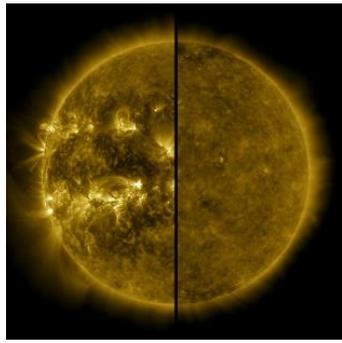


## 木の年輪をもとに 1000 年分の太陽活動を連続復元した研究成果が発表される



2021-01-28 [松村武宏](#)

左：第 24 太陽活動周期の極大期を迎えた 2014 年 4 月の太陽。右：第 25 太陽活動周期の開始を告げる極小期を迎えた 2019 年 12 月の太陽（Credit: NASA/SDO）

チューリッヒ工科大学の Nicolas Brehm 氏らの研究グループは、木の年輪に含まれている炭素の放射性同位体をもとに、10 世紀から 20 世紀までの約 1000 年間に渡る太陽活動を再現することに成功したとする研究成果を発表しました。研究グループによると、現代社会を脅かしかねない強力な太陽フレアが従来の想定よりも頻繁に発生する可能性があるようです。太陽の長期的な活動の変化は黒点の記録をもとに辿ることができ、およそ 11 年周期で変化する太陽活動周期の存在が明らかになっています。ただ、黒点の詳細な記録は望遠鏡が発明された 17 世紀以降の約 400 年間に限られていて、研究グループはそれ以前の太陽活動の変遷を再構築するのは困難だったと指摘します。今回、研究グループはイングランドとスイスの年輪記録をもとに、年輪に含まれている炭素の放射性同位体「炭素 14」の濃度を調べました。地球上に一番多く存在する炭素の質量数は 12 ですが、質量数が 14 の放射性同位体である炭素 14 もわずかながら存在します。樹木は二酸化炭素を内部に取り込みますが、そのなかには炭素 14 からなる二酸化炭素も含まれていて、年輪には炭素 14 の痕跡が残ります。地球の自然界に存在する炭素 14 は主に地球の大気へ飛来した宇宙線によって生成されますが、大規模な太陽フレアの発生にともなう太陽プロトン現象（地球に飛来する高エネルギーの陽子が増加する現象）によって生成される可能性も指摘されています。地球に飛来する宇宙線の強さも太陽活動の強弱にともない変化するため、年輪中の炭素 14 濃度は黒点の記録が始まる前の時代の太陽活動を調べる手段として活用されています。日本の屋久杉を用いた過去の研究では、西暦 774～775 年と 993～994 年に炭素 14 が急増していたことが判明しました。今回 Brehm 氏らは最新の加速器質量分析法を用いて西暦 969 年から 1933 年までの約 1000 年間に渡る太陽活動の 1 年単位での連続的な復元に成功。太陽活動の 11 年周期が継続してきたことや、太陽活動が低調な時期には 11 年周期の振幅も小さくなることが明らかになったことに加えて、屋久杉の年輪記録から見つかった 993 年の太陽プロトン現象とみられる出来事も再確認されています。研究グループによると、すでに知られていた西暦 993 年の出来事とは別に、1052 年と 1279 年にも炭素 14 が増加していたことが今回の分析によって判明したといいます。発表では、情報化が進んだ現代社会にとって脅威となる強力な太陽フレアが従来の想定よりも高い頻度で発生することが示された可能性があるとして指摘しています。太陽フレアは時として人類の活動に影響を及ぼすことがあります。たとえば 1859 年 9 月に発生した通称「キャリントン・イベント」と呼ばれる大規模なフレアは、当時欧米で普及していた電網に被害をもたらしました。このような規模のフレアが通信網や電力網の発達した現代において発生した場合、甚大な被害が生じるとも予想されています。研究者らは近い将来、最終氷期が終わりを迎えたおよそ 1 万年前まで遡り、炭素 14 濃度の変化を年単位で分析したいと考えています。

関連：[第 25 太陽活動周期の開始を確認。極小期は 2019 年 12 月だった](#)

Image Credit: NASA/SDO Source: [チューリッヒ工科大学](#) 文／松村武宏

## 中国初の太陽探査衛星、2022年に打ち上げへ—中国メディア

1月25日（月）16時50分 [Record China](#)



中国科学院紫金山天文台によると、中国初の総合的太陽探査衛星「先進宇宙太陽天文台（ASO-S）」が2022年上半期に打ち上げられる計画だ。 [写真を拡大](#)

中国科学院紫金山天文台によると、中国初の総合的太陽探査衛星「先進宇宙太陽天文台（ASO-S）」が2022年上半期に打ち上げられる計画だ。同衛星の打ち上げは、中国が太陽探査時代を迎えることを意味する。ASO-Sは軌道上を4年以上飛行する予定で、ライマンα線太陽望遠鏡、太陽全面マグネトグラフ、硬X線イメージャーという3台のペイロードを搭載する。（提供/人民網日本語版・編集/YF）

<https://this.kiji.is/726621654336602112?c=110564226228225532>

## 被災地の野菜の種、宇宙へ出発 復興支援で、宮城・七ヶ浜

2021/1/26 11:18 (JST)1/26 11:32 (JST)updated ©一般社団法人共同通信社



宮城県七ヶ浜町の寺沢薫町長（左）からルバーブの種を受け取るワンアースの長谷川洋一代表理事＝26日午前、七ヶ浜町 国際宇宙ステーションへ打ち上げられる西洋野菜「ルバーブ」の種＝26日午前、宮城県七ヶ浜町 東日本大震災で被災した宮城県七ヶ浜町ゆかりの西洋野菜「ルバーブ」の種が国際宇宙ステーション（ISS）へ打ち上げられることになり、同町で26日、出発式が行われた。震災から10年の節目に、被災地の植物や農作物の種を宇宙に飛ばし、帰還した種を地域活性化につなげるプロジェクトの一環。

式典には寺沢薫町長や、企画した一般財団法人ワンアース（茨城県）の長谷川洋一代表理事らが出席。ガラス瓶に入った種を受け取った長谷川代表理事は「宇宙を旅したルバーブが町を元気づけ、新型コロナウイルスを吹き飛ばす明るい話題になってほしい」と話した。

[https://news.biglobe.ne.jp/domestic/0129/mai\\_210129\\_6760440655.html](https://news.biglobe.ne.jp/domestic/0129/mai_210129_6760440655.html)

## 「幻のそば」、ISSへ 福島・川俣の特産品 2月に打ち上げ



1月29日（金）9時5分 [毎日新聞](#)

長谷川洋一代表理事（左から3人目）に山木屋在来そばの種を託す村上源吉さん（左端）ら＝福島県川俣町役場

で2021年1月28日、磯貝映奈撮影 [写真を拡大](#)

福島県川俣町山木屋地区で古くから栽培されている「山木屋在来そば」の種が2月、宇宙へ旅立つ。被災3県の自治体の特産品を国際宇宙ステーション（ISS）に打ち上げるプロジェクトの一環。東京電力福島第1原発事故の影響で一時は生産が途絶えた特産そばが「宇宙そば」となる。山木屋在来そばは栽培量が少ないことから「幻のそば」と呼ばれ、実が細長く、香り高いのが特徴だ。地区の農家らが協力して栽培を続けてきたが、同地区は2011年4月に計画的避難区域に指定され、多くの農家が農地を手放すことになり、生産者が不在になった。18年に川俣町仲ノ内そばの会の村上源吉さん（71）らが「山木屋地区のために」と立ち上がり、県農業総合センターに保存されていた4キロの種子から栽培を再開した。20年は1トンの収穫に成功。今年から他のそば農家にも種子を配布し、生産を本格化する。そばは、同地区のそば店「語らい処やまこや」で食べられる。打ち上げプロジェクトは茨城県的一般財団法人「ワンアース」（長谷川洋一代表理事）が企画。28日に町役場で引き渡し式があった。参加した村上さんは「町の代表として山木屋在来そばの実が選ばれたことを誇りに思う」と喜び、帰還した「宇宙そば」の種は「毎年少しずつだが収量を増やしていくことを目指す」と話した。【磯貝映奈】

[https://news.biglobe.ne.jp/domestic/0130/mai\\_210130\\_7129321147.html](https://news.biglobe.ne.jp/domestic/0130/mai_210130_7129321147.html)

## 皇室にも贈られた宇宙アサガオ 4粒の種から増やした元銀行マンの思い



1月30日（土）10時0分 [毎日新聞](#)

日本宇宙少年団のユニホームを着て、宇宙アサガオの写真展であいさつする齋藤秀男さん＝福島市の「こむこむ」で2020年12月5日午後1時すぎ、西川拓撮影 [写真を拡大](#)

2010年に山崎直子宇宙飛行士とともに宇宙を旅したアサガオの子孫が福島で育てられ、全国各地で根を下ろしている。皇室や台湾総統府にも贈られた。当初、福島に来たわずか4粒の種から子孫を増やし続けているのが、元銀行マンで日本宇宙少年団福島分団きぼうの副分団長を務める齋藤秀男さん（74）＝福島市＝だ。

「仮御所のお庭に咲く花々をご覧になり、お手入れなさることも（中略）日常の一部になっています」。20年10月、上皇后美智子さまの誕生日に際し、宮内庁から美智子さまの近況を記した文書が公表された。ここに出てくる花々の中に、福島から贈られた宇宙アサガオが含まれていることが書かれていた。

このアサガオの種は、18年に福島市の小学校で震災復興を願ってコンサートを開いた米国のピアニスト、ルース・スレンチェンスカさんに小学生から贈られ、さらにスレンチェンスカさんが一緒にピアノを弾く仲の美智子さまに手渡したものだ。元々は齋藤さんが育てた種だ。「友人のリンゴ園で収穫を手伝っていたら、突然、雑誌社から『どういう経緯で?』と取材の電話がかかってきて、びっくりしましたよ。（美智子さま）自ら育ててくださっているのは大感激です」と齋藤さんは言う。齋藤さんは少年時代、「日本のロケットの父」と呼ばれる糸川英夫・東京大教授（当時）のペンシルロケット実験などを知って宇宙に魅せられた。金属製の鉛筆キャップに細かく削ったセルロイドを詰め、ろうそくであぶって飛ばして遊んだという。「ロケットのノズル（噴射口）のようにキャップの開口部を絞るなど、いろいろ工夫したんですよ」

