

国際宇宙ステーション「きぼう」日本実験棟で世界初となる袋型培養槽技術による

栽培実験を実施 10月22日(金) 18時17分 [PR TIMES](#)



[写真を拡大](#)

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構(理事長:山川 宏 以下、JAXA)、株式会社竹中工務店(取締役社長:佐々木 正人 以下、竹中工務店)、キリンホールディングス株式会社(代表取締役社長:磯崎 功典 以下、キリン)、国立大学法人千葉大学(学長:中山 俊憲 以下、千葉大)、東京理科大学(学長事務取扱:岡村 総一郎 以下、東京理科大)は、将来の月探査等での長期宇宙滞在時における食料生産に向けた技術実証を目的として、世界初となる宇宙での袋型培養槽技術の実証実験を、国際宇宙ステーション(ISS)「きぼう」日本実験棟内で実施しました。 [画像 1: <https://prtimes.jp/i/73077/230/resize/d73077-230-1c473443056231b83c97-7.png>]

[画像 2: <https://prtimes.jp/i/73077/230/resize/d73077-230-fa457228e490de5fb2b6-8.png>]

■ 実験の背景

近年、月や火星などの天体へ人類の活動領域の拡大を目指す機運が高まっています。そのための技術の一つとして、JAXAは、地球からの補給に頼らず、月面に農場を設営し長期滞在のための食料を生産するという構想を立てて研究を行っています。将来的に月面に農場を設置することになれば、作物を安定して生産するために病害虫防止と緊急時食料のバックアップの対応が必要となります。また、地球からの輸送にあたっては栽培システムの積載重量低減も求められます。そこで、JAXA、竹中工務店、キリン、千葉大、東京理科大は、JAXA宇宙探査イノベーションハブの共同研究提案公募の枠組みの下、2017年から宇宙での適用も想定した袋型培養槽技術の共同研究を行ってきました(※1)。袋型培養槽技術は、小型の袋の内部で植物を増殖させる点が特長的です。この技術を用いた栽培方式は、密閉した袋内で植物を栽培するため、雑菌の混入を防ぎ、臭気発生がないコンパクトなシステムです(※図1)。また、設備も簡易でメンテナンスしやすく、省エネルギー性があり、人数に合わせた数量調整も容易です。これまでの共同研究の結果を踏まえ、さらに宇宙空間の微小重力環境下や閉鎖環境下における本栽培方式の有効性や、水耕栽培や土耕栽培と比較した際の優位性を確認するため、「きぼう」船内での袋型培養槽技術によるレタス生育の実証実験を実施しました。

[画像 3: <https://prtimes.jp/i/73077/230/resize/d73077-230-4019f7d77279fe7a0df9-4.jpg>]

■ 実証実験の概要

今回の実験は、2021年8月27日(金)から10月13日(水)までの48日間とし、期間中に培養液の供給および空気交換を行い、生育の促進を図りました。9月10日(金)にはレタスの本葉を確認し、その後も順調な生育を続け、収穫に至りました。実証実験用に開発した栽培装置は、打ち上げ時の積載重量低減のため、大きさ(幅44cm×奥行35cm×高さ20cm)と重量(5kg)を抑えながらも、3袋の栽培が可能です。内部には、ISSの飲料水から培養液を作成し無菌化して各培養袋へ供給できる給液システムおよび生育状況を定期的に自動撮影できるシステムを備えています。今後は、生育したレタスと培養液、生育の様子を撮影した記録を回収し、宇宙での適用可能性や本栽培方式の優位性を評価します。また、育ったレタスに食品衛生上の問題がないかの確認や、栽培後の培養液を分析し環境制御・生命維持システム(※2)で再利用処理が可能かについての確認も実施する予定です。

■ 期待される今後の活用

将来的には、この袋型培養槽技術を用いることで、一度に大量の葉菜類の栽培だけでなく、ウイルスフリーな

苗の育成にもつながるなど、惑星探査時の長期の宇宙船内滞在時や滞在施設での大規模栽培への活用が期待されます（※図2）。袋型培養槽技術が持続的な宇宙活動へ貢献するよう、今後も研究を進めていきます。

※1 JAXA が国立研究開発法人科学技術振興機構から受託した「イノベーションハブ構築支援事業」（太陽系フロンティア開拓による人類の生存圏・活動領域拡大に向けたオープンイノベーションハブ）において、「袋培養技術を活用した病害虫フリーでかつ緊急時バックアップも可能な農場システムの研究」を共同で行う契約を 2017 年に締結。

※2 ISS の環境制御・生命維持システム（Environmental Control Life Support System: ECLSS）。物理化学的手段を用いて ISS の乗組員および実験動物にクリーンな空気および水を供給するシステム。

[画像 4: <https://prtimes.jp/i/73077/230/resize/d73077-230-b8890b7a7849a963175c-9.png>] **PRTIMES**

<https://jp.techcrunch.com/2021/10/24/2021-10-22-voyager-nanoracks-and-lockheeds-starlab-is-the-latest-sign-that-the-low-earth-orbit-economy-is-coming/>

民間宇宙ステーション「Starlab」は地球低軌道経済の到来を予感させる

2021 年 10 月 24 日 by [Aria Alamalhodaei](#), [Hirokazu Kusakabe](#)

[次の記事 脊椎の成長を促すスマートインプラントを開発する Intelligent Implants が約 10 億円を調達](#)



民間宇宙ステーションの時代が正式に到来する。Nanoracks（ナノラックス）、Voyager Space（ボイジャー・スペース）、Lockheed Martin（ロッキード・マーティン）の 3 社は先日、[2027 年に商用ステーションを起ち上げる計画を発表](#)した。しかし、これは新しい宇宙経済を発展させるための次の論理的ステップに過ぎないと、各社は述べている。関連記事：[Nanoracks など民間 3 社が 2027 年までの商業宇宙ステーション立ち上げを計画](#)

「過去 10 年間は宇宙へのアクセスを構築する時代でしたが、次の 10 年は宇宙に行き先を構築する時代になります。それが、この業界における我々の重要な命題の 1 つです」と、Voyager の Dylan Taylor（ディラン・テイラー）CEO は述べている。米国が初めて打ち上げた宇宙ステーション「Skylab（スカイラブ）」に敬意を表して「Starlab（スターラブ）」と名付けられたこの新しい宇宙ステーションは、膨張式の居住モジュール、ドッキングノード、ロボットアームを備えたものになる。3 社は官公庁と民間企業の両方からの強い需要を見込んでいるものの、Nanoracks の Jeffrey Manber（ジェフリー・マンバー）CEO は「Starlab の中核は科学です」と強調した。Starlab は最終的には観光客も受け入れることができるが、観光を第一に考えたプロジェクトではないと、マンバー氏は付け加えた。「宇宙観光旅行は話題になりますが、持続可能なビジネスモデルを構築するためには、それ以上のものがが必要です」と、同氏はいう。3 社は、NASA の「Commercial Low Earth Orbit Destinations（商業的地球低軌道目的地開発）」プロジェクトへの入札として、Starlab を同宇宙局に提出した。このプロジェクトでは、宇宙ステーションを開発する民間企業に最大で 4 億ドル（約 454 億円）の契約が割り当てられる。

このようなプロジェクトには莫大な公共投資が必要となるものだが、この資金提供は、特に国際宇宙ステーションの離脱が間近に迫っていることを考慮すると、NASA が地球低軌道における存在感を維持することに關心があると世界に示す意味でも重要であると、テイラー氏は述べている。

マンバー氏も同様の意見を述べている。「私たちは宇宙ステーションの空白期間を作りたくありません」と語る同氏は「業界や社会の誰もが、米国が低軌道に宇宙ステーションを持たない期間があってはならないことを理解しています」と続けた。しかしながら、全体的には民間の資金が鍵となる。そこで Voyager 社の出番だ。2021 年、Nanoracks の過半数の株式を取得した同社は、プロジェクトの資金調達と資本配分を監督することになる。

「現実的には、米国議会から十分な資金を得ることはできません」と、マンバー氏はいう。「そんな時代は終わりました。これは商業的なプロジェクトです」。LEO（地球低軌道）経済の将来については、企業や公的機関が設計の標準化と競争力の維持をどのように両立させるかなど、未だ不明な点が多い。

テイラー氏は、いくつかの重要な技術を標準化するには、コンソーシアムを起ち上げる方法が有効であると提案している。NASA からの投資も居住システムの共通化に役立つだろうと、Lockheed Martin の民間宇宙部門 VP である Lisa Callahan（リサ・キャラハン）氏は、TechCrunch によるインタビューの中で語っている。

「NASA は顧客として、宇宙輸送におけるこの並外れた革命を解き放ちました」と、マンバー氏は語る。「NASA がカーゴで成功したように、商用クルーで成功したように、宇宙に興味を持つ市場があれば、小規模な民間宇宙ステーションにも同じようなことが起こると予想できます」。

画像クレジット：NANORACKS [\[原文へ\]](#)（文：Aria Alamalhodaiei、翻訳：Hirokazu Kusakabe）

https://news.biglobe.ne.jp/trend/1019/kpa_211019_8853337308.html

我々の宇宙は高度な文明を持つ知的生命体の実験により作られたものであると推測

するハーバード大学の科学者 10月19日（火）20時0分 [カラパイア](#)



photo by Pixabay

photo by Pixabay

photo by Pixabay

天文学における最大の謎は「[ビッグバン](#)の前に何が起きたのか？」だ。

現在の一般的な宇宙論によれば、この宇宙はビッグバン（約 150 億年前に起こった大爆発）によって始まったとされているが、他にも宇宙の始まりに関する様々な仮説が提唱されている。

真空のゆらぎから生まれたという説、収縮と膨張を繰り返しているという説、ブラックホール内部で物質が崩壊して誕生したとする説などなど。だが、ハーバード大学の科学者の推測はかなりドラマチックだ。どこかの高度な知的生命体によって我々の宇宙が人工的に作り出されたというのだ。

・地球外知的生命体が宇宙を作り出したという説

いくら高度な文明を持った知的生命体とは言え、宇宙を作り出すことなど本当に可能なのか？ だがハーバード大学の天文学者アヴィ・ローブ教授は、「宇宙をつくる力は、文明の発達レベルを測る新しい尺度」であると『[Scientific American](#)』で論じている。この視点に照らすなら、私たち地球人の文明はほとんど最低レベルだ。だから星空を見上げるときは、謙虚な気持ちになるべきかもしれない。

・遺伝子システムのような人工宇宙

仮に、宇宙のどこかに、人工的に宇宙を生み出せるくらいにまで科学技術が進んだ文明があったとしよう。

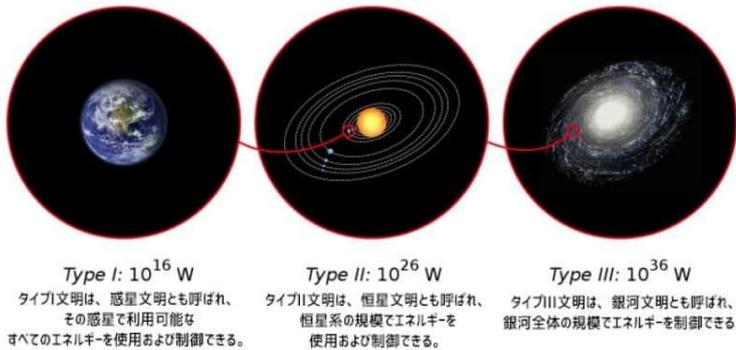
そう考えると、私たちが暮らしている宇宙の起源を説明できるばかりか、宇宙（つまり人工宇宙をつくれる文明がある宇宙）は、遺伝子を伝えることで何世代にもわたり維持される生物学的システムのようなものということになる。そうしたダーウィンの自然選択を思わせる宇宙のシステムは、高度文明の宇宙を生み出す力が原動力となって動き続けている。今の私たちにそのような芸当は到底真似できず、その意味で地球文明は”不毛”ということになる。

・文明レベルの新しい指標

1964 年、ソ連の天文学者[ニコライ・カルダシェフ](#)は、「宇宙文明の発達レベルは、その文明が利用できるエネ

ルギーによって測ることができる」と提唱した。この「カルダシェフ・スケール」によれば、人類のように惑星のエネルギーを利用できたところで、最低レベルの文明でしかない。

銀河全体のエネルギーを利用できるようになって、ようやく最高クラスの文明に到達したとみなされるのだ。



カルダシェフ・スケール / image credit: [WIKI commons](#)

photo by Pixabay

だがローブ教授は、先ほどの議論を踏まえて、ある文明の発達レベルは、「それを誕生させた物理的条件を再現できるかどうか」で測るべきだと提唱する。今のところ地球文明は未熟でCクラスだ。それどころか、地球を汚染し、自らの首を絞めている状態では、それ以下のDクラスに分類されるかもしれない。

Bクラスの文明なら、太陽などの恒星に頼ることなく、自分たちが暮らしている環境を再現することができる。

そして最高のAクラスの文明は、自分たちが誕生した宇宙的条件を再現できる。つまり人工的に宇宙をつくり出せるのだ（なお、小さな領域に高密度のダークエネルギーを生成するなど、これに関連する物理学的議論はあるとのことだ）。

・Aクラス文明は宇宙にたった1つ

ローブ教授によると、宇宙にAクラス文明はたった1つしかない可能性が濃厚であるという。

そうした文明1つが出現する条件すら滅多なことでは揃わないと考えられるのに、複数となればさらに確率は低くなるし、そもそも宇宙をつくり出せる文明は1つあれば事足りるのだ。

宇宙のダーウィンの自然選択にとってのメリットがない以上、もっとも一般的な宇宙はAクラス文明たった1つをかうじて誕生させられるものだろうと、ローブ教授は推測する。

・地球文明レベルは思っているより低かった

地球文明レベルはAクラスには程遠い。私たちがそれほど傑出した存在ではないという話は驚きだろうか？

ローブ教授が教鞭をとるハーバード大学で、学生に「あなたたちの半分は平均以下だ」と話すと、非常に動揺するのだという。だが統計学的に考えるのなら、どんな文明も、宇宙に存在する全文明の平均レベル付近である可能性が高い。それが現実なのだ。ローブ教授は最近、AIなどの最先端テクノロジーを利用して地球外文明の存在を証明する「ガリレオ・プロジェクト」を発足させた。それは、私たちをはるかに凌駕する高度文明が見つかる可能性を認めるということだ。でなければ、かつて地上を支配しながら宇宙から飛来した小惑星によって滅んだ恐竜のように、プロジェクトはハッピーエンドを迎えられないかもしれない。

References: [Was Our Universe Created in a Laboratory? - Scientific American](#) / written by hiroching / edited by parumo 関連記事（外部サイト） [高次の存在を示唆する10の科学的証拠](#)

[宇宙は幻影。この宇宙がホログラムであることを証明する初の”証拠”を発見したと主張する物理学者（英研究）](#)

[小型ビッグバンとビッグクランチを駆使して光速を超える！？ 実現可能なワープ航法が科学者たちの間で話題に](#)

[天文学の常識を覆す発見。宇宙は全方位一様には膨張していないのかもしれない（NASA研究）](#)

[地球に知的生命体が誕生したのは奇跡。異星にはどこにも存在しない可能性が高いとする研究者](#)



https://news.biglobe.ne.jp/trend/1018/kpa_211018_7402264869.html

太陽系で地球外知的生命の痕跡を見つけるなら、探すべき4つの領域



photo by Pixabay

photo by iStock

宇宙のどこかに高度な地球外文明が存在したとして、どうすればそれを証明できるだろうか？

彼らの存在を信じる研究者が探しているのは、「[テクノシグネチャー](#)」と呼ばれる地球外文明の痕跡だ。

仮に太陽系内に知的生命が存在するとしよう。ならばどこを探せば、彼らの痕跡を発見することができるだろうか？ 専門家によれば4つの領域を探すべきだという。それは「地球と月の軌道」「太陽」「木星の[ラグランジュ点](#)」「太陽系の果て」だそうだ。

