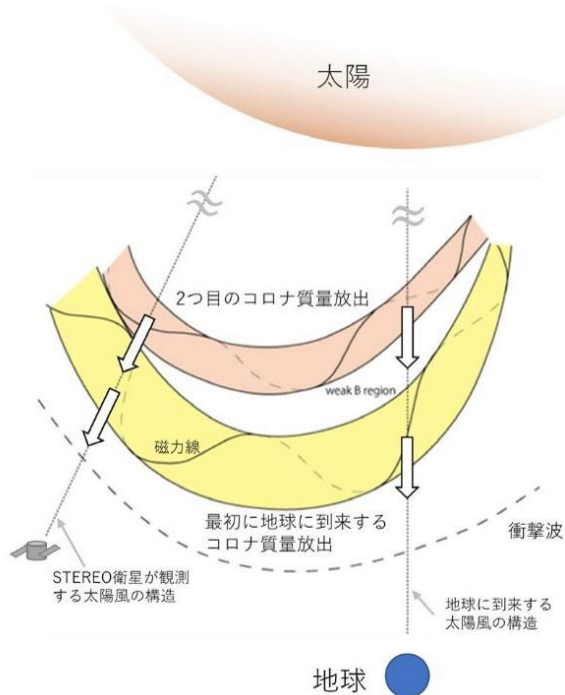


並の磁気嵐でも油断大敵、太陽活動影響し衛星 40 基喪失 極地研など説明

2023.02.02

昨年 2 月、ごくありふれた規模の磁気嵐で約 40 基もの人工衛星が落下したのは、太陽が電気を帯びた粒子を大量に放つ現象「コロナ質量放出」が連続したためだったことを、国立極地研究所などの研究グループが突き止めた。粒子の吹き出しである太陽風の観測データと、大気のシミュレーションを基に、高度 200 キロで衛星が受ける大気の抵抗が想定以上に高まっていたことが判明。これまで問題視されなかったような磁気嵐でも、衛星に致命的に影響し得ることが分かった。

昨年 2 月 3 日、米スペース X 社が小型衛星 49 基をロケットで打ち上げたが、折悪く磁気嵐が発生し約 40 基が目標高度に達せず、落ちて失われた。衛星群がロケットから分離したのは高度 200 キロ付近。この高度の大気は観測が難しいが、極域で最大 25% 程度の密度の増減が知られ、衛星に影響しないとみられてきた。今回の磁気嵐はありふれたものとみられたが衛星多数が失われ、注目された。同社は衛星の飛行データを基に、衛星が通常より 50% 大きい大気の抵抗を受けたとしている。



コロナ質量放出が立て続けに起きた（国立極地研究所提供）

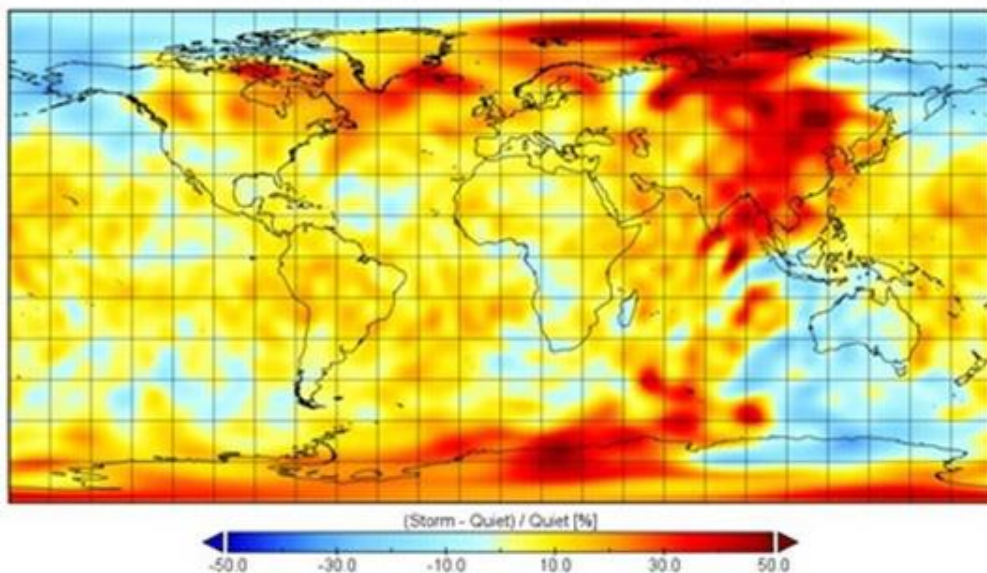
研究グループはまず、探査機などによる太陽活動の観測データを詳しく調べた。その結果、この時は 12 時間ほどの間隔で 2 回のコロナ質量放出が起き、粒子が地球に到達して 2 回の磁気嵐が起きたことが分かった。

さらに、全地球大気の物理過程を計算できるシミュレーションモデル「ガイア」を使うと、当時、磁気嵐に加熱されて膨張した大気が極域から低緯度に広がり、密度が広域に 50% 増加したことが示された。この値は、大気の抵抗が 50% 大きかったとするスペース X 社の情報とも整合した。

一方、これまでの衛星の観測データから構築した経験モデルに基づく計算では、この時の密度増加は 25% 程度にとどまった。こうした結果から、ガイアのモデルは従来のモデルより再現性が高く、またリアルタイムに予測できることが分かった。なお大気の激しい加熱は、磁気嵐により大気中の電流が増大し、大気が抵抗となって起こる「ジュール熱」であるという。研究グループによると、大気密度は実際には地域ごとに分単位で刻々と変化しており、一時的に 50~100% に達しても不思議はないという。これでは、運の悪い衛星は大気の抵抗を受け落ちてしまう。国立極地研究所の片岡龍峰准教授（宇宙空間物理学）は「高度 200 キロはわれわれにごく近い宇宙なのに、一番分かっていない不思議な空間。巨大磁気嵐やスーパーフレアのような激しい現象はよく研究さ

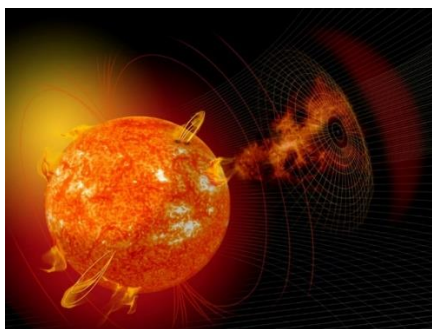
れているが、日常的な弱い磁気嵐も精度よく把握しないと、宇宙利用にとって大きな損失が生じる。刻々と変わるものをリアルタイムに判断するため、観測と研究が重要だ」と述べている。

Neutral Mass Density at 200km Height (2022/2/4 21:00 UT)



ガイアが計算した高度 200 キロの大気密度。衛星を多数失った時期である世界標準時昨年 2 月 4 日午後 9 時の状態で、磁気嵐発生前からの変化の割合を表示。実際には刻々と変化している（国立極地研究所提供）

研究グループは国立極地研究所、情報通信研究機構（NICT）、成蹊大学、九州大学で構成した。ガイアは九大、成蹊大、NICT が開発。成果は宇宙天気国際専門誌「ジャーナル・オブ・スペース・ウェザー・アンド・スペース・クライメット」に昨年 12 月 23 日に掲載されている。



コロナ質量放出の想像図。電気を帯びた粒子が太陽から放出され、1～3 日後に地球に到達し、人工衛星や地上の電子機器などに影響を与える（NASA 提供）

関連リンク 国立極地研究所などプレスリリース「[磁気嵐の発生メカニズムと大気シミュレーションから多数の低軌道衛星が喪失に至った原因を解明](#)」

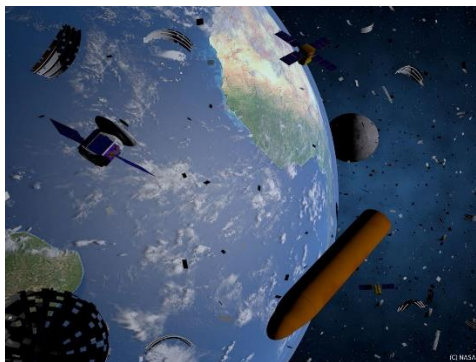
<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20230202-2581707/>

2つの大きなスペース・デブリ、あわや衝突 - 混雑する低軌道、求められる対応

掲載日 2023/02/02 07:00 著者：鳥嶋真也

目次 [2つのデブリが約6mにまで接近](#) [各国が進むデブリ監視と対策](#)

軌道上の物体を監視している民間企業「レオラボズ(LeoLabs)」は2023年1月28日、地球低軌道において、運用を終えスペース・デブリ(宇宙ごみ)となったロケット機体と人工衛星が、約6mの距離にまで接近、ニアミスしたと発表した。万が一衝突していれば、数千個もの新たなデブリが発生していた可能性があり、「最悪のシナリオ」になる一歩手前だったという。近年、地球低軌道は混雑の一途を辿っており、今後同様の事態が発生する可能性が増していくことが懸念されている。



スペース・デブリの想像図 (C) NASA

2つのデブリが約6mにまで接近

レオラボズによると、2つのデブリは日本時間27日18時58分20秒ごろ、南極大陸の上空高度984kmで最接近した。接近したのは、ソ連が1986年に打ち上げた「コスモス3M」ロケットの第2段機体と、ロシアが1994年に打ち上げた軍事衛星「パルス」(コードネーム「コスモス2361」)の2機で、レーダーによる観測では、両者は相対速度約11km/sで、約6m(誤差数十m)の距離にまで接近したとみられる。両者ともすでに機能しておらず、軌道変更などは不可能だった。とくにパルスには、重力を使って姿勢を安定させるための長さ17mのブームが装備されていることから、衛星の姿勢によっては衝突していた可能性は十分にあった。

もし衝突していれば、数千個にも及ぶ新たなデブリが発生し、何十年にもわたって軌道上に残り続けていた可能性がある。それほどのデブリが発生すると、この周辺の軌道では衛星の運用が難しくなるなど、「最悪のシナリオ」になっていたかもしれない。

各国で進むデブリ監視と対策

米国航空宇宙局(NASA)によると、現在地球の周囲にあるデブリは約3万個を数え、小さすぎて検出できないものも含めるとさらに何倍もの数が潜んでいると考えられている。

とくに、今回ニアミスが起きた高度を含む、高度950~1050kmの軌道は、運用を終えたロケット機体や衛星、それらが爆発、衝突するなどして生まれたデブリ、さらには衛星攻撃兵器の試験で発生したデブリなどが多数存在している。ちなみに、コスモス・ロケットだけに限っても、この周辺の軌道に向けて通算160機ほどが打ち上げられており、第2段機体もそれとほぼ同じ数だけ現存している。そのため、衝突が発生しやすい危険な領域(bad neighborhood)として知られており、レオラボズによると、2022年6月から9月の間だけで、この領域で約1400件のニアミスがあった(ただし今回ほど接近した例はない)という。こうしたデブリは、すでに人類の宇宙活動に大きな影響を与えている。とくに宇宙飛行士が滞在する国際宇宙ステーション(ISS)にとってデブリは大敵であり、万が一衝突すれば命に関わる事態にもなりかねない。そのため、デブリが接近した際にはそれを回避するための軌道変更が行われており、これまでに30回以上を数える。さらに近年では、数千から数万機もの数の小型衛星を打ち上げて通信などを提供する「衛星コンステレーション」の構築が活発になっており、今後衛星の数はこれまでの何倍にも増え、その分デブリと衝突する可能性も、またそれらの衛星がデブリになる可能性も増すことになる。こうした中、デブリとの衝突や発生を未然に防ぐため、さまざまな動きが始まっている。

軌道上の物体を監視、追跡することを「宇宙状況把握」といい、米国では宇宙軍が主導して実施し、軌道上にある大半の衛星やデブリをカタログ化してデータを配布している。また、レオラボズのような民間企業も独自に監視、追跡に取り組んでいる。日本でもかねてより宇宙航空研究開発機構(JAXA)が行ってきたほか、2020年には航空自衛隊にスペース・デブリなどを監視するための「宇宙作戦隊」が誕生。2022年には新編された「宇宙作戦群」に編入され、2023年度からは宇宙状況把握の本格的な運用が始まることになっている。安全保障において衛星を活用することが必要不可欠となったこともあり、今後自国の衛星を守るためにも、宇宙状況把握はさらに重要なものとなろう。また、デブリを出さないようにするため、国際機関間スペース・デブリ調整委員会(IADC)や国連、各国の宇宙機関では、ロケットの打ち上げ時や衛星の運用終了時などにデブリの発生を極力抑えるため

の基準が作られており、その基準にしたがってロケットや衛星の運用が行われている。

また、衛星コンステレーションの代名詞ともなった「スターリンク」を構築しているスペース X では、衛星が運用を終えた際には速やかに軌道から離脱、処分させたり、デブリとの接近を自動で回避する機能を備えたりといった独自の、先進的な取り組みを行っている。さらに、すでに軌道にあるデブリを減らそうという動きもある。JAXA や日本のベンチャー企業「アストロスケール」は、大量のデブリの発生源となりうるロケット機体などを除去する技術の研究・開発を行っており、早ければ今年にも、日本が過去に打ち上げてデブリ化したロケット上段への接近・近傍運用の実証ミッション「ADRAS-J」が行われることになっている。デブリ除去をめぐるのは、スカパーJSAT や川崎重工のほか欧州宇宙機関(ESA)など、各国の宇宙機関や民間企業で研究開発が進んでいる。

参考文献

・ [LeoLabs さんは Twitter を使っています: 「Too close for comfort... Two large, defunct objects in #LEO narrowly missed each other this morning - an SL-8 rocket body \(16511\) and Cosmos 2361 \(25590\) passed by one another at an altitude of 984km. #SpaceDebris / Twitter](#)

・ [ESA - Space debris by the numbers](#)

・ [商業デブリ除去実証\(CRD2\) | JAXA | 研究開発部門](#)

鳥嶋真也とりしましんや

<https://news.livedoor.com/article/detail/23623256/>

火星表面に可愛い顔が写り込む「エイリアンに遊ばれているのかも？」と話題に (米) <動画あり>

2023 年 1 月 30 日 19 時 21 分 [Techinsight](#)



[写真拡大](#)

[【この記事の動画を見る】](#)

米時間 25 日、[火星](#)の調査を行っている研究グループが高解像度カメラによって撮影された火星表面の写真を公開した。写真にはデコボコとした地表が写っているのだが、そこに“クマの顔がある”と話題になっている。円の中に小さな目が 2 つと鼻や口のような部分も確認でき、「エイリアンに遊ばれているのかも？」などジョークを飛ばす声があがっているという。英メディア『The Independent』などが伝えた。

話題の写真を公開したのは、米アリゾナ州ツーソンにあるアリゾナ大学にて火星で撮影された写真の調査を行っている研究グループだ。同研究グループでは NASA ([アメリカ航空宇宙局](#)) が 2005 年 8 月 12 日に打ち上げた火星探査機「マーズ・リコネッサンス・オービター」に搭載された高解像度撮像装置「HiRISE (The High-Resolution Imaging Science Experiment)」によって撮影された写真を調査し、Facebook や YouTube などで紹介している。その「HiRISE」の YouTube で 25 日、「火星にクマ？ (A Bear on Mars?)」というタイトルで公開された動画に注目が集まった。火星表面にクマのような可愛い顔が見られ、円形の裂け目の中に小さな目が 2 つ、さらに鼻と口のような部分も確認できる。

