試験用の小規模な技術とサイエンスのプラットフォームを開発、助成額 2210 万ドル（約 23 億 3000 万円）

Astrobotic：月面で使用する高速ワイヤレス充電システム「Mature」、助成額 580 万ドル（約 6 億 1100 万円）

Intuitive Machines：積載量 1kg、航続距離 2.4km のホッパー用着陸船を開発、助成額 4160 万ドル（約 43 億 8500 万円）

Masten Space Systems：月の夜やクレーター用の汎用の化学的熱、動力源をデモンストレーション、助成額 280 万ドル（約 2 億 9500 万円）

Masten Space Systems：自社開発の Xogdor 宇宙船の精密着地と危険回避のデモンストレーション（下降と着地部門の別途契約）、助成額 1000 万ドル（約 10 億 500 万円）

Nokia of America：月面通信のための初めての宇宙内 LTE ネットワークを実用展開、助成額 1410 万ドル（約 14 億 8600 万円）

pH Matter：月面でエネルギーを生産し保存する燃料電池のデモンストレーション、助成額 340 万ドル（約 3 億 5800 万円）

Precision Compustion：安価な酸素燃料スタックの進歩により推薬から電力を生成、助成額 240 万ドル（約 2 億

5300 万円)

Sierra Nevada : 太陽エネルギーで月の表土から酸素を取り出すデバイスのデモンストレーション、助成額 240 万ドル (約 2 億 5300 万円)

SSL Robotics : 月面と軌道、および地球の防衛用に利用できる軽量安価なロボットアームを開発、助成額 870 万ドル (約 9 億 1700 万円)

Teledyne Energy Systems : バッテリー寿命が 1 万時間以上の水素燃料電池による電力システムを開発、助成額 280 万ドル (約 2 億 9500 万円)

申請の手順と、NASA の関心領域については、[ティッピングポイント案内ページ](#)に詳細が記載されている。

画像クレジット: NASA [\[原文へ\]](#) (翻訳: iwatani, a.k.a. [hiwa](#))

<https://jp.techcrunch.com/2020/10/17/2020-10-15-faa-streamlines-commercial-launch-rules-to-keep-the-rockets-flying/>

FAA が商用ロケットの打ち上げと再突入に関する規定を合理化

2020 年 10 月 17 日 by [Devin Coldewey](#)



FAA が、[宇宙への商用の打ち上げと再突入に関する規則を改訂した](#) (FAA リリース)。それにより、大量の複雑な規制の集大成が整理され、わかりやすくなっている。ロケットの打ち上げは、その数も種類もプロバイダーも非常に多くなっているため、官僚主義を排することはきわめて有意義だ。

規則の中では、ロケット打ち上げ事業者のライセンス、個々の打ち上げと再突入計画の承認などが規定されている。ご想像のとおり、このようなルールはそもそも複雑なものでなければならず、急速に変化する業界に対応するために何年にもわたって断片的に組み立てられてきたものであればなおさらだ。

米国運輸省の Elaine Chao (イレーン・チャオ) 長官は、今回の改定を「歴史的な包括的な更新」と呼ぶ。4 つの規制を統合し、免許と安全規則を一体化しながら、異なるタイプの事業者やオペレーションにも柔軟に対応できるようにしている。

FAA からのプレスリリースによれば、新規則で以下の条項だけが許可される。

単一の事業者の免許で複数の打ち上げと再突入ができる。それぞれの場所が異なってもよい。

免許申請を段階的に行う場合の初期の部分的評価が可能。

申請者は交渉と相互の合意により、提出と申請評価の期間を縮小できる。

安全性承認の申請と事業者免許の申請を、以前のように個別ではなくまとめて行うことができる。

重大事故防止機能のデモンストレーション方法の条件がやや緩くなった。

状況によっては、打ち上げや再突入に際して近くに作業員などがいてもよい。

地上の安全性監督の対象範囲を安全性のリスクに対してさらにフィットしたものにして、連邦サイトにおける要件と同一にする。国と民間での違いをなくす。

商業宇宙産業のリーダーたちと話をする中で、共通のテーマは規制の負担だ。規制を簡素化し、統一化するような改革は歓迎されるだろう。

実際の規制は数百ページにもわたる長い文書であり、免許を取得してロケットの打ち上げを始めるのはまだ難し

い。しかしながら、少なくとも 500 ページもの書類を何セットも同時に対応しなければならないわけではない。新しい規則は、連邦官報に記載するために提出されており、それが発生した 90 日後に発効する。これに加えて、FAA はパブリックコメントのためのアドバイザリーサーキュラーを発行する予定だ。これらの情報はこちらでご覧いただけます。これらの情報は[ここ](#)で確認することができる。