宇宙の勉強をしたい気持ちもあったが、親から「長男だから地元に残れ」と言われ、高校卒業後に地元の大東銀行に就職した。銀行員時代は仕事が忙しく、宇宙への思いに再び火が付いたのは定年退職後だ。「子どもたちに夢を育ててほしい」と、09年8月に日本宇宙少年団福島分団を設立し、水で飛ばすペットボトルロケット作りや天文台での合宿を通じて宇宙の魅力を伝えている。10年、山崎宇宙飛行士から全国の宇宙少年団分団に宇宙アサガオの種が贈られた。福島分団へは4粒。「失敗すると大変だから」と、1年目は植木業者に頼んで栽培してもらい、翌年からは齋藤さんが趣味の家庭菜園の一角で育てている。「交雑しないよう、近くにほかのアサガオが

ないか確認している」という念の入れようだ。今では毎年、丼1杯ほどの種が採れ、時には“本家”の山崎飛行士からも提供の依頼がある。分団の入団者や希望者に配布するほか、16年には、震災時の支援のお礼として台湾総統府にも贈られた。宇宙アサガオの普及活動に取り組み、皇室や台湾への贈呈を支援した一般財団法人「ワンアース」の長谷川洋代表理事は「一番手間のかかる部分を斎藤さんが引き受けてくれている。おかげで、どれだけ多くの子どもの夢を与えられたか」とたたえ、山崎飛行士も「このアサガオを通じて、宇宙への好奇心、生命の尊さなどを育て」と期待している。斎藤さんは「宇宙旅行や火星移住も夢ではない時代になった。とにかく長生きして、子どものころからの夢が実現するのを見たい」とますます意気盛んだ。【福島支局長・西川拓】  
<https://this.kiji.is/728052908638208000?c=110564226228225532>

## 星出彰彦さん、4月にも宇宙へ 米クルードラゴンで日本2人目

2021/1/30 10:21 (JST)1/30 10:49 (JST)updated ©一般社団法人共同通信社



昨年9月、米テキサス州のNASA施設で同僚の飛行士と宇宙滞在へ向けて訓練する星出彰彦さん(右)(JAXA/NASA提供・共同)

【ワシントン共同】米航空宇宙局(NASA)は29日、星出彰彦さん(52)ら日米欧の飛行士4人が乗る米スペースXの新型宇宙船クルードラゴンを早ければ4月20日に打ち上げると発表した。クルードラゴンに日本の飛行士が搭乗するのは、昨年11月の野口聡一さん(55)に続き2人目。星出さんはクルードラゴンで国際宇宙ステーションに到着し、秋まで滞在。NASAによると、現在ステーションに滞在中の野口さんの地球帰還は4月下旬から5月初めを計画。星出さんと一時的に重なりステーションに日本の飛行士が2人同時滞在する見通し。

[https://news.biglobe.ne.jp/it/0129/mnn\\_210129\\_6916201764.html](https://news.biglobe.ne.jp/it/0129/mnn_210129_6916201764.html)

## 史上初、民間人4人が民間宇宙船でISS滞在へ - 米企業アクシウム・スペース

1月29日(金) 15時44分 [マイナビニュース](#)



[写真を拡大](#)

米スペースXの新型宇宙船クルードラゴン(スペースX提供・共同)

米国の宇宙企業アクシウム・スペースは2021年1月26日、民間人4人による国際宇宙ステーション(ISS)への滞在ミッションを実施すると発表した。搭乗するのは、元NASA宇宙飛行士で同社副社長のマイケル・ロペズアレグリア氏のほか、米国とカナダ、そしてイスラエル出身の民間人の計4人。飛行にはスペースXの「クルー・ドラゴン」宇宙船を使い、ISSには約8日間滞在する。打ち上げは2021年1月以降の予定。

実現すれば、史上初の、完全に民間主導かつ、複数の民間人によるISS滞在ミッションとなり、宇宙飛行の商業化に向けた新たな幕が上がることになる。

### アクシウム・ミッション1(Ax-1)

アクシウム・スペース(Axiom Space)は2016年に設立された企業で、テキサス州ヒューストンに拠点を置く。宇宙飛行、旅行の手配や仲介、サービスの販売を行うほか、将来的には国際宇宙ステーション(ISS)に自社製のモジュールを建設することを目的としている。その実現のため、同社は民間の宇宙企業で唯一、民間および国の宇宙

飛行士向けに、訓練やハードウェアの提供、安全性の認証、軌道上での運用、総合的なミッション管理などのサービスを提供しており、単なる宇宙旅行の代理店ではなく、宇宙飛行に必要なさまざまな要素やスキル、技術を有している。同社は昨年3月、宇宙企業スペースXとの間で、クルー・ドラゴン宇宙船を使ったISSへの飛行ミッションの契約を締結。早ければ2021年の後半にも宇宙飛行サービスを開始するとされたが、その最初の乗客の名前などについては明らかにされなかった。今回の発表では、その最初のミッション「アクシアム・ミッション1(Ax-1)」に、元NASA宇宙飛行士でアクシアム副社長のマイケル・ロペズ-アレグリア氏のほか、米国のラリー・コナー氏、カナダのマーク・パシー氏、そしてイスラエルのエイタン・スティベ氏の計4人が参加することが明らかにされた。

#### ○マイケル・ロペズ-アレグリア(Michael Lopez-Alegria)氏

1958年5月30日生まれで、現在62歳。元NASA宇宙飛行士として約20年間活動し、4回の宇宙飛行を実施。2007年にISSの長期滞在ミッションを終えたのち、NASAを退職。その後、2017年にアクシアム・スペースに入社した。

#### ○ラリー・コナー(Larry Connor)氏

1950年、米国生まれ。起業家、非営利活動家、投資家。Ax-1ミッションでは、民間人でありながら、クルー・ドラゴンのパイロットを務める。宇宙船の民間人パイロットは過去に例がなく、実現すれば史上初となる。

#### ○マーク・パシー(Mark Pathy)氏

1971年、カナダ生まれ。投資家で慈善家。Ax-1ミッションではミッション・スペシャリストを務める。カナダで宇宙に行く11人目の人物となる

#### ○エイタン・スティベ(Eytan Stibbe)氏

1958年1月12日生まれで、現在63歳。元イスラエル空軍パイロットだった経歴をもち、現在は投資家で慈善家として活動。またイスラエル人初の宇宙飛行士で2003年にスペースシャトル・コロンビアの事故で亡くなったイラン・ラモン氏と親しい友人だったという。Ax-1ミッションではミッション・スペシャリストを務める。またバックアップ・クルーとして、元NASA宇宙飛行士のペギー・ウィットソン(Peggy Whitson)氏がコマンダー、米国の民間人ジョン・ショフナー(John Shoffner)氏がパイロットとして任命されている。NASAなどにおける宇宙飛行の伝統的なアプローチを踏襲し、プライム・クルーとバックアップ・クルーはともに、完全な訓練プログラムを一緒に受けることになっている。Ax-1ミッションの打ち上げは2022年1月以降の予定だという。4人はISSの米国のモジュールに約8日間滞在し、研究や慈善事業を行う。コナー氏は医学関係の研究プロジェクトを行うほか、故郷にある学校の学生に宇宙授業を提供。パシー氏はカナダ宇宙庁とモントリオール小児病院と協力し、健康関連の研究プロジェクトを実施する。スティベ氏はイスラエル科学技術省とイスラエル宇宙機関と協力し、科学実験を行うとともに、軌道上からイスラエルの子供や若者、教育者を鼓舞する教育活動を行うことを計画しているという。アクシアム・スペースの社長兼CEOを務めるマイケル・サフレディーニ(Michael Suffredini)氏は「私たちはこの歴史的なミッションのために、地球上の人々の生活をより良くすることに人生を捧げてきた人々を集めました。史上初となるISSへの民間ミッションは、宇宙における人類の大いなる未来を真に切り拓くものであり、彼らが宇宙から帰還した際には、世界に意味のある変化をもたらすことでしょう」とコメントしている。

#### 史上初だらけのミッション、2024年には独自のステーションも

ISSへの宇宙旅行をめぐるのは、米国の宇宙旅行会社スペース・アドヴェンチャーズ(Space Adventures)が、かねてよりロシアの「ソユーズ」宇宙船を使った宇宙旅行のチケットを販売しており、これまでに7人が飛行している(うち1人は2回飛行したため、飛行回数は計8回)。一方、アクシアム・スペースのAx-1ミッションが実現すれば、民間企業の宇宙船でISSへ民間人が行く初のミッションとなる。また、民間人が宇宙船のパイロットを務めるのも初であり、さらに複数の民間人が宇宙へ行くのも初となる。同社は今後、年2回までの頻度で、ISSへの民間人、またNASAなど国の機関に所属する宇宙飛行士の飛行機会を提供するとしている。ISSは2024年

以降、民間に運用を移管することが計画されており、その中でも大きな役割を果たすことになる。

ちなみに、具体的な飛行スケジュールは不明だが、俳優のトム・クルーズ氏らが搭乗し、宇宙で映画を撮影する計画もあるという。アクシウム・スペースはまた、自己資金による独自の宇宙ステーションの建設も計画している。現在は「アクシウム・ステーション」というモジュールを開発中で、昨年1月にはNASAがISSへの設置を承認。早ければ2024年にも、最初のモジュールとなる「アクシウム・ハブ・ワン」が打ち上げられ、ISSのハーモニー・モジュール(ノード)に取り付けられる予定となっている。

また、ISSは将来的に老朽化による廃棄が予定されているが、その際にはアクシウム・ステーションの部分を切り離し、独立した宇宙ステーションとして運用を続けることが計画されている。

○参考文献 ・Ax1 Crew Reveal - Axiom Space

・Axiom Space plans first-ever fully private human spaceflight mission to International Space Station - Axiom Space  
・Axiom Commercial Space Station - Axiom Space

鳥嶋真也 とりしましんや

<https://sorae.info/space/20210127-ceres.html>

## SF さながらのスペースコロニーを準惑星「ケレス」上空に建設する計画 最大収容

人数は世界人口の約1万倍！ 2021-01-27 [KadonoMisato](#)

フィンランド気象研究所の宇宙物理学者である Pekka Janhunen 氏が、火星と木星のあいだに広がる小惑星帯（アステロイドベルト）にある準惑星「ケレス」に人類を入植させる新しいアイデアを展開しました。Janhunen氏は、太陽風の荷電粒子を受けて宇宙船を推進する「エレクトリックセイル（電気帆）」の考案者としても知られます。火星や月の表面は低重力環境であり、人の健康への長期的な影響が懸念されることから居住に適さないと考えている宇宙科学者らは、火星や月の代替案として自転することで得られる遠心力で人工的に重力を作り出すスペースコロニーの建設を提案してきました。古くは、米国・プリンストン大学教授の Gerard O'Neill 教授が1974年に超巨大な「シリンダー（円筒）」状のスペースコロニーのアイデアを論文誌上に発表しています。

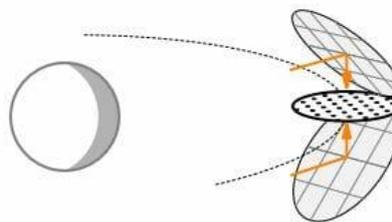
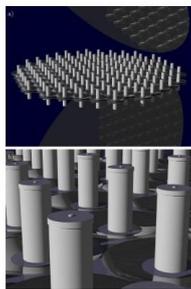


Figure 1: Megasatellite in Ceres orbit.