主席調査員のアルフレッド・マクウエンさん（Alfred McEwen）は「そこにはV字型の内側にくぼんだ構造を持つ丘（鼻）と2つのクレーター（目）があり、ガタガタとした線で描かれた円（頭）があります。衝突クレーターの上に堆積物が積もった影響で円形になったのかもしれませんが。恐らく鼻の部分は火山や泥の噴出口で、堆積しているのは溶岩や泥の流れた痕跡でしょう」とクマの顔の構造や出来上がった過程について推測している。今回のクマの顔は自然現象が偶然生み出したもので、このように意図していないのに人や動物の顔など意味のあるものに見えてしまうのは心理現象の一種で“パレイドリア”と呼ばれている。この動画が公開されると多くの人にパレイドリア現象が発生したようで、「クマの顔に見える」という声が相次いだ。

SNSでは「フェイクじゃないの?」「ちゃんと仕事をして」と真偽を疑う声や厳しいコメントがあがったものの、「エイリアンの仕業かもね」「研究に飽きちゃったのかな?」「エイリアンに遊ばれているのかも」などジョークを飛ばす声も多数見受けられた。画像は『HiRISE 2023年1月25日付 Facebook「HiPOD 25 Jan 2023: A Bear on Mars?」』『Metro 2023年1月26日付「Mars scientists think they've found a grizzly bear's face on the Red Planet」(Picture: NASA/SWNS)』のスクリーンショット

(TechinsightJapan 編集部 iruy) 

<https://news.yahoo.co.jp/byline/akiyamaayano/20230131-00335137>

ロケット打ち上げで種子島の人流は増えるのか？ データを可視化してみた



[秋山文野](#)サイエンスライター/翻訳者（宇宙開発） 1/31(火) 13:15



2021年3月に行われたH3極低温点検 Credit:JAXA

種子島宇宙センター Credit:JAXA 種子島宇宙センター Credit:JAXA

2023年2月12日、JAXAと三菱重工業が開発してきた日本の基幹ロケットの新型機、「H3」初号機が打ち上げられる。およそ20年に1度という、新型ロケットの初打ち上げに向けて2022年末から、ある「戦い」が始まっていた。取材メディアやロケット見学者による凄まじい宿泊施設の取り合いである。JAXAが正式な打ち上げ日を発表する前、見込み日が報道された日のうちにホテル・旅館・民宿の予約は全滅。カプセルホテルも、比較的高価なりゾートホテルも全て予約でいっぱいになった。

種子島の宿泊予約は取材者にとって悩みの種である。ロケット打ち上げは不定期で、日程の発表は直前であることが多く、季節も決まっていない。2010年ごろまでは漁業との調整のため盛夏または真冬に限られていたが、現在は通年で打ち上げが可能になった。日本の宇宙開発の発展には嬉しいことだが、不定期にいつ起きるかわからないイベントに向けて宿泊施設を新設することは、事業者にとっては難しいことだろう。かといって、6日おきにロケットを打ち上げたスペースXのようにハイペースに需要が増えるわけでもない。決して多くないホテルはあっという間に埋まってしまい、キャンプや中古住宅の買い取りを計画した猛者までいる。

中には種子島宇宙センターに近い、関係者がよく利用する宿の予約状況をウォッチして打ち上げ日を予測するという「裏ワザ」もささやかれている。裏ワザの核は、「発表前に打ち上げ日を予測する」というところにある。打ち上げに伴って変化が現れる何らかの活動を測ることができれば、予測できる可能性がある。ここにヤフーが提

供するデータを利用できないだろうか？「打ち上げ日予測」を将来のゴールとして、まずは種子島の人流の増減がロケット打ち上げに関連するのかを調べてみたい。

種子島宇宙センターはどんなところ？ 歴史と地理

まずは打ち上げ射場である種子島宇宙センター（TNSC）についておさらいしよう。TNSCは鹿児島島の南、種子島東南端の海岸に面した場所にある。1975年に日本の液体ロケット「N-1」1号機で技術試験衛星「きく1号」を打ち上げて以来、最新のH3まで国産大型液体ロケットによる人工衛星打ち上げを担ってきた。一方、日本初の人工衛星「おおすみ」を搭載したラムダ4Sロケットから現在のイプシロンにいたるまで、固体ロケットの打ち上げは鹿児島県肝付町の内之浦宇宙空間観測所（USC）で行っている。種子島周辺は漁業が盛んな海域でもある。ロケット打ち上げの際は飛行路下の海域への立ち入り制限があることから、漁業との調整のためかつては打ち上げ時期を夏季の7月22日から9月末まで、冬季の1、2月と年間190日に限定していた。2010年にこの制限が撤廃され、通年で打ち上げが可能になった。これにより日本での打ち上げ機会を増やすことが可能になり、海外の商業衛星の打ち上げ受注も期待された。しかし実際には平均で年に2、3回ほどが平常ペースで、その間にスペースXの「ファルコン9」がロケット再使用による高頻度打ち上げを実現し、大型静止衛星の打ち上げなどをさらって行ってしまった。スペースXほどとはいかなくても、年に10~12回程度の打ち上げを実施している欧州のアリアスペースほどの頻度が実現できれば、種子島の宿泊施設もロケット需要を見込んで増やせるのではないかと思えるが、射場整備や機体輸送などの制約からまだそうはいかないようだ。そもそもなぜ種子島からロケットを打ち上げるのか。それは、南側と東側に海が開けていて、さらに日本の中では低緯度に位置するからだ。通信衛星や気象衛星など大型の静止衛星を打ち上げる場合、低緯度で東側に向かってロケットが飛行すれば赤道に近く、地球の自転を加速に利用できるように推進剤を最大限活かすことができ、より大型の衛星を軌道に投入できる。南北方向の軌道を周回する地球観測衛星の場合でも、南側が海に開けていれば陸地を避けて飛行する必要があまりなく、推進剤を目一杯加速に使える。東側と南側、2方向に海が開けている種子島は、世界のロケット射場の中でも好条件の場所なのだ。その種子島から初飛行を待つH3初号機には、地球観測衛星「だいち3号」が搭載される。2006年から2011年まで活躍した「だいち」シリーズの3号機で、可視光を中心に観測する光学地球観測衛星だ。解像度は80センチメートルと、日本の光学衛星として初めて1メートル以下の性能を持ち、地図作成から防災、農林水産業に活躍する。続いて2023年内には合成開口レーダ（SAR）で天候に左右されることなく地表を観測できる衛星「だいち4号」も打ち上げ予定だ。種子島宇宙センターの住所は、島の南側の南種子町。南種子町の中心街から直線距離でおよそ7キロメートルのところにある。外から島に入る場合は、島の中心の中種子町にある種子島空港または、北側の西之表市に離発着する高速船などがある。公共交通機関はバスまたはタクシーのため、レンタカーなどの自動車移動が中心だ。打ち上げ時にロケットを見学できる場所では、射場を見下ろす丘の上の恵美之江展望公園、芝生が整備された長谷公園がある。H-IIA、H3ロケットの機体は愛知県の三菱重工業飛鳥工場で生産されて、海路で運搬される。人工衛星も日本や世界の衛星メーカーから船で種子島へやってくる。衛星の種類によっても前後するが、おおむね打ち上げの1カ月前ごろには衛星やロケット機体が島に到着し、このあたりから「ロケット打ち上げ活動」が始まるとみなすことができる。

人流を調べてみた

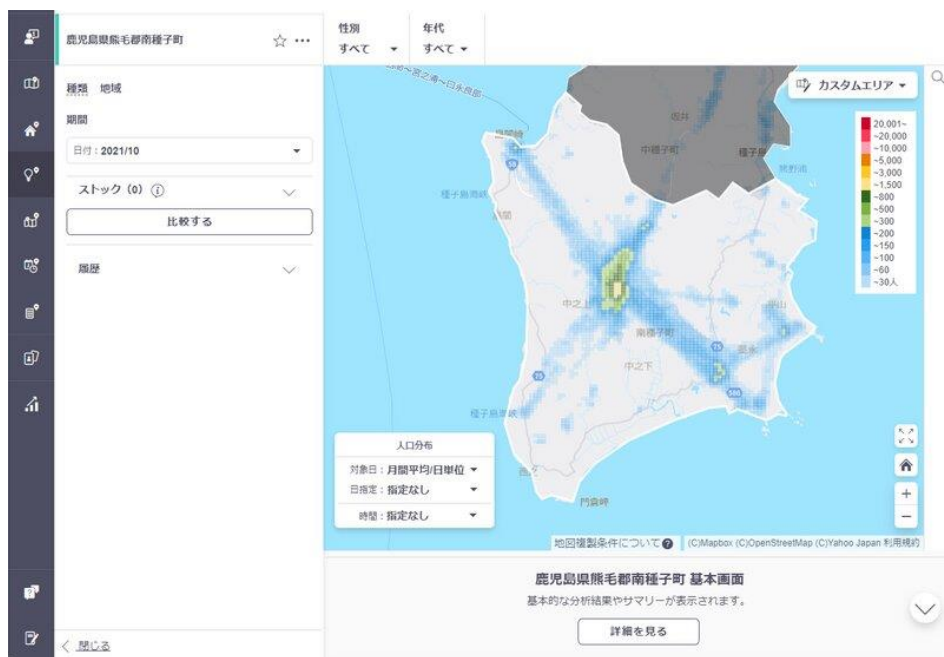
半世紀近く、日本の射場として人工衛星を打ち上げてきた種子島は、ロケット打ち上げが重要な産業のひとつといえる。衛星や機体と共に島外から訪れる人も多く、打ち上げ期間中はTNSCの駐車場には、フェリーで愛車と共にやってきた関係者人の県外ナンバーの自動車为抓手と並ぶ。これだけ活動が活発になれば、人の移動も増えると予想される。人流のデータ抽出にはヤフーが提供するビッグデータ分析ツール「DS. INSIGHT」の「Place」機能を使用した。Place機能の解説によれば、住民・来訪者別の人流（人口推移）とは

【住民と来訪者の定義】

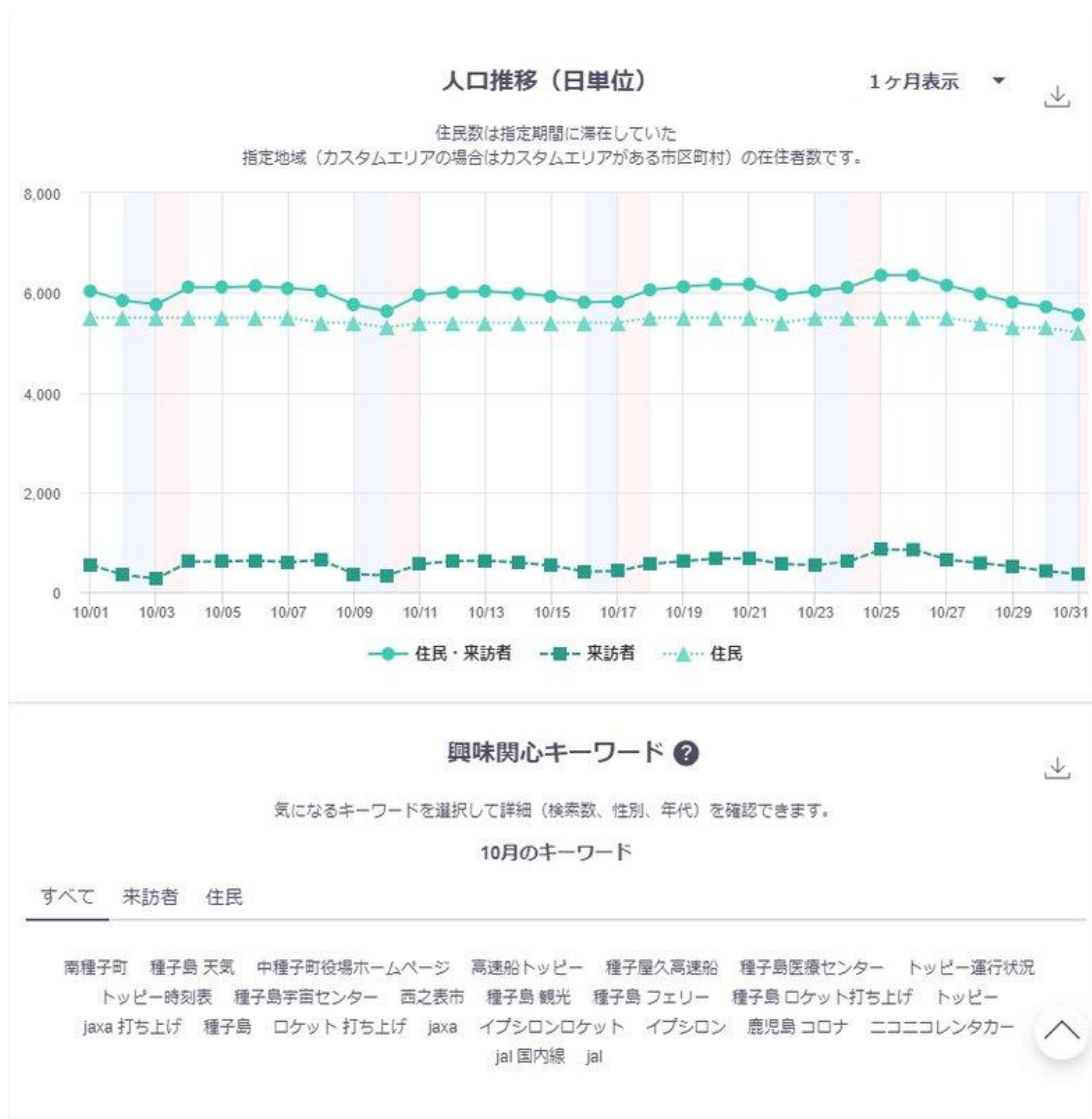
- ・ 住民：検索対象の市区町村内に住居があると推定される人の滞在人口
- ・ 来訪者：検索対象の市区町村以外に住居があると推定される人の滞在人口

※上記の定義につきましては、位置情報と滞在時間、滞在頻度、滞在時間帯などいくつかの基準から独自に推定(休日・夜間に長時間滞在しているなど)しています。また、位置情報の利用許諾が得られているユーザーのみを対象としています。

ということになる。



(提供：ヤフー・データソリューション|DS.INSIGHT)



(提供：ヤフー・データソリューション|DS.INSIGHT)

今回は、おおむね南種子町をカバーするカスタムエリアを設定し、2022年は種子島での打ち上げがなかったため2021年の1~3月期と2021年10~12月期の人流を抽出した。

2021年には、10月26日に国産測位衛星「準天頂衛星初号機後継機（みちびき後継機）」と12月23日の英国の通信衛星「Inmarsat-6」打ち上げがあった。それぞれ、10月25日だった予定が1日延期、12月22日だった予定が23日に延期されているため、元の予定日と実際の打ち上げ日を「打ち上げ日」とみなすことにした。また、3月17日にはH3ロケットの初の射場試験である極低温点検が行われている。開発中のH3ロケットの機体全体を初めて組み立てて行われた試験であり、メディアにも公開された。打ち上げそのものではないがそれに準ずるイベントだ。

