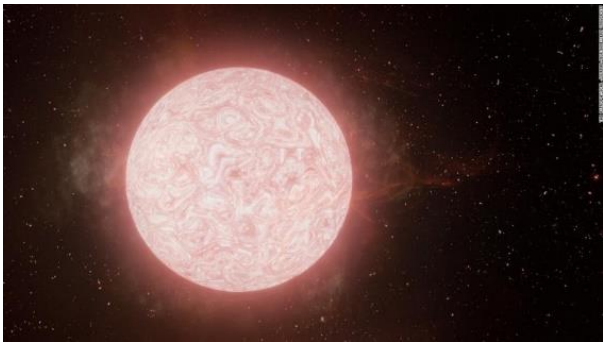


## 星が死にゆく最後の瞬間、超新星爆発をリアルタイムで観測 天文史上初

2022.01.07 Fri posted at 20:00 JST



赤色超巨星が死期を迎え、ガスを噴出していることを表したイメージ画/The Astrophysical Journal/Northwestern University

(CNN) 死期を迎えた巨大な恒星が超新星爆発を起こす現象が初めてリアルタイムで観測されたとして、米カリフォルニア大学などの研究者が6日の天文学会誌に研究結果を発表した。

観測を行った赤色巨星は地球から約1億2000万光年離れた銀河「NGC 5731」に位置していた。爆発前の質量は太陽の10倍もあった。恒星が最後の輝きに包まれる前には激しい爆発が起きたり高温のガスが噴出したりすることもある。しかし今回の現象が観測されるまで、赤色巨星は比較的静かな状態が続いた後に大爆発して超新星になったり、崩壊して高密度の中性子星になったりすると考えられていた。

ところが今回の赤色巨星は研究チームが見守る中で、劇的な自己崩壊を起こしてII型超新星になった。巨大な質量をもつ恒星は、中心核の水素やヘリウムなどを燃焼し尽くして急速に崩壊し、激しい爆発を起こして死を迎える。後に残るのは鉄のみだが、鉄は融合できないことから、恒星のエネルギーは尽きる。そうになると鉄が崩壊して超新星爆発が発生する。論文の筆頭筆者で米カリフォルニア大学バークリー校の研究者、ウィン・ジェイコブソンガラン氏は今回の研究について「巨大な恒星が死ぬ直前に何が起きるのかを解明するうえで画期的」と位置づけ、「赤色巨星が超新星になる前の活動は、普通のII型超新星においてはこれまで観測されたことがなかった。我々は初めて赤色巨星の爆発を目の当たりにした」と報告している。

この恒星の異常な活動は、超新星になる130日前に観測された。ハワイのマウイ島にあるハワイ大学の望遠鏡が2020年夏、明るい放射線を検出。研究チームはハワイのマウナケア山にある天文台で観測を続け、この超新星を「2020 tlf」と命名した。観測の結果、爆発が起きた時点で恒星を取り巻く物質が存在していたことが判明。夏の間はこの恒星から激しく放出された明るいガスだった。

「まるで時限爆弾を見守っているようだった」と同大のラファエラ・マーガッティ准教授は言う。「我々はこれまで、死にゆく赤色巨星のこれほど激しい活動を確認することがなかった。我々はこれが輝きを放ち、それから崩壊して燃え上がるのを見ていた」こうした巨星では、死を迎える前に内部で急激な変化が起きてガスが激しく噴出することがある。今回の観測は、ジェイコブソンガラン、マーガッティの両氏がノースウェスタン大学在籍中に行った。研究チームはハワイにある望遠鏡に遠隔操作でアクセスし、「巨大恒星が超新星爆発に姿を変える直接的な証拠」を提示した。ジェイコブソンガラン氏は、今回のような現象をもっと観測することができれば、巨星の命が尽きる最後の瞬間に関する謎を解く手がかりになるとの期待を示している。

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20220105-2243538/>

## 太陽コロナに突入！ NASA 探査機「パーカー・ソーラー・プローブ」が見た世界

2022/01/05 10:46 著者：鳥嶋真也

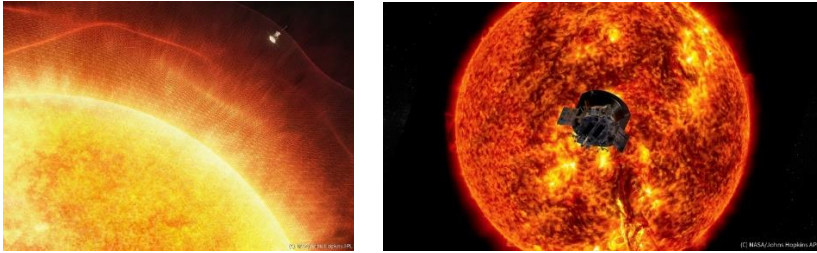
[太陽に触れるミッション](#) [ついにコロナの中に突入](#) [「スイッチボックス」の起源を解明](#)

## 太陽にも、謎の解明にも、さらに近づく

米国航空宇宙局(NASA)は2021年12月15日、太陽探査機「パーカー・ソーラー・プローブ」が、太陽の上層大気であるコロナへ突入することに成功したと発表した。

探査機が太陽に“触れた”のは史上初めて。太陽風の磁力線の向きがS字型になる現象の起源も突き止めることにも成功した。太陽コロナの粒子と磁場を直接探査することで、太陽そのものと、太陽が太陽系に及ぼす影響について、重要な情報を得ることができたとしている。

成果をまとめた論文は、『Physical Review Letters』に掲載されたほか、『Astrophysical Journal』にも受理された。



太陽コロナの中を通過するパーカー・ソーラー・プローブの想像図 (C) NASA/Johns Hopkins APL

太陽に接近するパーカー・ソーラー・プローブの想像図 (C) NASA/Johns Hopkins APL

### 太陽に触れるミッション

パーカー・ソーラー・プローブ(Parker Solar Probe)は、NASAとジョンズ・ホプキンス大学応用物理学研究所が運用している太陽探査機で、太陽コロナの中に飛び込んで観測する、史上初のミッションである。

NASAは「太陽に触れるミッション」と形容。その高温に耐えるために、耐熱シールドをはじめ、さまざまな工夫が施されている。

2018年8月12日に打ち上げられたあと、金星の近くを通過(フライバイ)して軌道を変え、早くも11月には太陽へ接近。その後も金星フライバイを繰り返しながら、運用終了までの7年間に24回の太陽接近・観測を実施する予定で、2021年12月現在、10回までをこなしている。地球などの天体とは異なり、太陽には固い表面はない。しかし、その上層部には、重力と磁力によって太陽につながとめられた超高温の大気、「太陽コロナ」が存在する。このコロナを構成している物質が、熱と圧力によって徐々に遠ざかっていくと、やがて重力と磁場が弱くなり、太陽の大気として維持できなくなる点に到達する。この地点を「Alfven critical surface(直訳で「アルヴェーン臨界面」)」と呼び、ここが太陽の大気の終わりであり、そして太陽風が始まる場所となる。

太陽風とは、太陽からプラズマ(電気を帯びた希薄なガス)が噴き出し、太陽の磁場を引きずりながら、秒速300~900kmという猛スピードで太陽系を横断し、地球やその周辺まで到達している現象のこと。アルヴェーン臨界面を超えると、太陽風の速度が非常に速くなり、太陽との関わりが途切れ、そのガスが太陽に戻ってくることはできなくなる。これまで、アルヴェーン臨界面がどこにあるのか、つまり太陽コロナはどこまで存在して、そしてどこから太陽風が始まっているのかは、正確にはわかっていなかった。コロナを遠くから撮影した画像から、太陽表面から10~20太陽半径の間、約700万kmから1380万kmのどこかにあるのではと推定されていた。

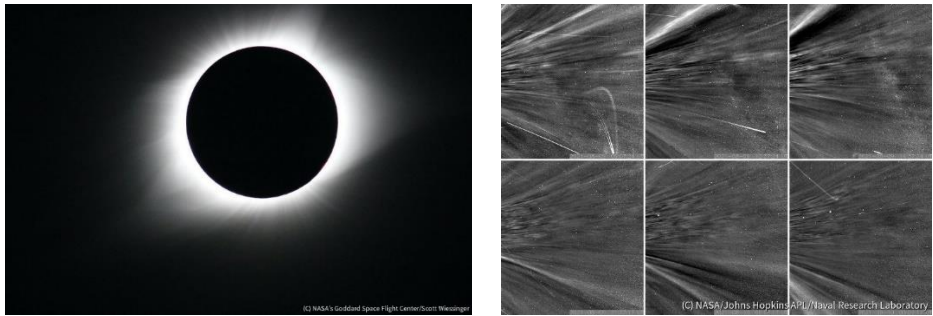
パーカーは螺旋を描くように、フライバイごとに太陽に近づく軌道を飛ぶ。つまりフライバイを重ねるごとに、より太陽に近づくことができる。そのため、どこかのタイミングでアルヴェーン境界面を超えること、すなわち太陽コロナの中に突入し、太陽に“触れる”ことになると期待されていた。

### ついにコロナの中に突入

そして今回、パーカーの科学者チームは、2021年4月28日に行った8回目の太陽フライバイ中に、太陽表面から18.8太陽半径(約1300万km)の地点を通過した際、初めてアルヴェーン臨界面を超え、ついにコロナに突入したと発表した。決め手となったのは、探査機が観測した磁気と粒子の状態だった。分析の結果、コロナに特有のものであることがわかったため、コロナに突入したことが裏付けられたとしている。また、送られてきたデータからは、探査機は太陽のフライバイ中、コロナの中を何度も入ったり出たりしていることもわかったという。

これは、アルヴェーン臨界面が、なめらかなボールのような形状ではなく、表面にしわのような凹凸や谷のある形状をしていることを示しているとしている。今後、これらの形状が、太陽の表面の活動とどのように対応しているのかを調べることで、太陽での出来事がコロナや太陽風にどのような影響を与えているかを知ることができるという。パーカーのプロジェクト・サイエンティストを務める、ジョンズ・ホプキンス応用物理学研究所のヌール・ラウアフィ(Nour Raouafi)氏は「パーカー・ソーラー・プローブは、太陽にきわめて接近し、コロナの状態をこれまでにないほど敏感に感じ取っています。磁場データ、太陽風データ、そして画像から、コロナに入ったことは疑いようもありません」と語る。

「皆既日食で見られるようなコロナ構造の中を、探査機が飛んでいるのを実際に見ることができたのです」。また、今回 Physical Review Letters に掲載された論文の主執筆者で、BWX テクノロジーのジャスティン・カスパー(Justin Kasper)氏は、「遅かれ早かれ、短時間でもコロナに遭遇するであろうことは十分に予想していました。しかし、すでに到達していることがわかり、非常に興奮しています」と語っている。



2017 年の皆既日食で地球から撮影された太陽。周囲に見える部分がコロナである (C) NASA's Goddard Space Flight Center/Scott Wiessinger

コロナの中を通過するパーカー・ソーラー・プローブがとらえた、コロナ・ストリーマー(上の写真では上部に、下の写真では下部に見える明るい筋のようなもの) (C) NASA/Johns Hopkins APL/Naval Research Laboratory

さらに、8月9日に行われた9回目の太陽フライバイでは、パーカーは、太陽表面から15太陽半径(約1050万km)まで接近。そこではコロナ・ストリーマー、もしくは pseudostreamer と呼ばれる領域を通過した。

コロナ・ストリーマーとは、太陽の表面にそびえる巨大な塔のような構造で、日食の際に地球から見るができる。コロナ・ストリーマーの中を通過する様は、NASAは「まるで嵐の目に飛び込んでいくよう」と表現。通過時には周囲は静まり、粒子の速度が低下し、「スイッチバック(switchbacks)」と呼ばれる太陽風にある磁気ジグザグ構造の数が減少したという(スイッチバックの詳細は後述)。これは、探査機が普段遭遇している、激しく粒子が吹き荒れる太陽風の中とは対照的であり、粒子の動きを支配するほど強い磁場が存在する領域、すなわち探査機がアルヴェーン臨界面を通過し、磁場がその領域内のあらゆるものの動きをつかさどっている太陽コロナの中に突入していることを示す決定的な証拠となった。

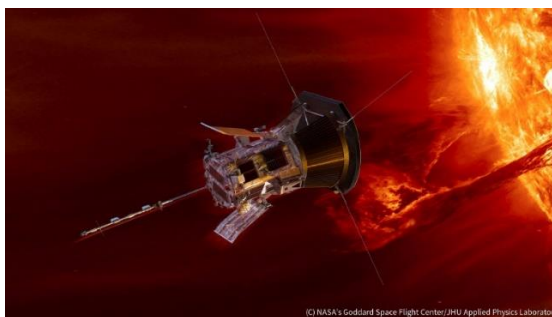
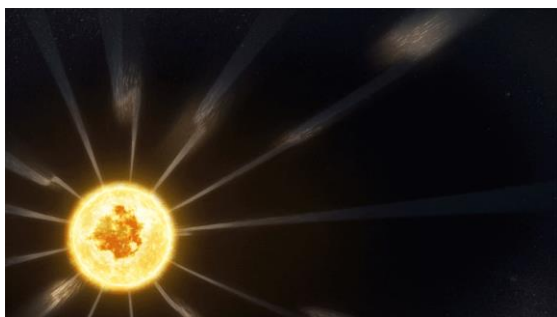
この8回目、9回目の太陽フライバイにおいて、コロナの中を通過したのはわずか数時間にすぎない。ただ、2022年1月にも11回目のフライバイを行う予定で、そこでもまたコロナの中を通過するものとみられる。また、その後もフライバイするごとに太陽に近づき続け、最終的には太陽表面から8.86太陽半径(616万km)まで接近する予定となっており、コロナの内部のより詳細なデータが続々と得られるものと期待される。

また、コロナの大きさは太陽活動にも左右される。太陽は約11年の周期で活動が強くなったり弱くなったりを繰り返しており、これが強くなるとコロナの外縁は拡大するため、パーカーはより長い時間、コロナの内部にいることができるようになる。2021年現在は活動的になりつつある段階にあり、探査機の運用が終わる2025年には、さらに活動的になっていると予測されている。

### 「スイッチバック」の起源を解明

パーカーはまた、コロナの中を通過する前に、もうひとつ大きな発見を成し遂げた。

ことの起こりは 1990 年代、NASA と欧州宇宙機関(ESA)が共同で運用した太陽探査機「ユリシーズ」が、太陽風の磁力線の向きが、数秒から数分間にわたって逆転し、S 字型になっていることを発見した。これは「スイッチボックス(switchbacks)」と呼ばれ、この当時は(ユリシーズが太陽の極軌道を回る探査機だったこともあり)太陽の極域だけで見られる現象だと考えられていた。しかし、2018 年からのパーカーの探査により、このスイッチボックスは極域に限らず、どこを流れる太陽風でも一般的に見られるものであることが判明した。そして新たな疑問として、このスイッチボックスはどこから来ているものなのか、太陽の表面で作られるのか、それともコロナで磁場が歪む過程で形成されたのか、といった謎が浮上した。そこで科学者チームは、パーカーが 2020 年 9 月 27 日に 6 回目の太陽フライバイを行い、25 太陽半径を下回る近さにまで近づいたときのデータを分析。その結果、スイッチボックスはパッチ状に発生し、そこに含まれる元素の中でヘリウムの割合がとくに高いことがわかった。ヘリウムは太陽の光球から来ることが知られている。さらに、このパッチ状の形状は、太陽表面に現れる「超粒状斑 (supergranules)」と呼ばれる、光球の対流セル構造の間から現れる漏斗状の磁気構造と同一直線上にあることがわかったとしている。以上から、スイッチボックスの起源は太陽の光球であり、さらに超粒状斑から生じていることまで絞り込まれた。今回の論文の筆頭筆者の、カリフォルニア大学バークレー校のステュアート・ベイル(Stuart Bale)氏は「スイッチボックスのある領域の構造は、コロナの底部にある小さな磁気の漏斗状構造と一致します。いくつかの理論から予想されていたことですが、パーカーによる探査により、ついにその源をピンポイントで特定したのです」と語っている。ただ、今回の発見によってスイッチボックスがどこで作られるかは特定できたものの、それがどのように形成されるかはまだ謎のまま残っている。ある説では、海が波打つように、プラズマの波によって形成されるのではないかとされていたり、あるいは磁気の漏斗状構造が集まる境界で発生すると考えられている「磁気リコネクション」と呼ばれる爆発的な現象によって形成されるという説もある。ベイル氏は「私の直感では、パーカーが今後、より太陽に近づくことによって、漏斗状の磁気がどのようにスイッチボックスと結びついているのかについてもっと知ることができると思います。そして、どのようなプロセスで漏斗状の磁気構造が作られるのかという疑問が解決されることを期待しています」と語る。



