

## 富士通ら、太陽高エネルギー粒子の増加をもたらす太陽フレアの条件を発見

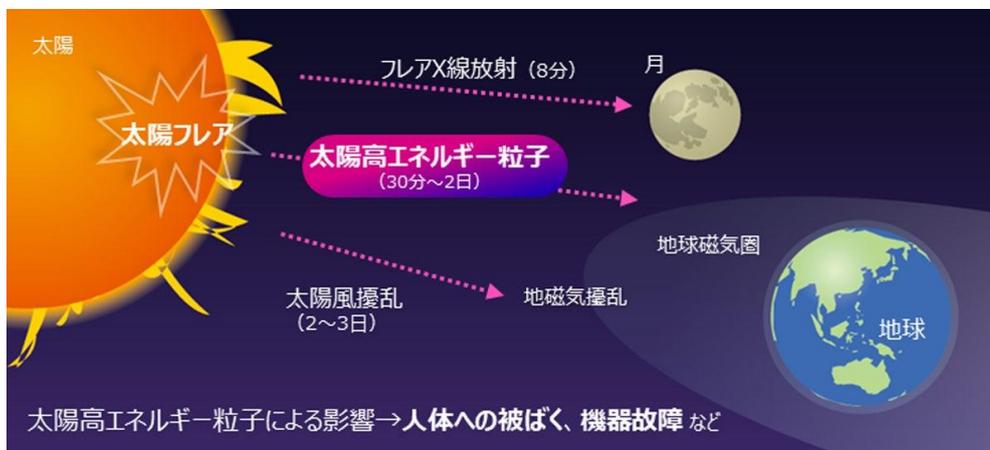
掲載日 2024/03/14 11:55 著者：熊谷知泰

東海国立大学機構と富士通は3月14日、月・火星・惑星間空間での人類活動の安全確保を目指す、宇宙放射線の発生予測に関する共同研究において、富士通のAIプラットフォーム「Fujitsu Kozuchi」に搭載された「Wide Learning」を適用し、宇宙天気に影響を与える太陽高エネルギー粒子の増加要因となる太陽フレアの発生条件を見出す成果を得たと発表した。

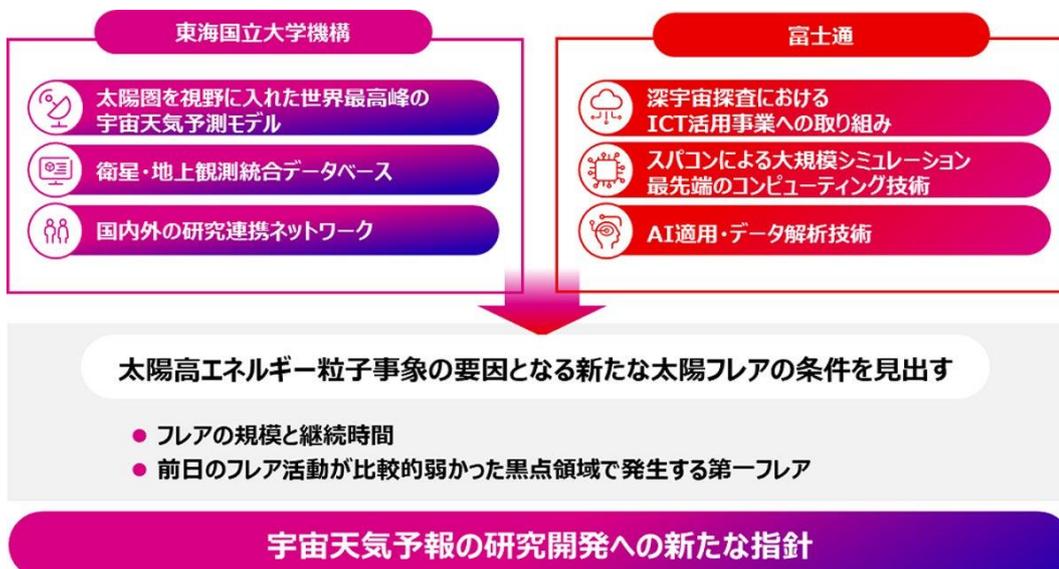
### 研究の背景

両者は2023年2月24日に包括協定を締結し、名古屋大学 宇宙地球環境研究所と人類の活動圏が宇宙に広がる近未来を見据えた宇宙天気予報の高度化に関する共同研究を実施してきた。宇宙天気は宇宙での活動だけでなく、生活に関わる通信障害や衛星測位の乱れ、航空路決定などにも影響を及ぼすため、国内外で宇宙天気の観測や高度化に向けた研究が進められている。

宇宙天気現象の中でも特に人工衛星や宇宙飛行士の活動に影響する要因として、太陽光エネルギー粒子が挙げられる。太陽高エネルギー粒子は太陽フレアやコロナ質量放出に伴って突発的に形成される、宇宙空間を伝搬する宇宙放射線の一種であり、直接被ばくすると致死線量に達する場合もある。宇宙での安全確保に向けて、太陽高エネルギー粒子の発生とその量の予測が重要となる。



### 太陽高エネルギー粒子による影響のイメージ



### 具体的な手法と成果

今回、太陽高エネルギー粒子の増加をもたらす太陽フレアの発生条件を導き出すために、富士通の説明可能な AI である「Wide Learning」を用いた。太陽フレアの明るさや発生位置、継続時間などの特徴となるデータを活用し、太陽高エネルギー粒子事象の発生につながる条件を分析している。

利用したデータは以下の 3 つ。米国海洋大気庁（NOAA）の宇宙天気予測センターが提供する過去の太陽高エネルギー粒子の増加事象および太陽フレアの明るさや継続時間、位置に関するデータベース。米国航空宇宙局（NASA）の Solar Dynamics Observatory 衛星が観測した太陽黒点周辺領域の太陽表面磁場データ。宇宙地球環境研究所が開発したスキームを使って名古屋大学情報基盤センターが 2020 年に導入した「不老」によって計算された黒点周辺の 3 次元磁場モデル。

### 共同研究の概要

データ分析の結果、太陽高エネルギー粒子の発生において、太陽フレアの規模と継続時間が重要であることに加え、フレア発生数が少ない黒点領域で発生する第一フレアが太陽高エネルギー粒子の増加をもたらしやすいことが発見できた。今回の研究成果は太陽高エネルギー粒子事象の予測において、前日のフレア活動が比較的弱かった黒点領域で発生する第一フレアの予測が重要であることを示唆しており、今後の宇宙天気予報の研究開発に新たな指針を与えるものだという。

[https://news.biglobe.ne.jp/economy/0314/prt\\_240314\\_8444297031.html](https://news.biglobe.ne.jp/economy/0314/prt_240314_8444297031.html)

## 東海国立大学機構と富士通、包括協定における宇宙天気予測の課題探索や技術開発

### を加速

2024 年 3 月 14 日（木）14 時 17 分 [PR TIMES](#)

富士通の説明可能な AI を活用し、膨大な組み合わせの中から太陽高エネルギー粒子の増加をもたらす太陽フレアの条件を見出す

国立大学法人東海国立大学機構（本部：名古屋市千種区、機構長：松尾 清一、以下、東海国立大学機構）と富士通株式会社（本社：東京都港区、代表取締役社長：時田 隆仁、以下、富士通）は、月・火星・惑星間空間（注 1）での人類活動の安全確保を目指した、宇宙放射線の発生予測に関する共同研究において、富士通の AI プラットフォームである Fujitsu Kozuchi に搭載された説明可能な AI の「Wide Learning(TM)」を適用し、宇宙天気に影響を及ぼす太陽高エネルギー粒子（注 2）の増加要因となる太陽フレア（注 3）（以下、フレア）の発生条件を見出す成果を得ました。両者は今後も、宇宙天気予報の更なる高度化を通じて、人類の深宇宙への進出に貢献する研究を加速します。なお、これらの成果について 2024 年 3 月 11 日（月曜日）より開催中の日本天文学会 2024 年春季年会で発表します。

### 【背景】

東海国立大学機構と富士通は、2023 年 2 月 24 日に締結した包括協定（注 4）のもと、東海国立大学機構 名古屋大学宇宙地球環境研究所（所長：塩川 和夫、以下、宇宙地球環境研究所）と富士通は、人類の活動圏が宇宙に広がる近未来を見据えた宇宙天気予報の高度化に関する共同研究を実施しています。宇宙天気は、宇宙での活動はもちろん、生活に関わる通信障害や衛星測位の乱れ、航空路決定などに影響を及ぼすため、国内外で宇宙天気の観測や高度化に向けた研究が進められています。

宇宙天気現象の中でも、特に人工衛星や、宇宙飛行士などの人体へも直接影響するものとして太陽高エネルギー粒子があります。太陽高エネルギー粒子は、フレアやコロナ質量放出（注 5）に伴い突発的に形成され宇宙空間を伝搬する宇宙放射線（注 6）の一種であり、宇宙空間において直接被ばくすると致死線量に達する場合があります。そのため、今後さらに加速する人類の宇宙進出に向け、安全を確保するためには、太陽高エネルギー粒子の発生とその量の予測が重要となります。

[画像 1: <https://prtimes.jp/i/93942/268/resize/d93942-268-13f3c3cf76e6e4458a22-0.png>]

**【手法と成果】** 太陽高エネルギー粒子の増加をもたらすフレアの発生条件を導き出すために、富士通の説明可能な AI である「Wide Learning(TM)」を用いて、フレアの明るさや、発生位置、継続時間などの特徴である以下のデータを活用し、それらの膨大な組み合わせの中から、太陽高エネルギー粒子事象の発生につながる条件を分析し抽出しました。

#### 利用したデータ

- ・ 米国海洋大気庁 (NOAA) の宇宙天気予測センターが提供する過去の太陽高エネルギー粒子の増加事象およびフレアの明るさや継続時間、位置に関するデータベース
- ・ 米国航空宇宙局 (NASA) の Solar Dynamics Observatory 衛星 (注 7) が観測した太陽黒点周辺領域の太陽表面磁場データ
- ・ 宇宙地球環境研究所が開発したスキームを使い、名古屋大学情報基盤センターが 2020 年に導入した富士通製スーパーコンピュータ「不老」によって計算された黒点周辺の 3 次元磁場モデル (注 8)