2021年10~12月の結果

人流（人口推移の推計値）をグラフ化してみると、打ち上げがあった10月26日、12月23日にはピークは小さいものの山ができています。人流の推移だけでは振れ幅が大きくてわかりにくいですが、移動平均線（オレンジ色の破線）を見るとゆったりした山が見えるのがわかる。南種子町の人口はおおよそ5400人弱で、ロケット打ち上げ活動以外の時期では4000~5000の間で推移しているところ、打ち上げ日のあたりで5000のラインを超えるといったところだ。調査した3か月間の中ではもっとも人流が増加した状態になっている。



(提供：ヤフー・データソリューション|DS.INSIGHT)

2021年1~3月の結果

人流をグラフで見るとH3ロケットの試験が行われた3月17日にかすかに山があるものの、全体的に1月以降は人が移動する活動が低下しているため、ピークを把握することが難しい。2021年のこの時期は、春の移動期に向けた新型コロナウイルス感染症の感染防止対策徹底期間にあっていた。5月にはサーフィンの大会が中止されるなど多くの人が活動を自粛していた期間でもある。新型ロケットH3関連とはいえ打ち上げよりも関心の低い試験に対して、活発な人の往来があったわけではないようだ。

2021年1～3月 南種子町の人口推移（すべて）



（提供：ヤフー・データソリューション|DS.INSIGHT）

ロケット打ち上げと種子島の人流との関係

2021年に2回行われた種子島でのロケット打ち上げと人流とをグラフ化してみると弱いとはいえ関連があるといえそうだ。ただし、打ち上げに準ずる活動であるH3の試験ではその前の1週間と比べれば増加傾向ではあるものの、ほかの要因のほうが勝っていて変化はほとんどみえない。そこで、打ち上げイベントと人流の変化の要因を考えてみよう。

ひとつは打ち上げの注目度だ。新型ロケットH3の初号機、2014年の小惑星探査機「はやぶさ2」打ち上げといった注目される場合ならば、内外の関係者やメディアの取材、ロケットファンなどが多く来島するだろう。これまでの例では、H3関連とはいえ、試験の場合は実際の打ち上げではないことなどから関心の度合いも異なり、集まる人の数にも差が出たのではないだろうか。今後では、H3初号機はもちろん月面着陸を目指す探査機「SLIM」や国際宇宙ステーション補給機の新型「HTV-X」初号機などであれば注目度が高くなりそうだ。一方で情報収集衛星などは告知もほとんどされないのに関心度は下がるだろう。また打ち上げが夜間になる場合、親子連れの公園での見学などは少し減るかもしれない。

もう一つはサーフィンとの関連性だ。種子島は日本有数のサーフィンの名所で、秋以降のオンシーズンには多くのサーファーが訪れる。10～12月期に打ち上げの人流がそれほど目立たなかったのは、サーフィンのシーズンと重なったせいもあるかもしれない。一方で、2021年は行動制限の影響もあって5月のサーフィンの大会が中止になったことから、訪れていたのはコアなサーファーに限られるとみられる。

人流分析という手法を用いて、種子島でのロケット打ち上げに関連する人流の変化を分析し、やや希薄ではあるがロケットに関連して人流が増えているようだという感触を得た。人口約5400人の町で、かすかな変化を捉えられるかどうかと思ったが予想以上に感度は良さそうだ。ただし、打ち上げの注目度やサーフィン、観光など他の島の産業や活動にも影響されているといえそうだ。人流の中ではかなり小さいものの、明らかに打ち上げ関係者と思われる島外からの来訪者をより詳細に分析する、空港のある中種子町や高速船が発着し宿泊施設の多い西之表市も含めるなど、よりロケット活動が見えやすい手法に改善できれば、夢の「発表前に打ち上げ日を予測して確実に宿を押さえる」ことが可能になるかもしれない。 ヤフー・データソリューション | DS.INSIGHT

※この記事は、Yahoo!ニュース 個人編集部、ヤフー・データソリューションと連携して、ヤフーから「DS.INSIGHT」の提供を受けて作成しています。

※ヤフー・データソリューションは、ユーザーのデータを統計データとしたうえでデータの可視化や分析結果を提供するサービスであり、個人を識別できるデータ（パーソナルデータ）については、ユーザーから新たな同意がない限り外部に提供することはありません。 [記事に関する報告](#)



[秋山文野](#) サイエンスライター/翻訳者（宇宙開発）1990年代からパソコン雑誌の編集・ライターを経て宇宙開発中心のフリーランスライターへ。ロケット/人工衛星プロジェクトから宇宙探査、宇宙政策、宇宙ビジネス、NewSpace事情、宇宙開発史まで。著書に電子書籍『「はやぶさ」7年 60億 km のミッション完全解説』、訳書に『ロケットガールの誕生 コンピューターになった女性たち』ほか。

<https://wired.jp/article/lxa-esric-interview/>



ルクセンブルク宇宙機関（LSA）が描く「Moon Village」のイメージ図。PHOTOGRAPH: LSA

[HARUKA INOUE](#) [SCIENCE](#) 2023.02.01

いち早い「宇宙資源法」の施行から約5年、ルクセンブルクの宇宙資源探査の現在地

早くから国を挙げて宇宙開発に取り組んできたルクセンブルク。他国に先駆け「宇宙資源法」を施行してから約5年が経ったいま、本格的な宇宙資源の利用に向けた取り組みが進んでいる。同国が注目する宇宙資源や、宇宙と地球の両方で応用可能な技術の開発の現在地を、ルクセンブルク宇宙機関（LSA）の最高経営責任者（CEO）であるマーク・ゼレスと欧州宇宙資源イノベーションセンター（ESRIC）のデニス・ハリーズに訊いた。欧州の小国、ルクセンブルクが民間による月や小惑星の資源の所有を認める「[宇宙資源法](#)」を2017年に施行してから約5年が経った。米国主導の[月探査計画「アルテミス」](#)による後押しもあり、宇宙資源利用の研究と商業化は着々と進んでいる。

22年12月には、ルクセンブルクに欧州拠点を置く日本のスタートアップ、[ispace](#)が月面着陸船を打ち上げた。月面着陸が成功すれば、民間としては世界初の快挙になるかもしれない。「ispaceが月面着陸船を打ち上げたことは、企業が発展してきていることのサインだと思います。5年でここまで来られたのは、本当に奇跡的なことです」と、ルクセンブルク宇宙機関（LSA）の最高経営責任者（CEO）であるマーク・ゼレスは語る。



ルクセンブルク宇宙機関の最高経営責任者（CEO）を務めるマーク・ゼレス。PHOTOGRAPH: LSA

早くから推進された「ビジネス」としての宇宙開発

そもそもルクセンブルクは、なぜ宇宙資源に目をつけたのか。新たな産業の創出を目指して政策を検討していたところ、当時の副首相兼経済大臣エティエンヌ・シュナイダーが[米航空宇宙局（NASA）](#)で話を聞いて関心をも

ったのが宇宙資源だったという。ルクセンブルク宇宙庁の前身である経済省の担当部門が情報収集をしていくうちに、一大産業になりうるポテンシャルがあるとわかった。

[「サービス」としての民間宇宙探査が活発化する：ispace 袴田武史—THE SPACE INDUSTRY IN 2023 \(5\)](#)

BY [TAKESHI HAKAMADA](#)

[データ販売から「地球モニタリング」のプラットフォーマーへ：フィンランドの人工衛星企業が描く次世代の衛星ビジネス](#) BY [HARUKA INOUE](#)

「宇宙資源は当時あまり一般には知られていない領域でしたし、優先度を上げて取り組んでいる国もありませんでした。宇宙資源利用におけるルクセンブルクの立ち位置をほかにはないようなユニークなものにしたいという思いから、このイニシアチブが生まれたのです」と、ゼレスは語る。ルクセンブルクは宇宙資源の平和的な探査と持続可能な利活用を促進する「SpaceResources.lu」政策を16年に発表して以来、17年には前述の宇宙資源法を制定し、18年にはLSAを創設するなど体制構築を進めてきた。LSAの最大のミッションは、宇宙産業の経済的な成長を促すことだ。企業が新しい製品やサービスを開発できるように、法整備や国際協力、人材開発、企業と投資家を結びつける支援を展開している。こうした支援が国全体の利益につながり、雇用も生まれるのだ。実際に、小型衛星ベンチャー[ICEYE](#)やSpire Global、宇宙状況認識サービスを開発するNorthStar Earth & Spaceをはじめとする宇宙企業60社が、ルクセンブルクに拠点を置いている。

「金のような価値」をもつ宇宙資源

そうした活動の一環として、LSAとルクセンブルク科学技術研究所(LIST)、欧州宇宙機関(ESA)が共同で設立したのが「欧州宇宙資源イノベーションセンター(ESRIC)」だ。同センターは基礎研究とビジネスの橋渡し役を担っており、研究開発やナレッジマネジメント、インキュベーション、専門家が集まり意見を交換するコミュニティの運営を事業の柱としている。それでは、そのESRICが注目する宇宙資源とは何なのか？ シニア・リサーチ&テクノロジー・アソシエイトを務めるデニス・ハリーズは、「月面の水に含まれる水素には、金のような価値があります」と語る。「[月面に水](#)は確実に存在しています。どのくらいの量の水が存在しているのかを知ることが現在の研究の焦点です」。将来的には、水を分解して得た水素を宇宙船の燃料として活用する構想もあるという。もちろん、水素に注目しているのはルクセンブルクだけではない。NASAは09年に探査機「LCROSS(エルクロス)」を月面の南極のクレーターに衝突させる実験を実施し、得られたデータから水の痕跡を検出し、22年12月に月の表面の氷を探す超小型探査機「ルナー・フラッシュライト」を[打ち上げた](#)。続く23年後半には探査機「[VIPER](#)」を月面に送り、水の分布を調査する予定だ。日本の宇宙航空研究開発機構(JAXA)とインド宇宙研究機関(ISRO)は共同で探査機を24年度以降に月面に送り、水の量と質を調査する「[月極域探査ミッション\(LUPEX\)](#)」を計画している。ただし、ESRICは月面の水の代替として、小惑星で採取される水にも目を向けている。その理由をハリーズは、JAXAの小惑星探査機「[はやぶさ2](#)」が小惑星「リュウグウ」から持ち帰ったサンプルに液体の状態の水が含まれていたことを例に挙げて説明した。サンプルからの水の検出は、リュウグウの母天体に豊富な水があったことを意味するからだ。



欧州宇宙資源イノベーションセンター シニア・リサーチ&テクノロジー・アソシエイト デニス・ハリーズ。
PHOTOGRAPH BY ESRIC

Maana Electricによる「LunaBox」コンセプト図。IMAGE BY MAANA ELECTRIC

月でものづくりをするために

水に関する研究のほかにも、ESRIC はバリューチェーンから探査、採掘、資源の抽出、製造など、幅広い領域の研究を手がけている。そのなかでも、特に注力しているのが資源の抽出だ。ESRIC にパートナーとして参画する欧州宇宙機関（ESA）とともに、月の砂から酸素を抽出する装置を開発し、試験を実施している。

「月面で必要なものをつくれるようになれば、それは本当に大きなパラダイムシフトとなるでしょう」と、ゼレスは語る。「最初は水資源にフォーカスしますが、わたしたちのビジョンは壮大です。資源から別の素材を生成したり、変換したりすることもできると考えています」

企業も宇宙資源利用にはポジティブな反応を示しているという。例えば、フランスの産業ガスメーカーのエア・リキードは、ESRIC と ESA が月の砂から抽出した酸素を宇宙飛行士の生命維持や宇宙機の燃料として活用する研究を進めている。また、航空宇宙企業のエアバスは、酸素の生成に加え、月の砂と使わなくなった金属から原料を生産する研究に取り組んでいるという。将来的には月面で 3D プリンタを用いて、生産した原料からロケットのエンジンなどを製造できるのではないかと期待されている。

宇宙と地球の両方で応用可能な技術

ただし、こうした企業が宇宙資源ビジネスに参入するうえで障壁となるのは、長期的な投資が必要になることだ。そこで LSA は、企業に長期計画と短期計画を並行して進めるよう推奨しているという。例えば、ルクセンブルクに事業拠点を置く米国の推進システムメーカーの Bradford Space は、水を燃料とする小型衛星用の推進機を開発した。水推進機は環境負荷を減らすだけでなく、コスト削減や衛星を小型化できるというメリットもある。将来、宇宙空間で水が発見されれば、地上に戻らずとも燃料を補給できるようになる。ルクセンブルクのスタートアップの Maana Electric は、砂漠や月の砂からシリコンを抽出し、太陽光電池パネルを製造する技術を開発した。月面での発電手段としてはもちろん、地上においても太陽光電池パネルの生産コスト削減に貢献することが期待されている。この技術を応用した設備「LunaBox」を月面に建設を目指しているところだ。「実際に宇宙資源を使えるようになるまでには、何年もかかるでしょう。しかし、その間に開発されたテクノロジーを地球で活用できるのではないかと考えています」と、ゼレスは語る。資源が限られている宇宙では、あらゆる素材の持続可能な利用方法を考えなければならない。このプロセスから学ぶことで、人類は地球環境にやさしいテクノロジーを獲得していけるかもしれないのだ。こうした技術革新の場を求めて、世界の企業がルクセンブルクに集まる。異彩を放っていた宇宙政策は、人々や企業に前向きに受け入れられ新しい産業の基盤になったのだ。

(Edit by Asuka Kawanabe)

<https://www.gizmodo.jp/2023/01/3-mannequins-aboard-the-orion-spacecraft.html>

オリオン宇宙船に乗っていた 3 体のマネキンを回収→分析へ

2023.01.28 21:00 George Dvorsky - Gizmodo US [\[原文\]](#) (たもり)



輸送用ケースに入れられたムーニキン・カンポス船長 Photo: NASA / Cory Huston

2023 年 1 月 6 日、ケネディ宇宙センターのマルチペイロード・プロセッシング施設内でオリオンの中の荷物を取り出している技術者 Photo: NASA

アルテミス 1 計画から帰還した、ムーニキン・カンポス船長とその他のアイテムたち Photo: NASA / Cory Huston

アルテミス 1 ミッションで打ち上げられた NASA の宇宙船オリオンは無人だったものの、3 体のマネキン人形が搭乗していました。深宇宙が人体に及ぼす影響や、オリオンと放射線防護ベストの人体を守る能力を確かめるため、船内から回収された後は詳しく分析されることになっています。

オリオンは 25 日間に及ぶ月周回の旅を経て、現地時間の 12 月 11 日に太平洋に[着水](#)。NASA の新型ロケットスペース・ローンチ・システム (SLS) とオリオンをお披露目したアルテミス 1 実証ミッションは、[大成功](#)を収めました。このミッションが、今度は宇宙飛行士を乗せて同じ旅路を繰り返すアルテミス 2 の土台となります。

