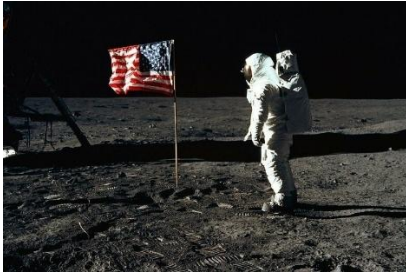


NASA が描く月面居住構想、エネルギー生産の恩恵に期待...でも実際の生活は意外

に地味？ 放射線を避けて地下で暮らし、メンテナンス作業に追われる日常。それでも地球のエネルギー事

情は一変するかもしれない **NASA Says It's Working Toward Making Life on the Moon a Reality**

2026 年 07 月 11 日（土）08 時 00 分 スー・キム



月で暮らす日常とは？（写真はイメージです） NASA-Unsplash

まるで SF 映画のような月面居住の実現に向けた計画を、アメリカ航空宇宙局（NASA）が発表した。月で暮らして働く人にはどんな日常が待っているのか。

NASA が 5 月に発表した「月面基地（Moon Base）」計画では、月の南極付近に基地を建設して段階的に人類を居住させ、2032 年までに「継続的な人類の居住」の実現を目指す。プロジェクトが完了する第 3 段階では「月に居住して働くことが現実になる」と NASA は説明している。こうした未来構想では輝かしい都市計画ばかりが注目されがちだが、実際には月での日常生活ははるかに現実的で、困難が多いはずだと専門家は指摘する。

「月面の人類にとって最大の課題は、月に大気がないことだ。磁場もないので宇宙放射線に直接さらされる」

本誌にそう語ったのは、NASA 諮問委員会の有人探査・運用（HEO）委員を務めたコロラド鉱山大学のジョージ・ソワーズ教授。過酷な気温も障害になる。NASA によると、南極付近の気温は日が当たる場所で 54 度を超える一方、日が当たることのないクレーターではおよそ氷点下 200 度まで下がる。そうした環境の中、ほとんどの人は月の土壌の層に守られて屋内で暮らすことになるだろうとソワーズは予想する。「自分を守ってくれる厚い土壌の下での屋内暮らしが中心になるだろう。外へ出ることは厳格に制限され、管理される」ソワーズによると、宇宙飛行士は生涯の被爆線量を制限値以下に抑えるため、キャリアを通じて放射線被爆管理を行わなければならない。このため屋外活動の多くは「ロボット技術を多用」することが予想される。ただ、放射線を十分遮ることのできる居住施設が建設できれば、屋外での被爆を慎重に管理するという条件付きで、月に無期限で滞在できる可能性もあるという。将来的には観光さえ可能になるかもしれない。短期滞在であれば、長期滞在する場合のような放射線の懸念は生じない。

次のページ 化石燃料は時代遅れに

月面経済を支えるのは水かもしれないが、月面生活と労働がもたらす最も変革的かつ長期的な恩恵はエネルギー生産だとソワーズは指摘する。「目に見える最大のメリットは宇宙太陽光発電だ。それが実現すれば、地球上の全人類に、尽きることのない豊富なエネルギーを恒久的に供給できる」

月資源の最も有望な用途の一つは、月で採掘した資材を使って宇宙空間に巨大な構造物を建設することだという。地球上の太陽光パネルよりもはるかに高い効率でエネルギーを生成できる、大型の太陽光発電衛星もこれに含まれる。従来の太陽光発電には、太陽が出ている時にしか発電できない、冬季には効率が下がるといった限界がある。しかし、太陽光集光装置を宇宙空間に移設すれば、そうした課題の多くは解決できる。

宇宙太陽光発電衛星を使用すれば、太陽光を遮る大気がないことから、エネルギー収集の効率は高まる。継続性

に欠け、バックアップシステムを必要とする地上の太陽光発電と違って、軌道上での太陽光発電であれば絶え間なくエネルギーを供給できる可能性がある。「宇宙空間に太陽光発電衛星があれば、クリーンそのもので尽きることもなく、年中無休で利用できるエネルギーを供給できる可能性がある」とソワーズは言う。しかも、月の資材でそうした衛星を建設すれば、地球上で製造して軌道へ打ち上げる場合に比べてコストを大幅に抑えることが可能になる。月の資源を利用した太陽光発電衛星の建設は、今後 50 年以内に実現できるとソワーズは考えている。「そうなれば地球のエネルギー事情は一変し、化石燃料は実質的に時代遅れになるだろう」

[次のページ](#) [研究拠点から一大産業集積地へ](#)

グランドバレー州立大学のディアナ・ワイベル教授によると、月面での生活は、近未来的な宇宙コロニーというよりも、孤立した研究基地での生活に近いものになりそうだ。「意外に思うかもしれないが、月面での日常生活は SF 的な感覚は薄く、例えば南極のマクマード基地のような辺境の研究基地での生活に近いものになるだろう」。ワイベルは本誌にそう語った。「毎日、設備のメンテナンスや安全点検、清掃、非常に研磨性の高い月の塵から機器を守る作業でほぼ 1 日が終わるだろう」とワイベルは言い、当初は「非日常的な環境」に感じられたとしても、すぐに普通の職場になると言い添えた。ソワーズも、最初の月面基地はまず常設の研究施設として運用され、その後大型の施設へ発展すると予想する。月はいずれ、一大産業集積地となって宇宙空間の製造活動を支え、月の資材を使って太陽光発電衛星のような大型の構造物を建設する拠点になるだろうとソワーズは語った。

2032 年までに継続的な人類の居住を実現する、という NASA の目標をソワーズは評価する。ただ、「不具合や障害」への対処は避けられず、計画には遅れが出ると予想している。

https://sorae.info/space/20260706-hayabusa2-torifune.html#google_vignette

JAXA「はやぶさ 2」が小惑星「トリフネ」のフライバイに成功 “地球防衛”に資する

る接近通過

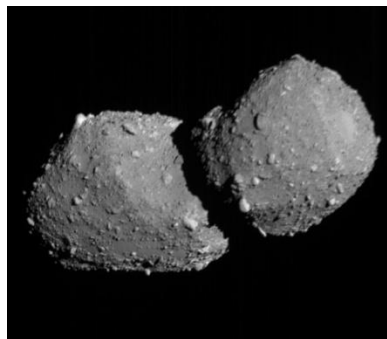
2026-07-062026-07-06



[sorae 編集部](#)

JAXA（宇宙航空研究開発機構）は 2026 年 7 月 6 日午後に記者説明会を開催し、前日の 7 月 5 日に実施された小惑星探査機「はやぶさ 2」による小惑星「トリフネ（Torifune）」のフライバイ（接近通過）結果を発表しました。JAXA によると、フライバイ後のはやぶさ 2 は正常な状態であることが確認されており、最接近直前に撮影したトリフネの画像もあわせて公開されています。

トリフネは“雪だるま”のような姿をしていた



【▲ JAXA の小惑星探査機「はやぶさ 2」の「ONC-T（光学航法望遠カメラ）」で撮影した小惑星「トリフネ」（Credit: JAXA、東京大学、千葉工業大学、東京科学大学、産業技術総合研究所、パリ天文台、カナリア天体物理研究所）】

【▲ 2026 年 7 月 6 日の記者説明会に登壇した JAXA はやぶさ 2 拡張ミッションチームの吉川真さん（左）と三樹裕也さん（右）。記者説明会の公式ライブ配信から引用（Credit: JAXA）】

こちらが公開されたトリフネの画像です。計画された最接近時刻の 1 秒前となる日本時間 2026 年 7 月 5 日 18

時 29 分 59 秒に、はやぶさ 2 の「ONC-T（光学航法望遠カメラ）」で撮影されました。はやぶさ 2 とトリフネの相対速度や、はやぶさ 2 からトリフネの各部分までの距離の違いによって、手前側はブレて写っています。2 つの小惑星がくっついたようなトリフネの姿は、くびれた接触部分がより深いものの、初代「はやぶさ」が探査した小惑星「イトカワ（Itokawa）」にどこか似ています。記者説明会に登壇した JAXA はやぶさ 2 拡張ミッションチームの三樹裕也さんは、トリフネの形を「雪だるま」にたとえていました。

また、同じく記者説明会に登壇した JAXA はやぶさ 2 拡張ミッションチームの吉川真さんは、詳細は今後議論されていくと前置きした上で、トリフネは形成されてからまだ若い段階であり、くびれた部分が埋まっていくことでイトカワのような姿になっていく可能性に言及していました。

こうした形態の小惑星は「接触二重小惑星（contact binary）」と呼ばれています。近年フライバイが行われた小惑星などとしては、NASA（アメリカ航空宇宙局）の探査機「ルーシー（Lucy）」がフライバイを行った小惑星「ディンキネシュ（Dinkinesh）」の衛星「セラム（Selam）」や小惑星「ドナルドジョハンソン（Donaldjohanson）」、それに探査機「ニュー・ホライズンズ（New Horizons）」がフライバイを行った太陽系外縁天体「アロコス（Arrokoth）」などが挙げられます。

- [ふらつく小惑星「ドナルドジョハンソン」 NASA ルーシー探査機の観測で判明した複雑な自転](#)（2026 年 6 月 30 日）
- [小惑星ディンキネシュの衛星は接触二重小惑星 NASA 探査機ルーシーの観測で判明](#)（2023 年 11 月 11 日）
- [ニュー・ホライズンズの太陽系外縁天体「アロコス」フライバイから 7 年](#)（2025 年 12 月 31 日）

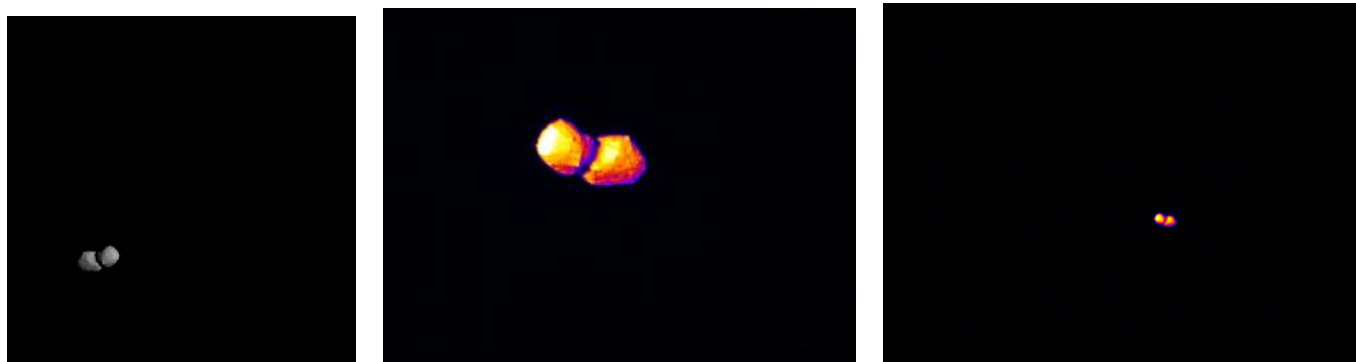
4 つの科学機器でデータ取得に成功

トリフネに対して毎秒約 5.3km の相対速度で接近したはやぶさ 2 は、日本時間 2026 年 7 月 5 日 18 時 30 分頃（誤差±1 秒）に最接近したとみられています。最接近距離は 7 月 6 日午後の時点では発表されておらず、事後解析で求めるとされています。

JAXA によると、最接近直前の軌道制御によってはやぶさ 2 の姿勢が安定せず、カメラでの撮影などはできたものの、小惑星の情報を探査機側で取得することができなかったため、リアルタイムで最接近距離を推定できなかったということです。

科学観測については前出の ONC-T をはじめ、「TIR（中間赤外カメラ）」「NIRS3（近赤外分光計）」「LIDAR（レーザー高度計）」の 4 つで観測を行い、すべての機器でデータの取得に成功しています。

フライバイから丸 1 日が経つ前に開催された記者説明会の時点では、まだ一部のデータが地球に伝送されただけの状況ですが、冒頭の画像の他にも TIR で取得したトリフネのサーモグラフィー画像や、ONC-T と TIR で連続取得した画像を使ったアニメーション画像も公開されています。



【▲ JAXA の小惑星探査機「はやぶさ 2」の「ONC-T（光学航法望遠カメラ）」で撮影した小惑星「トリフネ」のアニメーション画像（Credit: JAXA、東京大学、千葉工業大学、東京科学大学、産業技術総合研究所、パリ天文台、カナリア天体物理研究所）】

【▲ JAXA の小惑星探査機「はやぶさ 2」の「TIR（中間赤外カメラ）」で撮影した小惑星「トリフネ」（Credit: JAXA、前橋工科大学、千葉工業大学、会津大学、北海道教育大学、産業技術総合研究所）】

【▲ JAXA の小惑星探査機「はやぶさ 2」の「TIR（中間赤外カメラ）」で撮影した小惑星「トリフネ」のアニメーション画像（Credit: JAXA、前橋工科大学、千葉工業大学、会津大学、北海道教育大学、産業技術総合研究所）】
今後は次の目標である地球スイングバイ（2027 年 12 月）に向けての運用がすぐに始まるため、残りのデータは運用の合間にダウンロードを進めていき、すべてのデータが揃うのは 2026 年末になる見込みだということです。

「地球防衛」に資するトリフネのフライバイ

JAXA のはやぶさ 2 は、2019 年 2 月と 7 月に小惑星「リュウグウ（Ryugu）」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「はやぶさ 2#（ツーシャープ）」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、今回フライバイを行ったトリフネ。もう 1 つは、2031 年 7 月に到着予定の小惑星「1998 KY26」です。1998 KY26 は、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う予定です。



【▲ 小惑星「1998 KY26」にタッチダウンする小惑星探査機「はやぶさ 2」の CG イメージ。ESO（ヨーロッパ南天天文台）のプレスリリースから引用（Credit: ESO/M. Kornmesser. Asteroid: T. Santana-Ros et al. Hayabusa2 model: SuperTKG (CC-BY-SA)）】

【▲ NASA の探査機「DART」の光学カメラ「DRACO」で撮影された小惑星ディモルフォス。衝突の 11 秒前、68km 手前から撮影されたもので、ディモルフォスの全体を捉えた最後の画像（Credit: NASA/Johns Hopkins APL）】

【▲ 衝突前に DART 探査機から放出された ASI（イタリア宇宙機関）の小型探査機「LICIACube」によって撮影された、DART 探査機のディモルフォス衝突時の様子（Credit: ASI/NASA）】

トリフネは言ってみれば「最終目的地へ向かう途中に立ち寄った場所」ですが、今回のフライバイには大きな意味があります。それは、「プラネタリーディフェンス」と呼ばれる取り組みに関係しています。

プラネタリーディフェンスとは、地球に接近する小惑星などの天体を早期に発見し、軌道を精密に計算して衝突の可能性を評価するとともに、万が一衝突の恐れがある場合にはその影響を回避・軽減する対策を実行する国際的な取り組みのこと。地球防衛や惑星防衛とも呼ばれます。2022 年 9 月には NASA がプラネタリーディフェンスの一環として、「DART」ミッションの無人探査機を小惑星「ディディモス（Didymos）」の衛星「ディモルフォス（Dimorphos）」に意図的に衝突させる実験が行われました。DART は小惑星の軌道を探査機の衝突によって変更する「キネティックインパクト」と呼ばれる技術を実証するミッションでしたが、ディモルフォスがディディモスを周回する周期は、衝突前の約 11 時間 55 分から約 33 分短縮したことが確認されています。