O'Neill 教授が発案したスペースコロニーの内部 (Credit : Rick Guidice courtesy of NASA)

スペースコロニーにびっしりと設置された回転する円筒。この内部が居住空間等に使用される。Janhunen 氏の論文より (Credit : P. Janhuan, arXiv, 2020)

円盤状のスペースコロニーを挟むように2枚の鏡を設置して太陽光を集めるアイデア。Janhunen 氏の論文より (Credit : P. Janhuan, arXiv, 2020)

Janhunen 氏が導き出した最適解は、ケレスの赤道上空の軌道の上にスペースコロニーを建設することでした。スペースコロニーの高度はケレスの表面に十分近く、高さ約1,024km（約636マイル）の宇宙エレベーターを設置すればスペースコロニーを建設するための資材や補給物資を運べるといいます。また、スペースコロニーの居住空間内に地球に似た大気を作り出すための窒素、水、二酸化炭素を十分に確保できるという点でも、ケレスは好都合だといえます。このスペースコロニーは巨大な円盤の表面に直径2km、全長10kmのシリンダー数千個を相

互連結させるという SF さながらの壮大なスケール。各シリンダーを回転させることで内部に地球の表面に近い重力の環境を人工的に再現するという点では、O'Neill 教授が提唱したスペースコロニーと共通しています。各シリンダーは居住空間や農場、娯楽用の空間等に用いられることが想定されていて、Janhunen 氏は都市エリアや田舎エリアなどの区分を設定するだけでなく、都市エリアでの重力は地球表面の 81 パーセント、シリンダー1つ当たりの人口は5万6700人、1人当たりの居住面積は2,000平方mといった綿密な計画も立てています。Janhunen 氏によると、原理的には世界人口の約1万倍もの住民をこのスペースコロニーに収容できるといいます。また Janhunen 氏は、太陽光を集めるためにスペースコロニーの端に2枚の巨大な鏡を45度の傾斜で二枚貝のように設置するというアイデアを提案しています。この鏡により、シリンダー間で地球のような時差を再現するといいます。今後は地球からケレスまでの輸送手段や居住空間内の移動手段をどうするか、スペースコロニーが安定する最適な高度を求めるのが課題だと Janhunen 氏は述べています。

Image Credit: NASA/Jet Propulsion Laboratory

Source: [Phys.org](#), [arXiv](#), [Science Alert](#), [National Space Society](#), [O'Neill's paper reproduced with permission from Physics Today](#) 文/Misato Kadono

<https://sorae.info/space/20210125-ingenuity.html>

## 火星の大空を飛行する火星ヘリコプター「インジェニユイティ」

2021-01-25 [飯銅 重幸](#)



NASA の火星ヘリコプター、インジェニユイティの画像。(Credit: NASA/JPL-Caltech)

2021年2月18日、いよいよ NASA の火星探査車「Perseverance (パーサヴィアランス・パーセベランス) が火星に到着します。Perseverance は、35 億年以上前に形成され、かつては湖だったとされるジェゼロ・クレーターに着陸し古代の火星における生命の痕跡を探索します。ところで、みなさんはこのパーサヴィアランスには火星ヘリコプターが搭載されていることをご存知ですか？その名は「Ingenuity (インジェニユイティ)。創意工夫などの意味があります。重さは約 1.8kg で、胴体の大きさはティッシュの箱(a tissue box)ほどになります。Ingenuity の開発は 6 年前に NASA のジェット推進研究所で始まりました。最初、エンジニア達は理論的には可能だが、実際につくれるかどうかはやってみなければわからないという気持ちで開発が始まったといいます。火星の大気の濃度は地球の大気の約 1%ほどしかありません。このように薄い大気の中を飛行するためには、大きく高速で回転する回転翼を備えなければなりません。しかも、できる限り、全体を軽く作る必要があります。また、Perseverance が着陸するジェゼロ・クレーターは夜には気温が-90℃にまで下がります。そのため、そのような超低温状態でも正常に動作するように、インジェニユイティに使われる既製の部品には高い品質が求められます。開発チームは非常に高い技術的なハードルをいくつも超えなければなりませんでした。

そして、のべ 4 億 7100 万 km にも及ぶ長旅を終えて、火星に着陸すると、パーサヴィアランスは、適切な場所を探して、Ingenuity を地上に降ろします。ただ、Ingenuity はすぐに試験飛行するわけではありません。1ヶ月以上に渡って機器のチェックをする必要があるためです。そして、その後、問題がなければ、30日(地球時間に換算すると31日)の間に、最大5回のテスト飛行をおこないます。ただ、残念ながら、Ingenuity には科学的な観測装置は搭載されていません。火星の大気中で回転翼を使って飛行すること自体がミッションだからです。

そして、そのミッションのなかでも、特に注目したいのは、インジェニユイティに搭載されている自律的に飛行するシステムが正しく動作するかどうかです。火星と地球はとても遠く離れています。そのため通信に片道3分

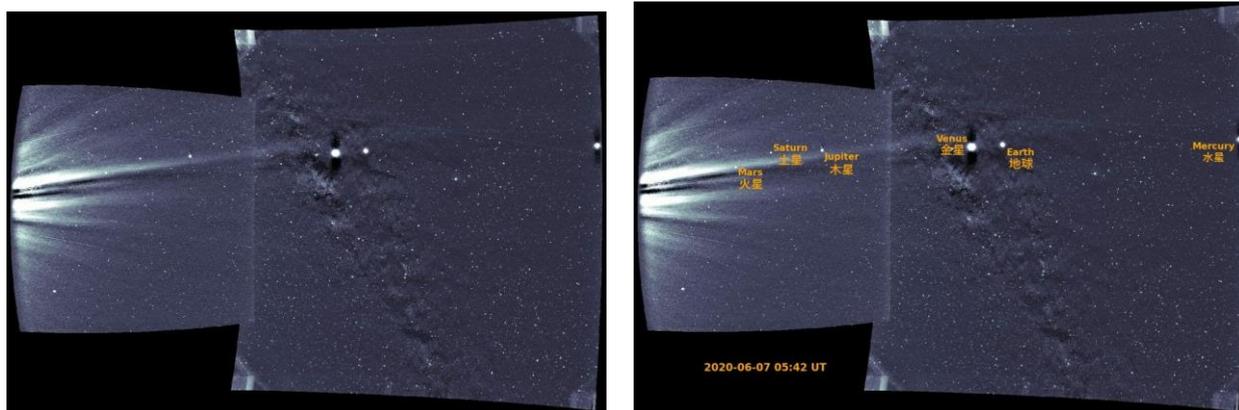
から 20 分ほどのタイムラグが生じます。地球から Ingenuity を直接操縦することはできません。そこで、Ingenuity には、エンジニアが指定した飛行経路を、その場で取得した画像やセンサーのデータを分析しながら、自律的に飛行するシステムが搭載されています。実は、日本のはやぶさ 2 にもこのような自律運用システムが搭載されていて、タッチダウンなどで大きな役割をはたしました。こうして、最初のテスト飛行に成功した場合には、さらにテスト飛行を繰り返し続けていく予定になっています。最後に、NASA はこのような火星ヘリコプターの将来的な用途について、火星周回探査機では得られないような高解像度の画像の取得や火星探査車、宇宙飛行士のための偵察、火星探査車では行けないような場所の探査などさまざまな用途が考えられるとしています。

Image Credit: NASA/JPL-Caltech Source: [NASA](#) 文／飯銅重幸

<https://sorae.info/space/20210130-planet6.html>

## かつてない視点、太陽の近くから撮影された 6 つの惑星の集合写真

2021-01-30 [松村武宏](#)



太陽探査機「パーカー・ソーラー・プローブ」が 2020 年 6 月 7 日に撮影した画像。ここには 6 つの惑星が写っている (Credit: NASA/Johns Hopkins APL/Naval Research Laboratory/Guillermo Stenborg and Brendan Gallagher) 冒頭の画像に注釈を加えたもの (日本語表記は筆者が追加) (Credit: NASA/Johns Hopkins APL/Naval Research Laboratory/Guillermo Stenborg and Brendan Gallagher)

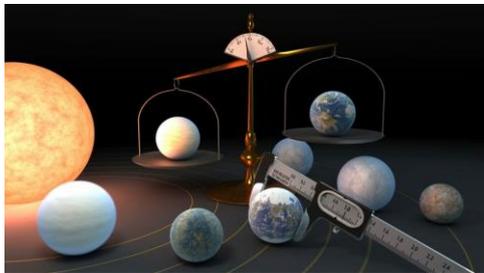
こちらはアメリカ航空宇宙局 (NASA) の太陽探査機「パーカー・ソーラー・プローブ」に搭載されている広視野カメラ「WISPR (Wide-field Imager for Parker Solar Probe)」によって撮影された画像です。大小 2 枚の画像が合成されていますが、これは撮影方向と範囲が異なる 2 つのカメラを備えた WISPR 独特のもので、撮影されたタイミングは左右とも同じ日本時間 2020 年 6 月 7 日 14 時 42 分とされています。

