

# LINK'S

[対談]

**MULTI-LAYERS  
OF DIALOGUE,  
CINEMA AND  
SPACE ACTIVITIES**

対話の多層性、映画と宇宙活動

**濱口竜介**

(映画監督・脚本家)

×

**小野田勝美**

(JAXAワシントン駐在員事務所長)

[特集]

月へ、火星へ

JAXAの技術貢献は、国境を超える

[インタビュー]

わたしのJAXA訪問記⑤

地球の水の循環を知りたい

高柳 潤

(ヘアスタイリスト・  
omotesando atelier代表)

[連載]

JAXA TIMES

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構  
機関紙 [ジャクサス]

宇宙と私たちをつなぐコミュニティメディア

# MULTI-LAYERS OF DIALOGUE, CINEMA AND SPACE ACTIVITIES

## 対話の多層性、映画と宇宙活動

映画監督・脚本家

濱口竜介

HAMAGUCHI RYUSUKE



JAXAワシントン駐在員事務所長

小野田勝美

ONODA MASAMI

東京とワシントンD.C.がオンラインでつながった2024年2月某日。映画監督の濱口竜介さんが、米州地域におけるJAXA代表である小野田勝美と対談した。あいだにあるものは、映画と宇宙活動。最新作『悪は存在しない』がベネチア国際映画祭審査員大賞を受賞。濱口作品に包まれた人間の奥行きと、かつて国同士の技術競争の場でありながら、今では国際協力の手本でもある宇宙活動がもたらす未来から見つめる、私たちの世界。

構成・文：水島七恵



濱口さんと小野田の対談は、東京とワシントンD.C.をオンラインでつないで行われた。



撮影：高橋マナミ



撮影：深作ヘスス

### 記号的な表現から自由になる身体

**小野田** トランプ政権からバイデン政権へと政策が転換する激動の時期をワシントンで越えてきましたが、この時期に駐在できて本当によかったなと思っています。というのも人類による宇宙活動もまた激動の時期を迎えているんです。そのひとつに米国が主導する「アルテミス計画」がありますが、これは2026年までに人類を再び月面に立たせ、将来の火星有人探査につなげていこうというもので、日本もこの計画に参画しています。宇宙活動というと日米には長い協力の歴史がありますが、これほど大きな協力協定は、30年に一度あるかないか。それを実現する場面に立ち会い、今も計画に関わる交渉や調整を行っています。

**濱口** 宇宙活動は国際政治の場でもあるでしょうし、自分には想像もつかないぐらいのなかに小野田さんは立たれているのでしょうか。

**小野田** エキサイティングな日々を送っています。そんな私に映画を観て、語るセンスはまったくありませんが、今回こうして対談の機会をいただき、濱口さんの最新作という『悪は存在しない』をはじめ、過去の作品もこの機会に改めて拝見しまして、衝撃を受けました。観ながら20歳を過ぎた頃に初めて行った北海道で食べた蟹を思い出しました。これまで自分が食べていた蟹は蟹ではなかった！ その衝撃と同じぐらいのものを濱口さんの映画から受けまして。自分が観てきた映画と、濱口さんの映画はまったく別のものに感じたのです。

**濱口** よくわからないけれど、とてもありがたい気がする例えですね(笑)。

**小野田** すみません(笑)。「悪は存在しない」は「観る」というよりも、本を「読む」という行為に近いものがありました。広く開けられた行間には喜怒哀楽では読み解けない無言の感情が含まれているようで、水面下にあるものを想像する余地が残されています。



1. 濱口さんの最新作『悪は存在しない』は、2024年4月26日(金)から全国公開。© 2023 NEOPA / Fictive  
2. NASAケネディ宇宙センターの発射場に配置された新型ロケット「アルテミス1」。「アルテミス計画」最初のミッションとなる「アルテミス」は、月へ向かう新型有人宇宙船「Orion」の無人飛行試験にあたった。

た。また行間はとても日本的なものにも感じましたが、濱口さんの作品が国際的に評価される背景には、この行間を一人ひとりに想像させるところにあるのでは？と。濱口さんは行間を考えながら映画を作っているのか。それとも作る過程で自然とそうなっていくのか。そのあたりでしょうか。日々、コミュニケーション業務に携わる身としてはとても気になりました。