分析の結果、太陽高エネルギー粒子の発生において、フレアの規模と継続時間が重要であることに加え、フレア発生数が少ない黒点領域で発生する第一フレアが太陽高エネルギー粒子の増加をもたらしやすいことを見出しました。フレアはある黒点において連続して発生する傾向があるため、フレア発生の予測には直前に発生したフレアの履歴が利用されていました。本研究成果は、太陽高エネルギー粒子事象の予測において、前日のフレア活動が比較的弱かった黒点領域で発生する第一フレアの予測が重要であることを示唆しており、今後の宇宙天気予報の研究開発に新たな指針を与えるものになります。

なお、本研究にて構築した分析モデルでは、従来の太陽高エネルギー粒子の増加予測手法と同等の精度で予測を実現でき、加えて、黒点周辺の 3 次元磁場モデルに基づいた独自のパラメータを用いることで、さらに精度が向上することを確認しました。

[画像 2: <https://prtimes.jp/i/93942/268/resize/d93942-268-78626ee710039c9edf86-1.png>]

**【今後の展望】** 今後も両者は、太陽高エネルギー粒子事象の要因となる第一フレアの予測などに関する分析を進め、太陽高エネルギー粒子の発生の手がかりを提示する研究を加速すると共に、東海国立大学機構が持つ宇宙科学分野における知見と、富士通のテクノロジーを融合させることで、宇宙天気予報の研究開発と社会実装に取り組み、宇宙空間での安全な活動への貢献を目指します。

**【商標について】** 記載されている製品名などの固有名詞は、各社の商標または登録商標です。

#### 【注釈】

注 1 惑星間空間：太陽系の惑星間にある空間のこと (<https://astro-dic.jp/interplanetary-space/>)

注 2 太陽高エネルギー粒子：(プロトン現象) 太陽フレアやコロナ質量放出に伴って加速された高エネルギー粒子が発生する現象 (<https://astro-dic.jp/solar-proton-event/>)

注 3 太陽フレア：太陽で発生する爆発的な増光現象 (<https://astro-dic.jp/solar-flare/>)

注 4 包括協定：東海国立大学機構と富士通、SDGs や Society5.0 の実現に向けて、ウェルビーイング社会の創生と宇宙活動における課題探索や技術開発に関する包括協定を締結 (2023 年 2 月 24 日 富士通プレスリリース) (<https://pr.fujitsu.com/jp/news/2023/02/24.html>)

注 5 コロナ質量放出：太陽コロナのプラズマが突発的かつ大量に惑星間空間へ放出される現象 (<https://astro-dic.jp/coronal-mass-ejection/>)

注 6 宇宙放射線：宇宙空間に存在する様々な放射線の総称  
([https://edu.jaxa.jp/contents/other/seeds/pdf/2\\_radiation.pdf](https://edu.jaxa.jp/contents/other/seeds/pdf/2_radiation.pdf))

注 7 Solar Dynamics Observatory：Solar Dynamics Observatory Mission (<https://sdo.gsfc.nasa.gov/>)

注 8 黒点周辺の 3 次元磁場モデル：Kusano et al. 2020 Science  
(<https://www.science.org/doi/10.1126/science.aaz2511>)

#### 【関連リンク】

・ Wide Learning(TM) について (<https://widelearning.labs.fujitsu.com/ja/>)

・ 日本天文学会 (<https://www.asj.or.jp/jp/>)

【本件に関するお問い合わせ】

国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学 学術研究・産学官連携推進本部 電話：052-788-6150

E-mail：sangaku@aip.nagoya-u.ac.jp

富士通株式会社 富士通コンタクトライン（総合窓口）0120-933-200（通話無料）

受付時間：9時～12時および13時～17時30分（土曜日・日曜日・祝日・富士通指定の休業日を除く）

お問い合わせフォーム (<https://contactline.jp.fujitsu.com/customform/csque04802/873532/>)

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20240313-2905421/>

## カイロス初号機の爆発を受けスペースワンが会見 - 「原因は調査中」

掲載日 2024/03/13 18:16 著者：大塚実

スペースワンは3月13日、スペースポート紀伊(和歌山県串本町)より「カイロス」ロケット初号機を打ち上げたものの、点火から5秒ほどで爆発、機体は落下し、打ち上げは失敗した。同社は同日14時より、記者会見を開催、豊田正和社長らが出席し、現時点で分かっていることについて説明した。



公式見学場である旧浦神小学校からは、激しく爆発している様子が見えた

同ロケットは、高さ約18m、重量約23トンの小型固体ロケット。固体3段+PBS(液体推進系キックステージ)という構成で、国の基幹ロケットである「イプシロン」を一回り小型にしたような印象。実際、同社の設立には、イプシロンなど日本の固体ロケットを牽引してきたIHIエアロスペースが関わっており、技術的には近いと見られる。会見の冒頭、豊田社長は現状を報告。爆発した破片はすべて敷地内に落下し、発生した火災もすでに鎮火。第三者損害は発生しなかったことを確認し、「安全な飛行中断ができた」とした。今回の失敗を受け、社内に対策本部を設置。今後、データを解析し、原因を究明していくという。

失敗の原因についてだが、まだなにも分かっておらず、阿部耕三執行役員も「現在調査中」と繰り返した。現時点で分かっているのは、ロケットに搭載されている自律飛行安全システムが作動した、ということのみ。このシステムが何らかの異常を検知、各段に搭載されている火工品を作動させ、飛行を中断したと見られる。自律飛行安全システムは、ロケットに異常が発生したとき、周囲の安全を確保するために搭載されている装置だ。詳細については不明だが、同社の遠藤守取締役によれば、リフトオフ後に、位置と速度、アクチュエータ等の状態、自律飛行安全システム装置の状態などを常に監視しているという。

遠藤取締役によれば、爆発する5秒までの飛行データは取れているとのこと、今後分析を進め、原因を究明することになる。機体は激しく損傷しているだろうが、破片は地上に散らばっており、回収はしやすい。それらを調べることで、分かることもあるだろう。豊田社長は、「スペースワンとしては、失敗という言葉は使わない」とコメント。「1つ1つの試みの中に新しいデータや経験があり、それはすべて新しい挑戦の糧となる。これは会社としての文化だと考えて欲しい」と述べる。「ここで諦めること無く、前に向かって進む。年間20~30機の打ち上げを実現することが、皆様に満足してもらう道。出発点に立ったつもりで頑張りたい」

と、落胆した様子は一貫して見せなかった。2023年7月には、「イプシロンS」ロケット第2段モーターの地上燃焼試験において、爆発事故が起きたばかり。ただ、こちらの原因はすでにイグブースタの熔融と特定できており、対策も立てられた。カイロスも地上燃焼試験に成功しており、直接の関係は考えにくい、事故が連続して発生するのはちょっと気になるところだ。

<https://news.yahoo.co.jp/articles/f3f0d7f71ad3aedbf7e27b6a63f2129326b08d9d?page=1>

## 『失敗』という言葉は使わない ロケット・カイロス発射直後に爆発 「全て挑戦

### への糧」とスペースワン会見

3/13(水) 19:37 配信

FNNプライムオンライン



FNNプライムオンライン

和歌山県串本町で民間ロケット発射場から国内初のロケット発射が行われたが、直後に爆発して失敗に終わった。爆発したロケット「カイロス」に、いったい何があったのか。『失敗』という言葉は使わない ロケット・カイロス発射直後に爆発 「全て挑戦への糧」とスペースワン会見 多くの人が注目した小型ロケット「カイロス」。しかし発射からおよそ5秒後、爆発し大きな炎と煙が上がった。爆発の衝撃で機体はバラバラに。発射場に取り付けられたカメラには、ロケットの破片のようなものが空から落ちてくる様子が映っていた。発射台周辺では激しく炎が上がっているところもあり、ロケットの機体の一部とみられるものも確認された。打ち上げから約10分後にはスタッフが現場を確認しに来る様子もみられた。

■多くの地元の人が見学する中、ロケットは現れず、煙だけが立ち上る

地元の人たちは小学校の屋上で打ち上げを見守っていたが、ロケットは現れず、山の奥から煙だけが立ち上った。地元の人:飛んでない。飛んだら上行くはずだけど、行かなかった。バーっといくつも割れたから。地元の人:上がった。落ちたん?落ちた! 地元の人:また煙が出てる 地元の人:何年も待ったのによ 発射場から約2キロ離れた見学会場でも、発射時間になってもロケットが現れず、場内アナウンスが流れて… 場内アナウンス:爆発して機体がばらばらになったと。見学会場の人:えー。見学会場の人:残念、悲しいな〜。楽しみにしてたのにな。見学会場の人:この間よりもショックかな。楽しみにしてたんやけどな。見学会場の人:本当だったら見えたはずなのが、煙しか見えなくて、がっかりしました。

■日本初 民間発射場から打ち上げられた小型ロケット「カイロス」

小型ロケット「カイロス」は、全長18メートル。将来、年間30機打ち上げることを目指して民間企業が開発したもので、日本では初めての民間発射場からの打ち上げだった。また搭載している政府の小型衛星の軌道投入に成功すれば、民間単独では、国内で初めてのことになるはずだった。「カイロス」は当初、3月9日に打ち上げが予定されていたが、安全確保のための警戒海域に船舶が残っていたため、直前に延期になった。こうした中で待ち望まれていた13日の打ち上げ。打ち上げ直後に爆発して起きた火災は消し止められ、けが人などはということだ。13日の結果を受け、串本町の田嶋町長は… 和歌山県串本町 田嶋勝正町長:いやー、きょうの日を楽しみにしていましたから本当に残念ですね。町としてはロケットと一体となって町づくりをしていくと決めましたから、必ずスペースワンをバックアップしながら、町も一日も早く初号機が打ち上がるように協力していきたいと思います。

[次ページは： ■「『失敗』という言葉は使いません。全て今後新しい挑戦に向けての糧」](#)