実はこの画像には、太陽系の 8 つの惑星のうち水星から土星までの 6 つの惑星が写っています。下の注釈付きのバージョンを見ていただくとわかるように、写っているのは左から「火星」「土星」「木星」「金星」「地球」「水星」の順となります。パーカー・ソーラー・プローブはこのとき地球から約 1 億 5800 万 km 離れていましたが、太陽の表面からは約 1860 万 km しか離れていなかったといえます。「太陽の上に出て星々を見つめる様子を想像してみてください」そう語るジョンズ・ホプキンス応用物理学研究所の Nour Raouafi 氏 (パーカー・ソーラー・プローブのプロジェクトサイエンティスト) は「地球を含む数多くの惑星が一つにおさめられたポートレートは畏敬の念を起こさせます。パーカー・ソーラー・プローブは、私たちが宇宙のどこにいるかについて全く異なる視点を与えてくれました」とコメントしています。なお、太陽の接近観測を行っているパーカー・ソーラー・プローブはこの画像の撮影後も太陽へ 2 回接近しており、2021 年 1 月 17 日にはさらに近い太陽表面から約 1350 万 km の距離を時速 46 万 6600km (秒速約 130km) で通過したとのことです。

Image Credit: NASA/Johns Hopkins APL/Naval Research Laboratory/Guillermo Stenborg and Brendan Gallagher Source: [ジョンズ・ホプキンス大学応用物理学研究所](#) 文／松村武宏

## まるで七つ子？ 恒星「トランプスト 1」を周回する 7 惑星はどれもほぼ同じ組成か

2021-01-30 松村武宏



TRAPPIST-1 System <small>Fig. 2018</small>							
	b	c	d	e	f	g	h
Orbital Period	1.51 days	2.42 days	4.05 days	6.10 days	9.21 days	12.35 days	18.77 days
Distance to Star	0.0115 AU	0.0158 AU	0.0223 AU	0.0293 AU	0.0385 AU	0.0469 AU	0.0619 AU
Planet Radius	1.12 $R_{\text{Earth}}$	1.10 $R_{\text{Earth}}$	0.79 $R_{\text{Earth}}$	0.92 $R_{\text{Earth}}$	1.05 $R_{\text{Earth}}$	1.13 $R_{\text{Earth}}$	0.76 $R_{\text{Earth}}$
Planet Mass	1.37 $M_{\text{Earth}}$	1.31 $M_{\text{Earth}}$	0.39 $M_{\text{Earth}}$	0.69 $M_{\text{Earth}}$	1.04 $M_{\text{Earth}}$	1.32 $M_{\text{Earth}}$	0.33 $M_{\text{Earth}}$
Planet Density	0.99 $\rho_{\text{Earth}}$	0.99 $\rho_{\text{Earth}}$	0.79 $\rho_{\text{Earth}}$	0.89 $\rho_{\text{Earth}}$	0.91 $\rho_{\text{Earth}}$	0.92 $\rho_{\text{Earth}}$	0.75 $\rho_{\text{Earth}}$
Surface Gravity	1.10 g	1.09 g	0.62 g	0.82 g	0.95 g	1.04 g	0.57 g

Solar System <small>Rocky Planets</small>				
	Mercury	Venus	Earth	Mars
Orbital Period	87.97 days	224.70 days	365.26 days	686.98 days
Distance to Star	0.387 AU	0.723 AU	1.000 AU	1.524 AU
Planet Radius	0.38 $R_{\text{Earth}}$	0.95 $R_{\text{Earth}}$	1.00 $R_{\text{Earth}}$	0.53 $R_{\text{Earth}}$
Planet Mass	0.06 $M_{\text{Earth}}$	0.82 $M_{\text{Earth}}$	1.00 $M_{\text{Earth}}$	0.11 $M_{\text{Earth}}$
Planet Density	0.98 $\rho_{\text{Earth}}$	0.95 $\rho_{\text{Earth}}$	1.00 $\rho_{\text{Earth}}$	0.71 $\rho_{\text{Earth}}$
Surface Gravity	0.38 g	0.90 g	1.00 g	0.38 g

赤色矮星 TRAPPIST-1（左端）を周回する 7 つの系外惑星と地球（天秤の右側）を比較する研究を表したイメージ図（Credit: NASA/JPL-Caltech）

TRAPPIST-1 の 7 惑星（上段）と太陽系の 4 つの岩石惑星（下段）の比較表。数値は上から公転周期、主星からの距離、半径、質量、平均密度、表面重力の順。単位は公転周期が「日」、主星からの距離が「天文単位」、半径／質量／平均密度／表面重力は「地球を 1 とした場合の比率」（Credit: NASA/JPL-Caltech）

ワシントン大学の Eric Agol 氏らの研究グループは、「みずがめ座」の方向およそ 40 光年先にある恒星「TRAPPIST-1（トランプスト 1）」を周回する 7 つの太陽系外惑星に関する最新の研究成果を発表しました。研究グループによると、岩石質の惑星とガスが豊富な惑星が 4 つずつ存在する太陽系とは異なり、TRAPPIST-1 の系外惑星は 7 つともほぼ同じ組成を持つ岩石惑星のようです。

### ■従来よりも正確な 7 惑星の平均密度はほぼ同じだった

TRAPPIST-1 は直径が太陽の約 11 パーセント、質量が太陽の約 8 パーセントと小さな赤色矮星で、地上の望遠鏡やアメリカ航空宇宙局（NASA）の赤外線宇宙望遠鏡「スピッツァー」（2020 年 1 月運用終了）の観測により全部で 7 つの系外惑星が見つかっています。今回研究グループは運用終了前のスピッツァーの観測によって得られた TRAPPIST-1 の 1000 時間以上に及ぶ観測データなどを使い、7 つの系外惑星それぞれのこれまでで最も正確な平均密度を算出しました。

系外惑星の性質を知る上で、直径と質量から算出される平均密度は重要な情報です。たとえば、同じ大きさで見た目もそっくりなボールが 2 つあるとしましょう。材料は片方が木で、もう片方は鉄です。眺めるだけでは材料の見分けがつかなくても持ってみればどちらのほうが重いかわかりますし、直径と質量から平均密度を割り出せば材料を推定することもできます。

系外惑星も同様で、平均密度がわかればその惑星が地球と木星のどちらに似ているのかを区別したり、どのような組成が考えられるのかを推定したりすることができるようになります。研究グループが惑星の自重による密度の変化を差し引いて分析したところ、TRAPPIST-1 を周回する 7 つの系外惑星の平均密度はどれもほぼ同じであることが明らかになったといいます。

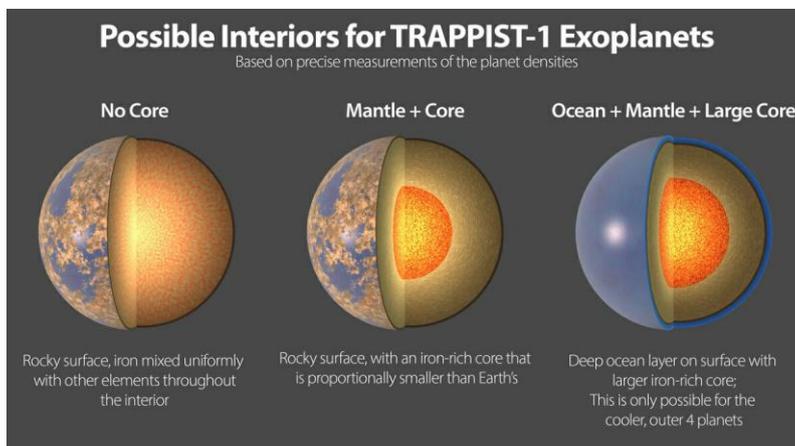
### ■7 惑星の組成は地球とは異なるとみられる

いっぽう、TRAPPIST-1 の 7 惑星の平均密度は地球と比べて約 8 パーセント低く、地球とは異なる組成を持つとみられています。可能性の一つは鉄の量の違いで、地球の鉄は全体の約 32 パーセントを占めるのに対し、TRAPPIST-1 の 7 惑星では約 21 パーセントと少なく、中心部分の鉄でできた核（コア）のサイズが比較的小さいことが考えられるといいます。別の可能性として、火星の地表に存在する赤っぽい酸化鉄（サビ）のように、

大量の鉄が酸素と結びついた酸化鉄として存在するために平均密度が低いことも考えられるといいます。酸化鉄のみで低密度を説明するには鉄でできた核が存在せずすべての鉄が酸化していなければならないようですが、Agol氏は2つの仮説を合わせた「全体的に鉄が少なく、一部が酸化している」可能性が高いとしています。

また、酸化鉄よりも低密度な水が地球よりも高い比率（質量全体の約5パーセント）で地表に液体として存在する可能性も検討されていますが、7惑星それぞれの平均密度がほぼ一致するような量の水が偶然存在することはありそうにないとして、Agol氏は水が主な理由である可能性は低いと考えています。

今回の研究に参加したチューリッヒ大学のCaroline Dorn氏は「夜空は惑星に満ちていますが、人類がその謎を解き明かし始めてからまだ30年も経っていません。1つの惑星系で岩石惑星の多様性を学べるTRAPPIST-1は魅力的な研究対象です」とコメントしています。



TRAPPIST-1の7惑星で想定された内部の様子を示した図。左から「核が存在しない」「マントルと小さめの核」「深い海に覆われたマントルと大きめの核（外側の4惑星のみ）」（Credit: NASA/JPL-Caltech）

関連：[赤色矮星 TRAPPIST-1 の7つの系外惑星、形成から現在まで軌道が乱されていない模様](#)

Image Credit: NASA/JPL-Caltech Source: [NASA](#) / [ベルン大学](#) 文／松村武宏

<https://sorae.info/column/space-sickness.html>

## 【宇宙医学コラム】宇宙での2つの酔い 「宇宙酔い」と「重力酔い」

2021-01-24 [sorae編集部](#)