今回、はやぶさ 2 はトリフネのすぐ近くを通過するフライバイを行いました。が、「小惑星に対して毎秒数 km の相対速度で飛行する無人探査機を精密に誘導する」という意味では、ディモルフォスに探査機を衝突させた DART ミッションと同様の技術が求められます。また、最初からキネティックインパクトの実証実験のために開発された DART 探査機とは異なり、はやぶさ 2 はもともと小惑星「リュウグウ（Ryugu）」の周回探査とサンプル採取を目的に開発された探査機です。今回のトリフネのフライバイは、すでに稼働中の探査機を使って早急に観測を行う緊急調査（ファーストレコン）の実証実験にもなりました。

1908 年 6 月に起きたいわゆる「ツングースカ大爆発」や、2013 年 2 月に 1000 名以上が負傷したチェリャビンスク隕石のように、小惑星の衝突は現実に関わり得る災害です。はやぶさ 2 のミッションを通じて得られた知見は、将来多くの人命を救うことにつながるかもしれません。

文・編集／soraie 編集部

関連記事

- [JAXA 小惑星探査機「はやぶさ 2」が 700 万 km 先の小惑星「トリフネ」を撮影 フライバイは 7 月 5 日](#)
- [日欧が“地球防衛”でタッグ 小惑星「アポフィス」探査ミッションで JAXA と ESA が協力へ](#)
- [公転周期がわずかに短縮 NASA 探査機「DART」の衝突は二重小惑星全体に影響していた](#)

参考文献・出典

- [JAXA - 小惑星探査機「はやぶさ 2」が取得した小惑星「トリフネ」の画像](#)
- [JAXA - 小惑星探査機「はやぶさ 2」による小惑星「トリフネ」フライバイ後記者説明会](#)

<https://soraie.info/space/20260707-tianwen-2.html>

中国の小惑星探査機「天問 2 号」が小惑星カモオアレワに接近 近傍観測とサンプル採取へ

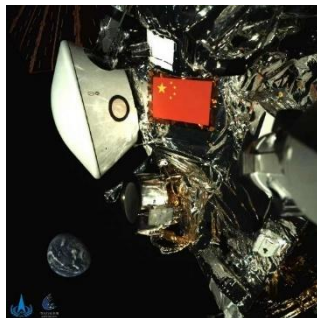
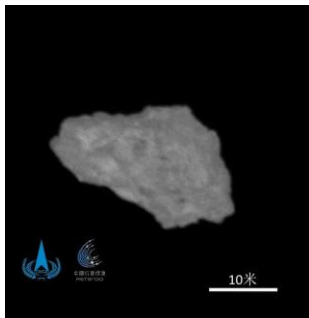
ル採取へ 2026-07-072026-07-07



[ソラノサキ](#)

CNSA（中国国家航天局）は 2026 年 7 月 6 日付で、小惑星探査ミッション「天問 2 号」の探査機が撮影した小惑星「Kamo'oalewa（カモオアレワ）」の画像を公開しました。

近傍観測を経てサンプル採取へ



【▲ 中国の小惑星探査機「天問 2 号」が 2026 年 7 月 2 日に撮影した小惑星「カモオアレワ」。2026 年 7 月 6 日公開（Credit: CNSA）】

【▲ 中国の小惑星探査機「天問 2 号」が撮影した地球。白い帰還カプセルが写っている。2025 年 10 月 1 日公開（Credit: CNSA）】

こちらが公開された画像です。CNSA によると、2026 年 7 月 2 日にカモオアレワから約 20km 離れた位置で撮影されました。スケールバーをもとにすれば少なくとも幅約 30m はある、ゴツゴツとした岩塊のような姿をしています。2025 年 5 月 29 日に打ち上げられた天問 2 号は、2 つの小天体を目標とする無人探査ミッションです。1 つ目の目標が、今回画像が公開されたカモオアレワです。

公転周期がほぼ 1 年、近地球小惑星のひとつに分類されているカモオアレワは、地球を周回しているように見える軌道を描く準衛星のひとつとしても知られており、月に天体が衝突した時に弾き出された月の破片ではないかと考えられています。

- [準衛星「カモオアレワ」を生み出したクレーターを特定？ 月起源説を後押し（2024 年 5 月 6 日）](#)
- [地球の準衛星「カモオアレワ」は月の破片かもしれない（2021 年 11 月 16 日）](#)

CNSA によると、2026 年 6 月 6 日にカモオアレワを捕捉した天問 2 号は、翌 6 月 7 日に距離 3 万 km、6 月 19

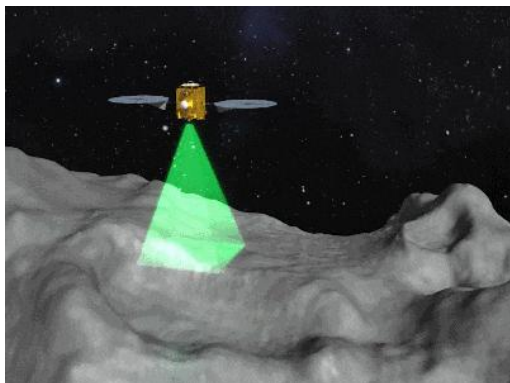
日に距離 2000km と、段階的に接近を続けてきました。今後はカモオアレワの形状、組成、内部構造の情報を得るために詳細な近傍観測を実施しつつ、サンプル採取に向けた準備を進めるということです。

サンプル持ち帰り後は次の目標へ

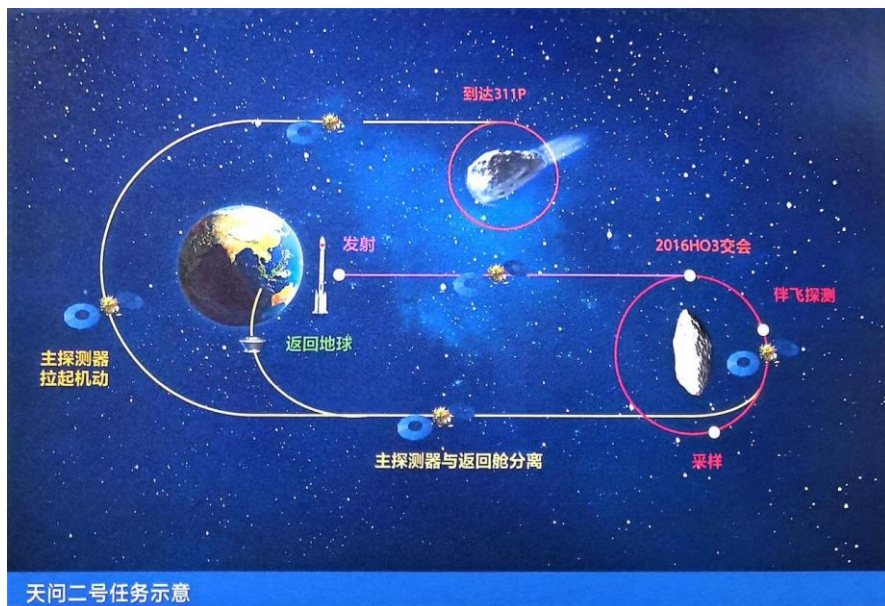
カモオアレワのサンプル採取に成功した天問 2 号は、サンプルを収めた帰還カプセルを届けるため、2027 年末頃に地球へ一度帰還します。その後は、2 つ目の目標である「311P/PanSTARRS」へ向かいます。

311P は火星と木星の公転軌道の間に広がる小惑星帯（メインベルト）を約 3.24 年周期で公転する天体で、彗星のような活動を示すメインベルト彗星のひとつとして知られています。311P に到着した天問 2 号は近傍観測を行う予定で、打ち上げからカモオアレワのサンプル到着まで 2 年半、全体では 10 年ほどを要する長期間のミッションになるとされています。

関連画像・映像



【▲ 観測を行う小惑星探査機「天問 2 号」の CG 映像（Credit: 中国空間技術研究院）】



【▲ 中国の小惑星探査ミッション「天問 2 号」の概要図。小惑星「カモオアレワ」は仮符号の「2016 HO3」で示されている（Credit: CNSA）

文／ソラノサキ 編集／sorae 編集部

関連記事 [中国、小惑星探査機「天問 2 号」が撮影した地球と月の画像を公開](#)

[中国、小惑星探査機「天問 2 号」打ち上げ 近地球小惑星のサンプル採取へ](#)
[地球と月、そして準衛星「カモオアレワ（Kamoʻoalewa）」](#)

参考文献・出典 [CNSA - 天问二号探测器抵达目标小行星开展科学探测](#)

<https://sorae.info/astrometry/20260708-hubble-constant-gw170817.html>

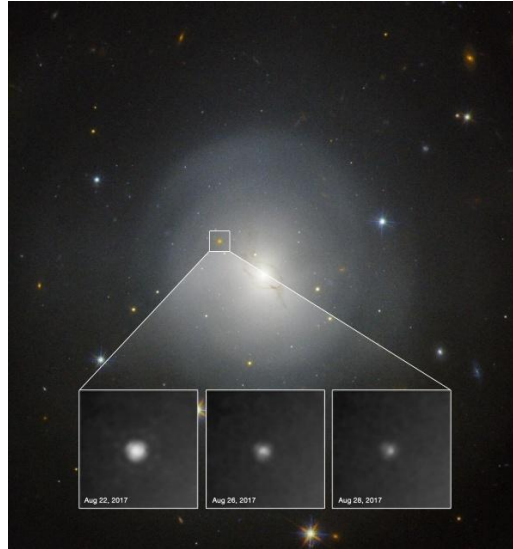
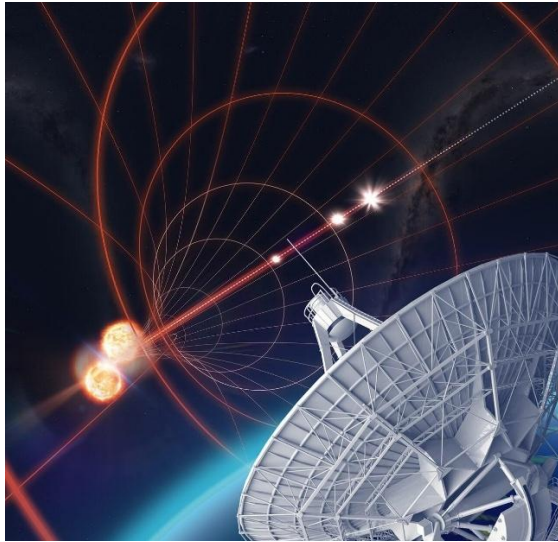
宇宙の膨張率「ハッブル定数」に新たな測定値 中性子星合体の観測データをもと

に算出 2026-07-082026-07-08



[ソラノサキ](#)

CSIRO（オーストラリア連邦科学産業研究機構）の Kelly Gourdji 博士を筆頭とする研究チームは、中性子星合体の観測データを利用して、宇宙の膨張率を示す「ハッブル定数」の新たな測定値を導き出したとする研究成果を発表しました。今回の成果は、現代宇宙論が抱える難問の解決に一步近づくものとなるかもしれません。研究チームの成果をまとめた論文は学術誌「The Astrophysical Journal」に掲載されています。



【▲ 今回の研究手法のイメージ図。中性子星合体にともなうガンマ線バーストのジェットが発生させた残光（アフターグロー）の電波での観測データをもとに、地球から見たジェットの角度を絞り込み、重力波「GW170817」として観測された中性子星合体までのより正確な距離を割り出した（Credit: Carl Knox/OzGrav/Swinburne University of Technology）】

【▲ ハッブル（Hubble）宇宙望遠鏡が観測したレンズ状銀河「NGC 4993」と、重力波「GW 170817」に対応して観測されたキロノバの位置および変化する残光の様子を示した図（Credit: NASA and ESA. Acknowledgment: A.J. Levan (U. Warwick), N.R. Tanvir (U. Leicester), and A. Fruchter and O. Fox (STScI)）】

宇宙論が抱える問題「ハッブルテンション」とは

この宇宙は約 138 億年前のビッグバンによって誕生して以来、現在に至るまで膨張を続けていることが知られています。この宇宙の膨張する速度を示す重要な指標がハッブル定数です。

これまでの研究によれば、宇宙誕生から間もない頃の光である CMB（宇宙マイクロ波背景放射）を観測して導き出された初期宇宙のハッブル定数は、約 67km/s/Mpc とされています。一方、超新星爆発（白色矮星が関わる Ia 型超新星）などの観測を通じて現在の近傍宇宙から直接導き出された値は約 73km/s/Mpc となっており、両者の間には明らかなズレが存在しています。この食い違いは「ハッブルテンション（ハッブル定数の緊張）」と呼ばれています。測定手法の誤差なのか、それとも私たちの知らない物理法則が存在するのか。ハッブルテンションは、現代宇宙論における最大の謎のひとつとなっています。

キロノバの観測がもたらした新たなハッブル定数は？

この謎を解き明かすために、研究チームは独立した新しいアプローチを用いてハッブル定数の算出を試みました。それは、2017 年に観測された中性子星合体の観測データです。2017 年 8 月 17 日、アメリカの重力波望遠鏡「LIGO」と欧州の重力波望遠鏡「Virgo」は、うみへび座のレンズ状銀河「NGC 4993」で発生した重力波「GW170817」を検出。その方向を地上や宇宙から観測した結果、合体した中性子星の連星で発生することが理

論上予測されていた電磁波の放射現象「キロノバ」が史上初めて検出されました。中性子星は密度が非常に高い天体であり、衝突時には時空のさざ波と表現される重力波が宇宙空間を光速で伝わっていくとともに、ショートガンマ線バースト（GRB）のジェットが放出されます。研究チームは重力波望遠鏡による GW170817 の観測データに加えて、ハッブル（Hubble）宇宙望遠鏡や地上の電波望遠鏡による VLBI（超長基線電波干渉計）のデータを使用し、ジェットが周囲のガスと衝突して生じる電波の残光（アフターグロー）を詳細に解析することで、地球から見たジェットの角度などを高い精度で分析しました。重力波の観測データだけでは正確な距離を割り出すのが難しかった GW170817 までの距離ですが、残光の分析を通じて観測されたジェットの角度が絞り込まれたことで、地球から約 1 億 4300 万光年先（ 44.0 ± 1.6 メガパーセク）で発生したことが判明。この距離をもとに研究チームが算出したハッブル定数は「 $65.5 \pm 4.4 \text{ km/s/Mpc}$ 」となりました。これは、CMB から導き出された初期宇宙のハッブル定数に近い値です。Gourdji 氏は「私たちが重力波を用いて行った独自の測定は近傍宇宙の手法ですが、その結果は初期宇宙の測定値により近いものでした」と述べています。

ハッブルテンションの解決に向けた今後の展望

論文の共著者であるスウィンバーン工科大学の Adam Deller 教授によれば、今回の研究成果は、ハッブルテンションを説明するために現在の宇宙論の物理法則を変更しようとする一部の天文学者の試みに対して異を唱えるものだといいます。Gourdji 氏は今回の結果について、「宇宙論に対する私たちの理解が間違っているわけではない可能性を示唆しています」とした上で、「それを確実にするためには、GW170817 のような中性子星合体をさらに調査する必要があります」と述べています。近傍宇宙の観測をもとに新たなハッブル定数を算出する試みは、今回の研究に限りません。最近では、銀河群を構成する銀河までの正確な距離やその動きをもとにハッブル定数を算出したところ、今回の研究で示された値に近い約 64 km/s/Mpc を得たとする研究成果が発表されています。