太陽風の磁力線がジグザグになる「スイッチボックス」と呼ばれる現象を描いた想像図 (C) NASA's Goddard Space Flight Center/Conceptual Image Lab/Adriana Manrique Gutierrez

太陽に接近するパーカー・ソーラー・プローブの想像図 (C) NASA's Goddard Space Flight Center/JHU Applied Physics Laboratory

### 太陽にも、謎の解明にも、さらに近づく

NASA はまた、パーカーがより太陽の近くを通過することで、スイッチボックスだけでなく、その他の太陽現象についてもさらに多くの手がかりが得られるかもしれないと期待している。

たとえば、コロナは太陽表面から数千 km も離れているにもかかわらず、太陽表面よりも 100~300 倍も高温——光球の温度は約 6000°C しかないにもかかわらず、コロナの温度は 100 万~200 万°C にもなっている。どのようなメカニズムで、コロナはこれほど高温になっているのかは長年の謎であり、「太陽コロナ加熱問題」と呼ばれている。また、太陽風がどのように生み出されているのか、そしてどのようにして猛スピードで飛べるほどのエネルギーを得ているのかも、まだ完全にはわかっていない。こうした謎を解明することは、ただ単に科学的な

成果となるだけでなく、地球の通信を中断させたり、人工衛星に損害を与えたりするような異常な「宇宙天気」を理解し、そして予測するためにも非常に重要となっている。パーカー計画の責任者を務めるジョセフ・スミス (Joseph Smith)氏は、「我々の高度な技術により、パーカーをこれまでのどんな探査機よりも太陽に近づけることに成功しました。その結果、このような素晴らしい科学的成果を還元できることは、本当に喜ばしいことです」と述べる。「これからの数年で、さらに太陽に近づくことで、どんな発見がもたらされるのか楽しみです」。

参考文献 ・ [NASA Enters the Solar Atmosphere for the First Time | NASA](#)

- ・ [Parker Solar Probe | NASA](#)
- ・ [Switchbacks Science: Explaining Parker Solar Probe's Magnetic Puzzle | NASA](#)
- ・ [The Heliopedia | NASA](#)
- ・ [Parker Solar Probe: The Mission](#)

鳥嶋真也 著者プロフィール 宇宙開発評論家、宇宙開発史家。宇宙作家クラブ会員。


宇宙開発や天文学における最新ニュースから歴史まで、宇宙にまつわる様々な物事を対象に、取材や研究、記事や論考の執筆などを行っている。新聞やテレビ、ラジオでの解説も多数。

著書に『イーロン・マスク』(共著、洋泉社)があるほか、月刊『軍事研究』誌などでも記事を執筆。

Web サイト <http://kosmograd.info/> Twitter: [@Kosmograd Info](#)

<https://news.yahoo.co.jp/articles/b89c358b852339c4cc0a2665480c4ceb5522f365?page=1>

## 目の前にあるリスク、太陽嵐の脅威にデジタル庁はまず備えるべきだ

1/7(金) 6:02 配信  現代ビジネス **デジタル庁の混迷ぶり**



by Gettyimages

9月7日公開「いいとこどりのデジタル庁は、結局『みずほ銀行』になっていくのか」の記事で、9月1日に設置されたデジタル庁の行く末を案じた。[【写真】「高層マンション」の絶望的な末路…これから「平屋の時代」が来そうなワケ](#) 予想通りというか、さっそく11月24日に「デジタル庁がメール誤配信 CC・BCC 設定ミスで約400件のアドレスが公開状態に」ということが明らかにされた。また、デジタル庁ではないが、高橋洋一氏の「GDPの数字も改ざん? 国交省のデータ書き換えで、これから起こること」のような問題も最近明らかになった。さらに過去には、いわゆる「消えた年金問題」という、国民を激怒させた大問題もあった。巷で「お役所仕事」という言葉が広く流布するほど、官僚・公務員の仕事ぶりには「定評」がある。「消えた年金問題」の後処理は「焼け太り」と表現してもよいと思うが、デジタル庁も「政府のデジタル化の遅れ」に対する「対策」を大義名分にした単なる焼け太りになる公算が高い。実際、このままの状態が続けば、かつての社会保険庁並の混迷状態になるはずだ。無駄な仕事を増やして権益を強めた官僚・役人たちは、ほくそ笑んでいるであろう。お粗末な仕事を繰り返し「是正」で権益を拡大する手法は鉄板といえる。「お役所仕事」を「お役所仕事のお役所」がリードするのは全く無意味だし、国民にとって血税を浪費される災難以外のものではない。現在のデジタル庁の仕事をすべて廃止すれば、「デジタル化」「行政改革」が速やかに進むようにさえ思える。ただし、政府組織がすべて必要無いというわけでは無いし、デジタル庁には新たに「もっと大きな国家プロジェクト」を推進させるべきだと思う。

## 国家でなければ出来ないことは？

米国ではオバマ政権の時代から、国家プロジェクトとして「宇宙天気予報」に力を入れている。NASA、国防総省、有名研究機関などまさに米国の総力を結集している。どのようなことを行っているかについては、少し長いですが、国立研究開発法人 情報通信機構(北米研究センター)の「米国における宇宙天気予報に関する動向等」に詳しい。なぜ「宇宙天気予報」にそれほどの力を入れるのか？ 実は、宇宙天気予報の業務の主要部分は「太陽(黒点)の観測」なのである。地球の生命は、光合成をおこなう植物、さらにはその植物を食物連鎖の起点にしている動物によって構成されている。また、化石燃料(光合成の恩恵を受けた生物の堆積物と考えられている)を含むほとんどのエネルギーが「太陽由来」だ。だから、古代エジプトで「太陽神」が最高神であったように、我々も「太陽に支配されている」と言っても過言ではない。もちろん、米国が太陽(黒点)を観測しているのは「太陽神」を崇めているからではない。黒点付近で起こる太陽フレアによる太陽嵐が大規模なものであれば「人類の文明を崩壊させかねない」からである。また、太陽フレアと似た存在の太陽から突然プラズマの塊が放出される「コロナ質量放出」(CME)なども同じように太陽嵐の原因とされている。ちなみに、「天気予報」ではないが、米国は、冷戦時代の核監視の目的から常に(宇宙に飛び交う)電磁波を注目してきた。その米軍の「弾道ミサイル早期警戒システム(BMEWS)」に(磁気嵐による)障害が発生し、旧ソ連からの核攻撃の前兆かもしれないとして、米空軍による核攻撃を準備した「事件」は、「1967年、強烈な太陽嵐が『核戦争』を引き起こしかけていた」に詳しい。「人類滅亡の危機」としては、1962年のキューバ危機があまりにも有名だが、1967年に我々は大変なリスクに直面していたのである。もっとも、私が「人類の文明を崩壊させかねない」危機と考えているのはそのような核戦争の危険性ではない。

### [次ページは：太陽嵐は現実の脅威だ](#) 太陽嵐は現実の脅威だ

8月22日公開「脱炭素・EV推進、『合理的な科学的根拠がない』この方針は、もはや『宗教』だ」で述べた「脱炭素教」とは違って、「太陽嵐」は現実の脅威だ。歴史的に有名な「太陽嵐」の実例は、1859年のものである。英国の天文学者リチャード・キャリントンによって、現在記録に残る中で最も大きな太陽フレアが観測されたため、一般的に「キャリントン・イベント」とも呼ばれる。この「キャリントン・イベント」では、記録上最大の磁気嵐が発生し、ハワイやカリブ海沿岸など、世界中でオーロラが観測された。また、ロッキー山脈では明るさのために鉱山夫が朝と勘違いして起きて朝食の支度を始めてしまったり、北東部の米国人はオーロラの明りで夜でも新聞を読むことができたとも伝えられる。当時は1868年の明治維新の前であり、日本ではほとんど電気が使われていなかった。したがって被害も皆無であったと言ってよい。また、エジソンの白熱電球の完成(彼が発明したかどうかについては議論がある)の1879年の20年も前であったことは欧米にも幸いであった。しかし、それでも欧州や北アメリカ全土の電報システムは停止している。さらに、電信用の鉄塔は火花を発生し、電源が遮断されているのに送信や受信が可能であった電報システムもあった。ハワイやカリブ海でオーロラが観測できるのはロマンチックであるが、この電信・電報システムに起こったことが、現在のインターネットでつながったコンピュータシステムや複雑に張り巡らされた電力供給網で起こったらどうなるかと考えると背筋が寒くなる。太陽嵐が繰り返し起こるのは、脱炭素教の妄想とは全く異なり、「科学的にすでに検証された事実」である。さらに、1859年規模のフレアは100年に一度程度の頻度と見積もられており、明日起こってもおかしくはないのだ。実際「2012年 オーロラ、世界各地で観測 太陽嵐が到達」が直近で起こっている。幸いにもこの時には、深刻な電子機器の不具合などは報告されていないようだ。しかし、1989年3月、カナダのケベック州で、地磁気の乱れによる誘導電流で大停電が起きている。600万世帯が影響を受け、完全復旧には何カ月もかかったというから相当な規模である。(詳細は「太陽嵐で大規模停電が起きるわけ」3ページ目参照)

### [次ページは：どのような被害か](#) どのような被害か

実のところ、我々の「電気文明」は、1859年のキャリントン・イベント以降急速に発展したから、キャリントン・イベントのような巨大な太陽嵐がやってきたときに、「電気文明」にどのような被害が生じるのかのケースス

タディは今のところない。しかし、2018年9月6日(木)未明、北海道胆振東部を最大震度7の地震が襲った際の北海道全域の停電=「ブラックアウト」は大きな問題となり、TVや新聞などでも広く報じられたから記憶されている読者も多いだろう。この時には、いわゆる現金を持たないキャッシュレス派が、店舗の端末が動かないため買い物難民になったり、ビルの屋上の給水タンクへ水を持ち上げるポンプが動かないため断水したりなどの被害が生じた。もちろん、オール電化の家庭は苦しい思いをしたはずである。さらに、すべての自動車がEVになっていたら、救急車や消防車もやってこなかったであろう。よく考えると、我々は言ってみれば便利さのあまり「電気依存症」になっており、「停電リスク」にあまりにも無防備だ。「脱炭素原理主義者」は電気依存を加速させようとしているが、我々は「大規模停電」のリスクにもっと真剣に取り組むべきだといえる。前記地震の場合には、9月8日に復旧宣言が行われたことが不幸中の幸いであったが、ケベック州のケースでは完全復旧に何か月もかかっている。送電線などは、太陽嵐を想定して建設されていないことや、電気が途絶した中で復旧作業を行うことの難しさが原因だと考えられる。全日本、全世界ベースでそのような停電が続けば、「電気文明」の崩壊は免れず、我々の文明が中世まで戻りかねない。また、前述のように、電源が入っていても勝手に起動して保存データが失われる可能性がある。いくら複数のデータセンターで情報をコピーしても、地球上で行うバックアップなど、全地球規模の太陽嵐に対しては無意味だということだ。現在株式はすべて電子化されているが、コンピュータ上のデータが無くなれば資産(の権利証明)も消える。投資家の私としては、そのことが大変心配だ。また、不動産登記なども電子化が進んでおり、株式同様、脆弱な体制になりつつある。

#### [次ページは：電気依存文明の危険性](#) 電気依存文明の危険性

これほどまでに電気に依存した文明はこれまでなかったから、電気一極集中の危険性についてよく考えるべきだ。まず、「脱炭素原理主義者」の横暴による停電リスクがある。これについては、緊急時に頼りになるガソリン車などの積極活用を通じて、リスクを回避すべきだ。また、電気は、基本的に備蓄が出来ず「何かで発電しなければならない」極めて弱い存在であることをよく理解すべきである。電気文明における「停電」は「文明の死」にも直結するのだ。そして、メガトン級の被害を招きかねない太陽嵐の対策は、「文明を守るための壮大な戦い」ともいえる。宇宙天気予報については、先行している米国と歩調を合わせ情報の共有化を図ることで解決する方法もある。日本はある程度補完的な立場でも構わないということだ。しかし、日本の国土で起こりうる「災害」の対策は、日本政府が「国策」としてリードするしかない。そして、電気無しでは成り立たない「デジタル」を扱う「デジタル庁」が、「太陽嵐対策」のリード役になるべきである。最近、「太陽フレアで警報、自動運転・ドローン事故防止 総務省」と報道された。何もしないよりはましではあるが、「太陽嵐対策」を行う機関こそ、「迅速かつ重点的な遂行を図ることを目的として内閣に設置」すべきであり、形だけで役に立たない「デジタル庁」に「魂」を吹き込んで「国家プロジェクト」として、首相のリードの元、強力で推進すべきなのである。 大原 浩（国際投資アナリスト）

<https://www.newsweekjapan.jp/stories/world/2022/01/post-97795.php>

## 大国同士の軍拡競争と「膨大なごみ」が、宇宙をここまで汚染している

SPACE IS BECOMING A MESS 2022年1月7日(金) 17時47分 セス・スティーブンソン



ロマンの現実 数千の人工衛星やデブリで混雑する宇宙で衝突リスクが高まっている

<危険な衛星「破壊」実験でデブリ問題が深刻化。軍事利用が懸念されるなか、宇宙環境を破壊する前にルール作りが必要だ>

危機一髪だった。2021年11月15日、国際宇宙ステーション(ISS)が宇宙ゴミ(スペース・デブリ)の衝突の危険にさらされる「接近事例」が発生したのだ。問題のデブリは追跡によって、ロシアの使用済み人工衛星のものと判明。ロシアは対衛星ミサイルの実験目的で、この衛星を破壊していた。

思い出すのは、13年のSF映画『ゼロ・グラビティ』だ。同作では、デブリの衝突でスペースシャトルが大破し、宇宙空間に放り出された主人公が命懸けで地球への帰還を目指す。今回、ISSに滞在する宇宙飛行士らは無事だったが、この一件は現行の宇宙政策の欠陥や(文字どおり)「汚い世界」になりつつある宇宙の現状を浮き彫りにした。戦場にしてごみ捨て場に変貌する宇宙が、人間にとって安全な空間であり続けるために何が必要なのか。物理学者で宇宙空間のミサイル防衛について研究してきたマサチューセッツ工科大学(MIT)フェローのローラ・グレゴに、ジャーナリストのセス・スティーブソンが話を聞いた(以下は、オンライン誌スレートのポッドキャスト番組向けインタビューを編集したもの)。

——ロシアが自国衛星を破壊するのは、アメリカなどに対する警告なのか。いつでも衛星を撃ち落として、通信を遮断できると言いたいのか。

そのとおり。宇宙は軍隊、とりわけ米軍にとって重要だ。兵士や機器を世界各地に展開する米軍は、現場とコミュニケーションを取る必要がある。米軍が機能しているのは、通信体制があるからだ。宇宙兵器や衛星攻撃兵器のほとんどは、地上での戦いを支える衛星を標的にする。航法衛星や通信衛星、偵察衛星だ。

ロシアは確実に(衛星を攻撃する)技術を有している。だが、それを具体的な形で示すのは別の話だ。「おまえたちの衛星を狙うことができる。衛星にとって安全な場所はない」と、ロシアは告げている。

——どうやって衛星を撃ち落とすのか。それは難しいのか。

かなり難しい。それが(ロシアの実験の)動機の1つだったのかもしれない。困難な技術を使いこなす力を誇示できるからだ。

(衛星を攻撃するには)小型兵器であるキル・ビークル(撃破飛翔体)を地上からミサイルで打ち上げる。飛翔体は標的の衛星の予測位置に向かって放たれ、飛翔体が放出する物質が高速で衛星と衝突する。ジェット機の30倍のスピードである秒速7キロで動く衛星と、高速で衝突させるには大変な技術的ノウハウが必要だ。銃弾を銃弾で撃つようなものだと言われている。

(ロシアの実験は)より大きな技術戦争の兆候の1つだ。強力な攻撃兵器を保有するだけでなく、他国の防衛手段を攻撃できると見せつけるため、あらゆる技術を取り込もうとしている。