こんにちは、外科医の後藤です。

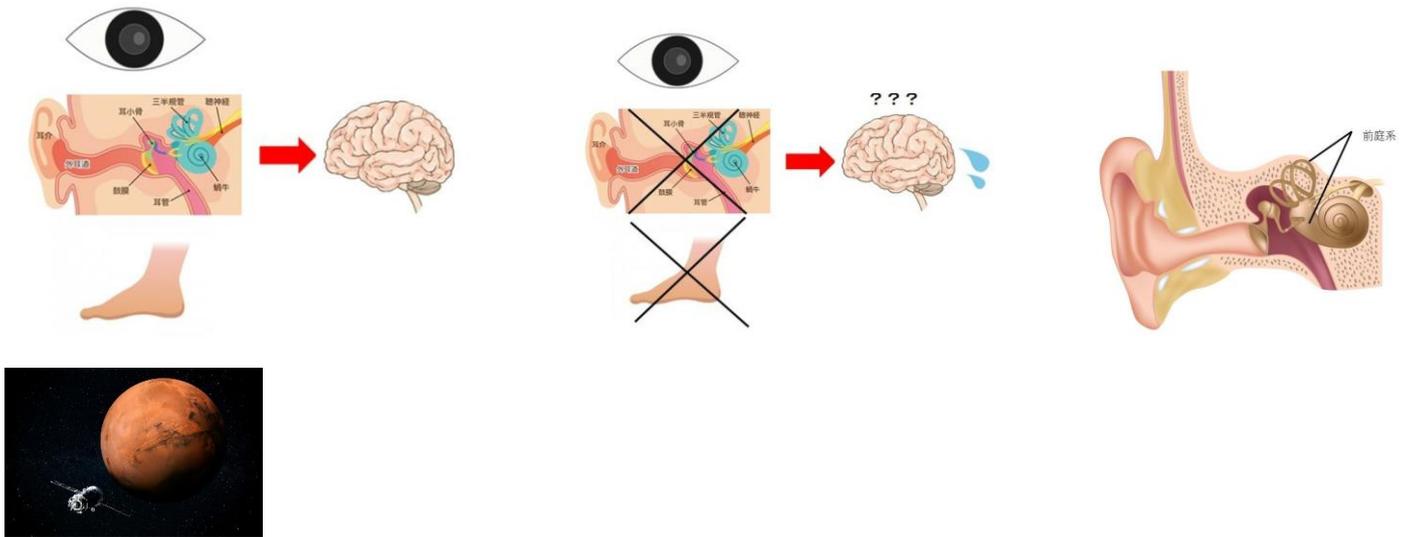
微小重力での宇宙では、宇宙到着直後に生じる「宇宙酔い」と、宇宙滞在後に地上の重力環境に帰還した際に起こる「重力酔い」が存在します。「宇宙酔い」は初飛行では3人中2人が経験すると言われ、宇宙到着後から数日間続きます。国際宇宙ステーションでの長期ミッションではごく初期の問題かもしれませんが、今後はじまる数分間の宇宙滞在である弾道飛行での宇宙旅行では、大きな問題として再認識される可能性が考えられます。一方「重力酔い」については、今後の有人火星探査において数か月間の宇宙飛行後に、約0.38g(地球重力=1g)という火星重力圏に入った際、飛行士の身体自由に大きく影響を及ぼす可能性があり、重要な課題となっています。今日は、宇宙での2つの「酔い」について、最新の研究結果を説明します。

### 宇宙酔いを引き起こす、感覚の不一致

地球上では、目からの情報である視覚・耳の奥にあり直線加速度や重力を感知する前庭系・脚の筋肉や腱と地面との接触情報である体性感覚の3つを合わせて、自らの姿勢を認識してしています。

宇宙酔いの発生は、微小重力の宇宙では人が姿勢を維持するのに必要な視覚・前庭系・体性感覚のうち、視覚を

除く 2 つの感覚情報が地上と異なるため、これらの感覚を統合する脳が混乱を起こすために生じると考えられています。(下図)



地上：各器官からの感覚情報を統合し、人は自分の姿勢をコントロールしている

宇宙：前庭と筋肉・腱からの感覚情報が変化し、姿勢維持に必要な情報の統合に狂いが生じる

前庭系のイメージ：前庭系は、回転角加速度を感知する半規管と、直線加速度を感知する耳石器(卵形囊・球形囊)からなる

また、宇宙酔いには微小重力による体液シフトが一因とする説や、左右の前庭系の感覚の違いが微小重力で修正できなくなるから、といった説もあります。宇宙酔いに対する打ち上げ前の対策として、ロシアでは回転椅子で頭部を振る訓練が推奨されています。また宇宙では、スペースシャトル時代に「プロメタジン」という局所麻酔薬を筋注することで良い結果を得たため、使用されているようですがその作用メカニズムは明らかではありません。宇宙酔いについては多数の研究が行われてきたにもかかわらず、未だその根本原因の解明は得られていません。宇宙酔いは一時的な現象であり、長期宇宙滞在では大きな問題とはならないようですが、弾道宇宙旅行での貴重な数分間では大きな問題となる可能性があるため、今後対策が求められるでしょう。

**宇宙酔いと重力酔いに重要な役割を果たす「前庭系」について**

人の姿勢の維持に重要な役割を果たすのが、耳の奥にある「前庭系」という部分です。

前庭系は直線加速度・重力の感知器官であり、重力の大きさや方向の変化を感知して

姿勢の制御 眼球運動 自律神経や血圧 など多くの身体機能調節に関与しています。

例えば仰向けから立位に姿勢を変換すると、重力の影響で下半身に血液が貯留し、心拍出量(心臓から送り出される血液量)が減少します。健康成人では前庭-血圧反射(前庭による血圧の調整)が正常に機能しているため、通常これにより血圧が低下することはありません。しかし前庭機能が低下すると、起立性の低血圧が生じ場合によっては失神を招くこともあります。前庭系は可塑性が高いことが知られており、異なる重力環境にさらされるとその機能が変わります。微小重力の宇宙では前庭への入力はほとんどゼロになるため、その環境で空間での自身の位置を認識し、調節を行うためには前庭は自らの機能を変化させる必要があります。国際宇宙ステーションに6か月滞在した宇宙飛行士の前庭-血圧反射はほとんど働かなくなっており、回復には2か月を要するという研究報告があります。この前庭機能が低下している飛行士ほど、帰還時に起立時の血圧が低下することも分かっています。ここまでお話ししたように、前庭系は酔い・姿勢制御・血圧調節などに関与することから、前庭系を効果的に刺激することで問題が解決される可能性があります。その一例として、GVS(galvanic vestibular stimulation)という方法が現在注目されています。これは外部から前庭の神経に弱い電気刺激を与えて前庭機能を抑制するものですが、これによって前庭-血圧反射の低下が改善し、宇宙飛行士6名中4名で宇宙から帰還時の起立性低血圧が改善しました。さらに前庭系は筋・骨代謝にも関与しており、前庭-交感神経反射(前庭による交感神経の調整)

を介して過重力では筋量・骨量増加が起こることが報告されています。筋・骨代謝に関する GVS の効果に関する報告はまだありませんが、その効果が確かめられれば宇宙飛行士だけでなく、地上での寝たきりや加齢による廃用性筋骨萎縮の問題解決にもつながる可能性があるのです。

### 有人火星飛行での難題、重力酔いへの対応

長期宇宙滞在から地球帰還時には、重力再適応による激しい前庭症状、「重力酔い」が宇宙船からの緊急脱出を妨げるため、大きな問題となります。ここまでお話したように、前庭系は姿勢制御・眼球運動・自律神経調節・筋と骨代謝など多くの身体機能に関与しています。前庭系は環境に適応する機能が優れており、地上では地球重力の 1g 環境に適応していますが、数か月宇宙で生活するとすっかり微小重力に適応してしまい、再度重力環境に戻った際に強い酔いを引き起こすというわけです。この問題は近い将来の有人火星飛行においても、懸念されている問題です。宇宙船内で数か月間の無重力環境で過ごした後に、約 0.38g という火星重力圏に入った際、重力による激しい酔いを引き起こす可能性があります。無重力に長期間慣れた前庭系は、重力環境にすぐには適応しません。JAXA の古川宇宙飛行士は、5 か月間の宇宙滞後に地上帰還後、「宇宙では身体が逆さまでも斜めでも浮いていられるため、地上ではどこまで身体を傾けたら転ぶのかが分からなかった」とコメントしています。

これは宇宙で前庭系が無重力仕様となり、姿勢調節の機能が大きく変化していたためと考えられ、その後 45 日間のリハビリプログラムに取り組み、身体は徐々に宇宙飛行前の状態に戻っていったとのこと。

つまり、この「重力再適応」についても筋萎縮・骨量減少と同様に、重力環境帰還後に長期のリハビリテーションが必要という事です。重力酔いを起こした状態で、クルーが無事に着陸制御を行い、着陸後すぐに現地ミッションを開始できるのかという問題があります。そこで例えば以下の方法は、長期宇宙滞後に伴う生理学的変化の予防・軽減策として期待されています。

宇宙船内に短腕式遠心器を設置し、軽度過重力を供給する 弱い電流により、前庭系を効果的に刺激する(GVS) 技術的解決法としては、火星重力圏突入時には宇宙船を全自動操縦に切り替えるなどの対策も考えられているようです。宇宙医学は加齢医学と密接な関係をもつことから、宇宙酔いの研究は、加齢によるめまい・加齢性平衡感覚低下の解明につながる可能性があります。さらに前庭系は筋・骨代謝に関与することから、高齢者の骨粗鬆症やサルコペニアの予防や治療にもつながるのではと期待されています。ところで宇宙酔い、重力酔いに加えてさらに、宇宙で飲酒したらどうなるのか？宇宙での酔いについては、こよいも関心が尽きません。