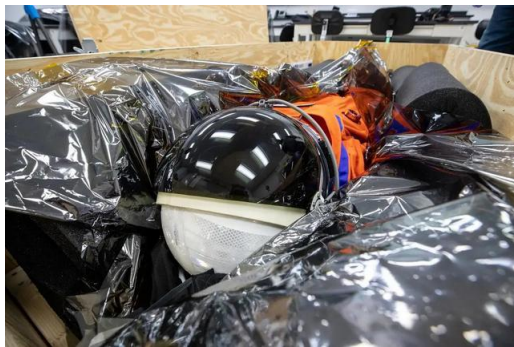
フライト後の点検

12 月 30 日に米フロリダ州のケネディ宇宙センターに[到着](#)したオリオンは、NASA のマルチペイロード・プロセッシング施設でフライト後の検査を受けています。NASA の技術者らは外部のアビオニクスを取り外し、宇宙船の窓とバックシェルパネルを点検し、宇宙船内から空気サンプルを採取。それからハッチを開け、計 140 万マイル (約 220 万 km) を移動した歴史的な月周回の旅を乗り切った 3 体のマネキン人形も取り出しました。

帰還したペイロード

アポロ 13 のエンジニアだったアルトゥーロ・カンポス氏にちなんで命名されたムーニキン・カンポス (Moonikin Campos) 船長は [1 月 10 日](#)、輸送用ケースに詰められました。

宇宙放射線、振動、加速度を記録



ムーニキン・カンポス船長をヒューストンにある NASA ジョンソン宇宙センターへの移動に向けて固定する、Lockheed Martin 社のオリオンペイロード&貨物マネジャー Joe Leblanc 氏 Photo: NASA / Cory Huston

カンポス船長はアルテミス 1 で実際のオリオン船内宇宙服を着用 Photo: NASA / Cory Huston

オリオンから回収されたマネキンのヘルガとゾーハ Photo: NASA / Cory Huston

このマネキンはアルテミス計画の実際の船内宇宙服を着ていて、宇宙放射線のレベルを測定するセンサーと共に送り出されたのでした。カンポス船長の座席とヘッドレストの後ろに設置された加速度センサーが、11 月 16 日にケネディ宇宙センターの発射台から SLS が飛び立ったときの振動と重力負荷を測定。その同じセンサーは、オリオンが月から戻ってきて時速 2 万 4600 マイル (3 万 9590km) に達する速度で大気圏に再突入した際にも似たような負荷を記録しています。

次の目的地はジョンソン宇宙センター

カンポス船長は現在、ヒューストンにある NASA ジョンソン宇宙センターに向かっています。そこでの分析によって、オリオンが深宇宙環境へ行く同様のミッションにおいて、人体をどの程度守れるのかが見極められます。

ヘルガとゾーハ

胴体部分のマネキンであるヘルガ (Helga) とゾーハ (Zohar) は、1 月 11 日に[オリオン](#)から取り出されました。共に女性の体形を模しているのは、[女性](#)の方が宇宙放射線の[有害な影響](#)に悩まされるリスクが大きいと思われるためです。

宇宙にある危険を測定



胴体部分のマネキン 2 体と放射線防護ベスト「Astrorad」 Photo: NASA / Kim Shiflett

放射線防護ベスト「Astrorad」を着用した Zohar Photo: NASA / Kim Shiflett

アルテミス 1 についていった無重力インジケータースヌーピー Photo: NASA

オリオンは最大で地球から 26 万 8554 マイル（約 43 万 2194km）離れた地点を飛び、有人向け宇宙船の最遠距離を更新しました。地球の磁気圏からは遠く、放射線被ばくという点では宇宙飛行士たちにとって危険な場所です。今後の有人ミッションに備えるため、Helga と Zohar はドイツ航空宇宙センター（DLR）やイスラエルの企業 StemRad などとの共同実験（[Matroshka AstroRad Radiation Experiment](#)、MARE）に用いられたのでした。

放射線防護ベスト Astrorad

どちらのマネキンにも放射線検出器を搭載し、Helga は比較対照として防護のない状態で、一方 Zohar は Astrorad という放射線防護ベストを身に着けて深宇宙へ送られました。NASA は放射線検出器を回収し、胴体部分のマネキン 2 体をさらなる分析のため DL

スヌーピーもお忘れなく

無重力インジケータースヌーピーも乗船していました。オリオンの船内宇宙服を着たぬいぐるみは、アルテミス 1 ミッションではクルーキャビンの中において Campos 船長のそばで漂っている姿が確認されていましたね。「NASA はスヌーピーとの関係をアポロ時代から維持してきました。このキャラクターは NASA の有人宇宙飛行ミッションの興奮に貢献し、大きな夢を抱くよう何世代も触発し、NASA の安全文化とミッション成功のシンボルでもあります」と [NASA](#) は述べていました。

[臨場感がすごい！ 月を周回して帰還したアルテミス 1 のハイライト映像](#)

[NASA は今週、スペース・ローンチ・システム（SLS）ロケット打ち上げの瞬間から同宇宙船がパラシュートで降下するまでを 24 分間にまとめた、25.5 日間に及ぶミッ...](#)

<https://www.gizmodo.jp/2022/12/nasa-artemis-1-moon-lunar-mission.html>



Source: NASA(1, 2), [BioOne](#), [National Library of Medicine](#), [Flickr](#)

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20230203-2582531/>

JAXA の「だいち 3 号」はココに注目！ 地上分解能だけではない様々な強化点

掲載日 2023/02/03 07:00 著者：大塚実

目次 [1 地上分解能は初代から 3 倍に強化](#)

[2 南海トラフ地震を想定した新機能 防衛省による相乗りミッションも](#)

宇宙航空研究開発機構(JAXA)は 2 月 1 日、H3 ロケット初号機に搭載される地球観測衛星「だいち 3 号」(ALOS-3)に関する記者説明会を開催した。2006 年に打ち上げた初代「だいち」(ALOS)の後継機で、観測能力を大幅に強化。防災・災害対策などへの活用が期待されている。2 月 13 日に、種子島宇宙センターから打ち上げられる予

定だ。



地球観測衛星「だいち3号」(ALOS-3)のイメージCG (C)JAXA

地上分解能は初代から3倍に強化

衛星による地球観測の手法としては、主に光学と電波(レーダー)の2種類が存在する。光学観測は地上分解能に優れるが、夜間や悪天候時には撮影できないという弱点がある。一方レーダー衛星はその逆のため、組み合わせて利用することでお互いを補完できる。ALOSシリーズは、初代が光学/レーダー、2号機がレーダーという構成だった。

JAXA 「だいち」シリーズの系譜

「だいち」シリーズ衛星は、光学・電波(レーダ)の手段を用いて、地震、豪雨による水害・土砂災害、森林火災、火山噴火などのさまざまな災害の監視や状況把握、地理空間情報の整備・更新、森林分布の把握や地殻変動の解析などへの貢献を目的とした地球観測衛星です。

- ◆2006年打上げの初代「だいち」は光学センサ・レーダセンサの両方を搭載し、2011年の運用終了まで災害監視、地図作成などの分野に広く活用されました。
- ◆2014年打上げの「だいち2号」は、「だいち」のレーダミッションを引き継ぐ衛星です。レーダセンサは昼夜・天候の影響を受けずに観測できますがデータ処理や画像の解析・分析に高度な専門性を要します。
- ◆「だいち3号」は「だいち」の光学ミッションを引き継ぐ衛星です。可視光・近赤外線で地表面の高分解能画像(白黒0.8m, カラー3.2m)を取得します。夜間や悪天候時の観測はできませんが、人間の目と同じように画像から直観的に情報が得られる点が特徴です。

「だいち」2006~2011
光学センサ・レーダセンサ搭載

「だいち2号」運用中
レーダセンサ搭載

「だいち3号」
光学センサ搭載

「だいち4号」開発中
レーダセンサ搭載

(C)JAXA

ALOSシリーズは、これまで2機が打ち上げ済み。4号機も開発中だ (C)JAXA

初代は東日本大震災でも活用された後、2011年に運用が終了。それ以来、ALOSシリーズによる光学観測は長らく空白期間があったものの、このだいち3号は、それを12年ぶりに引き継ぐ衛星となる。

参考:[初代だいちが東日本大震災の発生翌日、現地の緊急観測を行った](#)

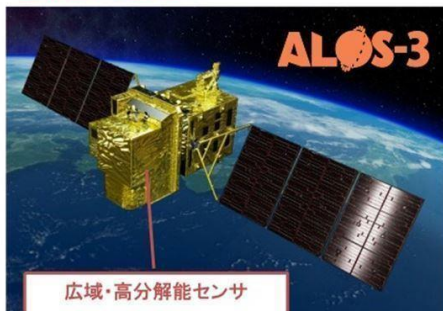
だいち3号は、防災・災害対策、地理空間情報の整備・更新などを目的としている。初代からは、様々な点が強化されているが、最大の特徴は、地上分解能が2.5m→0.8m(直下)と、3倍以上に向上したことだ。この性能向上により、たとえば自動車だと1台1台まで識別できるようになると期待される。

JAXA 「だいち3号」概要

「だいち3号」は、「防災・災害対策など安全・安心な社会への貢献」、「地理空間情報の整備・更新」などを目的としています。「だいち」の広い観測幅(直下70km)は維持しつつ、地上分解能を3倍以上(直下2.5m→0.8m)向上させているのが最大の特徴で、センサ性能の実現にあたってはこれまでに日本が培ってきた大型光学系や高性能検出器の製造技術が最大限活用されています。

現在、衛星は種子島宇宙センターに搬入され、打上げに向けた最終点検作業中です。

■軌道上想定図



広域・高分解能センサ

広い視野と高い地上分解能を両立させた光学センサで、地上の様子を広く詳細に観測

■地上分解能の向上



約3倍の向上

「だいち」2.5m分解能画像

「だいち3号」0.8m分解能画像
(シミュレーション画像)

上記画像は、パンクロマチック(白黒)画像とマルチスペクトル(カラー)画像を合成した高分解能カラー画像(パンシャープ画像)。

(C)JAXA

地上分解能が0.8mになると、自動車まで見分けられるようになる (C)JAXA

地上分解能と同時に、観測性能の重要な指標となるのが観測幅である。だいち3号の光学センサーの特徴は、高い地上分解能と広い観測幅を両立していることだ。地上分解能だけを見れば、すでに商業観測衛星では0.3m程度も実現しているが、デジカメのズームをイメージすると分かるように、観測幅はその分、狭くなることが多い。マーケティング用途などであれば地上分解能は高いほど良いのだが、だいち3号のように防災・災害対策などを考えるのであれば、広い観測幅も非常に重要。特に日本では、南海トラフでの巨大地震が警戒されているところだ。そのため、だいち3号では、地上分解能を向上させつつ、観測幅は初代と同じ70kmを維持した。地上分解能を高くし、観測幅も広くできれば理想的であるが、光学機器の技術的に難しく、またデータ量も膨大になってしまい、地上に降ろすのが大変だという問題もある。JAXAの匂坂雅一プロジェクトマネージャは、だいち3号の地上分解能と観測幅について、「バランスを取った結果」だと説明する。



JAXAの匂坂雅一プロジェクトマネージャ

だいち3号の実機。センサー開口部には黒いカバーが張られている (C)JAXA

ユーザーとなる内閣府や消防庁等に検討してもらったところ、「建物の倒壊状況や道路の通行状況を見るためには、1m以下の地上分解能が必要との要望があった」という。一方、観測幅については「水害だと30~50km、地震だと40~70kmが必要」とのことで、こうしたニーズに基づき、衛星を設計したそうだ。

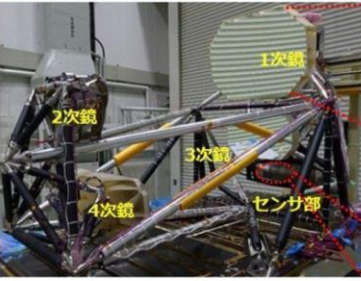
南海トラフ地震を想定した新機能

だいち3号の重量は約3トン。太陽電池パドル展開時には、5.0m×16.5m×3.6mという大きさになる。この上

半分に光学センサーを搭載しており、4枚鏡の光学系によって、長焦点距離を実現しつつ、コンパクト化も達成した(初代は3枚鏡だった)。なお衛星の開発では、三菱電機がプライムメーカーとして、設計と製造を担当している。

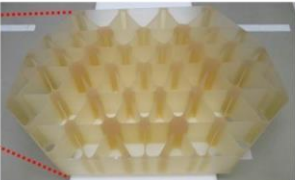
JAXA ミッションを支える技術 ~光学センサ~

サブメートル級の高分解能と「だいち」と同等の広視野を両立させるには、光学系の大型化と検出器の高精細化・高感度化が必要です。その為、国内メーカー各社の技術を結集した新たな光学センサを開発しました。

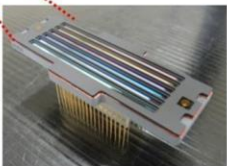


1次鏡
2次鏡
3次鏡
4次鏡
センサ部

4枚鏡光学系の採用
〔長焦点距離を実現しつつ搭載サイズの低減
パンクロマチック及びマルチスペクトルの一体化〕



ガラスセラミックス製大型ミラーの採用
〔軽量化：80%の質量を除去
高精度鏡面研磨〕



TDI型検出器の採用
〔高精細化・高感度化
を達成〕

(C)JAXA



だいち3号の光学系は反射式。ミラーは肉抜きにより80%軽くしている (C)JAXA

ストリップマップモードでは、FAXのように地上をスキャンする (C)JAXA

地表の撮影方法であるが、だいち3号には5つの観測モードが用意されている。平時での基本的な撮影方法となるのが「ストリップマップ」観測モード。だいち3号の光学センサーは、デジカメのように「面」で撮影するのではなく、「線」で観測する。衛星は南北に飛行しているので、直下に向けていけば、長いエリアを撮影できるというわけだ。注目したいのは、新たに搭載された「方向変更」観測モードである。日本の国土は、東側は南北に長いので、ストリップマップでの観測に適しているのだが、西側は東西に向いており、そのままでは何周も観測する必要がある。南海トラフの地震で心配されているのは、まさにこの西側のエリアだ。

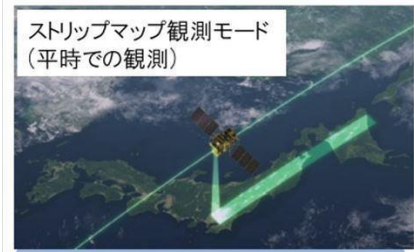
このモードは、衛星の姿勢を連続的に制御することで、西日本の沿岸域であっても、一気に1,000kmほど撮影することが可能になっている。端の方は斜めからの撮影になるため、地上分解能は2~3m程度まで劣化するものの、災害の発生直後に全体の状況を把握できるというのは、非常に大きなメリットだと言えるだろう。