■「『失敗』という言葉は使いません。全て今後新しい挑戦に向けての糧」

スペースワン 豊田正和社長:皆さまの期待に十分お応えができなかったことに対して深くおわび申し上げます  
午後2時過ぎ、スペースワンが会見を開き、打ち上げの失敗について説明を行った。スペースワン 豊田正和社長:リフトオフをして約5秒後、飛行中断の措置が取られました。原因については対策本部を立ち上げて現在調査中でございます。スペースワンの関係者の被害もないことも確認させていただきました。したがって安全な飛行中断をすることができたと考えています。スペースワンによると、ロケットは浮上したものの、次のステップの第1段ロケットの分離などに移る際に、何らかの異常を検知し、搭載されたシステムで自動的に爆発したのではないかということだ。スペースワン 遠藤守取締役: (Q.破壊の判断自体は正しかった?) そういうことも含めて、原因究明は幅広く現在進めています。 (Q.ロケットの到達高度は?) 100メートルはいいですね。きっと50メートルか60メートルぐらいか。 (Q.5秒くらいで破壊されることも織り込み済み?) まず安全確保という観点が第一ですので、損害が出るような地域には落下させないことをあらかじめ設定したうえで飛行安全管制をしている。山林の火が付くのも我が社の敷地の中ですので、そういうことも織り込みながら消防車の準備とかもやっています。スペースワンは早急に原因の究明をしたいとしている。多くの人が期待を寄せていたプロジェクトだが、今後の計画への影響は? スペースワン 豊田正和社長:次のタイミングというのは原因究明してみないと分かりません。次の段階に進むためには何と言っても再発防止策を明確にしないといけませんので。スペースワンとしては『失敗』という言葉は使いません。なぜかという一つ一つの試みの中に新しいデータがあり、経験があり、そうしたものは全て今後新しい挑戦に向けての糧と考えております。計画自身を変える気持ちは全くございません。

[次ページは： ■打ち上げまで取材してきた記者 現地からレポート](#)

■打ち上げまで取材してきた記者 現地からレポート

打ち上げから6時間ほどたった現地の状況を、串本町で打ち上げの瞬間まで取材を続けてきた関西テレビ 靄山記者が報告する。関西テレビ 靄山あやの記者:カイロスは奥に見える山の向かう側から打ち上げられました。午前11時頃に打ち上げられた時、こちらの会場で多くの人が見守っていたんですけども、今は露店も撤収され、人の姿もなく閑散としています。私はまさにこの場所で打ち上げを見守っていました。カウントダウンの後、ゴウという地鳴りのような大きい音がして、みんな息をのんで見守っていたんですけども、その時同時にパンという小さい爆竹のような音がしたと思います。しかしロケット発射を見るのはほとんどの皆さんが初めての経験なので、どこまでが普通のことか分からず、ロケットの姿がなかなか見えなくて困惑したような様子でした。徐々に白い大きい煙がもくもくと上がってきて、『もしかして爆発だったんじゃない?』という雰囲気になり、最終的にアナウンスで失敗したというコメントがあって、皆さん落胆していました。串本でロケット打ち上げを楽しみにしている地元の方を取材してきました。その中で『町をあげて串本をロケットの街にするんだ』という希望をすごく感じていました。一方で宇宙ビジネス、ロケットビジネスが簡単なものではないことも同時に感じていました。何十回という失敗をへて、その先によりやく成功が得られる世界だということです。午後2時から、スペースワンの会見がありました。そこでは、とにかく早く原因を究明して次のチャレンジをしたいという姿勢が感じられました。スペースワンでは『失敗』という言葉を使わず、今回はミッション未達成だったけれども、次こそ達成するという強い意志を感じました。また会見の中で、アメリカの会社で初年度にはロケットの打ち上げうまくいかなかったけれども、翌年に3基のロケットを打ち上げた会社もあり、そういうスピード感をもった会社とわれわれは戦っていかないといけないという発言もありました。ぜひ熱が冷めないうちに、またみんなで発射を見守りたいと思います。(関西テレビ「news ランナー」2024年3月13日放送) 関西テレビ

<https://www.cnn.co.jp/fringe/35216528.html>

## スペースXのスターシップ、宇宙空間に到達 3回目試験

2024.03.15 Fri posted at 06:45 JST



米宇宙企業スペースXが、史上最大の新型ロケット「スターシップ」を試験で打ち上げた/Chandan Khanna/AFP/Getty Images

(CNN) 米宇宙企業スペースXは14日、米南部テキサス州の発射施設から史上最大の新型ロケット「スターシップ」を試験で打ち上げた。スターシップはブースター（推進装置）から切り離され、順調に宇宙空間に到達。その後大気圏に再突入してから交信が途絶えたが、打ち上げ後に爆発した過去2回の試験に比べ大きな成果を収めた。同社によると、スターシップは軌道に入るのに十分なスピードに到達。また飛行中に燃料を移し替えたり、貨物扉を開閉したりする試験を実施した。これらの試験が完全に成功したかどうかは今後データで検証する。予定されていたインド洋へのスターシップの着水はなかった。同社が運用する衛星通信システムのスターリンクと、追跡データ中継衛星システムの両方との交信が同時に途絶えたことから、スターシップは壊れたとみられる。ブースターの状態も不明。過去2回の試験ではスターシップとブースターは目的地に到達する前に炎に包まれた。今回の試験で順当な進展が見られたことを受けて、同社の最高経営責任者（CEO）のイーロン・マスク氏は「スターシップは人類が多惑星で生きられるようにする」と所有するX（旧ツイッター）に投稿した。米航空宇宙局（NASA）のネルソン長官もXでスペースXに祝意を送った。NASAは月面に人類を再び送る「アルテミス計画」を進めており、早ければ2026年9月にも米宇宙飛行士を送る。スペースシップはその際に使用される機材に選ばれている。

[https://news.biglobe.ne.jp/domestic/0315/jc\\_240315\\_1616190397.html](https://news.biglobe.ne.jp/domestic/0315/jc_240315_1616190397.html)

## スペースXの大型宇宙船、宇宙空間に到達 大気圏に再突入後に信号途絶え、空中分解か

2024年3月15日（金）20時7分 [J-CAST ニュース](#)



### [写真を拡大](#)

資産家イーロン・マスク氏の米宇宙開発企業「スペースX」が2024年3月14日、大型宇宙船「スターシップ」を無人で打ち上げ、宇宙空間で軌道投入に成功した。

しかし、地球に戻ろうと、大気圏に再突入後に信号が途絶えてしまった。

### 前回2回と比べて一定の前進

スペースXは、将来に月や火星に飛行することも想定し、開発中のスターシップの試験飛行を続けている。

スターシップは、アメリカ南部テキサス州にある発射場から打ち上げられ、3分後にロケットを切り離して、さらに高度を上げて飛行を続け、宇宙空間に到達した。しかし、打ち上げから約50分後、試験飛行の終盤で大気圏に再突入した後、信号が途絶え、予定していたインド洋への着水はできなかった。途中で空中分解した可能性があるとみられている。スターシップの試験飛行はこれで3度目となる。前回2回は、打ち上げ直後に爆発したり信号が途絶えたりしており、一定の前進はあった。

[https://scienceportal.jst.go.jp/newsflash/20240313\\_n01/](https://scienceportal.jst.go.jp/newsflash/20240313_n01/)

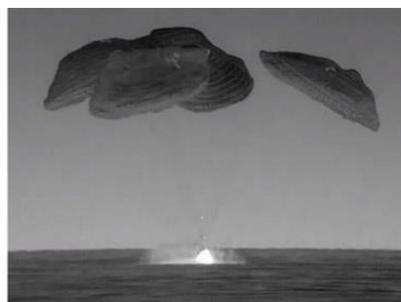
## 古川さん ISS から帰還、多数の実験こなし「宇宙をもっと身近に」 2024.03.13

国際宇宙ステーション（ISS）で6カ月半の滞在を終えた古川聡さん（59）ら4人の飛行士を乗せた米スペースX社の宇宙船「クルードラゴン」が日本時間12日午後、米フロリダ州ペンサコーラ沖に着水し、地上に無事帰還した。古川さんは滞在中、今後の国際月探査を視野に入れたものを含め、各種の実験を精力的にこなし



無事に帰還し、船外に運び出される古川さん（NASA テレビから）

古川さんはISSに滞在を続ける飛行士らと別れを惜しんだ後、米国、ロシア、デンマークの3人とクルードラゴンに搭乗。12日午前零時20分、高度約400キロにあるISSから離脱した。徐々に降下して大気圏に突入。パラシュートを開いて午後6時47分頃に着水した。クルードラゴンは再利用可能。古川さんらが乗った7号機の機体は「エンデュアランス（耐久、忍耐）」と命名されており、3、5号機に続く3回目の運用を無事に終えた。古川さんはISS離脱前の10日午後、X（旧ツイッター）に「私自身にも孫がいますが、その世代が成長する頃には宇宙がもっと身近になっているはずです。私のISS長期滞在ミッションはその準備でもありました」と投稿し、活動を振り返った。



古川さんらが乗ったクルードラゴン。ISS離脱直前（左）と着水時の様子（いずれもNASAテレビから）

物体を船外に曝露（ばくろ）する実験の作業を進める古川さん＝昨年9月（NASA提供）

12年ぶり2回目の飛行となった古川さんは昨年8月26日に地球を出発しており、今回の宇宙飛行は199日に及んだ。通算では366日となり、若田光一さん（60）の504日に次ぎ日本人2番目の長さとなった。

ISS滞在中は日本実験棟「きぼう」などで活動し、次世代水再生システムの実証、微小重力での固体材料の燃え方を調べる実験の関連作業、撮影ロボットの実証、細胞が重力を感じる仕組みを探る実験、微小重力で臓器を作ることを目指す実験の関連作業、超小型衛星の放出などを進めた。各国の若者が参加した宇宙実験、ロボットプログラミング競技会など、次世代育成にも取り組んだ。

古川さんは1964年、神奈川県生まれ。博士（医学）。少年時代、人気特撮作品「ウルトラセブン」に憧れ宇宙に関心を持った。消化器外科の臨床及び研究への従事を経て、99年に山崎直子さん（53）＝2011年にJAXA退職、星出彰彦さん（55）と共に飛行士候補に選ばれた。11年にISSに5カ月半滞在した。地上ではJAXAの宇宙医学生物学的研究グループ長を歴任するなど、宇宙医学研究を推進してきた。

自身の身体の変化にも強い関心を示し、2月にはXに「興味深いのは、飛行前に比べ宇宙で増えているのではと予想していた胸囲が4～5センチ減っていたことです。微小重力による体液シフトにて脳への血流が増えたことで、身体が体液過剰とみなし、尿などで体液を減らし微小重力環境に適応した結果なのかもしれません」などと、考察とともに投稿している。