**濱口** 考えるというよりは、結果としてだんだんそうなっていったというのが一番近いと思います。それなりに長く映画を作っていると、自分のなかに「こういうものが観たい／観たくない」というものが出てきますが、映画作りのなかで育ててきたそうした自分の快・不快の基準が、気がついたら国際的にも通じるものになっていたというのが実感です。

**小野田** 観たいものを撮るためにどういう準備をしているのでしょうか？

**濱口** 例えば撮影現場で俳優の演技を見ながら、「なんとなく、この感じはあんまり好きじゃないな」と思う場面が出てきたときに「そうやらないで」と、直接的に言い過ぎると俳優のいいところまで殺してしまいます。じゃあどうしたら観たくないものを選ばれるのか。ここ数年行っているのは、リハーサルでは台本を徹底して感情を抜いて読んでもらう、というやり方です。ただ、本番では感情を出して演じて構わないとお伝えしています。

**小野田** 俳優の皆さんは戸惑われませんか？

**濱口** それがどこかで腑に落ちるところがあるようです。本読みの時点では脚本に書かれたテキストの意味を解釈せず、多義的なまま体に取り込むことで、あらかじめ想定した記号的な表現や一義的な演技が撮影本番には出てこなくなる。相手役や状況に応じた感情が出やすくなるという印象です。せりふ同様に、動作や行動を指示した「ト書き」と呼ばれるものも、例えば「ニコッと笑う」とか説明的に書く演技もまたそうなります。そういう「何か嫌だな」ということが起きづらいように現場をつくっていくことで、気づけば自分にとって「嫌ではない」ものが多く撮れるようになっていき、結果的に海外の映画祭にも呼ばれる機会も増えました。

### 明瞭と曖昧。コミュニケーションの複層化

**濱口** 小野田さんは国際間でのビジネス、コミュニケーションの難しさは日々感じていらっしゃいますか？ それともそんなに日本ですコミュニケーションと勘所は変わらないものなのですか。

**小野田** 変わると思います。例えば日本人には外国人に対する思い込みのようなものがあると思いますが、その代表的なものひとつとして、日本人は婉曲表現を好むけれど、アメリカ人ははしない、とい

うのがありますよね。実際はそんなことはないです。今は「アルテミス計画」のなかで日本人宇宙飛行士が月面での活動に参加する方向で最終調整が進められていますが、それぐらい高度な対話になるとアメリカ側から婉曲なシグナルのようなものが送られてくるんです。ところがこちらが受け止めきれない場合が結構あるんですね。

**濱口** 日本とはまた違う形で言葉通りに受け取ってはいけないような局面が多々あるわけですか。

**小野田** おそらくですが、日本人とアメリカ人ではその婉曲表現の仕方が違うから、互いに理解ができないときがあるのだと思います。アメリカ人の婉曲表現はこれまで積み上げてきた知識や事実を相手共有している前提に立ってそれをほのめかしてることが多く、一方の日本人は相手との関係性からくる感情による婉曲な表現。だからアメリカ人の「言わなくても知っているよね」と、日本人の「言わなくてもわかるよね」がまったく噛み合っていないと思う場面に直面することがあります。それを噛み砕いて説明していくと、交渉がうまく進んでいくので、ハイコンテクストな(含蓄の多い)コミュニケーションが求められる局面がかなりあります。

**濱口** 一方で、言葉の曖昧さが極力排除されなければならない場面というのもありそうです。これは僕の想像ですが、ロケットの打ち上げの瞬間とか、国際宇宙ステーションとのドッキングの瞬間とか、そ



れまでの成果がぎゅっと凝縮されるような場面において、もしも現場に言葉の曖昧さがあつたら良くないわけですね。間違えないような精密な会話が求められますし、そうやって宇宙活動の現場にも、多層的なコミュニケーションが存在するのは。