——地球上には軍備管理条約が存在するが、軍拡競争に歯止めをかけることはできていないようだ。宇宙に関しては、1967年に国連の宇宙条約が発効した。同条約は宇宙を全人類のものと定め、地球周回軌道や月への核兵器設置を禁じている。私は以前、宇宙は開拓時代の米西部のような無法地帯だと繰り返し発言していたが、それは正しくない。法律は存在する。ありがたいことに、法が適用される事例はまだ起きていないし、宇宙戦争も勃発していない。だが、今後の大国間の対立は宇宙にも波及すると思う。

#### [次のページデブリ問題はどれくらい深刻か？](#)

——宇宙での交戦規則の在り方は、長らく対立の芽になってきた。例えば、冷戦時代に当時のロナルド・レーガン米大統領は戦略防衛構想(SDI)を掲げ、核攻撃を阻止できる防御兵器を宇宙に置こうとした。

「スターウォーズ計画」とも呼ばれたSDIの時代、この手の議論が頂点に達した。宇宙配備型のミサイル迎撃兵器やミサイル防衛システムでソ連の攻撃を阻止するという構想で、核兵器は時代遅れになるとされた。

——国連では、新たな宇宙ルールの策定が話し合われている。宇宙開発に積極的な中国やロシアは新条約によって、宇宙への兵器配備制限を強化することに賛成だ。だが、新たな規制の範囲をめぐるアメリカと対立しているようだが。あらゆる場で耳にすることだが、ロシアや中国は今も、アメリカが宇宙配備型ミサイル防衛を推進



するのではないかと非常に懸念している。宇宙配備型のミサイル迎撃兵器を違法化する新条約の中心に、そうした懸念があるのは確かだ。

——能力を示すために自国衛星を破壊する軍事的行動には、環境などに悪影響を与える「外部不経済」が伴う。衛星破壊によるデブリだ。どれくらい深刻か？

デブリは極めて大きな問題だ。大型衛星 1 基を破壊すれば、今のデブリの数が倍増しかねない。ある種の軌道内で破壊したら、永久的に宇宙空間に残る可能性がある。

宇宙を健全で予測可能な状態に保つには、誰もが足並みをそろえなくてはならない。衛星破壊実験は政治的な示威行動にはなるだろうが、宇宙利用を危険にさらす。興味深いのは、この問題が(衛星インターネットアクセスサービス提供を目指すスペース X 社の)スターリンク衛星打ち上げなど、商業宇宙活動の大幅拡大と同時に起きていることだ。衛星が爆破されている空間で、数万基の(商業)衛星が協調動作を維持できるとは期待できないし、そんな状況では巨額を投資する気になれない。

——目的は良くても、宇宙に打ち上げるものが増えれば、衝突のリスクも増す。衛星 2 基の衝突事故で大量のデブリが発生したこともあった。過去数十年間、人工衛星数は比較的緩やかに増加していたが、今では 1 年当たりの打ち上げ数は数百基に上り、既に数千基が上空にある。全ての動きを追うのは大変で、人類にはその経験がない。各衛星の位置や航路、衝突の恐れを把握する「宇宙交通管理」のインフラも存在しない。

——宇宙が大洋だとすれば、人類は自らの沿岸を汚染しつつある。海洋プラスチックや気候変動のように、私たちは将来的な大問題をつくり出しながら、手をこまねいているのか。

これは大きな動きの一部であり、誰か一人の責任ではない。規制や監視の用意がないまま活動だけが爆発的に増加し、安全を確保するツールがそろっていない。技術の発展に追い付く必要がある。宇宙の軍事利用に関する法律や戦略、環境面での規制も整っていない。「宇宙の持続可能性」を保ち、何世代にもわたる利用を可能にするため、汚染しないためにどうすべきか。課題はとても多い。 ©2021 [The Slate Group](#)

[https://news.biglobe.ne.jp/international/0104/rec\\_220104\\_2586047628.html](https://news.biglobe.ne.jp/international/0104/rec_220104_2586047628.html)

## 中国に後れをとった米国、2022 年は宇宙競争の重要な 1 年に-米メディア

1 月 4 日 (火) 6 時 20 分 [Record China](#)



1 日、環球網は、中国との宇宙開発競争で後れを取っている米国にとって、2022 年が重要な一年になると米メディアが論じたことを報じた。資料写真。 [写真を拡大](#)

2022 年 1 月 1 日、環球網は、中国との宇宙開発競争で後れを取っている米国にとって、2022 年が重要な一年になると米メディアが論じたことを報じた。記事は、米メディア・ポリティコの 12 月 31 日付文書を引用。「新たな一年が米中両国の宇宙競争におけるターニングポイントになる。宇宙時代の新たなストーリーが定まる可能性が高いからだ。米中は現在、経済と軍事において主導権争いをしているが、それは宇宙分野でも同じだ」とするとともに、中国が一部の宇宙分野では米国よりも速いペースで進歩していると認めたことを伝えた。そして、米上院商務委員会科学・宇宙分科会の共和党議員、ジェリー・モラン氏が「宇宙の輸送、探索において米国や他国を追い抜くという点については、中国は速度を緩める様子は何ら見られない」と語ったことを紹介している。さらに、米空軍の退役中將で宇宙戦略専門家のスティーブ・クワスト氏が「中国は宇宙や宇宙経済分野で主導的

な地位を得ようとしている。そのことによる利益や国家の安全への影響を認識しているのだ」とし、宇宙を巡る米中間の競争は22年にさまざまなやり方で繰り広げられ、この1年間でどちらの国が優位に立つかが決定する可能性がある」と予測したことを伝えた。(翻訳・編集/川尻)

<https://sorabatake.jp/24804/>

2022/1/3

## 2020年代後半に日本人の月面着陸実現を図る。改訂された宇宙基本計画工程表のポイントを解説【宇宙ビジネスニュース】

【2022年1月3日配信】一週間に起きた国内外の宇宙ビジネスニュースを宙畑編集部員がわかりやすく解説します。12月28日、宇宙開発戦略本部が開催され、宇宙基本計画工程表改訂に向けた重点事項について議論が行われました。

### 宙畑メモ 宇宙基本計画工程表

宇宙基本法に基づき策定している、日本が宇宙分野においてどのような施策を実行していく予定か、計画を示す資料です。この計画は毎年見直され、年末に改定されます。

岸田総理は「宇宙は、人々に夢や希望を与えるフロンティアであることに加え、経済安全保障の観点からも、重要な、経済・社会を支える基盤です」と説明した上で、衛星コンステレーションの構築と光通信の研究開発および実証、日本人宇宙飛行士の月面着陸実現、宇宙太陽光発電の開発、米国、オーストラリア、インドとの連携について言及しました。



会議のまとめを行う岸田総理 Credit: 首相官邸

### SAR 衛星コンステレーション構築

2021年6月に宇宙開発戦略本部で宇宙基本計画工程表の改訂に向けた議論された際に、災害対策の文脈での衛星コンステレーション構築が重点事項として挙げられました。

今回発表された「宇宙基本計画工程表のポイント」には、「高頻度観測が可能な我が国独自の小型のレーダー(SAR)衛星コンステレーションを2025年度までに構築すべく、関係府省による利用実証を行い、国内事業者による衛星配備を加速」と記載されています。

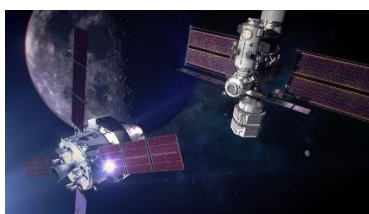
SAR衛星は天候や昼夜を問わず観測が可能であるため、発災時の迅速な情報把握に役立てられることが期待されています。衛星コンステレーションについては、経済産業省が「超小型衛星コンステレーション技術開発実証事業」の補助事業者を2021年8月に発表したほか、文部科学省が要素技術の開発を支援する「衛星コンステレーション関連技術開発」事業の実施に向けて2022年度予算を要求しました。

### [ニュース宙畑編集部](#)

### [アクセルスペースとSynspectiveが経済産業省の実証事業に採択。共同で衛星コンステの構築【週刊宇宙ビジネスニュース 2021/8/23~8/29】](#)

また、政府は衛星コンステレーション構築について民間からの調達を拡大していく方針も示しています。

### 2020年代後半に日本人宇宙飛行士の月面着陸実現へ



オリオン宇宙船と月軌道ゲートウェイ Credit: NASA

さらに、今回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ました。

日本はHTV-Xによる月軌道ゲートウェイへの物資補給、小型月着陸実証機(SLIM)や月極域探査機による月面着陸探査を通じたデータ共有、さらに有人と圧ローバなど月面での移動手段の開発研究など、月面活動に必須のシステム構築に取り組んでいます。

一方、宇宙飛行士を月面へ輸送する技術はアメリカに頼ることになると考えられます。

月面への切符を確保するには、国際パートナーと進めるアルテミス計画で、いかに日本がプレゼンスを発揮できるかが重要なポイントになるのではないのでしょうか。

### 温暖化対策への貢献

2021年は各国が二酸化炭素排出量の削減目標を引き上げるなど、地球温暖化対策の重要性が再認識された1年でした。宇宙技術はカーボンニュートラルにおいても、貢献が期待されています。

宇宙基本計画工程表には、JAXAと国立環境研究所、環境省が共同で推進する温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」シリーズのデータを用いた、温室効果ガス排出源の特定や排出量の推計精度の向上に引き続き取り組むとともに、削減効果の確認に活用されるよう利活用促進活動に取り組むことが記載されています。

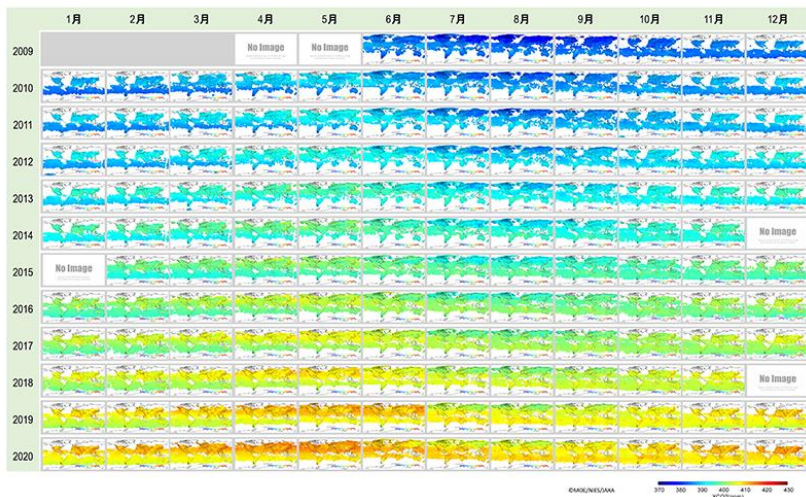
岸田総理が挙げた宇宙太陽光発電とは、宇宙空間に巨大な太陽電池パネルと送電アンテナを設置し、宇宙で得た太陽光エネルギーを送電して地上でエネルギー源として利用するもの。天候や昼夜の影響を受けずに発電できることが特徴です。宇宙基本計画工程表によれば、2025年度を目途に地球低軌道から地上へのエネルギー伝送の実証を目指し、パネルや無線送電技術の開発が進められます。また、2021年9月に開催された、日本・アメリカ・オーストラリア・インドの4カ国間で安全保障や経済について協議する「Quad(クアッド:日米豪印首脳会合)」では、災害対応や気候変動のリスク分析、海洋資源の持続的な利用といった平和的な目的での地球観測衛星データの共有について、協議を進めていく方針が発表されました。宇宙利用先進国の4カ国の連携に注目が集まりそうです。「いぶき」が2010年から2020年にかけて宇宙から観測した全球の二酸化炭素濃度です。濃度が低いほど青色に、高いほど赤色になっています。同じ月でも、年が経過するごとに濃度が高くなっていることが顕著に分かります。Credit: MOE/NIES/JAXA [ニュース宇宙編集部](#)

[菅首相「重要課題について、首脳間で率直に議論」日米豪印で衛星データ共有を協議など【週刊宇宙ビジネスニュース 2021/9/20~9/26】](#)

参考 [宇宙開発戦略本部\(令和3年12月28日\)](#) [宇宙基本計画工程表\(令和3年度改訂\)](#)

[宇宙基本計画工程表\(令和3年度改訂\)のポイント](#) [宇宙太陽光発電システム\(SSPS\)について](#)

WRITER 宇宙編集部



# 宇宙基本計画工程表（令和3年度改訂）のポイント

令和3年12月28日  
閣内閣  
宇宙開発戦略推進事務局

<最近の情勢>

<工程表改訂のポイント>

## 1. 宇宙安全保障の確保

- ・ 安全保障における宇宙の役割が拡大
- ・ 米国では、極超音速滑空弾（HGV）等への対応策として小型衛星コンステレーション構築の動きが加速

- ・ ミサイル防衛等のための衛星コンステレーションについて、特に極超音速滑空弾（HGV）探知・追尾の実証に係る調査研究を行う。
- ・ 宇宙作戦群（仮称）を新編（自衛隊）し、2023年度から宇宙状況把握システムの実運用を行うとともに、宇宙状況監視衛星を2026年度までに打上げるなど、国として宇宙状況監視の体制強化を進める。
- ・ 準天頂衛星システム、情報収集衛星、通信衛星等の宇宙システムを着実に整備する。

## 2. 災害対策・国土強靱化や地球規模課題の解決への貢献

- ・ 災害対策・国土強靱化が喫緊の課題となる中、衛星による貢献の可能性
- ・ 2050年カーボンニュートラル達成に向けた宇宙からの貢献への期待

- ・ 高頻度観測が可能な我が国独自の小型のレーダー（SAR）衛星コンステレーションを2025年度までに構築すべく、関係府省による利用実証を行い、国内事業者による衛星配備を加速。
- ・ 宇宙太陽光発電の実現に向けて、各省が連携して取組を推進。マイクロ波方式の宇宙太陽光発電技術について、2025年度を目途に地球低軌道から地上へのエネルギー伝送の実証を目指す。
- ・ 衛星等を活用した国際的な温室効果ガス観測ミッション構想を策定・推進し、世界各国によるパリ協定に基づいた気候変動対策による削減効果の確認に活用されることを目指す。

## 3. 宇宙科学・探査による新たな知の創造

- ・ 欧米や中国等の火星探査計画が活発化
- ・ アルテミス計画について、着実に取組を進める必要

- ・ アルテミス計画による月面探査等について、ゲートウェイの機器開発や、移動手段（有人と圧ローバ）の開発研究など、月面活動に必須のシステムの構築に民間と協働して取り組む。また、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。
- ・ 2029年度の人類初の火星圏からのサンプルリターン実現に向け、2024年度に火星衛星探査計画（MMX）の探査機を確実に打ち上げる。

## 4. 宇宙を推進力とする経済成長とイノベーションの実現

- ・ デジタルトランスフォーメーションを支えるインフラとしての役割が拡大
- ・ 新たな宇宙活動のための制度環境整備の必要性

- ・ 衛星データの利用拡大に向けて、自治体等とも連携し、地域の課題解決につながるデータ利用ソリューションの集中的な開発・実証を推進する。
- ・ 米国との連携なども視野に入れながら、宇宙港の整備などによるアジアにおける宇宙ビジネスの中核拠点化を目指して、必要な制度環境を整備する。
- ・ 2021年度内に軌道利用のルール全般に関する中長期的な方針を策定し、軌道利用に関する国際的な規範形成に向けて取り組む。

## 5. 産業・科学技術基盤を始めとする我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化

- ・ 海外で小型衛星コンステレーションの活用拡大に向けた取組が加速
- ・ 光通信等の次世代の宇宙技術が、民生・安保の分野を問わず必要不可欠となり、経済安全保障上も、ますます重要に

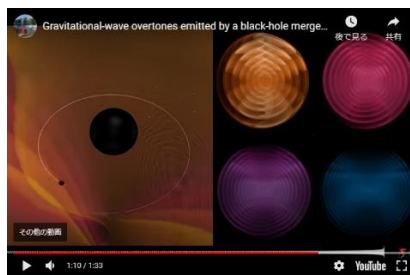
- ・ 次世代の小型衛星コンステレーションの重要基盤技術である低軌道衛星間光通信、軌道上自律制御技術等について、できる限り早期に実証衛星を打ち上げることを念頭に、我が国が先行して獲得するための取組を行う。
- ・ 将来宇宙輸送システムについて、抜本的な低コスト化等の実現に向けて、国際的な市場動向を踏まえつつ、官民共創で研究開発を推進。
- ・ 日米豪印の4か国で気候変動リスクや海洋・海洋資源の持続可能な利用等に関する衛星データの交換や、インド太平洋地域の国々への能力構築支援、国際的ルールづくり等についての議論を進めていく。
- ・ 人工衛星の開発等宇宙活動に参画する機会を提供する等を通じて、人材育成を推進する。