日本人のISS長期滞在は12回目だった。油井亀美也（ゆい・きみや）さん（54）、大西卓哉さん（48）がそれぞれ、来年にも長期滞在することが決まっている。

<https://www.cnn.co.jp/fringe/35216576.html>

## 老朽化したボイジャー1号から驚きの応答、通信障害の復旧に期待

2024.03.15 Fri posted at 14:25 JST



ボイジャー1号から機体の現状を確認する上で期待の持てる無線信

号が寄せられたという/NASA/JPL via CNN Newsource

（CNN） 恒星間空間を飛行する探査機「ボイジャー1号」に地球から交信を試みたところ、期待の持てる反応が返ってきたことが分かった。技術チームは数カ月前から続く老朽化したボイジャー1号の通信障害を修復したい考えた。ボイジャー1号は1977年に打ち上げられ、現在はボイジャー2号とともに太陽系の果ての未知の宇宙空間を飛行中。ボイジャー1号は今でも地球の管制チームに無線信号を送り続けているものの、11月以降はこの信号に利用可能なデータが含まれていない状態だった。これはボイジャー1号に搭載されたコンピューター3台の一つに問題があることを示している。だが最近送信されてきた新たな信号を見ると、ボイジャー1号の状態を理解しようとするNASAミッションチームの試みに一定の進展があったのかもしれない。ボイジャー1号は現時点で地球から最も遠い位置にいる宇宙探査機で、その距離は約240億キロに上る。一方、ボイジャー2号は地球から203億キロ以上の距離まで飛行した。両機とも恒星間空間を飛行中で、太陽の磁場や粒子が届くヘリオスフィア（太陽圏）のさらに外で運用中の宇宙探査機はこの2機のみだ。ボイジャー1号、2号の当初の設計寿命は5年だったが、現在では歴史上最も長く運用されている宇宙探査機となっている。木星、土星、天王星、海王星のフライバイ（近傍通過）を行うという当初の目標を数十年前に達成した後も、太陽系やその外の領域についてさらなる知見を提供している。ただ、老朽化が進むにつれ、両機とも課題に直面しているのが現状だ。

<https://sorae.info/space/20240314-mars-mission.html>

**NASAの商用火星探査ミッション再開に是非を問う声** 2024-03-14 [KadonoMisato](#)

人類は火星への有人飛行という夢を追い求め続ける中、その是非を問いただすべき時かもしれません。



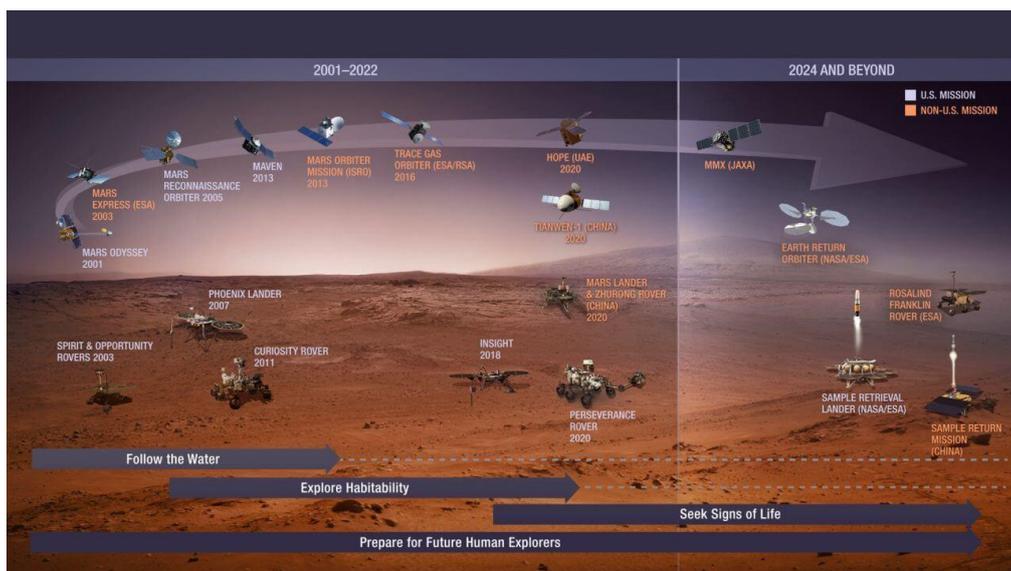
【▲ 画像処理された火星の姿 (Credit: Jody Swann/Tammy Becker/Alfred McEwen)】

【▲ 「ブルーベリー」と呼ばれる火星上に存在する球体状の形成物 (Credit: NASA/JPL-Caltech/Cornell/USGS)】

オーストラリア・カーティン大学の Steven Tingay 教授（電波天文学）は、同国のメディアサイト The Conversation に、「アメリカ航空宇宙局（NASA）は商用火星探査ミッションを追求しているが、人類は今なお火星に赴くことを望むのか？」という題名の論考を寄稿しました。

### 50 を数える火星ミッション

ソビエト連邦（現ロシア）が 1960 年に「マルス 1960A」ミッションで火星へのフライバイを試みて以降、人類は 50 もの火星ミッションを開始しました。NASA が 1965 年 7 月に「マリナー」4 号で火星へのフライバイに成功したミッションを含め、31 のミッションに成功しています。こうした火星探査ミッションは主に、大気、軌道、地質などに関する情報を地球に送り返すことを目的としており、「マリナー」9 号による液体が地表を侵食した痕跡の発見（1971 年）、探査車「オポチュニティ」による幅が 3cm ほどの球体状の形成物「ブルーベリー」の発見（2004 年）、その形成物がかつて火星に存在した水によって生み出された可能性など、人々の関心を引く発見をもたらしました。その一方で、近年では欧州宇宙機関（ESA）の火星探査機「スキャパレリ」の墜落（2016 年）のように、ミッションが失敗に終わったケースもあります。火星探査には 1 ミッションあたり 10 億米ドルを超える莫大な予算がかかり、世界の主要な宇宙機関はこれまでに 500 億米ドル以上を投資してきたといえます。人類を火星に送るためには、さらなる技術向上と莫大な投資が必要です。



【▲ 火星への有人探査実現に向けたミッションの数々 (Credit: NASA)】

NASA ジェット推進研究所（JPL）が 2024 年 1 月 26 日にパートナー募集を公表した「Exploring Mars Together」は、Relativity Space と Impulse Space による民間火星探査ミッションに続く火星ミッションです。両企業は、2024 年に火星に宇宙船を送る民間火星探査ミッションの計画を 2022 年に発表し、NASA と資金援助を伴わない宇宙法協定（SAA: Space Act Agreement）を締結しました。しかし、2023 年 3 月に 3D プリンタで製造された再利用可能な「Terran R」ロケットが軌道投入に失敗したことで、ミッションは 2026 年まで延期されました。今回の「Exploring Mars Together」ミッションでは、50kg 以下の小型ペイロードの運搬（「相乗

り」(ホステッド・ペイロード)オプションの余地あり)や、1250kgほどの大型ペイロードを火星周回軌道へ運搬(相乗りオプションの余地あり)、火星での撮像サービス、および火星と地球間の通信中継サービスへの入札が可能になります。

### 一長一短ある商用火星探査ミッション

Tingay 教授は、商用ミッションのもつ潜在能力を認めています。SpaceX のような民間企業が火星への有人飛行を目指していることや再利用可能なロケットの製造や打ち上げに成功していることを例に出し、商用火星探査ミッションが以前よりも実現可能であることを強調しています。また、宇宙開発から派生する技術の経済的、社会的影響が大きいと述べています。



#### 【▲ SpaceX による火星ミッションの紹介動画】 (Credit: SpaceX)

その一方で同教授は、アメリカ連邦政府が自前で宇宙開発に傾倒しなくなりつつあることを根拠に、NASA の宇宙開発に費やせるキャパシティの衰えを指摘しています。また、火星への有人飛行を 2025 年に計画していたオランダの Mars One が 2019 年に破産したケースを引き合いに出し、民間企業が火星探査ミッションに参画することのリスクの高さを懸念材料として挙げています。

関連記事: [ISS 退役後の商業宇宙ステーションは? NASA が企画案を外部事業者から募る](#) (2021 年 11 月)

火星探査の意義についての議論は続いており、一部では宇宙開発よりも地球への注目や持続可能性の重視を訴える声もあります。それでも Tingay 教授は、これまでの人類の科学的探究が成功してきた歴史を引き合いに出し、熱意と資本さえあれば火星探査は実現可能であると、私たちに対して火星探査への期待を促すような結論で論考を締めくくっています。

Source

[The Conversation](#) - NASA is looking for commercial Mars missions. Do people still want to go to Mars?

[Ars Thcnica](#) -For the first time NASA has asked industry about private missions to Mars

[Relativity Space](#) - NEW AGREEMENT WITH NASA PUTS RELATIVITY SPACE ON PATH TO OPERATE ONE OF AMERICA'S LARGEST ROCKET ENGINE TEST FACILITIES

[NASA](#) - Exploring Mars Together

[System for Award Management](#) - Exploring Mars Together: Commercial Services Studies 文/Misato Kadono

<https://uchubiz.com/article/new42105/>

## 中国、宇宙での資源利用の立場を表明-「宇宙条約」に従う 2024.03.13 11:45 [塚本直樹](#)

[中国](#)は国連宇宙空間平和利用委員会 (United Nations Committee on the Peaceful Uses of Outer Space : COPUOS) に対し、宇宙資源の利用に関する立場を明かした。

中国の声明によれば、中国の宇宙資源の利用は許されるものと考えているが、1967 年の「宇宙条約 (Outer Space Treaty : OST)」に従って実施されなければならないと述べている。

非営利団体の米 [Secure World Foundation](#) で法務・宇宙法担当ディレクターを務める Christopher Johnson 氏は、「中国は COPUOS のような国際的なフォーラムを真剣に受け止めており、フォーラムやプロセスに誠実に

関与しているようだ」と語っている。 Johnson 氏によれば、中国が提出した文書（[PDF](#)）は米中両国が宇宙資源を利用することの望ましさ、宇宙における長期的なプレゼンスの必要性を理解しているという。米中両国はほぼ同じ立場に置いているように見えるとも指摘している。



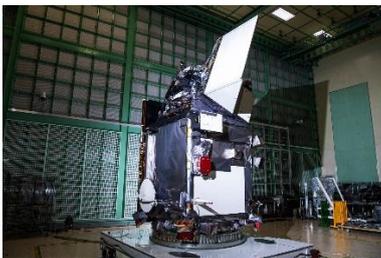
月南極付近のシャクルトンクレーター（出典：NASA / KARI / ASU）

関連情報 [中国が提出した文書（PDF）](#) [SpaceNews](#)

<https://wired.jp/article/nasas-pace-observatory-launch-spacex-aerosols-plankton/> 2024.03.15

## 植物プランクトンやエアロゾルを宇宙から観測、NASA の新衛星が示す地球の未来

一見ちっぽけな存在である植物プランクトンやエアロゾルが、気候変動に大きな影響を与えている。地球温暖化が危機的な状況を迎えているいま、科学者らは地球観測衛星「PACE」を通じて情報を集めようとしている。

