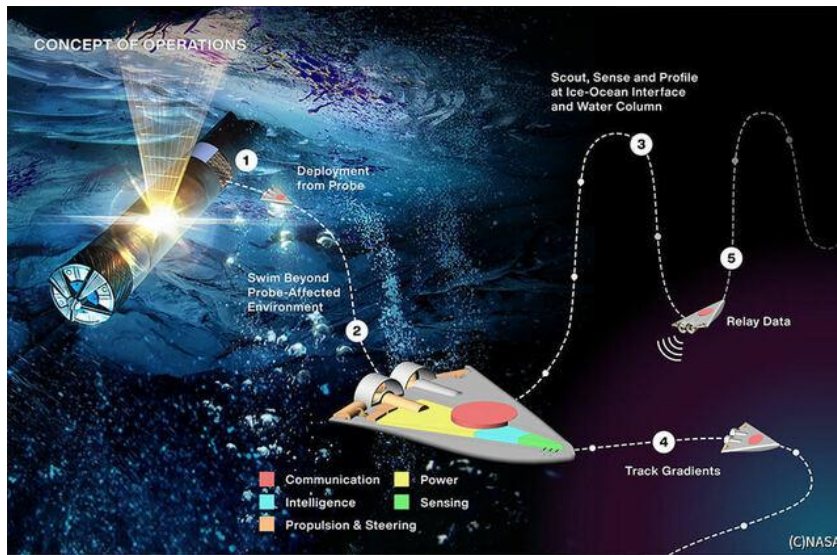


## NASA が木星や土星の衛星の海底を目指す小型水中探査機「SWIM」を発表

9/8(木) 12:11 配信  マイナビニュース



[NASA が開発を進める小型水中探査機 SWIM のコンセプト図。図左上部の円柱状のものがクライオロボット\(出典:NASA\)](#)

[NASA](#) の JPL(Jet Propulsion Laboratory)は、小型の水中探査機「SWIM」の開発について発表した。では、なぜ NASA は、宇宙探査機ではなく小型の水中探査機を開発しようとしているのだろうか。今回は、そんな話題について触れたいと思う。【画像】[SWIM が氷殻の下の水中に探査機を展開するイメージ図\(出典:NASA\)](#) NASA の小型水中探査機「SWIM」とは？ NASA は、小型の水中探査機「SWIM(Sensing with Independent Micro-swimmers)」の開発を発表。この SWIM という呼称は、小型水中探査機の名称というよりは、プロジェクト名称として使われているようだ。では、なぜ NASA が宇宙ではなく小型の水中の探査機を開発を手掛けるのだろうか。その理由は、惑星の地下の海での生命体の手がかりを得るためだ。たとえば、木星の衛星エウロパや土星の衛星エンケラドゥスの氷殻の下の水中で探査を行い、生命の手がかりを見つけるのが目的なのだ。ちなみに、SWIM の開発を手掛ける NASA JPL のエンジニアである Ethan Schaler 氏は、次のように述べている。"My idea is, where can we take miniaturized robotics and apply them in interesting new ways for exploring our solar system?"(訳:太陽系探査のための興味深く新しい方法として、小型化ロボットを応用できないか？と考えました) "With a swarm of small swimming robots, we are able to explore a much larger volume of ocean water and improve our measurements by having multiple robots collecting data in the same area."(訳:小型遊泳ロボットの群れを用いると、複数のロボットが同じエリアのデータを収集することにより非常に大量の海水を調査でき、測定をより良いものにすることができるのです) つまり、従来の惑星探査では1機ほどの探査機しか投入できなかったが、今回のアイデアを採用することで、多数の小型探査機を送ることができるので、科学的到達範囲を拡大し、数多くのデータを収集することが可能になるというのだ。まず、惑星の氷殻下の水中に探査機を放出するには、クライオロボット(上図左上の円柱状のもの)を活用する。クライオロボットには SWIM が搭載されていて、原子核のエネルギーのものが採用されたクライオロボットのバッテリーの熱を利用し、氷を溶かしながら惑星の氷殻を貫いていく。その後クライオロボットが水中に達したら、水中探査機を多数放出するという仕組みだ。水中探査機のサイズは現状不明だが、初期のものは数 cm の長さでくさび形のようなのだ。SWIM は、通信、電力、センシング、推進・制御、コンピューティングの5つのサブシステムから構成されている。センシングには、温度、塩分、酸度、圧力のセンサ、バイオマーカー(生命の兆候)を監視するための化学センサが搭載されている。これらのセンサから得

られたデータは、別の水中探査機が中継器となりクライオボットと通信することができる。また、推進・制御系により、小型水中探査機で魚のような「群れ」を作ることができる。この群れによって、同時に多地点のデータを収集ができるのだ。さらにそれらのグループデータを用いると、データの「勾配」を示すこともできる。また、重複した測定によるデータのエラーを減らすことができるメリットもある。いかがだったろうか。宇宙という分野は、地球上での当たり前の製品の設計コンセプトが実は容易に適用できないケースがまだまだ多い。この小型水中探査機「SWIM」のようなアイデアが、さらに増え、採用され、数多くの大きな成果を出していただけることを多いに期待したい。齊田興哉 さいだともや 2004年東北大学大学院工学研究科を修了、工学博士。同年、宇宙航空研究開発機構(JAXA)に入社し、2機の人工衛星プロジェクトチームに配属。2012年日本総合研究所に入社。官公庁、企業向けの宇宙ビジネスのコンサルティングに従事。現在は、コンサルティングと情報発信に注力。書籍に「宇宙ビジネス第三の波」、「図解入門業界研究 最新宇宙ビジネスの動向とカラクリがよ〜くわかる本」など。テレビ、新聞、Webサイト、セミナー・講演も多数。 齊田興哉

<https://news.yahoo.co.jp/articles/2084b780b8f2fae579c6c30ead5c4b82bbf8b7b7>

## NASA と中国、水資源をめぐる月面着陸の候補地が被ってしまう

9/6(火) 6:00 配信 GIZMODO



### [NASA と中国、水資源をめぐる月面着陸の候補地が被ってしまう](#)

どうなることやら…。月面探査ミッションの着陸地として、[NASA](#)（アメリカ航空宇宙局）も中国も同じ場所を候補に挙げたので、月の南極地方は混み合うことになるかもしれません。どちらもそこに存在するわずかな資源を手にしたようです。

#### 両者とも水が得られそうなポイントを狙っている

NASA は先月、男性と女性を月面に送ること目標とする[アルテミス 3](#) ミッションの着陸候補地として、月の南極付近の 13 地点を発表。アルテミス 3 が目指す月の南極地方は、そこにある永久影に水氷が存在するかもしれないことから、特に重要な場所といえます。月に存在する水はロケットの燃料の生成に活用できる可能性があるため、未来の宇宙探査のための主要な資源となり得ます。月が火星のような遠方の目的地への玄関口となる可能性が高まるのです。当然ながら、南極の資源を活用したいと思っているのは NASA だけではありません。中国の Journal of Deep Space Exploration に発表された論文の中で、嫦娥 4 号の月ミッション指揮官 Zhang He 氏率いる研究者のグループは、着陸の候補地として南極に近い 10 カ所を明らかにしました。NASA と中国の研究者らのどちらもシャクルトン、ハワース、ノビレ・クレーター付近の場所を挙げていたため、都合の悪いことに着陸候補地が少し被ってしまっていると Space News がまず報じました。もっとも、月の南極に閉じ込められているかもしれない水氷を調査するローバーなどを送り込む「嫦娥 7 号」ミッションは、無人の任務になるとのこと。現時点では 2024 年に打ち上げが予定されています。月の南極は、影となっている場所と太陽光を浴びている場所が混在するため、着陸にふさわしい地点探しは一筋縄にはいきません。この太陽光と暗闇の比率はたった数マイルほどのわずかな距離で変動し、宇宙機を着陸させるなら、温度制御のため太陽光の当たる領域というだけで

なく、水が閉じ込められているかもしれない影の領域にも十分に近い場所が理想となります。ですから、NASAと中国の宇宙開発局のどちらにとっても選択肢は限られているわけです。

[次ページは：協力関係を築くのは難しそうだが…](#)      [協力関係を築くのは難しそうだが…](#)

この月面の着陸地点決め状況をさらに厄介にするのが、合衆国と中国の宇宙での覇権争いで月探査を競っているという事実。どちらも 2030 年代のどこかで月の南極に月面拠点を建設することを目指しており、二国間に協力する気はまったく見られません。[NASA](#) のビル・ネルソン長官は、8 月 28 日放送された NBC のインタビューで中国は秘密主義で協力的でないと言明し、同国の宇宙へのアプローチを批判。その翌日には、[アルテミス 1](#) ミッションの打ち上げが延期になったことを受けて、今度は中国のメディアが NASA の月面プログラムを批判していました。月へのミッションの日程が近づくなかで、どちらの国も着陸地点候補の絞り込みに取り組んでいますが、既にバチバチしている二国が南極の同じ地点を目指すとなったらどうなってしまうのでしょうか…。

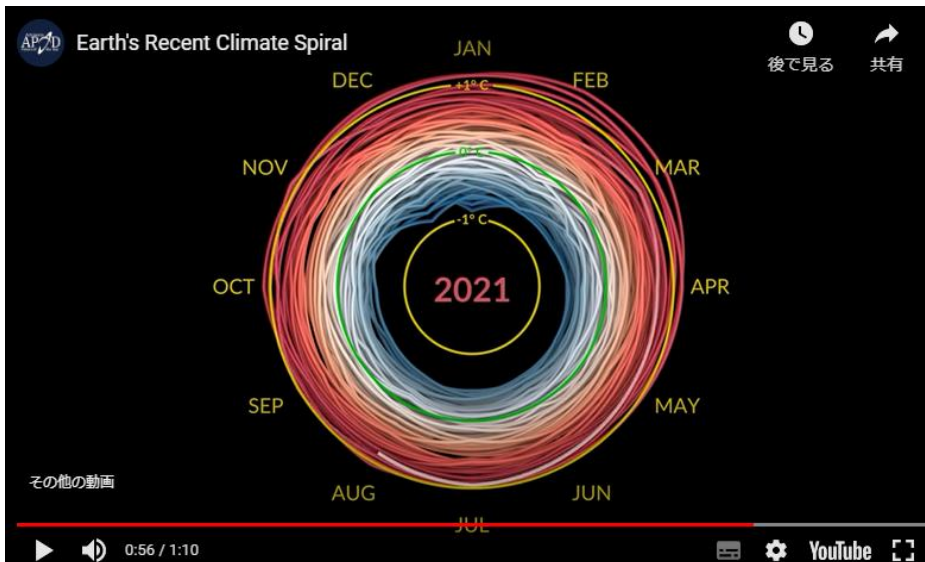
Source: Journal of Deep Space Exploration, Space News, NBC News, Global Times      たもり

<https://sorae.info/astromy/20220906-qistemp-climate-spiral.html>

## 地球は温暖化しているのか？ NASA が過去 140 年間の気温偏差を映像化

2022-09-06      [吉田 哲郎](#)

地球は温暖化しているのでしょうか？ その問いにヒントを与えてくれる動画を NASA が公開しています。それは、最近の地球温暖化の様子を視覚表現したもので、1880 年～2021 年（約 140 年間）の世界の平均気温の月毎「偏差」を順次らせん状の円環に表示する内容の動画にまとめてあります。



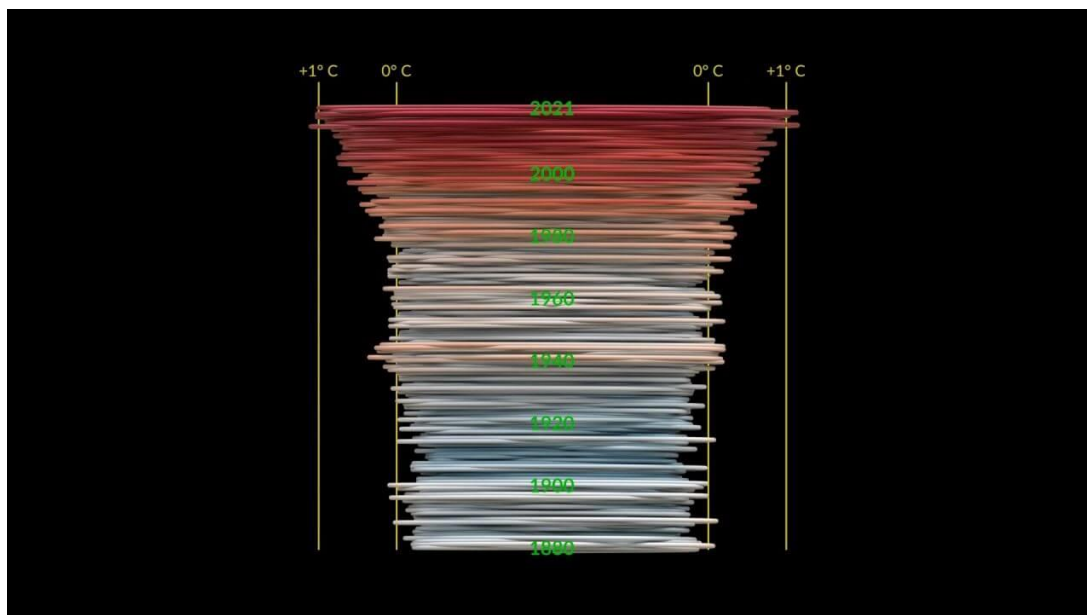
偏差とは、個々の数値と平均値との差のこと。1951 年～1980 年間の平均気温が基準となっていて、グラフでは 0°C の緑色の円で表わされています。動画を見ていると、最初は偏差が 0°C 以下のマイナスだったのが、1940 年頃からプラスに転じる年が多くなっていくように見えます。さらに、1980 年あたりからプラスの偏差が大きくなり、加速していくようにも見えますが、はっきりとはわかりません。

動画はらせん状に積み重ねた円環を横（側面）から眺めるシーンで終わります。あらためて側面から見てみると、やはり 1980 年頃から偏差が急に大きくなっていく様子がわかります。

過去 2 億 5 千万年と比較すると、現在の地球は相対的に寒く、平均より 4°C ほど低くなっている可能性があります。過去 120 年間に地球の平均気温が 1°C 近く上昇したことをデータは示しているということです。

海面上昇、降水パターンの変化、極地の氷の融解など、地球温暖化の進行はすでに多くの人に知られています。IPCC（気候変動に関する政府間パネル）は、私たち人類が温暖化の波を作り出し、それが今後も続くだろうと結論づけています。なお、気温データは NASA のゴダード宇宙科学研究所の「表面温度解析」から取得されたもの