宇宙基本計画工程表のポイント Credit：宇宙開発戦略推進事務局

[https://news.biglobe.ne.jp/it/0106/giz\\_220106\\_3718048760.html](https://news.biglobe.ne.jp/it/0106/giz_220106_3718048760.html)

## 「存在し得ないモノ」とブラックホールが衝突か

1月6日（木）19時30分 [GIZMODO](#)



中性子星のイメージ画 2020年7月1日の記事を編集して再掲載しています。

宇宙物理学界を揺るがす大ニュース。

ブラックホールがなにか得体の知れない天体と衝突した！との新しい研究が発表されました。

6月23日付で『The Astrophysical Journal Letters』に掲載された論文によれば、地球からおよそ800万光年離れているブラックホールがなにかがしかの天体とぶつかり、その衝撃が重力波となってアメリカのLIGOとイタリアのVirgo干渉計に届いたそうです。以下、ブラックホール（中央の大きな黒い円）が謎の天体（ブラックホールのまわりを螺旋状に落ちていく小さな影）を飲みこむ様子と、その衝撃が重力波となって伝わってくる様子を再現した映像をご覧ください。検出された重力波は「GW190814」と名付けられました。問題は、衝突した時のブラックホールは太陽の23倍の質量を持っていたのに対し、もう一方はたったの2.6倍しかなかったことです。これは、なにか変だぞ!と学者たちは騒然としています。

存在し得ないモノなぜ変なのか。

論文を執筆したチームの一員であるノースウェスタン大学の宇宙物理学者・Vicky Kalogera さんによれば、小さいほうの天体はブラックホールか中性子星のどちらかと考えられるそう。ところが、わずか 2.6 太陽質量のブラックホールとなると観測史上最小ですし（これまで観測された最小のブラックホールは 5 太陽質量）、同じ質量を持つ中性子星となればこれまた観測史上最大。どっちみち、これはおかしいぞ。ひょっとしたらまったく新しい種類の天体なのでは、という可能性も否定できないそうなんです。

ちなみに、中性子星とは質量の大きい恒星の慣れ果て。[超新星](#)爆発後に残される、中性子でできた硬い芯です。密度がとて高いのが特徴で、これまでに半径 10 数メートルしかないのに 2.3~2.4 太陽質量を持つ中性子星などが観測されてきました。質量ギャップ今回衝突した小さいほうの天体について、「相当ショッキングな発見です。この質量はまったく想定外でしたから」と米 Gizmodo にメールで説明してくれたのは、フロリダ大学の宇宙物理学者・Imre Bartos さん。Bartos さんによると、小さいほうの天体はどうやら「これまで存在しないはず」と考えられてきた質量を持っていそうなのだとか。これには「質量ギャップ」という問題が関わってきます。

バージニア大学とアメリカ国立電波天文台に所属している宇宙物理学者の Thankful Cromartie さんによれば、「質量ギャップとは、今まで観測された中で一番重い中性子星と、一番軽いブラックホールの間に横たわる無のゾーン」を指しているそう。つまり、2.4 から 5 太陽質量を持つ天体は存在し得ない、とこれまで考えられてきたのだそうです。「今回の研究で最も興味深かったのは”質量ギャップ”に分類される天体が発見されたことです。ところが残念ながら、今回の観測のみではこの小さいほうの天体が中性子星なのか、ブラックホールなのかは断定できません」と Cromartie さんは説明しています。ふたつの天体は質量の差があまりに大きかったため、中性子星が合体する際に見られるはずの潮汐変形（tidal deformation）が観測されなかったからなのだとか。

非常に軽いブラックホール？とは言いつつ、観測証拠を見るかぎり、そして中性子星として理論上に成り立つ質量を考慮するかぎりでは、「謎の天体はおそらく非常に軽いブラックホールではないか」と Cromartie さんは考えているそうです。逆に、もし万が一これが正真正銘の中性子星だったとしたら、「非常に高密度な状況下に置かれた物質がどのようにふるまうのか、どんな性質をあらわすのかを大幅に考え直さなければいけない」ほど重大な発見なのだそうです。重力波「GW190814」が最初に観測されたのは 2019 年 8 月 14 日。アメリカのレーザー干渉計重力波天文台（LIGO）とヨーロッパの Virgo が捉えました。

地球から 800 万光年も離れている場所で起こった天体衝突でしたが、衝撃があまりに大きかったために時空に歪みが生じて重力波が発生し、やがて地球の干渉計に届きました（ありがとう、アインシュタイン先生！）。ふたつの天体の質量の比率は 9:1 と、観測史上最も大きいものでした。これまで一番質量の差が大きかったのはブラックホール同士の衝突を観測した「GW190412」でしたが、こちらの質量の比率は 4:1 に過ぎなかったそうです。

ブラックホール同士や、中性子星同士が衝突した事例はこれまでも観測されていました。しかし、ブラックホールと中性子星との合体を捉えたケースは今のところ皆無。もし今回の「GW190814」がブラックホールと中性子星との衝突だと認定されたら世界初となるのですが、どうやらその可能性は低いよう。なぜなら、光波が観測されなかったからです。光波は見当たらず 2017 年 8 月に観測され、中性子星同士が合体したと考えられている「GW170817」などのケースでは、重力波に加えて光波も同時に確認されました。ところが今回は、世界中でいくつもの観測所が注意深く見守っていたにも関わらず、光波は観測されなかったとのこと。

もしかして 800 万光年も離れた場所で起きた「GW190814」からは、遠すぎて光が届かなかったのかも。または、衝突した天体どちらもがブラックホールだった可能性が指摘されています。もしくは、ブラックホールが中性子星を一飲みで吸収したために光さえも出てこられなかったのではないかと考えられるそうですが…。

コンパクト連星という新しいジャンル

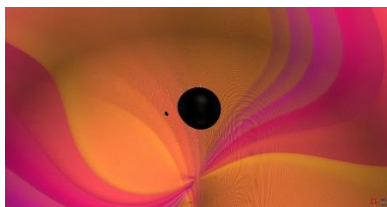


Image: N. Fischer, S. Ossokine, H. Pfeiffer, A. Buonanno (Max Planck Institute for Gravitational Physics), Simulating eXtreme Spacetimes (SXS) Collaboration via Gizmodo US

ふたつの天体がお互いの重力で引きつけ合い、ペアになっているものを「連星」と呼びます。「GW190814」がブラックホールと中性子星の連星なのか、はたまたブラックホール連星なのかは今回の観測のみでは区別が付きません。しかし、カーディフ大学在学中の LIGO チームメンバー・Charlie Hoy さんがプレスリリースで語っているように、今回観測したのは「まったく新しいコンパクト連星」の一種かもしれない、とされています。

Cromartie さん同様、LIGO チームも今回発見された小さいほうの天体が中性子星である可能性は低いと述べています。だとすれば、ブラックホール連星である可能性を今後追求していくべき、と Cromartie さんは話しています。次から次へと衝突を繰り返す「衝突ライン」また、2.6 太陽質量の天体がどのようにできたのかも謎に包まれています。通常であれば、とてつもなく重い星が自らの重力に押しつぶされてできるのが中性子星とブラックホールです。ところが、Bartos さんによれば、今回観測された小さいほうの天体は「そのような星の成り立ちと矛盾しており、死にゆく星以外のなにかが形成に関わっている」そうなのです。

考えられるのは、ふたつの「普通サイズ」の中性子星がぶつかって合体したという可能性。「普通サイズ」とは 1.3 太陽質量ほどを指すようで、Bartos さんいわく「これらがふたつ合わされば、今回観測した天体の質量とちょうど合う」とのこと。たしかに。ではもし、今回の天体が 1.3 太陽質量を持った中性子星同士が衝突・合体したものであったとする。その天体がさらに別のブラックホールと衝突・合体したのが今回観測された「GW190814」だったなら、立て続けに衝突を起させるなにか工場の製造ラインのような構図をほのめかしている、と Bartos さんは続けています。衝突を立て続けに繰り返していく製造ラインならぬ衝突ラインは、実は宇宙にあって然るべき構図です。銀河の中心にある超巨大ブラックホールに引き寄せられて、たくさんのブラックホールや中性子星がひしめき合っている場所では特にそうです。超巨大ブラックホールのまわりにガスが降着してガス円盤ができあがり、その円盤上にもっと小さなブラックホールや中性子星が集まってくる。それが順にお互いと衝突し、合体していくとも考えられるわけです。今回の発見ではふたつの天体の質量に大きな差が見られましたが、この差が大きいほど激しい衝突になったとも考えられます。毎日が発見今後も同様の天体衝突をひたすら研究していけば、「GW190814」の真相が明らかになるかもしれません。幸運なことに、遠い宇宙で起こっている事象を検知する技術は年々高まってきているそうです。「発見の速度は加速してきている」と Bartos さん。「GW190814」は、LIGO と Virgo がキャッチした 50 以上の重力波イベントのうち、3 つ目に過ぎないそうです。技術の発展のおかげで、今後はもっとスピーディーな発見が可能となり、ほぼ毎日のペースで今回のような興味深い発見が期待されているのだとか！ほぼ毎日、宇宙のどこかでブラックホールがブラックホールを飲み込んだり、中性子星同士が衝突して合体している……。ちょっと想像しただけで、宇宙は広いんだなあ、そう思えます。

Reference: The Astrophysical Journal Letters, LIGO Laboratory

<https://sorae.info/astromy/20220104-ngc105.html>

## ハッブル宇宙望遠鏡が撮影、穏やかに渦巻く”うお座”の銀河「NGC 105」

2022-01-04 [松村武宏](#)



【▲ 渦巻銀河「NGC 105」(中央) (Credit: ESA/Hubble & NASA, D. Jones, A. Riess et al.; Acknowledgement: R. Colombari)】

こちらは「うお座」の方向およそ2億1500万光年先にある渦巻銀河「NGC 105」です。「ハッブル」宇宙望遠鏡の観測データから作成されたこの画像では、若く高温な星々の存在を示す青い輝きが散らばる渦巻腕が、多くの星が集まる中心部分の明るい銀河バルジを何重にも取り巻く様子が精細に描き出されています。

NGC 105のすぐ左上には「LEDA 212515」と呼ばれる別の銀河が写っています。2つの銀河は衝突するほど近づいているように見えますが、欧州宇宙機関(ESA)によるとLEDA 212515はNGC 105よりもさらに遠くに存在しており、衝突しそうに見えるのは地球との位置関係がもたらした偶然の産物なのだといいます。

ちなみに、接近して互いに重力で影響を及ぼし合っている銀河は「相互作用銀河」と呼ばれていて、そのなかには長い尾を伸ばしたような姿をしていたり人の笑顔に見えたりするものもあります。

関連：[3つの銀河が互いに引き合う壮大な光景 “やまねこ座”の相互作用銀河](#)

また、NGC 105の右上に見えている明るい天体は天の川銀河の恒星であり、こうして同じ画像に収まるNGC 105とは2億光年以上の距離を隔てて輝いています。NGC 105の周囲には遥か遠くに存在する銀河も無数に写り込んでおり、宇宙の広がりや歴史の長さを感じさせる一枚です。

冒頭の画像はハッブル宇宙望遠鏡に搭載されている「広視野カメラ3(WFC3)」による観測データから作成されたもので、ハッブル宇宙望遠鏡の今週一枚「Galactic Conjunction」としてESAから2022年1月3日付で公開されています。

※...記事中の距離は天体が発した光が地球で観測されるまでに移動した距離を示す「光路距離」(光行距離)で表記しています(参考：[遠い天体の距離について | 国立天文台](#))

関連：[「宇宙の奥行き」を測定する上で役立った渦巻銀河](#)

Image Credit: ESA/Hubble & NASA, D. Jones, A. Riess et al.

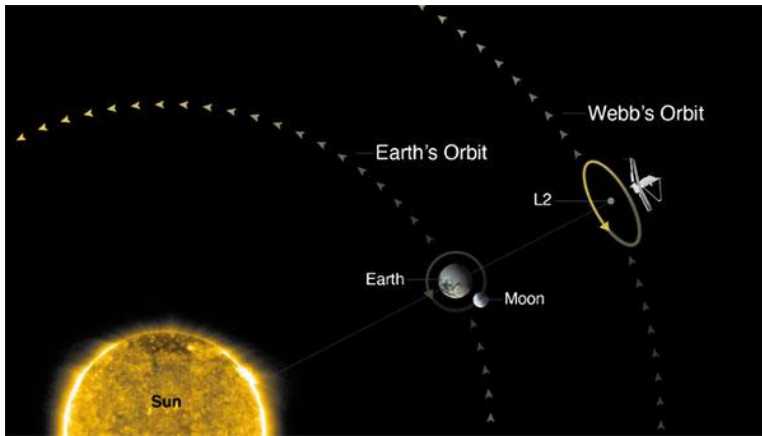
Acknowledgement: R. Colombari Source: [ESA/Hubble](#) 文/松村武宏

<https://www.sed.co.jp/contents/news-list/2022/01/0106-1.html>

## 打ち上げに成功したジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡の現状 最終更新 2022.01.06

日本時間2021年12月25日(土)午後9時20分に、ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡(JWT: James Webb Space Telescope)がアリアン5ロケットで打ち上げられました。ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡は、18枚の鏡で構成され折りたたまれていた主鏡を展開すると口径が6.5mとなる巨大な宇宙望遠鏡で、太陽地球間のL-2(ラグランジュポイント2: 地球の外側へ約150万km離れた軌道で、太陽-地球-L-2の関係を常に保てるため、深宇宙観測に適した場所です)からの天体観測を実施します。

L2の軌道では、2019年に打ち上げられたロシアのX線天文衛星Spektr-RGや、ESAのハーシェル(Herschel)やプランク(Planck)、ガイア(GAIA)が活躍しています。これからL2を目指す天文ミッションとしても、ユークリッド(Euclid: 2023年第一四半期)、次世代赤外線天文観測衛星スピカ(SPICA: Space Infrared Telescope for Cosmology and Astrophysics)があります。

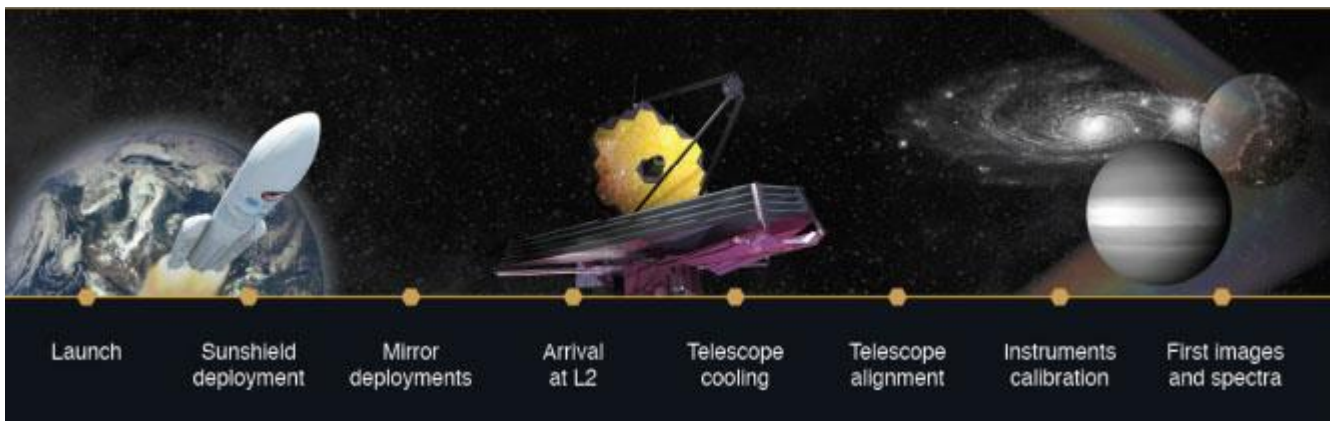


JWT 観測位置のイメージ図 Credit: NASA

ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡は、打ち上げから 27 分 7 秒後にアリアン 5 ロケットの上段から分離し、L2 ポイントに入ります。打ち上げから 29 分 8 秒後に太陽電池パネルが正常に展開され、発電が行われることが確認されました。ロケット上段にとりつけたカメラからは切り離しと太陽電池パネルの展開が撮影されています。軌道に投入された後は、JWT の光学系や観測機器が太陽の熱に晒されないようにするために、スラスター噴射を行って姿勢変更が実施されています。JWST は、打ち上げから約 30 日間かけて軌道を変更し、L2 ポイントに投入されます。