- [近傍宇宙の膨張速度は従来の予測より遅いかも？ 銀河群の動きをもとにハッブル定数を算出](#)（2026 年 3 月 22 日）

宇宙の膨張率を巡るハッブルテンションの完全解決にはまだ時間がかかりそうですが、今回の研究もまた長年の論争における重要な成果のひとつとなりそうです。

文／ソラノサキ 編集／soraе 編集部

関連記事

- [ハッブル定数の謎を解くかもしれない“希望”の Ia 型超新星「SN H0pe」を観測](#)
- [セファイド変光星で求めたハッブル定数の値を 0.9% の精度でチェック](#)
- [宇宙の膨張率「ハッブル定数」は時代と共に変化？物理法則の見直しが迫られる可能性も](#)

参考文献・出典

- [CSIRO - New measurement brings us closer to understanding the Universe's rate of expansion](#)
- [Swinburne - New measurement brings us closer to understanding the Universe's rate of expansion](#)
- [Gourdji et al. - Revisiting GW170817 at Milliarcsecond Scale: High-precision Constraints on Jet Geometry and H0 \(The Astrophysical Journal\)](#)

https://news.mynavi.jp/techplus/article/astronomy_astrophysics-8/

宇宙の精密時計を探せ - SKAO が切り開くパルサー天文学の新時代

掲載日 2026/07/07 14:03 著者：種市 孝

目次 [パルサーが注目されるわけ](#) [重力波を調べる時計ネットワーク](#) [中性子星内部とパルサー磁気圏](#)
[銀河系探索ツールとしてのパルサー](#)

南アフリカとオーストラリアで建設が進む SKA Observatory(SKAO、Square Kilometre Array Observatory)は、

次世代の大型電波望遠鏡計画である。日本は SKAO の正式加盟国ではないが、国立天文台などを中心に協力関係が進められており、SKAO Council には Observer として参加している。日本ではまだ一般的な知名度は高くないが、電波天文学の将来を担う国際観測施設として大きな期待を集めている。[連載「最新研究から読み解く 天文学・宇宙物理学の最前線」の過去回はこちらを参照。](#) SKAO は、オーストラリアに建設される SKA-Low(50 - 350 MHz)と、南アフリカに建設される SKA-Mid(350 MHz - 15.4 GHz)からなる。段階的に建設・検証が進められており、2020 年代後半にかけての第一期では、SKA-Low が合計 13 万 1,072 本の対数周期ダイポールアンテナを 256 本ずつ 512 ステーションに配置し、SKA-Mid は既存の MeerKAT 電波望遠鏡を含む 197 基の可動式パラボラアンテナを配置する予定である。今回紹介する論文「[Pulsar Science with the SKAO](#)」は、この SKAO によってパルサー研究がどのように進展するかを概観した展望論文である。新しい観測結果を報告するものではなく、SKAO 時代に期待されるパルサー科学進展の全体像を概括したものだ。

パルサーが注目されるわけ

パルサーは高速回転する中性子星であり、ミリ秒から数秒程度の間隔で周期的な電波パルスとして観測される天体である。中性子星は重い恒星が超新星爆発を起こした後に残る高密度天体で、太陽程度の質量が半径 10 キロメートルほどの領域に押し込められている。



パルサーの想像図

強い磁場を持つ中性子星が高速で自転すると、磁極付近から放射される電波ビームが宇宙空間を掃く。そのビームが、灯台の光のように地球方向を横切るたびに、私たちは規則正しいパルスとしてそれを観測する。

特に重要なのがミリ秒パルサーだ。これは数ミリ秒から数十ミリ秒という極めて短い周期で自転するパルサーで、パルスの周期が非常に安定している。そのため宇宙の「精密時計」としての活用が注目されている。SKAO が目指すパルサー科学の中心には、この精密時計を多数発見し、長期間にわたって測り続けるという構想がある。現在、知られているパルサーは 4000 個を超えるが、天の川銀河内にはそれよりはるかに多くのパルサーが存在すると考えられている。論文では、SKA-Low と SKA-Mid によるサーベイにより通常のパルサー約一万個、ミリ秒パルサー約 800 個の検出が期待されるとしている。これは既知パルサー数を大きく増やす規模であり、パルサーを使った宇宙物理学の土台を一変させる可能性がある。

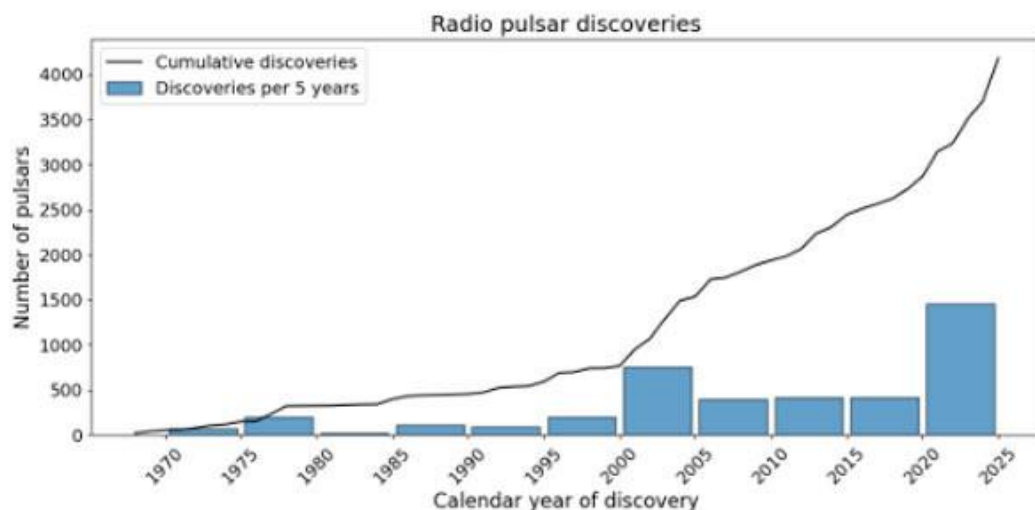
重力波を調べる時計ネットワーク

では、より多くのパルサーを見つけることにはどんな意義があるのだろうか。ミリ秒パルサーを多数、長期間にわたって精密観測すると、パルス到着時刻のごくわずかなズレから、ナノヘルツ帯、すなわち周期が数年から数十年におよぶ低周波重力波を探ることができる。これはパルサータイミングアレイ(PTA)と呼ばれる手法である。地上の重力波望遠鏡である LIGO や Virgo が主に捉えるのは、恒星質量ブラックホールや中性子星が合体直前に高速で公転して放つ高周波の重力波である。これに対し PTA が対象とするのは、銀河中心にある超大質量ブラックホール連星が、合体よりはるか前の段階でゆっくり公転しながら放つ低周波の重力波である。同じ重力波でも、発生源の質量、サイズ、時間スケールが大きく異なる。また、連星パルサーは強重力場を調べる実験場にもなる。中性子星同士、あるいは将来発見される可能性のあるパルサー・ブラックホール連星では、軌道の近星点移動、重力赤方偏移、シャピロ遅延、重力波放出による軌道周期変化などが高精度で測定できる。これらは一般相対性理論の予言を検証するだけでなく、一般相対性理論を拡張・修正する代替重力理論を制限する手がかりにもなる。

中性子星内部とパルサー磁気圏

パルサーは、中性子星そのものを調べる手段でもある。中性子星内部では、通常の原子核に相当する密度を上回る高密度物質が存在すると考えられているが、その圧力と密度の関係、すなわち状態方程式はまだ完全には分かっていない。パルサーの質量、スピン、連星軌道、突発的な自転変化であるグリッチなどを詳しく調べることは、超高密度物質の性質に迫る手がかりとなる。さらに、パルサーの電波放射そのものにも未解決問題が残っている。パルサーが灯台のように見える幾何学的な理由は理解されている。しかし、強磁場と高速回転によって作られるパルサー磁気圏のどこで、どの粒子集団が、どのように位相を揃えて強いコヒーレント電波を放射しているのかは、完全には解明されていない。SKAO では、多数のパルスを実際の姿だけでなく、1 回ごとのパルスの変動や偏波、広い周波数帯での同時変化を詳しく調べることができ、この問題に迫る重要な手段となる。

銀河系探索ツールとしてのパルサー



パルサー発見数の推移。新しい電波望遠鏡や観測技術の登場に伴い、既知のパルサー数は増加を続けてきた。近年は GMRT、MeerKAT、FAST などが発見数を押し上げており、SKAO もこの流れをさらに加速すると期待される。

パルサーは銀河系そのものを調べる道具にもなる。パルサーから届く電波は、星間プラズマを通過する際に分散、散乱、およびプラズマ中の磁場の影響により偏波面が回転するファラデー回転を受ける。これらを測定すれば、銀河系内の自由電子の分布、プラズマの乱流、磁場構造を調べることができる。SKAO によって観測できるパルサーの数が増えれば、銀河系の電子密度や磁場の三次元地図をより精密に描ける可能性がある。

この論文は、パルサーをより多く見つけ、精密に測り続けることで、重力波、強重力、中性子星内部、パルサー磁気圏、銀河磁場、星間物質を同時に調べる観測基盤を、SKAO が提供し得ることを示している。つまり SKAO は、パルサーを宇宙物理学の多目的な測定器として使う時代にわれわれをいざなうのである。



種市 孝 たねいち たかし

<https://sorae.info/astrometry/20260709-dsnb-super-kamiokande.html>

宇宙を満たすニュートリノの“ささやき声”「超新星背景ニュートリノ」の兆候を

スーパーカミオカンデが捉える

2026-07-09 2026-07-09



彩恵りり

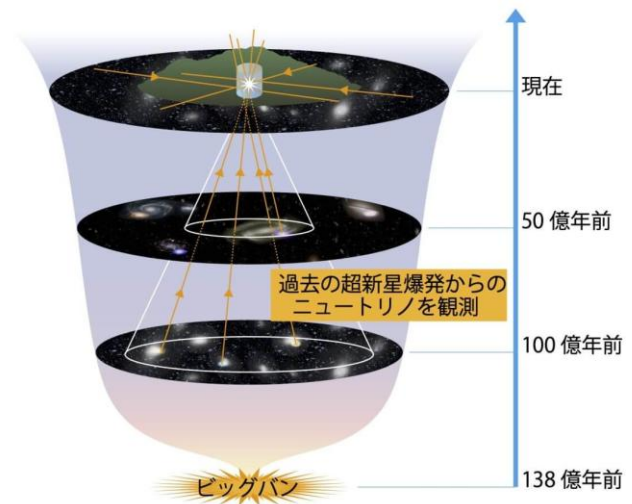
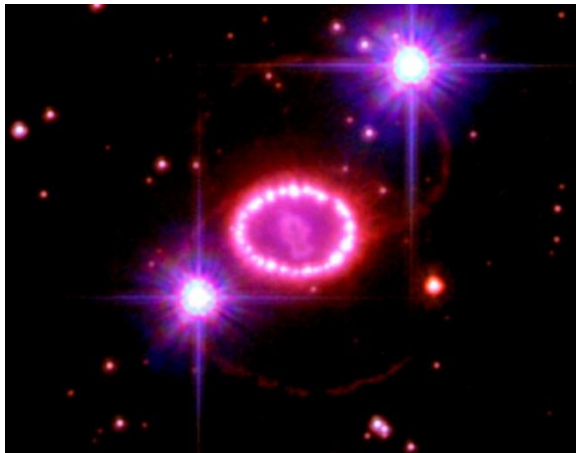
太陽よりも重い星は、最期に膨大なエネルギーを放出する「超新星爆発」を起こします。この時、およそ 100 阿僧祇個（10 の 58 乗個、1 兆×1 兆×1 兆×1 兆×100 億個）とも推定される膨大な数の「ニュートリノ」という素

粒子が発生すると言われています。超新星爆発は、宇宙の歴史の中で幾度も発生しているため、宇宙空間にはその名残である「**超新星背景ニュートリノ**」が存在するとされています。

岐阜県飛騨市に設置された「**スーパーカミオカンデ**」を運用し研究を行っているスーパーカミオカンデ国際共同研究グループは、過去 5002 日間の観測データを分析し、**超新星背景ニュートリノの兆候を捉えた**と発表しました。現時点では発見と言える水準には達していませんが、それでも兆候を捉えたのは世界初のことです。

超新星背景ニュートリノは、宇宙の歴史の中で発生した超新星爆発の状況に関する情報を含んでいます。捉えることの困難さから“ささやき声”と比喻される超新星背景ニュートリノを捉えた可能性があることは、スーパーカミオカンデの運用において重要な成果と言えます。

超新星爆発に伴うニュートリノは宇宙に満ちている



【▲ 図 1: SN 1987A は、ニュートリノが観測された唯一の超新星爆発です。(Credit: NASA, ESA & R. Kirshner (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics))】

【▲ 図 2: 宇宙は、過去の超新星爆発で発生した「超新星背景ニュートリノ」で満ちていると言われています。(Credit: スーパーカミオカンデ国際共同研究グループ)】

「超新星爆発」(※1) は、宇宙で最も劇的な現象の 1 つです。太陽よりもずっと重い恒星の中心部で核融合反応が停止することで、重力による崩壊と急激な核反応が発生し、膨大なエネルギーを発生させるのが超新星爆発です。※1...本記事では、超新星爆発とは II 型超新星（重力崩壊型超新星爆発）のことを指します。この超新星爆発において主体的な役割を果たすのが「ニュートリノ」という素粒子です。ニュートリノは超新星爆発の最中に急激に進む核反応を通じて、1 回の超新星爆発でおよそ 100 阿僧祇個発生すると考えられています。

発生したニュートリノの大半は宇宙空間へと逃げてしまうものの、ごく一部は周りにある物質と反応します。このニュートリノ吸収によるエネルギーが、最終的に光などに変換されることで、超新星として観測されるようになります。超新星爆発で発生する全エネルギーのうち、光などに変換されるものはわずか 1%に過ぎず、大半がニュートリノのまま外に飛び出してしまうと考えられています。