で、この動画は 2022 年 8 月 22 日付けの「Astronomy Picture of the Day」(APOD、アメリカ航空宇宙局とミシガン工科大学が運営) で紹介されました。



【▲動画の最後の場面。らせん状に積み重ねた円環を側面から見た画像 (Credit: NASA's Scientific Visualization Studio)】

Source Image, Video Credit: NASA's Scientific Visualization Studio

[Astronomy Picture of the Day](#) - Earth's Recent Climate Spiral

[NASA's Scientific Visualization Studio](#) - GISTEMP Climate Spiral

文／吉田哲郎

<https://sorabatake.jp/28663/>

## 文部科学省が 2023 年度の予算概算要求を発表。GOSAT-GW、イプシロン S ロケット、アルテミス計画の要求額が増大【宇宙ビジネスニュース】

【2022 年 9 月 5 日配信】8 月 31 日、文部科学省は 2023 年度の国の予算案の概算要求を発表しました。宇宙関連予算は、2021 年度の予算額 1558 億円の 1.3 倍となる 2034 億円が提示されました。今回の宇宙ビジネスニュースでは、要求額が特に増加が目立った項目を解説します。

### 温室効果ガス・水循環観測技術衛星

GOSAT-2 (いぶき 2 号) の後継機である温室効果ガス・水循環観測技術衛星 (GOSAT-GW) の要求額は、前年度予算額の 14 倍にあたる 229.1 億円が提示されました。

GOSAT-GW は 2023 年度に打ち上げられる予定で、フライトモデルの開発費や打ち上げ費用に充てられるのではないかと推測されます。

### イプシロン S ロケットの開発

イプシロンロケットは、M-V ロケットと H-IIA ロケットで培った技術を最大限活用して打ち上げる「第一段階」と、H3 ロケットとイプシロンロケットの技術・部品・機器等を共通化し、開発の効率化、打ち上げ価格低減を実現するなど H3 ロケットとのシナジー効果を発揮して国際競争力を強化する「第二段階」で開発されています。

「イプシロン S ロケット」とは第二段階のイプシロンロケットを指します。

10 月 7 日に打ち上げが予定されているイプシロンロケット 6 号機は第 1 段階の開発成果を適用した最終号機です。イプシロン S ロケットは開発が進められています。

関連して、衛星コンステレーション関連技術開発の要求額は 35.7 億円 (前年度比 37%増) となりました。国内

においても政府が小型衛星による地球観測網の構築に力を入れようとしていることが読み取れます。

## 宇宙・航空分野の研究開発に関する取組

令和5年度要求・要望額 2,034億円＋事項要求  
(前年度予算額 1,558億円)  
※運営費交付金中の推計額含む。H3ロケット関連は事項要求。  
宇宙関係予算総額2,002億円＋事項要求(1,526億円)



宇宙基本計画等を踏まえ、「宇宙を推進力とする経済成長とイノベーションの実現」、「産業・科学技術基盤等の強化」、「宇宙科学・探査による新たな知の創造」、「宇宙安全保障の確保」、「災害対策・国土強靱化や地球規模課題の解決への貢献」及び「次世代航空科学技術の研究開発」を推進。経済財政運営と改革の基本方針2022において、ロケットの打上げ能力の強化、日本人の月面着陸等の月・火星探査、小型衛星コンステレーションの構築等の宇宙分野を重要分野として位置付けられているところ、その強化に取組み、必要な研究開発を推進。

### ◆イノベーションの実現／産業・科学技術基盤等の強化

57,722百万円(52,340百万円)

- H3ロケットの開発・高度化 3,530百万円(9,734百万円)  
運用コストの半減や打上げニーズへの柔軟な対応により、**国際競争力を強化し、自立的な衛星打上げ能力を確保**。
- イプシロンSロケットの開発 9,544百万円(1,979百万円)  
H3ロケットと基盤技術を相互に活用し、小型衛星の打上げに柔軟かつ効率的に対応。
- 将来宇宙輸送システムロードマップ実現に向けた研究開発 8,610百万円(3,066百万円)  
抜本的な低コスト化等を目指す将来宇宙輸送の実現に向けて、**要素技術開発を官民共同で実施**するとともに、産学官共創体制の構築等、**開発体制を支える環境を整備**。
- 技術試験衛星9号機(ETS-9) 2,778百万円(4,835百万円)  
次世代静止通信衛星における産業競争力強化に向け、**オール電化・大電力**及び通信サービスを柔軟に機能変更できる**フルデジタル化技術**に必要な**静止衛星バス技術**を開発・実証。
- 衛星コンステレーション関連技術開発 3,571百万円(2,613百万円)  
挑戦的な衛星技術を積極的に取り込み、衛星開発・製造方式の刷新を図るため、**小型・超小型衛星による技術の短期サイクルでの開発・実証等**を実施。

### ◆宇宙科学・探査による新たな知の創造

80,185百万円(41,426百万円)

【国際宇宙探査(アルテミス計画)に向けた研究開発等】  
33,630百万円(14,063百万円)

- 新型宇宙ステーション補給機(HTV-X) 19,125百万円(8,520百万円)  
様々なミッションに応用可能な基盤技術の獲得など**発表への波及性を持たせた新型宇宙ステーション補給機**を開発。
- 月周回有人拠点 5,494百万円(1,470百万円)  
月周回有人拠点「ゲートウェイ」に対し、**我が国として優位性や波及効果が大きく見込まれる技術(有人滞在技術等)**を提供。
- 火星衛星探査計画(MMX) 3,852百万円(217百万円)  
火星衛星の由来や、原始太陽系の形成過程の解明に貢献するため、**火星衛星のリモート観測と火星衛星からのサンプルリターン**を実施。
- 有人と圧ローバ開発のフロントローディング 1,507百万円(前年度は国際宇宙探査に向けた開発研究196百万円の内数で実施)  
**有人と圧ローバシステムの実現に向けた開発上のキー技術**に関して、**先行システム等の要素試作試験**を行い、**確実なミッション立ち上げの準備を進める**。
- 深宇宙探査実証機(DESTINY+) 5,896百万円(707百万円)  
太陽系探査科学分野において、**世界に先駆け宇宙工学を先導する小型高性能深宇宙探査機プラットフォームの技術実証**及び**惑星間ダストの観測**並びに**ふたご座流星群母天体「フェイトン」のフライバイ探査**を行う。
- はやぶさ2拡張ミッション 513百万円(513百万円)  
令和2年12月のカプセル分離後、**はやぶさ2の残存燃料を最大限活用し、新たな小惑星への到達**を目標とした惑星間飛行運用を継続。

### ◆宇宙安全保障の確保／災害対策・国土強靱化や地球規模課題の解決への貢献

36,575百万円(19,003百万円)

- 温室効果ガス・水循環観測技術衛星(GOSAT-GW) 22,910百万円(1,630百万円)  
温室効果ガス観測センサと、**「しずく」搭載の海面水温、降水量等の観測センサを高度化したマイクロ波放射計(AMSR3)等を搭載した衛星**を環境省と共同開発。
- 宇宙状況把握(SSA)システム 896百万円(953百万円)  
宇宙空間を持続的かつ安定的に利用するため、防衛省と連携して、スペースデブリの観測を行う**宇宙状況把握(SSA)システムを運用**。

### ◆次世代航空科学技術の研究開発

3,805百万円(3,680百万円)

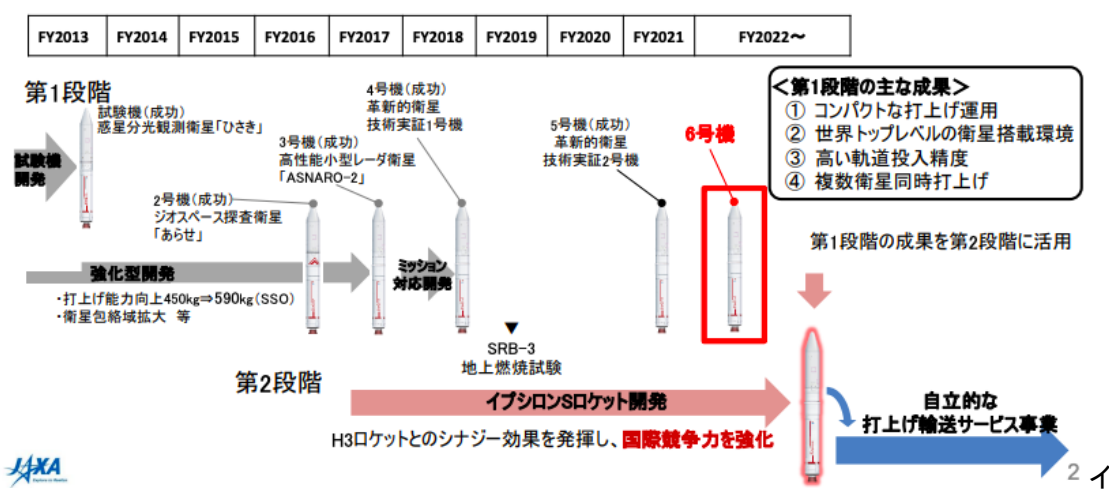
航空科学技術分野における未来社会デザイン・シナリオの実現に向け、**脱炭素社会に向けた航空機電動化技術などのCO<sub>2</sub>排出低減技術、新市場を拓く幹線超音速旅客機、次世代モビリティシステム**に関する研究開発等を実施。

73

2023年度の予算概算要求 Credit : 文部科学省

## EPSILON 1. イプシロンロケット6号機について

- 小型衛星打上げ手段早期獲得・固体ロケット空白期間極小化のため2段階の開発を推進。  
第1段階: M-V及びH-IIAで培った技術を最大限活用し、5号機までの打上げに成功  
第2段階: H3ロケットとのシナジー効果を発揮して**国際競争力を強化**
- 6号機は第1段階の開発成果を適用した最終号機。第2段階(イプシロンSロケット)開発中。



プシロンロケット6号機の Credit : JAXA  
アルテミス計画に向けた研究開発等

191.3億円(前年度比120%増)が提示された新型宇宙ステーション補給機(HTV-X)は、宇宙ステーション補給

機（HTV）を改良して開発する後継機です。将来的には月周回有人拠点「ゲートウェイ」への物資輸送等もできるように、発展性を持たせた設計になっています。1号機は2022年度、2号機は2023年度、3号機は2024年度にH3ロケットで打ち上げられ、ISSに物資を輸送する計画です。

ゲートウェイには、54.9億円（前年度比274%増）が提示されています。



月周回有人拠点「ゲートウェイ」 Credit : NASA

2028年の完成を目指し、日本はミニ居住棟への機器の提供や国際居住棟の環境制御・生命維持装置の開発などを担当することが計画されています。また、2024年度にイプシロンSロケットによる打ち上げが計画されている深宇宙探査技術実証機 DESTINY+の要求額も増大しています。

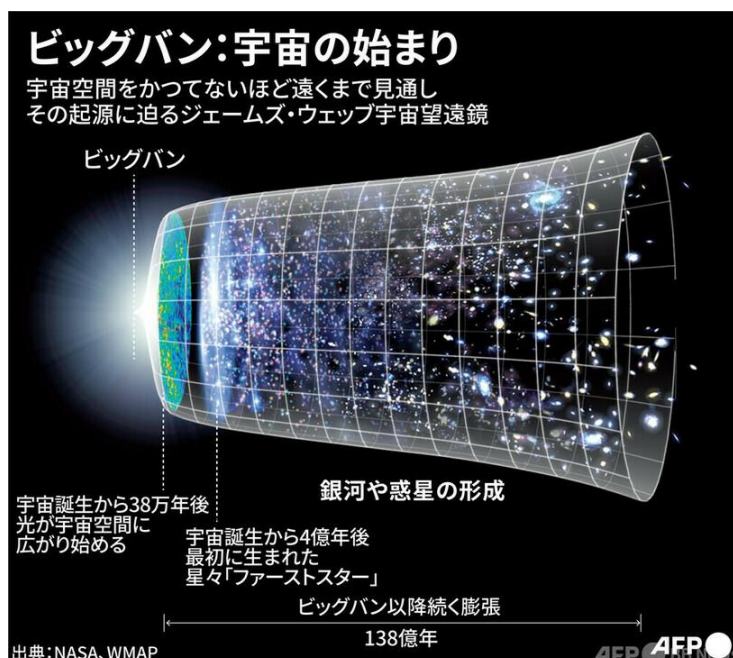
2021年12月に改訂された宇宙基本計画工程表では、「(アルテミス計画において) 米国人以外で初となることを

目指し、2020年代後半を目途に日本人による月面着陸の実現を図る」と、日本人宇宙飛行士の月面着陸の時期について言及されていました。

[https://www.afpbb.com/articles/-/3419534?cx\\_part=top\\_category&cx\\_position=4](https://www.afpbb.com/articles/-/3419534?cx_part=top_category&cx_position=4)

## 【図解】ビッグバン：宇宙の始まり

2022年9月7日 18:07 発信地：ワシントンD.C./米国 [ [米国](#) [北米](#) [宇宙](#) [例外](#) ]



宇宙の起源とその後の膨張を示した図（2022年7月12日作成）。(c)PAZ PIZARRO, JONATHAN WALTER / AFP

【9月7日 AFP】今年、運用が始まったばかりのジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡 ([James Webb Space Telescope](https://www.nasa.gov/press/2021_09/20210907-jwst-first-light-image-released))。運用開始直後には、宇宙が誕生したビッグバン ([Big Bang](https://www.nasa.gov/press/2012_03/20120306-big-bang)) 後3億年のものとされる銀河の姿を捉えている。今後、史上最遠距離の観測記録をさらに更新することが期待される。宇宙の起源とその後の膨張を示した図。(c)AFP

<https://news.yahoo.co.jp/articles/1352fc9685693c0763acbafa27205c8017d38c6b>

## 「火星植民地」から思考実験する未来の政治と経済 気候変動に対する人類全体の生

存をかけた選択

9/8(木) 7:01 配信

東洋経済  
ONLINE



[地球規模で対処しなくてはならない気候変動。人類の選択肢とは \(写真: Alones/PIXTA\)](#)

SF 映画でも頻繁に取り上げられる地球の気候変動。企業や国単位ではなく、地球規模で対処しなくてはならないこの問題に対し、国連を含め、現状のシステムではうまく対処できていないと言いがたい。では人類にはどのような選択肢があるのだろうか。『テクノソーシャリズムの世紀』(ブレット・キング/リチャード・ペティ著)の記者である上野博氏が、本書の一部をひもとき、資本主義をはじめとする現在の社会システムの限界と人類の選択肢について解説する。