■ 地球外文明の証拠、テクノシグネチャー

テクノシグニチャーは、「天文学的ツールによって検出可能な高度な文明特有のテクノロジーの証拠」だ。

例えば、地球外知的生命が築いたダイソン球からの熱や光、化学物質の放出、宇宙から届く電波や都市の光、二酸化炭素などによる大気組成の変化、UFOなどである。これらは高度な文明がなければありえないものなので、それを検出できれば地球外文明が存在する証拠になる。

先日また新たに[アヒル型 UFO の動画](#)がリークされたが、一部の人たちによると、地球外生命はすでに地球を訪れているという。もしそれが本当ならば、この太陽系にも地球外のテクノシグネチャーが存在するはずだ。

■ 太陽系でテクノシグネチャーの痕跡を探すべき4つの領域

・1. 地球と月の軌道

NASAのラビ・コッパラー博士ならば、「地球と月の軌道」を探そうだ。

なぜなら、太陽系に探査機を送り込む地球外文明人の立場になって考えれば、すでに生命がいることがわかっている地球に探査機を送ると予測されるからだ。ただし、惑星に探査機を正確に送る技術がない場合、「惑星系が向かう大まかな方向」がテクノシグネチャーの最適な探し場所になる。

惑星系とは、恒星の周りを惑星などが公転している構造で、太陽系もその1つだ。天の川銀河ではこれまで3200個以上の惑星系が発見されてきたが、まだまだ発見されると期待できるそうだ。

・2. 太陽

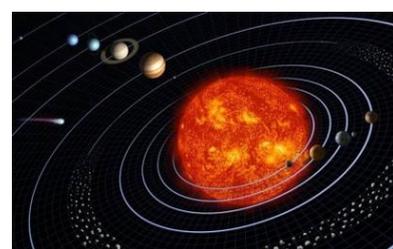


photo by Pixabay

photo by Pixabay

photo by Pixabay

ペンシルベニア州立大学のジェイソン・ライト教授なら、太陽を探そうだ。だが、太陽にテクノシグネチャーがあるからではない。太陽を望遠鏡にして遠くの星を調べるためだ。太陽から生じる巨大な重力はレンズのように作用するために、理論上望遠鏡として利用することができる。これを利用して、太陽に一番近い恒星「プロキシマ・ケンタウリ」にテクノシグネチャーがないか観察するのだ。この星のハビタブルゾーンには、惑星があることも知られている。だが、それだけではない。プロキシマ領域もまた巨大なレンズになり、銀河の壮大な通信ネットワークとして利用できる。ライト博士によると、銀河通信ネットワークが可能なのなら、恒星をレンズにして星々を接続するのは理にかなっているそうだ。ただし、こうした観測には、対象が非常に遠いと

という問題がある。 かつてもっとも遠い太陽系惑星とされた「冥王星」(現在は準惑星に区分)は、地球にもっとも接近したときで42億8000万キロも離れている。プロキシマ・ケンタウリはその冥王星より10倍も遠い。小さな発見でさえ、非常に難しいだろうとのことだ。

・3. 木星のラグランジュ点

ブルー・マーブル宇宙科学研究所のジェイコブ・ハック・ミスラ博士は、「木星のラグランジュ点」を探せと言っている。 [ラグランジュ点](#)とは、天体と天体の重力で釣り合うおかげで「宇宙で安定する地点」のことだ。

仮に地球外文明が私たちの太陽系に探査機を送り込もうとしているとしよう。その場合、木星のラグランジュ点は、彼らが目指すべき目標になると考えられる。ここは安定しており、探査機が位置を維持するエネルギーを節約できるからだ。 そうした探査機が任務を終えたり、故障してしまうことだってあるだろう。その場合用済みになった(あるいは動かなくなった)探査機が漂流して、ラグランジュ・ポイントに漂着する可能性だってある。

・4. 太陽系の果てコッパラプー博士はさらに、テクノシグネチャーが通過しないかどうか、太陽系の果てを観察してはどうかと提案している。 具体的には冥王星やさらに先だ。冥王星は、太陽を1周するのに(地球の)248年もかかる大きな軌道を描いており、「[カイパーベルト](#)」最大の天体でもある。

カイパーベルトは、太陽系が形成されたときの残余物である氷の天体がリング状に密集した領域だ。その先には、太陽風が届く限界、つまり太陽圏の境界がある。そこを越えれば、無限の星間宇宙が広がっている。

References:[The Debrief](#)/ written by hiroching / edited by parumo

関連記事 (外部サイト)

[「地球外知的生命体を探す為の新たなステップを踏み出した」NASAが宇宙人探査を本格再開](#)

[ブラックホールをエネルギーとして利用する地球外文明がある可能性 \(英研究\)](#)

[NASA「ひらめいた！」地球外文明を探すには宇宙で汚染物質を検出すればいい](#)

[宇宙規模の大惨事を回避するため、地球外文明との条約が必要とハーバード大学の物理学者](#)

[ハーバード大の天文学者、地球外知的生命体の存在を証明するため「ガリレオプロジェクト」を発表](#)



https://news.biglobe.ne.jp/trend/1021/kpa_211021_7122923573.html

地球は巨大な宇宙の磁気トンネルの中にあるとする新しい研究

10月21日(木) 20時0分 [カラパイア](#)



University of Toronto

カーブしたトンネルでは、照明やセンターラインが収束していくように見える。同じようなことが、ウェスト博士らのモデルにも言える (Credit: Pixabay/wal_172619, with edits by J. West) ・もし電波の光が見えるならトンネル構造が見られる。電波変光波で見た空の様子。矢印は磁場の方向を示す (Credit: Dominion Radio Astrophysical Observatory/Villa Elisa telescope/ESA/Planck Collaboration/Stellarium/J. West)

私たちの地球を含む太陽系は、実は、磁気でできた巨大なトンネルによって囲まれているのかもしれないという新たな研究結果が報告された。 それは電波によって見ることができる磁気のトンネルで、1000光年にわたる長いロープのような形状をしているのだそうだ。

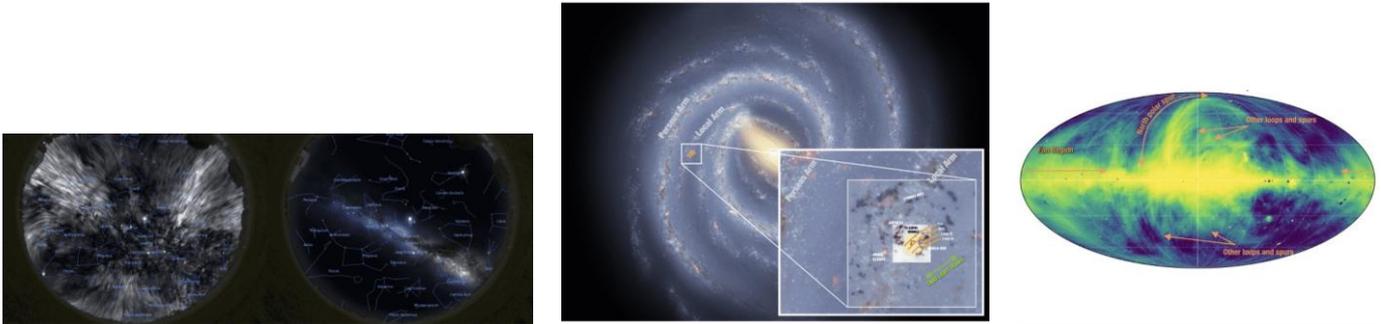
・磁気でできたトンネル構造

そのトンネル構造は「[北極スパーク](#)」と「扇状領域」と呼ばれている。1960年代から知られるこの構造は、これ

まで別々のものとして扱われるのがほとんどだった。しかしウェスト博士らは、それらがロープのような単体の構造で、太陽系を取り囲む巨大なトンネル状の磁場の一部だろうと推測している。

同博士らはコンピューターモデルを構築し、ロープの形や位置を変えたときに、電波で見たときの地球の空がどう見えるのかシミュレーションを試みた。その結果、2つの構造体はロープ状の磁気フィラメントによって結ばれていると示唆されたとのことだ。荷電粒子と磁場によって構成されるロープ状構造は、地球から350年先にあり、1000光年の長さがある。ウェスト博士は、「もし電波の光が目に見えるのなら、空のどの方向にもトンネルのような構造が見られるでしょう」と語る。彼女の次のステップは、局所的磁場が銀河のより大きな磁場や、太陽と地球のような小さな磁場とどのようにつながっているのか理解することであるそうだ。

「磁場は単独では存在しません。すべては互いにつながっているはずです」とウェスト博士は言う。



左) 電波変光波で見た空の様子 (Credit: Dominion Radio Astrophysical Observatory/Villa Elisa telescope/ESA/Planck Collaboration/Stellarium/J. West) (右) 同じ空を肉眼で見たもの (Credit: Stellarium/J. West) フィラメントの大きさと、天の川銀河内における位置を示した図 (Credit: Original image by NASA/JPL-Caltech/R. Hurt (SSC/Caltech) with annotations by J. West. The local dust distribution is shown overlaid using models from Lallement et al. (2018) (<https://stilism.obspm.fr> Opens in a third party website) and Leike & Enslin 2019)

従来のように中央に銀河中心をすえた天の川を、電波で見たときの姿 (Credit: Haslam et al. (1982) with annotations by J. West) :

この研究は、現在『[arXiv](https://arxiv.org/abs/2110.01001)』(21年10月1日付)で査読前のものを閲覧できる。

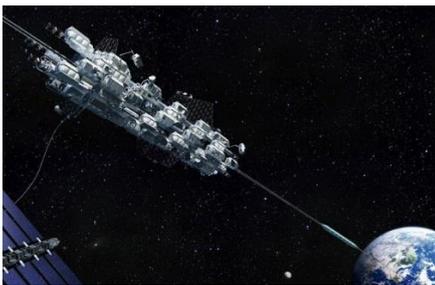
References: [Dunlap Astronomer discovers we may be surrounded by tunnel-like structure - Dunlap Institute](https://dunlapinstitute.com/news/dunlap-astronomer-discovers-we-may-be-surrounded-by-tunnel-like-structure) / written by hiroching / edited by parumo

<https://news.yahoo.co.jp/articles/b5a1988b1f2e85a142e45ff2d5d8bfa0fdbbe9f4f>

地球と宇宙をつなぐ「宇宙エレベーター」がついに実現に向けて動き出した！

10/24(日) 8:04 配信 **GOETHE**

宇宙の“移動”インフラ革命を巻き起こす！

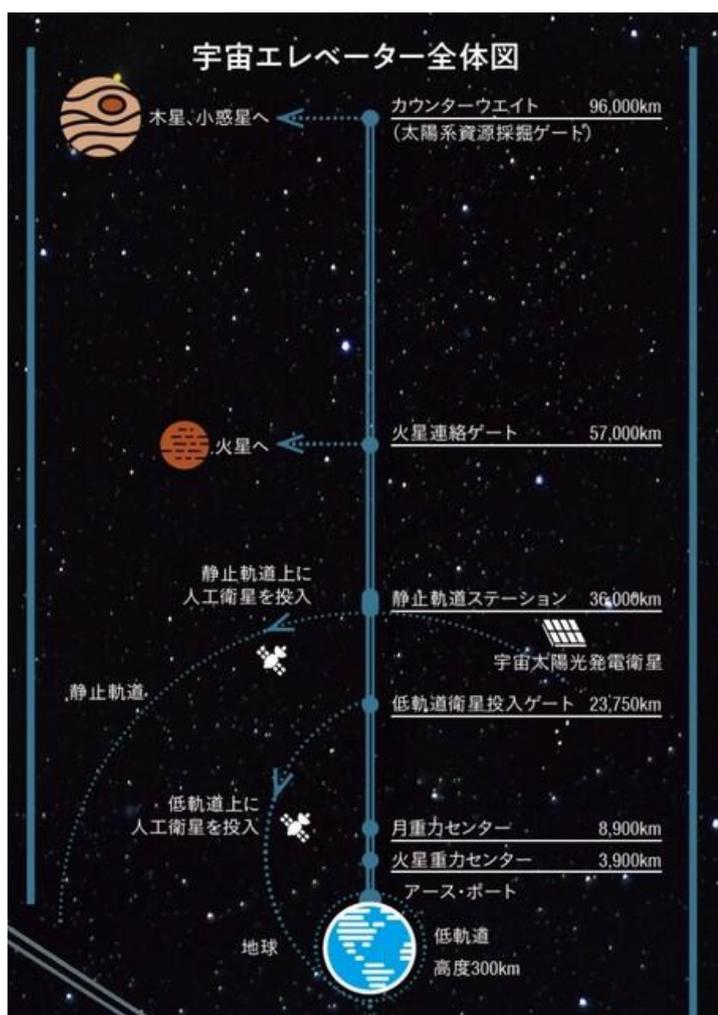


[静止軌道ステーションは、宇宙におけるターミナル駅。実験ユニットや居住ユニットなども備えられている。](#)

[東京スカイツリー\(R\)完成の2012年、建築を手がけた大林組は広報誌に“タワーの未来構想”を発表した。地球と宇宙をつなぐ「宇宙エレベーター」だ。基本コンセプトから全体構成図、施工ステップや荷重計算、基地や静止軌道ステーションの建造など30ページ以上にわたって書かれた詳細な構想は、想像を超える反響を世界中で巻き起こした。「私たちもびっくりしました。インターネット上では、見たことのないような言語でコメントが](#)

書かれていたりしました」 こう語るのは、同社未来技術創造部上級主席技師の石川洋二さん。宇宙エレベーターとは、地球と宇宙の間をケーブルでつなぎ、クライマー（乗り物）で往復する交通システム。ケーブルの長さは約 10 万 km。地上から宇宙に伸びたケーブルは、地球の持つ引力と地球から離れようとする遠心力によって釣り合うという。直立するのだ。「考え方は、100 年以上前からあるんです。宇宙関係者の間では、よく知られていました」 石川さんは東大で博士号を取得後、アメリカの大学の研究員となり、NASA エイムズ研究センターに博士研究員として在籍した経験を持つ。帰国後の 1989 年、宇宙開発プロジェクトを開始していた大林組に入社。宇宙関連の計画はその後ストップしてしまうのだが、'11 年、タワーの未来構想を考えるにあたり、宇宙エレベーター建設構想に関わるようになった。「社内横断的にさまざまな専門を持つ 7 名が集まり、1 年かけて構想をまとめていったんです」 かつては、考え方があっても、実現は不可能だとされた。課題は、両側から大きな張力がかかるケーブルの強度だった。「ところが、'91 年に日本の物理学者、飯島澄男教授によって新材料が発見されるんです。カーボンナノチューブです。この新材料なら検討できるのではないかといわれるようになった」

地球のエネルギー問題の解決の糸口にも



約 10 万 km にも及ぶ宇宙エレベーター。静止軌道ステーションを経由して、火星や木星、小惑星へと移動することも可能だ。

宇宙エレベーターが実現すれば、人やモノを大量に運べる。ロケットで静止軌道まで運んでいる衛星の打ち上げも、エレベーターから放出するだけだ。「静止軌道を越えると、地球から離れる力が働きます。なのでそれより高い高度に宇宙船を運べば月や火星にロケットを使わずに飛ばすこともできる。遠く木星や土星にも低コストで送れます。小惑星から希少な金属や資源を入手できる可能性もある」 エネルギー利用も考えられるという。例えば、静止軌道に太陽光パネルを広げ、発電して地球に送電する宇宙太陽光発電衛星構想があるが、ネックのひとつは材料をどう送るか、だった。「太陽光パネルは長さが数キロもの大きさになります。ロケットで簡単に送れ