**小野田** おっしゃる通り、現場や状況によって変わります。成果が試されるようなサイエンスやエンジニアリングの現場では言葉をつらとして扱い、極めて数学的・技術的なやり取りが中心になるので、言葉の曖昧さは影を潜めます。映画の現場はどうでしょう？ コンテキスト(背景や文脈)がとても重要だろうというイメージがあって、そこにはたくさんの含みもたらされているとも想像します。

**濱口** それで映画の現場も解釈に幅が生じないような言葉遣いをする局面はたくさんあります。カメラの高さを、例えば俳優の心臓の位置と同じ高さに置いて欲しいとか、焦点距離が何ミリのレンズを使って欲しいとか、物事を正確に、そして時間通りに進行するために数値レベルでものを言う必要も出てきます。ただ一方で自分の映画が最終的に取り扱っているのは人間の感情的なものです。それは完全には言語化できない、もわんと漂っている何かです。例えば人と人の交渉の局面で、片方が何かを隠し持ちながら発言している、というときに、演技において一体どういうニュアンスが生じているべきなのかは、究極的には言葉では調整しきれないものなんです。その曖昧な領域、言語化されないものがだんだんと「醸される」方向に撮影現場をもっていきたいと思っています。その際に、ぼんやりと不明確に試みるわけではなく、それが自然と生じるような

MULTI-LAYERS OF  
DIALOGUE,  
CINEMA AND  
SPACE ACTIVITIES

HAMAGUCHI  
RYUSUKE  
×  
ONODA  
MASAMI

夕日に染まる山を背景にスタッフ・キャストと。『悪は存在しない』撮影現場の記録写真から。© 2023 NEOPA / Fictive



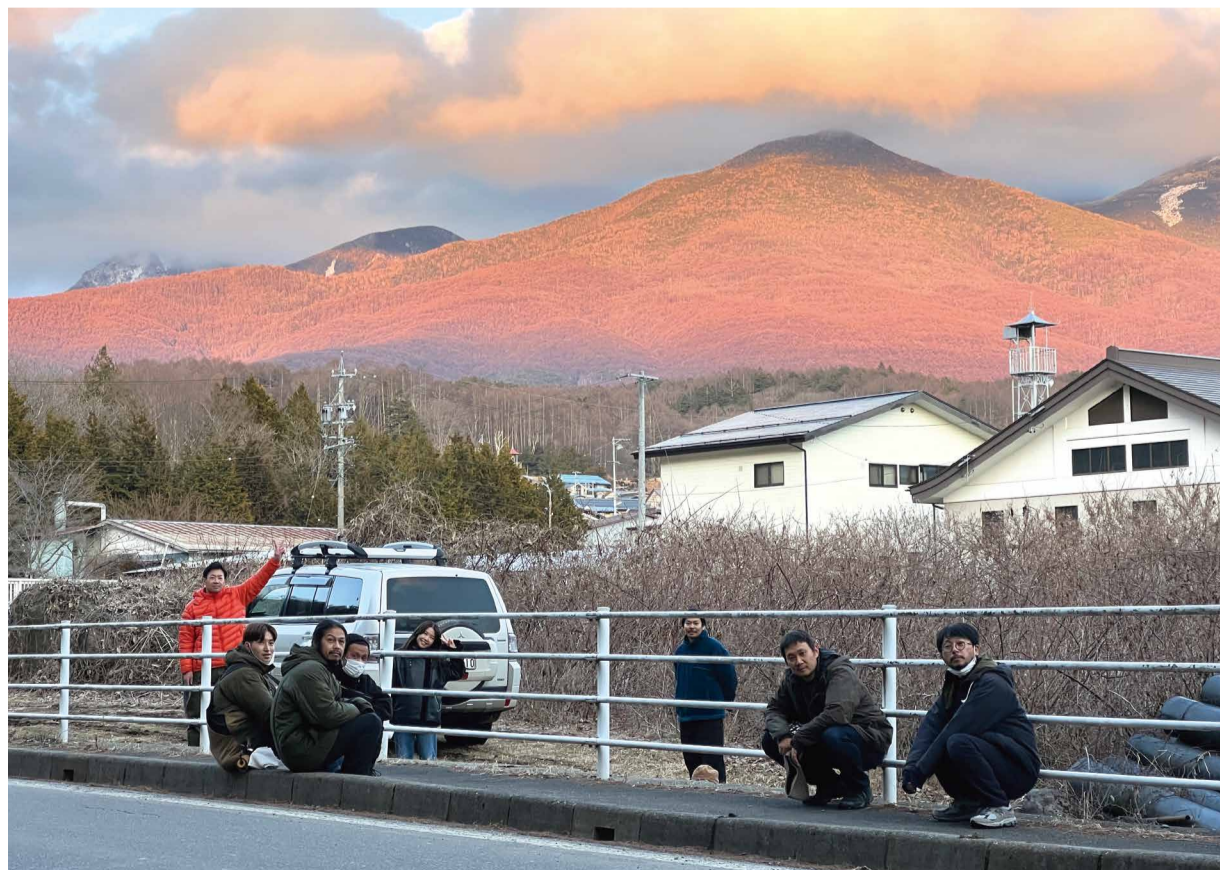
5. 物語の舞台は長野県豊かな高原。そこで慎ましい生活を代々続けてきた住民の、レジャー施設の開発をめぐる生活の変化が描かれている。『悪は存在しない』© 2023 NEOPA / Fictive