■アカデミー賞5部門を受賞した名作も SF映画の世界では、気候の大変動をテーマとしたり、その後の世界を背景としてストーリーが展開される作品が、近年とみに増えている。例えば、「デイ・アフター・トゥモロー」(2004年)は、温暖化の結果として生じる大規模な異常気象が短期間に集中して発生し、北半球のかなりの部分が一気に氷河期的気候へと変化する様子と、その中で生き延びようとする人々の戦いを、迫力あるVFXを駆使して描いている。氷に閉ざされたアメリカからは、大統領をはじめ多くの人々が南へと逃れる。映画の主人公は気象学者で、氷の世界と化したニューヨークに閉じ込められた息子たちを救出に向かう。

一方、「インターステラー」(2014年)では、すでに気候変動が進んだ世界が舞台となっている。温暖化によって地球の乾燥気候化が進み、砂嵐が頻発して耕作可能地が減少して、人類の生存は脅かされている。そのため、宇宙の中で居住可能な環境をもつ星を見出して、人類を地球から脱出・移住させようとの秘密計画が進められていた。主人公の元宇宙飛行士はその計画を知ることとなって巻き込まれ、その星を目指す冒険の旅に出発する。

映画作品には商業的成功のために衆目を集めることが求められるから、気候変動によって起こる自然現象のすさまじさといった劇的なシーンが強調され、主人公の冒険というスリルのあるストーリーが中心に据えられる。しかし、現実の地球温暖化の影響はより広範に時間をかけて起こる。温暖化は海面上昇を引き起こすが、それは水温上昇による海水の熱膨張によるものが最も大きく、それにグリーンランドや南極の膨大な量の氷床の融解などが加わるとされる。少しずつの海面上昇はドラマチックではないが、それが累積すると、国単位のレベルを超えた巨大な変動につながる。それは、気象学や物理学といった自然科学だけではなく、国や社会、経済や政治を否応なしに巻き込むものだ。

■2050年には1.5億人が住む場所を追われる 現在の世界人口の3分の2以上は、海岸線から100キロ以内に暮らしており、その多くは低地であるため、温暖化による海面上昇の影響を受ける。仮に海面が1m上昇するとしよう。マーシャル諸島では国土の80%が海面下に沈むとされる。バングラデシュでは、国土面積の18%にあ

たる 26,000 km<sup>2</sup>が同様の状態になる。こうした地域に住む人々の大多数は、どこか別のより高い場所への移住を余儀なくされるだろう。

『テクノソーシャリズムの世紀』(ブレット・キング/リチャード・ペティ著)では、2019年に『ネイチャー』誌に掲載された研究を引用して、「2050年の海水面の高さの予測では、総計で現在1.5億人の住む土地が脅かされ、将来的には恒常的に満潮線の下となるだろう」とする。そして、シリア内戦では1,300万人の難民が生まれ、2015年にはその一部がEUに流入したことと対比している。シリア難民の10倍規模で気候難民が生じれば、その移動が1国内だけにとどまらないことは十分に予想できる。

さて、前出の「デイ・アフター・トゥモロー」では、南へと殺到するアメリカの住民を警戒したメキシコが国境を封鎖するが、アメリカ大統領の交渉によって国境は開かれ、大規模な移住が実現した。映画とは異なり、温暖化は時間をかけて進行する(それでも歴史的な観点からすれば圧倒的に短期間だが)。また、海面上昇速度の予測の精度も上がるだろうから、水没時期の見通しも立てられる。となれば、本来であれば、2国間というよりも国際的な枠組みで国を跨ぐ移住プランが策定されてもよいだろう。そのためには、個々の国家の国益以上に、地球規模でのガバナンスが発揮され、政策協調が行われることが求められる可能性が高い。現在これに最も近い組織は国際連合であり、その国連は2015年にSDGs(Sustainable Development Goals)を採択し、2030年までに世界的に達成すべき17の目標と169の達成基準を示した。このことは、地球レベルでの重要課題について国際協力が実現する可能性を示している。しかしながら、現実の国際連合は、必ずしもそのように機能しているとは言えない。国連の主たる設立目的は、次の世界大戦発生防止であり、そのために安全保障理事会を最高位の意思決定機関に置いている。その中で第2次世界大戦の戦勝国である5カ国が、常任理事国として拒否権を保有している。そしてその拒否権は、自国の国益に反する議案に対して発動されることで、結果的に国益を擁護することにつながっていることは周知のとおりだ。だが、戦争が国益の相反によって国家間で起こるものであるのに対して、気候変動を含むSDGsの17の目標は、国益を超えて人類が実現すべき普遍的なものだ。こうした共通目標の実現のための提案に対しては、拒否権を持つ非生産的な側面を制限することが必要になるだろう。 ■火星植民地で大事なものは利益ではない 国益のない世界での全体組織の運営がどのようなものになるべきかについては、前出の『テクノソーシャリズムの世紀』で、火星植民地が成功裡に設立されて100万人が居住するようになった場合、そこでの経済がどのようなものになるかについて述べられている。

火星植民地で最も重要になるのは、資本主義が求める利益とリターンではなく、持続可能性と自律的繁栄である。火星の自然環境下では人間は生きられないため、生存可能な環境を作り上げてそれを維持し、拡大していかなければならない。そこでの価値は、富の蓄積ではなく、消費するよりも多くの空気と水、食糧そしてエネルギーなどの資源を生み出すことである。つまり、資本主義とはまったく異なるOS上で経済が回ることになる。また政治の目的は、私利や特定集団の利益拡大のために権力を握り、他人の上に立ってそれを行使するのではなく、コロニー全体利益の増進に資することになるだろう。これをより端的なかたちで示したのが、2015年にアメリカで公開されたSF映画「オデッセイ」(原題『The Martian=火星』)だ。NASAが火星探査のために送り出した6人の宇宙飛行士は、火星上での任務遂行途中で大規模な砂嵐に襲われる。任務放棄が決定され、皆は火星離脱のために急いでロケットに向かう。ところがクルーの1人のマーク・ワトニーが、折れて飛んできたアンテナの直撃を受けて行方不明になる。残りの5名はワトニーが死亡したと判断して火星を離陸し、地球への帰還の途に就く。しかし、彼は生きていて無事だった。ひとり取り残されたことを知ったワトニーは、植物学者そして宇宙飛行士としての持てる知識と知恵とスキル、そして手元にあるテクノロジーと入手可能な資源を総動員して、生存の工夫を始める。水や酸素を確保し、食糧であるジャガイモの栽培を行い、遂には地球との交信にも成功して、最後は無事に地球への帰還を果たす。 ■世界レベルで「両利きの経営」が求められる ワトニーの目的が、有限の環境下での持続可能性確保に向けた再生産の維持と拡大であることは、火星植民地の例とまったく同じだ。そしてそれは、宇宙船地球号の持続可能性に関しても変わらない。

大きく異なるのは、ワトニーや火星植民地は、ベンチャー企業のように何も無いところに新たに絵を描けるの



に対して、この世界は、既存企業と同じく、現存するさまざまな組織や仕組み、すなわち国、企業、政治、経済間の利害を調整しながらそちらに向かわなければならないことだ。つまり、世界レベルで「両利きの経営」を行うという離れ業が求められている。オックスフォード大学の地理学者が書いた書籍『減速する素晴らしき世界』（ダニー・ドーリング著）では、ほとんどすべてのモノやコトには加速した後に減速が訪れるとしており、人口増加、経済成長、債務拡大、新しいデータの増大などはいずれスローダウンすると説く。しかし、同書でも気温上昇はその例外とされている。

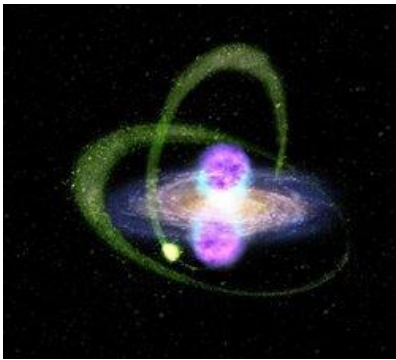
2019年に英国の大学が発表したレポートによれば、2014年のアメリカ軍の二酸化炭素排出量は、ルーマニア1国(世界45位)のそれに匹敵していたという。国益に基づく軍事活動は、温暖化対応面では「高くつく」のだ。SDGsの13番目の目標である「気候変動に具体的な対策を」は、個々の国々の自助だけではなく、世界全体の協調した努力によって、はじめて達成に向かう道が見えてくるだろう。

上野 博 :NTT データ経営研究所 金融政策コンサルティングユニット エグゼクティブスペシャリスト

[https://news.biglobe.ne.jp/it/0907/zks\\_220907\\_7670580784.html](https://news.biglobe.ne.jp/it/0907/zks_220907_7670580784.html)

## ダークマターの謎に迫るいて座矮小銀河からの $\gamma$ 線放射検出 東大らの研究

9月7日(水) 8時24分 [財經新聞](#)



天の川銀河と周辺の様子。「いて座」矮小楕円銀河(左下の緑の球が天の川銀河の衛星銀河であり、そこにある)は、フェルミバブル(中央にある2つの紫の部分)を通して地球から観測されている。いて座矮小楕円銀河はダークマターで満たされているが、これが観測された発光の原因である可能性は低い。(c) Kavli IPMU

### [写真を拡大](#)

宇宙を構成する物質のうち観測可能なものは、全ての質量を足し合わせても、全宇宙質量の5%にしかならない。宇宙には人類が観測できない謎の質量がまだ95%もある。この95%に相当する存在が何なのかは、見当がつかないわけではなく、ダークマターとダークエネルギーがそれにあたると考えられている。

### [【こちらも】30億年前に天の川銀河へ矮小銀河が衝突 痕跡を発見 米レンセラー工科大](#)

ダークマターは、銀河の運動に、観測の網にかかる物質の質量だけでは説明できない挙動があるため、その存在が確実視されているものだ。ダークエネルギーは、宇宙の膨張速度が一定ではないことが判明したことから、宇宙の膨張に寄与する謎のエネルギーがあるはずだと、科学者らが考えている存在である。

東京大学国際高等研究所カブリ数物連携宇宙研究機構(Kavli IPMU)は6日、2010年に発見されたフェルミバブルの発生源について、フェルミガンマ線宇宙望遠鏡による観測から、いて座矮小銀河の中性子星の集団から入射した高エネルギー電子・陽電子対による、宇宙マイクロ波背景光子の逆コンプトン散乱であることを突き止めた発表した。フェルミバブルは、銀河系中心において、発生源が不明の強い $\gamma$ 線を放射する巨大な泡状構造だ。かつては、銀河系中心にある超巨大ブラックホールが、過去に大爆発したことに起因するものと考えられてきた。フェルミバブルの発生原因は2つの可能性が考えられており、1つは未知のミリ秒パルサー集団の存在、

残る1つはダークマターの消滅によるものだった。今回の研究では、原因は前者であることが判明し、ダークマターの存在を確認するには至らなかった。だが、従来運動が緩やかと考えられてきた矮小銀河の運動は、実は非常に活発で、その活発な運動をもたらすダークマターの消滅現象を探索するターゲットとして、矮小銀河が再認識された形だ。加えてそれと紛らわしい事象例を抽出できたことで、今後のダークマター探索の重要な道しるべを示すこととなった。今回の研究は、Kavli IPMU やオーストラリア国立大学などの国際共同研究チームによるもので、その成果は、天文学専門誌「ネイチャー・アストロノミー誌 (Nature Astronomy)」に、9月5日付けで掲載された。

<https://www.asahi.com/articles/ASQ946T59Q8ZPOMB00X.html>

## ロケットで電離圏観測 学生と共に 奈良高専准教授の芦原佑樹さん

上田真美 2022年9月5日 10時30



奈良高専の芦原佑樹准教授=2022年8月26日、大和郡山市矢田町

【奈良】今年8月、[鹿児島県の内之浦宇宙空間観測所](#)からJAXAの観測ロケット「S—520」32号機が打ち上げられた。奈良工業高等専門学校のアシハラ佑樹准教授（42）が提案した同高専と4大学による共同実験だ。

実験の目的は、地上80～300キロの電離圏の観測。上空では大気の一部が電離している。大気中の電子の密度は均一ではなく、季節や時間によって波状の濃淡などが生じる。

電離圏は電波を反射する性質があり、電子密度の濃淡は、GPSなどの[衛星](#)を利用した位置情報システムの精度にも影響を与える。近年、[ドローン](#)や自動運転への応用も進められており、精細な情報が必要になってきている。

電離圏の状態は地上から電波を[発射](#)し、反射までの時間を計るなど、遠隔で観測する方法が主だ。だが、ロケットを使い電離圏の中に機器を入れることで、より詳細な構造を知るためのデータが得られる。濃淡が生じる仕組みを解明するために重要だ。アシハラ准教授が電離圏の状態について研究を始めたのは、[富山県立大学](#)の大学院に在学していた約20年前。高校時代にアマチュア無線を始めるなど電波に興味を持っており、大学では[電磁波工学](#)の研究室に進んだ。観測ロケット実験も経験した。

2008年に同高専に赴任し、11年から今回の観測のための研究を始めた。機器の開発を専門メーカーに任せるのではなく、「実際に手を動かしてやってみないとわからないことがある」と、研究室の学生らと一緒に試行錯誤してきた。例えば、ハンダ付け。ものづくりに携わる高専生なら手慣れた作業だ。

ロケットを打ち上げる際、側面に接する部分は温度が200度くらいまで上がる。既製品のアンテナを改造して、米粒ほどの小さな部品を、耐熱品に交換する必要がある。ところが、一般的なハンダでは200度になると溶けてしまう。鉛を含まない、融点の高いハンダは扱いが難しく、うまく部品を接続できない。なんとかくっつけたが、振動試験をすると外れてしまう……。「最後はハンダ付けに泣かされるのか」と頭を抱えた。

他にも多数の難題やトラブルに見舞われたが、その都度、皆で乗り切った。「そういった現場での気づきや経験、困難にあったときの解決方法は、エンジニアとしてどんな分野にいても通じる」。学生による機器開発の取り組みは、[文部科学省](#)の事業の宇宙航空人材育成プログラムにも採択された。

基礎研究を始めて11年、学生11人が携わった[観測機器](#)を積んだロケットは、8月11日午後11時20分に打

ち上げられた。学生 2 人も参加し、機器が正常に作動するかを見守った。受信できる電波が一時的に想定より少なくなり、「心臓が止まりそうになった」。だが、最終的には問題なくデータを取得。ロケットは電離層に達し、打ち上げから 522 秒後に内之浦の海上に落下し、成功裏に終わった。 今後はデータを解析して仮説の検証をするとともに、観測の改良方法を検討して、「ロケット実験にまたチャレンジしたい」。(上田真美)