ないんです」 それなら、宇宙エレベーターで運ばばいい。宇宙は雨も降らず、24時間、安定的に太陽光発電ができる。地球のエネルギー問題の解決にも役立つのだ。「あとはもちろん、観光という用途もありますね」 反響の大きさに実用化の検討を経営陣は指示。研究開発チームがつくれ、'19年には新部署・未来技術創造部が生まれ、宇宙関連の部署が誕生した。「宇宙に行く、住む、使う、の3つの活動を推し進めています」 宇宙エレベーター建設構想の推進も取り組みのひとつだが、実際には課題はまだ多い。「カーボンナノチューブは、まだ数十センチの長さしかできていない。技術のブレイクスルーがいくつも必要になります」 そもそも大林組だけではつくれる。多様な産業の力を結集し、国際的な協調体制も必要だ。ただ、この夢の構想は着実に宙へと上昇している。『大林組』HISTORY 1987年 宇宙開発プロジェクト部を発足 1996年 宇宙開発プロジェクト部を廃部 2012年 『季刊大林』にて宇宙エレベーター建設構想を発表 2019年 未来技術創造部を発足
TEXT=上阪 徹 PHOTOGRAPH=野崎慧嗣(人物) COOPERATION=大林組(写真提供)

<https://news.mynavi.jp/article/20211020-2164758/>

太陽系の化石を見に行こう！ NASAの木星トロヤ群探査機「ルーシー」の大航海

2021/10/20 15:55 2021/10/21 16:30 著者：鳥嶋真也

目次 [1木星トロヤ群の小惑星はどこからやってきた？ 太陽系に眠る壮大な謎](#) [木星トロヤ群というところ](#)
[ニース・モデル](#) [28つもの小惑星をめぐる、12年間の旅路 - 日本も木星トロヤ群探査を検討](#)
[探査機ルーシー](#) [日本も木星トロヤ群探査を検討](#)

まだ誰も訪れたことのない、木星トロヤ群小惑星。そこにある無数の小惑星は、そのどれもが、太陽系ができたころの歴史を保存する「化石」のような天体であると考えられている。

この未知の天体群へ向け、米国航空宇宙局(NASA)は2021年10月16日、初の探査機を打ち上げた。その名は「ルーシー(Lucy)」。太陽系の始まりと進化の歴史に迫る、12年間にもわたる大航海が始まった。



NASAの木星トロヤ群探査機「ルーシー」の想像図 (C) Southwest Research Institute

木星トロヤ群の想像図 (C) NASA/JPL-Caltech

打ち上げを待つルーシー (C) Lockheed Martin

木星トロヤ群というところ

太陽系第5惑星の木星。大きさ、質量ともに太陽系の惑星の中で最大で、その大きさのおかげで、天体望遠鏡を使えば比較的簡単にその姿を見ることができ、表面に見える縞模様など、その特徴的な姿は、私たち天文ファンの心を捉えて離さない。その木星の公転軌道の前後に、大きささまざまな多数の小惑星が集まっている、「木星トロヤ群」と呼ばれる場所がある。木星と太陽とを結ぶ直線をもとに、2つの正三角形、つまりひし形を描いたときにできる頂点にあたる場所で、木星の重力と太陽と重力、そして物体にかかる遠心力とが絶妙なバランスで釣り合うことから、小惑星などが安定して存在し続けることができる。また、木星の公転方向の前方にあるものを「ギリシア群」、後方にあるものを「(狭義の)トロヤ群」と呼ぶ。

木星トロヤ群には、これまでに7000個を超える数の小惑星が発見されている。ちなみに、ラグランジュ点やトロヤ群は、大きな質量の天体が2つあれば成立するため、木星だけでなく、海王星や土星、地球にも少数ながら、トロヤ群小惑星が存在することが確認されている。この木星トロヤ群がどうやってできたのか、なぜ小惑星が集

まっているのか、そしてどんな小惑星が集まっているのかといったことは、謎に包まれている。

太陽系はいまから約 46 億年前、ガスや宇宙塵から始まり、その大部分は太陽になり、残りは太陽のまわりを回りながら徐々に集まって、衝突や合体を繰り返し、小惑星や準惑星、そして地球や水星、火星、木星といった惑星がつけられていったと考えられている。その中で、木星の重力の影響で惑星になれなかったものもあり、それらは火星と木星とのあいだの小惑星帯(メインベルト)にある小惑星として残っていると考えられている。

ニース・モデル

かつては、木星トロヤ群の小惑星もこの流れに沿い、木星やその衛星がつけられていく過程で余った残骸からできたと思われていた。だが、それでは説明のつかないことも多かった。そんな中、2005 年に「ニース・モデル」という新しい説が登場した。このニース・モデルは、エッジワース・カイパーベルト天体(EKBO)という、木星はもちろん海王星よりも外側にある天体が飛んできて、現在の木星トロヤ群小惑星になったというもので、この説を提唱したのがフランスのニース(Nice)の研究グループであったため、こう呼ばれている。

このダイナミックな説は、まず木星や土星、天王星、海王星といった惑星は、いまよりも狭い範囲に固まっていたのではないかと、という初期条件から始まる。現在、これらの惑星は太陽から 5.2 から 30 天文単位の間分布しているが、誕生直後は 5.5 から 17 天文単位に、つまり土星や天王星、海王星は、いまある位置より太陽に近い位置で形成され、公転していたとされる。また、EKBO もいまより内側に存在していたとされる。

そして太陽系の誕生から 5~7 億年後、微惑星との相互作用により、木星や土星、天王星、海王星といった巨大惑星の軌道が、現在の位置へ向けて大きく移動。そして海王星がかつての EKBO があつた領域まで移動し、重力的に散乱させて軌道が大きく乱れた結果、多数の EKBO が太陽系の内側まで飛んできて、そして木星トロヤ群に捕まえられ、現在の木星トロヤ群小惑星になったとされる。一見、突拍子もないようにも思えるが、たとえば天王星や海王星の現在の位置や軌道や、「後期重爆撃期」と呼ばれるかつて太陽系の内側の惑星に大量の微惑星が降ってきたと考えられている時期などは、このニース・モデルを使えばうまく説明がつく。そのため、太陽系の起源を説明するシナリオとして、改良が加えられつつ有力視されている。その研究を大きく進めるうえで重要なのが、木星トロヤ群の小惑星を直接探査することである。まずどのような天体なのかを知ることになり、どのように生まれたのかを知る手がかりも得られる。たとえば、木星トロヤ群にある小惑星と、現在メインベルトにある小惑星とを比べ、もし両者を比べて明確な違いがあれば、現在の木星トロヤ群小惑星が EKBO からやってきたものである可能性が高まる。そしてそこから、太陽系の誕生から現在に至る歴史、そして後期重爆撃期が本当にあつたのかどうかなど、数多くの謎を解く手がかりにもなると考えられている。しかし、木星圏は遠いことから、これまで木星トロヤ群の小惑星は、地上や宇宙から望遠鏡で観測されたことしかなく、探査機による直接探査は行われてこなかった。また、メインベルトの小惑星はたびたび隕石として地球に落下することもあるが、木星トロヤ群は地球から遠く離れているため、隕石として地球に落ちてくることもない。そのため、メインベルトの小惑星以上にわかっていないことが多い。だが、今回のルーシーの打ち上げにより、いよいよ人類はその謎の解明に向けた一歩を踏み出したのである。

[次へ：8 つもの小惑星をめぐる、1… 探査機ルーシー](#)

ルーシーは NASA のゴダード宇宙飛行センターと、米国の研究機関サウスウエスト研究所(SwRI)が主導するミッションで、NASA の小規模な宇宙科学プログラム「ディスカヴァリー計画」の枠組みで行われる。製造はロッキード・マーティンが担当した。探査機の寸法は 15.8m×7.2m×2.78m。木星以遠に赴く探査機としては珍しく太陽電池で駆動する。打ち上げ時の質量は 1550kg、燃料抜きは 821kg で、すなわち機体の半分近くは燃料が占めている。予算は 9 億 8100 万ドル。ルーシーは大きく、3 つの観測機器を搭載しており、すべて過去の NASA のミッションで使用した機器を改良したものとなっている。

1 つ目は「L'Ralph」という、カラーカメラと赤外線撮像分光計がセットになった装置で、前者は人間の目で見たと同じような画像を取得でき、後者は小惑星に存在する氷や鉱物、有機分子などを分析するのに使われる。2015 年に冥王星を探査した「ニュー・ホライズンズ」などに搭載された装置をベースにしている。

2つ目は「L' LORRI」という望遠鏡カメラで、小惑星を遠くから撮影したり、高速でフライバイする際にも撮影したりできる性能をもっている。この機器も、ニュー・ホライズンズに搭載された装置をベースにしている。

3つ目「L'TES」という熱放射分光計で、小惑星の表面の温度を測定する。この機器も、小惑星探査機「オサイリス・レックス」などに搭載された装置をベースにしている。

ルーシーという名前は、1974年にエチオピアで発見された、約318万年前のアウストラロピテクスの人骨化石「ルーシー」にちなんでいる。ルーシーが人類の進化の歴史を紐解くにあたって大きな手がかりとなったことにあやかり、太陽系の誕生の歴史を解明するための手がかりをつかむという想いが込められている。

ルーシーを載せたアトラスVロケットは、日本時間10月16日18時34分(米東部夏時間16日5時34分)、フロリダ州にあるケープ・カナヴェラル宇宙軍ステーションから離昇した。ロケットは順調に飛行し、打ち上げから約58分後にルーシーを分離。地球の重力から脱出する軌道に投入された。ルーシーにはこのあと、12年間にもおよぶ大航海が待ち受けている。まず2022年10月15日に、地球に接近。重力を使って加速(スイングバイ)し、軌道を変える。さらに2024年12月12日にも地球を使って軌道を変更、木星圏を向かう軌道に乗る。2025年4月20日には、道中にあるメインベルトの小惑星「52246 ドナルドジョハンソン(Donaldjohanson)」をフライバイ(接近・通過)探査する。そして2027年8月12日から、木星の後方にある(狭義の)トロヤ群にある5つの小惑星のフライバイ探査を実施。その後、探査機は地球に接近し、3回目のスイングバイを行い、2033年には木星の前方にあるギリシア群小惑星を探査する。この12年間の間に、探査する天体は8つにもおよぶ。前述した、機体の質量の半分にもおよぶ燃料は、この相次ぐ軌道変更のために使われる。

2022年10月15日……1回目の地球スイングバイ

2024年12月12日……2回目の地球スイングバイ、木星圏へ向かう軌道に乗る

2025年4月20日……木星圏までの道中にあるメインベルトの小惑星「52246 ドナルドジョハンソン(Donaldjohanson)」をフライバイ(接近・通過)探査

2027年8月12日……狭義のトロヤ群の小惑星「3548 エウリュバテス(Eurybates)」とその衛星「クエタ(Queta)」をフライバイ探査

2027年9月15日……小惑星「15094 ポリュメレー(Polymele)」をフライバイ探査

2028年4月18日……小惑星「11351 レウコス(Leucus)」をフライバイ探査

2028年11月11日……小惑星「21900 オルス(Orus)」をフライバイ探査

2030年12月25日……3回目の地球スイングバイ、ギリシア群小惑星へ向かう軌道に乗る

2033年3月3日……ギリシア群にある二重小惑星「617 パトロクロス(Patroclus)」と「メノイティオス(Menoetius)」をフライバイ探査

パトロクロスとメノイティオスの探査後、2033年中には電源を落とし、ミッションを終えることとなっている。その後は何十万年もの間、トロヤ群を交互に通過しながら太陽の軌道を回り続けることになる。

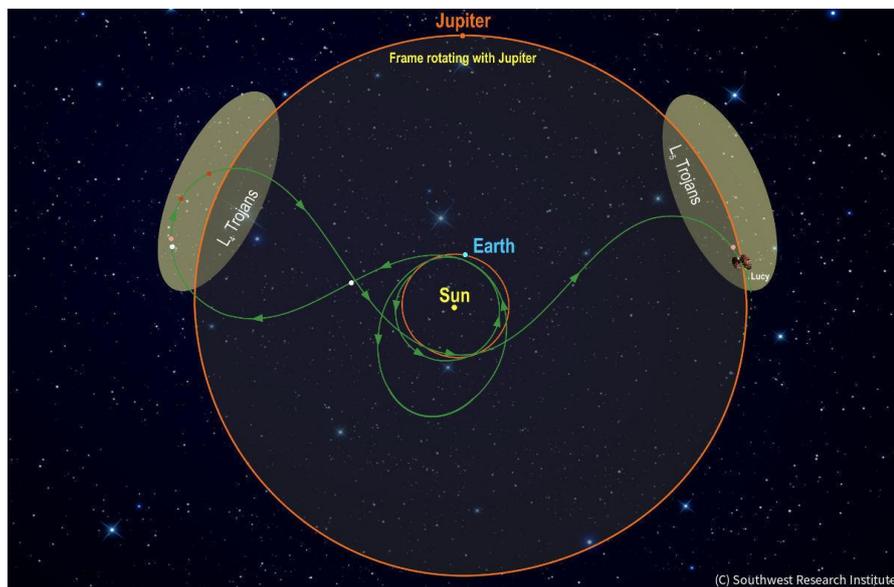
ルーシーの首席研究員を務めるサウスウエスト研究所のハル・レヴィソン(Hal Levison)氏は「ルーシーの構想は2014年の初めごろに始まりました。今回の打ち上げまで非常に長い時間がかかり、最初のトロヤ群小惑星に到達するまでにはまださらに数年かかります。しかし、待つだけの大きな科学的価値があります。それはまるで“空に浮かぶダイヤモンド”のようなものです」と、ビートルズの『ルーシー・イン・ザ・スカイ・ウィズ・ダイヤモンド』に引っ掛けて、期待を語った。

日本も木星トロヤ群探査を検討

NASAではまた、「サイキ(Psyche)」と名づけられた小惑星探査機の開発も進めている。サイキは2017年、ルーシーとともに開発が決まった探査機で、金属を多く含む小惑星「プシューケー」の探査を目指している。打ち上げは2022年8月に予定されている。ルーシーとサイキは姉妹ミッションとも呼ばれており、それぞれ異なるタイプの小惑星を探査し、そのデータを組み合わせることで、太陽系の進化についてより多くのことを学べると期待されている。さらに、日本の宇宙航空研究開発機構(JAXA)でも、木星トロヤ群探査機「OKEANOS」の検討が

進んでいる。OKEANOS は、巨大な帆のようなソーラー電力セイルを広げ、その電力でイオン・エンジンを動かし、効率よく航行。そして、木星トロヤ群小惑星に着陸して試料を採取し、その場で分析することを目指している。フライバイ探査するだけのルーシーとは異なる、そして相互補完的な意義のあるミッションになる。予算も300億円以下と、コストパフォーマンスも高い。現在は宇宙基本計画に基づく戦略的中型3号機の候補のひとつとして検討が進められており、正式なミッションとして採択されれば、2030年ごろに打ち上げられることになる。いよいよ始まった、史上初の木星トロヤ群小惑星の探査。2030年代以降は、この領域をつねになんらかの探査機が活動し、そしていつか太陽系にまつわる謎を解明することになるかもしれない。

2021年10月21日16時28分訂正:記事初出時に、狭義のトロヤ群とギリシア群の前後を逆に書いておりましたので、当該箇所を修正させていただきました。ご迷惑をお掛けした読者の皆様、ならびに関係各位に深くお詫び申し上げます。



ルーシーのたどる軌道を描いた模式図 (C) Southwest Research Institute

ルーシーを載せたアトラスVロケットの打ち上げ (C) NASA/Bill Ingalls

参考文献 ・ [NASA, ULA Launch Lucy Mission to 'Fossils' of Planet Formation | NASA](https://www.nasa.gov/press/20211021-nasa-sfact001-2021-10-21-nasa-launches-lucy-mission-to-jupiter-trojan-asteroids)