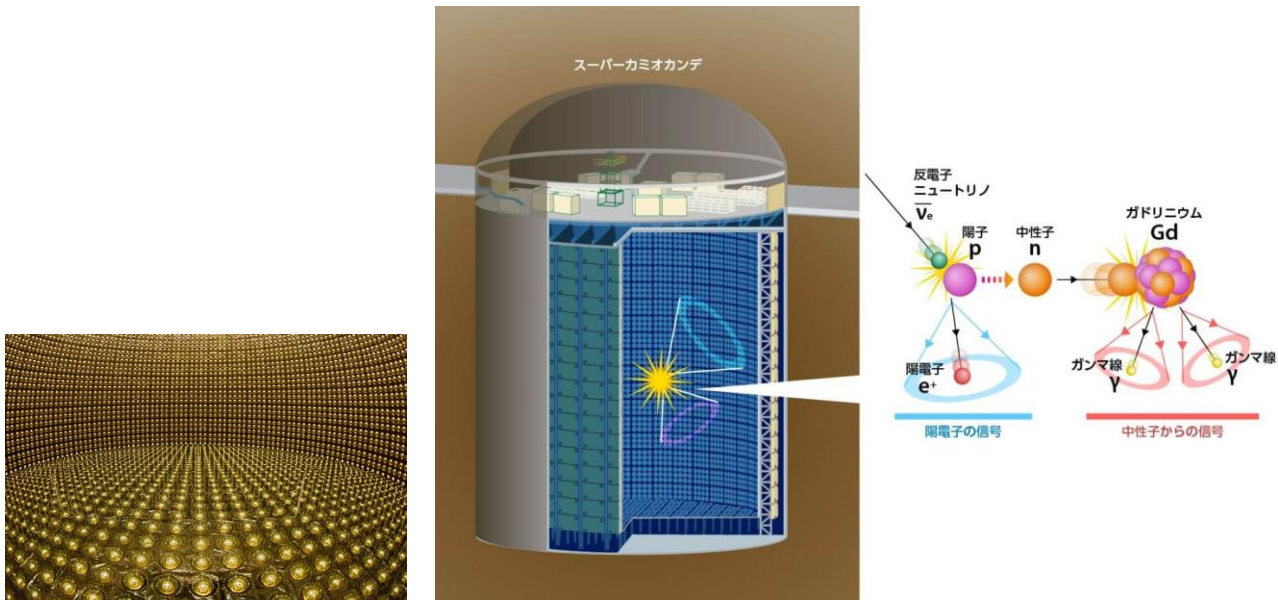
そして超新星爆発では、炭素や鉄のような元素も宇宙空間にばら撒かれます。これは巡り巡って、地球本体やそこに住まう生物の身体を形作ったと考えられます。ただし、超新星爆発の最中で起こるニュートリノの発生や、それが周りの原子核に吸収される過程、そして超新星爆発が作る元素の量や種類の詳しい内訳など、現在でも詳細部分に多くの謎が残っています。このため、超新星爆発に伴って放出されるニュートリノの観測はとても重要になります。ただしこれまでに、超新星爆発由来のニュートリノを観測した事例は、1987 年に岐阜県飛騨市に設置された「カミオカンデ」によって観測された「SN 1987A」が唯一でした。これは地球から 16 万 8000 光年離れた天の川銀河の伴銀河「大マゼラン雲」で発生した超新星爆発です。ニュートリノは“幽霊粒子”とあだ名されるほど反応率が低いことに加え、広い宇宙空間に薄く広がってしまうため、大マゼラン雲のような“近所”で

発生した超新星爆発からのニュートリノでないと観測ができないからです。1つの銀河で発生する超新星爆発は数十年に1回程度であることを考えると、次に観測可能なのは数十年後である可能性が高いでしょう。

この単発の事象とは別に、これまでに観測が試みられてきたものとして「**超新星背景ニュートリノ**」(※2)があります。1つの銀河で発生する超新星爆発は少なくとも、これまでの宇宙の歴史の中では無数の超新星爆発が発生したはずであり、それに伴うニュートリノも宇宙空間にばら撒かれているはずです。超新星背景ニュートリノとは、こうした無数の超新星爆発でばら撒かれた大量のニュートリノのことであり、薄く広がってはいるものの絶えず地球に降り注ぎ、1平方cm(指の爪ほど)の面積を毎秒数個ほど通過していると推定されます。

※2...「**拡散超新星背景ニュートリノ (DSNB; Diffuse Supernova Neutrino Background)**」とも呼ばれます。

超新星背景ニュートリノの兆候を検出！



【▲ 図 3: 超新星背景ニュートリノの検出は、スーパーカミオカンデが達成を目指している目標の1つです。(写真提供: 東京大学宇宙線研究所 神岡宇宙素粒子研究施設)】

【▲ 図 4: ガドリニウムがニュートリノの検出にどう影響するのかを説明した図。ガドリニウムはニュートリノの反応で生じた中性子を見つけるのに役立ちます。(Credit: スーパーカミオカンデ国際共同研究グループ)】

スーパーカミオカンデ国際共同研究グループは、アメリカ、カリフォルニア大学アーバイン校で開催された NEUTRINO 国際会議 2026 において、超新星背景ニュートリノの兆候を捉えたと発表しました。

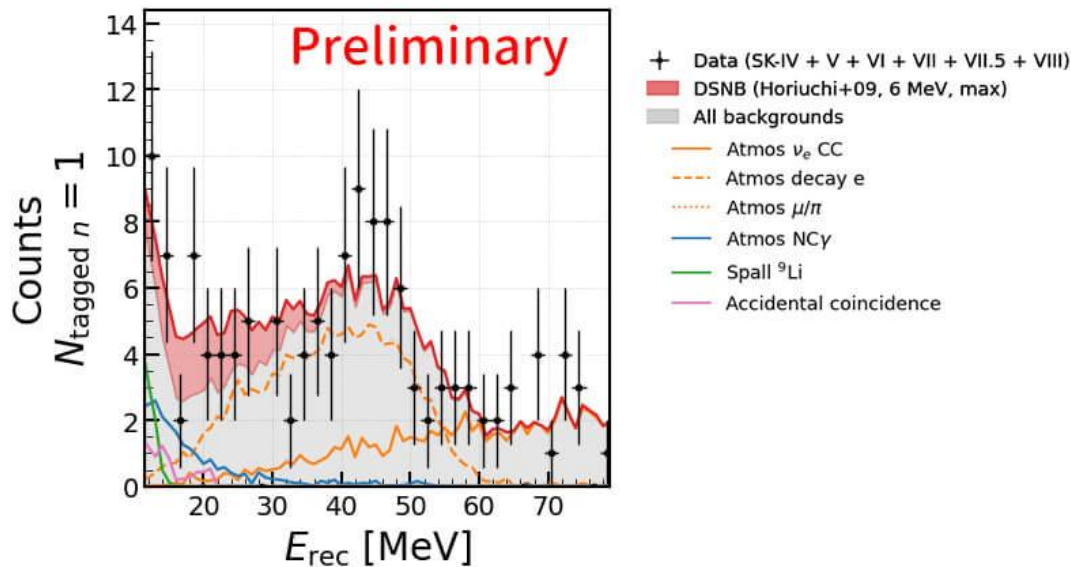
「スーパーカミオカンデ」は、カミオカンデの後身に当たる観測装置であり、5万トンの純水タンクと約1万3000本の光電子増倍管によって、ニュートリノが水分子と衝突して発生する弱い光(チェレンコフ光)を捉える設計となっています。スーパーカミオカンデはその感度から、超新星背景ニュートリノを捉えられる可能性があることが予想されていました。しかし、スーパーカミオカンデ内部で発生した弱い光は、何も超新星背景ニュートリノによってのみ起こるわけではありません。他の発生源から放出されたニュートリノや、宇宙線のような無関係の物理現象など、様々な要因で光が発生するためです。特に一部の現象(大気ニュートリノや宇宙線と酸素原子核との衝突)は、発生数が稀で、信号も超新星背景ニュートリノに似ているという問題があります。

このため、スーパーカミオカンデの観測データから超新星背景ニュートリノを検出するには、稀な現象を捉えるための大量のデータの解析に加え、他の似たような信号の精密な除去が必要です。たとえて言うなら、歓声が飛び交う大音量のロックコンサートの録音の中からささやき声を取り出すようなものです。しかも、複数の人からのささやき声が混ざらる中で、特定の1人のささやき声を取り出す必要があります。今回の研究では、タンクに純水を溜めていた2008年から2020年までの3349日間と、水の中にガドリニウムという物質を加えた2020年以降の1653日間、合わせて5002日間のデータを解析しました。ガドリニウムを加えると、超新星背景ニュート

リノの信号を捉える精度が上昇することが期待されており、これは他の要因で発生する光を取り除くのに役立ちます。解析の結果、13.3～81.3MeV（1億3300～8億1300万電子ボルト）のエネルギーを持つニュートリノに由来する信号の中に、超新星背景ニュートリノに由来するとみられる信号を見つけることに成功しました。この範囲内に見られる無関係な信号を除去してもなお、統計的に有意な信号が検出できたのです。

検出された信号は、超新星背景ニュートリノが1平方cmの面積を毎秒約3.6個（2.1～5.2個）通過していることを示唆しています。これは、いくつかの理論モデルで予測されている数と一致しています。

まだ発見とは言い切れないが興味深い結果



【▲ 図5: 今回のチェレンコフ光の測定結果の1つ。赤色で塗られたエリアは、他の要因で発生する信号を全て除外しても消すことができなかった信号であり、超新星背景ニュートリノによって発生した可能性があります。（Credit: スーパーカミオカンデ国際共同研究グループ）】

ただし今回の発表では、超新星背景ニュートリノの検出について「兆候」という表現を使っています。簡単に言えば、今回の研究結果は「見つけたかもしれないが、現時点では発見とまでは言い切れない」ということを意味しています。今回の研究では、超新星背景ニュートリノを示す信号の有意性は 2.6σ であると算出されました。少しラフに言えば、今回の結果がノイズなどの重なりで偶然に現れた可能性が約0.5%ほどあり得るということの意味します。一見すると十分な水準であると思えるかもしれませんが、今回のような研究では十分とは言えません。1か所の観測所で得られた膨大なデータを処理するという研究手法では、どうしても偶然の結果が現れやすい傾向があります。さらに研究を進めてデータが集まると、兆候が消えてしまうこともあり得ます。

一般的に、今回のような研究では 5σ の有意性が求められます。先ほどのラフな言い方を使えば、偶然である可能性が約0.00006%を下回ることを意味します。いずれにしても、超新星背景ニュートリノの信号を兆候から発見へと押し上げるには、さらなる観測データの蓄積と解析が必要になります。超新星背景ニュートリノの量を知ることは、超新星爆発がどれくらい起きたのかを知ることができ、ひいては宇宙での元素合成の歴史を知る手掛かりとなります。また、超新星爆発で作られる中性子星やブラックホール数を予測することなどにも影響を与えるでしょう。このため、超新星背景ニュートリノの検出は重要な課題となります。

ひとことコメント ニュートリノの小さな“ささやき声”をよく聞くことで、宇宙の様々な謎に迫れる可能性があるのよ！（筆者）

文／彩恵りり 編集／soraе 編集部

関連記事

- [暗黒物質検出器「XENONnT」が稀なニュートリノ衝突現象の観測に成功](#)（2024年4月27日）
- [スーパーカミオカンデによる超新星爆発予測、幽霊粒子ニュートリノの不思議な性質](#)（2022年12月26日）

日)

- [新生スーパーカミオカンデが観測開始、超新星背景ニュートリノの初観測目指す](#) (2020 年 8 月 24 日)

参考文献・出典

- [スーパーカミオカンデ国際共同研究グループ. “スーパーカミオカンデが超新星背景ニュートリノの兆候を捉える— 宇宙の歴史に刻まれた「かすかなささやき」の手がかり —”. \(東京大学宇宙線研究所\)](#)
- [Shunsaku Horiuchi, John F. Beacom & Eli Dwek. “Diffuse supernova neutrino background is detectable in Super-Kamiokande”. \(Physical Review D\)](#)

<https://www.itmedia.co.jp/news/articles/2607/07/news131.html>

観測史上最古の巨大ブラックホール発見 宇宙誕生から 6 億 7000 万年ごろの天体

日本のすばる望遠鏡も貢献

2026 年 07 月 07 日 15 時 30 分 公開 [ITmedia]

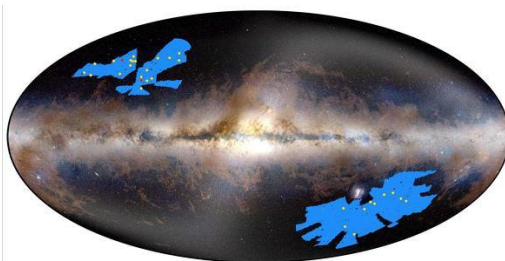
2023 年に打ち上げられた「ユークリッド宇宙望遠鏡」を運用する国際チームが、31 個のクエーサー（周囲の物質を飲み込み輝く巨大ブラックホール）を新たに発見した。うち 2 つは、宇宙が誕生してから 6 億 7000 万年ごろの天体で、これまでに知られる最古のクエーサーの記録を更新。初期の宇宙においても成熟したクエーサーが存在することを示す重要な発見という。



発見されたクエー

ーサーのうちの 15 個の画像。クエーサーは各画像の中心。赤い文字で記されている 2 天体は最遠方の記録を更新したもの（すばる望遠鏡のニュースリリースから引用、以下同）

クエーサーの輝きは銀河全体を上回る場合もあり、初期の銀河やブラックホールがどう生まれ成長したかを示す手がかりになる。これまでも探査が続けられていたが、観測性能の限界から遠方での発見数は限られていた。



クエーサーの想像図

今回の研究でカバーされた天域（水色）と、発見された 31 個のクエーサーの位置（黄色と赤の点）。赤い点は最遠方の記録を更新した 2 つのクエーサーの位置を示す

しかし広い視野と赤外線を高感度に観測できる性能を持つユークリッド宇宙望遠鏡の登場により、探査効率が向上。さらに日本の国立天文台の「すばる望遠鏡」で取得した可視光での観測データを組み合わせることで、新たなクエーサーの発見に至った。なお、ユークリッド宇宙望遠鏡はまだ 1 年半分のデータしか蓄積できておらず、今後の調査が進めばさらなるクエーサーの発見も期待されるという。

ユークリッド宇宙望遠鏡を運用する国際チームは欧州 15 カ国に加えカナダ、日本、米国など 300 以上の研究機関から 2000 人以上の研究者が参加。日本からも早稲田大学高等研究所の尾上匡房氏や愛媛大学先端研究院宇宙進化研究センターの松岡良樹准教授が参加しており、すばる望遠鏡のデータも提供されている。

今回の研究結果は天文学専門誌「Astronomy and Astrophysics」に 7 月 6 日付で掲載された。

<https://www.newsweekjapan.jp/articles/-/327964>

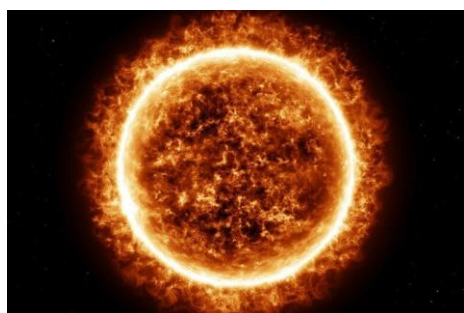
恒星が死んでも生き続ける惑星を発見...地球の遠い未来を予見？

この惑星は、太陽が死んだ後に太陽系の惑星がどうなるかという未来の一端を垣間見せている

A Planet Survived the Death of Its Sun. What Does That Mean for Earth?