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20220905-2446545/>

## 慶大などが金星大気気象データセットを作成、探査機「あかつき」のデータを活用

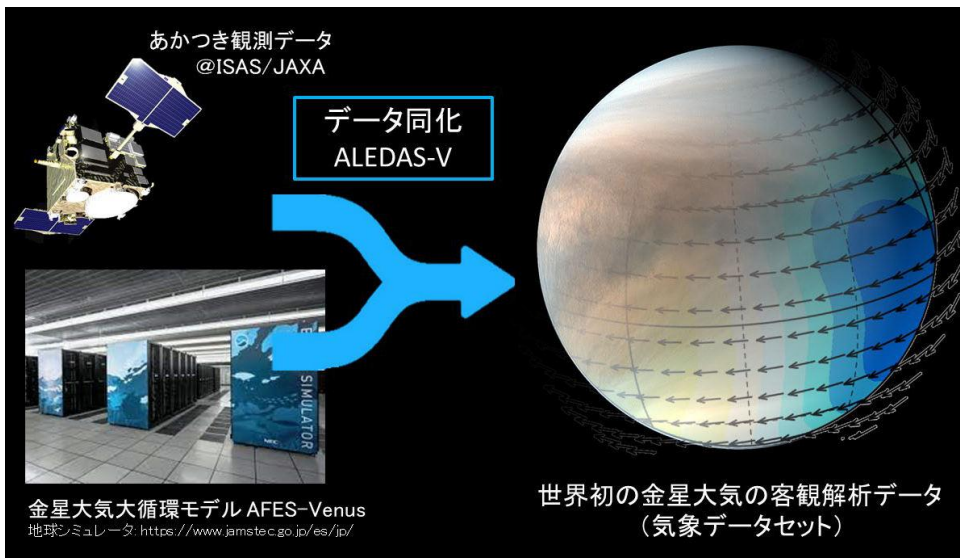
2022/09/05 17:22 著者：波留久泉

慶應義塾大学(慶大)、宇宙航空研究開発機構(JAXA)、京都産業大学(京産大)、岡山大学、神戸大学の 5 者は 9 月 2 日、金星大気に対するデータ同化システムに、JAXA の金星探査機「あかつき」から得られる観測データを加えることで、金星大気の客観解析データ(気象データセット)を作成することに成功したと発表した。

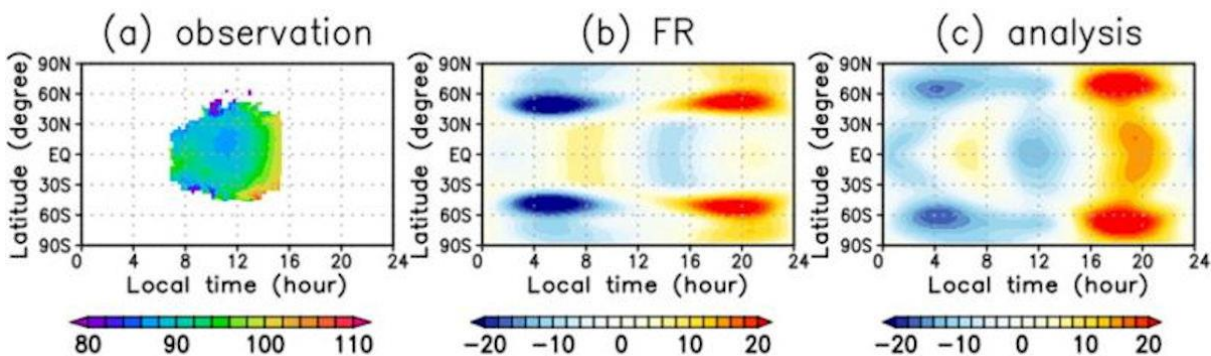
同成果は、慶大 自然科学研究教育センターの藤澤由貴子研究員、同・大学 法学部の杉本憲彦教授、JAXA 宇宙科学研究所 惑星探査データ解析グループの村上真也主任研究開発員、京産大理学部 宇宙物理・気象学科の高木征弘教授、岡山大 理学部地球科学科のはしもとじょーじ教授、神戸大大学院 理学研究科 惑星学専攻の櫻村博基講師、同・林祥介教授らの研究チームによるもの。[詳細は、英オンライン総合学術誌「Scientific Reports」に掲載された。](#)

金星の自転周期は地球とは逆行で、しかも地球の 243 日強という非常にゆっくりとしたものとして知られている。しかも、金星の 1 年は 225 日弱なので、金星の 1 日は 1 年以上というエキセントリックな自転と公転との関係となっている。そして金星の大気は全体でもって、そのような非常にゆっくりとした自転速度を追い越していくという高速回転をしている。上層大気に至っては、赤道上の自転速度の 60 倍(時速約 360km)にも達する。同現象は「大気スーパーローテーション」と呼ばれ、いまだにそのメカニズムの詳細がわかっておらず、惑星気象学最大の謎の 1 つに数えられている。理解が進まない大きな原因としては、大気内部の運動の観測が困難である点が挙げられる。金星の高度 60km を中心に上下 10km ほどには、空全体を覆う硫酸の厚い雲があるため、観測が妨げられているためである。そうした中で、「あかつき」が観測を始める前から、金星大気の数値シミュレーションを行うための大気大循環モデル「AFES-Venus」の開発を進めてきたのが研究チームだという。AFES-Venus は、現実的なスーパーローテーションの再現と維持、これまでの観測で発見されてきた周極低温域や雲の巨大な筋状構造の再現、高解像度計算による熱潮汐波からの自発的な重力波放射の発見など、さまざまな研究成果を挙げてきた。また、「アンサンブルデータ同化」と呼ばれる地球や火星大気データのデータ同化で用いられている手法を「AFES-Venus」に導入した金星大気データ同化システム「ALEDAS-V」を開発。欧州宇宙機関の金星探査機「Venus Express」の観測データを用いた同化実験により、探査機の観測データを利用したデータ同化が金星大気にも有用であることを示してきた。地球や火星大気の客観解析データは、すでに数多く作成されて公開されており、それらの分析研究が盛んに行われている。一方で、金星大気の観測や数値シミュレーション研究は、地球や火星に比べて遅れているため、金星大気の客観解析データの作成は挑戦的な取り組みだが、研究チームは今回、それに挑むことにしたという。今回の研究では、「あかつき」の観測から得られる水平風速データを ALEDAS-V に用いて、大気大循環モデルへの同化が行われた。観測データは時空間的に偏りがあるが、これを同化することで全球にわたる客観解析データが作成された。

また、この客観解析データが調べられたところ、観測されている惑星規模の大気波動(熱潮汐波)を全球的に正しく再現していることが確認されたという。熱潮汐波は大気大循環モデル単体では再現が難しかった現象であり、これが再現されたことは今回の研究の客観解析データの妥当性・有用性が示されていると研究チームでは説明する。なお、データ同化には膨大な計算が必要になるが、研究チームでは、海洋研究開発機構のスーパーコンピュータ「地球シミュレータ」を用いることでこれを実現したとしている。



あかつきの観測データと AFES-Venus の数値シミュレーションの予報データを同化することにより、金星大気のみ「確からしい」状態を時空間的に再現したデータ(客観解析データ)が得られた (出所:慶大プレスリリース PDF)



東西風速の高度 70km における現地時刻緯度断面図。(a)あかつきの観測結果。(b)同化なしの大気大循環モデルの結果。(c)同化によって得られた客観解析データ。同化することによって、客観解析データは観測結果に近い形に改善されている。また、観測データのない高緯度や夜面にもデータ同化の影響が広がっているという (出所:慶大プレスリリース PDF)

金星大気には、近年の「あかつき」などの観測データの分析により、熱潮汐波のほかに、ロスビー波やケルビン波といった時空間的にさまざまな惑星規模波動があることがわかってきている。また、周極低温域やスーパーローテーションといった金星特有の持続的構造も時間空間的に変動していることの理解も進みつつある。

こうした現象の分析には、風速・温度・気圧場の関係性を詳しく調べる必要があり、時間空間的に限られた観測データだけでは不十分だという。数値モデルの不確かさと観測データの間欠性を補い合う今回の研究成果は、観測データと数値モデルの両方を最大限に活用でき、金星大気の運動を解明する新たな糸口となる可能性があるという研究チームでは説明しており、今後、大気スーパーローテーションの成因が解明されるなど、金星大気内部の運動の理解が大きく進むことが期待されるとしている。

<https://sorae.info/astronomy/20220905-lucy-polymele.html>

## 小惑星ポリメレに「月」を発見。探査機ルーシーの新たな探査対象に

2022-09-05 [吉田 哲郎](#)

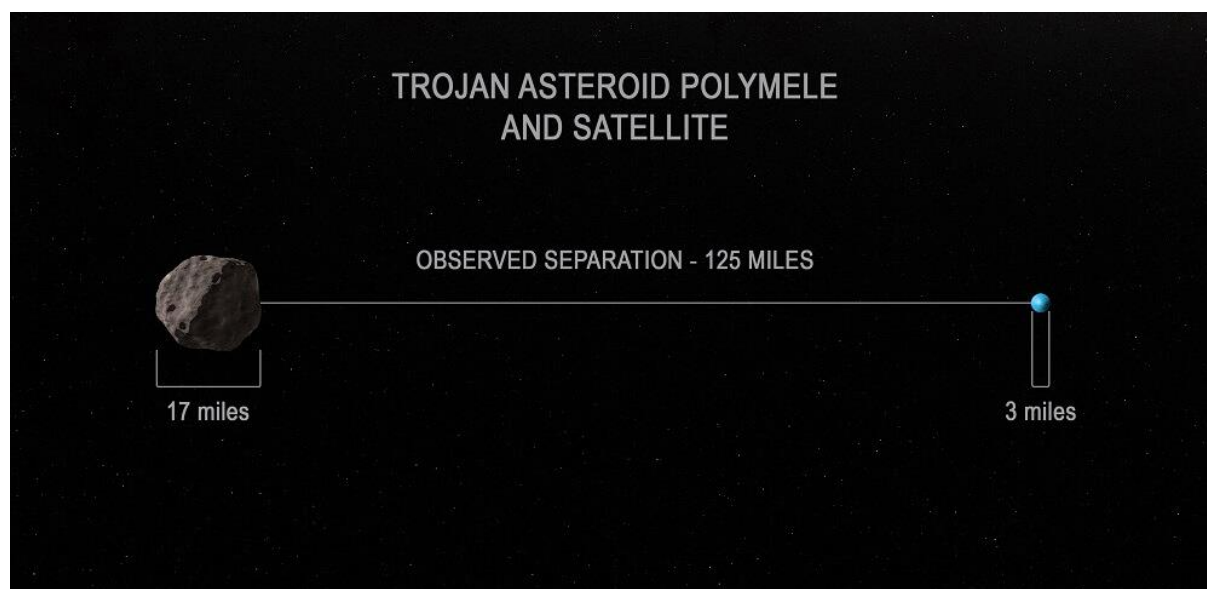


【▲小惑星ポリメレの想像図（Credit：NASA's Goddard Space Flight Center）】

アメリカ航空宇宙局（NASA）が、2021年10月に打ち上げた小惑星探査機「ルーシー（Lucy）」は、木星のトロヤ群小惑星7つと小惑星帯の小惑星1つ、合計8つの小惑星の探査を目的としています。順調にいけば、これまでのどのミッションよりも多くの小惑星を訪れる予定ですが、さらに今回、その訪問先リストに新たな小惑星が加わることになりそうです。

■小惑星ポリメレに衛星が存在？

2022年3月27日、ルーシーのミッションチームは、ターゲットの1つである小惑星「ポリメレ（Polymele）」が独自の衛星を持っていることを発見しました。

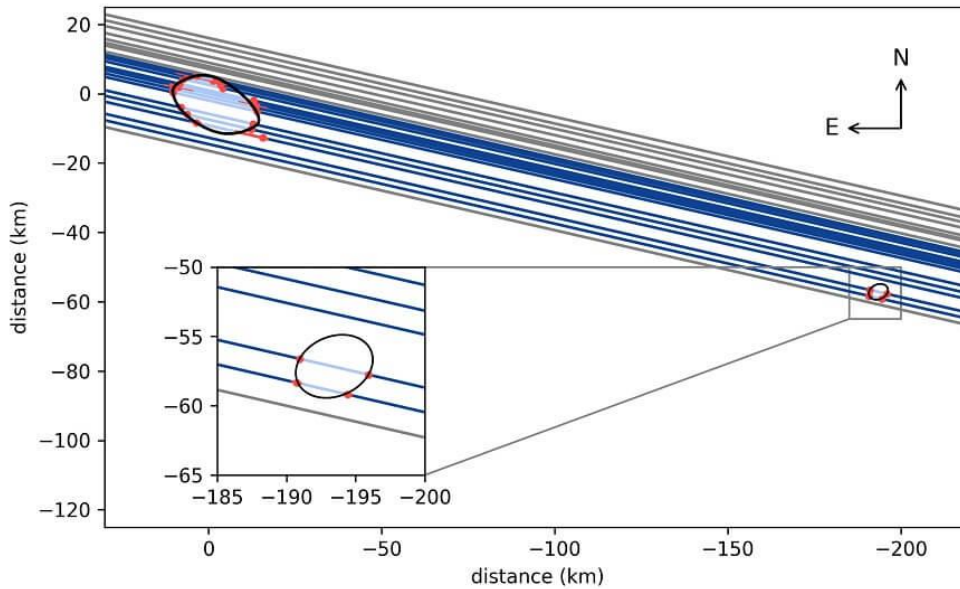


【▲小惑星ポリメレとその衛星の距離感を表わしたイラスト（Credit：NASA's Goddard Space Flight Center）】

その日ポリメレは、恒星の前を通過する「掩蔽（えんぺい）」の観測が予測されていました。掩蔽とは、ある天体が別の天体の前を通過し、後者の天体が観察者の視界から遮られる現象のことです。最もよく知られている例は、月が太陽と地球の間を通過し、太陽が私たちの視界から遮られるときに発生する日食です。

ミッションチームは、プロとアマチュアの天文学者からなる26のチームを、掩蔽が見える経路全体に分散、配置することによって、ポリメレの位置、サイズ、および形状を高い精度で測定し、その背後にある星の点滅によってポリメレの輪郭が描かれるように計画しました。

14のチームが掩蔽の際に星が点滅するのを観測したと報告しましたが、2つのデータが他のものと異なっていることが判明。ミッションチームが観測データを解析したところ、ポリメレから約200km離れた場所に、直径約5kmほどの物体を検出したといいます。また、その物体は、最大幅が約27kmのポリメレを周回している「月」（ポリメレの衛星）であると評価されました。



【▲掩蔽観測によるデータ。左が小惑星ポリメレ、右が新たに発見された衛星の輪郭（Credit : NASA's Goddard Space Flight Center）】