打ち上げ 3 日後には、太陽光から機器を護るための約 21 メートルのサンシールドの展開が開始されました。8 日間かけて展開を実施し、日本時間 2022 年 1 月 5 日午前 1 時 59 分頃、サンシールドの固定が行われてサンシールドの展開作業は完了しました。JWT のサンシールドの展開作業は 8 日間かけて行われ、前方と後方に折りたたまれていたサンシールドパレットを 90 度展開し、両横に張力をかけて広げた後、5 層から成るサンシールドに張力をかけて層間の間隔を広げて最後に固定を行って作業を完了させました。

サンシールドは 5 層構造で、太陽、地球、月の光と熱から望遠鏡を保護するもので、薄いプラスチックシートに金属コーティングが施されています。紫外線遮蔽指標などに使われる SPF 値とするなら SPF100 万以上の効果を発揮し、200kw 以上の太陽エネルギーの照射を 1 ワット以下に減らすことができます。



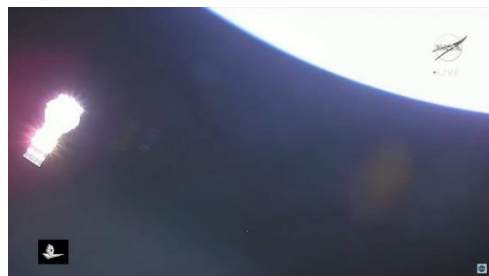
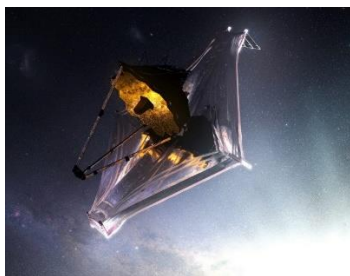
初期画像の取得までのイメージ図 Credit: NASA

JWST の展開作業は、副鏡、主鏡の展開と続きます。副鏡は主鏡からの光を主鏡の裏側にある観測機器に正確に反射する必要があり、口径 74cm のサイズです。副鏡の展開作業は打ち上げから 10 日後の 1 月 5 日に実施され、無事に終了しました。計画通りに L-2 点への投入と展開作業、軌道上チェックアウトが終了した場合、JWT の最初の画像は、打ち上げから約半年後の 2022 年 5 月か 6 月頃に提供される計画です。JWT は、主に可視光域で観測するハッブル宇宙望遠鏡(HST)とは異なり、より遠方にある暗い天体を見つけ易い遠赤外域で観測を行う設計となっています。 source : [NASA](#), [NASA](#), [NASA](#)



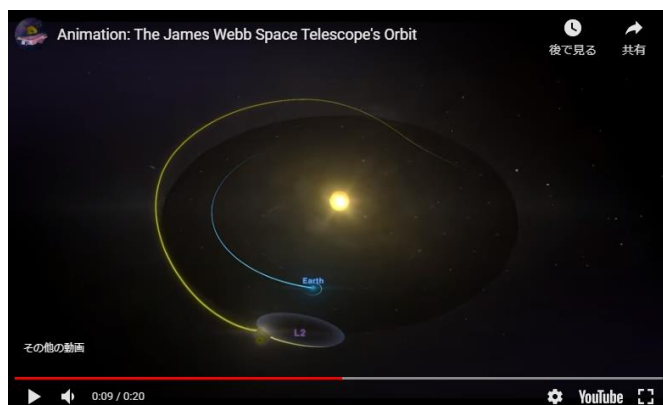
# 次世代宇宙望遠鏡「ジェームズ・ウェッブ」10年以上運用できる可能性

2022-01-04 [松村武宏](#)



【▲ 観測を行う宇宙望遠鏡「ジェームズ・ウェッブ」を描いた想像図 (Credit: Adriana Manrique Gutierrez, NASA Animator)】

【▲ アリアン 5 の上段に搭載されたカメラが撮影した切り離し直後のジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡。機体や展開された太陽電池アレイが太陽光を反射して眩しく輝いている (Credit: NASA TV)】



【▲ ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡の軌道を説明した動画。L2 を周回するような軌道を描くことがわかる】 (Credit: NASA's Goddard Space Flight Center)

日本時間 2021 年 12 月 25 日夜に打ち上げられたアメリカ航空宇宙局 (NASA)・欧州宇宙機関 (ESA)・カナダ宇宙庁 (CSA) の宇宙望遠鏡「ジェームズ・ウェッブ」は、観測を行う地球と太陽のラグランジュ点「L2」を目指して飛行しつつ、機体各部の展開作業が進められています。

ウェッブ宇宙望遠鏡は初期宇宙で誕生した宇宙最初の世代の星 (初期星、ファーストスター) や最初の世代の銀河、太陽系外惑星の観測などで活躍することが世界中の研究者から期待されています。ウェッブ宇宙望遠鏡の運用期間は 5~10 年間で予定されていますが、条件次第では 10 年以上運用できる可能性もあるようです。

## ■正確な打ち上げのおかげで推進剤の残量に余裕が生じる見込み

その理由は推進剤の残量です。ウェッブ宇宙望遠鏡にはスラスタの推進剤として 159 リットルのヒドラジン (燃料) と 79.5 リットルの四酸化二窒素 (酸化剤) が打ち上げ前に充填されていました。推進剤は L2 へ向かう際の間軌道修正をはじめ、L2 周辺に留まる軌道への投入や軌道の維持、機体の姿勢制御に用いられます。

ウェッブ宇宙望遠鏡は欧州の「アリアン 5」ロケットで打ち上げられましたが、NASA や ESA によると、今回のアリアン 5 による打ち上げの精度はウェッブ宇宙望遠鏡を所定の軌道へ投入するために求められた要件を上回っており、L2 周辺の軌道へ到達するまでに消費される推進剤の量は当初の計画よりも少なく済むことが軌道の分析によって明らかになったといいます。

関連: [打ち上げ成功! 新型望遠鏡「ジェームズ・ウェッブ」について宇宙へ](#)

つまり、アリアン 5 の打ち上げが正確だったためウェッブ宇宙望遠鏡の推進剤残量に余裕が生じ、そのぶん運用期間を延長できる可能性があるというわけです。

打ち上げの正確さは太陽電池アレイが展開されたタイミングにも現れていたといいます。NASA や ESA によれば、ウェッブ宇宙望遠鏡の太陽電池アレイはあらかじめ保存されていたコマンドに従い、打ち上げから 33 分後、

あるいは機体が太陽に対して適切な姿勢になった時点で自動的に展開されるようになっていました。

いっぽう、ウェッブ宇宙望遠鏡の実際の打ち上げではアリアン5の上段（第2段）から切り離された時点ですでに適切な姿勢になっていたため、切り離されてから約1分後、打ち上げから約29分後には太陽電池アレイを展開することができたといいます。

もちろん、推進剤に余裕があるからといって必ずしも運用期間が延長されるとは限らず、ミッションは予定通りの期間内で終了するかもしれません。今はあくまでも「10年以上の科学観測を支えるのに十分な量の推進剤が残る可能性」が示された段階となります。

なお、ウェッブ宇宙望遠鏡では現在（2022年1月4日時点）機体の温度を低温に保つためのサンシールド（日除け）の展開が進められています。表面にアルミニウムを蒸着させたカプトン（ポリマーの一種）の極薄フィルム5枚で構成されるサンシールドは機体の前後に分かれていて、主鏡・副鏡を挟み込むように折り畳まれた状態で打ち上げられました。

NASAによると、2021年12月29日には前方のUPS（Unitized Pallet Structure、5枚のフィルムやケーブルなどを含むサンシールドの前方を構成する部分）、翌12月30日には後方のUPSが所定の位置へ展開されており、執筆時点では5枚のフィルムのうち3枚の伸張作業も完了。残る2枚の伸張は1月5日に予定されているとのこと（いずれも日本時間）。soraeではサンシールドの展開作業完了後に改めてお伝えする予定です。

関連：[打ち上げ成功した宇宙望遠鏡「ジェームズ・ウェッブ」順調に飛行中、間もなくサンシールドを展開予定](#)

Image Credit: Adriana Manrique Gutierrez, NASA Animator      Source: [NASA](#) / [ESA](#)      文／松村武宏

<https://sorae.info/space/20220105-jwst.html>

## ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡の「日除け」展開作業が無事完了！

2022-01-05      [松村武宏](#)



【▲ 観測を行う宇宙望遠鏡「ジェームズ・ウェッブ」を描いた想像図（Credit: NASA GSFC/CIL/Adriana Manrique Gutierrez）】

【▲ ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡を搭載して打ち上げられた「アリアン5」ロケット（Credit: NASA/Chris Gunn）】

【▲ すべての地上試験を終え、打ち上げのために各部が畳まれたジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡。前後のUPSが主鏡を挟み込むように折り畳まれている（Credit: NASA/Chris Gunn）】

アメリカ航空宇宙局（NASA）は現地時間1月5日、新型宇宙望遠鏡「ジェームズ・ウェッブ」のサンシールド（日除け）を展開する運用チームの作業が完了したことを明らかにしました。サンシールドは赤外線の波長で天体を観測するウェッブ宇宙望遠鏡を冷却するための非常に重要な装置であり、同望遠鏡は打ち上げ半年後の観測開始に向けた重要なマイルストーンの1つに到達したことになります。

■打ち上げから10日経過、巨大なサンシールドの展開に無事成功

2021年12月25日21時20分（日本時間、以下特記なき限り同様）に欧州の「アリアン5」ロケットで打ち上げられたジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡は、初期宇宙で誕生した宇宙最初の世代の星（初期星、ファーストスター）や最初の世代の銀河、太陽系外惑星の観測などで活躍することが世界中の研究者から期待されています。

ウェブ宇宙望遠鏡は地球と太陽の重力や天体にかかる遠心力が均衡するラグランジュ点のひとつ「L2」（地球からの距離は約 150 万 km）まで 1 か月ほどかけて移動し、機器の冷却や較正を終えた後（打ち上げから約 6 か月後）に観測を開始する予定です。

前述のようにウェブ宇宙望遠鏡は赤外線波長で観測を行いますが、赤外線は天体だけでなく熱を持つ物体からも放射されます。宇宙望遠鏡自体も例外ではなく、主鏡や副鏡、観測装置、機体の温度をできるだけ低く保っておかないと、自身が放射した赤外線が観測の妨げになってしまいます。そこでウェブ宇宙望遠鏡には、鏡や機体を温める太陽光を遮断するためにサンシールドが搭載されています。サンシールドは表面にアルミニウムを蒸着させたカプトン（ポリマーの一種）の極薄フィルム 5 枚で構成されていて、太陽側の温度が摂氏 110 度に達していても、科学機器がある反対側の温度は摂氏マイナス 230～240 度の低温に保たれるとされています。

ただし、テニスコート並のサイズ（約 21m×14m）があるサンシールドや主鏡（直径 6.5m）といったウェブ宇宙望遠鏡の各部はアリアン 5 のフェアリング（※）に収まらないサイズだったため、一旦折り畳んだ状態で打ち上げた後に宇宙空間で展開する構造が採用されています。

※...ロケットの先端にある人工衛星や探査機などを搭載する部分、アリアン 5 のフェアリングは直径 5m

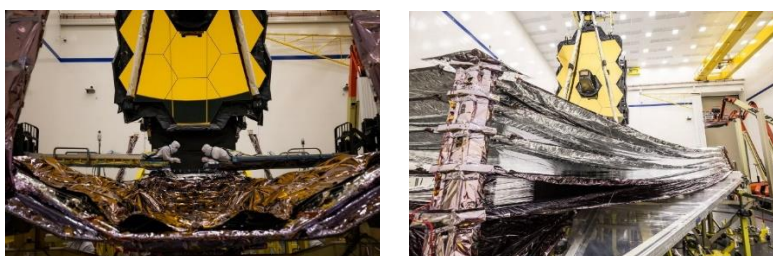
関連：[ジェイムズ・ウェブ宇宙望遠鏡の巨大な「日除け」展開テストに成功](#)

サンシールドの展開作業は打ち上げから 3 日後に始まりました。まずは 2021 年 12 月 29 日 3 時 21 分に機体前方の UPS（Unitized Pallet Structure）が、同日 9 時 27 分には後方の UPS が、それぞれ所定の位置への展開を完了しました。UPS には折り畳まれた 5 枚のフィルムをはじめ、ケーブル、プーリー（滑車）、リリース機構といったサンシールドを構成する部品が組み込まれています。展開後の 12 月 31 日未明にはフィルムを覆っていた UPS のカバーが巻き取られました。

続いて 2022 年 1 月 1 日には、サンシールドを側方に引き出す役目を果たす機体両側のアーム（mid-boom）を展開する作業が行われました。左側のアームは 3 時 30 分から 6 時 49 分にかけて、右側のアームは 8 時 31 分から 12 時 13 分にかけてそれぞれ伸ばされています。最終段階のフィルムにテンションをかける伸張作業は 1 月 4 日 5 時 48 分に完了した 1 枚目から順に着手され、最後となる 5 枚目のフィルムは打ち上げから 10 日が経った 1 月 5 日 1 時 59 分に完了しました。



【▲ ジェイムズ・ウェブ宇宙望遠鏡の打ち上げから主鏡の展開完了までを示した動画（Credit: ESA/ATG medialab）】



【▲ 地上で動作テストが行われた際に DTA をチェックするエンジニアたち（Credit: Northrop Grumman）】

【▲ 2019年10月に地上で行われたサンシールド展開テストの様子 (Credit: Northrop Grumman)】

サンシールド本体の展開作業と平行して、望遠鏡や観測装置を搭載した機体上部と宇宙機としてのウェブ宇宙望遠鏡の本体（バス）とを繋ぐ DTA (Deployable Tower Assembly) と呼ばれるタワー構造を伸ばす作業も行われました。DTA は熱に敏感な鏡や観測装置をバスから遠ざけるとともに、サンシールドを構成する 5 枚のフィルムを展開するスペースを確保するために 1.2m 伸びる構造になっています。DTA の展開は 2021 年 12 月 29 日 23 時 45 分から翌 30 日 6 時 24 分にかけて、6 時間半以上を費やして行われました。

関連：[期待の次世代宇宙望遠鏡「ジェームズ・ウェッブ」地上での試験進む](#)

また、2021 年 12 月 30 日 23 時頃にはサンシールドの後端に位置するモーメントムフラップが展開されました。NASA によると、ウェブ宇宙望遠鏡の広大なサンシールドは太陽光の圧力を受けて機体を回転させてしまうため、そのままではリアクションホイール（回転することで宇宙機の姿勢を安定させたり、回転速度を調整して姿勢を変更したりするための装置）を使って回転を打ち消さなければなりません。モーメントムフラップは光圧を受けるサンシールドのバランスを調整するためのもので、機体を安定させるとともに、推進剤の消費量を抑える上で役立つとされています。

NASA によると、ウェブ宇宙望遠鏡のサンシールドの展開と伸張には 139 か所のリリース機構（機体全体で合計 178 か所のうち）、70 個のヒンジアセンブリ、8 個のモーター、約 400 個のプーリー、90 本のケーブル（長さは合計約 400m）が関わったとのこと。作業のスケジュールはフィルムを覆っていたカバーが正常に巻き取られたかどうかをアームの展開前に再確認したり、電源システムおよびフィルム伸張用のモーターを最適化するのに 1 日を費やしたりしたために随時変更されましたが、菱形または扇形をした特徴的なサンシールドは計画通り展開を終えたこととなります。

サンシールドの展開完了という大きなマイルストーンを迎えたジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡ですが、展開作業はまだ続きます。この後は長い梁に支えられた副鏡や、畳まれていた主鏡の左右の部分、観測装置用のラジエーターの展開作業が予定されています。また、打ち上げから約 1 か月後には、観測を行う L2 周辺の運用軌道へウェブ宇宙望遠鏡を投入するための最後の軌道修正噴射も行わねばなりません。sorae ではウェブ宇宙望遠鏡の L2 への行程を随時お伝えする予定です。

