

ブルーオリジンが「ニューシェパード」で 16 回目の有人ミッション実施 車椅子ユーザーが搭乗

2025-12-22 2025-12-22 [sorae 編集部 速報班](#)

アメリカ企業 Blue Origin (ブルーオリジン) は日本時間 2025 年 12 月 20 日、同社の再使用型ロケット「New Shepard (ニューシェパード)」による有人宇宙飛行ミッションを実施しました。搭乗していた 6 名のクルーは無事地上へ帰還したことを、同社がウェブサイトや SNS で報告しています。

打ち上げに関する情報は以下の通りです。

New Shepard (NS-37)

- ロケット : New Shepard
- 打ち上げ日時 : 日本時間 2025 年 12 月 20 日 23 時 15 分
- 発射場 : ローンチサイト・ワン (西テキサス、アメリカ)
- ペイロード : クルーカプセル (乗員 6 名)

今回のミッションは「NS-37」と呼ばれています。6 名のクルーが搭乗したクルーカプセルはカーマン・ラインを越えて海拔高度 107km の宇宙空間 (※) に到達し、発射から約 10 分後にパラシュートで地上へ帰還しました。

※...国際航空連盟 (FAI) によって定められた宇宙空間と地球大気圏の境界は海拔高度 100km で、カーマン・ラインと呼ばれています。

クルーの 1 人、Michaela Benthaus さんは ESA=ヨーロッパ宇宙機関のエンジニアです。2018 年にマウンテンバイクの事故で脊髄を損傷し、日常生活で車椅子を利用しています。Blue Origin によれば、Benthaus さんはカーマン・ラインを通過した初の車椅子使用者となりました。

なお、現在ブルーオリジンが実施している有人宇宙飛行は、地球周回軌道に入らないサブオービタル飛行 (弾道飛行) です。今回実施された NS-37 は、同社にとって 16 回目の有人宇宙飛行ミッションとなりました。

関連画像・映像



【▲ 6 名のクルーが搭乗したカプセルを搭載して打ち上げられた NS-37 ミッションの「New Shepard」ロケット。Blue Origin のライブ配信から (Credit: Blue Origin)】

【▲ クルーカプセルの分離後に着陸する NS-37 ミッションの「New Shepard」ロケットのブースター (Credit: Blue Origin)】



【▲ パラシュートを展開して着陸する NS-37 ミッションの「New Shepard」のクルーカプセル (Credit: Blue Origin)】【▲ NS-37 ミッションで飛行を終えたクルーの 1 人 Michaela Benthaus さん (Credit: Blue Origin)】

文／sorae 編集部 速報班 編集／sorae 編集部

関連記事 [直近のロケット打ち上げ情報](#)

- [ブルーオリジン、「ニューシェパード」で 15 回目の有人ミッション実施](#)
- [ブルーオリジン、「ニューシェパード」で無人の NS-35 ミッション実施](#)

参考文献・出典 [Blue Origin - New Shepard Completes 37th Mission](#)

- [Blue Origin \(X\)](#)

<https://uchubiz.com/article/new68435/>

SPACE COTAN と三井物産、HOSPO を核とした「宇宙版シリコンバレー構想」実現に向けて MOU 締結 2025.12.23 08:37 [UchuBiz スタッフ](#)

商業宇宙港「北海道スペースポート（HOSPO）」を運営する SPACE COTAN（北海道広尾郡大樹町）は、三井物産と HOSPO を核とした“宇宙版シリコンバレー構想”に係る基本合意書（MOU）を締結したと発表した。雇用創出や観光促進、宇宙技術による既存産業の効率化などで、北海道や日本の社会課題解決を目指す。



三井物産は 2024 年 1 月、三井物産共創基金の支援対象企業として SPACE COTAN を採択し、HOSPO でのサブオービタルロケット打ち上げ支援や実験射場の整備に対して 3 力年で 1 億円を助成している。また、2024 年 2 月には三井物産北海道支社と大樹町、SPACE COTAN は「北海道スペースポートの更なる発展と地域の活性化に関する包括連携協定」を締結し、宇宙関連産業の発展や宇宙港を中心とした街づくりに取り組んでいるという。

今回の MOU で SPACE COTAN は、(1) HOSPO の開発・整備に必要となる技術的および事業的な検討、(2) 宇宙版シリコンバレー構想の実現に向けた技術および事業に関するロードマップ案の検討、(3) 三井物産からの各種検討・助言に基づく項目に関する宇宙版シリコンバレー構想での活用検討を実施する。

三井物産は、(1) 宇宙版シリコンバレー構想の実現に向けた支援方策の検討<「他企業・機関との連携拡大・強化」「次段階の検討体制（連携強化・拡大に向けたコンソーシアム構築等）」>、(2) 宇宙版シリコンバレー構想の実現に向けた支援方策の検討、(3) SPACE COTAN が実施する事業検討におけるファイナンス観点からの助言を実施

するとしている。

関連情報 SPACE COTAN のプレスリリース

<https://hokkaidospaceport.com/news/2061>



Dec 2025

SPACE COTAN と三井物産が基本合意書（MOU）を締結 PRESS RELEASE

宇宙版シリコンバレー実現による北海道・日本の社会課題解決へ連携



民間にひらかれた商業宇宙港「北海道スペースポート（HOSPO）」を運営する SPACE COTAN 株式会社（本社：北海道広尾郡大樹町、代表取締役社長兼 CEO：小田切義憲）は、三井物産株式会社（本社：東京都千代田区、代表取締役社長：堀健一）と、HOSPO を核とした“宇宙版シリコンバレー構想”に係る基本合意書（MOU）を締結しました。SPACE COTAN は大樹町（町長：黒川豊）とともに、国内外の多様なロケットを高頻度に打ち上げられる宇宙港「HOSPO」を整備し、HOSPO を核として宇宙関連産業を北海道に集積させる「宇宙版シリコンバレー」の創出を目指しております。このたび、SPACE COTAN と三井物産は宇宙版シリコンバレー構想の実現により、雇用創出・観光促進、宇宙技術による既存産業の効率化などで北海道や日本の社会課題解決を目指し、本基本合意書を締結しました。三井物産は 2024 年 1 月、社会課題解決に向けた三井物産共創基金の支援対象企業として SPACE COTAN を採択し、HOSPO でのサブオービタルロケット打上げ支援や実験射場の整備に対して 3 年で 1 億円の助成を行っています。2024 年 2 月には三井物産北海道支社と大樹町、SPACE COTAN は「北海道スペースポートの更なる発展と地域の活性化に関する包括連携協定」を締結し、宇宙関連産業の発展、宇宙港を中心としたまちづくり等に取り組んでいます。

基本合意書の概要

本基本合意書において SPACE COTAN と三井物産は、それぞれ以下の項目を実施します。

<SPACE COTAN>

- HOSPO の開発・整備に必要となる技術的および事業的な検討
- 宇宙版シリコンバレー構想の実現に向けた技術および事業に関するロードマップ案の検討
- 三井物産からの各種検討・助言に基づく項目に関する宇宙版シリコンバレー構想での活用検討

<三井物産>

- 宇宙版シリコンバレー構想の実現に向けた支援方策の検討（他企業・機関との連携拡大・強化、次段階の検討体制（連携強化・拡大に向けたコンソーシアム構築等））
- 宇宙版シリコンバレーの利活用の強化・拡大に関する支援方策の検討

- SPACE COTAN が実施する事業検討におけるファイナンス観点からの助言

三井物産株式会社 北海道支社長 佐伯 光則 コメント

SPACE COTAN 様との基本合意書の締結を心より歓迎いたします。HOSPO を核とする“宇宙版シリコンバレー構想”は、北海道から新たな産業集積を生み、地域の活力を高めていく挑戦です。今後、本合意の枠組みのもと、商社としての当社が有する総合力を発揮し、宇宙産業を含む北海道のさらなる可能性を広げるべく、HOSPO の利活用拡大と持続的なエコシステムづくりに貢献してまいります。

SPACE COTAN 株式会社 代表取締役社長兼 CEO 小田切 義憲 コメント

このたび、三井物産様と HOSPO を核とした“宇宙版シリコンバレー構想”に係る基本合意書を締結することができ、大変嬉しく思います。本基本合意書のもと、国内外で多様なプロジェクトを手掛ける三井物産様の豊富な知見をお借りしながら、HOSPO を核に宇宙産業が集積する宇宙版シリコンバレーの創出を早期に実現し、北海道の地域活性化に貢献してまいります。

三井物産株式会社 概要

- 代表者：代表取締役社長 堀 健一（ほり けんいち）
- 所在地：東京都千代田区大手町一丁目 2 番 1 号
- 事業概要：金属資源、エネルギー、プロジェクト、モビリティ、化学品、鉄鋼製品、食料、流通事業、ウェルネス事業、ICT 事業、コーポレートディベロップメントの各分野において、全世界に広がる営業拠点とネットワーク、情報力などを活かし、多種多様な商品販売とそれを支えるロジスティクス、ファイナンス、さらには国際的なプロジェクト案件の構築など、各種事業を多角的に展開しています。
- ウェブサイト：<https://www.mitsui.com>

SPACE COTAN 株式会社 概要

- 代表者：代表取締役社長兼 CEO 小田切 義憲（おだぎり よしのり）
- 所在地：北海道広尾郡大樹町西本通 98
- 事業概要：大樹町からの委任に基づき、スペースポートの管理・運営、整備資金調達支援、射場設計、国の認定取得、国内外顧客開拓、ロケット打上げ支援、PR 活動など HOSPO プロジェクトの推進業務全般を実施しています。
- ウェブサイト：<https://hokkaidospaceport.com/>

北海道スペースポート（HOSPO）とは

HOSPO は、2021 年 4 月に大樹町で本格稼働した民間にひらかれた商業宇宙港です。大樹町はロケットを打上げる東と南方向に海が広がり、広大な土地による射場の拡張性の高さ等の地理的優位性があることから、宇宙港の適地として 40 年前から航空宇宙産業の誘致を進めてきました。宇宙関連産業の集積である「宇宙版シリコンバレー」を北海道に創出することをビジョンとし、宇宙港を核とした地域活性化に取り組んでいます。

人工衛星の打上げに対応した射場 Launch Complex 1 (LC1) の整備を進めており、企業版ふるさと納税制度を活用して整備資金を集めています。地域性を活かした取り組みで人口減少に歯止めがかかっていることなどが評価され、大樹町は 2022 年度の内閣府特命大臣表彰を受けました。

LC1 の整備後は、高頻度打上げが可能な射場 Launch Complex 2 (LC2) の整備に向けた検討を進めるほか、将来的には大型ロケットや有人ロケット打上げに対応する Launch Complex X (LCX) や、P2P (高速 2 地点間輸送) の受け入れに向けて 3,000m 滑走路の新設も検討します。

また、大樹町と SPACE COTAN は、2024 年 10 月に世界 5 大陸の 7 商業宇宙港で国際協力に関する覚書 (MOU)

を締結し、打上げ需要の拡大に応えるため、参加宇宙港とともに射場の国際標準化による相互運用性の確保や運用コスト削減に向けた合理化などの検討を開始しました。

2025年1月には宇宙戦略基金第一期に採択され、ロケットの打上げ高頻度化を目指した射場基盤技術の研究・開発を進めています。さらに、2025年7月には台湾企業の日本法人「jtSPACE」が、海外資本としては国内初となるサブオービタルロケットの打上げをHOSPOで行いました。



北海道スペースポートの将来イメージ

<https://sorae.info/news/20251223-kibo.html>

KIBO 宇宙放送局、「宇宙の初日の出 2026」実施へ ISS から“日本一早い初日の出”を配信

2025-12-23 2025-12-23 [sorae 編集部](#)