方向変更観測モードでは、衛星の姿勢をダイナミックに制御する (C)JAXA

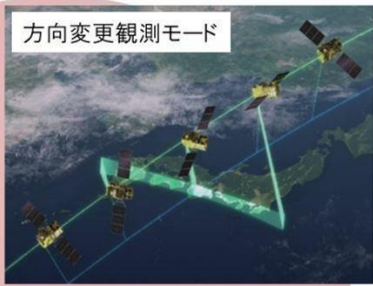
このモードでは、短時間で衛星の姿勢を大きく変化させるため、姿勢制御系には大きなトルクが求められる。3軸姿勢制御に使われるリアクションホイールは、冗長も含めて一般的には4台搭載されることが多いのだが、大型のリアクションホイールでもトルクが足りなかったそうで、だいち3号には合計7台も搭載されている。

JAXA 様々な観測モード



ストリップマップ観測モード
(平時での観測)

平時は、衛星直下の地表面の観測を継続して行います。1日あたり、最大、日本全面積の約11倍のエリアを観測できます。また、同一地点を異なる2方向から観測する立体視も可能です。

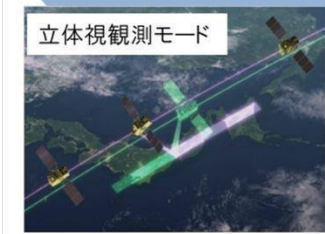


方向変更観測モード

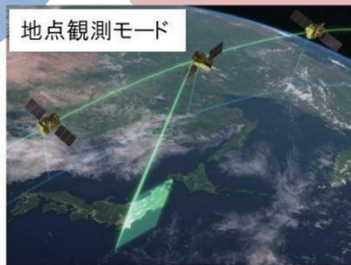
災害発生時には、衛星直下とは異なる方向に衛星の向きを連続的に変化させ、災害発生エリアに沿った観測が可能となる「方向変更観測モード」を有します。

その他、衛星直下に対し任意の方向60°までの姿勢変更が可能な地点観測モードなどにより、国内は発災後24時間以内の観測が可能で、被害状況把握に迅速に対応します。

*悪天候では観測ができない他、姿勢変更によって地上分解能が低下するなどの制約があります。



立体視観測モード



地点観測モード



広域観測モード

(C)JAXA

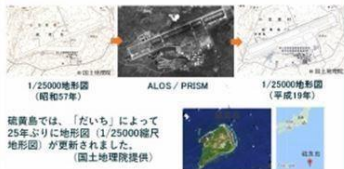
だいち3号の観測モード。立体視観測、地点観測、広域観測などもある (C)JAXA

そのほか、観測波長帯も拡大。初代は青、緑、赤、近赤外の4バンドだったが、だいち3号では新たに、コースタルとレッドエッジの2バンドが追加された。コースタルは青より少し波長が短い光で、水中で減衰しにくく、沿岸域の観測に適している。レッドエッジは赤と近赤外の間であり、植物の健康状態の把握などに活用できる。

JAXA 観測データの利用分野 ~活用例(想定)~

地図情報の整備・更新

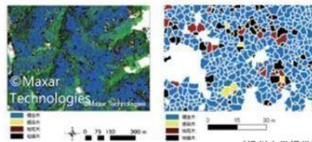
国土地理院が作成している電子国土基本図の地図情報レベル25000(都市計画区域外)の更新に、航空機による写真測量を補完するものとして活用されます。特に離島では航空機による写真測量が困難な場合もあり、衛星画像には大きな期待が寄せられています。



破産島では、「だいち」によって25年ぶりに地形図(1/25000地形図)が更新されました。(国土地理院提供)

林業分野での活用(害虫被害)

全国で被害が報告されている、マツ枯れの被害状況を衛星データで高精度に把握する研究を信州大学とすすめています。シミュレーションデータを用いた研究成果に基づき、感染拡大防止策(早期伐倒、燻蒸など)を講じたところ、翌年以降、感染木の減少などの効果を確認しました。



被害木の分類結果

(信州大学提供)

水産分野での活用(藻場)

魚など水産生物の生息場である藻場の分布は、高水温や植食生物(ウニ、アイゴ、ブダイなど)による摂餌、台風による攪乱などで全国的に減少(磯焼け)しており、漁業関係者が中心となって対策を実施しています。

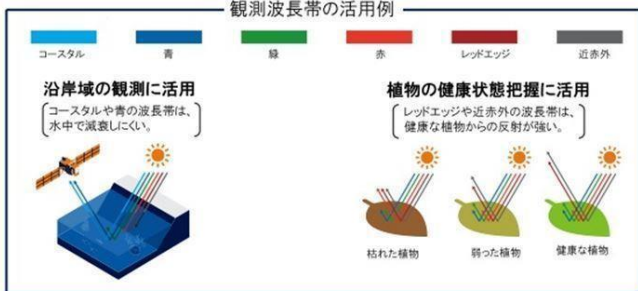
「だいち3号」のデータを用いれば、藻場を広域かつ定期的にモニタリング可能で、藻場の変化や磯焼け対策の効果を確認できると期待されます。



大分県佐伯市名護屋湾

(水産技術研究所提供)

観測波長帯の活用例



(C)JAXA

観測データは、林業や水産など、様々な分野での活用が期待できる (C)JAXA

だいち3号は観測幅を維持したまま、地上分解能を高めたため、データ量が大幅に増加している。これに対応するため、光衛星間通信を活用。地上局との直接伝送だと、通信時間は1パスあたり10分程度に限られるが、静

止軌道上にある「光データ中継衛星」を使えば、通信時間をもっと長くすることができる。

初代もデータ中継技術衛星「こだま」を利用していたが、光データ中継衛星はレーザー光による高速通信が可能になり、通信速度は 1.8Gbps と、初代での約 6.5 倍まで向上した。また、新たに Ka バンドのアンテナも用意。これにより、直接伝送でも同じ 1.8Gbps という高速通信を実現している。

JAXA ミッションを支える技術 ~光衛星間通信システム~

「だいち3号」の観測データの一部は、レーザー光を用いて静止軌道上(赤道上空36,000km)の光データ中継衛星(2020年11月打上げ)に送られ、電波で地上へと中継されます。衛星間の伝送速度は278Mbpsから1.8Gbpsと、「だいち2号」当時から約6倍の高速化を達成しています。

The diagram on the left shows the data flow: 'だいち3号' (Daichi-3) sends 'レーザー光' (Laser light) to '光データ中継衛星' (Optical data relay satellite), which then transmits '電波' (Radio waves) to 'JAXA地上局' (JAXA ground station). The photo on the right shows the '光衛星間通信機器光学部 (衛星外部搭載機器)' (Optical part of the satellite-to-satellite communication instrument, external satellite equipment). Labels include 'レーザー放射・受光口' (Laser emission/reception port) and '衛星進行方向' (Satellite travel direction).

(C) JAXA

光衛星間通信システムも活用し、大量のデータを地表に送信する (C)JAXA

だいち 3号は打ち上げ後、約3カ月の初期機能確認、さらに約3カ月の初期校正検証を経て、定常観測運用を開始する計画。句坂プロマネは、「データをちゃんと提供できることがなにより大事。なるべく早く衛星を打ち上げてもらって、画像を出せるように、全身全霊で頑張っていきたい」と意気込みを述べた。

JAXA 打上げ後の主要スケジュール

打上げ 「だいち3号」は、打上げ約17分後にロケットから分離され、軌道高度669km、軌道傾斜角98.1degの太陽同期準回帰軌道に投入されます。

クリティカル運用 衛星分離後、太陽電池パドルの展開、衛星姿勢の確立、展開構造物(アンテナなど)の展開を実施します。
打上げ～約24時間

初期機能確認運用 衛星システムが所定の機能・性能を有することの確認、観測軌道への軌道修正やミッション機器の機能確認を実施します。
約1日後～約3ヶ月後

初期校正検証運用 観測センサが取得する画像の品質が仕様を満足するようデータ補正パラメータの調整作業を実施します。
約3ヶ月後～約6ヶ月後

定常観測運用 株式会社パスコからユーザーへのデータ一般配布を開始します。
約6ヶ月後～

初期段階 | 定常段階 | データ配布開始(打上げ約6か月後目標)

(C) JAXA

だいち 3号の運用計画。打ち上げの半年後からデータの配布を開始する (C)JAXA

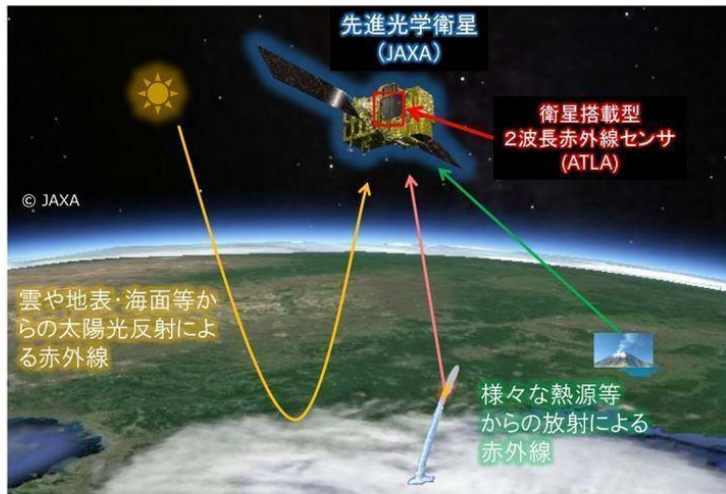
防衛省による相乗りミッションも

なお、だいち 3号には、相乗りミッションとして、防衛省の衛星搭載型2波長赤外線センサーも搭載される。このセンサーは実験的に搭載するもので、だいち 3号の光学センサーの隣に設置。赤外線によって、地表を静止画

と動画で撮影することが可能だ。防衛省として、宇宙空間での実証研究はこれが初めてだという。

衛星搭載型2波長赤外線センサによる観測のイメージ

- ・ 2波長赤外線センサ(QDIP※)を、低軌道で周回する先進光学衛星に実験的に相乗り搭載し、宇宙空間で実証。
- ・ データ収集を行い、弾道ミサイルの発射探知や情報収集・警戒監視機能への適用可能性について検討。



※ QDIP: Quantum Dot Infrared Photodetector (量子ドット型赤外線検知素子)

(C)防衛装備庁

衛星搭載型 2 波長赤外線センサーによる観測のイメージ (C)防衛装備庁

赤外線は、弾道ミサイルの発射探知などに利用できる。ただ、防衛装備庁 技術戦略部 技術戦略課長の藤井圭介氏は、「今回のセンサーはあくまで研究用。地上で実証していたものが宇宙でもちゃんと使えるのか調べることが目的」と強調。「自衛隊の運用に直接寄与するわけではない」と説明した。



防衛装備庁 技術戦略部 技術戦略課長の藤井圭介氏

衛星搭載型2波長赤外線センサの概要

- ・ 遠赤外域と中赤外域を1つのセンサで検出可能
- ・ 2つの赤外線波長域の特性の違いを利用した高い識別能力
- ・ 宇宙用として実績のある赤外線波長域のMCT光学センサを比較・評価用として併せて搭載



※ MCT: Mercury Cadmium Telluride (水銀カドミウムテルル合金)

(C)防衛装備庁

センサーの概要と防衛省が開発した QDIP(量子ドット型赤外線検知素子)光学センサーは、遠赤外と中赤外という2つの波長を検出。この特性の違いにより、高い識別能力を実現しているという。今回、宇宙空間で実証する

ため、これを衛星搭載用に改修。比較用として、宇宙で実績のある MCT(水銀カドミウムテルル合金)光学センサーも搭載した。外観。内部に2つのセンサーを搭載する (C)防衛装備庁

近年、北朝鮮による弾道ミサイルの発射が相次いでいる。今回の実証は、将来の早期警戒衛星の保有を視野に入れたものと見られるが、「どういうデータが取れるのかまだ分からない。成果をしっかりと見極め、技術的に評価した上で考えることになる」とし、今後の具体的な見通しについては言及を避けた。

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20230204-2583323/>

宇宙飛行に革命を！ NASA が「回転デトネーション・エンジン」の試験に成功

掲載日 2023/02/04 08:00 著者：鳥嶋真也

目次 [回転デトネーション・エンジン](#) [NASA の回転デトネーション・ロケットエンジンの燃焼試験](#)

米国航空宇宙局(NASA)は 2023 年 1 月 26 日、従来のロケットエンジンとは異なる仕組みで動く「回転デトネーション・ロケットエンジン」の燃焼試験に成功したと発表した。

このエンジンは「デトネーション(爆轟)」と呼ばれる超音速燃焼現象を使用して推力を生み出すという仕組みで、従来のロケットエンジンより少ない推進剤でより多くのエネルギーを生み出すことができ、月や火星などの深宇宙への有人飛行や探査機の飛行に大いに役立つ可能性を秘めている。



NASA が実施した回転デトネーション・ロケットエンジンの試験の様子 (C) NASA

NASA が実施した回転デトネーション・ロケットエンジンの試験の様子 (C) NASA

回転デトネーション・エンジン

従来のロケットエンジンは、燃料と酸化剤からなる推進剤を「燃焼」させ、生成された高温高压のガスを噴射することで飛行する。そのエネルギーは、私たちの感覚からするとものすごいものの、実際には燃焼という化学反応は比較的反応速度が遅く、放出エネルギーも小さい。また、現代のロケットの性能は理論的な限界に近いところにまで達しており、これ以上性能を上げることは難しい。そこで研究されているのが、「デトネーション(爆轟)」という現象を使ったエンジンである。デトネーションとは燃焼が衝撃波を伴いながら音速以上で伝播していく現象のことで、言葉こそ聞き慣れないものの、発破作業で使われるダイナマイトを点火したときに見られるほか、2020年に起きたレバノン・ベイルートの爆発事故でも見られた現象でもある。

通常の燃焼では、燃焼したガスが膨張すると、燃え切っていない未燃ガスはそのまま外側へ押し出される。しかしデトネーションは、火炎面の伝播が超音速で進むため未燃ガスは外へ逃げず、さらに火炎面が達したときに未燃ガスが急激に圧縮され、温度と圧力が瞬時に上昇する。これにより莫大なエネルギーを発揮できる。

ただ、このデトネーションをエンジンとして、つまり安全、安定的に推進力を生み出す機械として使うには、エンジンの構造などを工夫しなければならない。そのため、原理自体は古くから知られているものの、実用化された例はない。現在、この現象を用いたエンジンとして開発されているのは、「パルス・デトネーション・エンジン(PDE)」と「回転デトネーション・エンジン(RDE)」の主に2つである。

PDE は、細長い燃焼器内で間欠的にデトネーションを伝播させ、生成されたガスを噴射することで推進力を得

る。一度ガスが噴射されると、ふたたび燃焼器内でデトネーションを起こし、さらにそれを繰り返す必要もあり、このため間欠的、つまり息継ぎをするような瞬間が生まれる。また、長いパイプ状の燃焼器が必要であることから、ロケットや宇宙機の設計に制約も生まれる。一方 RDE は、円筒形の燃焼器の中で、デトネーション衝撃波が円を描くように進むという仕組みをしている。これにより、新たに送り込まれる推進剤に連続的に点火し、デトネーションを起こし、そして連続的に推力を発生させることが可能になる。また、PDE よりエンジンをコンパクトにできるという利点もある。ただ、円形の燃焼器内でデトネーション衝撃波がどのように旋回しているのかを見るのが難しく、計測やシミュレーションなどの研究が困難という課題もある。