画像クレジット: ROCKET LAB [\[原文へ\]](#) (翻訳: iwatani, a.k.a. [hiwa](#))

<https://news.mynavi.jp/article/20201015-1415863/>

ダークマターの正体はアクシオンか？ 東北大と東大が提唱

2020/10/15 17:27 著者: 波留久泉

東北大学と東京大学は 10 月 13 日、日米欧の国際共同によるダークマター探索実験「XENON1T」によって、2020 年 6 月に得られたシグナルは、ダークマター候補のひとつである未発見の素粒子「アクシオン」が電子に吸収されることによって生じた可能性を指摘した。また同時に、アクシオンが、冷却異常を起こしている白色矮星などの一部の恒星における進化をよりよく説明できることも示したことも発表した。

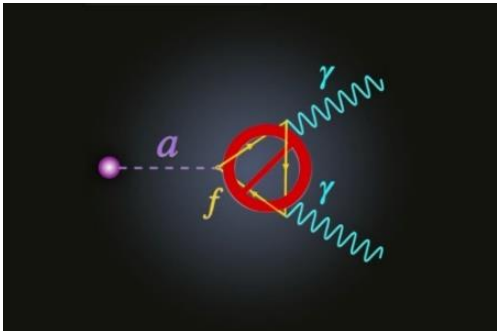
同成果は、東北大学際科学フロンティア研究所の山田将樹助教、同・理学研究科の高橋史宜教授(東大カブリ数物連携宇宙研究機構客員上級科学研究員兼任)、東大大学院理学系研究科の殷文研究員らの研究チームによるもの。

[詳細は、物理学系学術誌「Physical Review Letters」に掲載された。](#)

ダークマターは暗黒物質とも呼ばれ、あらゆる光・電磁波で観測することができず、目に見える通常の物質とは重力のみによって相互作用するという特徴を持つ、仮想上の素粒子だ。宇宙の全エネルギー密度のうち、ダークマターは通常物質の 5 倍以上、20%強の割合を占めると考えられている。その正体を突き止められればノーベル賞受賞は間違いないとされ、その直接検出のため、国際宇宙ステーションを含めて世界中でさまざまな観測や実験が進められてきた。日米欧を中心とした国際共同実験グループ XENON コラボレーションにより、2016 年から 2018 年までイタリアのグランサッソ国立研究所の地下研究所において実施されていたのが、液体キセノンを用いたダークマター直接探索実験の XENON1T だ。そして 2020 年 6 月、同国際共同実験グループから素粒子の標準的な理論では説明のつかないシグナルの兆候を得られたことが発表された。これはまだダークマターの確定的なシグナルではないが、実験の今後のアップデートによって、より確かな情報が得られることが期待される成果とされている。一方、最近の白色矮星や赤色巨星の観測から、標準的な天文学のモデルでは説明の不可能な冷却異常がある可能性が指摘されていた。それは、例えばアクシオンなどの軽い未知の素粒子が、それらの天体から放射されてエネルギーを奪っていくと考えると説明できるという。ダークマター候補として提案されている素粒子は複数あるが、アクシオン(アクシオンの粒子)はそのひとつであり、非常に軽い素粒子と考えられている。アクシオンはさまざまな物質と弱くしか相互作用しないという特徴を持つとされ、一般に光子とは「量子アノマリー」と呼ばれる特殊な過程を通じて相互作用するとされている。量子アノマリーは量子異常とも呼ばれ、素粒子が従う量子的な理論において、古典論における保存則が成り立たなくなる現象のことを指す。