株式会社バスキュールは2025年12月23日、国際宇宙ステーション（ISS）の「きぼう」日本実験棟に開設した「KIBO 宇宙放送局」と横浜市庁舎をライブでつなぐ年越し配信イベント「宇宙の初日の出 2026」を実施すると発表しました。配信は日本時間2025年12月31日23時からで、ISSから見える“日本一早い初日の出”は2026年1月1日0時37分ごろとして紹介しています。



【▲ KIBO 宇宙放送局の「宇宙の初日の出 2026」(Credit: バスキュール)】

発表によると、同イベントは横浜市およびGREEN×EXPO 2027協会との共催で実施されます。2025年10月にISSへ届けられた植物の種子「きぼうの種」と、GREEN×EXPO 2027の公式マスコットキャラクター「トゥンクトゥンク」を、ISS滞在中のJAXA油井亀美也宇宙飛行士が番組内で紹介する予定です。

配信はKIBO宇宙放送局の公式Xと公式YouTubeチャンネルで無料配信するとしています。番組では、油井宇宙飛行士が船内を案内する「年またぎKIBOツアー」のほか、0時0分0秒に視聴者が一斉にジャンプしてSNS投稿する参加企画（合言葉は「#年越しは宇宙にいました」）や、スクリーンショットで運勢を占う「ぎゃらくじ」などを予定しています。

イベント概要

- イベント名：宇宙の初日の出 2026 / THE SPACE SUNRISE LIVE 2026

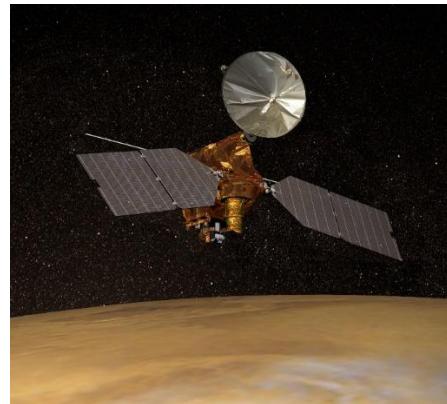
- 公式サイト：<https://kibo.space/ss26/>
 - 日時：2025年12月31日 23:00 ~ 2026年1月1日 01:00（予定）
 - 配信場所：X（@KIBO SPACE）、YouTube（@kibo9671）
 - 出演：景井ひな、須貝駿貴（QuizKnock）、油井亀美也宇宙飛行士、山崎直子宇宙飛行士 ほか
- 編集／sorae 編集部

参考文献・出典 [日本一早い初日の出は1月1日 0時37分「宇宙の初日の出 2026」（PRTIMES）](#)

<https://wired.jp/article/mars-reconnaissance-orbiter-hirise-stunning-images/> 2025.12.22

NASA の探査機が見た火星の絶景の数々

火星を周回軌道から探査する米航空宇宙局（NASA）の「マーズ・リコネッサンス・オービター」の高解像度カメラ「HiRISE」が撮影した画像が、打ち上げから約20年で10万枚に達した。そのなかから興味深い光景の数々を紹介する。



PHOTOGRAPH: [NASA/JPL-CALTECH/UNIVERSITY OF ARIZONA](#)

火星を上空から撮影する[米航空宇宙局（NASA）](#)の探査機「マーズ・リコネッサンス・オービター」は2005年8月に打ち上げられ、06年3月に[火星](#)の周回軌道に到着した。それから20年近くにわたり、火星を周回して上空から探査を続けている。

火星を探査するマーズ・リコネッサンス・オービターのイメージ図。2005年8月に打ち上げられ、06年3月に火星の周回軌道に到着した後、20年近くにわたって上空から探査を続けている。そのミッションは火星の地表に液体の水が長期間にわたって存在した証拠を探すことだ。このミッションを達成するために高解像度カメラ（HiRISE）、広角カメラ（MARCI）、分光計（CRISM）などの観測機器を搭載している。PHOTOGRAPH: NASA/JPL

このマーズ・リコネッサンス・オービターに搭載された主要な観測機器のひとつが、高解像度カメラ「HiRISE（High Resolution Imaging Science Experiment）」だ。口径50cmの望遠鏡を搭載し、可視光と近赤外線を用いて火星を観測する。その解像度は高く、火星を周回する200km～400km上空から、1.3m～2.4mの地表の地形を見分けられるほどだ。



高解像度カメラ「HiRISE (High Resolution Imaging Science Experiment)」。マーズ・リコネッサンス・オービターに搭載された主要な観測機器のひとつだ。PHOTOGRAPH: NASA/JPL-CALTECH/BALL AEROSPACE

PHOTOGRAPH: [NASA/JPL-CALTECH/UNIVERSITY OF ARIZONA](#)

そんな HiRISE が撮影した画像が、このほど 10 万枚を記録した。打ち上げから約 20 年の HiRISE は、これまでに火星でどんな興味深い光景を捉えてきたのか。その数々を紹介していこう。

大シルチスのメサや砂丘

まず冒頭で紹介したのが、マーズ・リコネッサンス・オービターが HiRISE を使って撮影した記念すべき 10 万枚目の画像だ。2025 年 10 月 7 日に撮影されたもので、火星の赤道付近に位置する盾状火山「大シルチス」内にあるメサ（頂部が平らな高地）や砂丘が写されている。NASA の火星探査車「パーサヴィアランス」が探査を続けるジェゼロ・クレーターから、南東に 80km ほど離れた地点となる。

この地域の地表には、砂丘の様子が映されている。そこで、風に吹き飛ばされて最終的に砂丘を形成した砂の源について理解を深めるべく、研究者たちは画像の分析を進めている。「HiRISE は火星の地表が地球のそれとどのように異なるのかを発見しただけではありません。同時に火星の地表が長い時間をかけてどのように変化していくのかをわたしたちに示してくれました」と、NASA のジェット推進研究所（JPL）に所属し、マーズ・リコネッサンス・オービターのプロジェクトサイエンティストを務めるレスリー・タンパリは語る。

真冬に霜が降りた砂丘

次の画像は 2022 年 7 月、冬至のわずか 2 日後に撮影されたものだ。赤道から北にかなり離れた地点を捉えている。



真冬に霜が降りた砂丘。PHOTOGRAPH: NASA/JPL-CALTECH/UNIVERSITY OF ARIZONA

ノクティス迷路にある含水鉱物を含んだ岩石の画像。明るい岩石には含水鉱物が含まれているという。HiRISE と同じくマーズ・リコネッサンス・オービターに搭載されている CRISM の観測データから判明した。

PHOTOGRAPH: NASA/JPL-CALTECH/UNIV. OF ARIZONA

砂丘はそれぞれ風に吹かれ、画像の左上から右下に向かって砂が流れている。その北に面した部分は、南に面した部分に比べて温度がより低いことから、霜に覆われている。この霜は二酸化炭素の氷と水の氷が混じったもので、春が

訪れる数ヵ月ほどで消えてしまうという。

ノクティス迷路の含水鉱物を含んだ岩石

次の画像は2014年5月に火星のノクティス迷路を撮影したものだ。これはタルシス地域とマリネリス峡谷の間に位置する迷路状の地形で、そこに存在する多くの窪地には含水鉱物が含まれているといふ。

このためヘスペリア代後期（36億年前～30億年前）からアマゾニア代（30億年前～現在）にかけて、現在の火星のような乾燥した寒冷な気候であったと考えられている。この地域では液体の水が持続的に存在したことが示唆されるといふ。

奇妙な形をしたクレーター

2014年1月に撮影されたクレーターの様子で、普通のクレーターとは異なる奇妙な形状をしている。このような奇妙な形状は、地下の地盤の固さが強いものから弱いものに変化することでつくられるといふ。



奇妙な形をしたクレーター。



火星の雪崩。

PHOTOGRAPH: NASA/JPL-CALTECH/UNIV. OF ARIZONA

火星の雪崩

次の画像は2019年5月に撮影されたもので、500mの崖を氷が崩れ落ちていく様子が撮影されている。春になって気温が上昇して氷が昇華し始めると、氷の塊が不安定になり、ちりを巻き上げながら崩れ落ちていくといふ。

PHOTOGRAPH: NASA/JPL-CALTECH/UNIVERSITY OF ARIZONA

アマゾニス平原を蛇行しながら進む塵旋風

次の画像は2012年3月に撮影された。画像に写っているのはタルシス地域とエリシウム平原の間に位置するアマゾニス平原を蛇行しながら進む塵旋風（dust devil）である。高さは20kmにもなるが、その幅は狭く70mほどしかないといふ。



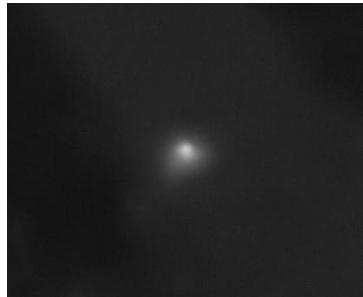
アマゾニス平原を蛇行しながら進む塵旋風（dust devil）の様子。Photograph: NASA/JPL-Caltech/Univ. of Arizona

VIDEO: NASA/JPL-CALTECH アマゾニス平原を蛇行しながら進む塵旋風 (dust devil) のアニメーション。

VIDEO: NASA/JPL-CALTECH 嘘旋風 (dust devil) の動きは撮影した画像に基づいて作成された。

恒星間彗星「3I/ATLAS」

次の画像は 2025 年 10 月 2 日に撮影された恒星間彗星「3I/ATLAS」の様子だ。チリにある小惑星地球衝突最終警報システム (ATLAS) によって 7 月 1 日に発見され、「オウムアムア」(正式名称は「1I/'Oumuamua」) と「ボリソフ彗星」(正式名称は「2I/Borisov」) に次ぐ史上 3 番目となる太陽系外から飛来した恒星間天体である。



恒星間彗星「3I/ATLAS」

PHOTOGRAPH: NASA/JPL-CALTECH/UNIVERSITY OF ARIZONA

この画像は 2,990 万 km の近距離から撮影されており、分析することで 3I/ATLAS の大きさをより正確に推定できるようになるという。
(Edited by Daisuke Takimoto)

<https://sorae.info/space/20251226-hayabusa2-torifune.html>

JAXA の小惑星探査機「はやぶさ 2」は 2026 年 7 月 5 日に小惑星トリフネをフライバイ

2025-12-26 2025-12-26 ソラノサキ

JAXA=宇宙航空研究開発機構は 2025 年 12 月 19 日付で、小惑星探査機「はやぶさ 2」の拡張ミッション「はやぶさ 2#」における小惑星「Torifune (トリフネ)」のフライバイが 2026 年 7 月 5 日になると発表しました。



【▲ 小惑星「Torifune (トリフネ)」をフライバイする JAXA=宇宙航空研究開発機構の小惑星探査機「はやぶさ 2」の想像図 (Credit: 有松亘 & JAXA)】

拡張ミッション 1 つ目の探査対象 滞在はせずに高速で通過

JAXA の「はやぶさ 2」は、2019 年 2 月と 7 月に小惑星「Ryugu (リュウグウ)」で採取したサンプルを 2020 年 12 月に地球へ持ち帰った後、次の小惑星を目指して拡張ミッションを続けています。

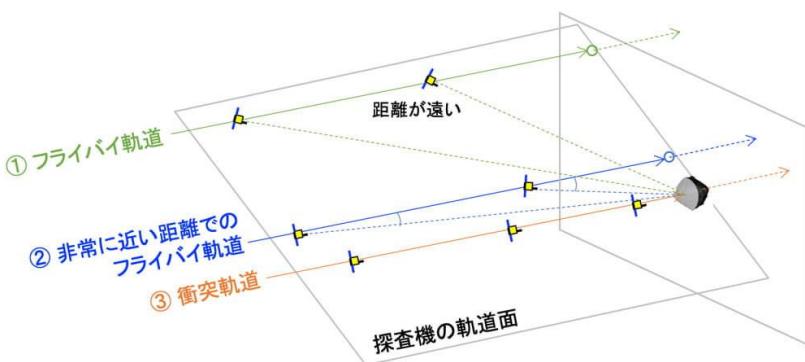
拡張ミッションの探査対象となる小惑星は2つあります。1つは2031年7月に到着予定の小惑星「1998 KY26」です。2025年9月発表の研究では幅約11mと見積もられている小さな小惑星で、「はやぶさ2」はその周囲を飛行しながら観測を行い、場合によっては小惑星表面へ降下・上昇するタッチダウンを実施する可能性もあります。