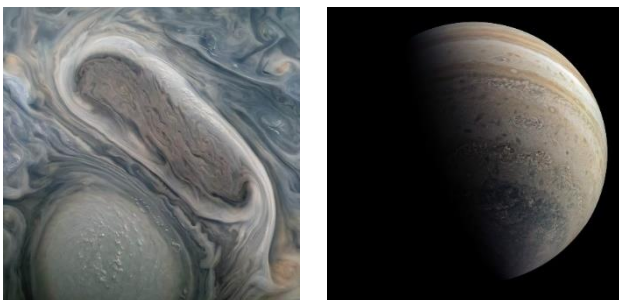
関連：[次世代宇宙望遠鏡「ジェームズ・ウェッブ」10年以上運用できる可能性](#)

Image Credit: NASA GSFC/CIL/Adriana Manrique Gutierrez      Source: [NASA](#)      文／松村武宏

<https://sorae.info/astrometry/20220106-jupiter-junocam.html>

## 木星の北半球で渦巻く嵐と高高度の雲、NASA 探査機「ジュノー」が撮影

2022-01-06      [松村武宏](#)



【▲ 木星探査機「ジュノー」が 2021 年 11 月 29 日の近接通過時に撮影した木星北半球の嵐 (Credit: NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS; Image Processing: Kevin M. Gill CC BY)】

【▲ 冒頭の画像と同じ 38 回目の近接通過時にジュノーが撮影した木星の南半球 (Credit: NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS; Image Processing: Kevin M. Gill CC BY)】

こちらは木星の北半球（北緯 50 度付近）で渦巻く嵐。アメリカ航空宇宙局（NASA）の木星探査機「Juno（ジュ

ノー)」が高度 6140km から取得した画像を使って作成されました。2 つの大きな嵐の周囲では雲が複雑に流れていて、混沌とした様相を呈しています。NASA のジェット推進研究所 (JPL) によると、直径が地球の約 11 倍という巨大な木星の雲の細部を、この画像では最小 4km まで識別できるといいます。

ジュノーは 2 つの嵐などの上に浮かぶ高高度の雲も数多く捉えています。これらの雲はすぐ下で渦巻く嵐に比べればとても小さく見えるものの、その一般的な幅は 50km に達するようです。嵐の渦に影を落とす高高度の雲はアンモニア水を含む水の雲で、木星大気の浅いところで雷を発生させたり、アンモニア水の雹 (ひょう) を降らせることでアンモニアの循環に関わっていたりするのではないかと考えられています。

関連 : [木星の大気では水とアンモニアが高高度の雷や降り注ぐ雹をもたらす](#)

冒頭の画像はジュノーが 38 回目の木星フライバイ (近接通過) を実施した日本時間 2021 年 11 月 29 日に可視光カメラ「JunoCam」を使って取得した画像をもとに、市民科学者の Kevin M. Gill さんによって作成・公開されました。JunoCam の画像は一般の人々が利用できるように順次公開されており、これまでも市民科学者たちの手によって数多くの画像が作成されています。

現在ジュノーは最長で 2025 年 9 月まで延長されたミッションの下で探査活動を行っており、2021 年 6 月に実施された 34 回目のフライバイでは木星最大の衛星ガニメデにも接近して観測を行いました。ジュノーは 2022 年 9 月にエウロパ、2023 年 12 月と 2024 年 2 月にはイオにも接近して観測を行う予定です。

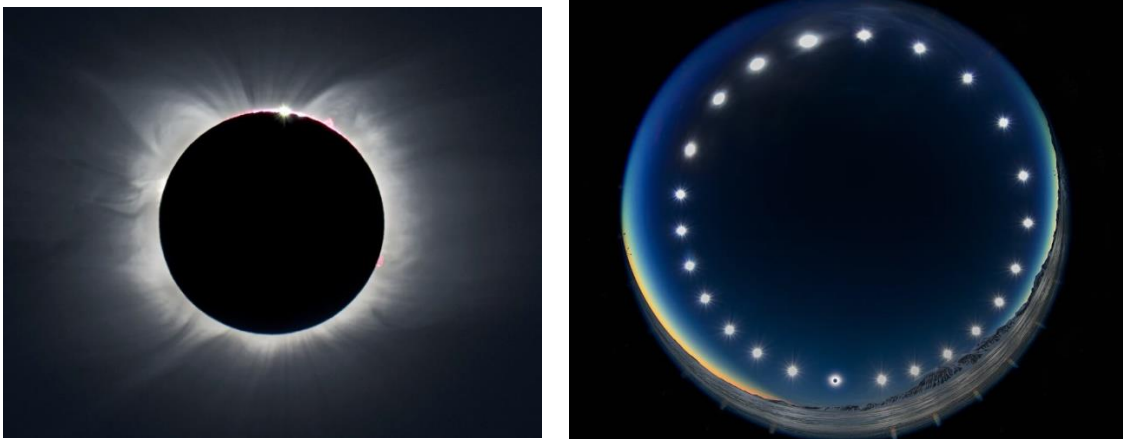
関連 : [ハッブルが撮影した「木星・土星・天王星・海王星」2021 年の最新画像公開!](#)

Image Credit: NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS

Image Processing: Kevin M. Gill CC BY      Source: [NASA/JPL](#) / [APOD](#)      文 / 松村武宏

<https://sorae.info/astrometry/20220106-midnight-sun.html>

## 2021 年 12 月 4 日の皆既日食 南極の「白夜」の日に観測 2022-01-06 [吉田 哲郎](#)



【▲皆既食直前に、南極のユニオン氷河で望遠鏡を通して撮影された画像。太陽の外縁上で弧を描くピンク色のプロミネンスや壮大な太陽コロナが見えます (Credit: Theo Boris, Christian A. Lockwood, David Zimmermann (JM Pasachoff Antarctic Expedition) Compositing: Zev Hoover and Ron Dantowitz (MARS Scientific))】

【▲「白夜」の日に撮影された全天周画像。中央下に皆既日食の太陽が見えています (Credit: Stephanie Ziyi Ye)】

2021 年 12 月 4 日に皆既日食が見られたことを知っていますか？

もちろん日本から見ることはできませんでした。それどころか、世界中のほとんどの人々は目にすることができなかったことでしょう。なぜなら、皆既日食が観測できたのは南極付近だったからです。

しかし、一部の熱心な「日食チェイサー」と呼ばれる人たちは、南極大陸の寒さと晴天の中で、まばゆいばかりの光景を目にすることができました。冒頭の画像は、皆既食の直前に、南極のユニオン氷河で望遠鏡を通して撮影されました。太陽の外縁上で弧を描くピンク色のプロミネンスや壮大な太陽コロナの姿がよくわかります。

こちらは、同じ日に撮影された魚眼レンズによるタイムラプス画像。ユニオン氷河上空で、太陽が南極の夏の空

を一周する様子を複数のフレームで追ったものです。

南極圏では 12 月頃、太陽は一日中、地平線の上に位置していて「白夜」になる日が続きます。全天周画像の中央下に皆既日食の太陽が見えています。太陽が地平線上にあったにもかかわらず、地球を横切る皆既食帯の端に位置するユニオン氷河では、月の影が上空を暗くしています。

国立天文台の「[日食一覧](#)」によると、次に皆既日食が見られるのは 2024 年 4 月 9 日とのこと。場所は北米、太平洋など。しかし、それよりも前の 2023 年 4 月 20 日に珍しい金環皆既日食がインド洋、アジア、オセアニアで見られます。

Image Credit: Theo Boris, Christian A. Lockwood, David Zimmermann (JM Pasachoff Antarctic Expedition)

Compositing: Zev Hoover and Ron Dantowitz (MARS Scientific)、Stephanie Ziyi Ye

Source: APOD (1) (2) 文／吉田哲郎

<https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/news/22/010500007/>

## 2022 年に楽しみたい 8 つの天文イベント 月食の赤い月、部分日食、惑星と月の対面

2022.01.06



2017 年 8 月 7 日、ギリシャの首都アテネの南にあるスニオン岬で、紀元前 5 世紀に建てられたポセイドン神殿の上空にかかる月。部分月食のため、下の部分が影になっている。(PHOTOGRAPH BY PETROS GIANNAKOURIS, AP) [\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

(ILLUSTRATION BY ANDREW FAZEKAS) [\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

2022 年も夜空は壮大な天体ショーで私たちの目を楽しませてくれることだろう。日食や月食のほか、横並びになった惑星と月とのコラボなど、今年予定表に書き込んでおきたい注目の天文イベントを 8 つ、ピックアップしてみた。なかでも 11 月の皆既月食は、日本で見るのに良い条件がそろっている。

### 3 月 24 日～4 月 5 日：金星、火星、土星の三角関係

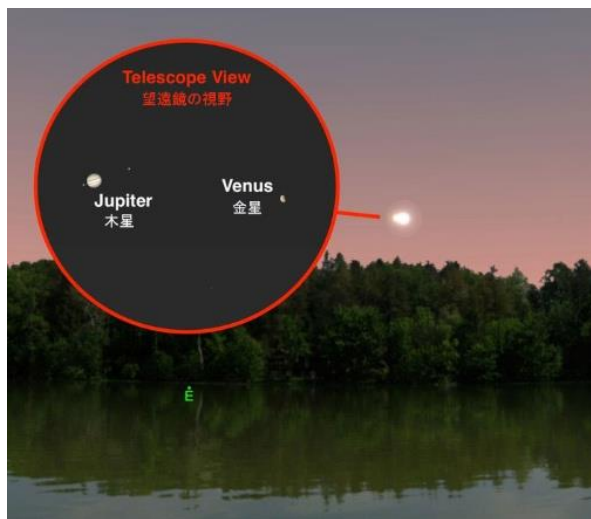
3 月下旬から 4 月上旬にかけて、日の出の約 1 時間前に南東の方角を見ると、空の低い位置で金星、火星、土星が集まって細長い三角形を作っているのが見えるだろう。3 月 27 日と 28 日には、明けの三日月がそのすぐそばを通過する。毎朝観測していると、三角形は次第に平たくなっていることに気付くはずだ。そして、4 月 1 日に 3 つの惑星は横並びになる。その後、土星が火星へ近づいていき、最接近する 4 月 4 日には、2 つの星が月の見かけの直径ほどの距離になる。

### 4 月 30 日：部分日食

地球と太陽の間に月が入り、太陽の一部が欠けて見えるという部分日食が、2022 年には 2 回起こる（ともに日本では見られない）。1 回目は 4 月 30 日、南米大陸南部、南極大陸の一部、太平洋上および南極海上の一部から見る事ができる。最大食は協定世界時 20 時 41 分（日本時間 5 月 1 日 5 時 41 分）で、この時太陽の 64%

が月に隠れる。最も大きく欠けた太陽を見るには、南極半島の西の南極海まで行かななければならないが、チリやアルゼンチンの最南端からでも、太陽の約 60% が欠けて見えるはずだ。日食を安全に観察するには、目を保護するための日食グラスが必要だ。太陽がいつもより暗くなっていたとしても、直接見るとやはり目を傷める恐れがある。国際的な安全基準を満たした日食グラスを使用することをお勧めする。

#### 4月30日～5月1日：金星と木星が重なり合う



(ILLUSTRATION BY ANDREW FAZEKAS) [\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

4月の間、木星は南東の空を毎日少しずつ上昇し、明るく輝く金星へ近づく。4月30日の夜明け前、2つの惑星は合体しそうなほど近くなる。これは、双眼鏡や家庭用の望遠鏡でも観測可能だ。加えて、その右上には火星と土星の姿も見る事ができる。ただし、太陽がこのすぐ近くから昇るため、観測のタイミングが重要だ。南東の方角に高い障害物がない場所を見つけ、現地の日の出時間を確認したうえで、30分前にはスタンバイしよう。[次ページ：ピークを迎えるみずがめ座 \$\eta\$ 流星群、皆既月食も](#)

#### 5月5～6日：ピークを迎えるみずがめ座 $\eta$ 流星群



(ILLUSTRATION BY ANDREW FAZEKAS) [\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

(ILLUSTRATION BY ANDREW FAZEKAS) [\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

流星群ウォッチャーにとって、お楽しみは5月上旬。この頃、夜空はピークを迎えるみずがめ座 $\eta$ （イータ）流星群の観測をするのにほぼ完璧なコンディションになる。特に、5月5日の夜明け前は空が暗く、小さな流れ星でも見るようになる。

流星群は、南東の地平線近くに位置するみずがめ座から放射線状に流れ出ているように見える。流れ星の数は他の流星群に比べてそれほど多くはないものの、みずがめ座 $\eta$ は、ハレー彗星からのデブリが作り出した流星群

であることが知られている。

### 5月15~16日：フラワームーンの皆既月食

2022年に2回起こる皆既月食のうち、第1回目は5月15日、場所によっては16日に見られる。月食は、太陽と月の間に地球が入り、地球の影によって月が赤黒くなる現象のことをいう。今年5月の月食は、南北米大陸、ヨーロッパ、アフリカ、アジアの一部で観測できる。北半球で花が咲き乱れる季節である5月の満月は、英語でフラワームーンと呼ばれている。そして、その時期に起こる月食を、フラワームーン月食と呼ぶ。

### 6月18~27日：5つの惑星が横並びに

6月の朝早く、空を見上げると水星、金星、火星、木星、土星が一直線に並んでいるのを肉眼でも確認できるだろう。空気が澄んでいれば、天王星まで見られるかもしれない。

おまけに、6月18日から27日にかけて、月が一つひとつの惑星を訪問して回るかのように、各惑星のすぐそばを通過して行く。6月26日には、ひときわ明るく輝く金星が月の訪問を受け、さらに翌27日には、夜明け前の空にかすかに見える水星が月との対面を果たす。

### 10月25日：部分日食

10月25日、ヨーロッパと中東の大部分、西アジア、北アフリカ、グリーンランドの一部で部分日食が見られる。ユーラシア大陸の一部地域では、太陽の86%が月に隠れるのが観測できる。

食の始めは協定世界時午前8時58分（日本時間午後5時58分）、食の最大は11時だ（日本時間午後8時）。

### 11月7~8日：皆既月食

南北米大陸、オーストラリア、アジア、そしてヨーロッパの一部で、11月7~8日に今年2回目の皆既月食が見られる。米国西部、カナダ、ロシア東部、日本、ニュージーランド、オーストラリア東部では最初から最後まで観測可能だ。日本時間の8日18時9分に部分食が始まり、食の最大は19時59分、部分食の終わりは21時49分となる。いずれのイベントの日も、空が晴れていることを期待したい。文=ANDREW FAZEKAS/訳=ルーバー荒井ハンナ

<https://news.yahoo.co.jp/articles/62c6b4f866345a72b24a1fe30f4482b268e91e5b>

## 恐竜絶滅の原因となった天体衝突、タイミングも最悪だったっぽい

1/9(日) 6:00 配信 GIZMODO



### 恐竜絶滅の原因となった天体衝突、タイミングも最悪だったっぽい

6600 万年前に大量絶滅を引き起こした天体衝突って、一体どれぐらいのインパクトだったの？ これまでの研究からは、チクシュルーブ衝突体が最悪な場所に、しかも最悪な角度で降ってきたらしいことがわかっていました。それに加えて、どうやらタイミングも最悪だったみたいです。新たな研究によると、衝突は春の終わり頃に起こった可能性が高いそうです。だとすれば、ちょうど北半球の植物が新芽を出し、動物が繁殖期を迎えた矢先のことだったはずで、インパクト・ウィンター（天体衝突によって引き起こされる気候変化）の破壊力はほかのどのタイミングにも増して大きかったのではないかと推察されています。

### 最悪の絶滅イベント

およそ 6600 万年前、当時は炭酸塩岩や硫酸塩岩が厚く堆積する浅い海が広がっていたユカタン半島に、直径 10km ほどの小惑星が衝突しました。衝突の角度は 45 度から 60 度ぐらいと推定されており、地平線に対して鋭



利な角度で切り込んできたため「最悪のシナリオ」になったと考えられています。衝突のすさまじいインパクトが大量の粉塵や硫酸エアロゾルを大気中にまき散らし、太陽光を遮断したため、植物は光合成を行えなくなりました。さらに、衝撃波の爆風にあおられて大規模な森林火災が発生し、煤や粉塵が大気中に停滞したほか、地震、津波、酸性雨、有毒物質の海洋への流入、二酸化炭素の放出による温暖化など、さまざまな短期的・中長期的な環境の乱れが生じたと考えられています。結果、チクシュループの天体衝突は鳥類型以外の恐竜を根絶やしにだけでなく、当時地球上に存在していた生物の75%を絶滅に追いやりました。