システムというか、「仕組み」自体を組み上げていくことに興味は持っていますね。

### 創造のために必要な仕組みを作る

**小野田** 先ほど話に挙げた「台本は棒読み、感情は本番だけ」というのも、システムのひとつと言えますね。

**濱口** そうですね。自分の今のやり方としては「このシーンはこういう感情なので、こういうふう演技してください」といったことを俳優に言うことは基本しません。それよりも俳優自身が身体で理解した、自発的な表現が観たいと思っています。その流れでいうと、撮影現場ではできるだけ俳優の感情が優先される段取りになるように気を配ります。というのも日本の映画の慣習としてカメラや照明がセットされてから、俳優は撮影現場に最後に入ります。すると何が起きるかという、すべてのセッティングが終わった状態で俳優は入って、演技をして、出ての繰り返しで、要するに細切れに、急に役の感情にならなければいけない局面が出てくる。これでは役に集中できないのが当然ですね。その状況を避けるため俳優に最初に現場に入ってもらい、リ



3. 『悪は存在しない』の出発点は、映画『ドライブ・マイ・カー』で音楽監督を務めた石橋英子さんから自身のライブ用映像を依頼されたことに端を発する。それが発展し、石橋さんのための無音の映像[GIFT]と、長編映画『悪は存在しない』の2つの作品が生まれた。写真は2月24日に京都ロームシアターで行われた石橋さんの即興演奏による公演[GIFT]の様子。4. 濱口さんとは大学院時代からの盟友でもある撮影の北川喜雄さんがカメラを構える。『悪は存在しない』撮影現場の記録写真から。© 2023 NEOPA / Fictive

ハーサルをして、俳優にとって違和感のない動きができてからカメラ位置が決まるような流れにスケジュールが許す範囲で変えていきます。まだまだ試行錯誤していますが、こういった点も含めて現場でやっていることは曖昧な領域が望んだような形で生まれるための仕組みやシステムを組み上げることであって、それは小野田さんの言葉を借りるとエンジニアリングと感覚的に近い気がしました。

**小野田** かつこいいです！ ありきたりな感想ですみません。でも、宇宙活動にも置き換えられるようなお話がたくさん伺えて刺激を受けます。私自身システムがあると心地よい感じるのは、枠組みがあるからこそ達成できる何かがあるところです。宇宙活動はまさにその究極のもので、各国の宇宙機関は先人たちが積み上げてきたエンジニアリングがあって、そこをベースにいかに新しいサイエンスを取り入れるか、チャレンジするのが計画されます。ワシントンに駐在しながら大変なこともたくさんありますが、心震える瞬間はその枠組みを利用しながら新しい歴史が築かれるときですね。最近も「アルテミス計画」に関連した日本とアメリカの会合があって、「決まったな」という瞬間に立ち会って。もう涙が出てきたんですけど。