もう1つは、2026年7月にフライバイ探査を行う予定のTorifuneです。「はやぶさ2」はTorifuneの近くを毎秒約5kmという相対速度で通過しながら、その様子を観測することになっています。

今回発表されたのは、「はやぶさ2」によるTorifuneのフライバイ日=Torifuneに最も接近する日です。最接近時刻は探査機の運用状況にも左右されるのでまだ決まっておらず、約5時間周期で自転するTorifuneのどこを観測すればより良いデータが得られるのか、日本や海外にある地上局をどのように使用するのかなどの検討を進めた上で、フライバイ日が近付いた頃に改めて発表するということです。

高速ですれ違う小惑星にできるだけ接近して観測する予定

地球から遠く離れた無人探査機が、非常に高速で接近する小惑星とすれ違うのですから、「近くを通過しながら観測する」といっても簡単なことではありません。JAXAによると、Ryuguのサンプルを採取した「はやぶさ2」は、小惑星に到着してから詳しい観測を行うように設計されました。そのため、「はやぶさ2」がTorifuneの良い観測データを得るためにには、フライバイ時にできるだけTorifuneへ近付く必要があります。ところが、フライバイ時の「はやぶさ2」とTorifuneの相対速度は、前述の通り毎秒約5kmもあります。Torifuneの幅は平均約450mと推定されていますから、計算上、「はやぶさ2」は0.1秒あればTorifuneを横切れてしまうほどの高速で接近し、通過して、飛び去っていくことになるのです。この幅はあくまでも推定値ですし、Torifuneは細長い形をしている可能性もあるので、あまり近付きすぎると衝突してしまうかもしれません。「はやぶさ2」のTorifuneフライバイでは、まだわかっていない性質があることを考慮した上で最接近距離を決定しなければならないという、難しい運用が求められます。「はやぶさ2」の運用チームは、フライバイ時にTorifune表面から1km程度まで接近できないか検討しているということです。



【▲ フライバイ探査時の探査対象天体からの距離と探査機の姿勢の変化を示した図。距離が遠い①では探査機の姿勢を大きく変化させなければならないが、近くを通過する②では最接近直前までは姿勢を小さく変更するだけで済む。③では探査機の姿勢を変更する必要はないが、天体に衝突してしまう (Credit: JAXA/ISAS)】

【▲ NASA=アメリカ航空宇宙局の「DART」ミッションの探査機が小惑星「Didymos（ディディモス）」の衛星「Dimorphos（ディモルフォス）」へ衝突した時の様子。DARTから衝突前に放出されたASI=イタリア宇宙機関の小型探査機「LICIACube」が撮影 (Credit: ASI/NASA)】

Torifuneの良いデータが得られること以外にも、可能な限り接近することにはメリットがあります。「はやぶさ2」のカメラは機体に固定されているので、すれ違う小惑星を継続的に観測するには、小惑星の見かけの動きに合わせて探査機の姿勢を変えなければならないからです。どういうことかというと、離れてフライバイする場合はTorifune

の見かけの動きが早い段階から大きくなるため、探査機の姿勢もそれに合わせて変更しなければなりません。一方、近付いてフライバイする場合は、最接近が間近になるまで Torifune の見かけの動きは小さくなるため、探査機の姿勢を少し変更するだけで済むのです。最接近時には非常に高速で動いて見えることになるので、その直前で観測は終了することになります。非常に大雑把なイメージですが、離れた道路を走っている車と、対向車線を走ってくる車を観察する様子を想像してみて下さい。道路はどちらも直線・平坦です。離れた道路の車は視野の中で常に移動し続けるので、動きを追うには目や首を常に動かすことになりますし、遠いので車体の詳細もあまりよくわかりません。

一方、対向車線の車は視野の中でほぼ同じ位置に留まりながら近付いてきます。十分近づけば車体の詳細もよくわかるようになりますが、それ違う瞬間に大きく動いて後方へ走り去ります。このイメージでいう「対向車線の車をすれ違う直前まで観察する」ことを、「はやぶさ 2」は Torifune の高速フライバイで実施しようというわけです。

小惑星の衝突を防ぐ将来のミッションにもつながると期待

また、小さな小惑星に対する精密な誘導が求められる「はやぶさ 2」の高速フライバイは、プラネタリーディフェンス（地球防衛、惑星防衛）にも資する挑戦です。

NASA=アメリカ航空宇宙局は 2022 年 9 月に、小惑星軌道変更ミッション「DART (Double Asteroid Redirection Test)」の無人探査機を小惑星「Didymos (ディディモス)」の衛星「Dimorphos (ディモルフォス)」に衝突させることに成功し、実際に Dimorphos の公転周期が短縮されたことが確認されています。

将来、地球に衝突する可能性が高いと判断された小惑星に対して、その軌道を変更して衝突を回避するミッションが実際に行われるかもしれません。「はやぶさ 2」は Torifune に衝突しないように運用されますが、その至近を高速でフライバイするための精密な軌道誘導は、プラネタリーディフェンスにおける日本の貢献にもつながると期待されています。

文／ソラノサキ 編集／sorae 編集部

関連記事 [はやぶさ 2 の探査予定小惑星に「トリフネ」と命名！ 日本神話の神に由来](#)

- 直径約 11m・自転周期約 5 分 JAXA 「はやぶさ 2」 拡張ミッション探査対象の小惑星は従来予想よりも小さい？
- JAXA 「はやぶさ 2」 セーフホールドモードの原因判明 リアクションホイールを再起動

参考文献・出典 [JAXA/ISAS - 小惑星トリフネのフライバイは 2026 年 7 月 5 日に](#)

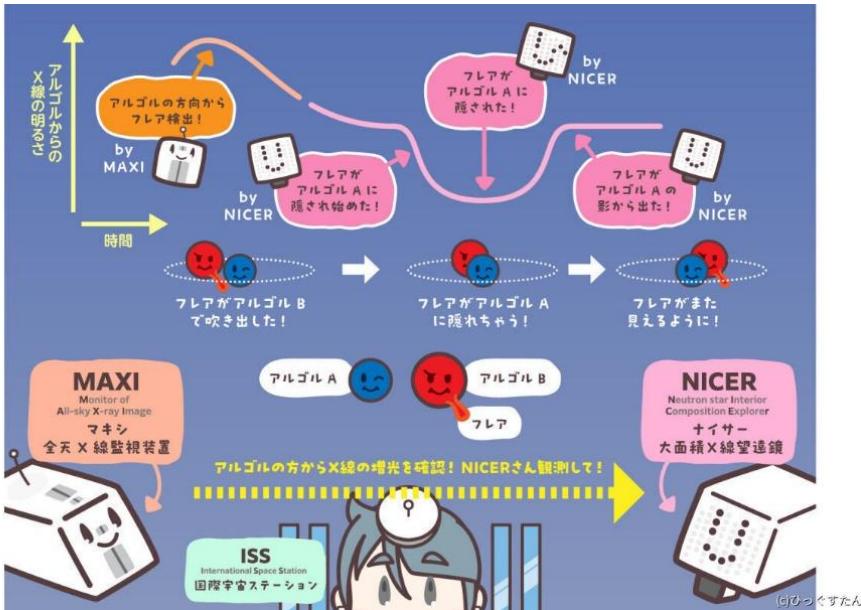
<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20251222-3854198/>

京大など、「悪魔の星」で太陽の 10 万倍のスーパーフレア食を日米連携で観測

掲載日 2025/12/22 11:27 著者：波留久泉

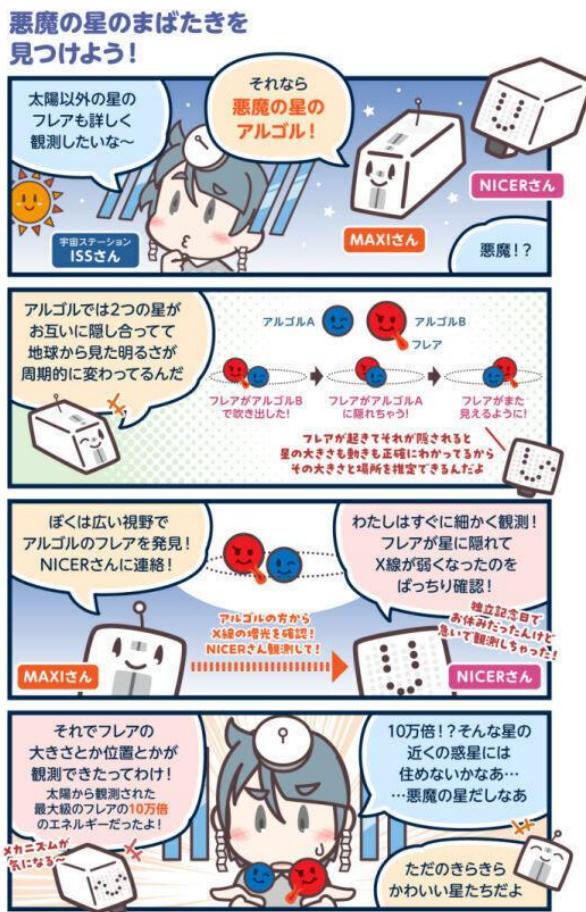
京都大学(京大)、千葉大学、理化学研究所(理研)の 3 者は 12 月 19 日、国際宇宙ステーション(ISS)搭載の 2 基の装置による日米国際連携観測「MANGA」(MAXI And NICER Ground Alert)により、ペルセウス座の食変光星「アルゴル」で発生した、太陽フレアの約 10 万倍の規模を誇る「スーパーフレア」の「食」による減光を観測し、そのサイズと発生位置を特定することに成功したと共同で発表した。

同成果は、京大 理学研究科の中山和哉大学院生、同・榎戸輝揚准教授、同・井上峻大学院生、千葉大の岩切涉助教、理研の三原建弘専任研究員、米国航空宇宙局(NASA) ゴダード宇宙飛行センターの濱口健二研究員、米・コロラド大学ボルダー校の野津湧太研究員らの国際共同研究チームによるもの。詳細は、[米国天文学会が刊行する天体物理学を扱う学術誌「The Astrophysical Journal」に掲載された。](#)



今回の研究成果の概要図。 (c)ひっぐすたん(出所:共同プレスリリース PDF)

「MAXI」と「NICER」の連携観測で捉えた！

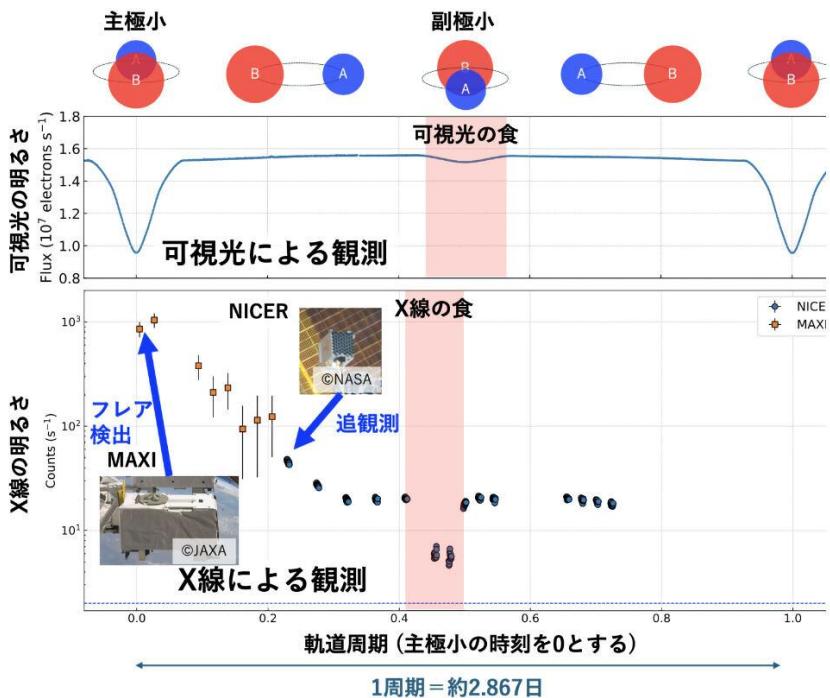


食変光星アルゴルの変光を捉えるための MAXI-NICER 連携の概要。 (c)ひっぐすたん(出所:共同プレスリリース PDF)