こうしたダークマターを巡る状況の中、共同研究チームは、XENON1T 実験によって得られた過剰な電子反跳事象が、量子アノマリーを持たないアクシオンによるものである可能性を指摘した。アクシオンが電子との相互作用を持っていると仮定すると、ダークマターとして宇宙空間を漂っているアクシオンが、XENON1T 実験においてモニターされている液体キセノン中に飛び込み、その電子に吸収された場合、アクシオンの質量のエネルギーに対応するシグナルが検出される。アクシオンの質量が電子の質量の約 1/200 であると仮定すれば、XENON1T 実験で得られたシグナルを説明することが可能となるという。アクシオンは、一般に量子アノマリーを通じて光子との相互作用を持つと考えられているのは前述した通り。その場合には、ダークマターとして存在するアクシオンが崩壊して X 線(ガンマ線)のエネルギーを持つふたつの光子を放出することから、さまざまな天体からの X 線の観測結果と矛盾してしまうことになる(ガンマ線は原子核内部起源、X 線はそれ以外という発生起源の違い

であり、どちらも波長の短い電磁波であることに差はない)。それに対し、今回の研究で考案された量子アノマリーを持たない特別なアクシオンを仮定すれば、X線の観測結果と矛盾せずにXENON1T実験の結果を説明することが可能となる。また今回の研究では、宇宙論的進化に基づいて予言されるアクシオン存在量が、観測されているダークマターの存在量を自然に説明し、特にダークマターの10%程度を占めている場合には、XENON1T実験の結果を説明するとしている。そしてそれと同時に、天文観測によって確認されていた白色矮星などの冷却異常についても、よりよく説明できることが示された形だ。このように、ひとつのモデルで複数の実験結果や観測結果を説明することができると、モデルとしての正統性が高まることになるという。今回の研究で提案されたモデルは、将来的にダークマターの探査実験と天体観測の精度がより一層高まっていくことで検証されることが期待されるとしている。そして、量子アノマリーを持たないアクシオンがダークマターであることが、今後の実験で確定的なものとなれば、それは宇宙論と天文学のみならず、素粒子理論にとっても重要な成果となるとしている。



アクシオンと光子の相互作用を与える量子アノマリーのダイアグラム。一般には、量子アノマリーを通してアクシオン(a)とふたつの光子(γ)が結合しているが、今回の研究では、量子アノマリーを持たない特別なアクシオンを考えることで、X線の観測結果と矛盾せずにXENON1T実験の結果を説明することができると示された(出所:東北大・東大共同プレスリリース PDF)