PDE と RDE の両方に共通する利点として、大気を取り込んでジェットエンジンとして動かしたり、酸化剤(液体酸素)を送り込んでロケットエンジンとして動かしたりできるため、単一のエンジンで地上から宇宙まで飛行できるということがある。さらに、機体が静止している状態から稼働できるため、ラムジェットエンジンやスクラムジェットエンジンのように、起動のためにあらかじめ別のエンジンで加速させる必要もない。

そしてなにより魅力的なのは、RDE が実用化できれば、理論上は従来のロケットエンジンより効率が 25% も向上すると考えられている点であり、従来のロケットエンジンより少ない推進剤でより多くのエネルギーを生み出すことができ、月や火星などの深宇宙への有人飛行や探査機の飛行に大いに役立つ可能性を秘めている。

NASA の回転デトネーション・ロケットエンジンの燃焼試験

こうした中、NASA は「ゲーム・チェンジング技術プログラム」という技術開発計画において、かねてより回転デトネーションを用いたロケットエンジン(RDRE)の研究を行ってきた。そしてマーシャル宇宙飛行センターと、インディアナ州にある民間企業 IN Space が共同で、RDRE の試験用エンジンを開発。燃焼試験が行われた。

このエンジンの素材には、NASA が開発した銅合金「GRCop-42」が用いられ、製造には 3D プリンターや従来にはない設計プロセスが用いられている。そして 2022 年、マーシャル宇宙飛行センターにおいて燃焼試験を実施。十数回にわたり試験を繰り返し、最大推力は約 17.8kN、累計の燃焼時間は約 10 分に達したという。

また、推力を小さくしたり大きくしたりするスロットリング技術や、エンジン内部で点火して燃焼させるプロセスなど、実際にロケットや宇宙機に組み込んで動かす際に必要となる技術の実証も行われた。

試験の成功を受け、NASA は「将来的に、実際のロケットや宇宙船でこの技術を使用できる可能性が見えてきました。実用化できれば、これまでより大きな質量、多くの物資を深宇宙に運ぶことができるようになり、宇宙探査をより持続可能なものにすることができるでしょう」とコメントしている。

NASA では今後、推力 44.5kN(1 万 lbf)級で、再使用も可能な RDRE を開発することを計画しており、従来の液体ロケットエンジンと比較するなどし、技術を磨いていきたいとしている。

デトネーション・エンジンの開発は世界中で行われており、NASA のほか米国の大学、ロシアや中国でも行われている。日本でも活発であり、2021 年 7 月には宇宙航空研究開発機構(JAXA)が、推力 500N 級の深宇宙探査用デトネーション・エンジンで宇宙を飛行する実証実験に世界で初めて成功した。

また、日本のベンチャー企業「PD エアロスペース」はデトネーション・エンジンを使用した宇宙往還機の開発を行っており、昨年 4 月にはジェットエンジンとロケットエンジンを切り替え可能な RDE の実証実験に世界で初めて成功している。

参考文献 ・ [NASA Validates Revolutionary Propulsion Design for Deep Space Missions | NASA](#)

・ [観測ロケット S-520-31 号機による深宇宙探査用デトネーションエンジン宇宙実証実験に成功 | 宇宙科学研究所](#)

鳥嶋真也 とりしましんや

<https://sorae.info/astromy/20230203-koyomi.html>

国立天文台が「2024 年の暦要項 (れきようこう)」を発表 2023-02-03 [sorae 編集部](#)



【▲ 2017 年 1 月に撮影された満月 (Credit: 国立天文台/長山省吾)】

国立天文台は 2023 年 2 月 1 日、日々の暮らしに欠かせない暦と関わりの深い 2024 年 (令和 6 年) の「暦要項 (れきようこう)」を発表しました。毎年 2 月最初の官報に掲載される暦要項は日本における公式な暦と言えるもので、翌年の国民の祝日や日曜日の一覧、二十四節気および雑節、朔弦望 (月齢)、東京における日の出と日の入の時刻、日食や月食が見られる日時が記載されています。

■暦要項には祝日、月齢、日食や月食のタイミングなどを記載

国民の祝日がいづになるのかは「国民の祝日に関する法律」によってほとんどが定められていますが、太陽の位置をもとに定められる「春分の日」と「秋分の日」については前年の暦要項で発表されることになっています。今回発表された暦要項によると、2024 年の春分の日は 3 月 20 日 (水)、秋分の日は 9 月 22 日 (日) です。秋分の日が日曜日なので、翌 9 月 23 日 (月) が振替休日となります。同様に、2024 年は建国記念の日 (2 月 11 日)、こどもの日 (5 月 5 日)、山の日 (8 月 11 日)、文化の日 (11 月 3 日) が日曜日なので、それぞれ翌日が振替休日になります。ちなみに 2023 年の振替休日は 1 月 2 日のみ、2022 年は振替休日が 1 日もありませんでした。sorae としては日食や月食の情報が気になる場所ですが、2024 年に起きる 2 回の日食と 1 回の月食はすべて日本から見ることはできません。4 月 9 日の皆既日食は太平洋～北米大陸～北大西洋にかけての地域、10 月 3 日の金環日食は太平洋～南米南部～南大西洋にかけての地域で、それぞれ見ることができます。また、9 月 18 日の部分月食は日本が昼の時間帯 (日本時間 9 時 39 分～13 時 49 分) に起きるため、北米・南米・欧州・アフリカなどで見ることができます。

■2023 年に見られる日食・月食は？

ちなみに、今年 2023 年の暦要項は 1 年前の 2022 年 2 月 1 日に発表されています。それによると、今年起きる 2 回の日食のうち、日本では 2023 年 4 月 20 日 (木) の金環皆既日食 (※金環日食と皆既日食がどちらも観測される日食) を部分日食として見ることができます。

関連: [国立天文台から 2023 年の「暦要項 \(れきようこう\)」が発表される](#) (2023 年 2 月 5 日)

国立天文台によると、部分日食が見られるのは九州地方南部・四国地方南部・近畿地方南部～関東地方南部にかけての地域や、南西諸島・伊豆諸島・小笠原諸島といった島嶼部です。なお、2023 年 10 月 15 日 (日) にも金環日食が起きますが、見られるのは北米から南米にかけての地域となります。また、2023 年 10 月 29 日 (日) には月が少しだけ欠けて見える部分月食が起きますが、こちらは日本全国で見ることができるようです。国立天文台によると食の始まりは 4 時 34 分頃、食の最大 (食分 0.128) は 5 時 14 分頃、食の終わりののは 5 時 53 分頃で、小笠原諸島などでは月が欠けたまま沈む月入帯食 (げつにゆうたいしょく) になるということです。

Source Image Credit: 国立天文台 [国立天文台](#) - 令和 6 (2024) 年暦要項の発表 文/sorae 編集部

<https://www.cnn.co.jp/fringe/35199411.html>

緑色の彗星、5 万年ぶり夜空に出現 石器時代以来の最接近

2023.02.01 Wed posted at 12:01 JST



緑色の彗星「ZTF彗星(C/2022 E3)」は昨年3月に発見された/Dan Bartlett/AFP/NASA/Getty Images (CNN) 昨年発見されたばかりの緑色の彗星(すいせい)が、5万年ぶりに地球に接近している。前回、この彗星が夜空に現れたのは石器時代だった。

緑色の彗星「ZTF彗星(C/2022 E3)」は、米カリフォルニア州サンディエゴ郡にあるパロマー天文台で昨年3月2日に発見。米航空宇宙局(NASA)によると、1月12日には太陽に最接近した。

天体観測サイトのEarthSkyによると、地球には2月1日~2日にかけて最接近し、地球から4200万~4400万キロの距離を通過する。同彗星が最接近しても、地球からの距離は、地球と月の距離の100倍以上離れている。同彗星が地球に近づくと、北極星の近くにぼんやりした緑色の姿が見えるようになる。彗星は軌道上の位置や化学物質の構成に応じてさまざまな色の光を反射する。北半球では夜半を過ぎて月が沈んだ後の未明の時刻が最も見えやすい。南半球では観測が難しくなる。明るさによっては肉眼でも見えるかもしれないが、双眼鏡や望遠鏡を使った方が観測しやすい。地球を通過した後は2月10日に火星に最接近する。

もし天気が悪かった場合でも、天体観測サイトの「The Virtual Telescope Project」では、イタリア・ローマ上空の同彗星のライブ中継映像を配信する。

<https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/news/23/012800046/>

「最初期の銀河」が予想以上に多く見つかる、従来説を見直しか

ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡が明らかにする初期宇宙、新たに浮上した謎 2023.01.30

NASAのジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡(以下、JWST)が本格的に稼働して約半年。JWSTの超高感度の赤外線のは、私たちの期待に応じて、時の始まりに近い時代に輝いていた初期銀河の姿を見せてくれている。「そうした銀河が、おそろしくたくさんあるのです。あまりにも多く、あまりにも大きく、あまりにも明るく、あまりにも高温で、あまりにも成熟していて、あまりにも早すぎるのです」と、JWSTの上級プロジェクト科学者であるNASAのジョン・メイザー氏は、2023年1月に米国シアトルで開催されたアメリカ天文学会で語った。

(参考記事：[「20年間の活躍が楽しみな初画像、ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡」](#))

時間をさかのぼるタイムマシン

望遠鏡はタイムマシンのようなものだ。遠方の宇宙を見ることは、時間を大きくさかのぼることもある。望遠鏡がとらえる光は、何百万年も何十億年も前の天体の輝きだ。

膨張する宇宙の中を進んでくる光は、波長が引き伸ばされてる(可視光で言えば「赤く」なる)。この現象は「赤方偏移」と呼ばれる。天文学者は、赤方偏移の大きさを測定することで、天体までの距離を計算することができる。赤方偏移が大きいほど、その天体は遠くにあることになる。

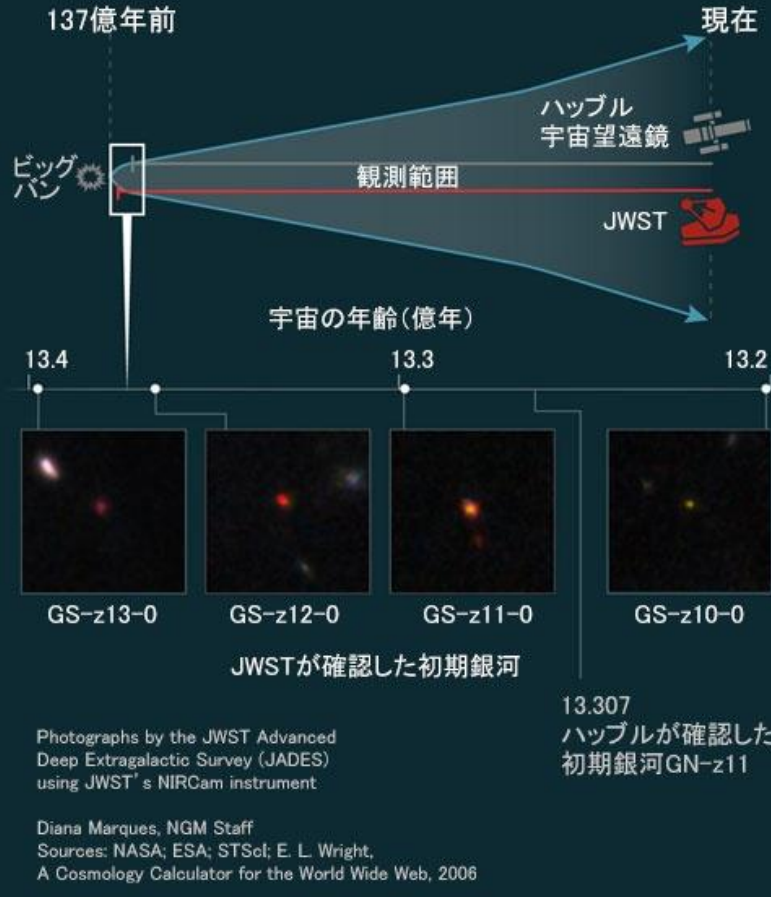
天文学者たちは、赤方偏移の大きい銀河を見つけるために何十年も激しく競争してきた。2015年当時に知られている最も遠い銀河は、赤方偏移の量が8か9だった。その後、ハッブル宇宙望遠鏡が赤方偏移11前後の銀河GN-z11を発見した。そして今、JWSTの観測データにもとづく研究成果が出はじめている。(参考記事：[「132億年前の銀河、ハッブルが観測」](#))

2022年12月には、米国ボルチモアの宇宙望遠鏡科学研究所で開催された科学会議で、英ハートフォードシャー大学の天体物理学者であるエマ・カーティス=レイク氏が、これまでで最大の赤方偏移をもつ銀河の発見につ

いて発表した。

最も初期の銀河を探す

初期の銀河の恒星からの光は、宇宙の膨張によって引き伸ばされ、時間とともに暗くなり、赤くなる(赤方偏移)。赤外線域で観測を行うジェームズ・ウェッブ望遠鏡(JWST)は、これまで観測されたことのない古さの銀河を発見している。



科学者たちはジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡を使って原初の宇宙をのぞき込み、宇宙誕生から3億~4億年しかたっていない時期の銀河を発見した。(IMAGE BY NASA, ESA, CSA, M. ZAMANI (ESA/WEBB))

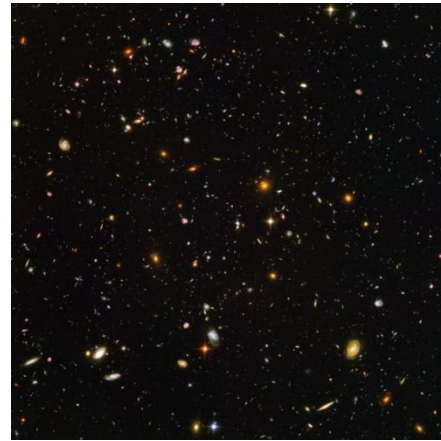
[画像のクリックで拡大表示]

(Photographs by the JWST Advanced Deep Extragalactic Survey (JADES) using JWST's NIRCam instrument / Diana Marques, NGM Staff Sources: NASA; ESA; STScI; E. L. Wright, A Cosmology Calculator for the World Wide Web, 2006) [画像のクリックで拡大表示]

彼女が率いる深宇宙観測プログラム「JWST Advanced Deep Extragalactic Survey (JADES)」は、JWSTの近赤外線カメラで撮影された10万個の銀河の画像の中から、最も興味をそそられる銀河を選び出し、今度はJWSTの近赤外線分光器を使って、その正確な赤方偏移、つまり銀河の年齢と距離を明らかにした。

JADESの科学者たちは、誕生からまだ3億~4億年しかたっていない宇宙にあった、4つの銀河までの距離を確認した。そのうちの2つはハッブル宇宙望遠鏡にもとらえられていたが、残りの2つはハッブルの観測範囲よりもはるかに遠いところにあり、赤方偏移は12.6と13.2だった。これらの銀河は、重元素が大量に形成されるよりも前の時代のものであるため、大部分が水素やヘリウムなどの軽元素からできているという。