2026 年 07 月 10 日（金）08 時 00 分

レイチェル・オコナー



いずれ死を迎える太陽。その時地球は？（写真はイメージです） Javier Miranda-Unsplash

恒星が激しい最期を迎えた後も生き続けている巨大惑星が発見された。この惑星の観測によって、私たちの太陽系がどんな運命をたどるかという予測が一変する可能性もある。

地球を照らす太陽も、いずれは死ぬ。どんな恒星であれ、やがて燃料が尽きることは、科学で裏付けられた事実だ。太陽の場合、数十億年後には「赤色巨星」になって膨張し、周囲の惑星をのみ込むと予想されている。

赤色巨星となった恒星は死にゆく過程で大きく膨張し、惑星を融解させたり蒸発させたりして破壊する。アメリカ航空宇宙局（NASA）によると、太陽は水星と金星をのみ込むだろうと予測する専門家もいる。

太陽がこの段階に達した時に地球と太陽系がどうなるかをめぐっては、長年にわたる研究や論議が続く。国際研究チームは今回、恒星が死んだ後も生き続ける巨大な惑星を観測した。

研究を主導したセントアンドルーズ大学のライアン・J・マクドナルドは本誌の取材にこう語った。「生き残った惑星は、恒星が死ぬとその周辺から遠ざかる。それは白色矮星になった恒星の質量が小さくなることによる」

「ところが、我々が観測した巨大惑星『WD1856b』は、白色矮星の近くへと移動していた。この内側への移動は恒星の死から数十億年後に起きた現象で、近くにある2つの赤色矮星の重力の影響によって引き起こされた可能性が大きいことが、今回の研究で分かった」

次のページ 惑星が生き延びた理由

白色矮星と呼ばれる死んだ星の周りを公転している巨大惑星 WD1856b は、2020 年に発見された。しかし赤色巨星となった恒星の激しい終末を、この惑星がどう生き延びたのかは謎だった。

研究チームは NASA のジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡を使って WD1856b の大気を分析し、同惑星がたどった軌跡を再現した。同望遠鏡で観測した結果、同惑星の大気からはメタンのほか、高高度を漂う霧のような微粒子が検出された。死んだ星を取り巻く惑星の大気成分分析に成功したのは今回が初めてで、白色矮星の周りを公転する世界の一端を初めて垣間見ることができた。今回の観測によって、恒星の残骸を周回する惑星であっても測定可能な大気を保持できることが実証されたと研究チームは解説し、中心にある恒星の命が尽きた後の惑星系の進化や生命の存在可能性について研究する新たな道が開けたとしている。巨大惑星は当初、恒星に対して安全な距離を保つ軌道を公転しており、接近したのはその恒星が死んでから数十億年たってからだった。「今回の発見は、私たちの太陽系の長期的な運命にも関係している」。共同で論文を発表したノースウェスタン大学のクリストファー・オコナーは声明でそう述べている。「今からおおよそ 50 億年後に私たちの太陽は死ぬ。その時、惑星がどうなるのか、正確には分からない。恒星の生涯の最後の段階を惑星が生き延びられるという事実は、生命が存在できる惑星が宇宙の中で存在し得る場所と時間の可能性を広げてくれる」巨大惑星 WD1856b は地球からおおよそ 80 光年の場所にあるガス惑星で、半径は木星と同程度。地球と同じくらいの大きさの恒星の周りを公転している。太陽のような恒星は崩壊すると白色矮星になり、高密度の天体のみが残る。オコナーが WD1856b を「我々が知る限り最も奇妙な惑星系の一つ」と形容するのは、半径が白色矮星の約 8 倍あるにもかかわらず、公転周期がわずか 1.4 日と極めて近い軌道上に位置していることによる。この恒星は赤色巨星になった段階で元の大きさの 100 倍以上に膨れ上がり、惑星 WD1856b が生き延びられるはずはなかった。

次のページ 恒星の死は終わりではない

オコナーによると、WD1856b が現在の場所に落ちついた経緯については 2 つの説がある。恒星が死ぬ過程でのみ込まれながらも生き延びたという説と、別の天体の重力の影響で恒星の近くへと移動したという説だ。

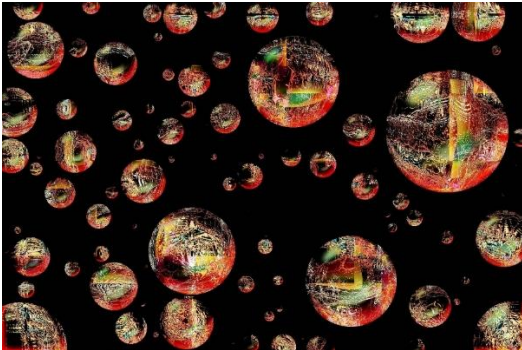
「この白色矮星は三連星の一つで、外側の伴星が WD1856b の軌道に影響を及ぼした可能性がある」（オコナー）研究チームが NASA の望遠鏡を使って 2 つの説を検証したところ、惑星 WD1856b が予想以上に高温だったことが判明した。恒星に近付くほど温度は高くなった可能性が大きいものの、接近したのは恒星が白色矮星になってから最大 55 億年もたってからだった。つまり、恒星が崩壊する段階では、WD1856b はまだ安全な場所にあった「この結果は、私たちの太陽系の巨大惑星も、時間をかけて、太陽が死んだ後に残った白色矮星に近い軌道へと動く可能性があることを示唆している」。マクドナルドは本誌にそう語った。「そうした移動は巨大惑星同士の重力の相互作用によって引き起こされる可能性もあれば、遠い未来に別の恒星が私たちの太陽系に接近して引き起こされる可能性もある」マクドナルドはプレスリリースの中で、「太陽のような恒星の残骸の周りを公転する惑星に何が起こり得るかという未来を初めて垣間見ることができた」と述べ、この惑星と恒星は、いずれ私たちの太陽が死んだ時に起きることを予告している可能性がある」と指摘した。「タイムマシンを使って遠い未来の太陽系をのぞき見るようなもの」とマクドナルドは形容し、「恒星の死は終わりではない。一部の惑星には恒星が死んでも活気に満ちた未来があることが、我々の研究で示された」と話している。

<参考文献>

MacDonald, R.J., O' Connor, C.E., Boehm, V.A. et al. Aerosols and hydrocarbons in the atmosphere of a white dwarf planet. Nature 655, 76780 (2026). <https://doi.org/10.1038/s41586-026-10514-7>

ダークマターは、別の宇宙から来たブラックホールでできているのかもしれない

循環宇宙モデルは、ダークマターがビッグバン以前にさかのぼる大量のブラックホールだった可能性を示唆している。[Jorge Garay](#) 2026.07.06



Photograph: Getty Images

[ブラックホールの特異点、そのカオス領域の解明に挑む科学者たち](#) By LYNDIE CHIOU

近年の宇宙論モデルは、[ダークマター（暗黒物質）](#)——宇宙全体の物質の 85% を占める目に見えない物質——の正体を説明するために、最も特異なふたつの現代物理学理論を組み合わせている。これを理解するには、わたしたちがこれまでに知っているビッグバンを超えて、めったに交わることのないふたつの概念——「サイクリック（循環）宇宙」と「原始ブラックホール」——を考慮する必要がある。

関連記事：[暗黒物質の分布を示す最高精度の地図が、銀河形成の歴史を写し出す](#)

バウンスする宇宙

「マルチバース（多元宇宙）」モデルには異なるバージョンがある。多くの人々を惹きつけるのは——マーベル・シネマティック・ユニバース（MCU）のように——宇宙は数限りない可能性の分だけ存在し、それぞれに現実が並行してあるというものだろう。だが物理学が提唱しているのは、より堅実で数学的整合性がある説、コズミック・バウンス（宇宙の跳ね返り）だ。このモデルでは、宇宙は特異点から誕生するのではなく、拡張、縮小、また拡張という循環を果てしなく繰り返す。それぞれの「宇宙」は並行ではなく連続している、つまり、ひとつ前の宇宙の灰のなかから次の宇宙が誕生するということだ。ひとつの宇宙の終焉を生き延び、次の宇宙にまで続くものはあるのだろうか？ 『[Physical Review D](#)』で発表された論文によると、答えはイエスだ。著者のエンリケ・ガスタニャガは、バルセロナ大学宇宙科学研究所の研究教授で、およそ 90m より大きい構造は、宇宙の最終的な崩壊を乗り切り、再膨張の可能性があると言っている。このような「宇宙の遺物」は、ただ存続するだけではなく、現在の宇宙の初期段階で観察された説明のつかない巨大構造の種になった可能性もある。しかも、それがダークマターを理解するカギかもしれないという。何十年ものあいだ、ダークマターは未知の粒子だというのが有力な説明だった。だが長年にわたる実験でも直接検出に成功しなかったため、物理学者は違う考え方を探り始めている。そのなかのひとつとして、ダークマターは未知の粒子ではなく、わたしたちが見逃している無数の小型ブラックホール集団であるという学説がある。この考え方は魅力的だが、重大な問題もある。このようなブラックホールでダークマターを説明するには、ブラックホールが宇宙のごく初期の段階、つまり最初の星が崩壊するはるか以前から存在していなければならない。このような天体が存在しうることを示唆するものはあるが、その起源を説明できるだけの物理的な仕組みがない。

ブラックホールとダークマター

ここで、ガスタニャガが新たに提唱したモデルが力を発揮する。宇宙がバウンスすることで、高密度の構造の天

体が前の宇宙の崩壊を生き延びられるのだとすれば、現在の宇宙はそれ以前から存在していたブラックホールを伴って誕生したことになる。ブラックホールは、極端なゆらぎや、微妙に調整されたインフレーション過程によって生成される必要がなく、宇宙の最初の瞬間からすでに存在していたということだ。

このように仮定すると、ブラックホールの起源とダークマターの正体というふたつの謎を一度に解決できる可能性がある。このモデルが正しければ、ダークマターは初期宇宙の謎の存在ではなく、わたしたちの宇宙に先立つ宇宙の遺産ということになる。ガスタニヤガは、ポーツマス大学宇宙論・重力研究所の研究者も務めており、『[The Conversation](#)』の取材にこう答えている。「まだまだ多くの研究が必要です。この考えも、データに基づいて検証されなければなりません。データの拠り所になるのは、重力波背景から銀河サーベイまで、そして宇宙背景放射の精密測定などです」そして、こうも付け加えている。「それでも、可能性は広大です。宇宙は一度に誕生したのではなく、リバウンドした可能性があります。現在の銀河形成を左右している暗黒の構造体は、ビッグバン以前の時代の遺物なのかもしれません」

(Originally published on [WIRED en Español](#), translated by Akira Takahashi/LIBER, edited by Nobuko Igari)

<https://sorabatake.jp/46471/>

2026/7/7

漫画を、宇宙で描く。約 19 年の連載を締めくくる『宇宙兄弟』最終巻の「425.5 話」

を「きぼう」のロボットアームで遠隔描画 【宇宙ビジネスニュース】

『宇宙兄弟』425.5 話を、宇宙の「きぼう」で遠隔描画する「Mission: SPACE COMIC」。その全体像と技術を紹介します。2026 年 6 月 11 日、講談社は宇宙で漫画を描く新たな試み「Mission: SPACE COMIC」を発表しました。描かれるのは、『宇宙兄弟』本編では語られなかった 425 話と 426 話の間の物語「425.5 話」。「きぼう」日本実験棟内のロボットアームを、地上から遠隔操作して紙に描きます。

完成した話は、2026 年 7 月 22 日発売予定の最終第 46 巻で公開されます。



「Mission: SPACE COMIC」Credit: 講談社 「Mission: SPACE COMIC」のミッションパッチ Credit: 講談社

『宇宙兄弟』は、小山宙哉さんが 2007 年から講談社「モーニング」で連載してきた、宇宙飛行士を目指す兄弟の物語です。累計発行部数は 3,500 万部を超え、約 19 年の連載が 2026 年 6 月に完結しました。

その締めくくりとして、作品の世界を本当に宇宙で描こうとする試みです。

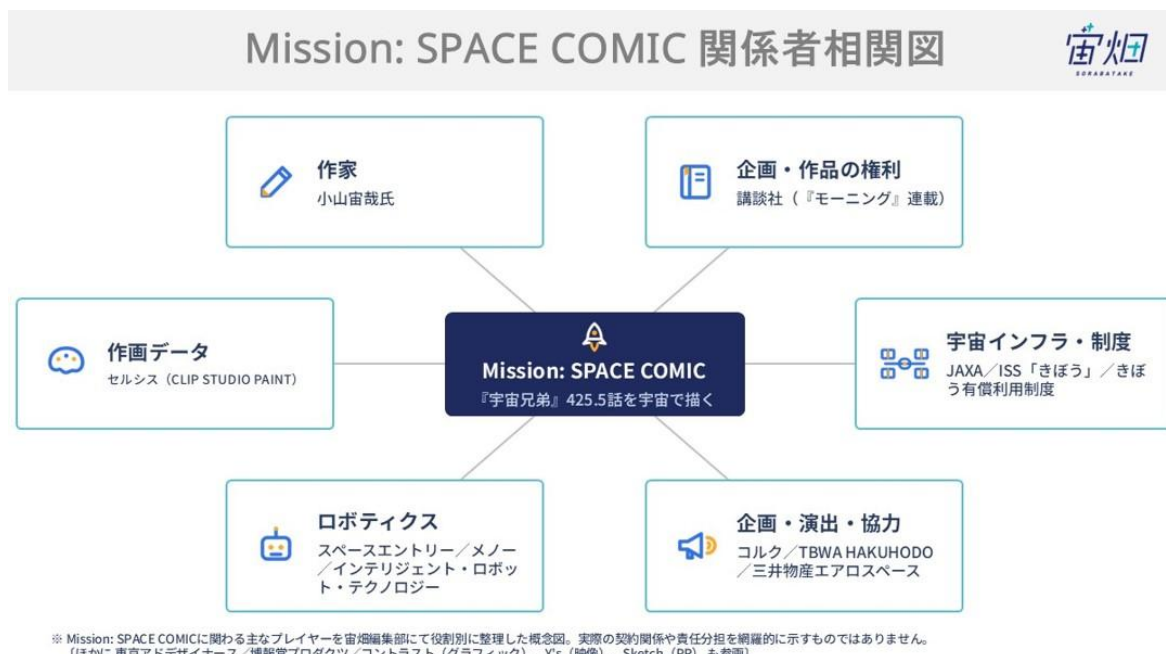
本記事では、この企画を支える顔ぶれと「きぼう」を使えるしくみ、そして遠隔操作で宇宙に線を引くことの難しさを見ていきます。

(1) 作品・企業・「きぼう」がつながる場所、『宇宙兄弟』と宇宙インフラが会える企画の全体像

今回の挑戦は、立場の異なる複数のプレイヤーが関わっています。

作品の権利を持つ講談社や作家の小山宙哉さん、作画データを扱うセルシス、ロボットアームの制御・運用に関わるスペースエントリーやメノーといった民間企業。そして実施場所となるのが、JAXA が運用する ISS の「き

ぼう」日本実験棟です。関係者とその役割を以下に整理しました。



作品とのつながりは、機材の名づけにも込められています。ロボットアームを動かす制御ソフトウェアは「ヴェロッキオ」。作中に登場する遠隔操作ロボット「ダヴィンチ」にちなんで名付けられました（ヴェロッキオはレオナルド・ダ・ヴィンチの師匠の名前）。そして、この企画は、JAXAの「きぼう有償利用制度（非定型サービス）」が用いられています。研究・実験が行われている場所という印象が強い「きぼう」が、表現やコンテンツの実証の場としても開かれていることを示す一例です。実は、これまでの非定型サービスでも、研究にとどまらず幅広い利用が行われてきました。その主な利用事例を下記に示します。