- ・ [Lucy: The First Mission to the Trojan Asteroids | NASA](https://www.nasa.gov/feature/goddard/2021/09-29-lucy-the-first-mission-to-the-trojan-asteroids)
- ・ [The First Mission to Jupiter's Trojan Asteroids - Lucy Mission](https://www.nasa.gov/feature/goddard/2021/09-29-lucy-the-first-mission-to-the-trojan-asteroids)
- ・ [The Nice Model - Lucy Mission](https://www.nasa.gov/feature/goddard/2021/09-29-lucy-the-first-mission-to-the-trojan-asteroids)
- ・ [ISAS news 456](https://www.isas.jaxa.jp/news/2021/04/21/04212021_0456)

鳥嶋真也とりしましんや

<https://www.newsweekjapan.jp/akane/2021/10/2.php>

NASA、中国、UAE... 2021年が「火星探査ブーム」なワケ

2021年10月19日（火）11時35分



火星探査機の打ち上げには、最適なタイミングがある（写真はイメージです） Cobalt88-iStock

初走行に成功した探査車「パーシビアランス」から撮影された火星地表（2021年3月4日） NASA/JPL-Caltech
<今年2月から5月にかけて、米NASA、中国、UAEの探査機が立て続けに火星へと到達。各国のチャレンジは、なぜこれほど同時期に集中したのか？>

最近の天文関係のニュースで、火星の話題が目立つなど不思議に思っている人は多いかもしれません。

実は今年2月から5月にかけて、米NASAの着陸探査車「パーシビアランス（Perseverance）」と火星ヘリコプター「インジェニユイティ（Ingenuity）」、中国政府の着陸探査車「祝融（Zhurong）」、アラブ首長国連邦（UAE）のムハンマド・ビン・ラシード宇宙センター（MBRSC）による火星軌道を飛ぶ探査機「ホープ（HOPE）」の4種の探査装置が、次々に火星に到達したからなのです。火星の探査は、火星周回軌道上から写真を撮ったり大気を調査したりする場合と、探査機を着陸させて表面の調査をする場合があります。

世界で初めて火星周回軌道に入った探査機は、1971年11月のマリナー9号で、着陸に成功したのは同年12月のソビエト連邦（当時）のマルス3号です。けれどマルス3号は着陸後、20秒で信号が途絶えました。2年後に打ち上げたマルス6号も、着陸が確認された途端に通信できなくなりました。本格的な探査機による火星表面の調査は、1976年7月にNASAのバイキング1号が着陸し、4年間にわたって活動したことから始まります。

NASAは現在、4つの探査機を使って火星表面近くで調査をしています。2012年8月に火星に着陸した探査車「キュリオシティ（Curiosity）」、2018年11月に着陸した"移動できない"探査機「インサイト（InSight）」、そして今年、火星に到達したパーシビアランスとインジェニユイティです。これまでにキュリオシティは火星の水の流れの痕跡を、インサイトは地震活動を発見しており、惑星学に新しい知見をもたらしています。

火星有人探査計画への収穫

パーシビアランスは、今年2月19日（米東部時間）に火星に着地しました。今回のミッションは、生命の痕跡を探ることと、火星の有人探査や移住の可能性を探ることです。

パーシビアランスに搭載されていたインジェニユイティは4月19日に、火星で初めてのヘリ飛行に成功しました。インジェニユイティは、地球表面の大気圧の1%未満しかない火星の表面近くで、ローターを毎分2500回転で高速回転させて、離陸、上昇、ホバリング（空中停止）、降下、着陸と、ヘリコプター特有の動作をすべて達成しました。翌20日には、パーシビアランスが火星大気の約95%を占める二酸化炭素を高温で加熱分解し、人工的に酸素を生成することに成功。将来的には、火星で生成した酸素と水素から水も作り出せる可能性があり、2030年代前半に予定されている火星有人探査計画に役立てられると考えられています。

[次のページ 2031年に「生の」サンプルが地球帰還](#)

さらに9月1日、パーシビアランスは35億年前に湖だったと考えられるクレーター内の岩石から直接、火星表面のサンプル採取に成功しました。これまでも、地球で見つかった隕石に含まれている希ガスの組成が、1970年代のバイキング計画で得られた火星の大気組成と似ていることから、火星由来だとされる隕石はありました。けれど、隕石は地球大気圏に突入する時に表面が数千℃以上になるため、生命の痕跡は分かりませんでした。

パーシビアランスが採取した「生の」サンプルは、別の探査機が回収して早ければ2031年に地球に持ち帰る予定です。サンプルを採取した岩石には長期間にわたって地下水と接していた跡が見つかっており、このサンプルを分析すれば、人類史上初めて「地球外生命の痕跡」が見つかるのではないかと期待されています。

UAE初の地球外ミッション

いっぽう、中国の火星探査車「祝融」は5月15日、火星着陸に成功しました。中国は2011年から火星探査にチャレンジしていますが、今回が初成功です。これで中国は、旧ソビエト連邦、アメリカに次いで、火星着陸に成功した3番目の国となりました。「祝融」は、地表から写真を撮影し、地表成分、磁場、気象などに関するデータを観測して、8月17日に予定のミッションを終了し、引き続き調査を続けることになりました。

もっとも、9月中旬から10月末にかけては、地球と火星間の通信を妨げる荷電粒子が太陽コロナから放出されるため、通信に障害が起きる可能性があります。探査機側から地球に送られるデータが破損する恐れもありますが、それ以上に、地球から探査機へのコマンドが損なわれると誤作動を起こしてしまうかもしれません。そのた

め、現在は祝融も NASA の探査機もセーフモードに入っています。UAE は火星探査だけでなく、地球外ミッションへの初チャレンジです。ホープは 2020 年 7 月 20 日、日本の H-IIA ロケットに搭載され、種子島宇宙センターから打ち上げられました。今年 2 月 9 日（日本時間 10 日）に火星周回軌道に投入できて、火星を回りながらデータを集めています。火星探査は、UAE の建国 50 周年（2021 年）記念であるとともに、2117 年までに火星に都市を建設すると主張する同国の威信をかけたミッションでもあります。

[次のページ火星探査機打ち上げの最適なタイミング](#)

ホープの目的は、主に火星大気の探査です。38 億年前の火星は、地球のように海があり、厚い大気があったと考えられています。けれど、今の火星は表面から水は失われ、薄い大気しかありません。

火星には過去に本当に厚い大気があったのか。そうだとしたら、なぜその大気が失われたのかという謎を解明するために、火星の大気メカニズムや、どのように宇宙空間へ流出したのかを調べるのがホープの目的です。

これまでも、他の探査機が火星の大気を調べたことはありましたが、ホープは初めて一年を通して火星大気の変化を調べます。ホープによって、38 億年前までは似通った進化をしていたとされる地球と火星が、なぜ生命の星と荒涼とした星に別れたのかが解明されることが期待されています。



ロケット燃料節約のチャンス

(上図) [次のページ●MMXのミッション動画を見る](#)

さて、昨年はほとんどニュースにならなかった火星探査が、なぜ今年になって多く取り上げられているのでしょうか。それは、太陽系では約 2 年に 1 回、「地球—火星間・ロケット燃料節約チャンス」が訪れるからです。

地球を出発した探査機は、火星に進む時に太陽の重力に引っ張られて楕円を描くように飛んでいきます。この時、太陽系では、太陽を中心に全ての惑星が同じ方向に公転しているので、地球の公転速度の方向にロケットを飛ばした方が少ない燃料で火星に到達します。また、出発時の地球、太陽、到着時の火星が一直線に並ぶようにして、楕円軌道の中で太陽に最も近い地点に地球、最も遠い地点に火星が来るように飛ばすと、最も効率が良くなります。そのように地球、太陽、火星が並んだ最近のタイミングが、2020 年の 7~8 月でした。NASA、中国、UAE の探査機は、全てこのタイミングで打ち上げられました。地球から火星までは、ロケットが順調に進めば半年くらいで到着します。そのため、2021 年 2 月頃から最新鋭の探査機によって新たな画像やデータが地球に届くようになり、火星関連のニュースが多く見られるようになったのです。

火星探査機の打ち上げの次の最適なタイミングは 2022 年 8~9 月、その次は 2024 年 9~10 月と、すでに計算されています。ここまで読み進めると、「日本は、なぜ火星探査にチャレンジしないのか」と疑問に思うかもしれません。今回の UAE の探査機は、日本のロケットと発射場によって打ち上げられたので、なおさらでしょう。

日本の火星探査は、過去に「のぞみ」を 1998 年に打ち上げましたが、火星周回軌道に投入できずに終わりました。次は、2024 年の打ち上げタイミングに、宇宙航空研究開発機構（JAXA）が主導する国際共同深宇宙探査計画「火星衛星探査計画（MMX）」が実施される予定です。

[次のページ NASA より先に火星本体の物質を持ち帰る可能性](#)

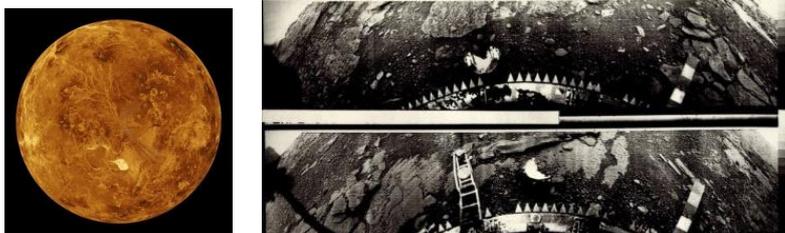
MMX の目的地は火星そのものではなく、火星衛星のフォボスとダイモスです。火星衛星の起源には「小惑星が

火星に捕獲されたもの」とする捕獲説と、「火星への巨大衝突によって生じた破片が集合して形成されたもの」とする巨大衝突説の2説があります。フォボスからのサンプルの持ち帰りや、2つの衛星の分光学的な探査によって、どちらの説が正しいのかを明らかにすることが目標です。なお、地球と月にも同じ2説が唱えられていましたが、アポロ計画で持ち帰った「月の石」によって、巨大衝突説が正しかったことが分かりました。MMXには、もう一つ、大きな目標があります。フォボスは火星に近いので、たとえ捕獲説が正しかったとしても、火星に過去に小天体が落ちた時に飛び散った火星表面物質が、ダメージが少ない状態で多量にフォボス表面に散らばっています。MMXは地球帰還予定が2029年です。つまり、日本は世界で初めて火星衛星物質を持ち帰るだけでなく、2031年に持ち帰るNASAのミッションよりも早く、火星本体の物質を持ち帰る可能性が高いのです。人類史上初の「地球外生命の痕跡を発見」を日本チームが叶えてくれるのでしょうか。8年後が楽しみです。

<https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/news/21/101800505/>

金星探査計画が続々、今なぜ灼熱の惑星に挑むのか？

「金星は今、とてもホットな惑星なのです」と、専門家 2021.10.24



金星の表面は、そのほとんどがまだ調べられていない。画像は、NASAの金星探査機マゼランのレーダー探査データに基づいて作成されたもの。(PHOTOGRAPH BY NASA, JPL) [画像のクリックで拡大表示]

1982年3月1日、ソ連の金星探査機ベネラ13号の2台のカメラが撮影した金星の表面。(PHOTOGRAPH BY UNION OF SOVIET SOCIALIST REPUBLICS VIA NASA) [画像のクリックで拡大表示]

金星は夜空で最も美しい天体の1つだが、もし近くに行けば腐った卵のようにおいがするだろう。その雨粒は肉を溶かし、表面の温度は木やガソリンが自然発火するほど高く、気圧は潜水艦がつぶれるほど高い。

そんな金星だが、かつては温暖で、海があり、生命が存在していたかもしれない。つまり、太陽系では数十億年にわたり、地球と金星という2つの青い惑星が太陽の周りを回っていたのかもしれないのだ。しかし、地球で生命が繁栄する一方で、金星では大気中に破滅的な量の炭素が蓄積されて「暴走温室効果」が起こり、死の惑星になってしまった。(参考記事：[「金星に生命の痕跡」に反証続々、ホスフィンは誤検出の可能性](#))

かつて金星に液体の海があったのか、あったとすればどのくらいの大きさで、いつ頃まであったのかを明らかにするため、今後10年間に3機の惑星探査機が打ち上げられる予定だ。これらの探査機は金星表面の正確な地図を作成し、火山活動の痕跡を探し、金星の内部を観察する。そのデータは、この星に関する理解を深めるのに役立つだけでなく、ほかの恒星の周りで金星に似た軌道を回る多くの岩石惑星が、居住可能であるかどうかを知るのにも役立つことが期待されている。

異なる道を歩んだ姉妹惑星

筆者の父である電波天文学者のフランク・ドレイクによると、1960年代の教科書には、金星は熱帯のジャングルのような惑星だと書かれていたそうだ。「それはもっともな推論だった。金星は太陽に近く、雲があり、地球によく似ていると考えられていたからね」しかし、1961年に電波望遠鏡で金星を観測した父は、金星の地表は熱帯どころか300℃以上の灼熱地獄であると推定し、長い1日(地球時間で243日)の間にほとんど温度が変わらないことから、その大気が非常に厚いことに気づいた。今では、地球と金星はどちらも丸い形をしていて、同じくらいの大きさで、基本的な組成が近いこと以外は、似ても似つかない惑星であることがわかっている。

地球が温暖で水に恵まれているのに対し、金星は乾燥した灼熱地獄だ。金星の表面温度は平均460℃で、カラ

カラに乾いた表面には水ではなく溶岩が流れた痕跡があり、表面気圧は地球の約 90 倍だ。これは水深約 900m の海中の水圧と同じである。地球の空では雲は生まれては消えていくが、金星の空は常に曇っている。厚さ 70km にもなる雲が垂れ込め、日差しはほとんど届かない。大気の上層部では強風が吹き荒れ、分厚い大気が金星の周りをぐるぐると回転している。金星が常に地獄のような惑星だったのかどうかは、科学者たちが今後 10 年間で解決したいと考えている主要な問題の 1 つだ。

[次ページ：忘れられた惑星からホットな惑星へ](#) **忘れられた惑星からホットな惑星へ**

1960 年代半ば以降、米国の惑星探査計画の資金の大半は火星に投下されていた。NASA が前回、金星探査機を打ち上げたのは 1989 年で、このときの探査機「マゼラン」は金星表面の大まかなレーダー地図を作成した。

金星ミッションに積極的だったのは旧ソ連で、1960 年代から 1980 年代まで多くの探査機を送り込み、1975 年にはベネラ 9 号を金星に着陸させ、写真撮影を成功させた。これらは地球以外の惑星表面をとらえた最初の写真となった。最近では日本とヨーロッパの探査機が金星を探査しており、インドも新しい金星ミッションを計画しているが、ここ数年、金星を周回している探査機は日本の「あかつき」だけだ。水や生命の痕跡を探す余地のない金星は、多くの科学者にとって忘れられた存在だった。(参考記事：[「金星で謎の閃光を観測、探査機あかつき、ついに雷か」](#)) けれども今は違う。2021 年 6 月、NASA のトーマス・ズルブチェン副長官は、NASA のディスカバリー計画の一環として 2 つの新しい金星ミッション「ダビンチ・プラス (DAVINCI+)」と「ベリタス (VERITAS)」を発表し、惑星学界を驚かせた。その翌週には、欧州宇宙機関 (ESA) も金星探査機「エンビジョン (EnVision)」の打ち上げを発表した。(参考記事：[「約 30 年ぶりに金星めざす NASA の探査機 謎は解明されるか」](#)) なぜ今、金星をめざすのかと問われたズルブチェン氏は、金星の気候の歴史に関して新たな興味深い科学的知見が得られていることや、金星によく似た系外惑星が多数発見されていること、そして、ディスカバリー計画の数億ドル (数百億円) という限られた予算の中で大きな成果をあげる可能性があることを理由に挙げた。「金星は今、とてもホットな惑星なのです」