太陽表面の爆発現象であるフレアは、1859年発生の「キャリントン・イベント」が観測史上最大で、放出エネルギーは 10^{25} ジュールに達するとされる。一方で宇宙には、その10倍以上のエネルギーを放つスーパーフレアも存在する。その発生メカニズムが太陽フレアと同様か解明することは、磁気流体力学や系外惑星の生命居住可能性を論じる上で極めて重要であり、その解析にはサイズと発生位置情報が重要だが、遠方の恒星では直接的な測定が極めて困難

という課題があった。

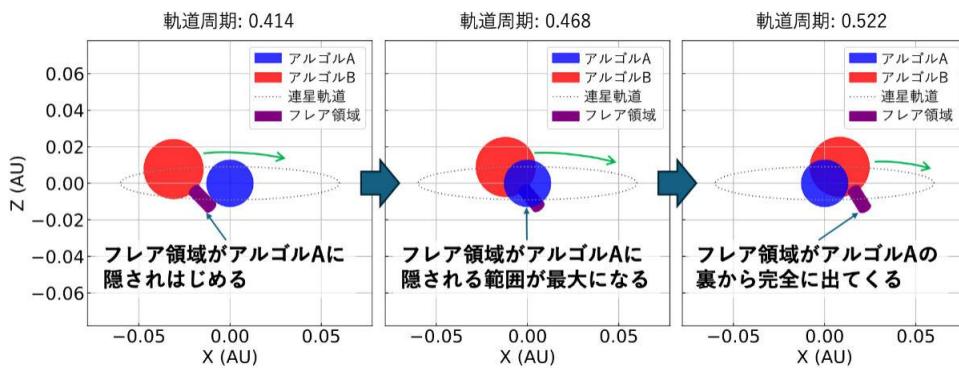
こうした中、例外的に詳細な示唆が得られているのが、地球から 95 光年弱の距離にあるアルゴルだ。同星は、B 型主系列星の主星(アルゴル A)と K 型準巨星の伴星(アルゴル B)から成る連星(正確には A と B の周囲を公転する伴星 C が存在する三重連星だが、C は減光にほぼ関与しない)で、互いに隠し合う「アルゴル型食変光星」の代表例である。そのため、明るさは約 2.1~3.4 等の間で変化する。過去の X 線観測では、偶然 B で発生したスーパーフレアを A が隠す「副極小」での減光が 2 度確認されていた。それにより、どちらのスーパーフレアも B で発生し、1 回目のフレアのサイズは太陽直径に匹敵する約 140 万 km で、太陽では記録のない南極付近での発生が示唆された。しかし、突発的なフレアと食が重なる観測は極めて難しく、10 年以上も追認が途絶えていた。そこで研究チームは今回、連携観測の MANGA に注目したという。日本の全天 X 線監視装置「MAXI(マキシ)」と、NASA ゴダード宇宙飛行センターの X 線望遠鏡「NICER(ナイサー)」は、共に ISS 搭載の X 線観測装置だが特性が異なる。前者は、感度は低いが視野が広く、ISS の軌道周期約 90 分に合わせた全天走査によりスーパーフレアを効率よく発見できる。対する後者は視野は狭く、通常は他天体を観測しているため、スーパーフレアの発生を検出できない。ただその代わりに、高感度なためフレア食の観測が可能だ。この両者の互いの長所を組み合わせ、MAXI が捉えた突発現象を NICER で詳細に観測するというのが MANGA である。2018 年 7 月 4 日、MAXI がキャリントン・イベントの約 10 万倍に相当する 10^{30} ジュールという極めて巨大なスーパーフレアをアルゴルで検出。MAXI チームは即座にスーパーフレアの減光の時間スケール予測とアルゴルの現在の連星軌道を計算し、少なくともフレアは数日間継続し、約 1 日後には A によるフレア食が発生することが予測された。



(上)可視光で観測した際のアルゴルの食による減光の模式図。(下)MAXI と NICER で得られた X 線スーパーフレアとアルゴル A の食による減光の様子(出所:共同プレスリリース PDF)

NICER の感度なら十分に検出可能と考えられることから、MAXI チームから NICER チームへの緊急連絡が行われた。その結果、予測されたフレア食の時刻より前に NICER をアルゴルへと向けることに成功。そして、副極小の位置で実際に A によるスーパーフレア食が起き、その過程が詳細に観測された。

続いて、観測データとフレアの発生場所の詳細なシミュレーションの比較が行われた結果、フレアのサイズは約 190 万 km であることが判明。これは、過去の観測を大きく上回る極めて巨大なもので、発生場所は中緯度から高緯度にかけての領域と特定された。



アルゴルでのスーパーフレア光度変化と連星の位置関係から推定されたフレアの発生位置(出所:共同プレスリリースPDF)

今後は、今回の成果のような観測時例を増やすことで、スーパーフレアの発生メカニズムに関する議論の進展が期待されるという。また、スーパーフレアに関しては、日本のX線分光撮像衛星「XRISM」による高分散分光観測からも新たな知見を得られる可能性があるとしている。

<https://forbesjapan.com/articles/detail/86721>

2025.12.26 15:15

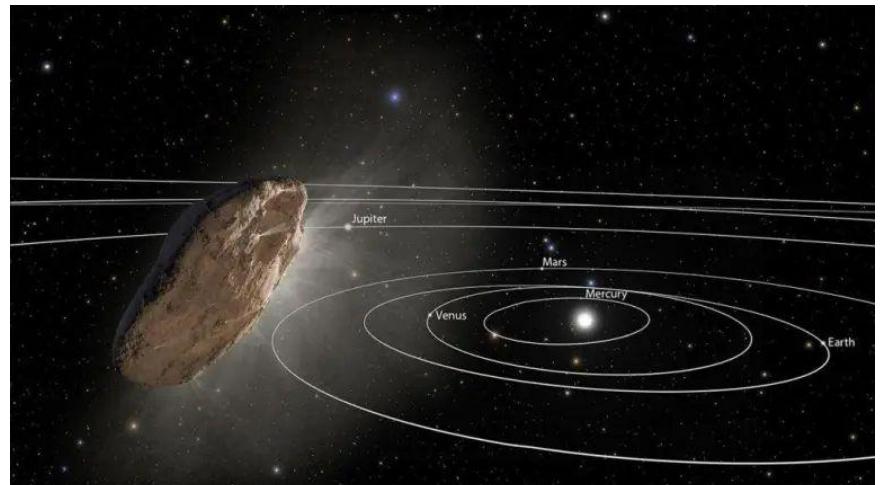
宇宙からの飛来物、地上への衝突リスクに地域差？天体100億個のモデル化で判明

Forbes

Forbes JAPAN 編集部



Wonderful Engineering



Wonderful Engineering

地球上の場所によって、太陽系外から飛来する天体が衝突するリスクには差があることがわかった。ScienceAlertが伝えた新しい研究によると、地球の中でも特定の地域は、こうした太陽系外からの訪問者（星系外天体）による衝突の危険にさらされやすいという。研究では、宇宙衝突が起こりやすい場所や条件について詳しく調べられている。

これまでに確認された星系外天体はわずか3例しかない。2017年のオウムアムア、2019年の2I/ボリソフ、そして現在接近中の彗星3I/アトラスだ。これらの珍しい天体は、遠く離れた恒星の周りで形成された物質をわずかに太陽系内に持ち込み、科学者たちに貴重な観測機会を提供している。地球に衝突することはなかったものの、研究では過去数十億年の間に多くの星系外天体が地球に接近していた可能性があり、古代のクレーターの中にはその痕跡が残っているかもしれないと指摘している。

この研究「地球衝突可能性を持つ星系外天体の分布」(The Distribution of Earth-Impacting Interstellar Objects)は、ミシガン州立大学のダリル・セリグマン(Darryl Seligman)氏らが主導した。研究チームは高度なシミュレーションを用いて約100億個の星系外天体をモデル化し、約1万件の仮想的な地球衝突を生成した。目的は、衝突がいつ、どのくらいの頻度で起こるかを予測することではなく、どの方向から、地球のどの地域が特に影響を受けやすいかを理解することにあった。

研究によると、太陽系外から飛来する天体（ISO）が地球に接近しやすい方向は2つある。ひとつは太陽の進行方向である「太陽頂点」、もうひとつは銀河系の星が多く集まる「銀河面」だ。太陽頂点の方向では、地球は宇宙空間を移動する中で「正面からの風」のように天体の飛来物にさらされる。一方、銀河面は銀河の密集した円盤状領域で、多くの星が存在するため、もうひとつの天体接近のホットスポットとなる。

衝突の可能性が高い地域は、赤道付近の低緯度地域が最も危険で、次いで北半球にやや高い確率が見られる。この偏りは、地球の傾きや自転、そして陸地や人口の分布が均等でないことを反映していると考えられる。また、速度の速い天体（ISO）ほど、地球が太陽頂点の方向に向かう春に衝突する可能性が高いこともわかった。

これらの結果は、天体（ISO）がどのくらいの頻度で衝突するかを示すものではない。しかし、どの場所・どの時期に接近しやすいかを把握することで、ヴェラ・ルービン天文台などの観測計画に役立てられる。天文学者は、次に地球に接近する太陽系外の天体を検出し、必要に応じて軌道の予測や対応の準備を進めやすくなるだろう。

（この記事は、英国のテクノロジー特化メディア「[Wonderfulengineering.com](https://www.wonderfulengineering.com)」から翻訳したものです）

<https://wired.jp/article/touchdown-airbursts-more-common-than-crater-impacts/>

2025.12.25

地球に落下する天体は、衝突より「爆発」のほうが破壊的な脅威になる

海底の堆積物や古代遺跡から、これまで見過ごされてきた宇宙の脅威の痕跡が次々と見つかっている。彗星などの天体が地球の地表付近で爆発する現象が隕石の衝突と比べても頻繁に発生しており、より広範囲に破壊をもたらす可能性があるというのだ。



Illustration: aapsky/Getty Images

恐竜を絶滅させた小惑星「チクシループ衝突体」のように巨大なクレーターを残す天体の衝突は、地球史における重要な転換点として長年にわたり注目してきた。だが、実はクレーターを形成しない天体衝突のほうがはるかに頻繁に起きており、より広範囲に破壊的な影響を及ぼしている可能性があるという。

カリフォルニア大学サンタバーバラ校の研究チームは、こうした「タッチダウン・エアバースト」とも呼べる現象こそ、人類が注目すべき脅威だと警告している。「タッチダウンによる現象は、非常に高い温度と圧力によって極端な被害をもたらす可能性があります」と、地球科学が専門のジェームズ・ケネット名誉教授は説明する。

研究チームが提唱するタッチダウン・エアバーストとは、彗星などの天体が地表に到達する前に大気圏内で爆発し、強烈な熱波と衝撃波を地表に叩きつける現象を指す。爆発の痕跡は地形には残りにくいが、天体に由来する希少元素