<https://news.mynavi.jp/article/20201018-1422227/>

大阪市大、大統一理論完成へ向けた第1ステップとなる新理論を発表

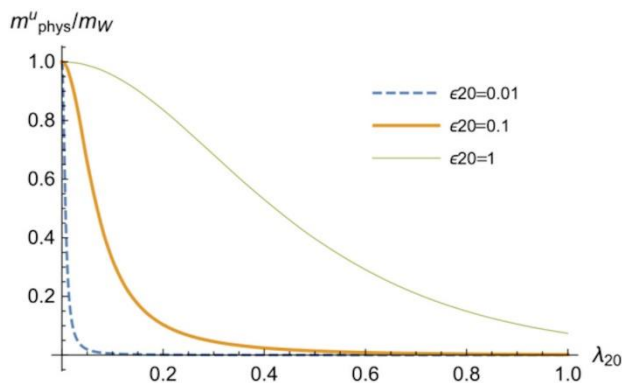
2020/10/18 06:00 著者: 波留久泉

大阪市立大学は10月16日、素粒子標準模型におけるヒッグス場を高次元ゲージ場の一部とみなす「5次元ゲージ・ヒッグス統一理論」を「大統一理論」に拡張した理論を構築し、「電弱対称性の破れ」およびヒッグス粒子の質量を再現できただけでなく、「クォーク・レプトンの質量階層性」も不自然なパラメータの微調整をせずに再現することに成功したと発表した。同成果は、同大学大学院理学研究科の丸信人 准教授、同・後期博士課程1年生の矢田貝祥貴 大学院生らの研究チームによるもの。[詳細は、「The European Physical Journal C」に掲載された。](#)素粒子は現在までのところ、クォーク・レプトンの物質粒子と、クォークを結びつける「強い力」・原子核の崩壊などに関わる「弱い力」・電磁気力の3種類の力(相互作用)を媒介する「ゲージ粒子」、そして素粒子に質量を与える(光子を除く)「ヒッグス粒子」が知られている。これらは標準模型で既述されており、実験データをよく説明しているとされる。しかし、標準模型では説明しきれない未解決の問題もある。電弱対称性の破れの起源、ヒッグス粒子の起源、クォーク・レプトンの質量階層性の問題などだ。電弱対称性の破れとは、電磁気力と弱い力を統一する電弱理論において、対称性が自発的に破れている現象のことをいう。クォーク・レプトンの質量階層性の問題とは、標準模型では予言できないクォークとレプトンの質量間にある6桁にも及ぶ階層性のことである。クォークとは陽子や中性子を構成する6種類の素粒子のことで、レプトンには電子やニュートリノなどの6種類の軽い素粒子のことだ。電弱対称性の破れの起源とヒッグス粒子の起源に関する問題点は、標準模型におけるヒッグス粒子のポテンシャルに決定できないパラメータがあることが原因だ。またクォーク・レプトンの質量階層性の問題については、標準模型では「湯川結合定数」(日本人ノーベル賞受賞者の湯川秀樹博士が導入した素

粒子物理学の「湯川相互作用」に関わる定数)が決められないことが原因となっている。これらの問題を解決するためには、標準模型を超える物理への拡張が不可欠であり、世界中の研究者によりさまざまな理論が提唱されている。丸准教授らの今回の研究では、その拡張のひとつである「5次元 SU(6)ゲージ・ヒッグス大統一理論」を構築し、前述した3点の問題を一挙に解決したという。大統一理論とは、完成すれば電弱理論に強い力を加えた3種類の力を統一する理論のことだ。今回の研究も含め、世界中で研究が進んできているが、まだ完全な完成には至っていない。ちなみにその先の、重力も含めた超大統一理論に関しては、重力に関してはわかっていない部分が多いこともあり、完成は当分先のことといわれている。また今回の「5次元 SU(6)ゲージ・ヒッグス大統一理論」では、ヒッグス粒子が5次元ゲージ粒子の余剰次元成分に同一視され、ヒッグス粒子と力を媒介するゲージ粒子をも統一するという「野心的な理論」だという。今回の研究では、大統一理論完成へ向けた第1歩として、クォーク・レプトンのみならず、標準模型に含まれない物質粒子を追加でうまく選ぶことにより、標準模型で生じる電弱対称性の破れが実現され、ヒッグス粒子の質量を再現するシンプルな模型を構築することに成功したという。また5番目の空間の境界に局在するゲージ粒子の運動項を導入することで、再現することが困難なトップクォークの質量も含めたクォーク・レプトンの質量階層性を、パラメータの不自然な微調整をせずに再現することにも成功したとした。「5次元 SU(6)ゲージ・ヒッグス大統一理論」のポイントは、ヒッグス粒子のポテンシャルおよび湯川結合はゲージ対称性の要請により、ヒッグスポテンシャル中のパラメータや湯川結合定数に対して制限が課され、勝手な値を取れなくなり、決まらないパラメータの数が非常に少なくなることだという。この著しい性質により予言能力が高まり、今回の成果につながったとしている。

なお丸准教授は、今回の研究で構築された「5次元 SU(6)ゲージ・ヒッグス大統一理論」は、現実的大統一理論へ向けての第1歩がクリアできた段階だという。次の研究課題として、ゲージ結合定数の統一と陽子崩壊の解析というふたつの研究が必要不可欠だとする。

まず、ゲージ結合定数の統一において、強い力・弱い力・電磁気力が統一するエネルギースケールを評価を実施。そして、その情報を用いて陽子崩壊の研究から、大統一理論に特有の陽子の主崩壊モードを特定したのちに陽子の寿命を計算し、将来計画されているハイパーカミオカンデ実験での検証可能性を明らかにするとしている。



アップクォーク(6種類のクォークのうちのひとつ)と、ウィークボソン(弱い力を媒介する素粒子)の質量比の依存性を表したグラフ (出所:大阪市大プレスリリース PDF)