### 葉っぱの化石の虫食い痕から季節を特定

これだけの大量絶滅に繋がった背景には天体衝突が起きた季節が深く関わっているようで、最近「Scientific Reports」に発表された研究では春の終わり頃だったとしています。季節には生物学的機能を司る大切な役割があり、生殖・給餌・寄生生物と宿主との相互関係・休眠期間・繁殖期間などに関係しています。ですから、天体衝突のような地球規模の災害がどの季節に起きたかが、生物へのインパクトに大きく影響してくるのは当然のことです。とフロリダ・アトランティック大学のデ・パルマ（Robert DePalma）非常勤教授はプレスリリースで説明しています。こう聞くと「なるほど、当たり前じゃん」と思いますが、実は衝突がどの季節に起きたか、しかも季節のどの段階だったかを正確に特定するのはものすごく大変な作業みたいなんですね。まず、デ・パルマ教授のチームは発掘した化石から成長パターンを割り出したそうです。たとえば魚の化石であれば、その魚がいつ死んだか（いつ粉塵に生き埋めにされたか）を調べます。そして、そこから逆算してその魚がいつ産卵期を迎えたかを推定したそうです。昆虫の化石も同様に調べることで、カゲロウの成虫がいつ羽化したかを推定。また、葉っぱの化石についていた虫食いの痕から昆虫の繁殖期間を割り出したケースもあったそうです。こうしていくつもの化石の精密な年代測定を行なった結果、天体衝突が起こったのが春の終わり頃だったという点で一致したそうです。現場データを丹念に分析したことで、約6600万年前の白亜紀-古第三紀境界（K-Pg境界）でなにが起こったのかを詳細に知ることができただけでなく、いつ起こったかを特定できたのは大きな成果でした。このようにいくつもの独立したエビデンスがすべて明白に同じ季節を示したことは、驚異的と言わざるを得ませんと論文の共著者でフロリダ・アトランティック大学准教授のオレイニック（Anton Oleinik）さん自身も驚きを隠せない様子です。

### [次ページは：残酷な春](#) 残酷な春

では、なぜ春の終わり頃だと天体衝突のインパクトが助長されてしまうのでしょうか。春は、本来ならば繁殖の季節です。ですから、春に幼体が大量死すると、繁殖期を迎えるまで長い年月を必要とする種や、特殊な状況下においてのみ繁殖期を迎える種にとっては大打撃なのだと研究者たちは指摘しています。さらに、春が終わらないうちにインパクト・ウィンターの急激な冷え込みが始まったため、季節の変動に敏感な生物にとっては過酷な環境だったろうとも推察しています。今回の研究結果が正しければ、チクシュループ衝突体によってもたらされた大量絶滅は、北半球と南半球とでは異なるパターンで展開したはずだとも考えられるそうです。

### 極秘だった調査現場

ところで、この研究の現場となったのは「タニス発掘調査現場」と呼ばれる米ノースダコタ州にあるヘルクリーク累層の一部でした。タニス発掘調査現場には白亜紀後期と暁新世の地層が年代順にクッキリと現れていて、特に下の2層はチクシュループ衝突から発生した粉塵と、その日絶命した植物・樹木・動物などの化石の宝庫となっているようで、今回の研究にはうってつけの調査現場でした。興味深いことに、このタニス調査現場は個人が所有している土地だそうで、所有者と独占的に契約を結んでいるデ・パルマ教授しか発掘できませんし、発掘された化石の調査も他者が自由に行なえないようになっている上、過去には場所を特定されないよう非公開にしていた時期もあったそうです。せっかくデ・パルマ教授が丹念に調べ上げた結果も、第三者によって再調査されないことには確証を得るのが難しいですね。このように調査現場を独占する行為をよしとしない科学者もいるようですが、デ・パルマ教授側の言い分としては「今では場所を公開しているし、科学的に貴重な原材を守るために



くらむほどの長さだ。しかし、86 階に相当する時間に 0 がいくつ続こうと、このビルの最上階である 102 階に足を踏み入れるとき、86 階によって表せる時間の長さは、ビルの最後の階段の踏み板に塗られているペンキの厚みに対応する時間よりはるかに短いのだ。今日、ビッグバンからざっと 138 億年が経っている。つまり、ここまでの出来事のすべては、時間のエンパイアステートビルの 1 階と、10 階からさらに階段を上りはじめて数段目までに起こったことだ。その地点から、われわれは幾何級数的に遠い未来に向かうことになる。さあ、上りはじめるとしよう。

[次ページは：膨らむ太陽、逃げる地球](#) **膨らむ太陽、逃げる地球**



[photo by gettyimages](#)

[photo by gettyimages](#)

遠い昔の先祖たちは、太陽が生命にとって必要不可欠な低エントロピーのエネルギーをふんだんに送ってくれていることは知らなかったが、天空からじっとこちらを見つめる目、日々の暮らしを見守る灼熱の存在が大切なものだという事は知っていた。太陽が沈むとき、それがふたたびのぼってくることも知っていた。その繰り返しが、いやでも気づかずにはいられないほど顕著で信頼性の高いパターンを作っていることも知っていた。しかしそのパターンがいつの日か終わることもまた、それと同じくらい確実なのだ。太陽は、これまで 50 億年近く、中心部で起こる水素原子核の核融合で生じるエネルギーによって内向きに働く重力に抗い、莫大なその質量を支えてきた。核融合で生じるエネルギーが、激しく動きまわる粒子に動力を与え、その粒子たちの運動が外向きの圧力になる。そうして生じた外向きの圧力のおかげで、太陽はおのれの質量によって生じる重力に抗い、崩壊を免れているのである(その様子は、空気で膨らませるビニール製のおもちゃの家に似ている。その家が潰れないのは、ポンプを使って吹き込まれた空気の圧力のおかげだ)。内向きに働く重力と、粒子運動のために生じる外向きの圧力とは、今後さらに 50 億年ほどは安定して釣り合っているだろう。しかしその後、釣り合いは崩れる。太陽はまだ水素原子核をたっぷり含んでいるが、中心部ではほぼ使い尽くされる。水素の核融合で生じるヘリウムは水素より重くて密度が高いため、砂をどんどん池に投げ込めば、砂が池の底に溜まるにつれて水が池からあふれ出すように、ヘリウムが太陽の中心部に溜まるにつれて、水素は中心部から外側に押し出される。それはどうでもよいような細かい話ではない。太陽の中心部は、太陽の中で一番温度の高い場所だ。現在の温度は 1500 万度ほどで、水素を融合させてヘリウムを作るために必要な 1000 万度を軽く上まわる。しかし、ヘリウム原子核を融合させるためには約 1 億度という高温が必要で、太陽中心部の温度はそのヘリウム核融合の閾値よりはずっと低いため、ヘリウムが水素を外側に押し出すにつれて、水素核融合の燃料供給が滞るようになる。すると、核融合で生じるエネルギーによる外向きの圧力は弱まり、その結果として、内向きの重力のほうが優勢になる。そして太陽は内側に崩壊する。莫大な重量が圧縮され、太陽の温度は跳ね上がる。その高温高圧をもってしても、ヘリウム核融合の閾値には届かないため、ヘリウムの溜まった中心部を取り巻くように生じた水素原子核の薄い層の中で、水素核融合の第 2 ラウンドが始まる。温度と圧力が上がっているため、このたびのラウンドは猛烈なスピードで進み、太陽はかつて経験したことのない大きな力で外向きに押し出される。その力は、単に太陽が内向きに崩れるのを食い止めるだけでなく、太陽を外向きに大きく膨らませるだろう。太陽系の内惑星(水星、金星、地球、火星)の運命は、次のふたつの要素のバランスにかかっている。ひとつは、太陽がどれだけ大きく膨らむか。そしてもうひとつは、膨らみつつある太陽が、質量をどれだけ減らすかだ。なぜ質量

が減るのかというと、核融合のエンジンが暴走すると、太陽の外側の層に含まれている無数の粒子が、宇宙空間に吹き飛ばされるからだ。そうして質量が減ると、太陽が惑星たちに及ぼす重力は弱まり、惑星たちの軌道はどんどん太陽から遠ざかる。惑星の未来は、太陽から遠ざかるその軌道が、大きく膨らむ太陽から逃げきれぬかどうかにかかっている。 詳細な太陽系モデルを組み込んだコンピュータ・シミュレーションによると、水星はその競争に敗れ、大きく膨らんだ太陽に飲み込まれて蒸発するだろう。地球よりも太陽から遠い軌道をめぐる火星は、スタート地点が有利なおかげでセーフになるだろう。金星はアウトになりそうだが、膨張する太陽は遠ざかる金星軌道に追いつけないという結果を示すシミュレーションもある。もしもそれが正しければ、地球の軌道についても同じことがいえて、地球もセーフになるだろう。

#### [次ページは：激変する地球環境](#) **激変する地球環境**

しかし、たとえ太陽に飲み込まれずにすんだとしても、地球上の環境条件はひどく変わるはずだ。地球の表面温度は数千度まで上がるだろう。それほどの高温になると、海洋は干上がり、大気は吹き飛ばされ、地球表面は融けた溶岩だらけになるだろう。 快適とはいえない条件なのは確かだが、空いっぱい広がった巨大な赤い太陽は、なかなかの見ものだろう。しかしほぼ確実にいえるのは、その太陽を見る者はいないだろうということだ。もしもわれわれの子孫が絶滅せずに生き延びているなら(自滅をどうにか回避し、致命的な病原体や、環境災害、生物を死に追いやる小惑星、異星人の侵略、その他起こりうるあれこれの大惨事を乗り越えているなら)、そして、もしも子孫たちが繁栄し続けるつもりなら、より住みやすい故郷を探して、とうの昔に地球を捨てているだろう。 ヘリウムからなる太陽中心部を取り巻く水素原子核の層の中で、引き続き水素核融合が起こるにつれて、新たに生成されたヘリウムが中心部に雨あられと降り注ぐ。すると中心部はさらに圧縮されて、温度はますます上がるだろう。温度が上がれば、中心部を取り巻く層で起こる水素核融合はさらにスピードアップして、その反応で生成されたヘリウムが雨あられと降り注いで中心部を連打し、中心部の温度はさらに上がるだろう。今から約 55 億年後には、中心部の温度はついにヘリウム原子核を燃やせる閾値を超え、ヘリウム核融合が起こって炭素と酸素が生成されるだろう。ヘリウム核融合が太陽の主要なエネルギー源になると、その出来事を画する華々しい爆発が起こる。その後、太陽は縮んで小さくなり、ますます安定した粒子配置になるだろう。 しかし、新たに得られたこの安定性は長くは続かない。それから 1 億年ほど経つと、重いヘリウムが軽い水素に取って代わったのと同じく、重い炭素と酸素が軽いヘリウムに代わって太陽中心部を満たし、ヘリウムは外側に追いやられるだろう。中心部の新たな構成要素となった炭素と酸素が核融合を起こすためには、少なくとも 6 億度という高温が必要だ。太陽中心部の温度はそれよりずっと低いため、核融合はふたたびゆっくりと停止し、内向きに働く重力が優勢になって、太陽は内側に圧縮され、中心部の温度はまたしても上がるだろう。 ひとつ前のサイクルでは、温度が上がったために、ヘリウムが溜まっている中心部を取り巻く水素の層で核融合が始まったのだった。今や温度はさらに上がり、炭素と酸素が溜まっている中心部を取り巻くヘリウムの層で核融合が始まる。しかしこのたびは、炭素と酸素の核融合が始まるほどの高温にはけっして到達しないだろう。もっと大きな**恒星**ならば、中心部で炭素と酸素の核融合が始まり、より重くて複雑な原子核が作られるのだが、太陽の質量はそこまで大きくないため、温度を上昇させる内向きの崩壊の勢いが足りず、炭素と酸素を融合させるほどの高温にはならないのだ。 そんなわけで、中心部を取り巻くヘリウムの層で核融合が進むにつれ、新たに生じた炭素と酸素が雨あられと中心部に降り注ぎ、中心部がさらに圧縮されるということが続いていく。しかしやがて量子的なプロセス——「パウリの排他原理」と呼ばれているもの——により、内向きの崩壊が停止するときがくる。

#### [次ページは：太陽の死](#) **太陽の死**



[ヴォルフガング・パウリ](#) photo by gettyimages

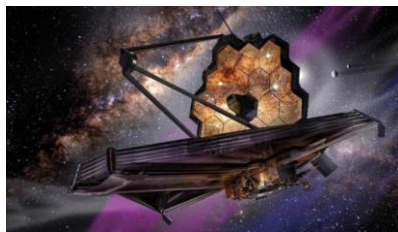
[ヴォルフガング・パウリ](#)は、**辛辣**なことで知られるオーストリアの量子論の先駆者だ(たとえば、彼はこんなセ

リフを吐いた。「君の頭の回転が遅いのはかまわない。私がいやなのは、君が考えるより早く論文を発表することだ」。その彼は、1925年に、量子力学によると、2個の電子はある距離よりも近づけないことに気がついた(もう少し正確に言うと、量子力学は、同じ種類のふたつの物質粒子が、同一の状態を占めることを禁止する。しかしここでは、近づけないという大雑把な言い方で十分だろう)。その後、何人かの研究者が得た洞察により、パウリの結果は小さな粒子に焦点を合わせていたにもかかわらず、太陽など大きな天体の運命を理解するための鍵になることが明らかになった。太陽が収縮するにつれ、中心部に含まれる電子はどんどん高密度になり、いずれ電子密度はパウリの排他原理によって決まる限界に達する。それ以上収縮すればパウリ原理に抵触するという密度に達すると、強い量子的な力が働き、電子たちはそれ以上テコでも動かなくなる。電子たちは各自のパーソナルスペースを要求して、それ以上ぎゅうぎゅう詰めには絶対にならないと言い張るのだ。そうなると太陽の収縮は停止する。中心部から遠く離れた太陽の外殻は、引き続き膨張を続けて温度が下がり、最終的には宇宙空間に漂い出す。あとには、炭素と酸素からなる、超高密度の丸い天体が残される。白色矮星と呼ばれるその天体は、それからさらに数十億年ほど光を発し続けるだろう。しかし、その先の核融合に必要な温度が得られないため、熱エネルギーはゆっくりと宇宙空間に散逸し、太陽の残骸は、燃えさしの最後の残り火のように冷えて黒っぽくなり、ついには光を出さない暗黒の球体になるだろう。エンパイアステートビルの10階から階段を数段ほど上ったところで、太陽は完全に光を失うだろう。それは穏やかな終末である。次の階に向かってビルの階段をさらに上っていくとき、宇宙全体を待ち受けている破滅的な終局と比べればなおさらだ。(翻訳:青木薫) \*本記事は『時間の終わりまで 物質、生命、心と進化する宇宙』の一部を抜粋したものです。----- [ブライアン・グリーン](#)による新作『時間の終わりまで』から本文の一部を紹介するシリーズ。これまでの公開記事はこちらから【『時間の終わりまで』読みどころシリーズ】 <https://gendai.ismedia.jp/search?fulltext=『時間の終わりまで』読みどころ&media=bb> ----- 時間の終わりまで 物質、生命、心と進化する宇宙 著: [ブライアン・グリーン](#) 訳:青木 薫 世界的ベストセラー『エレガントな宇宙』著者の最新作 なぜ物質が生まれ、生命が誕生し、私たちが存在するのか? 進化する宇宙は私たちをどこへ連れてゆくのか? ビッグバンから時空の終焉までを壮大なスケールで描き出す! この進化する宇宙の中で、ほんの束の間、まったく絶妙な瞬間に存在する私たち人間を基点に、時間の始まりであるビッグバンから、時間の終わりであるこの宇宙の終焉までを、現代物理学の知見をもとに、「存在とは何か」という根源的な問いから描き出す。第一級のポピュラーサイエンス! ----- [ブライアン・グリーン](#) (コロンビア大学物理学・数学教授)

[https://news.biglobe.ne.jp/trend/0107/kpa\\_220107\\_4654922476.html](https://news.biglobe.ne.jp/trend/0107/kpa_220107_4654922476.html)