や、物質が溶けて形成されたガラス質の粒子、高温によって生成された微小球体、特徴的な亀裂パターンをもつ衝撃石英など、ミクロレベルでは明確な証拠が残っているという。

海底から 12,800 年前の証拠

ケネットらの研究チームは、グリーンランド西岸沖のバフィン湾で採取した海底堆積物から、約 12,800 年前のヤンガードリアス期のはじめに発生したと見られるタッチダウン・エアバーストの痕跡を初めて発見した。

ヤンガードリアス期とは、地球が氷河期から温暖期へ移行する途中で一時的に寒冷化した時期を指す。この時期に多くの大型哺乳類が絶滅し、人類社会にも大きな変化が起きたとされる。かつては氷河湖の決壊による大量の淡水流入が原因とされてきたが、ヤンガードリアス衝突仮説では彗星の破片群が地球に衝突したことが引き金になったという説もある。バフィン湾で見つかった新たな証拠は、水深約 2,000m の海底堆積物に保存されていた。白金やイリジウムなどの希少元素、溶けた金属粒子、衝撃石英、溶融ガラスが、北半球の広範囲に分布する炭素が豊富な地層に集中していた。これは彗星が分解して複数の爆発を引き起こし、広範囲にわたる火災が発生した可能性を示唆しているという。ケネットによると、大気中に巻き上げられた物質が地球全体に運ばれ、広範囲の地層に堆積したのだという。なお、今回の証拠は海底という汚染されにくい環境で得られたものであることから、産業由来の汚染物質である可能性は低いと考えられている。

シベリアの爆発と古代都市の破壊

さらに研究チームは、1908 年にシベリアで起きたツングースカ大爆発の現場からも、新たな証拠を発見した。この爆発は当時の目撃者によって明るい火球として描写されており、広大な範囲で樹木がなぎ倒された様子が記録されている。これまで倒木や土壌の損傷が主な研究対象だったが、今回初めて現場から明確な平面状の亀裂を示す衝撃石英（隕石が衝突した際にできる特異な石英構造）が発見された。その一部は溶融ガラスで満たされており、衝突によって形成された微小な球体や溶けた金属も見られたという。このほか、約 3,600 年前に破壊されたとされる死海北東部の古代都市トール・エル・ハマムについても、タッチダウン・エアバーストが原因であるという主張を、研究者たちは改めて支持している。これまでに報告されている球体や炭素、溶融ガラスのほかに、多様な亀裂パターンを示す衝撃石英が見つかったからだ。これには典型的な平面状の亀裂だけでなく、湾曲したクモの巣状の特徴もあることから、ツングースカ大爆発と同じくらい強烈な圧力と複雑な爆風の様相を示しているという。一方、レイジアナ州南東部のパーキンズ近くにある浅い季節性の湖が、ヤンガードリアス期に形成された北米初のクレーターである可能性も浮上している。1938 年には湖が円形であることと隆起した縁の存在に土地所有者が気づいていたが、詳細な調査は 2006 年まで実施されなかった。2024 年までの研究で、堆積物コアから溶融ガラスや球体、衝撃石英が発見され、放射性炭素年代測定によってヤンガードリアス期のものであると位置づけられている。これらの発見が示すのは、タッチダウン・エアバーストが科学者たちの想定よりもはるかに頻繁に起きている可能性だ。宇宙からの脅威といえば、巨大なクレーターが残る壊滅的な隕石の衝突が注目されがちである。だが、明確なクレーターを残さないがゆえに見過ごされてきた可能性があるタッチダウン・エアバーストこそ、より頻繁に起きる現実的な脅威になりうると、ケネットらの研究チームは強調する。地球の歴史に刻まれた、見えない傷跡—。それらを読み解くことが、未来への備えにつながるのかもしれない。

(Edited by Daisuke Takimoto)

https://www.newsweekjapan.jp/akane_t/2025/12/post-5_1.php

素粒子では「宇宙の根源」に迫れない...理論物理学者・野村泰紀に聞いた「ファンダメンタルなもの」への情熱 2025 年 12 月 22 日（月）19 時 30 分



独占インタビューに応じた野村泰紀氏（10月7日） TOMOHIRO SAWADA-NEWSWEEK JAPAN

筆者と野村氏 ニューズウィーク日本版-YouTube

ニューズウィーク日本版-YouTube

〈95%が分かっていないという宇宙のこと、ダークマター以上に分からぬるダークエネルギーとは何か、今日の理論物理学者は何と格闘しているのか、根源的な物理への情熱について——理論物理学者でカリフォルニア大学バークレー校教授の野村氏に聞いた〉

最新の宇宙論は内容が難しく、専門家以外がすべて理解をするのは至難の技かもしれません。それでもブラックホール、ダークマター、マルチバースなど、現れる宇宙用語は、耳にするだけでワクワクします。「分かりやすく、熱意を持って説明してくれる物理学者がいたら、より知識を深めることができて身近に感じるのに」と思うことはありませんか。科学ジャーナリスト茜灯里が、気になるトピックスについて関係者に深掘りするインタビュー企画「茜灯里の『底まで知りたい』」。今回のゲストは、理論物理学者でカリフォルニア大学バークレー校教授の野村泰紀氏です。

最近、マスメディアやインターネット動画で引っ張りだこの野村氏。明晰で引き込まれる語り口と親しみやすいキャラクターで大人気ですが、何よりも「自身が宇宙の謎、現代物理の謎にワクワクしながら挑んでいる」と画面を通じて分かることが、魅力につながっています。さらに「タレント性」が注目されがちですが、野村氏は本業の理論物理学分野で若い頃から大きな成果を上げています。そのため、現代物理学の世界を縦横無尽に駆け回り、語るその言葉は自信に裏付けされており、視聴者にダイレクトに響くのではないでしょうか。今回は「95%が分かっていない宇宙」「分からぬるダークマターとダークエネルギーはどこまで分かっているか」「野村粒子」でノーベル物理学賞の可能性は?」「素粒子では世界の根源に迫れない?」などについて、大いに語っていただきました。

【今回のテーマ】最新の宇宙論と根源を探ることへの情熱

現在の研究では、宇宙は「95%が分かっていない」とされている。この数値は物理学者が計算し実際の宇宙の観測結果を照らし合わせたもので、科学的な裏付けがあるものだ。

宇宙の「分かっていない部分」を構成するダークマターとダークエネルギーは、どこまで分かっておりどこから分かっていないのか。もともと素粒子論を専門としていた野村氏が、量子重力理論やマルチバース論にシフトした理由とその根底にある「ファンダメンタルなものを解明する情熱」とは何か。近年のノーベル物理学賞受賞事情についても語ってもらった。■[この対談を動画で見る](#)

95%が分かっていない宇宙

茜 野村先生は、物理を面白く分かりやすく話してくれる気さくな先生ということで、今、テレビやウェブメディアで引っ張りだこですね。

今日は色々と伺いたいのですが、読者のみなさんは先生の宇宙論の講義を楽しみにしていると思うので、まずは今年出版された『95%の宇宙』(SB新書)に沿って、最新の宇宙論についていくつか教えて下さい。確認なのですが、本のタイトルになっている「95%」というのは、宇宙の中で分かっていないものが95%という意味なのですよね。

野村 はい。でも、そう言うと「いや、そんなことはない。俺は（宇宙で分かっていることは）1%だと思っている」などという人がたくさん現れます。

けれど、5%という数字には意味があります。宇宙はエネルギーでできているわけです。「物質がある」というのもエネルギーの一形態です。「宇宙のエネルギーの全体量を100%とした時に、何%分のエネルギーの正体が分かって

るか?」というと、現在 5%が分かっているのです。

茜 つまり、私たちがすでに分かっている物質、たとえば陽子とか電子とか、そういうものが 5%にあたるということですね。一方、私たちが今、見つけられていないものが 95%で。

野村 そうです。完全に正体が分かっていないものが 95%という意味であって、「俺は宇宙の 5%を知ってると思う」とか、そういう意味ではないです。

具体的な宇宙のエネルギー密度の話であって、5%分は正体がよく分かっているもので、その他の 95%は「エネルギーとしてあること」だけは分かっているという話です。だから何も分からぬわけではなくて、エネルギー量だけは分かっているから 95%って言える。

茜 そうでなければ、95%という数字が出てくる根拠がないですものね。

野村 なぜその数字が分かっているかと言うと、エネルギーがあると重力に反応するので、重力を測ると全体でエネルギーがどれだけあるかは分かるんです。全体量が分かっていて、そのうち原子とか電子がどのくらいかというのも星の質量を推定したりすることで分かります。すると 5%ぐらいにしかなりません。

茜 そして残りの 95%が、ダークマターと呼ばれているものとダークエネルギーと呼ばれてるものなんですね。そのうち、ダークマターは何%くらいですか。

野村 だいたい 25%ぐらいです。ちなみにダークマター、ダークエネルギーというのは、単なる名前です。エネルギーにはいろいろな形態があって、物質が一番普通のエネルギーです。

ここにコップがありますが、これはエネルギーなんです。たとえばコップを潰したりしてエネルギーを取り出すことができます。こういう物質のエネルギーというのは、重力に影響を与えるんです。

次のページ見えていない物質、ダークマター



理論物理学者、カリフォルニア大学バークレー校教授 野村泰紀（のむら・やすのり）

1974 年生まれ。東京大学理学部物理学科卒業、東京大学大学院理学系研究科物理学専攻博士課程修了。理学博士。ラインウェバー理論物理学研究所所長、ローレンス・バークレー国立研究所上席研究員、理化学研究所客員研究員、東京大学カブリ数物連携宇宙研究機構連携研究員。専門は素粒子論、宇宙論。『なぜ宇宙は存在するのか』（講談社）、『95%の宇宙』（SB 新書）など著書多数。

野村 ところで、バケツを自分のまわりでぐるぐる回そうと思ったら、紐つけて手で引っ張らないといけませんよね。でも、太陽と地球の間には紐はありません。なのに何で地球が太陽の周りを回ってるかと言うと、重力で引っ張られて回っているのです。重力がどのくらいあるかで、どのくらいのスピードで回せるかが決まります。ということは、どのくらいのスピードで回ってるかを見れば、どれだけものがあるかが分かります。そういうふうにして銀河系を見てみると、端っここの星は銀河の中心の周りを回っています。この回っているスピードは測れて、それを見ると、この銀河系はどれだけの重さがあるかが分かるんです。ところが、原子などは星になったり星の間のガスになったりしているのですが、そいつらの重さを全部足していっても、6 分の 1 ぐらいにしかなりません。

ダークマターが"見える""分かる"とは

茜 だから分かっている 5%の 5 倍の 25%ぐらいが、質量はあるのだけど見えていないということで「ダークマター」なのですね。

野村 そうです。ダークマターというと、全く分かってないみたいな言い方を一般向けにするときもありますよね。すると「なんでまったく分かっていないのに、25%あるって分かるんだよ」ということになります。でも、全部が分かっていないだけで、分かっていることもあります。エネルギー密度も分かっているし、分布もある程度分か

っています。

銀河の周りには、実は見えてない物質があるはずなのです。でも、見えていないことはそんなに特別なことではありません。すでに分かっている物質の中に「ニュートリノ」というものがあるのですが、これも見えません。

見えるためには光を出したり吸収したりしなくてはならないのだけれど、光を出さなかつたり吸収しなかつたりする物質なんていっぱいあるので、ダークマターもそのうちの1つだということです。

茜 小さい粒子すぎて捉えられないとかではなくて、光や、私たちが今、分かっているものと相互作用をしてくれないから、見えていないってことなのですか。

野村 そうですね。もし光と相互作用したとしても、たとえば暗い衛星とかは見えません。だから、ダークマターがあるということが重力で分かったときは、最初に「どうせ暗い天体だろう」とかをもちろん疑いました。