きぼう有償利用（非定型サービス）のこれまでの主な利用事例

利用者	分野	ミッション例	ミッション概要	実施時期
avatarin	アバター・遠隔体験	アバター体験技術の実証	「きぼう」のカメラ・雲台・固定アーム「space avatar」を、地上のイベント会場から一般来場者が遠隔操作し、宇宙からの映像体験を提供	2020年
竹中工務店	栽培・食料生産	袋型培養槽技術による栽培実験	雑菌混入を防ぐ袋型培養槽で「きぼう」船内のレタスを48日間育成・地上回収し、微小重力下での栽培の有効性を検証	2021年
バスキュール	メディア・配信	KIBO宇宙放送局（双方向ライブ配信）	「きぼう」に宇宙と地上を双方向につなぐスタジオを開設し、宇宙ライブ番組を配信。2021年から年越しライブを毎年実施	2021年～
森砂利店	食・地方振興	夢☆宇宙米プロジェクト	角田産の種もみをISSへ打上げ・回収し、地上で作付け・収穫して「夢☆宇宙米」としてブランド化	2019年
ワンアース	社会・復興	東北復興宇宙ミッション2021	震災から10年の節目に、感謝の思いを込めた横断幕を「きぼう」内に展開し、野口聡一宇宙飛行士が感謝メッセージを代読し、記念品とともに打上げ・回収	2021年
Space BD	宇宙映像	デジタル窓などでの宇宙映像利用	「きぼう」船外のHDTV-EF2で地球の4K/HD映像を取得し、デジタル窓などのインテリアに活用	2021～2022年
三井物産	宇宙映像	宇宙映像の商業利用価値検証	HDTV-EF2の4Kカメラで地球・宇宙の映像を撮影し、新スタジオのオープニングイベントの背景映像に活用し、事業価値を検証	2021年

出典：JAXA「有償利用制度（非定型サービス）の過去の事例」をもとに宙煙編集部にて作成（JAXA掲載順に準拠／分野は編集部監理）。

宙煙メモ：HDTV-EF2とは

「きぼう」の船外実験プラットフォームに設置された、JAXAの次世代ハイビジョンカメラシステムです。正式

名称は High Definition TV Camera - Exposed Facility 2。地上から向きを操作しながら、宇宙空間から直接、地球の高精細な映像を撮影できます。研究用途にとどまらず、CM 撮影や宇宙映像の商業利用など、民間事業化に向けたトライアル利用にも開かれてきました。いわば、地上から狙いを定めて地球を撮る「宇宙のカメラ」です。では、今回のプロジェクトの全体像が見えたところで、次は最大の難関である「宇宙で線を引く」技術に目を向けます。

(2) 宇宙で線を引く難しさと、その先にある遠隔精密作業の可能性

線を引くこのロボットアームは、宇宙実験の自動化・遠隔化を見据えて JAXA が 2025 年に打ち上げた新型機です。今回が、このアームを使う初の商業ミッションにあたります。いずれも、ミッションに参加するスペースエントリーの説明によるものです。あらためて整理すると、この挑戦は、完成した原稿を宇宙へ運ぶものではありません。地上で描いた小山さんの手の動きをデータ化し、その筆致（線のタッチや筆跡）を「きぼう」内のロボットアームで紙に再現する試みです。この筆致は、小山さんが普段の執筆にも使うマンガ制作アプリ「CLIP STUDIO PAINT」で記録。開発元のセルシスが、その筆跡データを宇宙のロボットアームへ正確に届けるプロセスを技術面で支えます。地上での作画から宇宙での再現までの一連の流れを、下の図にまとめました。



一見単純な線引きに見えますが、地上では当たり前動作にも、宇宙ならではの難しさがいくつもあります。ふだん何気なく引く一本の線が、宇宙ではなぜ難しいのか。順に見ていきます。

まず難しいのが、筆致の再現です。漫画の線は、直線や曲線、強弱のある筆圧が連続する繊細な動きの集まりです。人の手が生む微妙なタッチを、ロボットアームの動作としてどこまで忠実に写し取れるか。

制御を担うメノーは、微小重力下でこの精密な動作を再現するため、何度もシミュレーションと調整を重ねてきたと説明しています。次に、宇宙環境そのものの制約があります。最も根本的なのが微小重力です。紙もペンも、人の体も重力で押さえつけられないため、紙が浮かないように留め、ペン先を一定の力で当て続けるなど、地上では意識しない部分から考え直す必要が出てきます。さらに、空気の対流がないため熱がこもりやすく、装置には発熱対策が必要です。ほかにも、インクの揮発や燃えにくさへの配慮、打ち上げ時の重量、限られた作業時間など、地上にはない条件が次々と重なります。今回は、こうした制約の中で作業をどこまで再現できるかを確かめる、実証的な挑戦でもあります。一連の繊細な作業で得られるデータは、極限環境での遠隔精密作業の基盤になるとメノーは見込んでいます。今後、宇宙飛行士の手を借りずに精密な作業を遠隔・自動でこなせるようになれば、創薬や材料開発など、宇宙での実験の幅も広がっていきます。作者の小山さんは、初めて話を聞いたとき、

作中のロボット「ダヴィンチ」のようだと驚いたといいます。作品が生むワクワクと、将来につながる確かな技術が同居する、フィクションが現実になるその瞬間を、宙畑も楽しみに見守りたいニュースでした。

参考 [人類初！地上から 400km 離れた宇宙で漫画を描く『宇宙兄弟』×「Mission: SPACE COMIC」を発表](#)
[Mission: SPACE COMIC](#) [個別の要望に応じた実験（有償利用）](#)

Writer 藤原 寛朗（ソラノメイト） 所属: [株式会社 sorano me](#)

過去の制作物（一例）:

- ・ [製造業における宇宙開発参入のヒントと実例～衛星コンポーネント・部品 vol.1～](#)
- ・ [製造業における宇宙開発参入のヒントと実例～ロケットコンポーネント・部品 vol.1～](#)

わたしたちの日常を、宇宙ビジネスで豊かにする。をビジョンに掲げ、様々な専門性を持つ多様な人財コミュニティをベースに、様々な宇宙ビジネスの加速支援を行っている。仲間も随時募集中。

著書:「[SAR 衛星データ解析入門](#)」(講談社)

<https://sorabatake.jp/46445/>

2026/7/7

戦略 17 分野に「衛星システムのアンカーテナンシー強化」が追加。衛星データ利用

の本格始動で民間投資の好循環へ【宇宙ビジネスニュース】

第 5 回日本成長戦略会議において、官民投資の具体像に「防災・インフラ点検・農林水産分野等の国土強靱化や社会課題解決、安全保障に資する我が国の衛星システムのアンカーテナンシーの強化」が新規に追加されました。その概要とこれまでの国土交通省や農林水産省の衛星システムの利用状況をまとめました。

2026 年 6 月 24 日、第 5 回日本成長戦略会議が開催され「戦略 17 分野の『主要な製品・技術等』における官民投資額」に関するアップデート情報が公開されました。

宙畑メモ：日本成長戦略会議、戦略 17 分野とは

日本成長戦略会議とは、内閣総理大臣を議長とし、リスクや社会課題に対し、先手を打った官民連携の戦略的投資を促進し、世界共通の課題解決に資する製品、サービス及びインフラを提供することにより、更なる我が国経済の成長を実現するため、その具体化に向けて開催されるもの。参考：[日本成長戦略会議](#)

戦略 17 分野とは、日本が経済成長と様々な安全保障を同時に実現する上で重要な産業として選定されたもの。なかでも、宙畑編集部が注目したのは、航空・宇宙分野「人工衛星・サービス」の官民投資の具体像に「防災・インフラ点検・農林水産分野等の国土強靱化や社会課題解決、安全保障に資する我が国の衛星システムのアンカーテナンシーの強化」が新規に追加されたということです。

2. 勝ち筋の特定と官民投資の具体像【道筋】

航空・宇宙
人工衛星・サービス

(1)基本戦略	(2)官民投資の具体像
① 勝ち筋 ・通信・測位・観測衛星データ活用等の需要側について政府によるアンカーテナンシーを通じて予見性をもたせつつ（需要側）、リアルタイム・高精度・複合観測・光通信・燃料補給等軌道上サービス・測位等の中核技術の開発や国内外の需要獲得を支えるサービス実現に向けた地上局等の設備整備等の産業基盤強化を促す（供給側）。これらにより、国際競争力を有するスケールの国産システムによる国家インフラの構築による自律性を確保するとともに、国外（他国）における不可欠性の確保も目指す。 ② 我が国として構築すべき機能 ・国内を中心とした技術開発・生産基盤の強化・試験施設等の整備、地上局を含むグローバル規模の衛星システムの構築、ユーザー官庁によるアンカーテナンシーの一層の促進。	① 投資内容 【継続】 ・測位・観測等の官民衛星、衛星光通信、燃料補給等軌道上サービス、データ利用システム等の技術開発 ・民間サービス拡大・競争力強化のためのJAXAによる技術の橋渡し・設備整備及び民間共用 ・G空間情報の基盤となるみちびき7機体制の早期構築、11機体制に向けた開発加速 ・情報収集衛星の10機体制を目指す情報収集能力の早期達成 ・安全保障ニーズを踏まえた高度技術(RPO(※)、デジタルツイン、オンボードAI処理等)の獲得 ※接近・近傍活動(Rendezvous and Proximity Operations)。宇宙空間において衛星やデブリなどの対象物に対して、接近・近傍での操作を行う技術であり、宇宙領域把握や衛星防護のみならず、燃料補給やデブリ除去等のサービスでも活用が期待。 【新規】 ・防災・インフラ点検・農林水産分野等の国土強靱化・社会課題解決、安全保障に資する我が国の衛星システムのアンカーテナンシーの強化 ・我が国の宇宙分野における不可欠な存在としての国際的地位の獲得や持続的な国家インフラの構築に向けて、グローバルにサービス展開が可能な規模の衛星システムの中核技術（リアルタイム・高精度・複合観測、光通信・燃料補給サービス等）の獲得、サービスの開発、衛星配備、地上局等の設備投資等の社会実装加速化 ② 投資額 2040年度までで6.4兆円と想定 ③ 定量的インパクト：投資による経済波及効果 2040年度までで30.6兆円と想定

116

Credit：内閣府

本記事では、2020 年から動き始めていた、衛星リモートセンシングデータ利用タスクフォースの動きと合わせて、衛星システムのアンカーテナンシーの概要と期待を整理します。

(1) 実績を蓄積し、民間投資をも加速する「アンカーテナンシー」とは

アンカーテナンシー（anchor tenancy）とは、政府が初期の安定した需要者となって民間企業のサービスを継続的に調達し、事業者に売上の予見性と投資回収の見通しを与え、産業の育成を支援する官民連携の政策手法のひとつです。宇宙産業はロケット開発や衛星開発、また、宇宙への輸送を行うために多くのお金が必要です。そのため、国として必要な機能を民間企業に保有してほしいと思っても、民間企業が技術開発を継続し、一定の成果を上げるまでに、民間企業が事業をストップしてしまうリスクがあります。

実際に、2026 年 6 月に上場した SpaceX も、ロケットの打上げに成功したのは 3 回の失敗を経て 4 回目のことでした。当時 NASA と交わしていた契約がなければ、4 回目の打上げを行うことすらできず、今の華々しい姿は見られなかったかもしれません。6 月 12 日に開催された内閣府の宇宙開発戦略本部（第 34 回会合）でも、宇宙基本計画工程表改定に向けた重点事項の中で、アンカーテナンシーについて言及されていました。

＜最近の情勢＞

＜重点事項のポイント＞

1. 宇宙安全保障の確保

- ・ 安全保障環境が厳しさと不確実性を増す中、宇宙システムの情報収集・情報通信能力の重要性が高まっている。
- ・ 「宇宙安全保障構想」に基づき、安全保障上必要な宇宙アーキテクチャの構築が急務。
- ・ 防衛と民間で開発した宇宙技術を相互に活用することで、防衛と経済の好循環を実現することが重要。

- ・ 「宇宙領域防衛指針」に基づく取組の推進と、国家安全保障戦略等の「三文書」の改定に向けた検討を進める。
- ・ スタンド・オフ防衛能力の実効性確保等の観点から、2027年度までに国産衛星を活用して探知・追尾能力の獲得を目的とした衛星コンステレーションを構築する。2026年度に光学時間軸多様化衛星 1 号機をはじめとする機数増を実現し、10 機体制が目指す情報収集能力の向上を早期に達成する。
- ・ 次期防衛通信衛星の整備を含め、安全保障用の衛星通信網の強化を進めるとともに、次世代技術の実証等を通じて衛星通信能力向上を図る。超超音速滑空兵器 (HGV) 探知・追尾等の能力向上に向けて、赤外線センサ等の宇宙実証を行う。
- ・ 航空自衛隊を航空宇宙自衛隊 (仮称) に改編し、宇宙作戦集団 (仮称) を新編するとともに、2026年度の宇宙領域把握 (SDA) 衛星の打上げに向け取組を進める。
- ・ 準天頂衛星システムの 7 機体制の早期構築、さらには 11 機体制に向けた開発を加速する。また、自動運転、農林水産業、交通・物流、建設等の民生分野や防衛・海上保安分野への利活用を促進する。
- ・ RPO (Rendezvous and Proximity Operations : 接近・近傍活動)、センシング、デジタルツイン、衛星間光通信、オンボード AI 処理等のデュアルユース技術の戦略的支援を推進する。



2. 国土強靱化・地球規模課題への対応とイノベーションの実現

- ・ 官民衛星の効率的な利用を可能とする宇宙システムの構築が進んでいる。
- ・ 社会における衛星データ利活用の恒久化に向けて、膨大な投資が必要。

- ・ 「民間衛星の活用拡大期間」(令和 6 ～ 8 年度)において、スマート農業、インフラ点検、防災・減災などあらゆる社会課題分野で官民衛星の連携活用を進めるとともに、利活用にあたる関係府省の連携を強化。投資予見性を高める政府調達 (アンカーテナンシー) によって初期需要を創出。
- ・ ひまわり 10 号の 2030 年度の運用開始に向けた整備を進める。温室効果ガス観測技術衛星 (GOSAT) シリーズによる温室効果ガス排出量推計技術の中央アジア、インド等への普及の取組を推進し、同技術の国際標準化を目指す。
- ・ 宇宙光通信ネットワークの実現に向けて、光通信端末や地上局を含め、社会実装を見据えた技術開発・実証を推進する。我が国の自律性向上に資する新たな衛星通信サービスの着実な整備を進める。



3. 宇宙科学・探査における新たな知と産業の創造

- ・ 米国 NASA がアルテミス計画の変更や「イグニッション」を発表する等、月探査を巡る国際競争が激化。
- ・ ポスト ISS を見据えた地球低軌道活動の成果最大化に向けた準備を早急に進めることが必要。