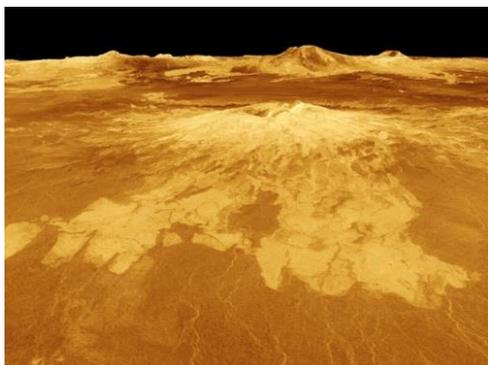
新しい世界

3 機は 2020 年代のうちに金星に向けて出発する。ダビンチ・プラスは 2029 年に打ち上げられ、2 回の金星フライバイ (接近通過) を行った後、周回軌道に入る。そして複数の波長で金星の雲と地表を撮影するが、このミッションの主役は金星表面に降り立つプローブ (着陸機) だ。プローブは 2031 年に 1 時間かけて金星の雲の中を静かに降下し、地表の詳細な画像を上空から撮影する。ダビンチ・プラスの副主席研究員である NASA ゴダード宇宙飛行センターのジャーダ・アーニー氏は、プローブはチタン製で球形をしていて、ビーチボール程度の大きさだと説明する。無事に着地できれば地表で最大 17 分間活動することができるが、それは必須ではなく「おまけです」と彼女は言う。プローブは大気中を降下しながら金星の大気を採取する。特に重要なのは希ガス (ヘリウム、キセノン、クリプトン、アルゴンなど) だ。希ガスは金星の歴史の直接的な痕跡であり、金星の形成経路、火山や巨大衝突の歴史、水の起源などを明らかにするだろう。ふつうの水素と重水素の比も重要だ。この比から大気中の水の量が明らかになり、かつて金星に海があったかどうかを知るためのカギとなるからだ。

プローブが着陸する予定の「アルファ・レジオ」と呼ばれる地域は、金星の表面に広がる変形した「テッセラ」と呼ばれる領域の 1 つだ。科学者たちは、テッセラは古代の大陸の跡ではないかと考えているが、これが花崗岩と玄武岩のどちらでできているかが大きな問題となっている。地球上の花崗岩は、その形成に水を必要とし、大陸地殻を構成しているのに対し、玄武岩は火山によって形成される。NASA のベリタス・ミッションは、金星の表面組成を調べることで、この謎を解明しようとしている。

[次ページ：金星探査車への道](#)

ベリタスは軌道上から金星の重力場の地図も作成する。この地図は、金星の内部構造の研究に役立つだけでなく、活火山の兆候を探すのにも役立つ (金星には地球のような地殻プレートがないため、主に活火山を通じて熱を放出していると考えられている)。



金星のアトラ地域にあるサパス山は、大きな火山だ。画像はマゼラン探査機のレーダー探査データを用いてコンピュータで作成されたもの。(PHOTOGRAPH BY NASA, JPL) [画像のクリックで拡大表示]

火星は私たちの想像をかき立てる。古くはイタリア人画家パオロ・ベロネーゼの絵画から、SF小説「宇宙戦争」や映画「オデッセイ」など、火星をテーマにした創作物も多い。(CHRONICLE/ALAMY STOCK PHOTO)

[\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

金星の地質史と現在の活動レベルを把握するには、今ある地図よりもはるかに詳細な地図が必要だ。ペリタスは、レーダーと地形計測により金星の表面（その面積は地球上の大陸の3倍を超える）のデータを収集して地図を作成する。エンビジョンは、金星の表面の約25%について、詳細な地図を作成する。米セントルイス・ワシントン大学の惑星科学者ポール・バーン氏は、これらの地図は金星の地形に関する私たちの知識を一変させるだろうと言う。「私たちは全く新しい世界を知ることになるでしょう」

金星探査車への道

NASAの惑星探査戦略は、数十年前から基本的に変わっていない。まずは惑星の近くを通過させ、次に惑星の周りに周回機を飛ばし、着陸機を降ろし、最後に地表を走り回る探査車を送り込む。

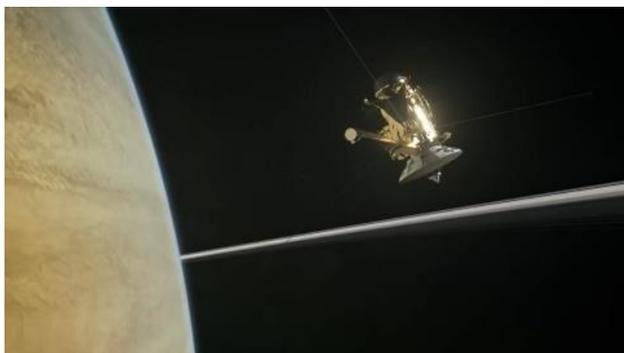
現在、火星では探査車「パーシビアランス」とその仲間たちが表面を走り回っているが、金星探査はまだ周回機の段階にとどまっている。(参考記事：[【解説】火星の岩石をついに採取、いずれ地球へ、NASA探査車パーシビアランス](#)) しかし、金星の天候、大気と地表の相互作用、地表の正確な組成、地震活動などの疑問を解くには、長期にわたる地表探査が必要だ。NASAなどでは、金星の過酷な環境でも機能する電子機器やその他のハードウェアの開発が進められている。現在の課題は、着陸機に電力を供給する方法と（金星の雲の下では太陽エネルギーが不足するため）、観測結果を地球に送信するための通信システムの設計だ。研究者たちはすでに、金星表面の高温・高圧や、反応性の高い腐食性の大気を模した実験室の環境で、回路、センサー、シールドなどの小さな部品のテストを行ったり、サブシステム全体を数カ月にわたってチャンバー内に置いたりすることに成功している。彼らは2025年末頃には、小型の金星着陸機の試作品をこうした環境で60日間動作させるテストをしたいと語る。参考ギャラリー：[火星と地球人、私たちは昔からこの星に夢中だった！](#)（2021年3月号）(画像クリックでギャラリーへ)

NASAの惑星科学部門を率いるロリ・グレイズ氏は、「金星の表面で数週間でも作動し続けられれば、絶対的な変化をもたらすでしょう」と言う。金星の表面で撮影された風景を見ることは、隣の惑星に対する私たちの見方を根本的に変えるだろう。それは、火星の表面で撮影された画像が、それまで赤みがかかった点にしか見えなかった惑星を、山々やクレーターや峡谷のある広大な世界に変えたようなものだ。近い将来、新しい技術が私たちの姉妹惑星の姿をより鮮明に見せ、これまで考えもしなかった疑問を投げかけさせ、私たちが想像する以上に美しく、恐ろしい景色を見せてくれることだろう。 文=Nadia Drake/訳=三枝小夜子

<https://sorae.info/space/20211019-triumph-at-saturn.html>

『土星での偉業』探査機カッシーニとホイヘンスのドキュメンタリー動画 NASA 公開

2021-10-19 [sorae 編集部](#)



【▲ 土星での偉業「Triumph at Saturn」より (Credit: NASA/JPL)】

【▲ 公開された『土星での偉業』。音声は英語ですが YouTube の翻訳機能により日本語字幕で視聴可能です】

アメリカ太平洋時間の 10 月 15 日(金)午後 3 時、NASA ジェット推進研究所 (JPL) が運用する公式 YouTube チャンネル及び facebook ページで『土星での偉業』(原題: "Triumph at Saturn") と題されたドキュメンタリーフィルムが公開されました。

NASA/JPL の科学史ドキュメンタリーシリーズにおける最新作である同作品では、1990 年代に計画され、2017 年まで運用されていた土星探査機「カッシーニ」及び探査プローブ「ホイヘンス」のミッションについて記録されています。二部構成のストーリーのパート I が公開された 10 月 15 日は、奇しくも 24 年前の 1997 年にカッシーニ探査機を搭載したタイタン IV B ロケットが打ち上げられた日にあたります。

58 分間の映像にまとめられたパート I の前半部分では、予算のカットに伴う計画の縮小で苦悩する科学者やエンジニア達の様子や、原子力電池を搭載している事により起きた世間からの反発のシーンが。また、後半部分では打ち上げから土星周回軌道への投入成功、土星の輪を至近距離から継続的に観測し始めるところまでが描かれています。当時の記録映像の数々に加え、最新の CG 技術を駆使して再現された探査機の飛行シミュレーションなどは宇宙に関心のある人なら一見の価値があるのではないのでしょうか。

なお、後編のパート II は、10 月 22 日(金)午後 3 時 (日本時間では翌 23 日(土)午前 8 時) に同じく NASA/JPL のページで公開される予定になっています。

Image Credit: NASA/JPL(YouTube) Source: [NASA/JPL](#) ([YouTube](#), [Facebook](#)) 文/豊原行宏

<https://www.asahi.com/articles/ASPBM63RDPBMUHBI01J.html>

月の火山活動、20 億年前まで? 中国探査機が回収した試料で判明

北京=高田正幸 2021 年 10 月 19 日 18 時 40 分



[中国科学院の会見で、無人月探査機「嫦娥 5 号」が月から持ち帰った試料の分析結果を説明する李](#)

[献華・中国科学院院士=2021 年 10 月 19 日、北京、高田正幸撮影](#)

中国政府系シンクタンクの[中国科学院](#)地質・地球物理研究所は 19 日、中国の無人月探査機「嫦娥 (じょうが) 5 号」が持ち帰った月の試料を分析したところ、約 20 億年前にできた玄武岩がみつかったと発表した。年代が特定できた月の試料としては最も新しく、月で火山活動がこれまでの想定よりも最近まで続いていたことを示す証拠だとしている。科学院によると、嫦娥 5 号は昨年 12 月、月面で 1.73 キロの物質の回収に成功。それらの物質を地球に持ち帰って分析したところ、20.3 億年前の火山活動でできた玄武岩が含まれることが判明した。これまでの月の試料調査では、火山活動は 28 億~29 億年前にほとんど停止したと考えられていたという。

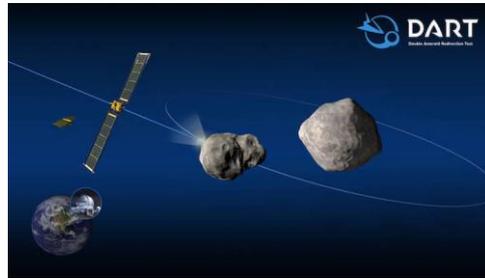
一連の研究では、20 億年前の玄武岩はさらに古い時代のものと比べて水分量が少ないことも判明。火山活動での乾燥が理由とみられ、科学院は、約 20 億年前まで火山活動が続いていた裏付けになるとしている。

月の試料の持ち帰りに成功したのは、米国、[旧ソ連](#)に続いて中国が3カ国目。将来的な月の有人探査や月面基地建設につながるとして、注目されていた。(北京=高田正幸)

<https://www.newsweekjapan.jp/stories/world/2021/10/nasa-30.php>

小惑星から地球を守れ 探査機の体当たりで軌道変更、NASA が初の実験へ

2021年10月22日(金) 16時30分 [青葉やまと](#)



スペース X 社のファルコン 9 によって 11 月に探査機を打ち上げる予定 NASA NASA

<飛来する小惑星の軌道を変え、地球への衝突を防ぐ。まるで SF 映画のストーリーのようだが、NASA は真剣だ> 地球の近くには、さまざまな小惑星が行き交う。地球との衝突の可能性のある天体は、わかっているだけで 1400 から 2000 個に上るとされる。太古の昔にはチクシュルーブ衝突体がメキシコ湾に衝突し、恐竜の絶滅を招いた。現代でも仮に同様のことが起きれば、甚大な被害は避けられないだろう。こうした懸念は「惑星防衛」と呼ばれる現実的な問題として、各国の宇宙機関などが対策を検討している。その一環として NASA は 11 月、本格的な惑星防衛の試験に向け、探査機を打ち上げる。小惑星に探査機を高速で体当たりさせて軌道を逸らすキネティック・インパクトと呼ばれる手法を実施し、データを収集する。このミッションはダブル・アステロイド・リダイレクション・テスト ([DART](#)) と命名され、宇宙空間において実際にキネティック・インパクトを適用する初のプロジェクトとなる。

二重惑星で衝突テスト

計画では 11 月 24 日、カリフォルニア州のヴァンデンバーグ空軍基地から、スペース X 社のファルコン 9 によって DART 探査機を打ち上げる。目標となるのは、軌道の一部が地球近傍を通過する二重小惑星「ディディモス」だ。ギリシャ語で「双子」を意味するその名の通り、引力を及ぼしあう 2 つの小惑星からなり、共通の重心の周りを互いに公転している。二重惑星のうち小さい方の惑星は一般にムーンレットと呼ばれるが、ディディモスのムーンレットには「ディモーフォス」の別名が与えられている。米 NBC 系列の [WBAL-TV](#) によると、これは「2 つの形態」を意味し、人類によって軌道を大きく変えられる初の天体となることから名付けられた。

サイズはディディモスが直径 780 メートルほど、ディモーフォスが直径 160 メートルほどだ。実際に DART 探査機を衝突させる先は、ムーンレットであるディモーフォスとなる。160 メートルというサイズは、実際に地球にとって脅威となりうる小惑星の典型的なサイズだと NASA は考えている。

ディディモス・ディモーフォスともに必ずしも惑星防衛上の脅威ではないが、あくまでキネティック・インパクトの効果を測定する目的で衝突実験の対象に選定された。

ターゲット捉えて自律飛行

[DART 探査機](#) は 1 辺が約 1.1 メートルから 1.3 メートルの箱状の本体を中心に、両翼に展開する太陽光パネルや次世代型イオンエンジン「NEXT-C」などを備える。

また、DRACO と呼ばれる観測・誘導用カメラを搭載する。この DRACO およびスタートラッカー、複数の太陽光センサーなどを組み合わせ、ディモーフォスへ向けて自律的に飛行することが可能だ。

[次のページ](#)天体の運動を人類が変える

DART 探査機は 11 月の打ち上げ以降、ファルコン 9 から放出されると、宇宙空間を 10 ヶ月ほどフライトする。

そして2022年9月下旬、地球から1100万キロのポイントまで迫ったディディモスと落ち合う。衝突試験の2日前になると探査機は、イタリア宇宙機関（ASI）が提供するキューブサット型観測機「LICIA」を分離する。LICIAは後方からDARTを追い、衝突の様子や結果として生じたクレーターの画像などを撮影する役目を担う。DART機本体がディモフォスに衝突する速度は、秒速6.6キロに達する。拳銃の弾丸の20倍ほどの速さだ。衝突後は地上の望遠鏡とレーダーにより、惑星の運動特性の変化が観測される予定だ。衝突による速度の変化はわずか1%ほどだが、結果としてディモフォスの公転周期は現在の11.92時間から10分程度短くなると見込まれている。

天体の運動を人類が変える

キネティック・インパクトによる惑星防衛は、従来の惑星探査とは違う新しい試みだ。NASAのサイエンティストであるトーマス・スタッドラー氏は、NASAによるポッドキャストのなかで、「私たちは足跡やタイヤ痕などは残してきましたが、天体の運動を人類が変えるのは初めてのことです」と述べている。

米CBSニュースは1998年のSF映画になぞらえ、「NASAが『アルマゲドン』式ミッション開始へ」「次回のNASAのミッションは、SF災害映画のワンシーンにも似ているかもしれない」と報じる。ただ、今回採用するキネティック・インパクトでは小惑星を破壊せず、軌道を逸らすことを目的としている点でやや異なる。

小惑星対策をめぐるのは、ジョンズホプキンス大学の研究者らが先日、状況によっては核爆弾による粉砕が有効であるとするシミュレーション結果を発表した。耳慣れない惑星防衛ということばだが、小惑星の飛来は無視できない危険として、複数の手法の研究が進められている。



DART, NASA's First Planetary Defense Test Mission

NASA Mission Will Crash Craft To Redirect Asteroid

<https://www.newsweekjapan.jp/stories/world/2021/10/42-7.php>

小惑星帯にある42個の天体が画像でとらえられる

2021年10月19日（火）18時42分 [松岡由希子](#)