### 参考文献

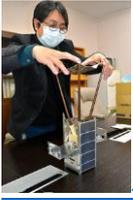
- 1 週間の微弱前庭電気刺激は起立時血圧調節を改善させる 宇宙航空環境医学 Vol. 58, No. 1, 36-37, 2021
- 視運動性眼振と開眼起立時血圧応答の関係 宇宙航空環境医学 Vol. 56, No. 4, 60, 2019
- 軽度過重力負荷中の動的脳血流自動調節能の経時変化 宇宙航空環境医学 Vol. 56, No. 4, 63, 2019
- 微小重力・過重力に対する前庭系を介する応答 生体の科学 69(2): 127-132, 2018
- 宇宙医学における前庭平衡科学:グラビティ・バランスの進歩 宇宙航空環境医学 Vol. 54, No. 4, 2017
- 宇宙飛行士の健康管理と前庭機能 宇宙航空環境医学 Vol. 54, No. 4, 2017
- 内耳前庭系の可塑的変化が引き起こす帰還後 deconditioning とその対策 宇宙航空環境医学 Vol. 53, No. 4, 2016
- 有人人工重力研究の歴史と展望 国際宇宙ステーションを越えて、月基地、火星探査へのロードマップ Space Utiliz Res, 30, 2016
- 特集「宇宙医学」 1. 長期宇宙滞時に解決すべき医学的課題～循環制御関連を中心に～ 循環制御 36(2), 2015
- Asymmetric Otolith Function and Increased Susceptibility to Motion Sickness During Exposure to Variations in Gravitoinertial Acceleration Level. Aviat Space Environ Med 58(7): 652-7, 1987

Source: [ABLab](#) 文／後藤正幸 ([Twitter](#))([Facebook](#))

「宇宙に、医療を」目標とする脳神経外科医。医療分野での宇宙ビジネス創出を目指して、日々活動中。最新の宇宙医学研究を、多くの人に分かりやすく伝える発信を行なっている。

## 室工大初の衛星、2月21日打ち上げ 太陽光発電めざす

西川祥一 2021年1月30日 10時30分



パネルを広げた「ひろがり」の模型を説明する内海政春教授=1月28日午後1時45分、北海道室蘭市



【北海道】室蘭工業大（北海道室蘭市）と大阪府立大（堺市）は29日に記者会見し、共同開発した超小型衛星「ひろがり」を2月21日に民間ロケットに搭載して、米国で打ち上げると発表した。宇宙での太陽光発電をめざす衛星で、宇宙空間で実証実験を行う。室工大にとっては初の人工衛星となる。

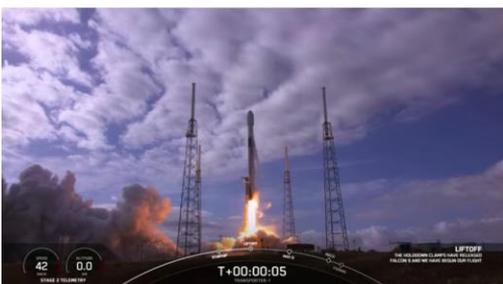
「ひろがり」は幅、奥行きとも10センチ、高さ20センチの超小型衛星で、太陽光パネルを模したプラスチック板を折りたたんで収納している。室工大が太陽光発電関係の機器、府大が交信、電力供給の管理などを担う機器を担当。学生、大学院生が中心となって開発し、両大の55人が参加した。府大では2014年に初の衛星開発に成功し、今回はその技術を応用した。衛星は米国のNASAワロップス飛行施設（バージニア州）から民間ロケットで打ち上げ、国際宇宙ステーションに運んだ後、宇宙空間に放出。府大のコンピューターから遠隔操作し、折りたたんだパネルを12センチ四方に広げる難易度の高い実験に挑む。室工大航空宇宙機システム研究センター長の内海政春教授は「成功すれば宇宙での太陽光発電システムに大きく貢献できる」。同大の大学院生、林夏澄さんは「コロナでスケジュールがタイトになったが、その状況でどうしたら開発を成し遂げられるかを学んだ」と話した。エレクトロニクスの進歩で衛星の小型化が進み、安く、早くできるようになり、大学でも2000年代初めから開発が始まった。北海道大でも東北大と共同で地球観測用衛星を実用化するなど、20近い大学、研究機関で取り組んでいる。（西川祥一）

<https://sorabatake.jp/17828/>

## QPS 研究所、小型 SAR2 号機が SpaceX のライドシェアで打ち上げ

初号機の改善点を活かして開発された2号機「イザナミ」

1月25日、九州大学発ベンチャー企業・QPS研究所の小型 SAR 衛星2号機「イザナミ」が打ち上げられました。



ファルコン9打ち上げの様子 Credit : SpaceX の打ち上げ中継より

宇宙空間に到達した様子 Credit : SpaceX の打ち上げ中継より

Credit : Spaceflight Twitter より Source : <https://twitter.com/SpaceflightInc/status/1352982798290751488>

同社は 10 分ごとの撮影実現を目指し 36 機の小型 SAR 衛星によるコンステレーションの構築を計画しています。2019 年 12 月には、実証機である 1 号機「イザナギ」の打ち上げを行いましたが、衛星機能の 95%を実現したものの、画像化の成功には至りませんでした。QPS 研究所によると、撮影自体は計画通りに行われたものの、撮影したデータを衛星内に保存する過程でデータが劣化する不具合が起り、画像の品質が想定していたレベルに達しなかったということです。イザナギで検証された技術や改善点を反映し、さらにイザナミには太陽電池パネルを 3 枚追加し、より精細なデータ取得を目指して改良されているとのこと。

同社の衛星運用チームは、オペレーションのトレーニングとブラッシュアップを行ってきたとのこと。今回は QPS 研究所様より、「少しでも早く、ファーストライト（初画像）をお見せできるよう頑張りたいと思います」とコメントをいただきました。宙畑編集部としても、同社の挑戦をしっかりと見守っていきたいと思います！

### SpaceX のライドシェア、搭載された衛星は史上最多の 143 機

イザナギは、SpaceX のファルコン 9 に 143 機の衛星とともにライドシェア（相乗り）で打ち上げられました。ミッションは、「TRANSPORTER-1」と名付けられています。ファルコン 9 のライドシェアプログラムは、2019 年 8 月に発表されました。200kg あたりの輸送費用は、100 万ドルと破格のコスト設定となっています。今回の打ち上げでは、Spaceflight 社と EXOLaunch 社、Nanoracks 社が衛星搭載枠を購入し、SpaceX と衛星事業者を仲介しています。QPS 研究所のイザナミのほか、Planet の SuperDove や Swarm Technologies の SpaceBee、SpaceX の Starlink 衛星などが搭載されています。

### TRANSPORTER-1の主な搭載ペイロード



所有企業	拠点	機数	ペイロード名	ペイロード・サービス・企業の概要
Planet	米国	48	SuperDove	2020年より打ち上げが開始された、RapidEyeに代わる新機種。8バンドに対応していて、農業分野での利用が見込まれる
Swarm Technologies	米国	24	SpaceBee	超小型通信衛星。IoTネットワークサービスの提供を行っている。2021年半ばまでに150機体制を目指している
SpaceX	米国	10	Starlink	ブロードバンドサービス提供に使用される通信衛星。コンステレーションの構築が進められていて、2020年12月にベータ版の提供が開始した
Kepler	カナダ	8	GEN1	超小型通信衛星。IoTネットワークサービスの提供を行っている。2023年までに計140機を打ち上げる計画
Astrocast	スイス	5	-	超小型通信衛星。IoTネットワークサービスの提供を行っている。約60機が運用中で、2020年までに80機体制となる計画
ICEYE	フィンランド	3	-	小型SAR衛星。すでに6機を打ち上げていて、18機のコンステを2021年中に構築予定。ICEYEは、違法船舶検出サービスなどをリリースしている
Capella Space	米国	2	Capella-3,4 (Whitney1,2)	小型SAR衛星。米国の初小型SARベンチャーで、36機によるコンステ構築を目指している
QPS 研究所	日本	1	イザナミ	実証2号機となる小型SAR衛星。3号機以降は、36機によるコンステを構築し、準リアルタイム観測を目指す計画
GHG Sat	カナダ	1	GHGSat-C2 (Hugo)	メタンの排出量の測定が可能。GHG Satは高解像度のメタンの排出量マップを無料公開している
D-Orbit	イタリア	-	ION SCV LAURENTIUS	小型衛星の放出システムの軌道輸送サービスを提供している企業。搭載されている複数の衛星を軌道上に放出する

TRANSPORTER-1 に搭載された主なペイロード Credit : 宙畑

地球観測衛星も多く数日から数週間後には、各社のファーストライトが公開されるのではないかと見込まれます。

<https://sorae.info/space/20210125-china-callisto.html>

### 衛星カリストに着陸も？ 中国が 10 年以内の打ち上げを目指す木星探査ミッション

2021-01-25 [松村武宏](#)



木星探査機「ガリレオ」が撮影した木星の衛星カリスト（Credit: NASA/JPL/DLR）

土星探査機「カッシーニ」が木星スイングバイ時に撮影した衛星イオ（左）と木星（背景）（Credit: NASA/JPL/University of Arizona）

2020年には[同国初の火星探査機打ち上げ](#)と44年ぶり史上3か国目の[月面サンプルリターン](#)を成し遂げ、間もなく[独自の宇宙ステーション建設](#)を始めようとしている中国。その存在感は宇宙開発・宇宙探査の分野においても着実に増しつつあります。中国は2020年代末に木星探査ミッションの探査機打ち上げを計画しており、現在検討されているそのミッションの概要をアメリカ惑星協会の編集者 Andrew Jones 氏が伝えています。

Jones 氏によると、中国では現在「Jupiter Callisto Orbiter」（JCO、木星カリスト周回衛星）および「Jupiter System Observer」（JSO、木星系探査機）という2つの異なるミッション（日本語訳は筆者による）が検討されていて、どちらか1つが採択されるとみられています。JCOとJSOはいずれも2029年に打ち上げられ、2035年に木星へ到着する計画とされています。木星ではガリレオ・ガリレイが発見した4つのガリレオ衛星をはじめ、これまでに合計79個の衛星が見つっていますが、そのなかには別の場所で形成された後に木星に捉えられたと思われる不規則衛星（惑星の自転方向とは逆向きに公転する逆行衛星や、傾いた楕円形の軌道を周回しているような衛星）が多く存在しています。関連：[木星の新しく見つかった衛星5つの名前が決定。命名ルールを解説](#)

JCOとJSOはこれら不規則衛星のサイズ、質量、組成を調べるとともに、アメリカ航空宇宙局（NASA）が打ち上げに向けて準備を進めている木星の衛星エウロパを対象とした「エウロパクリッパー」や、木星のトロヤ群小惑星が対象の「ルーシー」、それに宇宙航空研究開発機構（JAXA）も参加する欧州宇宙機関（ESA）主導の木星氷衛星探査計画「JUICE」といった探査ミッションを補完するものとされています。また、JCOとJSOには木星周辺で放出される超小型衛星が搭載され、木星磁場の多点観測が実施される可能性もあるようです。