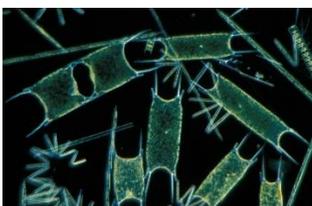


地球観測衛星 PACEPHOTOGRAPH: NASA

[これからの温暖化対策において、大気中のエアロゾルが「不確実要素」になる](#) BY MATT SIMON

空の高い所と広い海原で、ちっぽけながら世界で最も影響力の強いふたつの存在が、かたくなに秘密を守り続けている。エアロゾルと植物プランクトンだ。それらの謎を解き明かす目的で、[NASA](#) は地球観測衛星の [PACE](#)（プランクトン・エアロゾル・雲・海洋エコシステム）を2月に打ち上げた。このミッションがもたらす発見は、世界が温暖化によりどれほど劇的に変化しているかを理解する鍵になると期待されている。

エアロゾルとは、粉塵、山火事の煙、化石燃料由来の汚染物質など、大気に漂う微粒子のことで、日光のエネルギーを吸収・反射し、雲の形成を促す。ただし、その仕組みはとても複雑で、数々の気候モデルをもってしても、まだ[説明にはいたっていない](#)。一方の植物プランクトンは植物に似た微小な海洋生物で、食物網の基礎をなす。炭素を隔離するので、地球の温暖化を遅らせる役に立つ。「基本的に、植物プランクトンは炭素を移動させるので、それが長い時間でどう変化するかを理解する必要があります」と説明するのは、NASA ゴダード宇宙飛行センターのジェレミー・ワーデルだ。観測衛星である PACE は、これまでにはなかった視点から、エアロゾルと植物プランクトンの姿を見せてくれるだろう。そこから得られる情報があれば、人類の世界が今後どう進化していくか、予測できるようになるかもしれない。「大気と海水の温暖化には犠牲が伴います。そして、生物学の観点から見た場合、その犠牲とは食物連鎖の基盤が大きく変化することです」と、プロジェクトサイエンティストとして PACE に関わっているワーデルは言う。



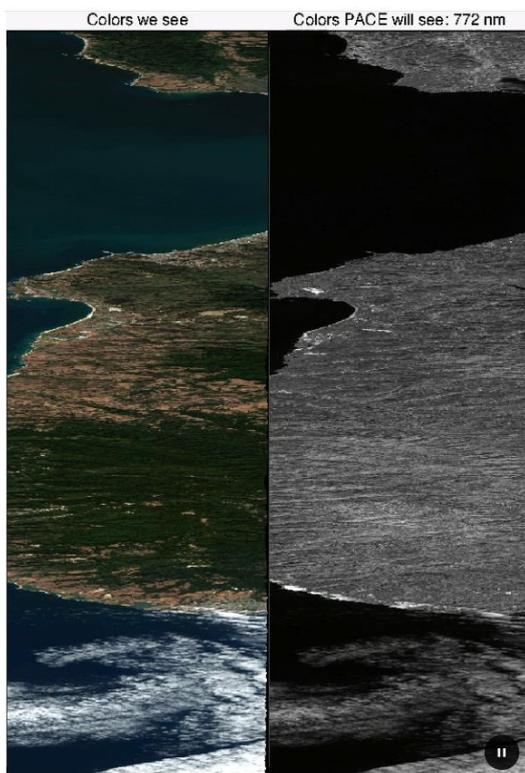
プランクトンにはさまざまな形や大きさ、あるいは緑の色合いがあり、生態系においてあらゆる種類の役割を果たしている。PHOTOGRAPH: ALAMY

### さまざまなプランクトンを識別できる感度

植物プランクトンは微小ではあるが、大海原に緑色の縞模様を描けるほどの数で繁殖する。そのため、衛星から問題なく観測できる一方で、これまでのところ観測されてきたのは、基本的にいつも同じ見た目の緑の縞模様だけだった。しかし PACE に搭載されている極めて高感度な装置を使えば、紫外線から近赤外線まで、電磁スペクトル全体を高感度で観察できる（人間が目で見ることができるスペクトルは、このふたつの間だ）。要するに、PACE はあらゆる色合いの緑を観察できるのだ。

森を眺めたときに、何が見えるかを思い出してみよう。「さまざまな種類の樹木の葉はどれも緑ではありますが、それぞれすこしずつ異なる緑です。つまり、それらは異なる植物なのです」とワーデルは言う。「わたしたちが見たいのは、そうした、とても、とても繊細な色の変化なのです」

その観測を通じて、科学者はどこでなぜ植物プランクトンが繁殖しているのかを知るだけでなく、それらがどのようなコミュニティを形成するかも知ることができる。世界には数え切れないほどの種類の植物プランクトンが存在する。動物プランクトンと呼ばれる微小動物のエサになる種もあれば、有毒なものも、ほかの何よりも多くの炭素を隔離する種もある。現代の人工衛星が宇宙から見る情景は 8 色のクレヨンで描いた絵のようなものだが、PACE の目を使えば、植物プランクトンはまったく違って見えるだろう。「PACE で得られるのは、128 色セットのクレヨンで描いた絵です」とワーデルは言う。



Play/Pause Button VIDEO: ANDY SAYER/NASA

海が急激に変化をしているため、植物プランクトンのコミュニティについて理解を深めることはとても重要だ。植物プランクトンは人間が大気に放出する余分な熱のおよそ 90% を吸収するのだが、過去 1 年ほどで、海面温度が記録的な上昇をし、その高温を維持している。高い水温により、悪影響を受けて成長が鈍る植物プランクトン種もいれば、逆に温度計の目盛りが上昇すればするほど繁栄する種も存在すると考えられる。

さらには、温かい水面が、その下の冷たい海水を覆う蓋のように作用する。「お気に入りのアイリッシュパブでハーフ・アンド・ハーフを飲むような話です。（ラガービールの）ハーフの上にギネスが浮かんでいるので

す」。ワーデルはさらに付け加えた。「海の上層に広大な範囲にわたってバリアが張られ、温水層の下にある冷水内の栄養素が拡散できなくなります」WATCH

植物プランクトンの成長にはその栄養素が欠かせない。したがって、特定の海域に温水の蓋がとどまり続けると、光合成を行なう種のコミュニティに大打撃となる。食べるものが減るので、動物プランクトンも数を減らす。もちろん、動物プランクトンを食べる魚など、食物連鎖の上位にいる大型の捕食者も影響を受ける。最終的には、人間がタンパク質源としている食物種も数を減らすだろう。

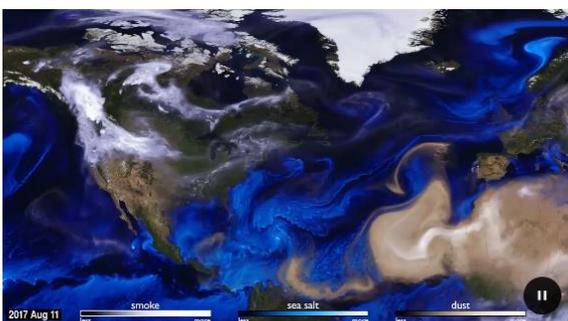
### 有害藻類の繁殖も観測

また、植物プランクトンのなかには毒素を生成するものもいる。そうした毒は、アシカなどの[海洋性哺乳類を死に至らしめたり](#)、貝など、人間が食べる海産物に蓄積したりする。PACEのおかげで、科学者は特定の植物プランクトンが繁殖している状況で特定の藻類が増えるかどうかを知ること、その状況を引き起こす条件も、よりよく理解できるようになるかもしれない。「有害な藻類は常に存在していますが、海洋条件の変化に伴い、さまざまな変化が現れつつあります」。そう説明するのは、衛星写真を用いて植物プランクトンを研究しているウッズホール海洋研究所の海洋学者、トム・ベルだ。「以前とは異なる時期に、あるいは異なる頻度や異なる期間で、有害な藻類が繁殖する可能性があります」

PACE チームはデータを自動で解析するアルゴリズムを開発した。「基本的に、そのアルゴリズムは海の色をシグナルとして使い、それをいわば有害藻類の濃度に変換します」。カリフォルニアにあるスクリップス海洋研究所に所属し、PACEの主要調査員として同アルゴリズムの開発に携わったダウリウス・ストラムスキは説明する。「つまり、ある種が繁殖し始めると、それが有害藻類の増殖の始まりと特定されるかもしれません。データがリアルタイムで送られてくるので、そこに時差は生じません」

植物プランクトンは、光合成を行なって成長する際に炭素を吸収する。死んで沈むと、あるいは動物プランクトンに捕食されて糞塊に包まれると、一部は海底に到達し、炭素も深海で蓄積されることになる。その期間は数千年におよぶ可能性もあり、その量は想像をはるかに超える。先月、研究チームが、底引き網漁船が海底の堆積物を巻き上げる際に解放される海底貯蔵炭素量を[試算](#)したところ、400万隻にもおよぶ全世界の漁船のエンジンが排出する炭素量の合計の2倍であることがわかった。

海洋条件が急激に変化するなか、科学者たちはPACEの力を借りることで、どの植物プランクトンが勝ち、どれが負けるかを見極め、それが炭素サイクルにどう影響するかをよりよく理解できるようになるだろう。そのためには、どの種が日の当たる海面上層で炭素を取り込み、そして閉じ込めているのか、どのプランクトンのコミュニティが炭素を深海へもたらす役目を担っているのかなどを知る必要がある。加えて、PACEはさらに、マルチアングル偏光計と呼ばれるふたつの装置を利用することになっている。さまざまな角度から大気のスナップショットを撮影するのが目的だ。以前はエアロゾルを平面的に捉えていたのに対し、今後はもっと立体的に観察できるようになると考えればわかりやすいだろう。「例えるなら、この装置には偏光サングラスがかけられているので、世界がまったく違う形で見えるのです」とワーデルは言う。「さまざまな角度から大気を眺めることで、エアロゾル・プルームや雲の厚さ、垂直的に見たそれらの位置に関して、より多くの情報が得られます。複数の視点から得た偏光情報を総合すれば、大きな飛躍が遂げられるはず」