小惑星の命名規則に従い、軌道が確定するまでこの衛星に正式な名称は与えられません。また、この衛星はポリメレに近すぎるため、地上の望遠鏡や地球を周回する望遠鏡でははっきりと見ることはできないのです。詳細を調べるには、再び掩蔽観測の幸運に恵まれるか、2027年にルーシーが小惑星に接近するまで待たなくてはなりません。

■アップデートするルーシーミッション



【▲ルーシーがフライバイ探査を行う小惑星の一覧（想像図）。上段左から：二重小惑星のパトロクロスとメノイティオス、ユーリバテス。下段左から：オラス、リュークス、ポリメレ、ドナルドヨハンソン。このうちユーリバテスは1つの衛星をとまなう（Credit: NASA's Goddard Space Flight Center Conceptual Image Lab）】

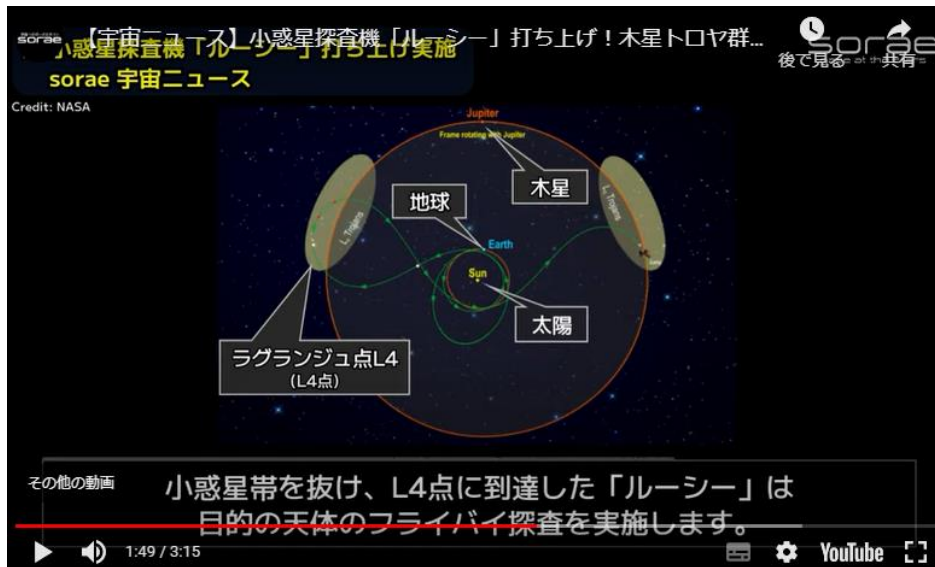
ルーシーのチームは当初、7つの小惑星を探査する計画を立てていました。ところが、その後にハッブル宇宙望遠鏡によって探査対象の小惑星「ユーリバテス」に小さな衛星が見つかり8つとなりました。

そして今回、ポリメレの衛星が加わったことで、12年間におよぶ航海で9つの小惑星を探査する予定になり、

計画が変更されたこととなります。

NASA の科学者 Tom Statler 氏は、「ルーシーミッションは『12年、7つの小惑星、1つの宇宙船』のキャッチフレーズで始まりましたが、良い意味でキャッチフレーズを変え続けていかななくてはなりません」と語っています。

関連：[探査機ルーシー、ポイジャーの様に未来の人類へ向けたメッセージを搭載](#)



Source Image Credit: NASA's Goddard Space Flight Center

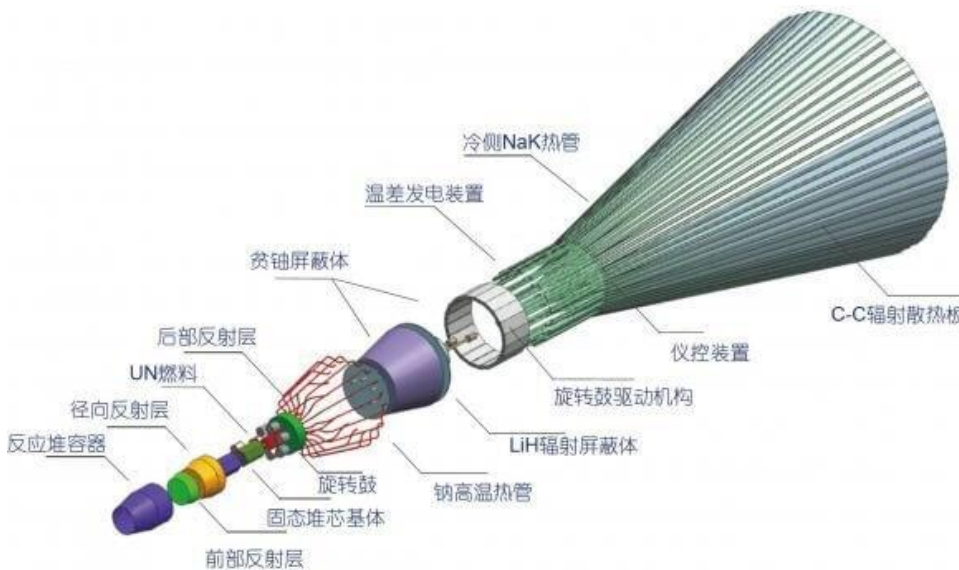
[NASA](#) - NASA's Lucy Team Discovers Moon Around Asteroid Polymele

[NASA](#) - Watching the Blink of a Star to Size Up Asteroids for NASA's Lucy Mission 文／吉田哲郎

<https://sorae.info/space/20220909-uranus-orbiter-probe.html>

## 中国が開発を進める深宇宙探査機 電気推進の電源に原子力の利用を想定

2022-09-08 [KadonoMisato](#)



【▲ 中国が計画中の海王星探査機で使用される原子力を利用した電源システムの構造を示した図 (Credit: SciEngine/Yu, Goubin et al. (2022))】

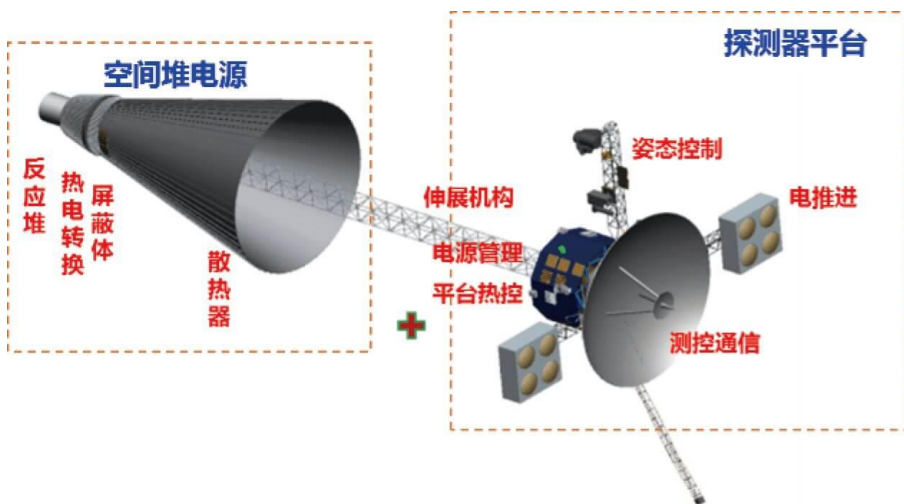
アメリカ航空宇宙局 (NASA) は、いわゆる「深宇宙」でも天王星や海王星など遠くの惑星へと向かう探査計画として、天王星を探査する「ウラヌス・オービター・プローブ」ミッションを検討しています。そのいっぽう、中国では海王星の衛星「トリトン」に探査機を送るミッションが計画されています。

中国国家航天局 (CNSA)、中国科学院 (CAS)、中国国家原子能機構 (CAEA)、中国空間技術研究院 (CAST)

から構成される研究グループは、Scientia Sinica Technologica 誌にてトリトンの探査計画を公表しました。同論文によると、探査機の電源として原子力エネルギーが活用される予定だといえます。

天王星や海王星のような「アイス・ジャイアント（巨大氷惑星）」には、科学において重要な発見が含まれている可能性があるといえます。特に、海王星最大の衛星であるトリトンは海王星の自転に逆行して公転する逆行衛星であることや、その組成が冥王星と似ていることから、もともとは海王星の外側にある「エッジワース・カイパーベルト」で形成された準惑星であり、海王星の重力によってカイパーベルトから引き抜かれたと推測されています。こうした背景から、海王星の軌道力学を研究することで、太陽系がどのように形成・進化し、生命の誕生に至ったのかについての解答が与えられうるといえます。

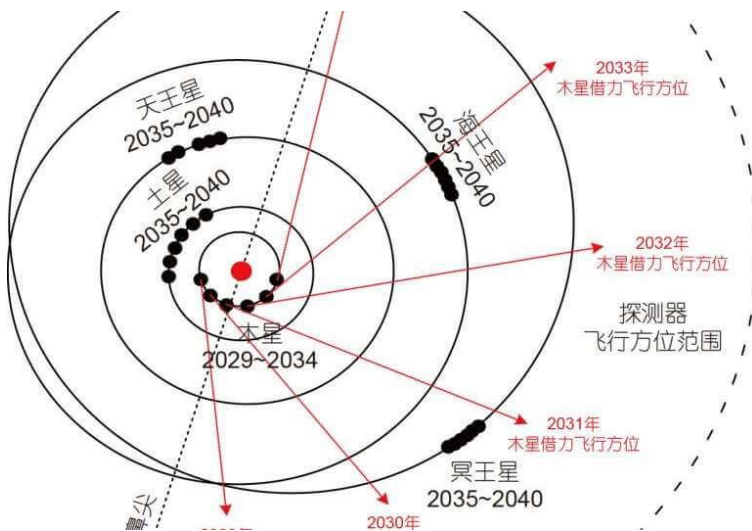
### 原子力エネルギーが活用される背景



【▲ 中国が計画中の海王星探査機の構造を示した図（Credit: SciEngine/Yu, Goubin et al. (2022)）】

研究グループがトリトンへ送る探査機の電源として想定しているのが、原子力エネルギーです。研究グループによると、探査機の質量を 3000kg 以下、探査機の寿命を 15 年以上と仮定すると、電気推進に 8kWe、ペイロードに 2kWe、合計で 10kWe 以上もの電力供給が必要だといえます。ところが、太陽エネルギーの量は距離の 2 乗に反比例するため、木星付近の光の強さは地球の約 4%しかありません。そのため、太陽からより離れた深宇宙での探査を可能にするのは原子力エネルギーだけだといえます。これまでには NASA の火星探査車「Curiosity（キュリオシティ）」「Perseverance（パーシビアランス）」や、惑星探査機「Voyager（ボイジャー）」などで電源として原子力電池が使用されてきましたが、研究グループは原子力エネルギーから変換した電気を探査機の電気推進システムで利用することを考えているといえます。ただし、エネルギー源として期待される「プルトニウム 238」の場合、製造が難しく高価であるため、10kWe 以上の電力需要を満たすだけのプルトニウムを用意するのが難しいようです。そこで、研究グループはプルトニウム 238 に代わるエネルギー源として「ウラン 235」を考えています。ウラン 235 を用いたシステムは質量が大きいため電力供給の効率では劣るものの、化学推進よりも比推力が大きい（効率が良い）電気推進に多くのエネルギーを供給できるといいます。探査機には推力 160mN の電気推進エンジンを 4 基搭載することが計画されており、このうち 2 基が同時に使用されます（残る 2 基はバックアップ）。参考として、日本の小惑星探査機「はやぶさ 2」には推力 10mN のイオンスラスタが 4 基搭載されており、最大 3 基を同時に使用できます。目下のところ、深宇宙への探査計画は中国だけではありません。NASA もトリトンに探査機を送る「トライデント（Trident）」ミッションを構想していましたが、Planetary Science and Astrobiology Decadal Survey 2023–2032 で断念されたことを報告。代わりに、天王星とその衛星に探査機を送る「ウラヌス・オービター・プローブ」ミッションを構想している模様です。





【▲トリトンに探査機を送るミッションのスケジュール案 (Credit: SciEngine/Yu, Goubin et al. (2022))】

中国の研究グループは、2030年頃に探査機の打ち上げを実施し、木星の重力を利用することで、2036年に海王星へ到達すると予想しています。打ち上げの予定時期は複数想定されており、遅くとも2040年までに海王星へたどり着く必要があるとしています。

Source Image Credit: SciEngine/Yu, Goubin et al. (2022)

Phys.org - [China is considering a nuclear-powered mission to Neptune](#)

doi:10.1360/SST-2020-0399 - [Mission analysis of a Neptune detector with a 10 kWe nuclear reactor power generator](#)

文/Misato Kadono

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20220907-2448530/>

## フェルミ・バブルのガンマ線放射はいて座矮小楕円銀河が起源、Kavli IPMU

2022/09/07 18:03 著者：波留久泉

東京大学 国際高等研究所 カブリ数物連携宇宙研究機構(Kavli IPMU)は9月6日、国際運用されている「フェルミ・ガンマ線宇宙望遠鏡」のデータを解析し、天の川銀河の銀河面に対して垂直に約5万光年の大きさを持つ泡状構造「フェルミ・バブル」内で最も明るい部分のガンマ線放射の多くが、地球から約7万光年にある天の川銀河の衛星銀河の1つである「いて座矮小楕円銀河(Sgr dSph)」に由来するものであることを明らかにしたと発表した。同成果は、Kavli IPMU のオスカー・マシアス特任研究員(現・オランダ・アムステルダム大学 GRAPPA センター 博士研究員)、オーストラリア国立大学のローランド・クロッカー准教授を中心とした、Kavli IPMU の堀内俊作客員科学的研究員、同・安藤真一郎客員科学的研究員も参加した国際共同研究チームによるもの。[詳細は、英科学誌「Nature」系の天文学術誌「Nature Astronomy」に掲載された。](#)

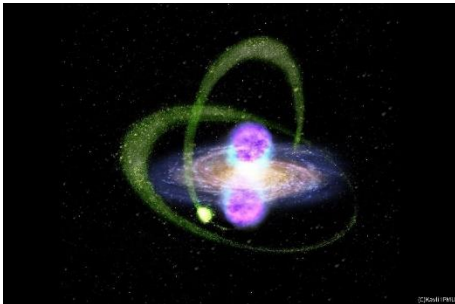
約10年前にフェルミ・ガンマ線宇宙望遠鏡により、天の川銀河の中心において、およそ5万光年におよぶ泡状構造を持ち、天の川銀河の円盤面に垂直な形で上下方向に砂時計型をしたフェルミ・バブルが発見されたものの、これまでに同構造は、どのようにして発生したのかがわかっていなかったという。