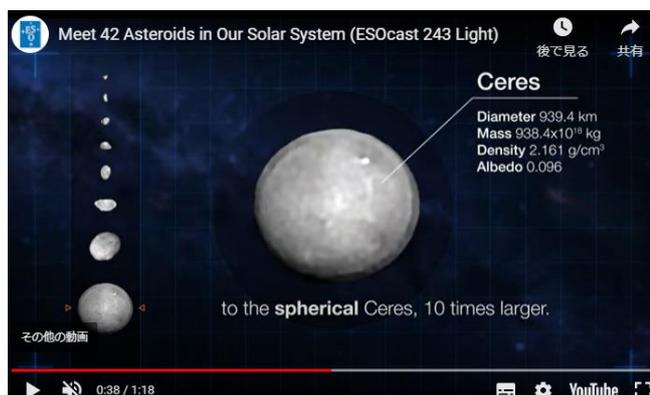
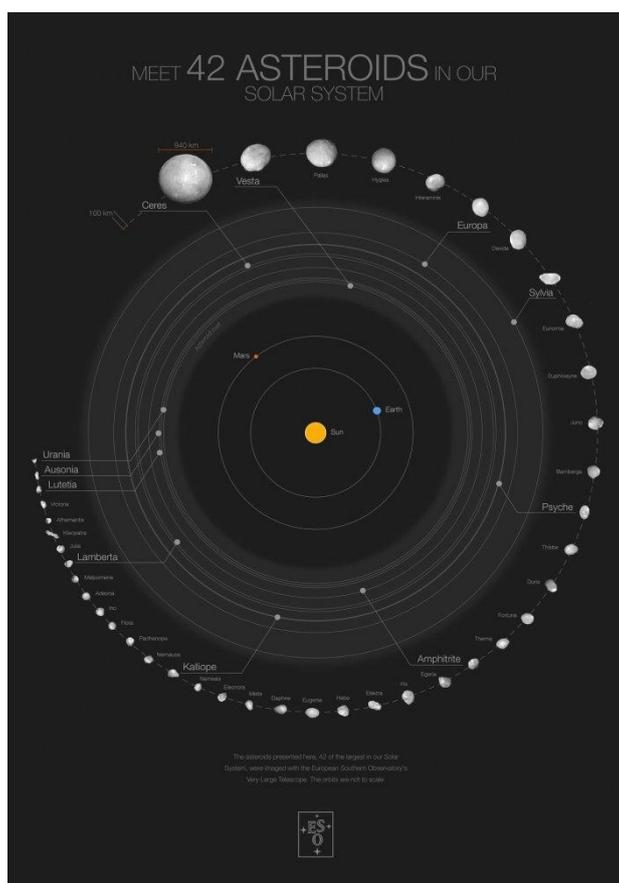
42個の小惑星 ESO/M. Kornmesser/Vernazza et al./MISTRAL algorithm/ONERA/CNRS

<小惑星帯に位置する 42 個の小惑星を画像で鮮明にとらえることに成功した>

太陽系内の火星の公転軌道と木星の公転軌道との間には多くの小惑星が集中する「小惑星帯」がある。小惑星帯にある天体のうち、これまでに画像で細部までとらえられているのは、準惑星ケレス、小惑星ベスタ、小惑星リュテティアのみであった。仏マルセイユ天文物理研究所（LAM）らの研究チームは、南米チリにあるヨーロッパ南天天文台（ESO）の超大型望遠鏡（VLT）に設置された観測機器「SPHERE」を用いて 2017 年から 2019 年まで観測を行い、小惑星帯に位置する 42 個の小惑星を画像で鮮明にとらえることに成功した。

その研究成果は、2021 年 10 月 12 日に学術雑誌「[アストロノミー・アンド・アストロフィジックス](#)」で発表されている。最も大きいのは直径 940 キロのケレス、次は直径 520 キロのベスタ

画像でとらえられた小惑星 42 個のうちの大半は、直径 100 キロ以上の比較的大きな小惑星だ。小惑星帯にある直径 200 キロ以上の小惑星 23 個のうち 20 個が画像でとらえられている。最も大きな天体は直径 940 キロのケレスで、直径 520 キロのベスタがこれに次ぐ。また、最も小さい小惑星はいずれも直径約 90 キロのウラニアとアウソニアであった。これらの小惑星の形状は球体と楕円形に大別される。ケレスや直径 407 キロの[ヒギニア](#)、直径 147 キロの[フローラ](#)、直径 127 キロの[アデオナ](#)は球体である一方、ベスタやシルビア、イヌの骨のような形状で知られるクレオパトラは細長い形状をなしている。



小惑星の軌道 ESO/M. Kornmesser/Vernazza et al./MISTRAL algorithm/ONERA/CNRS

Meet 42 Asteroids in Our Solar System (ESOcast 243 Light)

密度はさまざま、天体の組成の並外れた多様性

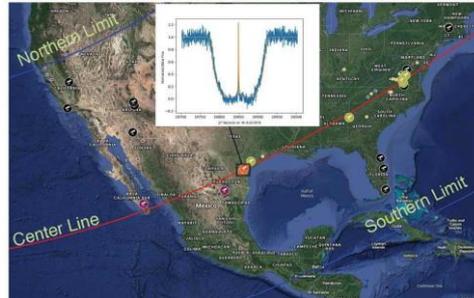
研究チームは、小惑星の大きさや質量のデータをもとに、その密度を算出した。最も密度が大きいのは 4.3 グラム毎立方センチメートルのカリオペで、3.9 グラム毎立方センチメートルのプシケがこれに次ぐ。いずれもダイヤモンドの密度よりも大きい。一方、最も密度が小さいのは約 1.3 グラム毎立方センチメートルのランベルタとシルビアで、石炭の密度とほぼ同等であった。このような密度の違いは小惑星の組成が著しく異なることを示唆している。研究論文の共同著者でプラハ・カレル大学の[ヨーゼフ・ハヌシュ博士](#)は「我々の観測結果は、これらの天体が形成された後に移動してきたことを裏付けるものだ」とし、「このような天体の組成の並外れた多様性

は、それぞれが太陽系の異なる領域にわたって生まれたということでは説明がつかない」と述べている。

<https://sorae.info/astrometry/20211018-pluto.html>

冥王星の大気密度の低下を確認 掩蔽を利用した光度曲線が示す研究成果

2021-10-18 吉田 哲郎



【▲ 2015 年 NASA の探査機ニュー・ホライズンズが撮影した冥王星 (Credit: NASA/JHU-APL/SwRI)】

【▲ 米国とメキシコの複数の場所に配置された望遠鏡により観測された「セントラルフラッシュ」を含む W 字型の光度曲線 (Credit: NASA/SwRI)】

観測者から見て近くにある見かけの大きな天体が、遠方にある天体を完全に隠す現象を「掩蔽」(えんぺい)と呼びます。ちなみに、月による掩蔽は「星食」と呼ばれることがあります。その掩蔽を利用して冥王星の大気密度(大気圧)の測定が行われています。2021 年 10 月 4 日、サウスウエスト研究所(SwRI: Southwest Research Institute)は、2018 年 8 月 15 日の夜に冥王星による恒星の掩蔽を観測した結果を発表しました。サウスウエスト研究所主導の天文学者チームは、冥王星の大気の変化を観測するために、米国とメキシコの複数の場所に望遠鏡を配備しました。その結果、冥王星が太陽から遠ざかるにつれて、大気が再び表面で凍結し、消え始めているという現象(大気密度の低下)を確認し、その証拠を見つけました。「科学者たちは 1988 年以来、冥王星の大気の変化を監視するために掩蔽を利用してきました」とサウスウエスト研究所のエリオット・ヤング(Eliot Young)博士は語っています。「NASA の探査機ニュー・ホライズンズは、2015 年冥王星に最接近し、大気密度の測定を行い、詳細なデータを取得しました。これは、冥王星の大気圧が 10 年ごとに倍増する傾向にあることと一致していますが、2018 年の観測では、その傾向が 2015 年以降も続いていることは確認されていません」冥王星の大気が背後にある恒星の光を屈折させることによって引き起こされる、「セントラルフラッシュ」(central flash)と呼ばれる閃光現象を観測することがあります。大気を持つ天体による掩蔽を観測した場合、背後の恒星の光は大気を通過するとき、徐々に暗くなり、その後、再び徐々に明るさが戻ります。つまり、U 字型の光度曲線を描きます。ところが、今回の観測ではセントラルフラッシュが発生し、W 字型の光度曲線に変わりました。このセントラルフラッシュは「これまで誰も見たことがないほど強いものでした」とヤング博士は語っています。セントラルフラッシュは、掩蔽による大気密度の測定に関する正確な情報を与えてくれます。地球と同じように、冥王星の大気の主成分は窒素です。しかし、地球とは異なり、冥王星の大気はその表面にある窒素を主とした氷の蒸気圧によって支えられています。つまり、表面温度がわずかに変化するだけで氷は昇華し、大気の密度が大きく変化します。準惑星である冥王星の軌道は、太陽系内の 8 つの惑星と異なり、離心率が大きく真円からはかなりはずれた軌道を描いています。そのため、近地点は太陽から約 30 天文単位(1 天文単位は地球から太陽までの距離)であるのに対して、遠地点は約 50 天文単位にもなります。過去四半世紀の間、冥王星は太陽から遠ざかってきたため、太陽光を浴びることが少なくなっていました。それにもかかわらず、これまで、冥王星の表面圧力と大気密度は増加し続けていました。科学者たちはその原因を「熱慣性」(thermal inertia)として知られる現象によるものではないかと考えています。例えるならば、太陽がビーチの砂を加熱するようなものです。太陽光は正午頃に最も強くなりますが、砂は午後の間も熱を吸収し続けるので、午後遅くの時間帯に最も熱くなります。

冥王星の表面の窒素貯留層が表面の下に蓄えられた熱によって、これまで温められていたことを示唆しています。今回の新たなデータは、一転して冥王星が冷え始めていることを示していると言えるでしょう。

現在知られている最大の窒素貯留層は、ハート型のトンポー地域の西側部分を構成するスプートニク平原です。冥王星のハート型は外観として目を引くだけでなく、まだまだ探求すべき未知の魅力を秘めているようです。

関連：[冥王星を離れゆく探査機「ニュー・ホライズンズ」が見た氷の地平線](#)

Image Credit: NASA/JHU-APL/SwRI、NASA/SwRI

Source: [SwRI \(Southwest Research Institute\)](#) 文／吉田哲郎

https://news.biglobe.ne.jp/it/1020/zks_211020_6696989920.html

超低周波重力波の謎、パルサータイミングアレイから解明へ 英バーミンガム大

10月20日（水）16時31分 [財經新聞](#)

パルサータイミングアレイ（Pulsar timing array, PTA）とは、自転周期が非常に短い（1ミリ秒から10ミリ秒の間）ミリ秒パルサー群からの電波を同期観測することによって、重力波の検出を行う手法である。

【こちらも】[銀河団衝突時に発生した衝撃波 史上初の観測に成功 理研](#)

パルサーから発せられた電波が宇宙空間を進んでいく際に、重力波の影響を受けると周波数に変化が生じる。その変化の度合いは、パルサー、地球、重力波の発生源との位置関係によって定量的に決まる。パルサーは宇宙空間のあらゆる場所にあり、未知の重力波源を探索するためには格好の存在となっている。

バーミンガム大学は、重力波の中でも極端に波長が長い（周波数が100ナノヘルツ未満）ものを検出し、その発生源について謎の解明に挑んでいる。超低周波の重力波を発する要因候補については、銀河の中心にある巨大なブラックホールが、銀河どうしの衝突によって連星系のような形態をとったことなどがあげられる。また全く別の視点から、ビッグバン直後の宇宙空間から発せられた可能性も示唆されている。パルサータイミングアレイを用いた重力波源の探索は、まだ発展途上の段階にある。多数のデータが集積され、重力波源に関する法則性が見いだされていくのは、これから数年以上先のことになると考えられている。だが宇宙に存在しているミリ波パルサーの数を考えれば、これから蓄積されていくことが期待されている重力波源に関する情報は、膨大な数に上ることだろう。この研究が成就するころには、宇宙誕生の初期にどのような現象が起こっていたのかや、銀河がどのようなプロセスを経て進化してきたのかといった謎の解明が、様々な周波数の重力波源解析によって、進んでゆくことだろう。銀河系どころか太陽系の天体の進化についてもまだまだ解明されていない謎は多いが、138億年前に誕生した壮大な宇宙の進化の謎についても、我々人類は貪欲に解明をし続けているのだ。

<https://sorae.info/astronomy/20211019-xz-tau.html>

「奇妙な角度の原始惑星系円盤と軌道面」を持つ若い連星系を発見

2021-10-19 [飯銅 重幸](#)

アルマ望遠鏡は10月7日、鹿児島大学の大学院生市川貴教さん（研究当時）率いる研究チームが、アルマ望遠鏡の観測データを使って、おうし座 XZ 星系を構成する2つの恒星の原始惑星系円盤と連星の軌道面の角度が全



部バラバラであることを発見したと発表しました。

【▲ おうし座 XZ 星系のイラスト。連星をなす2つの恒星のそれぞれの原始惑星系円盤と連星の軌道面の角度が全部バラバラであることが解ります (Credit: ALMA (ESO/NAOJ/NRAO))】

おうし座 XZ 星系は地球から 480 光年ほど離れたところにある若い連星系です。誕生してから 1000 万年ほどしかたっていません。そのため、連星をなす2つの恒星の周囲にはそれぞれ恒星が形成された後の残り物であるガスやチリからなる原始惑星系円盤が存在しています。まず、研究チームは、アルマ望遠鏡の観測データを使って、おうし座 XZ 星系に属する2つの恒星がそれぞれ持っている原始惑星系円盤の角度がそれぞれ異なっていることを発見しました。そして、さらに、3年間のアルマ望遠鏡の観測データを使って、お互いに回り合っている2つの恒星の軌道運動を調べたところ、さらに興味深いことが解りました。冒頭のイラストを見てください。このイラストでは、片方の恒星を固定し、その場合に、もう一方の恒星が描く軌道が点線で示されていますが、それぞれの恒星の原始惑星系円盤と連星の軌道面の角度が、全部、バラバラになっていることが解りますね。このように、それぞれの恒星の原始惑星系円盤と連星の軌道面の角度が、全部、バラバラであることが解った連星系は、おうし座 XZ 星系が初めてだそうです。研究チームによれば、分子雲のガスが乱流によって分裂することによって、連星や原始惑星系円盤が形成されるのであれば、このようにそれぞれの恒星の原始惑星系円盤と連星の軌道面の角度が、全部、バラバラになることを説明できるといいます。そして、惑星は原始惑星系円盤のなかで形成されるために、このような連星系を研究することで、大きく傾いた軌道を持つ系外惑星や長く引き伸ばされた軌道を持つ系外惑星などの起源に迫ることができるのではないかと期待されています。

研究チームを率いた市川貴教さんは「今後さらに観測を続け、さらに正確なおうし座 XZ 星系の軌道運動を検出していきたい」とその抱負をコメントしています。

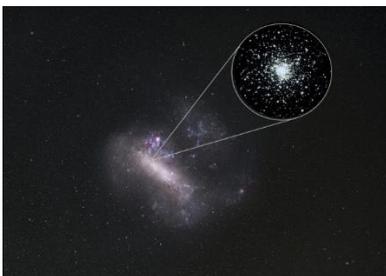
Image Credit: Image Credit:ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)

Source: [アルマ望遠鏡のプレスリリース](#) 文／飯銅重幸（はんどうしげゆき）

<https://sorae.info/astrometry/20211020-lmc.html>

お隣の銀河「大マゼラン雲」過去に別の銀河と合体していた証拠が見つかる

2021-10-20 [松村武宏](#)



大マゼラン雲（背景）と球状星団 NGC 2005（拡大）(Credit: A. Mucciarelli / Università di Bologna / Inaf)

ボローニャ大学／イタリア国立天体物理学研究所 (INAF) の Alessio Mucciarelli さんを筆頭とした研究グループは、天の川銀河の伴銀河である「大マゼラン雲」(LMC : Large Magellanic Cloud) において、過去に別の銀河と合体したことを示す観測的な証拠が見つかったとする研究成果を発表しました。