**濱口** すごいな、映画の一場面のようにですね。

**小野田** アメリカと日本はこれから手を取り合って月面を歩んでいこうとしています。それを世界中の人が見る瞬間が来る。その会合の場でカチッと歴史が動いた瞬間を感じたんですね。



6. 有人による火星探査を目標としたグローバルコミュニティ「Human 2 Mars」。そのコミュニティが2023年に主催したイベントに小野田も登壇。将来の火星探査も見据えた「アルテミス計画」について各国の代表と討論した。7. 米国主導の「アルテミス計画」の主要な要素の一つで、月面有人探査の中継拠点となる「Gateway」(ゲートウェイ)において、JAXAは国際居住棟の環境制御・生命維持装置の開発などを担当する。画像はゲートウェイとゲートウェイ補給機のイメージ画像(※補給機の画像はHTV-X)。8. 月面での有人探査活動に必要な月面車=有人圧ローバ(画像)は、自動車メーカーとJAXAが共同開発を進めている。月面で鍛えられた技術は地球へフィードバックされる。

**濱口** そういう瞬間が目前で展開されると。それも自分は映画作りの現場のことを思い浮かべて、今聞いています。当たり前ですけど、俳優は普段映画の中のキャラクターではない、フィクションの住人でもない。でもある時にカメラの前に立つと、本当にそのキャラクターに見える瞬間があります。それはそう簡単には起こらないことなので、そういう瞬間に立ち会おうと心が震えるような気がしますし、偶然に立ち会ったような気持ちになります。風が吹き渡る、鳥が飛んでくる、すごく美しい光が差し込んできて想像していたフィクションに力を与えてくれるような、そういう偶然と近いもの。今この瞬間にしかないことを捉えているなどという感覚。小野田さんが感じたものはその感覚に近いのかなと、そんなことを想像しながら聞いていました。

**小野田** そしてその瞬間に至るためには、超えていかなければならないことがあると。

**濱口** そうです。準備に準備を重ねないと、やっぱり起こらないことですね。それはきっと想定を超えて良い形でシステムが機能する瞬間だとも言えます。

**小野田** すごくいい言葉ですね。

**濱口** 一方でシステムは悪く機能する瞬間というものも多々ありますよね。

**小野田** ありますね。

**濱口** 日本の映画業界であれば過酷な労働環境が問題になって久しいですし、その環境はハラスメントの温床にもなります。そうした悪い働きをするシステムをどう組み替えていくのかということも同時に取り組んでいかなければいけません。本来は撮影に今の常識として考えられている制作予算の数倍をか

けないといけなのだと思います。それは勿論実現は難しい。だとしたら、同額の予算で現場の規模を数分の一にしてみたりとか、それらの中間ぐらいのことだったら、まだできそうですね。理想論かもしれないけれど各人が回復したり、ものを考えられる時間を確保して、その条件を前提として面白くなりそうなものを考える。そのうえでみんなが自分の違和感を表明しあえる環境を作っていくことが望ましい。宇宙活動においてもそうしたシステムが硬直していく側面もあると思うのですが、そういったこととどう付き合っているのでしょうか。

**小野田** ひとつ挙げられるのは、これまで政府主導で進められてきた宇宙活動に対して、民間企業を取り入れるということです。アクターが増えて、宇宙がビジネスの場になることで、これまでのシステムを変えていく。それが昨今の一番の変化だと思います。その例でいうと先日、JAXAの「SLIM」(小型月着陸実証機)が月面への着陸に成功しましたが、タカラミーが開発した小型のローバ「SORA-Q」が自動走行してSLIMを撮像し、着陸状態を把握することに成功しました。

**濱口** ローバって月面を移動する探査車ですよね。それをタカラミーが作っているとは。おもちゃメーカーのイメージしかなかったです。

**小野田** そうですね。JAXAには「宇宙探査イノベーションハブ」という、企業とパートナーシップを結んで宇宙探査に取り組むセンターがあって、そこがタカラミーさんと取り組んだミッションですね。異分野の企業、人の知識や興味、アイデアを活かすことで、また全然違う景色を見ることができ。これからの宇宙活動はそういう時代ですね。