ありえない古さの銀河たち ボルチモアの科学会議では、JWSTのもう1つの初期銀河観測プログラム「Cosmic Evolution Early Release Science (CEERS)」の天文学者たちも発表を行った。CEERSが公開した最初のモザイク画像は、北斗七星のひしゃくの柄が折れ曲がるあたりの空を詳細にとらえた、690枚の画像を合成したもので、これまでに公開されたJWSTの銀河観測画像の中では最も大きい。



見えにくいことで「幻の銀河」とも呼ばれる M74 も、ハッブル望遠鏡の光学画像と JWST の中間赤外線画像を合成した画像では明るく輝いて見える。最古の銀河の研究は、M74 のような新しい銀河の進化のしくみの解明にも役立つ。(IMAGE BY ESA/WEBB, NASA & CSA, J. LEE AND THE PHANGS-JWST TEAM; ESA/HUBBLE & NASA, R. CHANDAR AND J. SCHMIDT) [画像のクリックで拡大表示]

ハッブル宇宙望遠鏡は 2003 年から 2004 年にかけて超深宇宙観測として 800 回の撮影を行い、当時としては最も遠い宇宙の姿を最も詳細にとらえた。今、科学者たちは JWST を使って同じ領域を観測し、これまでに発見されたものとしては最も古い銀河をいくつか発見した。(IMAGE BY NASA, ESA, S. BECKWITH (STSCI) AND THE HUDF TEAM) [画像のクリックで拡大表示]

CEERS が確認した銀河の多くは赤方偏移が 8~9 で、JADES が発見した 4 つの銀河ほど遠くない。しかし、天文学者たちがまだ調査中のある未確認の銀河は、とんでもなく遠い可能性がある。この銀河候補の赤方偏移は 16 と推定されていて、ありえないほど若く、遠い銀河であるかもしれない。

CEERS は、赤方偏移 12 と推定されるトマト形の銀河候補も発見し、「メイジーの銀河」と呼んでいる。「メイジー」とは、CEERS のチームを率いるテキサス大学オースティン校のステーブ・フィンケルスタイン氏の娘の名前だ。彼はその理由を、「本当に有力な銀河候補で、娘の誕生日に論文を書かずにいられないほど重要な発見だったからです」と説明している。 どちらの銀河も分光観測による確認を待っているところだが、その間にも他のチームが JWST の他の初期画像から、赤方偏移の大きな銀河（高赤方偏移銀河）の候補を次々と発見している。米ミズーリ大学の ハオジン・ヤン氏のチームは、赤方偏移 11~20 の銀河を 87 個も発見したと主張しており、これらの銀河候補も確認を待っているところだ。

「私たちの推定は 50%以上の確率で正しいはずですが。20 ドルとビール 1 杯を賭けてもいいです」とヤン氏はアメリカ天文学会の会合で語った。 87 個の銀河の赤方偏移のうち、ごく一部でも正しく推定できているものがあれば、「初期宇宙での銀河の形成に関する従来の通説は、見直さなければなりません」とヤン氏は言う。

「何かがおかしい」

どうやら、初期宇宙では科学者の予想以上に、恒星や銀河が活発に誕生していたようである。(参考記事：[「史上最も遠い星を観測、129 億光年先、桁違いの「エアレンデル」](#))

「JWST の観測で見つかった高赤方偏移銀河は、これまでの観測にもとづく予想よりも数が多く、明るいのです」と、米カリフォルニア大学ロサンゼルス校のグイド・ロバーツ=ボルサーニ氏は語る。氏は、高赤方偏移銀河の探索を通じて、宇宙の進化の解明をめざしている GLASS-JWST プログラムのメンバーである。「この新しい描像に合わせるためには、銀河はこれまで考えられていたよりも早い時期から、速いペースで形成されていなければなりません」 GLASS は、巨大な銀河団の背後の空域を調べて、初期銀河と思われるものをいくつか発見しているが、その数はシミュレーションで予測されていた数よりも多かった。ロバーツ=ボルサーニ氏はボルチモアで「何かがおかしい」と語ったが、現在確立されている宇宙の法則を破ることなく、この過剰を説明する方

法はあると言う。第1に、JWSTのような望遠鏡では空のごく小さな領域しか一度に撮影できないため、たまたま銀河が異常にたくさんある領域を見ている可能性がある。第2に、実際の星形成は私たちの理論とは違って、初期銀河は私たちの予想以上に明るかった可能性がある。第3に、ハッブル宇宙望遠鏡の観測能力が不十分で、その観測結果に基づく推定が不完全であることが考えられる。まだ解明されていない理由により、初期宇宙が予想以上に効率よく光を放っていた可能性もある。これらの疑問に対する答えは、今後の研究で明らかになるかもしれない。現時点で言えるのは、「初期宇宙には予想以上に多くの星があった」ということだ、とフィンケルスタイン氏は語る。参考ギャラリー：科学者さえも息をのむ、ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡の画像9点（画像クリックでギャラリーへ）



NASA（米航空宇宙局）のジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡は、地球から150万キロメートル離れた宇宙から、塵のベールに隠された天体をのぞき込んでいる。打ち上げから1年、運用開始からはわずか半年だが、すでに驚くべき天体をいくつも見せてくれている。「そこには息をのむような光景が広がっています。信じられないような色合いの自然が見えてきます。想像を超えた美しさです」と、NASAの科学主任であるトーマス・ザーブチェン氏は言う。（IMAGE BY ESA/WEBB, NASA & CSA, J. LEE AND THE PHANGS-JWST TEAM）

[\[画像のクリックで別ページへ\]](#)

文=Nadia Drake／訳=三枝小夜子

<https://sorae.info/astrometry/20230131-21cm-emission.html>

133億光年離れた銀河から「21cm線」を観測 最も遠い記録を大幅に更新

2023-01-31 [彩恵りり](#)

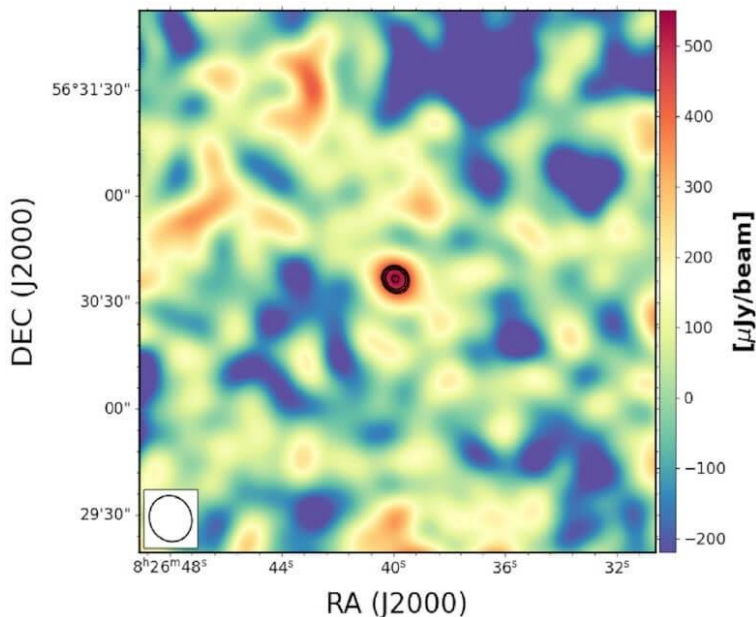
電波天文学で観測される波長の1つに「21cm線」があります。これは中性の水素原子から放出されるスペクトル線であり、波長がほぼ21cmであることからそう呼ばれています。

水素は宇宙に最も多く存在する物質であり、21cm線は地上の電波望遠鏡でも観測可能です。水素から放出されるスペクトル線の値そのものは不変であるため、観測された波長のズレは天体自身の運動によるドップラー効果や宇宙の膨張による結果であると見なせます。21cm線は宇宙の物質の分布や運動を調べるためにとっても優れた重要な観測対象ですが、極めて微弱な信号であることから、21cm線を保護するためにこの波長付近のあらゆる電波の放出が国際的に禁じられているほどです。

21cm線が微弱な理由は、21cm線を放出する条件を個々の水素原子が滅多に満たさないからです。そのため、約50億光年（共動距離、以下同様）よりも遠い銀河から個別の21cm線を検出するのは極めて困難であり、これまでの最高記録は地球から49億光年離れた「COSMOS J100054.83+023126.2」という銀河でした。

マギル大学のArnav Chakraborty氏とインド科学研究所のNirupam Roy氏の研究チームは、インドのプネーにある電波望遠鏡「巨大メートル波電波望遠鏡（GMRT）」のデータアーカイブの中から、これまでの記録をはるかに上回る遠方の銀河から届いた21cm線を観測しました。この銀河「SDSS J0826+5630」は、今から89億年前の時代に存在した、地球から見て133億光年の距離にある銀河です。これは、宇宙誕生から49億年後の時代に存在していた銀河であることを意味します。SDSS J0826+5630は、若い宇宙に典型的な、活発な星形成が行われている銀河であると推定されています。今回、21cm線の検出のカギとなったのは「重力レンズ効果」です。一

一般相対性理論によれば、重力は時空の歪みであると表現されます。光は空間をまっすぐ進む性質がありますが、時空が歪んでいるとその歪みに沿って進みます。私たち観測者と観測対象の銀河との間に、時空の歪みの源となる別の銀河があると、進む向きを曲げられた光が観測者のところで一か所に集まることがあります。あたかも凸レンズで光を焦点に集中させたように見えることから、この現象は重力レンズ効果と呼ばれています。



【▲ 図 1: インドのプネーにある巨大メートル波電波望遠鏡は、21cm 線やそれより長い波長の電波を観測対象としている。観測対象の電波の性質から、滑らかな反射面を持たずとも骨組みの間に張られたワイヤーで電波を受信できるため、独特の外観を持つ。(Image Credit: Giant Metrewave Radio Telescope / Tata Institute of Fundamental Research / National Centre for Radio Astrophysics)】

【▲ 図 2: 画像中心部にある赤い点が、今回観測された SDSS J0826+5630。(Image Credit: Chakraborty & Roy)】
 SDSS J0826+5630 の場合、私たちと SDSS J0826+5630 の間に別の銀河があることで重力レンズ効果が発生し、信号の強度が約 30 倍に増幅されていました。もしも重力レンズ効果がなければ、これほど遠方の銀河からの 21cm 線を観測することはできなかったと考えられます。また、SDSS J0826+5630 は恒星の総質量が正確に推定できる条件を満たしていました。遠方の銀河における恒星の総質量の正確な推定が一般的に困難であることを考えれば幸運なことであり、その値は太陽の約 38 億倍であると推定されます。これに加えて、今回 21cm 線を測定できたことにより、銀河を覆っている水素ガスの質量を太陽の約 90 億倍と推定することができました。この値は恒星の総質量のほぼ 2 倍に相当します。恒星と違って輝かない水素ガスの質量を推定できたことで、星形成が活発な銀河の構造などの推定に役立つ情報が得られました。また、今回の SDSS J0826+5630 の分析結果から、遠方の銀河の 21cm 線の強度は、銀河に含まれる中性水素原子の量に大きく依存することが推定されます。銀河は地球から遠ければ遠いほど、地球に届く信号の強度は急激に弱くなりますが、遠い宇宙……言い換えれば若い宇宙にある初期の銀河であるほど 21cm 線を放出する中性水素原子を多く含む傾向にあると推定されるため、信号強度の低下を補える可能性があります。今回の研究結果は、重力レンズ効果が働いている他の銀河でも、21cm 線が見つかる可能性を提示しています。

Source

[Arbab Chakraborty & Nirupam Roy](#). - “Detection of HI 21 cm emission from a strongly lensed galaxy at $z \sim 1.3$ ”. (Monthly Notices of the Royal Astronomical Society)

[News Staff](#). - “Astronomers Detect Radio Signal from Strongly Gravitationally Lensed Galaxy”. (SciNews)

[Ximena Fernández, et.al](#). - “Highest Redshift Image of Neutral Hydrogen in Emission: A CHILES Detection of a Starbursting Galaxy at $z = 0.376$ ”. (The Astrophysical Journal Letters)

文／彩恵りり

淡く広がった「超淡銀河」から伸びる恒星ストリームを初めて発見 形成の謎に迫

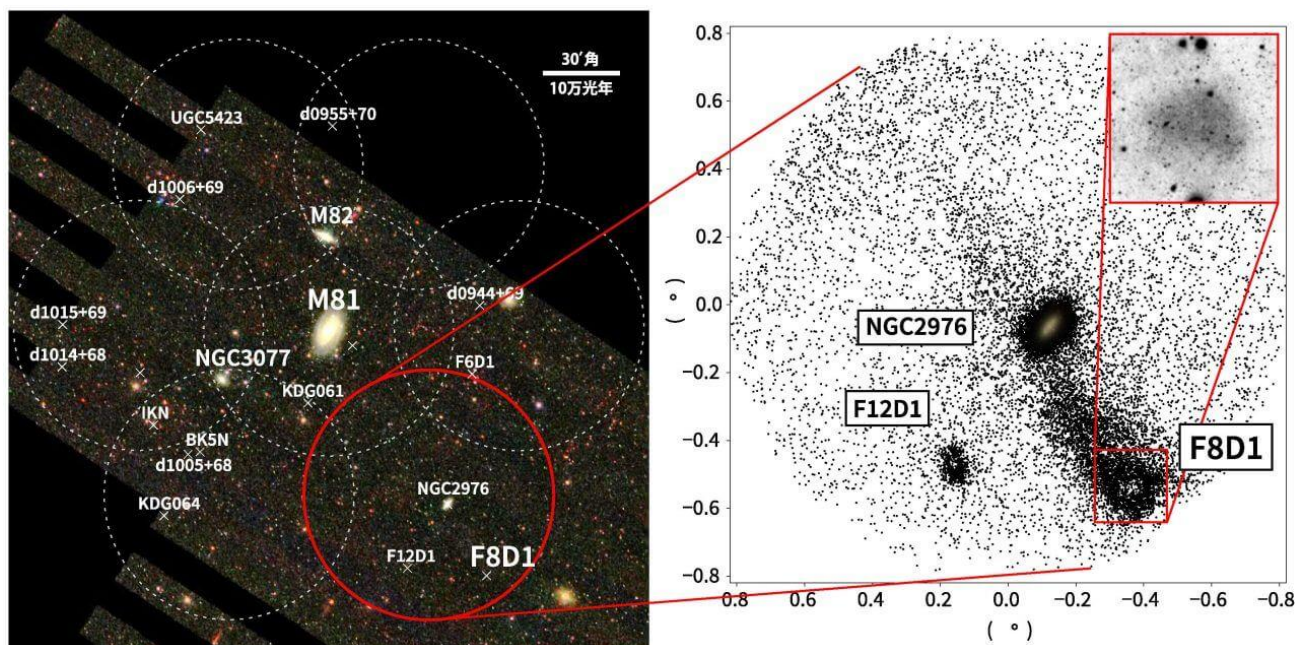
る成果、すばる望遠鏡など 2023-01-31 [sorae 編集部](#)