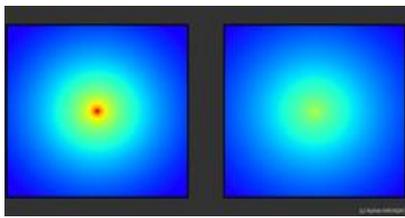
このように共通する部分もあるJCOとJSOですが、それぞれ独自の探査活動も予定されています。

まず、JCOはガリレオ衛星のうち木星から一番遠いカリストを周回する極軌道に投入される予定で、ミッションにはカリストに降り立つ着陸機が含まれる可能性があるといいます。火山活動が活発なイオや氷の地殻の下に海が存在する可能性が指摘されているエウロパやガニメデと比べて、カリストは木星や他のガリレオ衛星との相互作用による衛星内部の潮汐加熱が弱いと考えられており、形成後に目立った地質活動はなかったとみられています。そのため、カリストからは木星やその衛星が形成された当時、さらには太陽系初期の歴史を知ることができる可能性があるかと期待されています。いっぽう、JSOはガリレオ衛星のイオにフォーカスしたミッションとなっており、複数回実施されるイオの接近観測を通して木星の重力が火山活動を促す仕組みを調べるとされています。また、JSOのミッション終盤では探査機が木星と太陽の重力が釣り合うラグランジュ点のひとつ「L1」に送られ、木星磁場の外側における太陽風の観測や、遠方からの不規則衛星の観測が行われる可能性もあるようです。なお、検討中の木星探査ミッションは紀元前4世紀の天文学者にちなみ「甘徳」（[Wikipedia](#)）と命名される予定で、Jones氏は新型コロナウイルス感染症にともなう制限が緩和され次第、国際協力などに関する会議の開催が期待されているとしています。Image Credit: NASA/JPL/DLR Source: [アメリカ惑星協会](#) 文／松村武宏

[https://news.biglobe.ne.jp/it/0125/mnn\\_210125\\_9971637695.html](https://news.biglobe.ne.jp/it/0125/mnn_210125_9971637695.html)

## 散乱しやすいはずのダークマター、実は密になりやすいことが判明

1月25日（月）18時59分 [マイナビニュース](#)



写真を拡大

東北大学、東京大学 宇宙線研究所、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1月25日、宇宙で最も小さく暗い銀河の星の運動から、ダークマターの有力候補である「自己相互作用するダークマター」に対するその散乱する強さの調査を行った結果、その散乱は非常に弱く、密になりやすいことがわかったと共同で発表した。同成果は、東北大大学院 理学研究科 天文学専攻の林航平特任助教、東大 宇宙線研究所の伊部昌宏准教授、同・小林伸氏、同・中山悠平氏、Kavli IPMU の白井智特任助教らの共同研究チームによるもの。詳細は、米物理学会発行の学会誌「Physical Review D」に掲載された。

我々の宇宙に銀河が形成されたのはダークマターがまず集まり、その重力によって水素ガスなどが集まって形成されたとされ、我々がここにこうして存在できるのもダークマターのお陰と考えられている。また、天の川銀河の恒星が移動する速度(銀河中心を回る速度)が内側と外側であまり変わらない理由も、目に見える以上に質量がある(強い重力が働く)からであり、それがダークマターとされている。そもそも宇宙を構成する全エネルギーのうち、我々の体や地球や太陽などの天体を構成する通常の物質は4%程度で、20%強をダークマターが占めているとされる(残りの約75%はダークエネルギー)。ダークマターは通常の物質の5倍以上存在していると見積もられており、宇宙を影から支配しているといってもいいだろう。このように、我々の宇宙はダークマターの影響を大きく受けているが、重力以外では通常物質と相互作用せず、あらゆる光・電磁波での観測ができない。素粒子物理学から天文学まで、理系学問の研究者たちが垣根を越えて大同団結し、地上や宇宙でさまざまな実験や観測を行っているが、依然としてその正体は謎のままである。ただし、理論は着実に進展している。近年、ダークマターの正体に迫る有力な理論のひとつとして注目されているうちのひとつが、「自己相互作用するダークマター」理論だ。ダークマターは一般的に銀河の中心に多く分布しているが、同理論によれば、ダークマター同士が散乱し合うことで、銀河中心部ではダークマターがあまり「密」にならないという性質があるという。この密にならない分布が、「矮小銀河」から期待されるダークマター分布をうまく説明できるとされている。

なお、矮小銀河とは、星の数が非常に少ない銀河のことだ。天の川銀河が数千億個(研究者によって差があり、千数百億から約4000億といわれる)なのに対し、矮小銀河は数十億からなる。矮小銀河は大量のダークマターを含んでおり、同銀河内の星の運動はダークマターが作り出す重力に支配されていると考えられている。

しかしこうした矮小銀河では、大質量星が生涯の最期に起こす超新星爆発のエネルギーによって、密にならないダークマター分布を作るというシミュレーション結果も存在する。要は、密にならないダークマター分布の原因が、ダークマター自身の性質によるものなのか、それとも超新星爆発のエネルギーによるものなのかを区別するのが非常に難しい状態なのである。そこで注目されるようになったのが、矮小銀河の中でも特に星の数が少なく、最も小さくて暗い銀河である「超低輝度矮小銀河」だ。星の数は数十万個以下とされ、恒星の集団である球状星団と同等か下手したらそれよりも少ないぐらいである。超低輝度矮小銀河は、このように銀河としては星の数が非常に少ないため、大質量星の超新星爆発も起きておらず、ダークマターの分布はその影響を受けていないと考えられている。そのため、本来のダークマターの分布を調べるのに最適と考えられるようになったのだ。

共同研究チームは今回、超低輝度矮小銀河のひとつである「Segue1」内の星の運動情報を用いた、自己相互作用するダークマターに対する、ダークマター同士の散乱の強さの調査を実施した。その結果、散乱の強さは非常に低く、ダークマターは散乱しにくいことが示された。つまり、ダークマターは銀河中心で「密にならない」とされてきたが、実際にはその逆で「密になりやすい」性質を持つことが判明したのである。

また、ダークマター同士の散乱の強さに対して、ダークマター間の平均相対速度をプロットすると、Segue1は散乱の強さがとても小さく、密なダークマター分布を好むことが示唆されたという。さらに、この散乱の強さは、

現在の自己相互作用するダークマター理論では説明できないほど小さく、有力と考えられてきた同理論の問題点を指摘する形となったのである。今後、共同研究チームが期待しているのが、すばる望遠鏡に搭載予定の超広視野多天体分光器「PFS(Prime Focus Spectrograph)」だ。PFSは、直径1.3度角の広角視野内にある最大2400もの天体について、可視光から近赤外線まで幅広い範囲の波長で同時に分光観測を可能とする装置。この性能があれば、ダークマターがどのように分布しているのか、その詳細を調べることが可能になるという。PFSは2022年の科学運用を目指して開発や調製が行われており、共同研究チームはその本格稼働によりダークマターへの理解が一段と進むことを期待しているとした。

<https://sorae.info/astrometry/20210127-black-hole.html>

## 銀河どうしの衝突で超大質量ブラックホールの活動が停止する？

2021-01-27 [松村武宏](#)



銀河どうしの衝突によって超大質量ブラックホール周辺のガスが取り払われる

様子を描いた想像図 (Credit: Miki et al.)

東京大学情報基盤センターの三木洋平氏ら国内の研究グループは、大小の銀河が衝突することで大きな銀河の中心にある超大質量ブラックホールの活動が停止する可能性があるとする研究成果を発表しました。

この宇宙に数多く存在する銀河の中心には、質量が太陽の10万倍を超えるような超大質量ブラックホールが存在すると考えられています。 その一部には周囲から大量のガスが落下しており、強い電磁波を放射する銀河の中心部分「活動銀河核」の原動力になっていますが、天の川銀河の中心に存在が確実視されているものを含め、大半の超大質量ブラックホールは目立った活動を示さずひっそりとしています。

研究グループによると、超大質量ブラックホールの活動を「点火」するのは銀河どうしの衝突とみられているものの、活動を「停止」させる仕組みについてはいまだ定説がないといいます。そこで研究グループは、点火の原因とも考えられている銀河どうしの衝突が「ブラックホール周辺からガスを取り去り活動を停止させる」という仮説を立て、スーパーコンピューターを用いたシミュレーションによって衝突の様子を解析しました。

その結果、小さな衛星銀河が大きな銀河の中心から離れた領域に衝突する場合は大きな銀河の中心に存在する超大質量ブラックホールの活動を活性化させる反面、大きな銀河の中心領域を突き抜ける場合は超大質量ブラックホールへと落ち込んでいくガスを取り払ってしまい、ブラックホールの活動を停止させることが明らかになったといいます。つまり、小さな衛星銀河が大きな銀河のどこに衝突するかによって、超大質量ブラックホールの活動を活性化するか停止させるのかが左右される可能性が示されたことになります。

また、研究グループが欧州宇宙機関 (ESA) のアストロメトリ (位置天文学) に特化した宇宙望遠鏡「ガイア」による高精度な観測データをもとに衛星銀河の軌道を精密に計算した結果、銀河の中心領域に強く影響する衝突の頻度がおよそ1億年に1回であることが推定されています。この頻度は、銀河中心の超大質量ブラックホールが活発に活動する期間は1億年程度であるとする従来の知見ともよく符号するとされています。

研究グループによると、従来はこのような衛星銀河の軌道の重要性は考慮されていなかったといいます。今回の成果について研究グループは、銀河とブラックホールの共進化を理解する上で重要な視点を提供するものであり、近年新たに見つかっている中心のブラックホールが急に活動を停止した痕跡がみられる多数の銀河についての理解にもつながるものと期待しています。 関連：[【宇宙天文を学ぼう】宇宙に漂う星の集合体「銀河」とは？](#)

Image Credit: Miki et al. Source: [国立天文台](#) / [東京大学](#) 文／松村武宏

## 星々の動きがもたらす天の川銀河の“歪み”は約 4 億 4000 万年で一周している？

2021-01-24 [松村武宏](#)