Play/Pause Button この映像は、大気中にある煙や海塩、あるいは粉塵の移動する様子を可視化したもの。

サハラ砂漠から巻き上がる砂塵の雲に注目。 VIDEO: NASA'S SCIENTIFIC VISUALIZATION STUDIO

## エアロゾルの動き解明への期待

気候変動において、最も予想がつかないのが[エアロゾル](#)だ。含まれる物質によっては、エアロゾルは太陽エネルギーを吸収および反射することもある。冷却あるいは温暖化作用を発揮することもある。最近になって研究が行なわれ始めたのだが、脱炭素化には好ましくない副作用がある。化石燃料を燃やす量を減らすと、気候を冷やす作用のあるエアロゾルの放出量も減るのだ。つまり、炭素を大気に排出することは絶対にやめなければならないが、一方そうすることでエアロゾルが減り、結果としてさらに温暖化が進む恐れがある（とはいえ、エアロゾルも[人間の健康に悪影響](#)を及ぼすので、やはり脱炭素化を急ぐ必要がある）。

エアロゾルを含む大気の動きはあまりに複雑であるため、モデル化するのはいままなお困難だ。加えて、エアロゾルは水蒸気を引きつける核として機能し、雲を形成する。エアロゾルの種類に応じて、その雲は熱をためて地球を温めることも、逆に太陽エネルギーを反射して地球を冷やすこともあるので、複雑さは増すばかりだ。「エアロゾルと雲、汚染、あるいはサハラ砂漠からの砂塵、火山が吹き出す粉塵、海洋性の霧、それらの相互作用が、地球というシステムを動かしているのです」とワーデルは言う。「雲の明るさや厚さ、あるいはエアロゾルに対する反応など、雲の理解が進めば、わたしたちは不確実性を克服することができるでしょう」

Originally published on [WIRED.COM](#)

Translated by Kei Hasegawa/LIBER, edited by Mamiko Nakano

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20240312-2904577/>

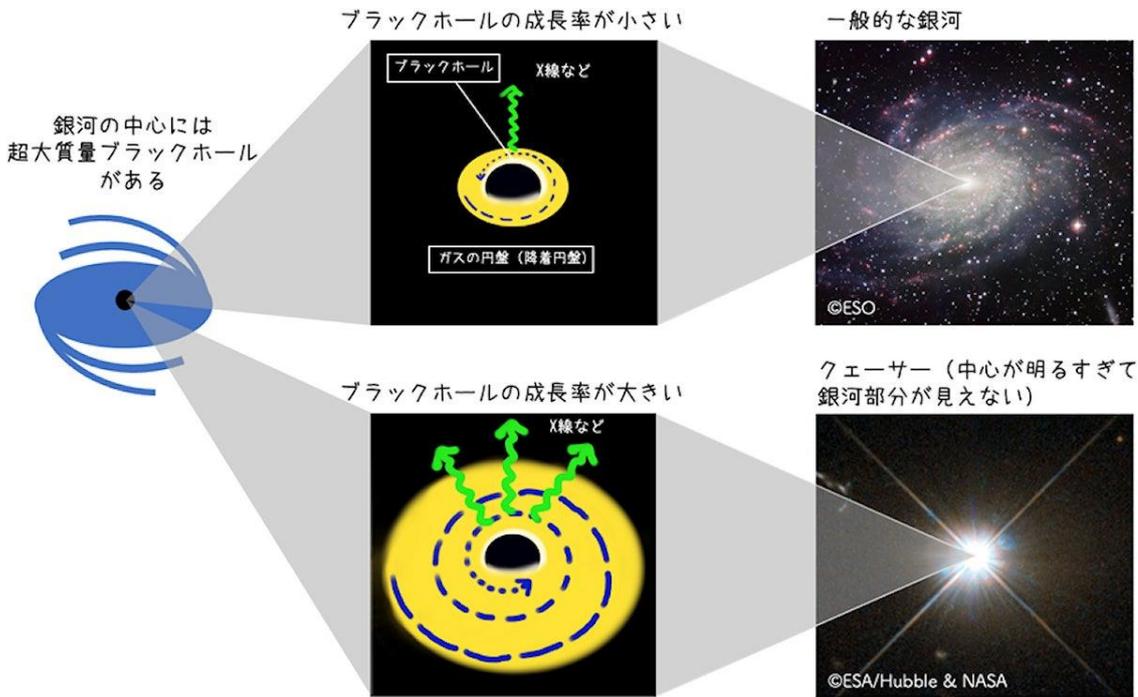
## 東大、120 億年以上昔の銀河と超大質量ブラックホールの意外な関係性を解明

掲載日 2024/03/12 18:39 著者：波留久泉

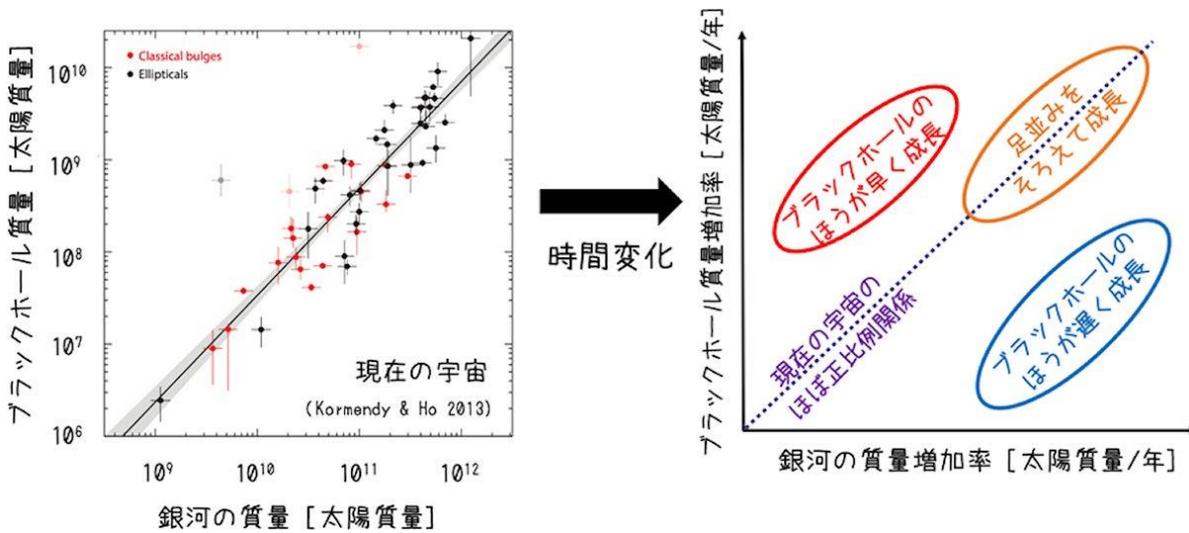
東京大学(東大)は3月11日、すばる望遠鏡で発見された1万個を超える120億年以上昔の銀河に対してそのX線画像を解析することで、その時代の宇宙の大半を占める一般的な銀河の中心に存在する超大質量ブラックホール(SMBH)の質量増加率が、予想よりも低いことを明らかにしたと発表した。

同成果は、東大大学院 理学系研究科 天文学専攻の松井思引大学院生、同・嶋作一大准教授、同・伊藤慧日本学術振興会特別研究員、同・安藤誠日本学術振興会特別研究員(現・国立天文台 特任研究員)、同・田中匠大学院生らの研究チームによるもの。詳細は、[英国王立天文学会が刊行する天文学術誌「Monthly Notices of the Royal Astronomical Society」に掲載された。](#) 現在の宇宙において、銀河とその中心のSMBHのそれぞれの質量の間には、ほぼ正比例の関係があり、両者が互いに影響を及ぼし合って進化してきたことが示唆されている。しかし、SMBHの大きさは約10の10乗(100億)km程度しかなく、約10の18乗(100京)km程度の大きさがある銀河とは、8桁もの隔りがある。これほどの差がある場合、影響を及ぼし合うのは容易なことではないため、この正比例の関係がどのようにして作られたのかは、大きな未解決問題となっている。

その問題を解くには、両者の過去の関係を知る必要があるという。もし、ほぼ正比例の関係が過去でも成立していたのなら、両者は何らかのメカニズムで足並みをそろえて成長してきたことを意味するが、成立していない場合はもっと複雑な進化を考慮する必要があるとする。しかし、クェーサーなどの例外を除き、過去の銀河のSMBHの質量を測定することは技術的に不可能とのこと。そこで研究チームは今回、X線の明るさから比較的容易に求めることが可能なことから、SMBHの質量の代わりとして、その時間変化であるSMBHの質量増加率に注目することにしたという。



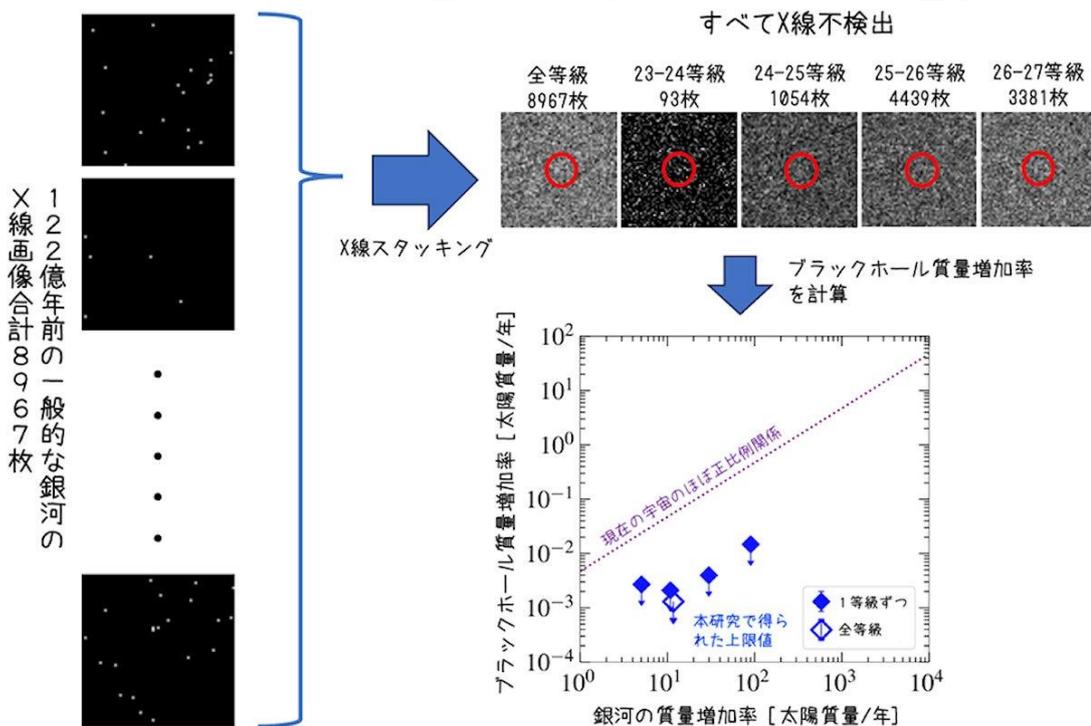
銀河の中心にある SMBH の成長率の違い。周囲にガスがあると、SMBH はそれを飲み込んで成長(質量が増加)し、その際にガスの重力エネルギーが解放されて X 線などで光る(中央)。SMBH の成長率が大きいと光も強くなり、クエーサーのような天体として観測される。銀河自身にも広くガスが分布しており、そこから星を作ることによって成長する(出所:東大 Web サイト)