一方で同構造には、非常に強い(明るい)ガンマ線を放射する謎の下部構造がいくつか確認されていた。その代表が、南側にある最も明るいスポットである「コクーン」で、当初は天の川銀河中心の大質量ブラックホール「いて座A\*」の過去の暴発によるものと考えられていた。

地球からそのフェルミ・バブルを通して観測できるのが、直径は約1万光年で質量は天の川銀河の約1/1000というSgr dSphで、天の川銀河の中心から約5万光年の極軌道を周回しており(これまでの数十億年の間に約10周したものと推定されている)、過去には天の川銀河の銀河円盤を通過したこともあるという。そのときに星間ガスの大部分を失い、今では同銀河の多くの星が細長い帯状に引きはがされている。星間ガスに乏しいため、もは

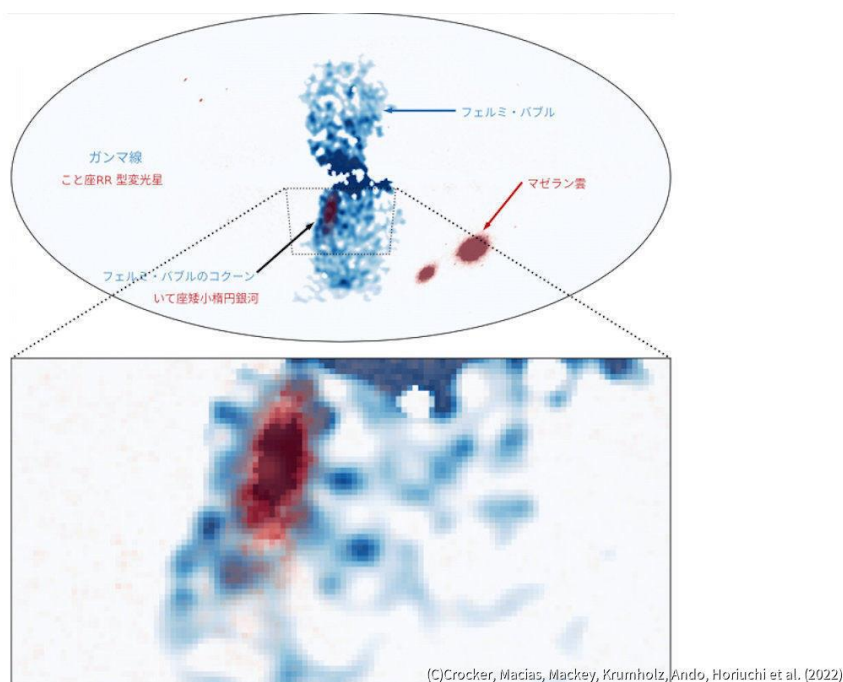
や星形成の場ではなく、ガンマ線放出の可能性としては、ダークマターの対消滅や未知のミリ秒パルサー集団などが推測されていたという。そこで研究チームは今回、フェルミ宇宙望遠鏡のデータを解析し、フェルミ・バブル中で天の川銀河北半球のジェットと南半球のコクーンと、Sgr dSph の位置が重なっていることに着目。Sgr dSph からのガンマ線放射の起源を検証するため、フェルミ宇宙望遠鏡によって観測されたガンマ線放射を、テンプレート解析によってコクーンを含む関心領域上に当てはめることにしたとする。

Sgr dSph のガンマ線信号の起源には、次の 2 つの可能性が考えられている。1 つが銀河の基本構造といわれる「ダークマターハロー」におけるダークマターの対消滅によるもので、もう 1 つがミリ秒パルサーの高エネルギー放出の可能性であるという。そして観測的にガンマ線の形状が後者であることが突き止められたという。



天の川銀河の小さな衛星銀河(左下の緑の球)であるいて座矮小楕円銀河は、ガンマ線の巨大なフェルミ・バブル(天の川銀河の上下の紫の領域)を通して地球から観測されている。いて座矮小楕円銀河はダークマターで満たされているが、これが観測された発光の原因である可能性は低いという (C)Kavli IPMU (出所:Kavli IPMU Web サイト)

ミリ秒パルサーは、自転周期が 1~10 ミリ秒という超高速自転し、強大な磁場を発生している中性子星とされる。連星系を構成しており、極度な回転エネルギーの結果、粒子を吹き出している。この吹き出された粒子のうちの電子は、宇宙マイクロ波背景放射の低エネルギー光子と衝突し、高エネルギーのガンマ線に叩き上げられることがわかっている。つまり、観測されたガンマ線信号は、ミリ秒パルサーの磁気圏放射と組み合わせ、矮小銀河のミリ秒パルサー集団から入射した高エネルギー電子・陽電子対による宇宙マイクロ波背景光子の逆コンプトン散乱によって説明できることが示されたこととなる。



GAIA 宇宙望遠鏡で観測された RR Lyrae 星のマップ(赤)にフェルミ・バブルのガンマ線画像(青)が重ねられた図。いて座矮小楕円銀河の形と方向は、フェルミ・バブルの南側にあるガンマ線の明るい下部構造である「フェルミ・

バブルのクーン」の形と完全に一致している。これは、フェルミのクーンが、地球から見てフェルミ・バブルの奥にある「いて座」で起きているエネルギー的な過程に起因していることを示す強い証拠となるとしている(C)Crocker, Macias, Mackey, Krumholz, Ando, Horiuchi et al. (2022) (出所:Kavli IPMU Web サイト)

Sgr dSph の星々は、天の川銀河やアンドロメダ銀河のバルジよりも若く、金属に乏しい古い種族 II の星であることが確認されている。金属に乏しい星では、質量あたりのミリ秒パルサーの数が多くなるとも予想されるという。Sgr dSph のガンマ線光度は、このような環境依存性を考慮した理論的な予測や、ほかのガンマ線放出星団の観測結果と完全に一致すると研究チームでは説明しており、恒星集団合成モデルに基づいて、Sgr dSph のガンマ線輝度はおよそ 650 個のミリ秒パルサーによって作られたと推定されたとする。なお、今回の発見は、ダークマター信号に対し相対的にミリ秒パルサー信号が弱いと予想されていたことから、ダークマター探索の代表的ターゲットとなっている矮小銀河に、さらなる焦点を当てることを強く示唆したとしているほか、ミリ秒パルサーの寄与とその恒星集団の年齢や金属量への依存性のモデル化が発展することが期待され、このようなモデリングは、将来のダークマター消滅探索のための最も有望なターゲットを特定するために重要だとしている。

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20220908-2449258/>

## 東大など、赤色矮星のハビタブルゾーン内を公転するスーパーアースを発見

2022/09/08 12:53 著者：波留久泉

東京大学(東大)、アストロバイオロジーセンター(ABC)、国立天文台(NAOJ)の3者は9月7日、太陽系から約100光年の距離にある赤色矮星「LP890-9(別名:TOI-4306、SPECULOOS-2)」の周囲に2つのスーパーアースを発見したことを発表した。同成果は、東大大学院 総合文化研究科 広域科学専攻・附属先進科学研究機構の成田憲保教授、同・広域科学専攻の渡辺紀治特任研究員、ABCの平野照幸助教、東大大学院 総合文化研究科 広域科学専攻・附属先進科学研究機構の福井暁彦特任助教ら日本人研究者も15人以上が参加する国際共同研究チームによるもの。[詳細は、天文学と天体物理学を扱う学術誌「Astronomy & Astrophysics」に掲載された。](#)

存在が確認された系外惑星の数は2022年3月に5000個を突破し、現在もNASAの科学衛星「TESS」による、トランジットを用いた全天での系外惑星(候補)サーベイが行われている。トランジットは、恒星の前を惑星が通過することで影ができ、かすかに恒星の明るさが減光するのを周期的に検出することで、系外惑星候補を探すという手法で、このTESSのサーベイにより、少なくとも天の川銀河においては全恒星のおよそ4分の3を占めると見積もられている赤色矮星のハビタブルゾーンを公転する、地球のような惑星の発見が期待されている。

今回惑星が発見されたLP890-9は、TESSによる観測で周期約2.73日の減光が発見され、トランジット惑星候補「TOI-4306.01」という名前で2021年7月21日に世界に公開された。

TESSなどで周期的減光が確認されたからといって、即座に系外惑星として認定されるわけではない。周期的減光は、連星系において2つの恒星がお互いに隠し合う(食を起こす)食連星でも起こり得るため、地上の望遠鏡を用いてより精密な追観測(発見確認観測)を行い、系外惑星か食連星か見極める必要があるとされている(恒星の表面現象の可能性もある)。成田教授が研究代表者を務める日本のMuSCATチームは、TESSの公式追観測プログラムであるTFOPに参加しており、ベルギーの研究者らによるSPECULOOSチームとともに、それぞれ独立に2021年8月以降、このTOI-4306.01の追観測に取り組んだ。

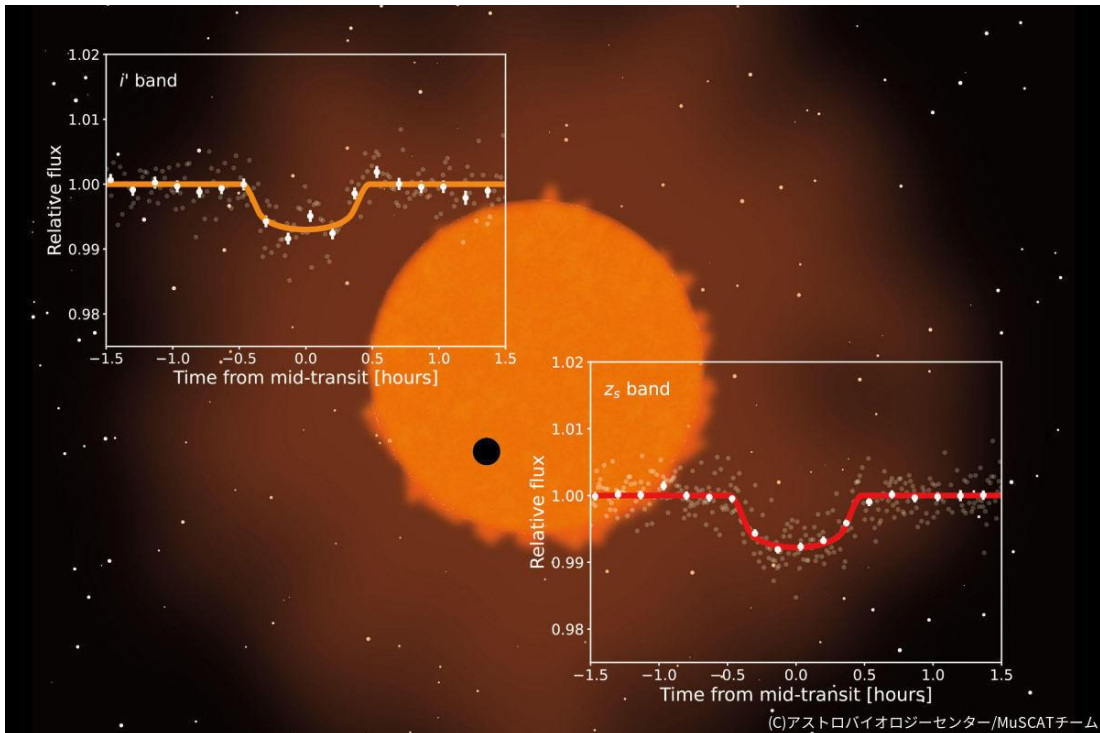
MuSCATチームは、ハワイ・マウイ島のハレアカラ観測所に設置された4色同時撮像カメラ「MuSCAT3」による多色トランジット観測と、すばる望遠鏡に搭載された近赤外視線速度測定装置「IRD」を用いたインテンシブ観測による視線速度の観測を実施。2021年10月までにTOI-4306.01が惑星であることを確認したという。

一方、SPECULOOSチームは2021年8月からTOI-4306.01のトランジット時刻以外も含めてLP890-9の継続的な観測を行い、2021年10月と11月にTOI-4306.01とは別の周期の減光を発見。同チームのデータではその新たな系外惑星候補の公転周期を1つに絞り込むことができなかったが、MuSCATチームが協力し、MuSCAT3

での追観測を実施。同候補が本物の惑星であり、公転周期が約 8.46 日であることが確認された。

発見された 2 つのトランジット惑星 LP890-9b と同 c は、半径がそれぞれ地球(約 6357km)の 1.32 倍(約 8391km)と 1.37 倍(約 8709km)であることが確認された。この半径の惑星では、理論的に水素大気を持つ小さなガス惑星である可能性が極めて低い(水素大気を持っていても重力が小さいので維持できない)ので、地球よりやや大きな岩石惑星であるスーパーアースであることが考えられるという。

また外側の LP890-9c は、ちょうど LP890-9 のハビタブルゾーンに入っていることも確認された。このように短周期の惑星がハビタブルゾーンに入るのは、LP890-9 は表面温度が約 2600°C(太陽は約 5500°C)しかなく、太陽の 15%ほどの半径しか持たない小さな恒星であるためだという。



太陽より温度の低い恒星である LP890-9 と、系外惑星がトランジットするイメージ。MuSCAT3 により複数の波長帯で同時にトランジットが捉えられたことから、恒星の表面現象ではなく、系外惑星であることが確認された (C)アストロバイオロジーセンター/MuSCAT チーム (出所:NAOJ すばる望遠鏡 Web サイト)

LP890-9c はまだ発見されたばかりで、そこがどんな世界で、はたして生命が存在するのかどうかも現時点では不明だが、トランジット惑星であるため、主星の光を用いたトランジット観測で大気組成や雲の有無など大気の状態を詳しく調べることが可能だという。大気の状態は、地表に液体の水が安定的に存在できるかどうかにより大きく影響するので、非常に重要である。なお、たとえ将来の観測でこの惑星には生命が存在しそうでないとしても、ハビタブルゾーンにある岩石惑星がどのような大気を持つのかを研究することは、地球が宇宙の中でどのような存在なのかを位置付ける上で重要となると研究チームでは説明している。

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20220909-2450102/>

## 大教大、活動銀河核の一種「ブレーザー」にて希少な準周期的振動を検出

2022/09/09 11:10 著者: 波留久泉

大阪教育大学(大教大)は 9 月 8 日、活動銀河核の一種である「ブレーザー」の代表的天体として知られる「とかげ座 BL」が、2020 年に観測史上最大級の規模で明るくなったことが確認された際に、活動銀河核では稀にしか見られない変動現象である「準周期的振動」(QPO)を検出したことを発表した。

同成果は、大教大 天文学研究室の松本桂准教授を含めた、14 か国の天文学者が参加する国際共同研究チームに

よるもの。[詳細は、英科学誌「Nature」に掲載された。](#)