これまでの研究によって、天の川銀河は過去に幾つかの銀河と合体を繰り返してきたことがわかってきました。今回の成果は、大マゼラン雲のように天の川銀河より小さな銀河も他の銀河と合体することで成長してきたことを初めて示したものとされています。

■球状星団「NGC 2005」が大マゼラン雲とは別の銀河に由来する可能性

この宇宙では銀河どうしの衝突・合体はめずらしいことではなく、複数の銀河が相互作用する様子は「ハッブル」宇宙望遠鏡などによって幾つも捉えられています。天の川銀河も例外ではなく、近年では欧州宇宙機関 (ESA) の宇宙望遠鏡「ガイア」の観測データなどをもとに、過去に起きた天の川銀河と別の銀河の合体の歴史が明らか

になりつつあります。

関連 ・ [天の川銀河で最も古い星の年代測定に成功 「星震学」と分光法の組み合わせにより](#)
・ [太陽系の形成にも関係か。星々の動きから天の川銀河と伴銀河の衝突を読み解く](#)

では、大マゼラン雲のように天の川銀河よりも小さな銀河の場合はどうなのでしょう。Mucciarelli さんらは今回、小さな銀河がより小さな銀河どうしの合体によって作り上げられたとする仮説を証明するために、大マゼラン雲にある球状星団のうち 11 個の化学組成を調べました。球状星団は、数千～数百万個の恒星が互いの重力に引き寄せられて密集している天体です。分析の結果、11 個の球状星団のうち「NGC 2005」に属する星だけが、他の球状星団の星々とは異なる化学組成を持つことが明らかになったといいます。NGC 2005 は大マゼラン雲の中心から約 750 光年離れたところにあり、約 20 万個の星々が集まっています。研究グループによると、NGC 2005 の星に含まれる亜鉛、銅、シリコン、カルシウムといった元素の比率が、他の 10 個の球状星団に属する星と比べて低いとされています。この宇宙にはもともと水素、ヘリウム、わずかな比率のリチウムといった軽い元素しか存在しておらず、金属（水素やヘリウムよりも重い元素）は恒星の内部における核融合反応や超新星爆発のような激しい現象によって生成され、星の世代交代とともに増えていったと考えられています。そのため、星に含まれる金属の種類や比率を調べることで、その星が誕生した時期や環境を推測することができるのです。研究グループは球状星団の化学組成をもとに、NGC 2005 が今よりも小さかった大マゼラン雲と数十億年前に合体した別の銀河に由来するものであり、その銀河は星形成効率が低く、おそらく矮小楕円体銀河 (dwarf spheroidal galaxy) と同程度の恒星質量があったと推測しています。研究に参加したボローニャ天体物理学・宇宙科学天文台 (OAS) / フローニンゲン大学の Davide Massari さんは「天の川銀河の近隣にある小さな銀河がより小さな銀河から構築されていることを、初めて説得力を持って示すことができました」とコメントしています。

Image Credit: A. Mucciarelli / Università di Bologna / Inaf

Source: [Media INAF](#) / [Astronomie.nl](#) 文/松村武宏

<https://sorae.info/astromy/20211021-rocky-exoplanets.html>

太陽系外の岩石惑星と恒星の組成にみられる相関 「すばる望遠鏡」などの観測によ

り初めて示される 2021-10-22 [松村武宏](#)



【▲ 太陽に似た星の周囲で形成される惑星と、その材料である岩石や分子を描いたイメージ図 (Credit: Tania Cunha (Planetário do Porto - Centro Ciência Viva & Instituto de Astrofísica e Ciências do Espaço))】

【▲ 今回の研究対象となった系外惑星のひとつ「かに座 55 番星 e」を描いた想像図 (Credit: ESA/Hubble, M. Kornmesser)】

ポルトガル天体物理・宇宙科学研究所 (IA) や久留米大学などの研究者からなる国際研究グループは、地球のように岩石を主体とした太陽系外惑星と、その系外惑星が周回している恒星の化学組成に相関がみられることを示した研究成果を発表しました。発表では、岩石惑星を形作る元素の組成が恒星とよく似ていることが知られていたのはこれまで太陽系が唯一であり、今回の成果は同様の相関が太陽系以外にもみられることを初めて示したものだとしています。

■恒星と系外惑星の鉄含有率にみられる相関を初めて示す

恒星は、ガスや塵が集まっている低温の分子雲のなかでも特に高密度な部分（分子雲コア）が、自らの重力で収縮し始めることで誕生すると考えられています。誕生したばかりの星はガスや塵でできた原始惑星系円盤に囲まれていて、円盤の一部は惑星を形成し、残りは星へ落下していくとみられています。同じ材料から形成された恒星と惑星の組成は似ていることが考えられます。研究グループによると、太陽系では岩石惑星を形作るケイ素・鉄・マグネシウムといった元素の組成が太陽と似ている（※）ことが知られていました。ただ、この相関が確認されているのは太陽系が唯一の例であり、他の惑星系に関しては似てはいるはずだと推測するに留まっていたといえます。※...後述するように水星は鉄の含有率が高いことが知られています今回、研究グループは特徴がよく研究されている「かに座 55 番星 e」など太陽系外の岩石惑星 21 個を選び出し、推定された鉄の組成を主星である恒星と比較しました。これらの系外惑星は半径と質量の値が測定されているため、平均密度を割り出して鉄の含有量を推定することができます。また、恒星の組成は天体のスペクトル（波長ごとの電磁波の強さ）を捉える分光観測を行うことで調べることが可能です。分光観測では天体に存在する原子や分子が電磁波に残した痕跡（輝線や吸収線）を検出し、天体を構成する物質やその割合に関する情報を得ることができます。

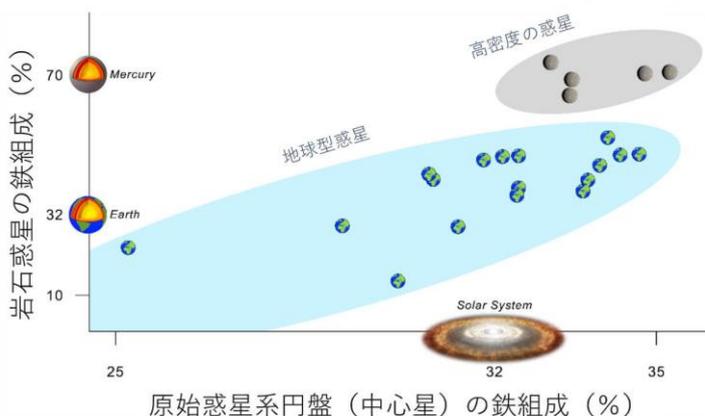
国立天文台ハワイ観測所の「すばる望遠鏡」をはじめ、ハワイのマウナケア山頂、チリのラ・シヤ天文台やパラナル天文台、カナリア諸島のロケ・デ・ロス・ムチャーチョ天文台にある様々な望遠鏡の観測データを分析した結果、系外惑星とその主星の組成に相関があることが初めて示されました。つまり、主星の鉄含有率が低ければ系外惑星の鉄含有率も低く、主星の鉄含有率が高ければ系外惑星の鉄含有率も高くなるといった相関関係が、今回初めて明らかになったのです。研究を率いたポルトガル天体物理・宇宙科学研究所の Vardan Adibekyan さんは「地球型惑星の組成は、太陽系で知られていたのと同様に、中心星の組成と強く結びついていることがわかりました」と語ります。

■水星が高密度な惑星になった理由の解明につながることを期待される

ただし、恒星と系外惑星の鉄含有率にみられる相関は単純なものではないようです。研究グループによると、主星の鉄含有率が近い系外惑星どうしを比較すると、推定される系外惑星の鉄含有率には幅があるといえます。また、主星の鉄含有率が高い惑星系では非常に高い鉄含有率を持つ高密度な岩石惑星が存在する場合があります、鉄含有率が同じだとしても組成が異なる岩石惑星が形成される可能性を示唆しているように見えるといえます。

次の図は、今回調べられた岩石惑星の鉄含有率（縦軸）と主星（中心星）の鉄含有率（横軸）を示しています。主星の鉄含有率が同じでも惑星の鉄含有率には幅があることや、地球に似た鉄含有率を持つ惑星のグループ（水色）と高い鉄含有率を持つ高密度な惑星のグループ（灰色）のあいだにギャップがあることがわかります。

太陽系の場合、水星の鉄含有率が他の岩石惑星と比べて高いことが知られています。発表によると、塵が集まってできた原始惑星どうしの衝突・合体による惑星形成のシミュレーションでは鉄含有率が非常に高い高密度な惑星の存在を再現できないといい、高密度な惑星とそのほかの惑星では形成過程に違いがあるのではないかと予想されています。Adibekyan さんは、高密度な系外惑星の形成を理解することは、水星が高密度な惑星になった理由を理解することにつながると期待しています。



【▲ 主星である恒星（横軸）と岩石惑星（縦軸）の鉄含有率を示した図。地球（Earth）の鉄含有率 32%は太陽系（Solar System）とほぼ同じだが、水星（Mercury）は 70%と高い（Credit: 国立天文台, Adibekyan et al., 2021/Instituto de Astrofísica e Ciências do Espaço）】

関連：「[奇妙な角度の原始惑星系円盤と軌道面を持つ若い連星系を発見](#)」

Image Credit: Tania Cunha (Planetário do Porto - Centro Ciência Viva & Instituto de Astrofísica e Ciências do Espaço) Source: Media 国立天文台 / カナリア天体物理学研究所 (IAC) 文/松村武宏

<https://sorae.info/astrometry/20211022-butterfly-galaxies.html>

リアルタイムで観測された「恒星の死」。おとめ座の銀河で起きた超新星爆発の研究結果

2021-10-22 [松村武宏](#)



【▲ 相互作用銀河「NGC 4567」（上）と「NGC 4568」（下）。NGC 4568 の中心右下には超新星「SN 2020fqv」が写っている（Credit: AUTHOR: NASA, ESA, Ryan Foley (UC Santa Cruz); IMAGE PROCESSING: Joseph DePasquale (STScI)）】

【▲ 冒頭画像の注釈付きバージョン。右上は超新星「SN 2020fqv」の拡大画像（Credit: AUTHOR: NASA, ESA, Ryan Foley (UC Santa Cruz); IMAGE PROCESSING: Joseph DePasquale (STScI)）】

こちらは「おとめ座」の方向およそ 5900 万光年先にある相互作用銀河「NGC 4567」（上）と「NGC 4568」（下）です。相互作用銀河とは、互いに重力の影響を及ぼし合っている複数の銀河のこと。NGC 4567 と NGC 4568 は地球からは「V 字」を描くように見えることから、海外では「Butterfly Galaxies（バタフライ銀河）」とも呼ばれています。下に位置する NGC 4568 の中心から右下のあたりに、白っぽい 1 つの光点が見えているのがわかりませんか。実はこの光、天の川銀河の星が重なって見えているのではなく、NGC 4568 で発生した超新星「SN 2020fqv」の輝きを捉えたものなのです。カリフォルニア大学サンタクルーズ校の Samaporn Tinyanont さんや Ryan Foley さんたちは、「ハッブル」宇宙望遠鏡などを使った迅速な観測や過去の観測データの分析を通して、超新星爆発を起こした恒星に何があったのかを調べました。SN 2020fqv は 2020 年 3 月 31 日午後（日本時間、以下同様）、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」によって発見されました。研究グループによると、4 月 2 日未明に「II 型」（※）の超新星に分類された SN 2020fqv は、爆発から 79 時間後の 4 月 3 日 14 時 36 分には早くもハッブル宇宙望遠鏡の「宇宙望遠鏡撮像分光器（STIS）」による観測が始まりました。※...Type-II、重い恒星のコアが崩壊した際の反動によって恒星の外層が吹き飛ぶと考えられていることから「コア崩壊型」や「重力崩壊型」と呼ばれる

ハッブル宇宙望遠鏡による迅速な観測が行えたことで、研究グループは SN 2020fqv を起こした恒星のすぐ近くにあった星周物質（星の近くにある物質）を調べることができました。超新星爆発に至る恒星は晩年に周囲へガスや塵を放出しますが、ハッブルによって爆発前の 1 年以内に放出された星周物質が観測されたことで、星が死を迎える直前に起こったことを理解できたといいます。また、SN 2020fqv が起きた NGC 4568 は、偶然にもアメリカ航空宇宙局（NASA）の系外惑星探査衛星「TESS」がそのとき観測を行っていた領域に含まれており、爆発前後の明るさの変化が 30 分間隔で捉えられていたといいます。研究グループを率いた Foley さんは「これまでの私たちは犯罪現場を調べる捜査官のように、星に何が起こったのかを超新星爆発が起きてから話し合ってきました。しかし今回は違います。私たちは何が起きたのかを知っていて、リアルタイムで星の死を目撃したのです」と語っています。研究グループによると、超新星の性質と理論モデルの比較、1997 年にハッブル宇宙望遠鏡

が取得した過去の観測データ、それに超新星の観測で判明した酸素の量といった複数の手法を用いて爆発した恒星の質量を推定したところ、どの手法でも太陽の 14~15 倍の質量という結果が得られました。超新星爆発を起こした恒星の正確な質量を把握することは、大質量星がどのように生き、そしてどのように死んでいくのかを学ぶ上で重要だといえます。超新星爆発というと、最近ではオリオン座のベテルギウスが注目されています。ベテルギウスはまだしばらく爆発しないとする研究成果が発表されているいっぽうで、Foley さんは爆発が近いのではないかと考えているといえます。Foley さんは、今回の研究対象となった SN 2020fqv のような観測例が積み上げられていくことで、恒星が死に至るまでの数年間に何が起きるのかをより良く理解できるようになるだろうと期待を寄せています。なお、冒頭の画像はハッブル宇宙望遠鏡に搭載されていた「広域惑星カメラ 2(WFPC2)」による 1995 年 2 月に取得された画像と、カリフォルニア州のリック天文台で撮影された画像をもとに作成されたもので、ハッブル宇宙望遠鏡を運用する宇宙望遠鏡科学研究所 (STScI) から 2021 年 10 月 21 日付で公開されています。関連：[日本や中国で記録された「1181 年の超新星」に対応する天体を特定か](#)

Image Credit: AUTHOR: NASA, ESA, Ryan Foley (UC Santa Cruz); IMAGE PROCESSING: Joseph DePasquale (STScI) Source: [STScI](#) 文/松村武宏

<https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/news/21/102200518/>

バイキング、西暦 1021 年には北米定住、太陽嵐から解明

「ヴィンランド」の物語サガを裏付ける証拠 2021.10.23



バイキングは今からちょうど 1000 年前の西暦 1021 年にはアメリカ大陸に進出していたようだ。(STAINED GLASS BY EDWARD COLEY BURNE-JONES VIA DELAWARE ART MUSEUM / BRIDGEMAN IMAGES)

[画像のクリックで拡大表示]

西暦 993 年、太陽の表面で激しい活動が起き、膨大な量の宇宙線が放出された。いわゆる太陽嵐だ。この出来事が決め手となり、今回、バイキングがアメリカ大陸にいた正確な年が特定できた。

今から 50 年以上前、カナダのニューファンドランド島のランス・オ・メドー遺跡でバイキングの集落が発見された。以降、アメリカ大陸に最初に到達したヨーロッパ人はバイキングの船乗りであるという説は、ほとんどの学者に受け入れられている。バイキングが、西暦 700 年代後半から 1100 年頃にかけて北の海を駆け巡っていたことはわかっている。しかし、彼らが「ヴィンランド」と呼んだ北米の海岸地域に進出した時期については不明な点が多かった。これまでの研究では、遺跡からの出土品や放射性炭素年代測定の結果、またバイキングのサガ（散文物語）の内容などから、ランス・オ・メドーの集落は西暦 990 年から 1050 年までの短い期間に繁栄したと考えられていた。(参考記事：[「バイキングの豊かな多様性、大規模 DNA 分析で明らかに」](#))