(左)横軸に銀河の質量、縦軸に SMBH の質量を取って、現在の宇宙における観測データを描くと、ほぼ正比例の関係があることがわかる。このことから、両者は互いに影響を及ぼし合って成長してきたと考えられている(図は、Kormendy & Ho 2013 から引用)。赤点は銀河のバルジ成分(渦巻銀河は楕円体+円盤で構成されていて、その楕円体成分を指す)、黒点は楕円銀河が表されている。(右)左図の両軸の時間変化が表された図。この図のどこにデータ点が来るかで、銀河と SMBH がそれぞれどのくらいのペースで成長しているかがわかる。現在の宇宙のほぼ正比例の関係の線に乗れば、SMBH と銀河が観測された瞬間に足並みをそろえて成長していることを意味し、線の上に位置していたら SMBH の方が速いペースで成長し、線の下に位置していたら遅いペースで成長していることを意味する(出所:東大 Web サイト)

遠方宇宙の一般的な銀河は見かけの明るさが暗いため、現在の最も高感度な X 線望遠鏡でも観測は叶わない。そこで今回は、「X 線スタッキング」手法が用いられた。これは、検出できていない多数の銀河の X 線画像を重ね合わせることで信号雑音比を上げ、より暗い光度まで写るようにするという手法。

過去にさかのぼるほど両者の進化の効果が大きいと考察されたことから、今回のような解析を行える中で、最もさかのぼった時期である約 122~130 億年前に存在する一般的な初期の銀河の X 線画像を、宇宙年齢と見かけの等級でグループ分けしてから重ね合わせ、各グループの SMBH の質量増加率が求められた。

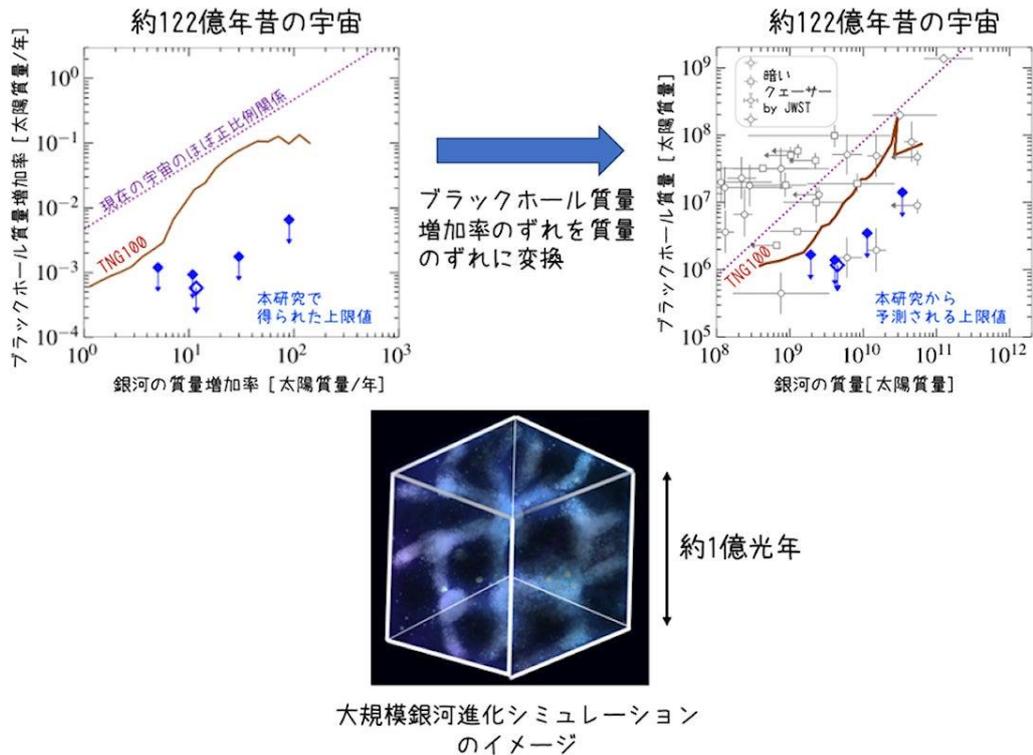


(右上)約 122 億年昔の一般的な銀河を 5 グループに分けて X 線スタッキングした画像。どのグループも X 線が検出できず(白いモヤはノイズ)、代わりに X 線光度すなわち質量増加率の上限値が求められた。(右下)その上限値と銀河の質量増加率との関係(下矢印のついた青いひし形)。紫の点線は、現在の宇宙での銀河と SMBH の質量のほぼ正比例関係から予測される関係が表されている。銀河の質量増加率は約 10~100[太陽質量/年]と高いので(現在の天の川銀河の質量増加率は 1[太陽質量/年]程度)、SMBH の質量増加率が現在の宇宙のほぼ正比例関係に乗っていれば、X 線で検出されるはずだが、実際には検出されず、上限値ですら 1 桁程度下に位置することがわかった。今回の研究では約 122 億年昔の銀河だけでなく、それ以前の約 130 億年昔までの銀河についても調べられたが、同様に不検出だったという(出所:東大 Web サイト)

残念なことに、どのグループについても X 線の検出は叶わなかったが、代わりに SMBH の質量増加率の強い上限値を求めることができたという。それらの上限値を現在の宇宙のほぼ正比例の関係から予測される値と比べると、1 桁かそれよりもさらに下に位置するとした。当時は、銀河と SMBH の成長率は足並みがそろっておらず、銀河自体は盛んに星を作って成長しているのに、SMBH はほぼ休んでいるといってもよい状態にあったことが明らかになったとする。これらの SMBH の質量増加率の上限値について、大規模な銀河進化シミュレーションの中にある似た銀河たちの平均値との比較が行われると、それをも遥かに下回ったという。同シミュレーションは、現在の銀河と SMBH の質量の関係も再現するなどの高い性能を有するが、今回の研究により、昔の SMBH の質量増加率を再現できていない(高すぎる)ことが判明。再現できない理由は、シミュレーションの SMBH が重すぎて、その重力により周囲のガスをたくさん吸い込んでいる可能性があるとした。

また、今回の研究成果で得られた上限値を再現するため、どのくらい軽い SMBH でなければいけないのかグラフ化されると、その質量(上限値)は、現在の宇宙の銀河と SMBH の質量の関係よりも 1 桁も下に位置したとする。この結果が正しいとすると、当時の大多数の銀河では銀河が SMBH に先んじて成長していたことになるという。さらに、ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡(JWST)による観測から得られた当時の暗いクエーサーの SMBH の質量は、今回得られた上限値よりも重い側に広くばらついていることがわかった。このことから、現在の宇宙と違って、当時の宇宙では SMBH の成長段階にバラエティがあったことが推察されるとした。今後、JWST による観測が進めば、現状で観測されていないより軽い、多数派の SMBH が数多く見つかる可能性もあ

るとしている。今後は、JWST や次世代 X 線観測衛星などによって、一般的な銀河における SMBH の質量や質量増加率をより正確に測定できることが期待されるという。それにより、銀河と SMBH の進化の全体像がより明確になり、進化のメカニズムの理解もより進むだろうとしている。

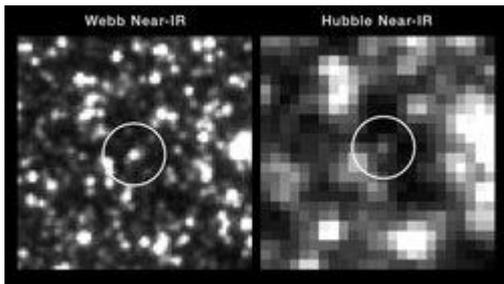


大規模銀河進化シミュレーションとの比較。(左上)約 122 億年昔の銀河の SMBH の質量増加率の上限値と銀河の質量増加率を大規模な銀河進化シミュレーション「Illustris-TNG100」中の似た銀河たちの平均値と比較が行われたもの(それ以前の約 130 億年昔までの銀河についても同様の傾向が得られたという)。(右上)質量増加率のずれが SMBH の質量のずれによると仮定して、ずれの分だけシミュレーションの元々の SMBH の質量(茶色の線)を軽くしたもの。どちらの図でも、シミュレーションは比較的足並みのそろった進化を予想しているとした。また右上図には、最新の JWST によって観測された当時の暗いクエーサーのブラックホール質量も載せられている。(下)Illustris-TNG100 のイメージ。一辺が約 1 億光年の立方体の箱の中で、数十万個の銀河とその中心にある SMBH の進化を予測している(出所:東大 Web サイト)

[https://news.biglobe.ne.jp/it/0316/zks\\_240316\\_7438364443.html](https://news.biglobe.ne.jp/it/0316/zks_240316_7438364443.html)

## 宇宙が 138 億歳であることを再確認 ジェイムズ・ウェッブ望遠鏡で ESA

2024 年 3 月 16 日 (土) 17 時 58 分 [財經新聞](#)



セファイド変光星のハッブルとウェブの眺めの比較 (画像: ESA の発表資料より) [写真を拡大](#)

現在の宇宙は 138 億歳というのが定説だが、実はハッブル宇宙望遠鏡が打ち上げられた 1990 年以前には、宇宙年齢は 100 億歳から 200 億歳の間という大雑把な値でしか語られることはなかった。というのも、宇宙空間の膨張速度を正確に把握するに足る光学性能を備えた望遠鏡がなかったからだ。その意味で 1%以内の誤差で

宇宙年齢を 138 億歳に絞り込んだハッブル宇宙望遠鏡の功績は大きい。

【こちらも】 [宇宙の年齢論争に終止符か？ アカタマ宇宙望遠鏡による観測データ](#)

だが、ここ 10 年でこの値に疑問が投げかけられ、ハッブル宇宙望遠鏡の観測精度が疑問視される傾向にあった。例えば地球から 200 光年の距離にあるメトシェラ星は、142 億 7000 万年とされ、宇宙年齢よりも古い。