それで、そういう可能性を全部消していったんですよ。暗い天体じゃありえないとか。今は宇宙の初期の歴史が分かるので、僕らの知ってる原子とか電子の総量っていうのが直接測れるので、そういうものではないということはもう分かっています。

ところで、僕らが今知ってる素粒子は、数え方にもよりますが17種類です。電子とかニュートリノとかですね。これらがどういう風に振る舞うかは、すでに綺麗な理論ができていて「素粒子の標準模型」と言います。最初はダークマターも当然、この模型にでてくる素粒子のどれかだろうと考えて、1個ずつ調べていったんですよ。

茜 素粒子は物質の最小単位とされているもので、「宇宙の理（ことわり）を記述する最小単位」と考えられるから、なんらかの物質であるはずのダークマターも素粒子で表されるはずなんですね。

野村 でも、標準模型の中のどれだとしても矛盾するんですよ。ということは、17の素粒子の中に入っていないものらしいと。細かいことは分からぬけれど、17種類の素粒子に入らないものが周りに分布していて、5倍の量があるってことだけは分かっている。

ちなみにダークマターの分布もある程度分かってます。ほぼ球状です。だから、我々には銀河系は円盤型をしているように見えるのですが、もしダークマターが見える生物がいたら「銀河は円盤型ではなくてまん丸だ」と言うはずです。

つまり銀河系は我々が思っているよりも何倍も大きいということなのですが、これはかつての太陽系に対する認識のようなものです。太陽の重力圏は、昔は冥王星までぐらいだと思っていたのですが、実はもっとはるかに大きいことが今では分かっています。

銀河系もそうで、単純に「見えるところ」よりも銀河系の重力が効いてる領域はもっとでかくて、ダークマターはそこら辺まで及んでいる。だから「ダークマターは分かっていない」とよく言われるけれど、「どの時点で『分かった』と言うか」という問題なんですね。

茜 つまり、今やっている「ダークマターを探す研究」と言われてるものは、「どこまで精密に記述するか」を求めてやっているということなのですか。

野村 そうです。今やダークマターを含めて考えないと、宇宙の理論と実際の観測が合わないのは事実なんですよ。

次のページダークマター以上に分からぬるダークエネルギー

茜 先生、世の中では「ダークエネルギーは、ダークマターよりもますます訳が分からぬ」と思われています。

宇宙が広がるのを加速させたり、銀河同士なんて重いものの同士は引きつけ合いそうなのになぜ落ち込んでこないのだろうということを考えたりする時に、「ダークエネルギー」が登場するようですね。

野村 だいたいはそんな認識で大丈夫です。今まで話してきたダークマターはなんだかんだ言って物質です。「完全

には知らん物質」です。

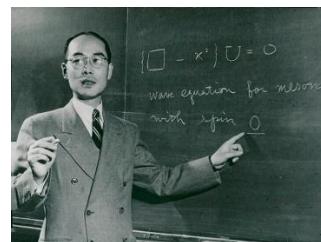
これはある意味、存在自体はそんなに不思議じゃありません。見方を変えれば、17種類の素粒子だって、20世紀の初めにはほとんど知られていなかったわけですから。まあちょっと不思議なのは、知らんやつの方が量の多いところでしょうか。

茜 それでも「ダークマターは質量もあるし、私たちが分かってるものに近いものかな」という感覚でよいのでしょうか。

野村 そうです。物質は物質なんです。僕らは光で相互作用するような電子とかでできているから光と相互作用するものは見やすいけれど、しないようなものは見にくいということです。で、ダークマターが25%。5%が素粒子の標準模型に出てくるもの。

茜 17種類の素粒子で記述できる、いわゆる私たちが知っている「物質」ですね。

野村 「知らん物質」のダークマターと、知っている「物質」を合わせて3割。ところが、残り7割を「ダークエネルギー」って言うんですけれど、こいつは物質ですらないんです。



ニュースウィーク日本版-YouTube

ニュースウィーク日本版-YouTube

中間子論を提唱し、1949年に日本人として初めてノーベル賞（物理学賞）を受賞した湯川秀樹 Public domain

ダークエネルギーは「知らんエネルギー」

茜 うーん。どうやって「物質ではないエネルギー」ということになったのですか。

野村 これは色々な人が色々なことをして徐々に判明してきたんですけど、決定的だったのが98年に行われた観測で、後にノーベル賞を獲っています。宇宙が膨張しているのは20世紀の頭に分かっています。膨張しているというのは、たとえば2つの銀河があると、その間の距離は時間と共に広がっていくという意味です。ただし銀河同士が遠ざかっていても、お互い重力で引き合うはずだから、膨張のスピードは遅くなるはずなんですよ。それはもう「重力が引力」という性質なので、ダークマターだろうが何だろうが関係ない。物質である限り膨張は減速するはずなんです。だから、みんな「減速パラメーター」を測ろうとしていたんです。たとえば、ちょっとずつ遅くなるならば、膨張するスピードは遅くなるけれどずっと膨張するでしょう。もっと早く遅くなってしまえば、どこかで膨張は止まって宇宙は潰れてしまうかもしれない。だから、この遅くなり方を測れば、宇宙の将来が予測できるはずだと。でも、98年頃にはすごく精度よく測れるようになったので測ってみたら、減速パラメーターは「負」だったんです。すなわち膨張は「加速していた」ってことですね。それがダークエネルギーがあるという証拠になりました。これは物質がいくらあっても絶対に起こらない現象なので、「何か物質じゃないエネルギー源があるはずだ」となりました。何だか分からないエネルギーだから「知らんエネルギー」という意味でダークエネルギーと名付けました。ダークと言っても「暗い」わけではありません。

茜 evil（邪悪）なわけでもないんですよね。「宇宙から暗黒軍が攻めてくる」というわけでもなくて。

野村 そうです。「知らんエネルギー」と言いましたが「物質ではないこと」は分かっています。となると、1つの候補としては「真空のエネルギー」というものがあります。我々の周りから物質を全部取っていって、空気も取って真空にしたとしても、エネルギーは残るんです。

茜 まったくの「無」の世界にはならないってことですね。

野村 「エネルギーとは何か」と言うと、重力に影響を与えるものです。つまり、物質がなくなったとしても、空間は膨張したり収縮したりできるんですよ。空間があるってこと自体が実はエネルギー持っていて、膨張させたり、それを加速させたり、逆に収縮させたりもできるんです。そして、この空間自体の持つエネルギーって、プラスでもマイナスでもあることができるんですね。真空のエネルギー、すなわち空間自体のエネルギーがプラスだと、空間を引っ剥がす、つまり膨張を加速するように働きます。ダークエネルギーが真空エネルギーならば加速させられることは事実なのですが、だからと言って、ダークエネルギーが必ずしも真空エネルギーかどうかはまだ分かりません。

茜 真空エネルギー以外の、未知で加速させるエネルギーがあるかもしれないですね。

野村 そういう意味で、「ダークエネルギー」というのは「分からんエネルギー」の総称です。

次のページ"野村粒子"でノーベル物理学賞の可能性は?

茜 先生、物理というか、この世界の理や成り立ちを考える時に、アイデアだけだったら、ある意味SF作家でも考えられますよね。

野村 そうそう、そうそう。

茜 そこを科学的に解明するというのは、理論物理学者たちが数学で解き明かすというか記述して、誰もが納得できる形にしていく。ただ、理論は理論でそのままでは横槍が入るかもしれないから、観測によって実証してもらう。その流れができるて、たとえばそれが素晴らしい研究だとノーベル賞をもらえたりする。

野村 そうですね。

茜 野村先生も「ヒッグス粒子は複合粒子である可能性がある」という理論を具体的に数式で記述したという素晴らしい研究がありますが、これはたとえば観測で実証できたら「野村粒子」と名付けられてノーベル賞を取る可能性もあるのではないかですか。

野村 それはどうですかね。ヒッグス粒子も複合粒子になっているかもしれないというアイデアは、もちろん誰だって思いつくから、80年代ぐらいにはあったんです。ところが、実験と合うような現実的な理論、ヒッグス粒子の性質を再現しつつ複合粒子な理論を書くというのが誰もできていなかった。

茜 それを最初にやったのが野村先生。すごいじゃないですか。

野村 若い頃の仕事です。でも、ノーベル賞ということなら、まずはヒッグス粒子が本当に複合粒子だと確認される必要があるし、もしさうなっても「どこが一番重要だったのか」みたいな話になりますよね。複合粒子ってアイデアを80年代に最初に出した人は、僕もよく知っていますけれどハーバード大学の教授とその共同研究者なので。

茜 ノーベル物理学賞は1回に3人までいけますから、野村先生も当然入るんじゃないですか。

野村 どうかな。僕の仕事自体3人で書いてますからね。科学って色々な人でちょっとずつやっていくものですからね。ちなみに、ヒッグス粒子を複合粒子として現実な実験に合う理論を書いたというのも、複合粒子だと確信したからやったというわけではないんです。ダークマターの理論でもそうなんですけど、理論屋は色々な可能性を考えるんです。僕もいくつかの可能性を言っているので、候補は1000とかあるわけです。

観測的には（事実は）どれか1個なわけで「それが当たったらノーベルになるか」って言うと「そんなのはまぐれだ」っていうところもあるから、たぶん、もうそういう物理学では今後はノーベル賞受賞にはならないのではないかとも思うわけです。たとえば僕が選考者だとしたら「たまたま当たった人」に賞をあげる気になるかというと、そうはないのではないかと思うんですよね。理論的に革新的ことではないし、ランダムに打って当たったっていうのは特に大きな価値を見出せないというか。

茜 実験屋さんのノーベル賞受賞でも、「超新星の爆発待ち」とか「ブラックホール同士がぶつかる待ち」をして、

幸い生きてる間に事象が起きたということがありますね。

野村 実験の場合は、観測の精度を上げるためにアイデアをつぎ込んで、実際にお金を持ってきて装置を作って、間違いなく運用して、見つけて確認するわけだからすごいんです。たとえば、重力波なんか一般相対性理論で予言されているとおりに観測結果が出ているだけなんですけど、それを実際に検出すると言うのは大きな意義があるわけです。ただ、これは正しくない言い方ですけど「理論的な知識は1つも増えていないっちゃ増えていない」んですよ。それでも、「本当にそうだったな」というふうに確認するのは大事なんです。それこそ、もし今までの理論が違ったりしたら、大発見なわけですから。だから、実験の場合は検出自体は「たまたま」であっても、ものすごく大きな成果なんです。でも、僕ら理論屋がダークマターの理論を作るのって、2秒くらいでできちゃいますからね。

茜 2秒？！

野村 2秒は言い過ぎかもしれないですが、もう「場の量子論」っていう枠組みができちゃってるんですよ。その中で色々と具体的な模型を提唱するので。

今日の理論物理学者が格闘していること

茜 理論物理学者の方々って、自分では思いつかなかつた数式だけど、野村先生が提唱した理論を聞いて「ああ、それはもっともらしいね」というような判断はできるものなんですか？

野村 すぐにできます。

茜 そうなんですね。その時の心境って「でも自分は考えつかなかつたわ。脱帽だ」みたいな感じなんですか。

野村 それはあんまりないですね。昔……それこそ湯川秀樹さんの頃なんかは「どんな粒子があり得るのか」「それは場の量子論の枠組みで書けるか」なんてことが分からなかつたので「新しい粒子を導入する」こと自体に意味がある時代でした。でも今は場の量子論という枠組みが完全にできつていて、その中でやっていますから。

今分かっている素粒子は17種なんですけれど、理論では別にそれを19種にして考えてみてもよいわけです。たとえば「マルチバース」では17種ではない世界もあるかもしれないなど、色々選べるんですね。