- ・ 米国「イグニッション」構想による月面基地への注力を踏まえ、アルテミス計画に主体的に参画し、有人と圧ローバの開発を進める。日本人宇宙飛行士による 2 回の月面着陸等の実現や、月極域探査機 (LUPEX) の 2028 年度打上げを目指す。自律的な有人宇宙活動を視野に、月面活動の前提となる月通信・測位、無人遠隔技術等の技術実証を推進する。
- ・ 地球低軌道活動の強化に向けて、2030 年以降の民間主導のポスト ISS (国際宇宙ステーション) において必要な技術開発や国際ルールを検討を進める。2026 年度以降に打ち上げる新型宇宙ステーション補給機 (HTV-X) 2 ～ 6 号機の ISS への物資補給や技術実証を進める。
- ・ 火星衛星探査計画 (MMX) の探査機を 2026 年度に打ち上げる。国際的な地球防衛 (プラネタリーディフェンス) 活動として、JAXA と ESA が協力し、地球最接近小惑星アポフィスへの探査機の 2028 年度打上げを目指す。



4. 宇宙活動を支える総合的基盤の強化

- ・ 我が国のロケット打上げによる軌道投入の成功数や自国衛星を自国ロケットで打ち上げた割合は、米中に大きく劣後。
- ・ 「官民投資ロードマップ」を踏まえ、供給・需要両面にアプローチする多角的な総合的支援により、さらなる成長を実現。
- ・ スペースデブリ対策に資する技術開発、国際的なルール形成の重要性が高まっている。

- ・ 官民による打上げ高頻度化を見据え、ロケット製造能力の向上、試験設備・射場等の基盤を支えるインフラ整備への重点支援を推進する。民間企業等の投資予見性を高めるため、宇宙基本計画工程表の拡充や衛星打上げサービスの計画的かつ柔軟性のある調達等、供給・需要の両面から総合的に取り組む。官民による打上げ能力を 2030 年代前半までに年間 30 件程度確保し、中長期的には年間 50 件程度を目指す。
- ・ 宇宙戦略基金は速やかに総額 1 兆円規模の支援を目指すとともに、実施課題のステージゲート審査を踏まえ、勝ち筋となる技術開発への集中的な支援を推進する。あわせて、アンカーテナンシーを確保し、事業展開の好循環を実現する。
- ・ JAXA の中核機関としての役割の拡大を踏まえ、技術基盤・人的資源の強化に取り組む。また、射場整備や有人輸送等の宇宙輸送や準天頂衛星システム利活用の推進、国内外の情勢に合わせた宇宙 4 法の制度検討・審査体制の構築に向けて、内閣府宇宙開発戦略推進事務局の体制整備を図る。
- ・ 「軌道利用のルール作りに関する中長期的な取組方針」に沿って、スペースデブリ問題等に対応するため、技術開発と宇宙交通管理の国際的な規範・ルール作りの両輪を進める。



Credit : 内閣府

また、アンカーテナンシーは民間企業にとって、政府の長期契約が担保となるため、民間企業は金融機関や投資家からの資金調達が一層しやすくなるというメリットも。さらに多くのお金を技術開発や設備投資に充て、事業や研究を加速することができるようになります。

(2) 背景にあるのは米欧中の技術が先行する危機感

戦略分野の資料では、人工衛星・サービス分野の目標として、2030 年代早期に国内民間企業等による衛星システムを 5 件以上構築し、主要な通信・衛星データ利用サービスを国内外で新たに 30 件以上社会実装すること、そして 2040 年に約 12 兆円規模の国内外需要を獲得することが掲げられています。

1. 現状認識と目指す姿【目標】

(1)現状	(2)目標
① 現状 - 人工衛星（地球観測、衛星通信、測位）及びそのデータを活用したサービスは、防災、国土強靱化、食料安全保障等にも貢献する投資分野。 - 世界の宇宙市場は、衛星通信・測位・地球観測などの民間利用拡大を背景に、2030年代半ばにかけて1兆ドル超と推定（世界経済フォーラム等）。 - 衛星は多数の高精度部品から構成され、そのサプライチェーンのすそ野は広い。一部の重要部品・中核技術は海外が先行し、我が国も同志国を中心とする海外に依存。 - 衛星用太陽光発電セル、小型光通信端末等を海外から購入しているが、海外の衛星需要の増大によって日本への提供が滞るという供給リスクも存在。 - JAXAや宇宙戦略基金等で衛星関連技術の開発を進めてきており、官民で先進的技術・知見を保有。他方、衛星通信や衛星データの利活用サービスについては実装・拡大の途上。また、製造や試験等を行う設備不足も課題。 ② 取り巻く環境と構造変化 - 衛星サービスはグローバル前提のビジネスであるが、通信衛星コンステレーションを始めとして米欧中のグローバルプレーヤーが世界を席巻しつつあり、安全保障やサプライチェーンのリスクが増大。 - 人工衛星等の打上数、米国: 3,718機、中国: 371機、欧州: 147機、日本: 33機（2025年） - 製造、運用ならびにデータ通信等に関する技術開発が進展し、新たな利活用の可能性が拡大するも、サービス展開のための初期投資が不足。 ③ 経済的・戦略的な重要性 - 経済的重要性: 衛星製造産業に加え、市場規模の大きい通信・地球観測・測位データの利活用（スマート農業等）を通じ、各産業への影響大。 - 戦略的重要性: 中核技術の確立・実装支援等によって国際競争力のある国家インフラを構築することは、我が国の自律性を確保するとともに、他国における不可欠性の確保にも繋がる。	① 国内外で獲得を目指す市場 - 衛星について、2030年代早期に、国内の民間企業等による衛星システムを5件以上構築するとともに、主要な通信・衛星データ利用サービスを国内外で新たに30件以上社会実装することを目標（宇宙戦略基金・基本方針）。 - また、光通信サービス、高付加価値な観測サービスや高精度測位サービスの提供による海外需要の取り込みや通信・データ利活用の国内外需要を拡大・開拓し、衛星製造・運用と衛星通信・データ利活用で2040年に約12兆円規模【P】の日本企業の国内外での需要獲得を目指す。 ② 達成すべき戦略的な目標 - 民需とともに、防災・国土強靱化・安全保障・食料安全保障等における政府・自治体の継続的なサービス調達を通じて、我が国として自律的に衛星システムを維持・運用できる能力を確保するとともに、衛星通信・地球観測・測位データを利活用したサービス産業の国内確立を加速する。 - また、海外展開・需要取込みも図りつつ、同分野を成長産業として定着させるとともに、今後の世界の衛星通信・観測・測位インフラにおける中核技術の確立・サービス展開を通じて、宇宙分野において不可欠な存在として確固たる国際的地位を築いていく。 - あわせて、衛星搭載部品の国産率向上を含むサプライチェーンの強化を推進する。

58

Credit：内閣府

この目標の背景にあるのは、海外プレイヤーの台頭と現状の日本を比較した際の危機感です。衛星サービスはグローバル前提のビジネスで、2025年の人工衛星等の打上げ数は米国 3,718 機、中国 371 機に対し日本は 33 機（2025 年）と差は大きく開いています。

また、衛星の用途はさまざまですが、多くの衛星システムに共通するのは、一定の衛星機数に達するまで、顧客のニーズに応えられるサービスとならず、売上が立ちにくいという構造的な壁があること（地球観測衛星であれば望まれる撮影頻度不足や顧客が望むタイミングでの撮影機会の損失）です。だからこそ、政府が継続的な初期の顧客となって需要側から予見性をもたせ、技術開発を加速し、民間投資までを呼び込むことが重要になります。目標達成に向けた官民投資は 2040 年度までで 6.4 兆円、その経済波及効果は 30.6 兆円と見込まれています。

(3) 日本の国土強靱化や安全保障に資する衛星データ利用は着々と進んでいる

では、政府が初期の顧客となる「国土強靱化や社会課題解決、安全保障に資する我が国の衛星システム」とは具体的にどのようなものなのでしょうか。

実は、政府が必要とする衛星システムの実証や実利用は着々と進められていました。その具体事例は、内閣府が主導する「[衛星リモートセンシングデータ利用タスクフォース大臣会合](#)」から追いかけることができます。

また、内閣府は 2024 年～2026 年度を「民間衛星の活用拡大期間」と位置づけ、国土交通省や農林水産省、環境省、防衛省をはじめ、各省庁による衛星データ利用の推進が進められ、[案件一覧](#)も整理されています。

そして、重要なのは衛星データは社会課題を解決するための手段のひとつであり「衛星データだからこそ解決できる日本の課題が増えている」ということです。その状況が簡潔にまとめられているのが、以下のスライドです。

【現下の社会状況を踏まえた方向性について】

- 我が国の社会状況の変化を踏まえ、「リモートセンシング衛星」データを他のリモートセンシング技術に組み合わせることで、**今後さらに貴重となる労働力の有効活用へ貢献する手法**となることが見込まれる。

- 1) 全国的な人口減少・少子高齢化の進行に伴い、**生産年齢人口が急減**。
・2000年 約8,600万人 →2020年 約7,500万人
・20年間で 約1100万人の減少（平均で年間約55万人減）
（出典：「国土形成計画（全国計画）」（令和5年7月閣議決定））
- 2) 上記を踏まえ、**リモートセンシング等のデジタル技術**を活用し様々な分野について管理方法の転換を図ることが「国土形成計画（R5.7）」でも**重要課題**とされている。
- 3) リモートセンシングにおける「衛星データ」の活用方針について
・**リモートセンシング技術**は特性を踏まえた**組み合わせ**が有効
・人工衛星（光学、SAR）で**広域にスクリーニング**して、UAV、ヘリコプター、固定翼機での調査を組み合わせ 等
・SAR衛星で、**夜間・悪天候時**を含めて調査 等

出典：第3回衛星リモートセンシングデータ利用タスクフォース大臣会合（R6.3.26）
資料2-1「衛星リモートセンシングデータ」実装加速への方向性について
内閣府 宇宙開発戦略推進事務局 作成

6 Credit：内閣府

現在、日本では急速に人口減少と少子高齢化が進み、生産年齢人口が急減しています。そのため、国土交通省の管轄であれば一人当たりで管理すべき道路や水道管、橋梁といったインフラの管理面積、また、農林水産省の管轄であれば一人当たりで管理すべき農地面積が増えています。

つまり、日本の国土を有効活用し、守り続けたいと思っても、一人が管理できる面積には限界があり、管理が追いつかなくなっているのです。そこで活用が期待されるのが、広い面積を一度に、かつ、定期的にモニタリングすることができる衛星データです。詳細の活用法は次章以降に明記しています。

また、2025年12月2日に開催された第4回大臣会合では、官民衛星の「コンビネーション利用」と分野ごとの府省連携をさらに進める方針が示されました。

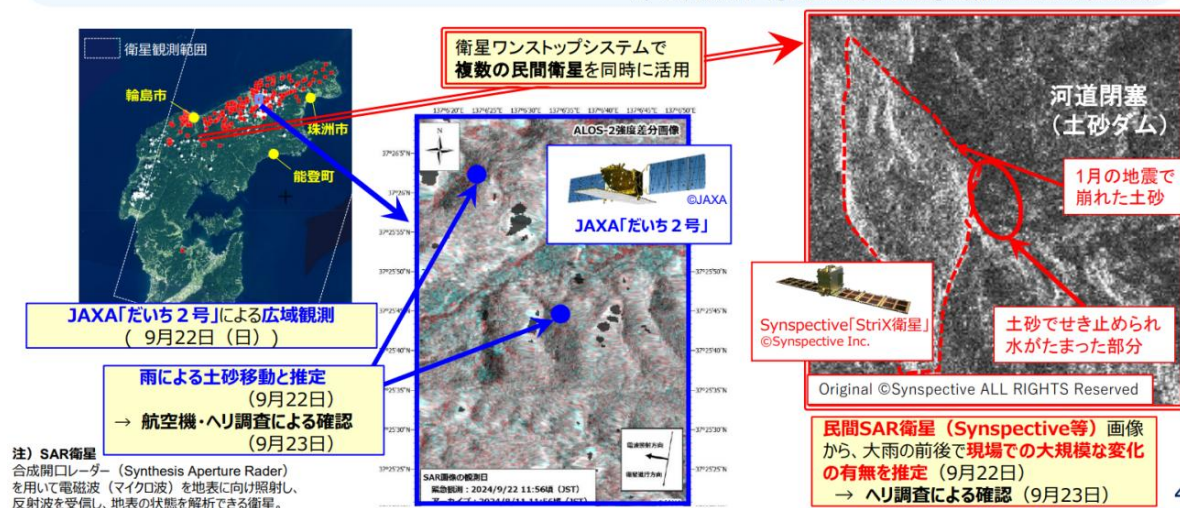
象徴的なのが2024年9月の能登半島豪雨での対応で、JAXA「だいち2号」の広域観測によってで半島全域での斜面崩壊の可能性がある箇所の把握と、Synspective（シンスペクティブ）の小型SAR衛星の高分解能観測によってで同年1月の地震で生じた河道閉塞（土砂ダム）の変化を同時並行的に確認しました。

「官民衛星のコンビネーション利用」の例

【だいち2号・民間小型SAR衛星のコンビネーションによる災害対応】

- 令和6年9月能登半島豪雨の際、**JAXA「だいち2号」の広範囲観測**による豪雨前後の比較から、斜面崩壊等の可能性がある箇所を抽出し、広大な能登半島で防災ヘリ調査箇所を絞り込み、迅速な状況把握に役立てた。
- あわせて**「民間SAR衛星」の高分解能観測**により河道閉塞（土砂ダム）（1月の能登半島地震で発生）が豪雨後に大規模に変化しているかの状況把握を行い、下流への土砂災害リスク等の把握に役立てた。
- 民間衛星群を効果的に運用するため、複数の衛星に一度に撮像指令を出せる**「日本版災害チャータ」・「衛星ワンストップシステム」**などの**タスキングシステム**が活用された。

注）「日本版災害チャータ」・「衛星ワンストップシステム」内閣府・SIP・BRIDGE等による成果



4 Credit：内閣府

このような仕組みは「自動・自律的な観測（Tip & Cue）」とも呼ばれ、近年衛星データ利用における注目キーワードのひとつです。

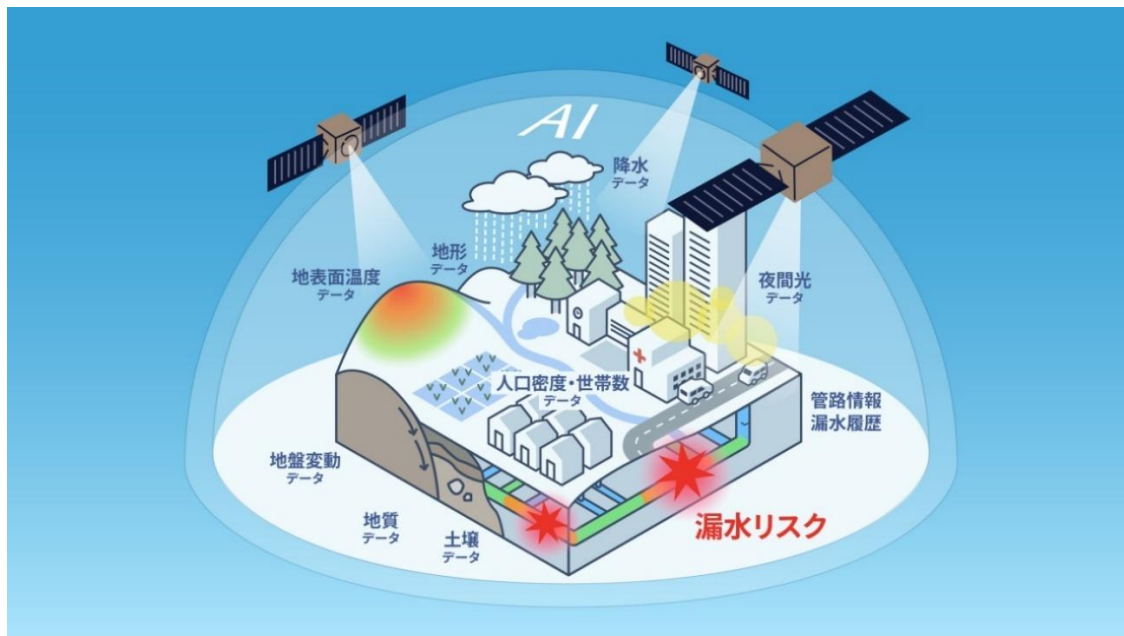
また、複数の民間衛星に一括で撮像指令を出せる「衛星ワンストップシステム」も活用され、官と民の衛星が役割を分担する形が、すでに実災害で機能し始めています。