## そろそろ見つかかりそうなので。エイリアン発見を公表する為のガイドラインをNASA が発表

1月7日(金) 20時0分 [カラパイア](#)



最近打ち上げられた[ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡](#)は、数年以内に天文学に革命を起こすと言われており、我々がこれまで知ることができなかった宇宙の秘密を解き明かしてくれることが期待されている。

宇宙誕生の瞬間へ向かって過去にさかのぼり、ダークマターの謎を解き明かすのはもちろん、エイリアンがいる遠い世界を見つけてくれるかもしれない。でも本当にエイリアンを発見してしまったら? 世の中を混乱させることなく、政府は世紀の大発見を公表することができるだろうか? 最近 NASA が、地球外生命の発見を公表するためのガイドラインを作成したのは、そんなことを懸念したからだろう。

## ・地球外生命体が発見される可能性は現実的

そのガイドラインは、昨年 10 月『Nature』に掲載された。もちろん、そんなものを作成したのは、地球外生命体の発見が現実的なものだからだ。これについて、ガイドラインは次のように述べている。「私たちの世代が地球外生命を発見する可能性は、現実的なものだ。」

だから、その時が本当にきたら、それを世間に正確に伝える必要がある。さもなければ、やたらと大袈裟に喧伝されて、社会に無用な動揺や誤解を与えることだろう。「この特権的な可能性には責任が伴う。私たちは宇宙で孤独な存在なのかという疑問の重大さと、それに対する人々の関心の高さゆえに、観測結果がその裏付けや観測者が意図する以上の意味で受け止められる可能性がある。」

## ・NASA の地球外生命体公表ガイドライン

このガイドラインでは、一番最初の地球外生命のサインの検出から、最終的な確認にいたるまでの段階が、7つのレベルで分けられている。レベルと言っても、地球外文明の発展レベルを表しているわけではない。そうではなく、検出された生物の痕跡（「バイオシグネチャー」や「生物存在指標」という）が本物かどうか確かめるためのステップだと思えばいい。たとえば、最初に生物の存在を示唆しているらしきバイオシグネチャーが見つかった段階がレベル1だ。次にレベル2では、これが汚染が原因である可能性が検証される。



image credit:NASA

## ・政府は本当に真実を公表するのか？

こうしたガイドラインがあったからといって、政府が本当に真実を公表するかどうかは別問題だ。

最近のアメリカ政府は、「未確認航空現象」(UAP、すなわち UFO) について調査する [新組織を設立](#) し、その正体を解明するべく本格的な調査に乗り出している。だが過去を振り返れば、ロズウェル事件など、数々の隠蔽工作が行われていた可能性は濃厚だ。あるいは政府に真実を公表する意思があったとしても、そうすることが最善であるとは限らない。宇宙人の存在を公にする危険性について、[TNW](#) 誌は映画『メン・イン・ブラック』の台詞を引用して説明する。この作品の設定では、地球にはすでに多くの異星人が訪れているが、そのことは一般人には隠されている。その理由について、あるエージェントはこう述べる。

「1人の人間は賢い。だが集団になると、愚かで、パニックを起こす危険な動物だ。」

さて、みんなはその時がきたら、理性的に行動できるだろうか？

References:[How should NASA break the news if it discovers alien life in 2022?](#)/ written by hiroching / edited by parumo

関連記事 (外部サイト)

[すでにこんな決まりがあった。地球外生命体と接触した際の10の法や規制、決まり事。](#)

[人類の準備ができるまで宇宙人は自らの存在を明かさない。元イスラエル宇宙プログラムの責任者の暴露話](#)

[米軍の撮影した未確認飛行物体はアメリカの科学技術によるものではない。地球外文明の可能性を完全には否定できない](#)

[アメリカの「UFO \(UAP\) に関する調査報告書」がついに発表。そこで明かされた真実とは？](#)

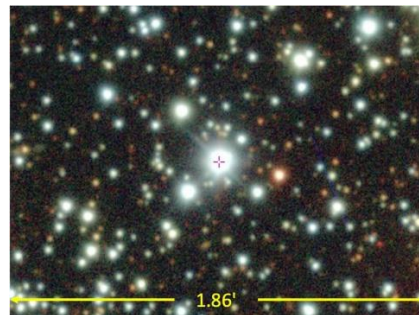
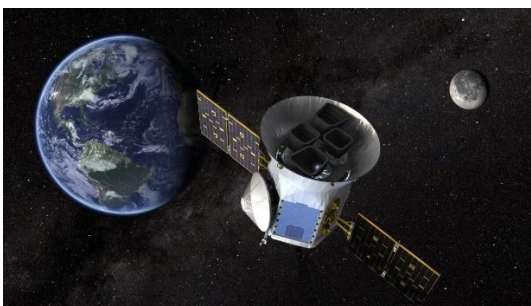
[地球外生命体の予感！地球から比較的近い場所にあるハビタブルゾーンにスーパーアースが発見される](#)

<https://sorae.info/astrometry/20220107-tic400799224.html>

## 約 20 日周期で謎の減光が起きる星、NASA 観測衛星「TESS」のデータから発見

2022-01-07

[松村武宏](#)



【▲ 観測を行う系外惑星探査衛星「TESS」を描いた想像図 (Credit: NASA's Goddard Space Flight Center)】

【▲ ブランコ 4m 望遠鏡 (セロ・トロロ汎米天文台) の観測装置「ダークエネルギーカメラ (DECam)」が撮影した「TIC 400799224」(十字で示された天体) (Credit: Powell et al., 2021)】

アメリカ航空宇宙局 (NASA) ゴダード宇宙飛行センターの Brian Powell さんを筆頭とする研究グループは、NASA の系外惑星探査衛星「TESS (テス)」の観測データを分析した結果、約 20 日周期で不安定な減光が起きる星が見つかったとする研究成果を発表しました。星を周回する比較的小さな天体から放出されるダスト (塵) の雲が減光の理由である可能性が高いと研究グループは考えているものの、原因はまだ特定されておらず、さらなる観測が待たれます。

■一定の周期を保ちつつも不安定に減光、ダストの雲が原因か

TESS は太陽系外惑星の検出を主な目的として 2018 年 4 月に打ち上げられた宇宙望遠鏡です。大半の系外惑星は直接観測することはできませんが、TESS は惑星が恒星の手前を横切る「トランジット」という現象を起こした時に恒星の明るさがごくわずかに暗くなる様子を捉える「トランジット法」を利用して、間接的に系外惑星の存在を検出してきました。

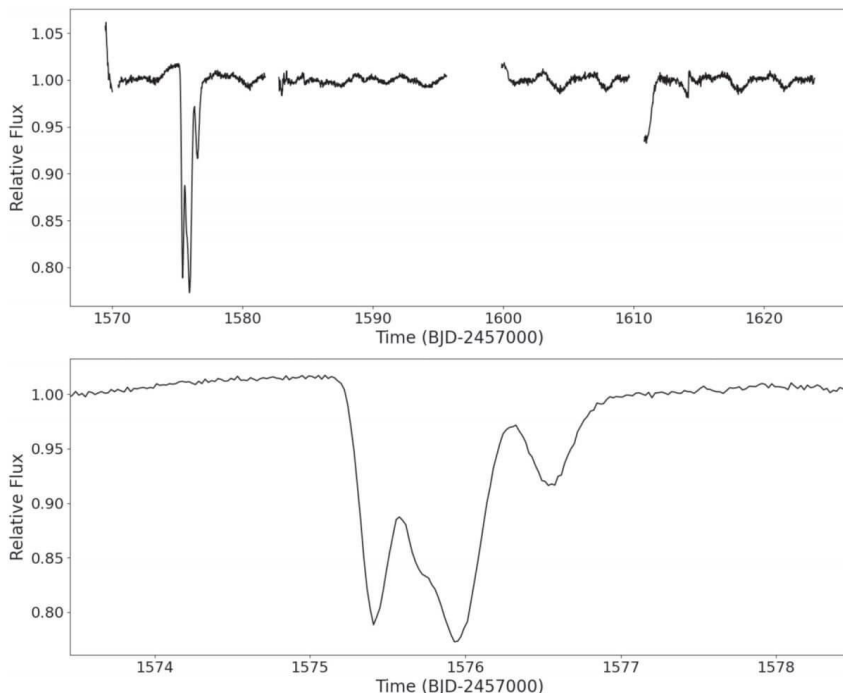
トランジット法についての関連記事：[31 光年先に最軽量級の超短周期惑星が見つかる。公転周期は約 8 時間](#)

4 台のカメラが搭載されている TESS は、全天で 26 個設定されている「セクター」と呼ばれる領域（24 度×96 度）を対象に、各セクターでそれぞれ 27 日間集中して観測を行ってきました。その観測データは系外惑星の検出だけでなく、超新星やブラックホールに引き裂かれた恒星の研究などでも広く利用されています。

今回研究グループが報告したのは、南天の「りゅうこつ座」の方向およそ 2400 光年先にある「TIC 400799224」と呼ばれる恒星です。機械学習を利用したツールを使って TESS の観測データから注目すべき天体を探していた研究グループは、明るさがわずかに数時間で 25 パーセント近くも減少する上に、減光中にも明るさが何度か増減するという複雑なパターンを示した TIC 400799224 を偶然発見しました。

超新星全天自動サーベイ「ASAS-SN」など TESS 以外の様々な観測手段によるデータを分析した研究グループは、TIC 400799224 が 2 つの恒星からなる連星であり、不思議な減光は 19.77 日周期で繰り返されていることを発見しました。ところが周期性が規則的ないっぽうで、光度曲線（時間の経過にあわせて変化する天体の光度を示した曲線、ライトカーブ）の形状、減光率、減光の継続時間は不安定であり、少なくとも地上の観測では 3 回に 1 回以下の頻度でしか減光が検出されていなかったことも判明したといいます。

変光星のなかには連星の相互作用によって周期的に明るさが変化するものもありますが、研究グループは TIC 400799224 で観測されるこの減光について、連星のどちらかを周回する小天体から散発的に放出されるダストの雲が原因ではないかと考えています。ダストの雲による減光率は高く、小天体が公転する恒星の光を最大 37 パーセントもしくは 75 パーセント遮る（連星をなす 2 つの恒星のどちらを公転しているかによって異なる）と推定されています。ただ、減光をもたらすダストの起源についてはまだよくわかっていないようです。太陽系の準惑星「ケレス」のような天体が崩壊することで形成されたと仮定すると、ダストの雲は消滅するまで約 8000 年間存在し続けると予想されています。しかし研究グループによると、TIC 400799224 の減光は 19.77 日という厳密な周期性が少なくとも 6 年間に渡って保たれており、ダストを放出している天体そのものは無傷であるように思われるといいます。研究グループは今後も観測を継続するとともに、過去の観測データを参照して数十年に渡る減光の様子を明らかにすることを予定しています。



【▲ 上段は TESS が観測した TIC 400799224 の光度曲線。下段は上段左側の約 1.6 日間継続した減光の部分を拡大したもの（Credit: Powell et al., 2021）】

関連：[ベテルギウス「大減光」の理由を解明か、最新の研究成果が発表される](#)

Image Credit: NASA's Goddard Space Flight Center



<https://sorae.info/astrophysics/20220108-tgo-mars.html>

## 真っ赤な大地で白い氷を抱くクレーター。欧露の火星探査機「TGO」が撮影

2022-01-08 [松村武宏](#)

こちらは火星のボレアリス荒野（Vastitas Borealis）にある直径約4kmのクレーターです。ボレアリス荒野は火星の北極域を取り囲むように広がる高緯度のエリアで、欧州宇宙機関（ESA）によるとクレーターの中心は北緯70.6度に位置しています。画像は左上が北の方角で、左下のスケールバーは1kmの長さを示しています。

クレーター内部の北半分（左上側）やクレーター周辺では酸化鉄を豊富に含む赤い土壌が分布していますが、北に面したクレーター内部の南側斜面（右下側）は年間の日照時間が短いため、火星の北半球が夏にあたるこの時期でも白い氷の氷に覆われています。クレーターの縁（外輪山）にあたる部分は暗い色合いをしていますが、ESAによるとこの部分は玄武岩のような火山性の物質で構成されている可能性があるようです。



【▲ 火星・北半球のボレアリス荒野にある直径約4kmのクレーター（Credit: ESA/Roscosmos/CaSSIS）】

【▲ 火星を周回する欧露の探査機「トレース・ガス・オービター（TGO）」を描いた想像図（Credit: ESA/ATG medialab）】

赤と白のコントラストが印象的なこの画像を、ESAは「粉砂糖をまぶした濃厚なレッドベルベットケーキ」のようだ表現しています。画像は欧州およびロシア共同の火星探査ミッション「エクソマーズ」の周回探査機「トレース・ガス・オービター（TGO）」に搭載されている光学観測装置「CaSSIS」を使って2021年7月5日に撮影されたもので、ESAから「Red velvet Mars」のタイトルで2021年12月24日付で公開されています。

なお、ESAとロスコスモスではエクソマーズミッション2度目の探査機打ち上げを2022年に計画しており、定点観測を担う地表プラットフォームの「カザチョク」と探査車（ローバー）の「ロザリンド・フランクリン」が2023年に火星へ着陸する予定です。

関連：[火星のマリネリス峡谷に大量の「水」が存在する可能性、欧露の探査機が検出](#)

Image Credit: ESA/Roscosmos/CaSSIS

Source: ESA 文／松村武宏

<https://sorae.info/astrophysics/20220108-ngc2024.html>

## まるで揺らめく炎。電波で観測されたオリオン座の「火炎星雲」とその周辺

2022-01-08 [松村武宏](#)

【▲ 電波で観測されたオリオン座の「火炎星雲（NGC 2024）」とその周辺の様子。背景にはDSS2の可視光画像が用いられている（Credit: ESO/Th. Stanke & ESO/Digitized Sky Survey 2. Acknowledgement: Davide De

Martin)】

【▲ 電波望遠鏡「APEX」が観測した火炎星雲周辺における一酸化炭素の分布 (Credit: ESO/Th. Stanke)】

【▲ ESO の「VISTA 望遠鏡」(パラナル天文台)による赤外線観測データを背景に用いたバージョン (Credit: ESO/Th. Stanke & ESO/J. Emerson/VISTA. Acknowledgment: Cambridge Astronomical Survey Unit)】

こちらは冬の星座としておなじみ「オリオン座」の一角を捉えた画像です。背景は可視光線で撮影された星空の画像 (Digitized Sky Survey 2 より) で、そこに電波 (サブミリ波) を用いて観測された星雲の画像が赤や黄色で着色された上で組み合わせられています。電波で観測された画像の左側を占めているのは「NGC 2024」と呼ばれる輝線星雲で、「火炎星雲 (Flame Nebula)」の別名でも知られています。望遠鏡で見た時の姿からこのように名付けられたのですが、電波観測の画像に現れた姿は (着色に使われた色も相まって) まさに揺らめく炎そのものといった印象です。火炎星雲の右側に見えているのは反射星雲の「NGC 2023」で、その右上には有名な暗黒星雲「馬頭星雲」の姿も写っています。これらの星雲は「オリオン座分子雲」と呼ばれる広大な星形成領域の一部を成していて、地球からは 1300~1600 光年離れています。火炎星雲などの電波観測には、チリのアタカマ砂漠に建設された口径 12m の電波望遠鏡「APEX」(Atacama Pathfinder Experiment、アタカマ・パスファインダー実験) が用いられました。APEX は星間雲に含まれる一酸化炭素 (CO) から放出された電波を捉えています。画像を公開したヨーロッパ南天天文台 (ESO) によると、火炎星雲とその周辺の領域に存在する星間雲は地球から遠ざかるように運動しており、画像の色は黄色から赤になるほどより速く遠ざかっていることを示しているといえます。ちなみに、火炎星雲という呼び名や画像の着色に用いられた色からは温度が高いような印象も受けませんが、実際にはこれら星間雲の温度はとても低く、ESO によると数十ケルビン程度 (摂氏マイナス 200 度以下) なのだそうです。火炎星雲周辺の画像は冬のホリデーシーズンと 2022 年の新年をお祝いする画像として、ESA から「Orion's fireplace」(オリオンの暖炉) と題して 2022 年 1 月 4 日付で公開されています。

関連: [若き星が照らす幻想的な星雲、南天のカメレオン座で輝く“片翼のバタフライ”](#)

Image Credit: ESO/Th. Stanke      Source: [ESO](#)      文/松村武宏