次のページ宇宙の根源を解明するための理論を求めて

野村 ただ、「場の量子論」の枠組みに入るものの1つが「素粒子の標準模型」なのですが、重力は入っていないんです。普通の重力波の実験を書くぐらいだったらしいんですけど、例えばブラックホールの中心のような極限の話になると破綻してしまいます。重力の理論自体はアインシュタインの「一般相対性理論」で説明できて、これを解いたことで宇宙が膨張していることやブラックホールがあることが分かりました。でも、この重力理論の中には量子力学の効果は一切入っていないんですよ。

茜 じゃあ今は、理論物理の人は「場の量子論」と「一般相対性理論」の2つを適宜使い分けて、宇宙の法則を解き明かそうとしているわけですね。

野村 普通はそれで十分なんです。でも本当は、量子力学的でありつつ、重力も含む理論があるはずなんですね。量子の効果が効かないところだと、その理論は一般相対性理論に落ちていき、重力の効かないところだと場の量子論に落ちていくようなもの——アインシュタインの相対性理論で、スピードが全部光より遅いとニュートン力学に落ちていくように、両方を記述する理論があるはずなんです。でも、なぜ今、完全な量子力学的重力理論がなくても大丈夫かと言うと、両方が同時に重要になってくるところがあまりないからです。それは、重力ってめちゃめちゃ弱いからなんです。

茜 物理学者ではない一般の人にとって、「自然の4つの力（重力、電磁気力、強い力、弱い力）」って言っても重力ぐらいしかピンとこないですし、日常生活で「あ、重いな」なんて、力を一番意識できるのは重力ですから、強いイメージがありますよね。

野村 でも最弱なんですよ。どのぐらい弱いかと言うと、電磁気力よりも40桁ほど弱いです。だから、重力を考慮

に入れないで素粒子の加速器実験とかを考えたら、その分の誤差が出るはずなんんですけど、40桁目の数字がずれるぐらいです。

茜 だから、それを無視して記述しても大丈夫なんですね。

野村 40桁の精度でやれる実験はないですからね。

でも僕らは重力を感じるじゃないですか。それは、引力しかないという重力の特別な性質のせいなんです。たとえば僕らの体はたくさんの粒子でできていますが、電磁気やその他の力はプラスとマイナスでほとんど全部がキャンセルされます。でも、重力は引力しかないので、全部足し合わされちゃうんですよ。

だから、粒子がたくさんになると重力だけが単純に足し合わさっていくので、相対的に重力の効果が大きくなります。ところが、粒子がたくさんあるというのは、まさしく量子力学の効果が効かない状況なんです。

茜 量子力学は、すごく小さいところのゆらぎとか不確定性とか、そういう話ですものね。

野村 だから、大部分の場合は「場の量子論」と「一般相対性理論」のパッチワークで済むんです。

ところが両方が重要になってくるような極限状態、例えばブラックホールの中心とか、時空の始まりとかでは、両方を含んだ理論が必要です。でも、その理論を人類は持っていないません。だから「宇宙の本当の始まりの理論」ができるいないんです。

根源的な物理への情熱

茜 宇宙の根源を解明するには、ぜひ両方入った理論がほしいですね。

野村 「量子重力理論」って言うんですけど、僕らは見つけようと頑張っています。ただ、場の量子論に一般相対性理論を組み込んでみようとか、その逆をしてみようとかを普通にやろうとしても、成功しないんです。もう「1+1が3」みたいな理論になっちゃう。みんなが長年探してもなかなか見つからなかったのですが、今は「超ひも理論」という有力候補があります。9次元空間を「ひも」のような数学的構造がフラフラしているときには、量子力学と重力の両方が入った理論がきれいに作れそうなのです。ダークマターみたいに理論が1000通りもあったら、何が正しいかは実験で選ばなくてはなりません。でも、量子重力理論はある意味ラッキーなことに、一通りしか見つかっていないんです。



ニュースウィーク日本版-YouTube

ニュースウィーク日本版-YouTube

動画【野村泰紀が語る、根源的な物理への情熱】

茜 つまり、観測で実証されなくても、理論を突きつめることに意味があるということですか。

野村 もちろん「実験をしなくても良い」ということにはなりません。でも、今のところ理論は一つしか候補がなく、他は基本的にすべて不成功です。なので、この一つの理論を調べることには意味があるよう思えます。

しかも、この量子重力理論を突きつめていくと「マルチバース論」にもつながっていきます。マルチバース論は、もともと別の理由で「そういう考え方をしなくては、宇宙について説明ができないね」ということででてきたのですが、超ひも理論を用いた量子重力理論を考えていくと、実はそこに含まれていたんです。

次のページ素粒子論から離れた理由

茜 先生の研究の中で、ご自身で「特に現代物理学に貢献した」と思う成果にはどのようなものがありますか？

野村 素粒子論のほうでは、先ほど話題になった「ヒッグス粒子を複合粒子と考える模型」や、重力以外の3つの力を上手く「大統一」する理論を構築したことですね。

茜 余剰次元を考慮したものですね。

野村 はい。ただ、今、素粒子論をやってないのは、もしマルチバースの枠組みが正しいとすると、宇宙ごとに素粒子の種類も違うんです。私たちの宇宙の17種ではなくて、100だったりする宇宙もあるはずで、そうすると素粒子自体をいくら調べても、自然界の基本構造には一切たどり着けないわけなんですよ。

茜 ああ、野村先生は「うちの宇宙」だけじゃなくて「全部の宇宙」、それこそマルチバースすべてにつながる理論を解明しようとしてるんですね。

野村 それが「量子重力理論」ですよね。

茜 非常に果てしなく感じますけれど、やっぱり理論家としてどこが面白いかと言われると、そこにやりがいを感じるんですね。

野村 僕は自然界の基本的な構造を解き明かすことに興味があったので。でも、それは素粒子の物理に意味がなくなるわけではないんですよ。たとえば、地球しか知らなかったとしたら、物を落としたら時間の2乗で位置が動いていくというニュートンの法則も、窒素が何%、酸素が何%とかの地球の大気の組成も、両方基本的な「法則」だと思うかもしれません。ところが火星にそれらを持っていくと、ニュートンの法則は使えるのに大気の組成は使えません。だから、両方基本的だと思っていたのは実は違ったということになります。一方はOSだったけれど、もう一方はアプリに過ぎなかつたみたいなものです。もちろんそれでも僕らは地球に住んでいる以上、アプリである地球の性質を調べることは重要です。でも僕の興味はOSのほうだったので、量子重力とかマルチバースにシフトしていったわけです。

茜 野村先生は「私たちの宇宙」だけではなく他の宇宙もある、「マルチバースだ」と思ったから、この私たちの宇宙だけに通じる理論を追求するのではなく、全てに普遍なものを構築するために自分の研究人生を捧げようと思った、ということなんですね。

野村 そうです。もともと素粒子の研究をそういう理由で選んだのに、素粒子の性質はその地位ではなくなつたっぽいんです。

茜 「素粒子論には地域性があった」みたいな感じだったんですよね。もっと普遍的な本当に根源のところをやりたいから、今、量子重力理論やマルチバース論をやってらっしゃる。

野村 根源的なものをやりたいから、「ファイナンスに行ってお金持ちになる」というような道を選ばずに、素粒子をやつたんです。当時は、みんなこれが根源だと思ってたんですよ。その後、サイエンスが発展して素粒子自身が必ずしもその地位ではなくなって、まだ確定はしていないんですけど僕はそうなんじゃないかと思っている「マルチバース」という、よりファンダメンタルなものが現れたので、僕は研究テーマをシフトしてきました。

茜 先生の興味と研究テーマの変遷の経緯がよく分かりました。ありがとうございました。 ※後編に続く

次のページ●対談を動画で見る

【野村泰紀が語る、根源的な物理への情熱】素粒子では根源に迫れない／"野村粒子"でノーベル賞は？／宇宙の真理に迫るマルチバース論／何才の宇宙まで見えてる？／研究人生捧げる「量子重力理論」／茜灯里が聞く

プロフィール



茜 灯里 作家・科学ジャーナリスト。青山学院大学客員准教授。博士(理学)・獣医師。東京大学理学部地球

惑星物理学科、同農学部獣医学専修卒業、東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻博士課程修了。朝日新聞記者、大学教員などを経て第24回日本ミステリー文学大賞新人賞を受賞。小説に『馬疫』(2021年、光文社)、ノンフィクションに『地球にじいろ図鑑』(2023年、化学同人)、ニューズウィーク日本版ウェブの本連載をまとめた『ビジネス教養としての最新科学トピックス』(2023年、集英社インターナショナル)がある。分担執筆に『ニュートリノ』(2003年、東京大学出版会)、『科学ジャーナリストの手法』(2007年、化学同人)、『AIとSF2』(2024年、早川書房)など。

<https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/news/25/122200702/>

過去25年間で最も偉大な科学のブレイクスルー：物理学・天文学編

グラフェンの発明、ヒッグス粒子の発見、重力波の検出、ブラックホールの撮影ほか 2025.12.23



ヒッグス粒子を発見した欧州合同原子核研究機構（CERN）の施設。（FONS RADEMAKERS, CERN/SCIENCE PHOTO LIBRARY）[\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

CERNの円形地下トンネルに建造された全周約27キロの大型ハドロン衝突型加速器（LHC）。（THOMAS PFLAUM, VISUM/REDUX）[\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

米国アリゾナ州にあるキットピーク国立天文台の上に広がる天の川と、夜空で最も明るく見える木星。（BABAK TRAFRESHI, NAT GEO IMAGE COLLECTION）[\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

21世紀に入って早25年が過ぎようとしている。ここまで道のりは決して平坦ではなかった。しかし、科学とテクノロジーの分野における数々の目覚ましい発展は、世界をより良い方向へと導いてきた。ここでは物理と天文学の分野で過去の四半世紀に起こった最も刺激的なブレイクスルーを集めてみた。（参考記事：[「過去25年間で最も偉大な科学のブレイクスルー：生命科学編」](#)）

グラフェンの発明

炭素原子が六角形の格子状に並んだグラフェンは、知られている限り最も薄く、それでいて最高レベルの強度を持つシート素材だ。1947年に初めて提唱されたが、実際に研究室で初めてグラフェンが作られたのは2004年になってからだった。この功績に携わった科学者たちは、2010年にノーベル物理学賞を受賞した。（参考記事：[「史上最薄の「電球」が誕生、厚みは原子1個分」](#)）驚異的な薄さと強度だけでなく、極めて高い導電性と透明性も備えたグラフェンは、さまざまな分野で進歩をもたらしている。従来よりもはるかに効率的な浄水器、急速充電バッテリー、耐久性の高い太陽電池、そして精確なバイオセンサーなどの開発にも貢献した。

ヒッグス粒子の発見

陽子の150倍の質量を持つヒッグス粒子は、小さな素粒子だが、科学に与える影響は計り知れない。その名の由来となったピーター・ヒッグスをはじめとする科学者たちが、1964年に初めて素粒子物理学の標準模型に必要なヒッグス粒子の存在を予測した。それから何十年も、その存在は仮説の域を出なかつたが、2012年、CERN（欧州

合同原子核研究機構）に建設された世界最大かつ最強の大型ハドロン衝突型加速器によって、ついにヒッグス粒子が検出され、標準模型が裏付けられた。この功績は、ヒッグスらに2013年のノーベル物理学賞をもたらした。（参考記事：[「ヒッグス粒子崩壊を確認、物質の質量の起源を解明」](#)）

重力波を初めて検出

時空のさざ波である重力波の概念を1916年に初めて提唱したアルベルト・aignシュタインは、実際にそれをとらえられるほどの繊細な機械はないだろうと考えていた。しかし、それからほぼ1世紀後、米国にある「レーザー干渉計重力波天文台」（LIGO）の重力波検出器が、約13億年前に起きた2つのブラックホール合体で発生した重力波を検出した。（参考記事：[「重力波、世紀の発見をもたらした壮大な物語」](#)）