そんな状況の中、欧州宇宙機関（ESA）は 11 日、ジェームスウェッブ宇宙望遠鏡での検証の結果、ハッブル宇宙望遠鏡の観測の精度は、十分だったことを明らかにした。

宇宙年齢は、地球からの距離の違いによる膨張速度の違いを、できるだけ多くの観測対象を用いて系統化し、宇宙の膨張率（ハッブル定数）を導き出して算出される。

観測対象までの距離測定は、セファイド変光星を指標とする。この種の変光星は、一定の周期で明るさを変え、その周期と明るさ（絶対等級）に強い相関を持つ。そのため宇宙中にちりばめられているセファイド変光星の変光周期と見かけの明るさを求めれば、その星までの距離が分かり、赤方偏移の度合いを調べれば、その距離における膨張速度が分かるという仕組みだ。

最近になり、この測定について誤差の入り込む余地が懸念され、宇宙年齢やその算出根拠となるハッブル定数に対する現在の定説が揺らぎかけていた。だが ESA は、最新鋭のジェームスウェッブ宇宙望遠鏡による検証を実施し、ハッブル宇宙望遠鏡による観測結果の妥当性にお墨付きを与えたのだ。

ただし、ハッブル定数から導出される宇宙年齢は、ビッグバン直後（10 のマイナス 36 乗秒から 10 のマイナス 34 乗秒後までの間）のインフレーション的膨張を考慮したものではないことには、注意が必要だ。

[https://news.biglobe.ne.jp/trend/0315/kpa\\_240315\\_7804432788.html](https://news.biglobe.ne.jp/trend/0315/kpa_240315_7804432788.html)

## ハッブル宇宙望遠鏡が観測した宇宙の膨張率は正しかったことをジェームズ・ウェッブ望遠鏡が確認

2024 年 3 月 15 日（金）20 時 10 分 [カラパイア](#)



1990 年に打ち上げられたハッブル宇宙望遠鏡 / image credit:NASA・ハッブルの観測結果は間違っていなかった。JWST が証明

現代宇宙論最大の謎の 1 つに、「ハッブル定数の緊張」として知られるものがある。これは宇宙の膨張率を表す「ハッブル定数」が、観測方法によって食い違うという問題だ。

その原因として、1990 年に打ち上げられたハッブル宇宙望遠鏡の観測が間違っている可能性が考えられた。

だが今回、2021 年に打ち上げられたジェームズ・ウェッブ望遠鏡の観測によって、ハッブル望遠鏡が観測した宇宙の膨張スピードが正しかったことが確認された。

それは私たちの宇宙についての理解がどこか間違っている可能性を示唆しているという。

・宇宙の膨張率に誤差、ハッブル定数の緊張

現代の宇宙論では、ビッグバンによって誕生して以来、宇宙は膨張を続けていると考えられている。

ならば宇宙はどのくらいのスピードで膨張しているのだろうか？ それを考えるうえで重要となるのが「[ハッブル定数](#)」つまり宇宙の膨張率だ。だがこれについて天文学者が頭を悩ませている問題がある。ハッブル定数の推定方法によって、結果がまちまちであるということだ。

ハッブル定数を求める方法の1つには、宇宙望遠鏡からの観測データをもとに、銀河が遠ざかる速さとその距離から求めるというものがある。もう1つは、ビッグバンの残光（宇宙マイクロ波背景放射）に基づくモデルから予測するというものだ。そしてハッブル宇宙望遠鏡の観測データに基づき前者の方法で推定された宇宙の膨張スピードは、どうしたわけか後者から予測されるものよりも速いのだ。

この食い違いは「[ハッブル定数の緊張（ハッブルテンション）](#)」と知られ、現代宇宙論の最大の謎の1つだとされている。

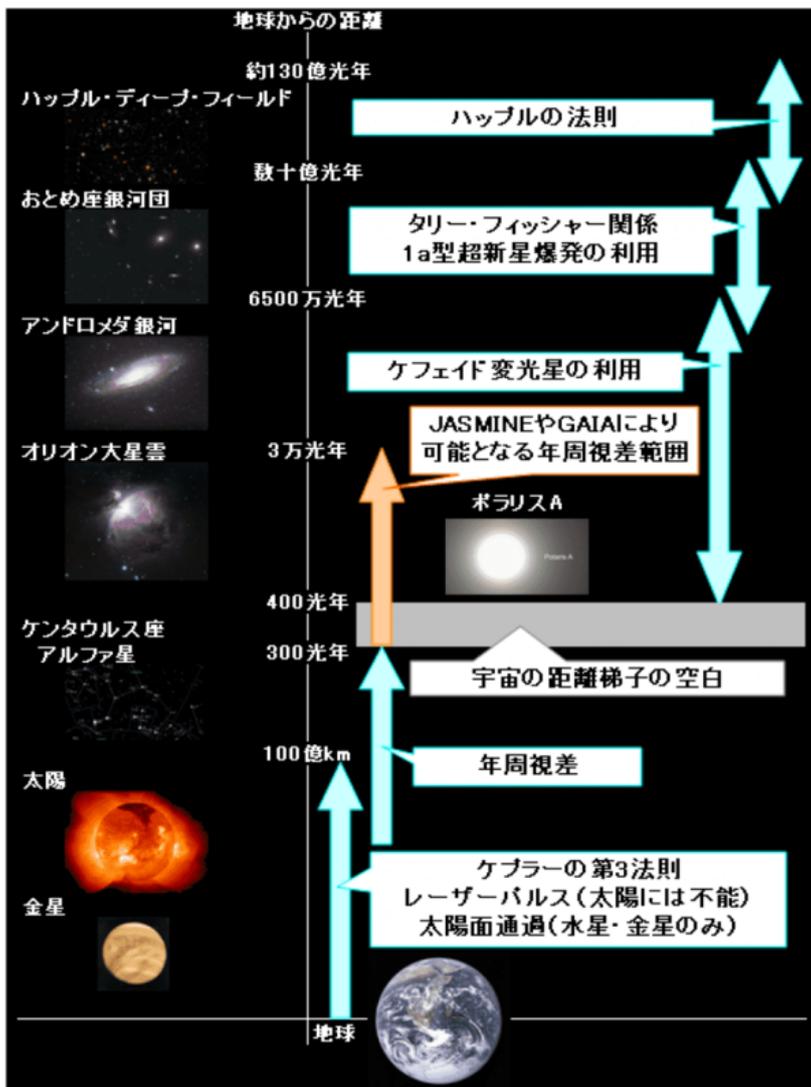
**一体なぜ、推定方法によって結果が違ってくるのか？**

もしかしたらハッブル宇宙望遠鏡の観測が間違っているのではないかととも考えられた。

ハッブル宇宙望遠鏡は1990年4月24日に打ち上げられた、地上約600km上空の軌道上を周回する宇宙望遠鏡で、宇宙の膨張を発見した天文学者エドウィン・ハッブルに因む。

当初の計画では15年の運用予定だったが、その成果の大きさから30年以上も運用が続けられている。

だが今回のジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡（JWST）による観測は、ハッブルの結果が間違っていないことを裏付けた。「銀河が遠ざかる速さ」と「その距離」からハッブル定数を求めるには、「[宇宙の距離はしご](#)」というもので距離を計測する必要がある。宇宙はあまりにも広大であるために、距離を直接計測することはできない。そこで地球からある天体までの距離を測定する。例えば近くの惑星や衛星ならレーザーで測定可能だ。その結果をもとにもっと遠くにある天体の距離を測る、ということを繰り返し、遠く離れた銀河までの距離を推測していく。この測定法は、まるではしごを一段ずつ昇るようなイメージであることから、「宇宙の距離はしご」と呼ばれている。



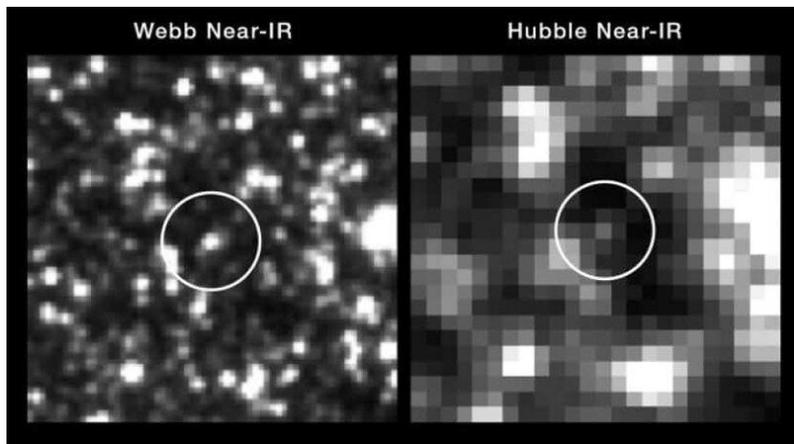
宇宙の距離はしご / image credit:[public domain/wikimedia](#)

だが距離が遠くなるほど、その測定は正確ではなくなるかもしれない。

たとえば、宇宙の距離はしごに使われる「[ケフェイド変光星](#)」の光は、遠くのものほど周囲にある星の光と混ざり合い、区別が難しくなる。ここに塵のようなものがあるなら、観測はさらに厄介だ。

だがジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡の強力な赤外線検出能力なら、ハッブル宇宙望遠鏡以上に正確にケフェイド変光星の光をとらえることができる。 ジョンズ・ホプキンス大学のアダム・リース氏らがジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡を使って行った最新の観測は、地球から1億3000万光年離れたもっとも遠い銀河「NGC 54688」を含むもので、ハッブル宇宙望遠鏡が観測した範囲すべてがカバーされている。

そして、この観測によって、ハッブル宇宙望遠鏡の測定が正確だったことが確認されたのだ。ハッブル定数の緊張が解消されることはなかった。



ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡（左）とハッブル宇宙望遠鏡（右）による観測画像/ Image credit: NASA, ESA, CSA, STScI, A. Riess (JHU/STScI)

**それはどのようなことを意味するのか？**

リース氏は、「測定誤差の線がなくなった今、残された可能性は、私たちが宇宙を誤解しているという現実的で、ワクワクするようなものです」と述べている。

この研究は『[The Astrophysical Journal Letters](#)』（2024年2月6日付）に掲載された。

References:[Webb and Hubble telescopes affirm Universe's expansion rate, puzzle persists | ESA/Webb/ Webb and Hubble telescopes affirm the Universe's expansion rate/](#) written by hiroching / edited by / [parumo](#)