ブレーザーとは、活動銀河核の中心にある大質量ブラックホールから双極方向に吹き出すプラズマの高速流体「相対論的ジェット」(ジェット)のどちらか一方の向きが、ちょうど地球を正面に捉えている場合のものを指す。活動銀河核の中でおよそ0.1%を占め、中でも極めて明るく輝き、また電波放射も強いことが特徴となっている。

「とかげ座 BL」はそうしたブレーザーの代表的天体で、その正体は地球から約10億光年の距離(宇宙の膨張による赤方偏移は0.069)の楕円銀河の中心部に位置する、太陽の1億7000万倍の質量を持つ大質量ブラックホールであり、吹き出しているジェットは、最大で光速の99.8%にも及ぶという。

ブレーザーは、明るさがさまざまな時間スケールで激しく変動することも特徴で、大半の変動はランダムながら中にはQPOとなる場合もあり、何らかの系統的な変動現象の発生が示唆されている。



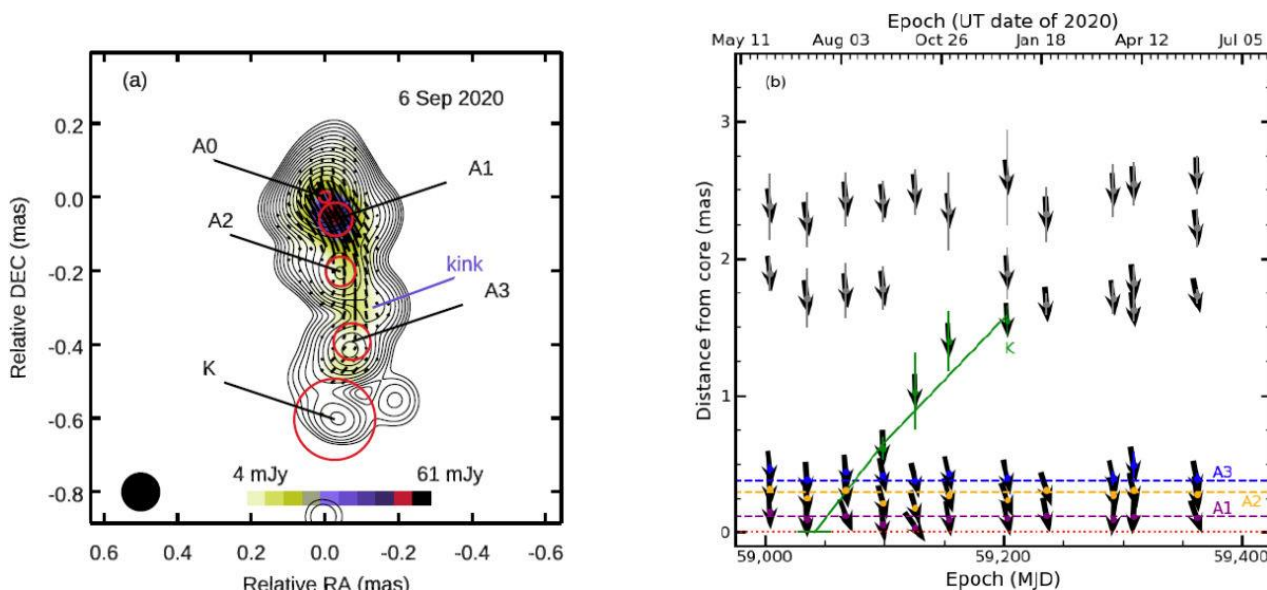
ブレーザーのイメージ。大質量ブラックホールから噴出するジェット的一方が地球に向いており、ある意味直撃を受けている。ただし、遠方宇宙のできごとのため、地球は実害がなく済んでいる(出所:大教大 Web サイト) そうした中、2020年7月20日頃にとかげ座 BL が大規模な増光(アウトバースト)を起こしたことがキャッチされ、世界の37の天文台と、フェルミ・ガンマ先宇宙望遠鏡による国際共同観測が行われた。アウトバーストは同年10月17日頃まで継続し、8月21日と10月5日に観測史上最大級の明るさが記録された。またこの国際共同観測によって、アウトバーストの最も明るい時期において顕著な短時間変動が検出された。特に最短で約13時間周期で生じる可視光、偏光、およびガンマ線のQPOの発生が明らかにされたという。

これまでにブレーザーなどで観測されたQPOは1か月以上の時間スケールで起こり、ジェットやその磁場の螺旋構造に起因すると解釈されてきた。今回とかげ座 BL で観測されたQPOでは、明るさと偏光度に相関が見られないことから、強い乱流に伴うものであることが示唆されるとする。また光は大きく偏光しており、明るさと偏光度は類似する時間スケールを示すことから、その起源はジェットにあると推定された。可視光とガンマ線の明るさの変動は強く相関していて遅延が見られないことから、それらの発光源は共通であることが示唆されるもしている。さらに、米国国立電波天文台の超長基線電波干渉計 VLBA による周波数43GHzの電波観測が行われ、およそ0.1ミリ秒角(現地において0.42光年の距離に相当)の解像度で撮像が行われたところ、とかげ座 BL のジェットの構造として、静的な電波コア A0 と、いくつかの準静的な塊(ノット)成分 A1~A3 を確認。これらの成分は、ジェットとその周囲の圧力の違いに起因する斜め衝撃波の一連の流れと解釈されるという。

加えて、1年あたり3.32ミリ秒角(光速の約15倍に相当するが、見かけ上のもの)で動く、別の明るいノット成分 K も発見。ノット K はアウトバーストの最初の最大光度時に、大質量ブラックホールから約16.3光年の距離に位置するノット A2 を通過している。そこでは螺旋磁場によるプラズマの圧力が支配的であり、ジェットの内部で電流駆動型の磁気流体力学不安定性の一種である「キंक不安定性」が成長するのに適した物理的状況となっているという。また、実際に増光時の VLBA の電波画像にキंक不安定性の大きな捻じれが捉えられていたとする。これらを踏まえ、約13時間周期のQPOは最内縁ジェットの螺旋磁場を破壊するキंक不安定性によって引き起こされたことが考えられると研究チームでは説明しているほか、同様にアウトバーストの後半に現れた約4日周期のQPOも、時間とともに成長した捻じれの大きさの現れと説明できるとしている。

一方でアウトバーストの前半に現れた約2週間のQPOは、ノット K がノット A0 から A3 を次々に通過した際

に引き起こされたことで説明できるとしており、これらの結論は、ブレーザーの短時間 QPO を駆動する主要な機構がプラズマの不安定性であることを支持しているとする。なお今回の研究結果について研究チームでは、長らく議論的になっていた、数日から数時間程度の時間スケールで生じるブレーザーの短時間 QPO の発生機構について、駆動する主要な機構がプラズマの不安定性であることを示唆したものとしており、大質量ブラックホールが引き起こす大規模な宇宙の活動現象の背後に潜む物理学の解明につながる成果だとしている。



(a)VLBA を用いて 2020 年 9 月 6 日に観測された、とかげ座 BL の周波数 43GHz における電波強度画像。静的な電波コア A0、準静的なノット成分 A1~A3、K の位置がわかる。(b)電波コア A0 に対する各ノット成分の角距離(縦軸)の時間変化(横軸) (出所:プレスリリース PDF)

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20220909-2450533/>

## 天の川銀河の棒状構造が引き起こした変動史に関する新シナリオ、国立天文台が提唱

2022/09/09 18:36 著者：波留久泉

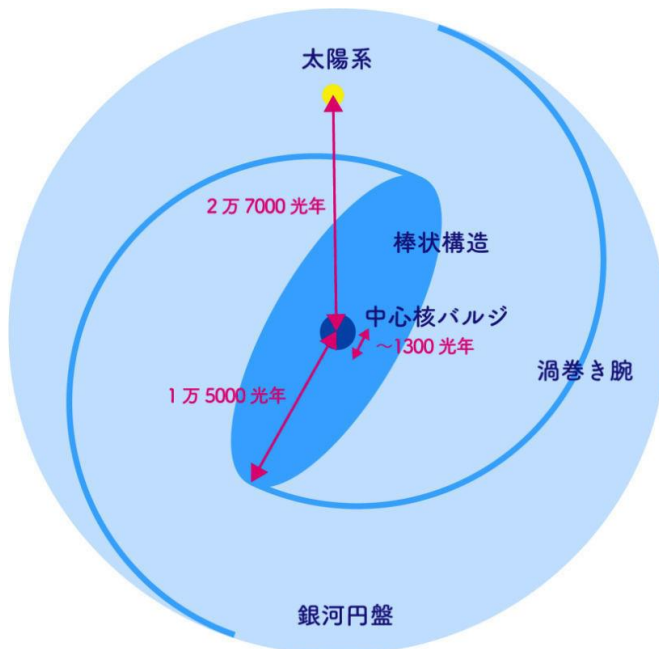
国立天文台(NAOJ)は 9 月 9 日、天の川銀河の中心付近に存在する棒状構造の形成が引き起こした変動の歴史について、NAOJ の天文学専用スーパーコンピュータ「アテルイ II」を用いたシミュレーションを行った結果、棒状構造が形成後間もなく、ガスが銀河の中心領域に流れ込み、そこで爆発的な星形成が起こり、新たに「中心核バルジ」が形成される一方、棒状構造ではガスが枯渇し星形成が急停止するということが明らかになったと発表した。同成果は、NAOJ JASMINE プロジェクトの馬場淳一特任助教を中心とした国際共同研究チームによるもの。詳細は、[英国王立天文学会が刊行する天文学術誌「Monthly Notices of the Royal Astronomical Society」に掲載された。](#) 天の川銀河の内側にいる地球からは、その外観を直接見ることは不可能ながら、さまざまな観測データから、渦巻き腕を持った円盤型をしていること、また円盤の中央付近には星が細長く分布する「棒状構造」があることなどがわかっている。同構造はその重力の影響により、天の川銀河の広域において星やガスの移動を支配しているとされる。



スーパーコンピュータ「アテルイ II」のシミュレーションによって描き出された天の川銀河の姿 (c)馬場淳一、中山弘敬、国立天文台 4次元デジタル宇宙プロジェクト (出所:NAOJ CfCA Web サイト)

近年の大規模地上サーベイ観測や、欧州宇宙機関(ESA)の位置天文観測衛星「Gaia」の革新的高精度データにより、現在の棒状構造の大きさや回転速度が明らかになりつつある。しかし、棒状構造がいつ形成され、どのような変動を経て進化してきたのかは不明のままとなっている。これは棒状構造の形成進化の歴史が、どのような観測情報にどのように刻まれるのかがわかっていないためだという。

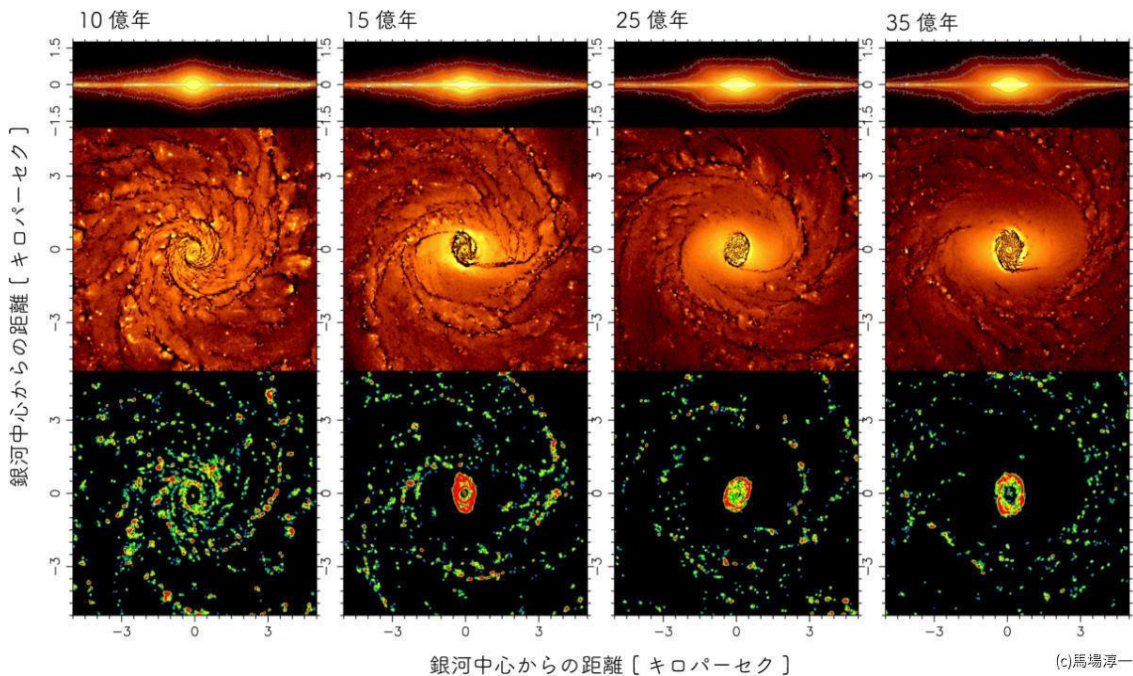
そこで研究チームは今回、棒状構造の形成時期を観測的に明らかにするため、アテルイ II と、「ASURA コード」を用いて、天の川銀河における 3次元の重力多体・流体シミュレーションを行い、棒状構造の形成進化が星形成活動や星の年齢分布にどのような影響を与えるのかを調べることにしたという。ASURA は神戸大学の斎藤貴之准教授によって開発された、重力多体系と流体系の自己無撞着な重力相互作用と、星形成過程・超新星爆発加熱などの銀河進化素過程を考慮した数値シミュレーションを行える、並列 N 体/SPH 法のシミュレーションコードであるという。今回の取り組みでは、銀河のどこでどのように星が誕生し死んでいくのかをシミュレーションする必要があるが、それには多様な物理過程を考慮した大規模な計算が必要となる。しかし、アテルイ II と ASURA コードの組み合わせにより、天の川銀河を構成する星と星間ガスの進化が追跡され、放射冷却で冷えて低温・高密度になったガスから新たに星が形成され、その星の進化に伴う紫外線放射や超新星爆発による星間ガスの加熱の過程を含めたシミュレーションが実現されたという。その結果、棒状構造の形成後、すぐに回転の勢いを失った大量の星間ガスが銀河中心の約 6000 光年以内の領域に流れ込み、爆発的に星が形成されることで、新たな銀河構造である中心核バルジが形成されることが示されたという。