2025年現在は、LIGOやほかの検出器によって数多くの重力波が検出され、宇宙への新たな扉を開いている。この成功に関わった科学者たちは、2017年にノーベル物理学賞を受賞した。

核融合で正味エネルギーの獲得に成功

太陽を含むすべての恒星は、その中心で原子を融合させる核融合によって莫大な光とエネルギーを生み出している。これを活用できれば、世界は大量のクリーンエネルギーを手に入れられるかもしれない。2022年、米国のローレンス・リバモア国立研究所は、核融合反応によって実験に直接投入したエネルギーを上回るエネルギーを作り出すことに成功した。さらに翌年にも、同じ結果が再現された。（参考記事：[「核融合で画期的な成果、念願の「エネルギー純増」に成功」](#)）しかし、実験に使われた装置はそれよりもはるかに多くのエネルギーを必要としたため、実用的な核融合発電への道のりはまだ遠いと言わざるを得ない。（参考記事：[「核融合 小さな太陽を造る壮大な実験」](#)）

次ページ：初の恒星間天体の発見、ブラックホールの撮影に成功など

初の恒星間天体の発見

2017年、太陽系を急いで通り過ぎる初の恒星間天体が発見された。「オウムアムア」と名付けられたこの天体は、太陽系以外の恒星系からやってきたもので、奇妙な性質を持ち、その正体を巡って数多くの議論が巻き起こった（宇宙人でないことだけは確かだ）。その後、2019年には「2I/ボリゾフ」、2025年には「3I/ATLAS」という恒星間天体が発見されているが、この2つは明らかに彗星と見られている。（参考記事：[「謎の天体オウムアムア、起源は破壊された星の破片か、研究」](#)、[「太陽系外から来たボリゾフ彗星、意外な事実が判明」](#)）

2025年に運用を開始したベラ・C・ルービン天文台は、さらに多くの魅力的な空の旅人を発見するだろうと期待されている。（参考記事：[「ベラ・C・ルービン天文台の“怪物望遠鏡”が挑む4つの大きな謎とは」](#)）

ブラックホールの撮影

世界的な協力によって生まれた「イベント・ホライズン・テレスコープ（EHT：事象の地平線望遠鏡）」が、2019年にブラックホールの撮影に初めて成功した。世界中の電波望遠鏡を同期し、地球規模の天文台を作ることによって、太陽系から5500万光年離れたM87銀河の中心にある超巨大ブラックホールの驚くべき画像が撮影された。（参考記事：[「史上初めて撮影されたブラックホール、1年後の姿でわかったこと」](#)）

探査機が太陽系最遠部に到達



1977年9月5日現地時間午前8時56分、米フロリダ州のケネディ宇宙センターから打ち上げられるNASAのボイジャー1号。(NASA/JPL-CALTECH/KSC) [\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

2012年、NASAの宇宙探査機ボイジャー1号が太陽系を出て、前人未到の星間空間に入った。一方、太陽探査機のパーカー・ソーラー・プローブは、それまでのどの探査機よりも7倍も太陽に近い距離まで接近した。(参考記事:「[探査機ボイジャー40年、隣の恒星に出会う日](#)」、「[探査機が太陽に接近、驚きの観測結果と深まる謎](#)」)

ほかにも、NASAのニューホライズンズは2015年に冥王星をフライバイ(接近通過)した初の探査機となり、日本のはやぶさやNASAのオシリス・レックスは、小惑星のサンプルリターンを成功させている。

宇宙最古の姿

2021年12月25日、史上最強のジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡が、フランス領ギアナから打ち上げられた。それは地球から約160万キロの軌道を周回し、宇宙の夜明けを観測し、新たな謎を発見した。さらに、はるかかなたにある太陽系外惑星の空を覗き、私たちの裏庭である太陽系の天体を新たな視点から観測し、目を見張るような宇宙の姿を見せてくれた。ハッブル宇宙望遠鏡の100倍強力なウェッブ宇宙望遠鏡は、宇宙一鋭い目を持ち、これから多くの発見をもたらしてくれることだろう。

[【この記事の写真と画像をもっと見る】ギャラリー:過去25年間で最も偉大な科学のブレイクスルー 写真と画像あと9点](#)



ギャラリー: 科学者さえも息をのむ、ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡の画像9点 (画像クリックでギャラリーページへ)

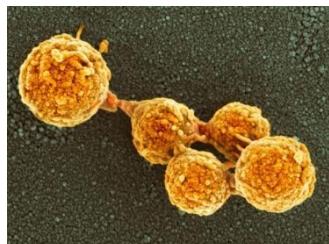
ウェッブ望遠鏡が見たM74の中心部。M74は観測が難しく、幻の銀河とも呼ばれる。ウェッブ望遠鏡を使った赤外線観測により、銀河の中心部から外側に広がる壮大な渦巻き状の腕の中に、ガスや塵の繊細なフィラメントがあることがわかる。中心部にはガスがないため、ここにある星団を見ることができる。(IMAGE BY ESA/WEBB, NASA & CSA, J. LEE AND THE PHANGS-JWST TEAM) [\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

文=Becky Ferreira／訳=荒井ハンナ

<https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/news/25/121900695/>

過去25年間で最も偉大な科学のブレイクスルー: 生命科学編

ヒトゲノムの解読完了、遺伝子編集技術CRISPR、3人の親を持つ子どもなど 2025.12.22



英ケンブリッジのサンガーセンターに保管されているこの 60 枚のトレーには、人間の全ゲノムが、2 万 3040 個の異なるクローン DNA の断片として納められている。(JAMES KING-HOLMES, SCIENCE PHOTO LIBRARY)

[画像のクリックで別ページへ]

マイコプラズマ・ミコイデス (Mycoplasma mycoides) JCVI-syn1.0 のカラー走査型電子顕微鏡写真 (SEM)。米 J・クレイグ・ベンター研究所の研究者が開発した JCVI-syn1.0 は、合成ゲノムが制御する初の自己複製細胞だ。(THOMAS DEERINCK, NCMIR/SCIENCE PHOTO LIBRARY) [画像のクリックで別ページへ]

21 世紀に入って早 25 年が過ぎようとしている。ここまで道のりは決して平坦ではなかった。しかし、科学とテクノロジーの分野における数々の目覚ましい発展は、世界をより良い方向へと導いてきた。ここでは生命科学の分野で過去の四半世紀に起こった最も刺激的なブレイクスルーを集めてみた。(参考記事 : 「人々に希望を与える 2025 年の医療のブレイクスルー 9 選」)

ヒトゲノム計画の完了と合成生命の誕生

米国立衛生研究所 (NIH) 主導の下、ヒトゲノムの全塩基配列解読を目指して 1990 年に始まったヒトゲノム計画は、2003 年に完了した。この、史上最大の生物学共同プロジェクトは、ゲノム学の新たな時代を切り開き、法医学から人類学、DNA 検査、そしてハンチントン病などの遺伝病治療まで、数えきれないほど多くの分野において変革を起こした。(参考記事 : 「ヒトゲノム解読から 10 周年」)

ヒトゲノム計画はさらに、新しい形の生命システムや有機体を作り出す合成生物学という新しい分野の発展にも貢献した。線虫から人間まで、本物の生物のゲノムを解読できるようになったおかげで、そのコードを創造的に書き直すという新たな挑戦への扉が開かれたのだ。2010 年に初めての合成細胞が完成し、2012 年には初の合成 DNAが、そして 2014 年には初の合成染色体が作られた。(参考記事 : 「“進化”も可能、人工 DNA を合成」、「酵母染色体を合成、人工生命へ前進」)

CRISPR の発見と開発

数十年前、一部の細菌に遺伝的な免疫機能のようなものが備わっていることに科学者たちは気付いた。ウイルスの攻撃を受けたとき、その細菌は侵入者の DNA の断片を捕らえて自分のゲノムに挿入し、将来の攻撃に備えられるという。「クリスパー (CRISPR)」と呼ばれるこの自然な防御機能は、現在、遺伝子編集ツールに取り入れられ、医学、生命工学、農業などあらゆる分野で革命を起こしている。科学者は、1 組の塩基対から一塊の遺伝子まで、DNA のどの部分でも切り貼りできる。患者一人ひとりに合わせたオーデマンド治療法も開発され、非常にまれな疾患を持つ赤ちゃんのクリスパー治療法を、開発から投与まで、わずか 6 カ月で成功させた。

2020 年に、この技術を開発したジェニファー・ダウドナ氏とエマニュエル・シャルパンティエ氏はノーベル化学賞を受賞した。(参考記事 : 「ノーベル化学賞のダウドナ氏、最大の強みは執着心」)

さらに、病気に強い農作物や、炭素を取り込む微生物の研究などでも、クリスパーは活躍している。

次ページ : 3 人の親の DNA を持つ男の子が誕生、多くの命を救うワクチンの普及など

ギャラリー : 過去 25 年間の偉大な科学のブレイクスルー 写真と画像 13 点 (写真クリックでギャラリーページへ)

2020 年に撮影された赤外線写真。医療関係者が、冷蔵保存された新型コロナウイルスの試験ワクチンを患者に注射している。(GILES PRICE, NAT GEO IMAGE COLLECTION) [画像のクリックで別ページへ]

3 人の親を持つ子ども

今からほぼ 10 年前の 2016 年、3 人の親の DNA を持つ男の子が誕生した。その子の DNA の大部分は一人の母親と一人の父親から受け継いだものだが、3 人目のドナーが、男児のゲノムに健康なミトコンドリア DNA を提供した。これはミトコンドリア置換法と呼ばれる技術で、まれなミトコンドリア病を親がもっている場合に、それが子ど

もに遺伝するリスクを抑えるために用いられる。2025年現在、同じようにして生まれた子どもたちはみな健康に育っているようだ。

多くの命を救うワクチン

天然痘やポリオなど命に関わる病気の根絶に関わったワクチンの広範囲な普及は、20世紀最大の功績の一つに挙げられる。21世紀に入ってもその勢いが衰えることはなく、なかでも2006年に初めて承認されたヒトパピローマウイルスワクチンは、米国で子宮頸がんによる死亡率の62%減に貢献した。さらに世界的なワクチンの配布で、将来的に140万人の死を予防したと考えられている。(参考記事：「子宮頸がんワクチンは1回接種でも有効、がん撲滅に大きな後押し」) 2020年の新型コロナウイルス感染症流行時における迅速なmRNAワクチンの開発と承認は、感染拡大を抑え、数百万人の命を救うという歴史的勝利を収めた。mRNAワクチンは今も、さまざまな感染症や一部のがんを予防するために開発が続けられている。(参考記事：「mRNAワクチンでがんを治す、画期的な治療法に光」)

CAR-T細胞療法

長年の研究の末、2017年に初のCAR(キメラ抗原受容体)T細胞療法が承認された。この治療法は、遺伝子改変されたヒトのT細胞(免疫系の一部)を使ってがん細胞を認識し、破壊するというもの。リンパ腫、白血病、多発性骨髄腫など一部のがんに非常に有効であることが証明されている。

【この記事の写真をもっと見る】ギャラリー：過去25年間で最も偉大な科学のブレイクスルー 写真と画像あと10点



特集ギャラリー：2025写真が記録した1年 写真25点 (2025年12月号) (写真クリックでギャラリーページへ)

花の中でほっと一息 | 米国カリフォルニア州デービス

夕暮れ時、ミツバチ科のサンフラワー・チムニー・ビーが一休み。花粉を運ぶ長い一日を終えて、まどろんでいるのだろうか。このハチはヒマワリの根元に巣を作ることが多く、農家が輪作をする際にはそれに合わせて移動する。

(写真=カリーヌ・アイグナー) [画像のクリックで別ページへ] 文=Becky Ferreira／訳=荒井ハンナ