片側が上に、片側が下に歪んだ天の川銀河を描いた想像図。右下に見えているのは伴銀河の大マゼラン雲と小マゼラン雲 (Credit: Stefan Payne-Wardenaar; Magellanic Clouds: Robert Gendler/ESO)

大きく歪んでいる銀河の一例「UGC 3697」 (Credit: DECaLS)

私たちが住む天の川銀河は、少し反り返ったような歪んだ形をしていることがこれまでの観測と研究によって判明しています。バージニア大学の Xinlun Cheng 氏らの研究グループは、この歪みが約 4 億 4000 万年ごとに天の川銀河を 1 周していることが明らかになったとする研究成果を発表しました。

渦巻銀河は多くの星が集まる中央部分の膨らんだ「バルジ」、バルジを取り囲む渦巻腕がある平らな「円盤（銀河円盤）」、バルジと円盤を球状に取り囲む希薄な「ハロー」という構造を持っていて、天の川銀河を含む渦巻銀河の 3 分の 2 はバルジから棒状の構造が伸びる棒渦巻銀河に分類されています。

発表によると、こうした渦巻銀河のうち 50~70 パーセントは円盤部分がポテトチップスのように歪んだ形をしているといいます。近年の観測により天の川銀河も円盤部分が歪んでいる銀河のひとつであることが判明していますが、そのなかで暮らしている人類は天の川銀河を外側から観測することができないため、天の川銀河の歪みについてはまだ十分には理解されていないといいます。研究グループは天の川銀河の歪みを詳しく調べるために、アメリカのアパッチポイント天文台で実施されているサーベイ観測プロジェクト「スローン・デジタル・スカイ・サーベイ (SDSS)」の一部である「アパッチポイント天文台銀河進化観測実験 (APOGEE)」と、欧州宇宙機関 (ESA) の宇宙望遠鏡「ガイア」の観測データに注目。APOGEE で収集された天体の分光観測（電磁波の特徴を波長ごとに分けて捉える観測手法）データと、天体の位置や運動について調べるアストロメトリ（位置天文学）に特化したガイアのデータを組み合わせた研究グループは、星々の位置、移動速度、科学的な性質の情報を含む天の川銀河の 3 次元マップを作成し、歪みを分析しました。研究グループによると、歪みが生じたきっかけは天の川銀河とその周囲にある伴銀河との相互作用がもたらした重力の波紋であり、その波紋は上下に移動しながら周回する星々の動きによってもたらされる「波」として天の川銀河を移動し続けているといいます。今回の研究では、歪みの原因となっているこの波の速度や範囲をこれまで以上に正確に測定することができたとされています。天の川銀河を伝わる波について、スタジアムなどで観衆が立ち上がったたり座ったりして作り出すウェーブにたとえて「星々は上下に動くだけですが、波は銀河を伝わっていきます」と説明する Cheng 氏は、分析の結果、伴銀河との相互作用が起きた時期について約 30 億年前の可能性が高いとコメントしています。

▲歪みが天の川銀河を周回している様子を示したアニメーション (Credit: Xinlun Cheng) ▲

Image Credit: Stefan Payne-Wardenaar; Magellanic Clouds: Robert Gendler/ESO Source: [SDSS](#) 松村武宏

## NASA ブライデンスタイン長官が退任。長官代理にはユルチク氏が任命

1月20日、NASAの長官を務めていたジム・ブライデンスタイン(Jim Bridenstine)氏が辞任したことが発表されました。



Jim Bridenstine 氏の Twitter に投稿された動画より

Source : <https://twitter.com/JimBridenstine/status/1351917625715130368>

ブライデンスタイン氏は、1998年にライス大学を卒業後、海軍のパイロットとしてイラクやアフガニスタンに派遣されました。退役後には、航空宇宙博物館の館長を務める傍ら、コーネル大学でMBAを取得しました。2012年の選挙でオクラホマ州から出馬し、当選。下院議員になり、政治家としてのキャリアをスタート。下院科学宇宙技術委員会に所属していました。その後、2017年にドナルド・トランプ前大統領に指名され、NASA長官に就任しました。当初から有人月面着陸に関心を示していて、任期中には、アルテミス計画を推進してきました。また、ISSへの継続的な商業輸送を確立させたことも、ブライデンスタイン氏の功績だと言えます。ブライデンスタイン氏は、バイデン政権への移行を受けて、2020年末より退任の意向を表明していました。バイデン政権における宇宙政策は明らかになっておらず、次期長官が任命されるまでの間の長官代理に、NASAの準管理者(Associate administrator)の スティーブ・ユルチク(Steve Jurczyk)氏が任命されました。ユルチク氏は、現職以前はNASAの宇宙技術ミッション部門で、副マネージャーとして、探査用のロボット開発を推進していました。NASAは2021年中に、アルテミス計画の最初の取り組みである無人月周回飛行試験を実施する予定です。米国は政策がNASAのミッションに大きく影響する傾向があり、政権交代のたびにその行方が話題にあがります。今回も政権交代に伴い、進行中のプロジェクトの行方が気になるところです。

[https://news.biglobe.ne.jp/it/0129/mnn\\_210129\\_9816820989.html](https://news.biglobe.ne.jp/it/0129/mnn_210129_9816820989.html)

## 宇宙ごみを減らす要素は「ヨウ素」!? 欧州企業が新型スラスタをテスト

1月29日(金) 16時4分 [マイナビニュース](#)



[写真を拡大](#)

欧州宇宙機関(ESA)やフランス、中国のベンチャー企業などは2021年1月22日、ヨウ素を推進剤に使う電気推進スラスタによって、衛星の軌道を変える実証試験に成功したと発表した。

ヨウ素は従来の推進剤よりも安全、安価で、シンプルで扱いやすく、さらに密度が高いため衛星搭載時の体積も小さくなるといった特長をもつ。衛星の軌道維持や、運用終了後の軌道離脱に活用することで、経済的にも環境的にも大きく役立つ可能性があるとの期待が高まっている。

### ヨウ素を使った電気推進スラスタ

このヨウ素スラスタを開発したのは、フランスのベンチャー企業「スラストミー(ThrustMe)」である。同社はフランス国立科学研究センター(CNRS)と研究機関エコール・ポリテクニクからのスピノフで生まれた。

従来、衛星に搭載される小型のロケットエンジン(スラスター)の推進剤は、毒性があったり、またとくに電気推進エンジンの推進剤としてよく使われるキセノンは、高価だったり、気体であるため体積が大きかったりと、さまざまな短所があった。一方、消毒薬やデンプンと反応させる実験などでおなじみのヨウ素は、無毒であるため扱いやすく、安価という特長がある。また、常温・常圧で固体で密度が高いため、加圧する必要がなく、タンクなどを含めたシステムの体積も小さくできる。さらに、加熱すると液相を経ずに気体になるため、スラスターの仕組みをシンプルにできるという特長もある。比推力や推力といった性能は、キセノンとほぼ同等だという。くわえて、こうした特長から、スラスターのシステムに推進剤を充填した状態で販売、納入できるため、衛星の組み立てプロセスを大幅に簡略化できるという利点もあるという。

スラストミーはまず 2019 年に、中国とルクセンブルクに拠点を置く小型衛星ベンチャーの「Spacety」が開発した 6U サイズのキューブサット(超小型衛星)に技術実証用のヨウ素スラスターを搭載。宇宙への打ち上げ後、貯蔵や供給などの技術実証を行った。実際に噴射も行ったものの、試運転であったことから、軌道を変えるほどの増速量は出さなかったという。同社はこの成果を踏まえ、「NPT30-I2-1U」という実際に噴射するスラスターを開発。30 という数字は消費電力が 30W であることを意味する。開発は ESA の「ARTES」という研究開発プログラムの支援を受けて行われた。NPT30-I2-1U は、Spacety の 12U サイズのキューブサット「北航空事衛星一号」に搭載され、昨年 11 月に中国のロケットで打ち上げられた。そして、昨年 12 月 28 日と今年 1 月 2 日に、それぞれ 90 分間にわたり、NPT30-I2-1U の噴射を実施。軌道高度を約 700m 変えることに成功したという。

#### 宇宙ごみの増加防止やコンステレーションの軌道維持に活用へ

スラストミーや ESA では、これから打ち上げられる小型・超小型衛星にこのスラスターを搭載することで、運用終了後に宇宙ごみ(スペースデブリ)になるのを防ぐことができるのではと期待を寄せる。

近年、大きな問題になっている宇宙ごみは、既存のごみを減らすのと同時に、新たに打ち上げた衛星やロケット機体などがごみになる前に、スラスターを逆噴射するなどし、地球の大気圏に再突入して「自己処分」させることで、新たなごみの発生を防ぐことも求められている。だが、大型の衛星やロケットならともかく、超小型衛星はサイズや質量、コストなどが限られているため、スラスターを搭載するのは難しかった。

しかし、このヨウ素スラスターなら、前述のように無毒で安価、扱いやすく、システムもシンプルといった多くの利点があることから、超小型衛星にも搭載しやすい。さらにスラストミーや ESA では、通常の運用時における衛星の軌道変更や、高度の維持などにも役立つとしている。近年、数十機の超小型衛星を使った地球観測コンステレーションや、数千、数万機の小型衛星を使った宇宙インターネットなどの構築が活発になっている。こうしたシステムの衛星は、1 機 1 機が適切な軌道を維持し続けたり、要望に応じて軌道を変えたりする必要があり、さらに運用終了時には軌道から離脱させ、大気圏に落として処分する必要もある。こうした需要に対し、安価で小型、扱いやすく組み立てもしやすい、ヨウ素スラスターは、十分に應えることができる可能性がある。

ESA は「小さなスラスターだが、そこには画期的な技術革新の可能性を秘めている」とコメントしている。

ヨウ素を推進剤に使った電気推進スラスターは他国でも研究・開発が行われており、たとえば米国航空宇宙局(NASA)のグレン研究センターが開発したヨウ素スラスターを積んだ超小型衛星が、近々打ち上げ予定と伝えられている。

○参考文献 ・ ESA - Iodine thruster could slow space junk accumulation

・ Our Missions - ThrustMe

・ ThrustMe and Spacety announce the launch of a satellite carrying the world's first iodine electric propulsion system

・ Successfully launched satellite carrying the world's first iodine electric propulsion system - Spacety