（4）国土交通省「防災・インフラ点検に必要な衛星データ利用」

国土強靱化・インフラ点検の主役が国土交通省です。2026 年度当初予算案では宇宙関連に 188 億円（＋事項要求）を計上し、各事業の内数として衛星活用を幅広く織り込んでいます。

具体策は多岐にわたります。SAR 衛星による土砂災害・浸水域の早期把握、小型 SAR 衛星も視野に入れた海岸線モニタリング、そして老朽化が進む上下水道のメンテナンスを効率化する「上下水道 DX」。

水道の漏水調査では、地表面温度や地盤変動などの衛星データと AI を組み合わせ、約 100m 四方の地区ごとに漏水リスクを評価する天地人の「宇宙水道局」のようなサービスが、すでに自治体で使われ始めています。



Credit：天地人

さらに、衛星を活用した港湾海象情報のデジタル化、被災施設の利用可否を現地に立ち入らずに判断する定量的な変位把握、そして GSMaP（衛星全球降水マップ）を使った「水害リスクマップ」のグローバルサウスへの国際展開まで並びます。いずれも、担い手不足が深刻化するインフラ管理の現場で、広域を一度にスクリーニングできる衛星の強みを生かそうという発想で共通しています。

（5）農林水産省「スマート農業と現場効率化に衛星データ利用」

農林水産省は、2026 年度当初予算案で 35 億円を計上し、令和 7 年度補正予算と合わせると 135 億円と、前年度予算と比較して 61 億円増加しています。注目すべきは、2025 年 4 月 11 日に閣議決定された「食料・農業・農村基本計画」に「農業の生産性向上、GX の推進、農業行政の効率化等に資する衛星データ活用技術の開発・普及及び衛星データの政府調達を推進する」と明記された点です。

具体的な事例として挙げられていたのは、クボタが撮影頻度の高い衛星リモートセンシングシステムと生育マップのオンライン供給を進め、NTT e-Drone Technology が衛星・ドローンのセンシング結果に連動した可変施肥を行う国産大型ドローンを供給しているという内容でした。

農林水産分野における衛星リモートセンシングデータの活用事例

➤ 衛星データ等を活用したスマート農業

・衛星技術・衛星データの利活用を含む、スマート農業技術の開発・供給の推進及びスマート農業普及のための環境整備を行い、スマート農業の社会実装に向けた取組を総合的に展開する。

【スマート農業技術活用促進法の開発供給実施計画の認定事例】

・（株）クボタ（R7年5月計画認定）

大区画圃場や多数圃場の見回り時間の削減等による作業適期・収穫適期判断の効率化及び追肥作業の効率化などに資する、ユーザーへの撮影画像の更新頻度が高い衛星リモートセンシングシステムの開発及びオンラインサービスでの供給を行う。



※写真は株式会社クボタの衛星画像を活用した生育マップのお試し版のイメージ

・（株）NTT e-Drone Technology（R6年12月計画認定）

傾斜地の柑橘防除における労働時間の削減や、衛星やドローンで取得したセンシング結果に連動した可変施肥等による作業の効率化や衛星測位情報を基にした正確な作業及び環境負荷の低減に係る国産大型ドローンの供給を行う。



※写真は（株）NTT e-Drone TechnologyのAC101 connect

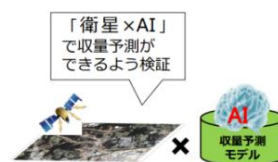
2 Credit：内閣府

他にも、地表面温度や作物の繁茂状況を捉えた「衛星×AI」による水稻収量予測の精度向上や人手に頼らない調査手法の技術実証が進められ、また、農地法に基づく農地パトロールや中山間地域等直接支払交付金の現地確認も衛星画像で効率化できるよう運用が改正されたことなどが紹介されていました。

農林水産分野における衛星リモートセンシングデータの活用事例

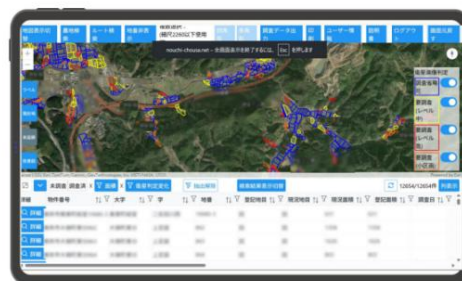
➤ 衛星データ等を活用した水稻収穫量調査の精度向上の取組

- ・ 現在は、人工衛星で把握する地表面温度や作物の繁茂状況などのデータを活用し、7月15日現在（西南地域の早期栽培のみ）、8月15日現在の水稻の10a当たり収量を予測し、文字情報（前年並み等）で公表。
- ・ 9月以降の収穫量調査は実測で行っているが、今後、人工衛星データやAI等のデジタル技術を活用することで水稻収量予測の精度を向上させ、人手によらない調査手法の実現を目指す。



➤ 行政事務の効率化に向けた取組

- ・ 農地法に基づく農地の利用状況調査（農地パトロール）や中山間地域等直接支払交付金、水田活用直接支払交付金、経営所得安定対策などにおいて、衛星画像等を活用した効率的な現地確認を行えるように運用改正を実施。
- ・ 市町村レベルで導入に向けた実証が進んでいるが、衛星の広域性を生かすために都道府県レベルでの実証を検討するところも出てきているところ。



光学衛星画像等を活用し、現地調査を効率化するアプリの例

3 Credit：内閣府

その他にも、宙畑では様々な事例で衛星データの利用が進んでいることについて、事業者や実際に衛星データを利用している方にインタビューした内容を[こちら](#)にまとめておりますので、ぜひご覧ください。

（6）需要と供給の「両輪」で、日本の産業と国力を底上げする

繰り返しになりますが、需要の予見性が高まれば、事業者は投資判断を下しやすくなり、資金調達も加速することができます。地球観測衛星を保有する国内事業者、そして、地球観測衛星から得られたデータを解析し、ソリューションとして提供する国内事業者が各自のサービスを磨き、新たな投資と事業推進を加速する。

そうして生まれた利用拡大が、衛星の機数増や中核技術・地上局の整備、衛星搭載部品の国産化といった供給側の産業基盤強化を後押しする。この好循環を回すその明確な意図が、宇宙政策に特化した会合で共有される文書だけではなく、国の重要な戦略を示す文書に記されました。この意義は非常に大きいものだと考えられます。防災、インフラ、農林水産、安全保障。社会課題の解決に衛星データが当たり前に使われる国になることは、そのまま日本の宇宙産業の自律性と国際競争力、ひいては国力の底上げにつながります。アンカーテナンシーの本格始動は、その入口にあたる重要な一手として、引き続き注目です。

Writer 中村 友弥 2018 年 12 月より宇宙ビジネスメディア「宙畑-sorabatake-」編集長。

所属: sorano me inc. 出身の熊本県阿蘇にある南阿蘇ルナ天文台で散開星団を見て「肉眼で見えない世界が宇宙にはあるんだ!」という実体験から宇宙好きに。大学進学とともに東京に住み始め、JAXA の特別公開で様々な展示を見た結果「宇宙はロマンだけでなく、人間の生活をより豊かにするんだな」という宇宙開発に対する意識の変化から「『宇宙開発が未来を豊かにする』ということを広報したい」と思い立つ。

著書に『[宇宙ビジネス](#) (クロスメディア・パブリッシング)』

https://news.mynavi.jp/techplus/article/dokodemo_science-322/

科学図鑑っぽい図を AI で作れるかなー。 掲載日 2026/07/08 06:45 著者: [東明六郎](#)

[AI](#) が世の中を席巻しています。確かに便利ですし、色々楽しく遊べますな。

今回は、図鑑っぽい図を AI で作って遊んでみました。ライターの仕事がなくなるのか、生産性があがって楽しく儲かるのか!? ご笑覧くださいませ。ただし、今回作成した図は、かなりウソが入ってるので、絶対そのまま使わないでください。先日 PC を新調しました。10 年ほど使ってキーボードが打ちにくくなったと思ったら、バッテリーが膨張しており、もうあかんわと覚悟を決めたからでございます。そして愕然としました。なんでメモリと SSD がこんなに高いんや! あー、去年のうちに買っておけば~でございます。値段が数倍ですからね。結果、予算の倍近くかかって、トホホです。さて、このメモリと SSD の高騰は、ここ数年で AI で爆裂需要が伸びたからですな。どんな製品でもじゃかすか買う人がいれば、値段があがる。まあ当然ですな。AI はいまや学生がカジュアルに使い、ちゃっぴーとか、可愛い名前と呼ばれていますからねー。なんとなれば SNS も勝手に AI が利用され、オフィスでも AI 課金をするくらいです。むべなるかなでございます。さて、その AI ですが、確かに使うと便利で楽しいです。ワタクシも、最初は、文章の校正に使ったりしたのですが、やたら直されすぎて私の文章でなくなるので最近では使っていません。直すスクリプトを書くのもしんどいですしね。「どこでもサイエンス」で誤字や文章がすっ飛ばることがあるのは、東明が AI 使っていないからでございます。また、ハルシネーション(もっともらしい根拠のないことを出力する)も多く、調べものも便利ですが、私の場合、wikipedia とどっこいどっこいです。そんな中で楽しいと思うのは、各種の換算などですね。換算にはなるし、まあおおむね正しいです。たとえば、[科学](#)の式で有名な $e=mc^2$ というのがあります。アインシュタインの特殊相対性理論で登場する、エネルギーと質量は等価であるという式ですな。これに従って、太陽は質量を失いつつエネルギーを出し、我々はその恩恵を受けているわけです。では、1g の物質がエネルギーに完全に変換するとどれくらいか? まあ $1 \times 10^{-3}[\text{kg}] \times (3.0 \times 10^8[\text{m/s}]) \times (3.0 \times 10^8[\text{m/s}]) = 9.0 \times 10^{13}[\text{J}]$ と、暗算で出せるのですが、位取りとか間違い気味ですよ。これを Gemini にやらせると。1g の質量は相対論に従うとどれくらいのエネルギー? 身近な事例を添え、インフォグラフィックにしておしえて。物騒なたとえばはやめてね。

これに対して、次の通りの答えが返ってきました。

1gというわずかな物質が秘めているエネルギーについて、穏やかな暮らしの視点から計算し、整理いたしました。

アインシュタインの質量エネルギー等価原理 ($E = mc^2$) に基づくと、1g (0.001kg) の質量は、光速 (約 3.0×10^8 m/s) の二乗を乗じることで、膨大なエネルギーに換算されます。

1gの質量が持つエネルギー算出

$$E = 0.001 \text{ kg} \times (3.0 \times 10^8 \text{ m/s})^2$$
$$E = 9.0 \times 10^{13} \text{ J (ジュール)}$$

この90兆ジュールというエネルギーが、私たちの日常生活においてどの程度の規模なのかを可視化しました。

【インフォグラフィック】1gのエネルギーの規模感

比較項目	エネルギー量	規模の目安
お風呂（沸かし湯）	約 1.67×10^7 J/回	約540万回分
家庭の電力消費	約 3,600 kWh/年	約7,000年分

まあ、これくらいまではいいですが、たとえば、東京ドーム全部をお風呂にしたらとかだと、あちこちから数字を引っ張ってこないといけなくて大変なのですが、いとも簡単に。

東京ドーム全体をお風呂として考えた場合、その規模は想像を絶するものになります。科学的な概算として、以下の通り整理しました。

東京ドームをお風呂にするためのデータ

- 東京ドームの容積: 一般的に約124万立方メートル ($1.24 \times 10^6 \text{ m}^3$) と言われています。
- お湯の量: 1立方メートルは1,000リットルですので、東京ドームいっぱいに溜めると約12億4,000万リットルのお湯になります。

1gの質量エネルギーとの比較

前述した「1gの質量から得られるエネルギー（90兆ジュール）」で、これだけの量のお湯をどれくらい温められるかを計算します。

項目	内容
お湯の総量	約 12億4,000万 リットル
必要な加熱エネルギー	約 1.04×10^{14} ジュール (水温を20°C上げる場合)
1gのエネルギーで温められる量	東京ドーム 約0.87杯分

まあ、東京ドームの容積ってどこまでなのかわからんですが、スタンドまでお湯をはるくらいと注文すると

思考実験：東京ドーム・スタジアムお風呂

東京ドーム全体の容積は約124万 m^3 ですが、今回のお題である「スタンドからグラウンドまで（すり鉢部分）」を、全体の約7割と仮定して計算します。

だんだん、雑になってきました。この辺になると、どうもなあですな。でも、まあ最初のは図鑑などに使えるレベルの元ネタになりますね。ちょっと違うのにしましょう。よくある「主要な天体まで、歩くと何年？ 飛行機

で何年？」というやつです。こちらは Copilot でやってみます。太陽、いくつかの惑星、有名な恒星、銀河などを合計7つほどあげて、何光年離れているかをしめし、歩くと何年、自転車で何年、新幹線のぞみなら何年、飛行機なら何年という図を作ってください。



なんだか、フォントの修正がうまくいかないし、デザインが日本の新幹線じゃないのですが、まあそれはそうと、自分で描こうとしてもここまでは描けませんからよしとしますか。下図には十分すぎるほどです。課金しないといけなのかな。むしろ人間のイラストレーターにお金をはらった方がいいでしょうね。これは。

気を取り直して、別のをやってみましょう。こんどは ChatGPT を使ってみます。

太陽系の惑星と衛星の図を、正しい縮尺で

おー、いいね...ん？ おい、水星に勝手に衛星つくるんじゃないよ。ハルシネーションですな。あと、土星の衛星の縮尺がおかしかったり、海王星の衛星のトリトンがやたら大きくてかつ変形していたり、色々問題がありますな。少し高度なものに挑戦してみましょう。

月の表面のクレーターの数と密度から、月面のどこが古くてどこが新しいか、マップにして示して。

えー、ハルシネーション入ってますね。このまま出されたら信じてしまいそうです。注釈はありますが、タイトルが危険。ただクレーターの密度は正しい感じであります。で、学術的に示されたものは、こちらです。地図の図法が違うので比べにくいとは思いますが、傾向が少しだけ違うのはわかるかしら。

ということで、まだちょっと危ういところはあるものの、下図を描くには十分すぎる感じですな。科学番組のシナリオの絵コンテ作らせるなら、よいですな。私はなにしろ絵が描けないのです。

引き続き、色々遊ぼうと思います。