【▲ カナダ・フランス・ハワイ望遠鏡の MegaCam で取得された超淡銀河「F8D1」の画像（Credit: CFHT/Cuillandre）】

こちらは「おおぐま座」の方向約 1200 万光年先にある超淡銀河「F8D1」です。ハワイのマウナケア山にある「カナダ・フランス・ハワイ望遠鏡（CFHT）」の広視野可視光撮像装置「MegaCam」を使って取得されました。超淡銀河（Ultra-Diffuse Galaxy: UDG、超拡散状銀河）は非常に薄く広がった銀河で、星の数は天の川銀河の 100 分の 1 以下という少なさ。その大きさや形態は多様で、矮小楕円銀河（小さく暗い楕円銀河）に似た丸くなめらかな形を持つものもあれば、他の銀河との相互作用によって形がゆがんでいるものもあるといいます。サイズに対して星が少ない超淡銀河の謎に迫る上で、地球に近い F8D1 は格好の研究対象になっています。

エディンバラ大学の博士課程学生ルーカス・ゼマイティス（Rokas Žemaitis）さんを筆頭に国立天文台の研究者も参加する研究チームは、国立天文台ハワイ観測所の「すばる望遠鏡」や CFHT による観測の結果、F8D1 から流れ出た古い星々で形成されている恒星ストリーム（星やガスでできた川の流れるような細長い構造）を発見したとする研究成果を発表しました。超淡銀河でこのような構造が見つかるのは初めてのことでとされています。



【▲ すばる望遠鏡の「超広視野主焦点カメラ（HSC）」による観測領域を円で示した図（左、背景はスローンデジタルスカイサーベイから）と、F8D1 を含む領域で M81 銀河群と同じ距離にある赤色巨星の分布を示した図

(右)。F8D1 の恒星ストリームは HSC で取得した画像でも見えないが、赤色巨星の分布をたどることによって M81 の方向へ伸びていることがわかるという (Credit: 国立天文台)】

F8D1 はおおぐま座の渦巻銀河「M81」を中心とした「M81 銀河群」に属していて、恒星ストリームは F8D1 から M81 に向かって流れています。研究チームによると、恒星ストリームの長さは F8D1 の大きさの 30 倍以上に及ぶ約 20 万光年、地球から見た長さは 1 度 (満月の視直径 2 個分) 以上に達します。この恒星ストリームは M81 との潮汐相互作用によって形成されたとみられており、その明るさは F8D1 を構成する 3 分の 1 以上の星が流れ出したことを示しているといえます。今回見つかった F8D1 の巨大な恒星ストリームは、銀河どうしの重力相互作用によって銀河の性質が大きく変化したことを示す一例とみなされており、超淡銀河の淡い広がり生まれつきなのか、それとも進化する過程でこのような姿になったのかという疑問に対して、後者の可能性を明確に示す発見となりました。ゼマイティスさんは「F8D1 が潮汐的に破壊されつつあることは非常に興味深い発見です。今後、他の超淡銀河にも同じように暗い潮汐尾があるかどうか調べるのが重要でしょう」とコメントしています。

Source Image Credit: CFHT/Cuillandre, 国立天文台

[国立天文台すばる望遠鏡](#) - 超淡銀河から長く伸びる星の流れを発見

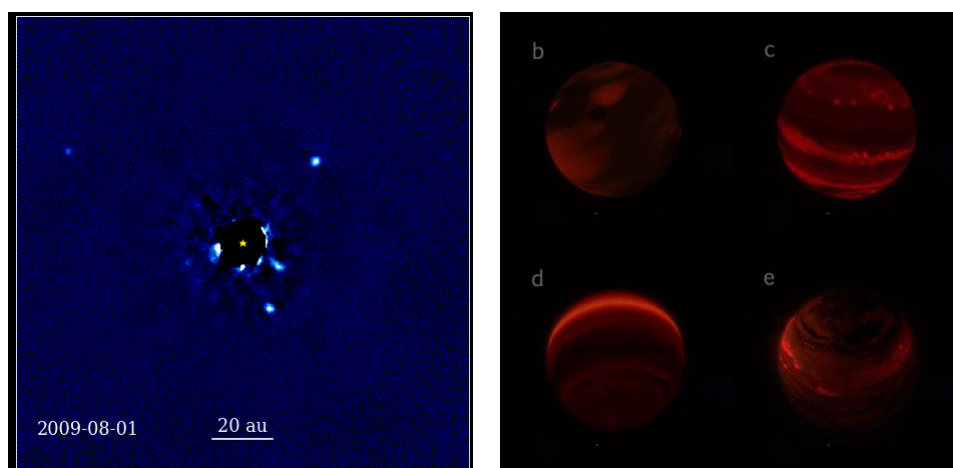
[CFHT](#) - A Tale of a Tail: A Tidally-Disrupting Ultra-Diffuse Galaxy in the M81 Group

[Žemaitis et al.](#) - A tale of a tail: a tidally disrupting ultra-diffuse galaxy in the M81 group (Monthly Notices of the Royal Astronomical Society) 文/sorae 編集部

<https://sorae.info/astrometry/20230202-hr-8799.html>

実際の観測画像を使った動画が公開 133 光年先にある 4 つの太陽系外惑星の 12 年

間に渡る公転運動 2023-02-02 [sorae 編集部](#)



【▲ 恒星「HR 8799」を公転する 4 つの系外惑星の 12 年間に渡る動き (Credit: Jason Wang/Northwestern University)】

【▲ 赤外線波長で観測した系外惑星「HR 8799 b」「同 c」「同 d」「同 e」の想像図 (Credit: W. M. Keck Observatory/Adam Makarenko)】

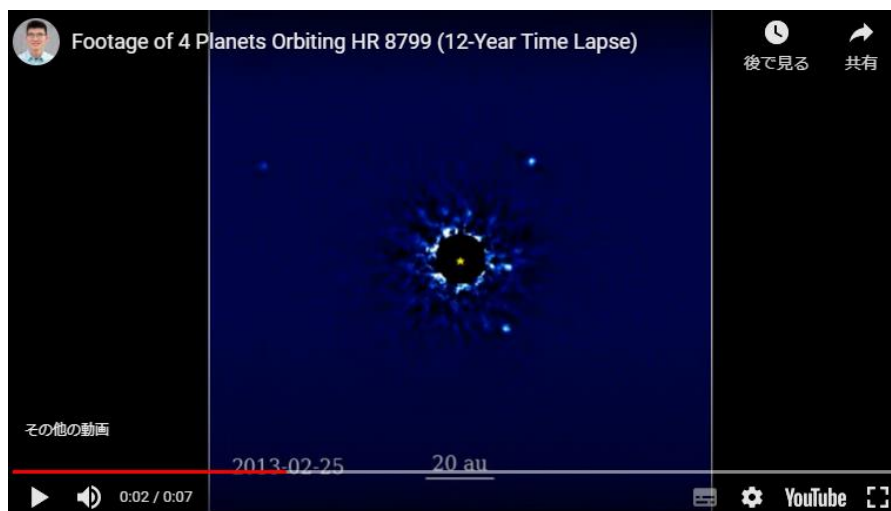
こちらは「ペガスス座」の方向約 133 光年先にある恒星「HR 8799」を公転する太陽系外惑星の動きを示したアニメーション画像です。といってもシミュレーションで再現されたものではなく、動画の作成にはハワイのマウナケア山にある W.M.ケック天文台の「ケック望遠鏡」を使って実際に取得された画像が用いられています (星印の位置にある HR 8799 からの光は観測装置のコロナグラフで遮られています)。

HR 8799 は誕生から約 3000 万年程度の若い恒星です。質量は太陽の約 1.5 倍で、太陽の約 5 倍の明るさで輝いています。HR 8799 では望遠鏡を使った直接撮像によって、これまでに合計 4 つの系外惑星「HR 8799 b」「HR

8799 c)「HR 8799 d)「HR 8799 e)」が見つかりました。4つの惑星はいずれも木星より重く（約6~12倍）、主星のHR 8799から約15~68天文単位（※）離れた軌道を数十~数百年周期で公転しているとみられています。 ※...1天文単位（au）=約1億5000万km、太陽から地球までの平均距離に由来。

冒頭の動画は、ノースウエスタン大学の天体物理学者 Jason Wang さんが作成しました。Wang さんは2008年11月にHR 8799で最初に系外惑星が直接撮像された時、すぐにこの惑星系に魅了されたといい、それ以来観測を続けています。動画の作成には、Wang さんとその同僚が2009年8月から2021年7月までの12年間に渡って取得したHR 8799系の画像が使用されました。

「天文学的な出来事は動画として捉えるには速すぎるか遅すぎるかのどちらかですが、この動画は惑星が人間のタイムスケールで動いていることを示しています」（Wang さん）



【▲ 恒星「HR 8799」を公転する4つの系外惑星の12年間に渡る動き（YouTubeバージョン）】

（Credit: Jason Wang/Northwestern University）

HR 8799系の系外惑星の動きを示した動画は、ノースウエスタン大学から2023年1月30日付で公開されています。

Source Image Credit: Jason Wang/Northwestern University, W. M. Keck Observatory/Adam Makarenko

[Northwestern Now](https://www.northwestern.edu/news-center/stories/2023/01/watch-distant-worlds-dance-around-their-sun) - Watch distant worlds dance around their sun

文/sorae編集部

<https://sorae.info/astrometry/20230203-milky-way-local-sheet.html>

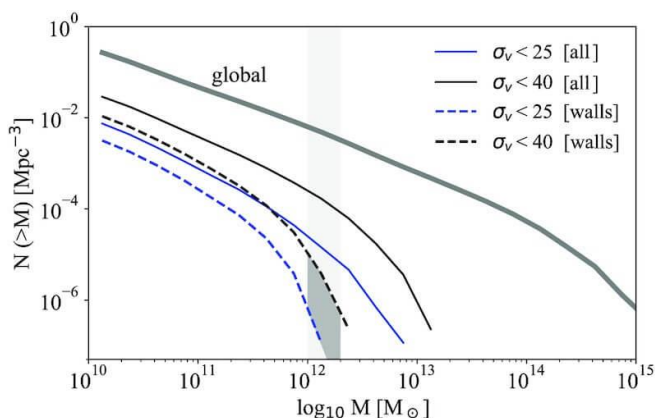
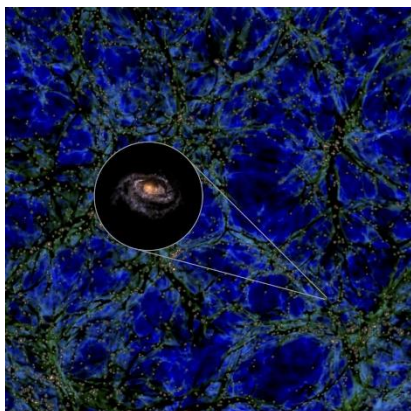
天の川銀河はレアな銀河だった？ 所属集団全体に対してサイズが大きいと判明

2023-02-03 [彩恵りり](#)

私たちが暮らす地球がある天の川銀河をはじめ、宇宙には無数の銀河がひしめいています。その分布はランダムではなく、ある程度偏っていて、多くの銀河は壁のように平面的に分布しています。

銀河の分布が形作るこの壁状の構造は「銀河フィラメント」（グレートウォール、超銀河団複合体とも）と呼ばれていて、天体がほとんど存在しない「超空洞（ボイド）」と呼ばれる空洞を取り囲むようにできています。この構造は宇宙のあらゆる方向で繰り返されていて、まるで多数の泡がくっつきあっているように見えることから、泡構造とも呼ばれています。このように大規模な構造の中で、天の川銀河およびその周辺の銀河が平面的に分布する局所的な領域は「ローカルシート」と呼ばれています。

さて、銀河フィラメントと銀河の関係を調べてみると、銀河フィラメントの規模に対する銀河の大きさは、かなり小さいことが知られています。ところが、天の川銀河の大きさはローカルシートに対してかなり大きいことが知られています。天の川銀河そのものは平凡な銀河であり、特に巨大な銀河というわけではないにもかかわらず、これが特別なことなのかどうかは、よくわかっていませんでした。



【▲ 図 1: 宇宙における銀河の分布は、空洞を囲むような平面に分布しています。私たちの天の川銀河もそのような平面であるローカルシートに分布していますが、天の川銀河の大きさはローカルシートに対して大きいという謎がありました。 (Image Credit: Miguel A. Aragon-Calvo / Simulation Data: Illustris TNG project) 】

【▲ 図 2: 銀河の大きさ (質量) と、体積に対してどの程度の数が存在するのかのシミュレーション結果。天の川銀河は濃い灰色の領域に位置し、その数は約 100 万分の 1 程度である。 (Image Credit: Aragon-Calvo, et.al.) 】

このような疑問を観測によって証明するのは困難であるため、代替りの手段としてコンピュータシミュレーションが利用されます。シミュレーションには膨大な計算リソースが必要なことから、近年ではいくつもの国際研究チームが存在します。そのようなプロジェクトの 1 つが「IllustrisTNG Project」です。

同プロジェクトによる今回の研究では、いくつかの基本的な宇宙のパラメーターを物理量として、数万個の銀河を含む一辺 10 億光年の宇宙をコンピュータ上に作成しました。時間の経過とともに銀河および銀河フィラメントの生成が起こる宇宙をいくつも作成することで、ローカルシートに対する天の川銀河のような、構造に対して比率的に大きい銀河がどの程度の確率で存在するのかを算出することができます。

その結果、約 100 万個に 1 個の銀河フィラメントにおいて、天の川銀河のように比率的に大きい銀河が存在する可能性が示されました。これは相当に稀な確率であり、5 億光年ほどの範囲を見渡さなければ、天の川銀河のように構造に対して比率的に大きな銀河を見つけることはできないと言い換えることもできます。

ある天体を「特別である」と表現するのは、一般的に注意が必要です。かつて考えられていたこととは違い、地球は宇宙の中心ではありません。太陽は私たちにとって特別な存在ですが、宇宙ではどこにでもある平凡な恒星です。天の川銀河にも、多くの点で特別な点はありません。ある時点で何らかの性質が特別であると考えられたとしても、観測技術の向上によって、後に平凡な値だったと判明することも珍しくありません。しかし今回の場合は、シミュレーションのパラメーターが妥当であるという前提が否定されるか、観測事実が大幅に変更されでもない限り、天の川銀河の特別な性質として表現されることとなります。

ローカルシートは、いくつもの謎を抱えています。例えば、ローカルシートにある 12 個の銀河の銀河面が、ローカルシートの平面とほぼ同じ向きに揃っているという事例もあります。これは天の川銀河の大きさほど稀な出来事ではないものの、そこまで多く観測される性質でもありません。今回はこのことについてもシミュレーションを行った結果、比率的な大きさほど稀ではないものの、比較的珍しい性質であることが明らかになりました。このことは、銀河フィラメントの形成時に銀河面の方向がある程度揃うとした別の研究結果とも矛盾しません。ただし、今回のシミュレーションの大きさは十分ではなく、この結果が正しいかどうかを語るには不十分であることから、今回の論文では決定的な結論を出さず、今後も研究が必要だという形で締めくくられています。

Source

[M A Aragon-Calvo, Joseph Silk & Mark Neyrinck](#). - "The unusual Milky Way-local sheet system: implications for spin strength and alignment". (Monthly Notices of the Royal Astronomical Society: Letters)

[Gurjeet Kahlon & Robert Massey](#). - "Milky Way found to be more unique than previously thought". (Royal Astronomical Society)

文／彩恵りり