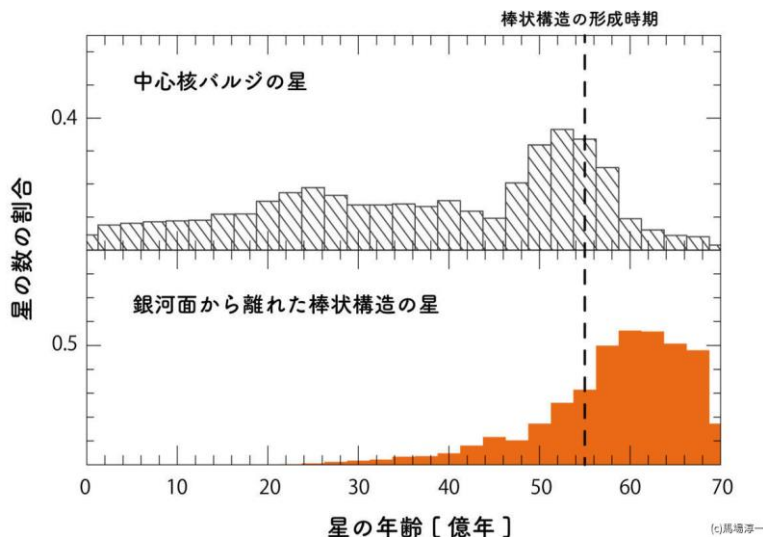
(c)国立天文台

天の川銀河の円盤を正面から見た概略図。円盤の中心付近に星が細長く集まる棒状構造があり、その両端付近から渦巻き腕が伸びた形をしている。棒状構造の中心部には、中心核バルジと呼ばれるさらに星が集中した領域が存在する (c)国立天文台 (出所:NAOJ CfCA Web サイト)

それに対し、棒状構造となった領域では星間ガスが枯渇するため、星形成活動は急激に低下することも判明。このように棒状構造の形成により、天の川銀河内での星形成活動が領域によって異なるという現象が引き起こされた可能性が指摘されたとする。さらに棒状構造となる前に存在した星は、棒状構造との重力相互作用による「軌道共鳴」によって銀河円盤の鉛直方向に散乱され棒状構造がピーナッツ型に立体化することが示されたという。従来の研究ではこのような現象は星々の運動の速度差が大きいことによって生じる不安定性によって棒状構造が鉛直方向に振動し「へ」の字型にたわむことによって生じると考えられてきた。しかし今回の研究では棒状構造がたわむのではなく棒状構造形成による星の軌道共鳴現象によって引き起こされることが示唆されたという。



今回のシミュレーションによる天の川銀河の棒状構造の進化の様子。上段が銀河面を真横から見た星の分布、中段が銀河を正面から見た星の分布(オレンジ)とガスの分布(黒)。下段も同じく銀河正面で、星形成の活発さが表されている(赤い部分ほど活発)。15億年頃に棒状構造が形成され始めると、中心核バルジ部分(中心から約3260光年以内)にガスが集まり、星形成が活発になる。一方、棒状構造(中心から約3260~9780光年の間)のガスは徐々になくなり、35億年では棒状構造でほとんど星が作られていないことがわかる。また、棒状構造を真横から見ると(上段)、次第に長方形またはピーナッツ形状になっていくこともわかる (c)馬場淳一 (出所:NAOJ CfCA Web サイト)なお、今回の研究結果から、棒状構造形成時に爆発的に星が生まれる領域と星形成活動が不活発な領域ができることで、構造内の異なる領域でまったく異なる星の年齢構成を示すことが期待されると研究チームでは説明しており、今後、このような年齢分布の違いを観測的に明らかにすることで、天の川銀河に棒状構造がいつ形成されたのかを推定できるとしている。



中心核バルジと、銀河面から離れた棒状構造の星で期待される年齢構成のシミュレーション結果。中心核バルジでは棒状構造の形成時期より若い星が多く、銀河面から離れた棒状構造の領域では逆に古い星が多いと期待されるという (c)馬場淳一 (出所:NAOJ CfCA Web サイト)

また、そのためには、地球から観測した星がどの距離にあり、どのような運動をしているのかを知る必要があるが、外側のピーナッツ型領域なら Gaia によりある程度観測することが可能だとするものの、中心核バルジ領域は星間物質によって可視光線が強く吸収されるので、Gaia の可視光帯観測では星の運動を測定できないため、現在、NAOJ も含めて国内外 27 の大学や研究機関の 60 名の研究者が参加し、2028 年の打ち上げを目標として赤



外線位置天文観測衛星「JASMINE」の開発が進められており、これにより中心核バルジ領域の星々の精細な観測が期待できるようになるとしている。



今回のシミュレーションで描き出された、天の川銀河の棒状構造が進化する様子の動画。映像中の「1Gyr」は「10億年」が表されている (c)馬場淳一、中山弘敬、国立天文台 4次元デジタル宇宙プロジェクト

<https://sorae.info/astromy/20220906-hoags-object.html>

## 「ホーグの天体」ってどんな音色？ 可聴化された特異銀河

2022-09-06 [sorae 編集部](#)



【▲特異銀河「ホーグの天体 (Hoag's Object)」(Credit: NASA/ESA and The Hubble Heritage Team (STScI/AURA))】  
こちらは”へび座”の方向およそ 5 億 5000 万光年先に位置する「ホーグの天体 (Hoag's Object)」です。ホーグの天体は環状銀河に分類される特異銀河で、リングを含めた直径は約 12 万光年と見られています。  
アメリカ航空宇宙局 (NASA) のゴダード宇宙飛行センターは、この画像を「音」に変換した動画を 2022 年 5 月 11 日付けで公開しています。これまでも sorae では音に変換された「バタフライ星雲」や「バブル星雲」などを紹介していますが、ホーグの天体はどのような音色なのか、まずはお聞きください。  
非言語音を使って画像などの情報を伝えるこのような手法は「ソニフィケーション」(可聴化)と呼ばれています。この動画では、中心から 12 時方向に伸びた線が時計回りに動き、天体の画像を読み取って音に変換しています。NASA の科学者は「明るい箇所 (青) は大きな音で表現され、中心から離れるほど高い音で表現されている」と解説しており、その音色はまるで、広い洞窟の中で滴る水が奏でる美しいメロディーのようです。  
34 秒程度と短い動画ですが、ぜひイヤホンやヘッドホンを着用して、隅々まで銀河の「音」を聴いてみてください。冒頭の画像は 2002 年に公開されたもので、撮影にはハッブル宇宙望遠鏡の「広域惑星カメラ 2 (WFPC2)」が用いられました。関連：[宇宙の蝶を耳で聴く。NASA がハッブル撮影の「バタフライ星雲」を音に変換](#)

Source Image Credit: NASA/ESA and The Hubble Heritage Team (STScI/AURA)

Sonification Credit: SYSTEM Sounds (M. Russo, A. Santaguida)

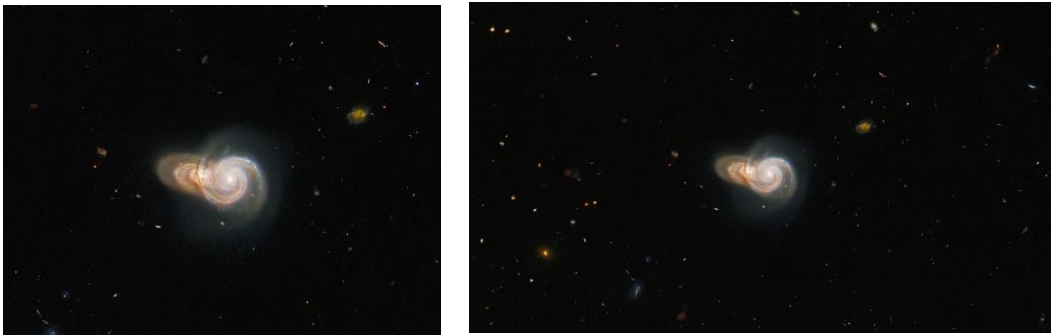
[NASA's Goddard](#) - Sonification of Hoag's Object [Hubble](#) - A Wheel within a Wheel

参考：ホーグの天体 ([Wikipedia](#))

sorae 編集部

## 偶然重なり合っで見えている 2つの銀河 ハッブル宇宙望遠鏡が撮影

2022-09-07 [松村武宏](#)



【▲ 重なり合う 2つの銀河「SDSS J115331」(左)と「LEDA 2073461」(右)。公開された画像の中央付近を拡大したもの (Credit: ESA/Hubble and NASA, W. Keel)】

【▲ 重なり合う 2つの銀河「SDSS J115331」(左)と「LEDA 2073461」(右)。ESA から公開されたオリジナルバージョン (Credit: ESA/Hubble and NASA, W. Keel)】

こちらは「おおぐま座」の方向 10 億光年以上先にある 2つの渦巻銀河を捉えた画像です。左の銀河は「SDSS J115331.86+360024.2 (以下 SDSS J115331)」、右の銀河は「LEDA 2073461」と呼ばれています (※)。

複数の銀河が重力を介して相互作用する「相互作用銀河」は、接近時に引き伸ばされて形が大きく歪んだり、衝突を繰り返して最終的に合体したりすると考えられています。SDSS J115331 と LEDA 2073461 も一見すると互いに引き寄せあって衝突している相互作用銀河のように思えますが、欧州宇宙機関 (ESA) によると実際には偶然重なり合っで見えているだけで、相互作用しているのではないといいます。

この画像に写っている銀河は、市民参加型の天文学プロジェクト「Galaxy Zoo (ギャラクシー・ズー)」で実施された投票で選ばれた銀河の一部です。10 万人以上のボランティアが参加した Galaxy Zoo では、未調査の銀河 90 万個が分類されました。プロの天文学者が何年も費やした可能性がある作業を、ボランティアたちはわずか 175 日間で達成したといいます。ESA によれば、Galaxy Zoo プロジェクトでは相互作用銀河をはじめ、3 本腕の渦巻銀河や衝突する環状銀河など風変わりな素晴らしいタイプの銀河が幾つも見つかっており、その一部はこれまで研究されたことがなかったといいます。そこで、Galaxy Zoo は「ハッブル」宇宙望遠鏡による追加観測の対象を選ぶための投票を 2018 年に実施。一般市民から約 1 万 8000 票が投じられた結果、地球からは重なり合っで見える SDSS J115331 と LEDA 2073461 をはじめ、合体銀河やリング状構造を持つ銀河など、全部で 300 個の銀河が観測対象に選ばれました。冒頭の画像はハッブル宇宙望遠鏡の今週の一枚として、ESA から 2022 年 9 月 5 日付で公開されています。※...SDSS は掃天観測プロジェクト「スローンデジタルスカイサーベイ (SDSS)」のカタログに、LEDA はリヨン天文台が作成した「リヨン-ムードン銀河系外データベース (Lyon-Meudon Extragalactic Database)」に収録されていることを示しています。

関連 : [ちらりと見える背後の銀河。ハッブルが撮影した“ヘルクレス座”の 3つの銀河](#)

Source Image Credit: ESA/Hubble & NASA, W. Keel [ESA/Hubble](#) - Galactic Overlap 文／松村武宏

## ウェブ宇宙望遠鏡が撮影した大マゼラン雲の「タランチュラ星雲」

2022-09-08 [松村武宏](#)



【▲ ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡の近赤外線カメラ（NIRCam）を使って撮影されたタランチュラ星雲（Credit: NASA, ESA, CSA, STScI, Webb ERO Production Team）】

【▲ ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡の中間赤外線装置（MIRI）を使って撮影されたタランチュラ星雲（Credit: NASA, ESA, CSA, STScI, Webb ERO Production Team）】

こちらは地球から約 17 万光年離れた「かじき座」の輝線星雲「かじき座 30（30 Doradus）」です。かじき座 30 は天の川銀河の伴銀河（衛星銀河）のひとつ「大マゼラン雲」（LMC：Large Magellanic Cloud、大マゼラン銀河とも）にある輝線星雲で、「タランチュラ星雲（Tarantula Nebula）」とも呼ばれています。

このタランチュラ星雲の画像は、「ジェイムズ・ウェッブ」宇宙望遠鏡に搭載されている「近赤外線カメラ（NIRCam）」を使って 2022 年 6 月 2 日に取得された画像をもとに作成されました。人の目は赤外線を捉えることができないため、画像の色は取得時に使用されたフィルターに応じて着色（※）されています。

※...F444W：赤、F470N：オレンジ、F200W：緑、F090W：青で着色

タランチュラ星雲は活発な星形成領域として知られています。画像の中心に広がる空洞は、この星雲で誕生した数多くの若い大質量星（青色で着色）の放射によって、星の材料でもあるガスや塵が吹き飛ばされたことで形成されています。物質が高密度で集まっている部分は恒星風の侵食に対する抵抗性が強く、大質量星を含む星団に向かって伸びる「柱」のような構造が形成されています。柱の中では原始星の形成が進んでおり、ガスや塵でできた「繭」に包まれながら成長を続けているとされています。

2022 年 6 月 10 日には、ウェッブ宇宙望遠鏡に搭載されている別の観測装置「中間赤外線装置（MIRI）」によるタランチュラ星雲の観測も行われました。星雲をより深く覗き込むことができる MIRI を使って取得された画像（※）では、高温の若い大質量星よりも温度が低いガスや塵が捉えられています。星雲に埋め込まれるようにして輝く光点は、成長を続ける原始星の位置を示しているといえます。

※...F1800W：赤、F1280W：緑、F1000W と F770W：青で着色

ウェッブ宇宙望遠鏡や「ハッブル」宇宙望遠鏡を運用するアメリカの宇宙望遠鏡科学研究所（STScI）によると、局部銀河群で最も大きく最も明るい星形成領域であるタランチュラ星雲の化学組成は天の川銀河の星形成領域とは異なっていて、宇宙における星形成がピークに達したとみられる「宇宙の正午（cosmic noon）」と呼ばれる時期（今から約 100 億年前）の巨大な星形成領域に似ていると考えられていることから、天文学者の注目を集めているといえます。STScI によれば、従来は高密度な分子雲の向こう側を鮮明に捉えることが難しかったため、星の形成過程にはまだ多くの謎が残されています。宇宙の正午に存在していた遠方銀河と、それよりもはるかに近いタランチュラ星雲の観測結果を比較する上で、星形成領域の濃密な雲を見通すことができるウェッブ宇宙望遠鏡に期待が寄せられています。ウェッブ宇宙望遠鏡が撮影したタランチュラ星雲の画像は、STScI や欧州宇宙機関（ESA）から 2022 年 9 月 6 日付で公開されました。

関連：[355 光年先の太陽系外惑星を直接撮像](#) [ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡](#)

Source Image Credit: NASA, ESA, CSA, STScI, Webb ERO Production Team

[STScI](#) - A Cosmic Tarantula, Caught by NASA's Webb [ESA/Webb](#) - Webb Captures A Cosmic Tarantula

文／松村武宏