10 月 20 日付けで科学誌「ネイチャー」に発表された論文によると、西暦 993 年の太陽嵐のおかげで、今からちょうど 1000 年前の西暦 1021 年にバイキングが北米の小さな拠点を設け、作業をしていたことが確実になったという。英ケンブリッジ大学の地理学者ウルフ・ビュントゲン氏は、新たに決定された詳細な年代について、従来説を大きく変えるものではないものの、「考古学者やこれまでの仮説を裏付けるものと言えます」と説明する。「この論文を読めたことを本当にうれしく思います。20 年前には、このようなデータを得ることはできませんでした」。なお、氏は今回の研究には参加していない。

今回の研究は、バイキングが北米に定住した年代を初めて正確に明らかにしただけでなく、それから数百年後に書かれた初期の航海の物語の裏付けにもなった。米ベイラー大学の考古学者であるダビデ・ゾーリ氏は、「バイキングが北米に定住したのが西暦 1000 年頃であることは以前からわかっていたが、1021 年という具体的な数字が出たことには非常に大きな意味があります」と言う。「これは、バイキングのサガが 10 年以下の精度で正しいことを示しているからです。非常に素晴らしいことです」。なお、氏も今回の研究には参加していない。

「金鉱を見つけたような気持ち」

新しい証拠は、古いサンプルから得られた。ランス・オ・メドー遺跡で発掘された木製品については 1960 年代に何十回も放射性炭素を用いた年代測定が行われ、この遺跡が約 1000 年前のものであることがわかっていた。しかし、当時の年代測定技術はまだ未熟で、しばしば数十年、ときに数百年単位の誤差があった。(参考記事：[「バイキングの遺跡、カナダ東部の島で発見、北米で 2 例目」](#))

幸い、先見の明ある考古学者たちは、将来はもっと優れた年代測定法が開発されるだろうと予想し、遺跡やその周辺で発見された数百点の木片を回収して保管していた。その多くは、腐敗を防ぐためにカナダの倉庫の冷凍庫に保管されていた。今回の論文の著者であるオランダ、フローニンゲン大学の考古学者マーゴット・クテムス氏は、数年前に倉庫を訪れたときにあ然としたという。「千年前の木片が、まるで昨日倉庫に入れられたかのように、ごく新鮮な状態で保管されていたのです」と彼女は言う。「金鉱を見つけたような気持ちでした」

参考ギャラリー：バイキング 世界をかき乱した海の覇者 19 点 (2017 年 3 月号特集) (画像クリックでギャラリーへ)



ポーランドの祭りで、接近戦を再現するために武具を身に着けた参加者たち。バイキングは評判にたがわず暴力的だった。少年たちは幼い頃から戦闘訓練をし、流血を恐れないようにしつけられたという。(PHOTOGRAPH BY DAVID GUTTENFELDER) [\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

カナダ、ランス・オ・メドー遺跡の木片サンプルの顕微鏡写真。研究者たちは年輪 1 本 1 本について放射性炭素年代測定を行い、西暦 993 年の太陽嵐の際に形成された年輪を特定することができた。(PHOTOGRAPH BY PETRA DOEVE) [\[画像のクリックで拡大表示\]](#)

参考ギャラリー：バイキングと北米先住民 写真 13 点 (2012 年 11 月号) (画像クリックでギャラリーへ)

猛々しい表情の仮面。これを彫った古代の北米先住民は、海を渡ってきたバイキングと親しく交流していた可能性がある。出土品はすべてカナダ文明博物館所蔵。(Photograph by David Coventry) [\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

[次ページ：ただの捨てられた木片が……](#)

クテムス氏が倉庫で探したのは「人工物でもバイキングが作った美しい工芸品でもなく、ただの捨てられた木片」だった。彼女は、同じくフローニンゲン大学の放射性炭素年代測定の専門家であるマイケル・ディー氏とともに、木の年輪を利用する新しい年代測定法に適した遺物を探していたのだ。

ランス・オ・メドー遺跡の年代をより詳しく特定するため、クテムス氏は樹皮がついたままのモミやビャクシンの木片を 4 本選んだ。これらはいずれも、バイキングが切り出して小屋の近くに放置していたものである。(参考記事：[「万年氷が解けて古代の遺物 1000 点出現、ノルウェー」](#))

4 つのサンプルには、ディー氏とクテムス氏の目的にぴったり合ういくつかの共通点があった。第 1 の共通点は、ほかのバイキングの遺物と共に地層の中から発見されたことである。これは、木片がバイキングの活動と関係があることを示している。第 2 に、金属製の道具を使って加工されていたこと。当時の北米では、金属製の道

具を使うのはバイキングだけだった。つまり、これはバイキングの仕事の証拠となる。第3に、どの木片にも樹皮が残っていて、木の成長が止まった時期がはっきりしていることだ。もう1つ注目すべき点がある。4本の木片サンプルのうち3本は、西暦993年の時点で生きていた木のものであったのだ。この年に発生した太陽嵐によって放出された強烈な宇宙線は、地球に降り注いで世界中の木々の年輪に刻み込まれた。研究者たちはこれを「宇宙起源放射性炭素イベント」と呼んでいるが、このような現象は過去2000年間に2回しか発生していない。

西暦993年と775年の太陽嵐は、年輪の放射線炭素レベルを大きく変えてしまい、年代測定を約1世紀も歪めてしまうほどの「スパイク」を残した。この事実は、2012年になって初めて明らかにされた。ただし、スパイクは、1本1本の年輪の放射性炭素年代を比較すれば特定できる。年輪のタイムスタンプのようなものだ。(参考記事：[「バイキングの『武装女性像』に新説、ワルキューレではなかった」](#))

研究チームは、西暦993年の太陽嵐によるスパイクを見つけようと、100本以上の年輪（なかには幅が1ミリにも満たないものもあった）から丹念にサンプルを採取し、放射性炭素年代測定を行った。彼らは3本の木片から、探していたスパイクを見つけた。あとは簡単な計算により、バイキングがその木を伐採した時期を割り出すことができた。「木片に年輪がたくさんあり、外側に樹皮があれば、あとは数えるだけです」とディー氏は言う。今回のケースでは、樹皮と西暦993年の太陽嵐が記録されている年輪との間には28本の年輪があった。

ディー氏は、「これまでの放射性炭素年代測定では、バイキング時代の始まりから終わりまでの間の年代が示されてきました」と言う。「今回の研究で、遅くとも1021年には伐採されていたことが証明されたのです」

さらにこの年代は、バイキングの世界の西端に位置する「ヴィンランド」に彼らが定住地を作ろうとしていたことを伝えるアイスランドの2つのサガ『グリーンランド人のサガ』と『赤毛のエイリークのサガ』を裏付けるものである。どちらのサガも1200年代に書かれたもので、歴史的な出来事や人物についての言及があるため、研究者は西暦1000年前後の航海年表を再構築できる。ゾーリ氏は、今回明らかになった年代は、アメリカ大陸のバイキングに関する知識を一変させるようなものではないと言う。しかし、西暦993年の太陽嵐のスパイクを用いれば、ほかの遺跡でも新たな知見が得られる可能性がある。「特定の出来事を遺跡や建物と結びつけたいとき、正確な年代が明らかになれば、私たちの理解も変わるかもしれません」とゾーリ氏は言う。ディー氏は、この年代が特定されたことで、アフリカで誕生し、ユーラシアを経て南北米大陸へと拡散した人類が、大西洋を越えてやってきた人類と初めて出会った時のことが明らかになったと感じている。「バイキングによる大西洋の横断が最後の一步だったのです」と彼は言う。「私たちが明らかにした年代は、そんな日が本当にあったことの証拠なのです」(参考記事：[「バイキング、知られざるその壮大な歴史」](#))

文=Andrew Curry／訳=三枝小夜子

<https://sorae.info/space/20211022-xihe.html>

中国、初の太陽観測衛星を打ち上げ H α スペクトルを使用した分光器を搭載

2021-10-22 [出口 隼詩](#)

中国は現地時間10月14日、同国初となる太陽観測衛星「羲和号」(Xihe)の打ち上げに成功しました。観測衛星は現地時間同日18時51分に、中国内陸部にある太原衛星発射センターから長征2Dロケットで打ち上げられました。また、太陽観測衛星の他に10機の小型衛星も搭載していたということです。打ち上げ後、衛星は無事に予定の軌道へ達したと発表しています。



【▲ 太陽観測衛星「羲和号」を搭載した長征 2D ロケット (Credit: CASC)】

太陽観測衛星「羲和号」は、中国の神話に登場する太陽の女神から名付けられました。この観測衛星は CHASE と呼ばれており、China Hydrogen-alpha Solar Explorer の略称です。

CHASE は、太陽同期軌道 517km から観測を行います。また H α スペクトルを使用した分光器を搭載。これにより、太陽フレアなどの構造や変化などを観測することが可能となっているほか太陽風による現象なども明らかにします。なお 2022 年には、CHASE に続いて、Advanced Space-born Solar Observatory (ASO-S) という次世代機も打ち上げられる見込みです。

打ち上げに使用された長征 2D ロケットは、初めて 10 機以上の衛星が搭載された形で打ち上げられました (Space News)。また、ロケットの第一段部分には、グリッドフィンが装着されました。これは、アメリカのスペース X が開発するファルコン 9 ロケットに装着されているものと非常に似ていますが、長征ロケットに取り付けられたものは指定の領域にロケットの機体を制御落下させるためだと推測されています。

Image Credit: CASC Source: [CASC/Space News](https://www.bbc.com/japanese/59005370) 文/sorae 編集部

<https://www.bbc.com/japanese/59005370>

韓国、初の国産ロケット「ヌリ号」を打ち上げ 2021 年 10 月 22 日



画像提供,EPA 画像説明, 韓国初の国産ロケット「ヌリ号」の打ち上げ

画像提供,EPA 画像説明, 韓国はロケット技術を人工衛星の打ち上げに利用している

韓国は 21 日、初の国産ロケットを打ち上げた。宇宙をめぐる同国の野心を示した。

「ヌリ号」と呼ばれるロケット KSLV-II がこの日、ソウルの南約 500 キロの高興郡から打ち上げられた。文在寅 (ムン・ジェイン) 大統領は、同ロケットが一連の飛行を完了したと発表。だが、搭載していた模擬衛星を衛星軌道に乗せることはできなかったと説明した。

「狙った軌道に正確に打ち上げられるようになるのは、そう遠いことではない」と述べたと、ロイター通信は伝えた。今回のようなロケットの打ち上げは、宇宙開発に欠かせない。同時に、軍事目的にも応用しうる。

韓国は北朝鮮と軍事競争を続けている。両国とも最近、新たな兵器の試験発射を実施している。北朝鮮は 2012 年に人工衛星を軌道に乗せた。

宇宙探査で後れ

韓国はヌリ号の開発に推定 2 兆ウォン (約 1930 億円) をかけた。全長 47.2 メートル、重さ約 200 トンで、液体燃料のエンジン 6 基がついている。打ち上げを担った韓国航空宇宙研究院 (KARI) によると、2027 年までにあと 4 回、ヌリ号を打ち上げ、信頼性を高める予定。韓国はテクノロジー大国とみられているが、宇宙探査では他国に後れを取っている。2009 年と 2010 年にロケット打ち上げを試みたが、いずれも失敗した。2010 年は打ち上げから数分で爆発した。韓国は 2030 年までに月に探査機を送ることを目標に掲げている。

兵器競争

韓国はヌリ号について、人工衛星の打ち上げに使うとしている。しかし今回の打ち上げは、同国が現在進めている兵器開発の増強の一環とみられている。弾道ミサイルと宇宙ロケットは、似たような技術が用いられる。

韓国は最近、[潜水艦発射弾道ミサイル \(SLBM\) を試験発射した](#)。過去最大規模とされる防衛産業の展示会が今週開かれており、新型の戦闘機やミサイルなどの誘導兵器が初公開されると報じられている。

<関連記事> [北朝鮮、新型 SLBM の潜水艦発射実験に成功=国営メディア](#) [北朝鮮が弾道ミサイルを発射、日](#)

[本海に落下](#) 【解説】 [北朝鮮の巡航ミサイル実験、世界にとって何を意味するのか](#)

一方、北朝鮮も兵器の試験を次々と実施している。ここ数週間で、極超音速だとするミサイルや、長距離ミサイルを試験発射した。今月 19 日には [SLBM を試験発射](#) し、日本海に落下させた。これらの試験の一部は、北朝鮮に対する国際的な制裁に違反している。国連は、北朝鮮による弾道ミサイルおよび核兵器の試験を禁止している。北朝鮮も最近、防衛関連の展示会を開き、戦車やミサイルなどの兵器を公開した。アジアでは、中国、日本、インドが先進的な宇宙プログラムを展開している。米実業家イーロン・マスク氏のスペース X や、ジェフ・ベゾス氏のブルー・オリジンなど、民間企業もロケット打ち上げの取り組みに一段と力を入れている。

動画説明, 北朝鮮、鉄道発射式ミサイルの映像公開 日本海の標的を「正確に打撃」

(英語記事 [South Korea launches first homegrown space rocket](#))

<https://www.cnn.co.jp/showbiz/35178211.html>

ロシアの映画クルー、宇宙での撮影終える ISS から帰還

2021.10.18 Mon posted at 19:12 JST



3 人を乗せた再突入カプセルがカザフスタンの草原に着陸した/Sergei Savostyanov/TASS/Getty Images

着陸後のユリア・ペレシルドさん、オレグ・ノビツキーさん、クリム・シペンコさん/Sergei Savostyanov/TASS/Getty Images

左から今月 5 日に ISS に向かった俳優ユリア・ペレシルドさん、宇宙飛行士アントン・シュカプレロフさん、プロデューサー兼監督クリム・シペンコさん/NASA

(CNN) ロシアの俳優ユリア・ペレシルドさんとプロデューサーで監督のクリム・シペンコさん、宇宙飛行士のオレグ・ノビツキーさんは 17 日、宇宙での映画撮影を終えて地球に帰還した。3 人は米東部時間 16 日、国際宇宙ステーション (ISS) に別れを告げて、宇宙船で出発。宇宙船はカザフスタンに現地時間 17 日午前 10 時 35 分ごろ、パラシュートで着陸した。ロシアの宇宙機関「ロスコスモス」のドミトリー・ロゴジン総裁も 3 人を出迎えた。撮影クルーは映画のために着陸地で追加のシーンを撮影していた。ペレシルドさんとシペンコさんはカザフスタン・カラガンダにヘリコプターで搬送された。2 人はその後、ロシア・スターシティーにある訓練基地へ航空機で移動し、地上に慣れるための 10 日間のリハビリを受ける。2 人は宇宙空間に 12 日間滞在していた。ペレシルドさんとシペンコさんは今月 5 日、ベテランのロシアの宇宙飛行士アントン・シュカプレロフさんとともに ISS を訪れていた。12 日間の滞在中、映画「挑戦」の撮影が行われた。

同作品では、ペレシルドさん演じる外科医が、医学的条件のため地球に戻るできない宇宙飛行士を宇宙空間で手術しなくてはならないという筋書き。病気になる飛行士はノビツキーさんが演じた。

シュカプレロフさんは引き続き ISS に滞在し、帰還は来年 3 月の予定。ノビツキーさんは 191 日間にわたる宇宙滞を終えての帰還だった。ノビツキーさんにとっては今回が 3 度目の ISS 滞在中で、宇宙での滞在日数は合計で 531 日となった。これまでも宇宙で撮影された作品はいくつか存在する。2002 年のドキュメンタリーや、12 年の約 8 分の短編「Apogee of Fear」だ。俳優のトム・クルーズさんと監督のダグ・リーマンさんは昨年、米航空宇宙局 (NASA) と提携して、宇宙で映画の撮影を行うと発表していた。プロジェクトの開発はイーロン・マスク氏率いるスペース X と協力して進められる。