映画監督・脚本家  
**濱口 竜介**  
HAMAGUCHI Ryusuke  
撮影:高橋マナミ

2008年、東京藝術大学大学院映像研究科の修士制作「PASSION」が国内外の映画祭で高い評価を得る。その後も317分の長編映画「ハッピーアワー」(15)が多くの国際映画祭で主要賞を受賞、「偶然と想像」(21)でベルリン国際映画祭銀熊賞、「ドライブ・マイ・カー」(21)で第74回カンヌ国際映画祭脚本賞など4冠、第94回アカデミー賞国際長編映画賞を受賞。最新作でベネチア国際映画祭銀獅子賞を受賞した『悪は存在しない』は4月26日より全国公開。



JAXAワシントン駐在員事務所長  
**小野田 勝美**  
ONODA Masami  
撮影:深作ヘス

米国マサチューセッツ州出身。宇宙航空分野の国際調整、衛星アプリケーション、産業連携等に長年携わり、国連宇宙部(ウーン)への派遣、JAXA衛星プログラム推進部、JAXA関西サテライトオフィス、地球観測に関する政府間合弁事務局(ジュネーブ)への派遣、JAXA調査国際部等を経て、2018年7月より現職。米国・カナダ・中南米におけるJAXA代表として、NASAほか政府機関、産業、学界等との連絡調整に当たっている。趣味はテニス、カラオケ、ハイキングと料理。

対談の続きはウェブ版で



TO THE MOON, TO THE MARS.

月へ、火星へ。

JAXAの技術貢献は、国境を超える

国境を超えた協力は、人類を宇宙へ連れていく。ここでは、アポロ計画以来、半世紀ぶりとなる人類の月面着陸を目指す「アルテミス計画」、そしてJAXAの月・火星探査ミッションから、その協力の姿を見つけていきたい。多国間の技術貢献なしでは辿り着けない天体へ。そこから人類はさらに深い宇宙を見据え、まだ見ぬ地球、私たち生命の起源をも見出していくことにもつながる。

イラスト：bowlgraphics 文：熊谷麻那

JAXAの国際宇宙探査について詳しくはこちら

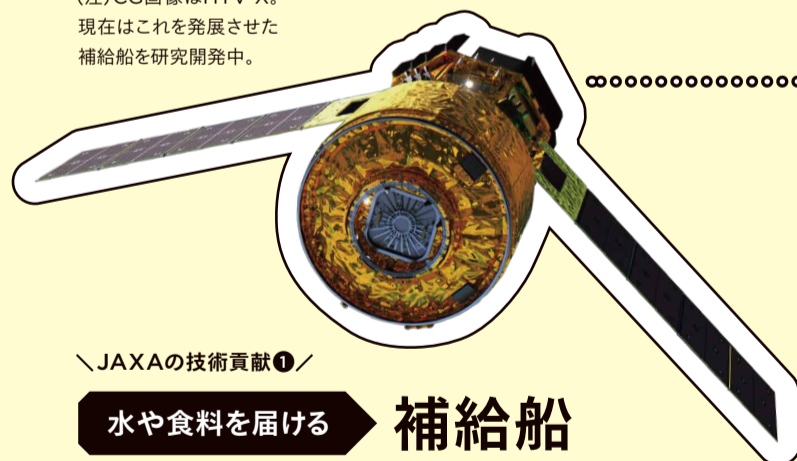


1 FIRST STEP 月周回へ

月面・火星を目指し人類が取り組む計画のひとつが、中継基地である月周回有人拠点「ゲートウェイ」の建設だ。2025年以降からミニ居住棟「HALO」、宇宙飛行士の滞在施設や実験・研究設備を備える「I-HAB」などをモジュールごとに送り、月周回のステーションが築かれていく。JAXAは、米国・カナダ・欧州諸国らと共に運用してきたISS(国際宇宙ステーション)での経験や技術を生かし、この計画に貢献する。ゲートウェイでは今後、日本人宇宙飛行士も活動する予定だ。

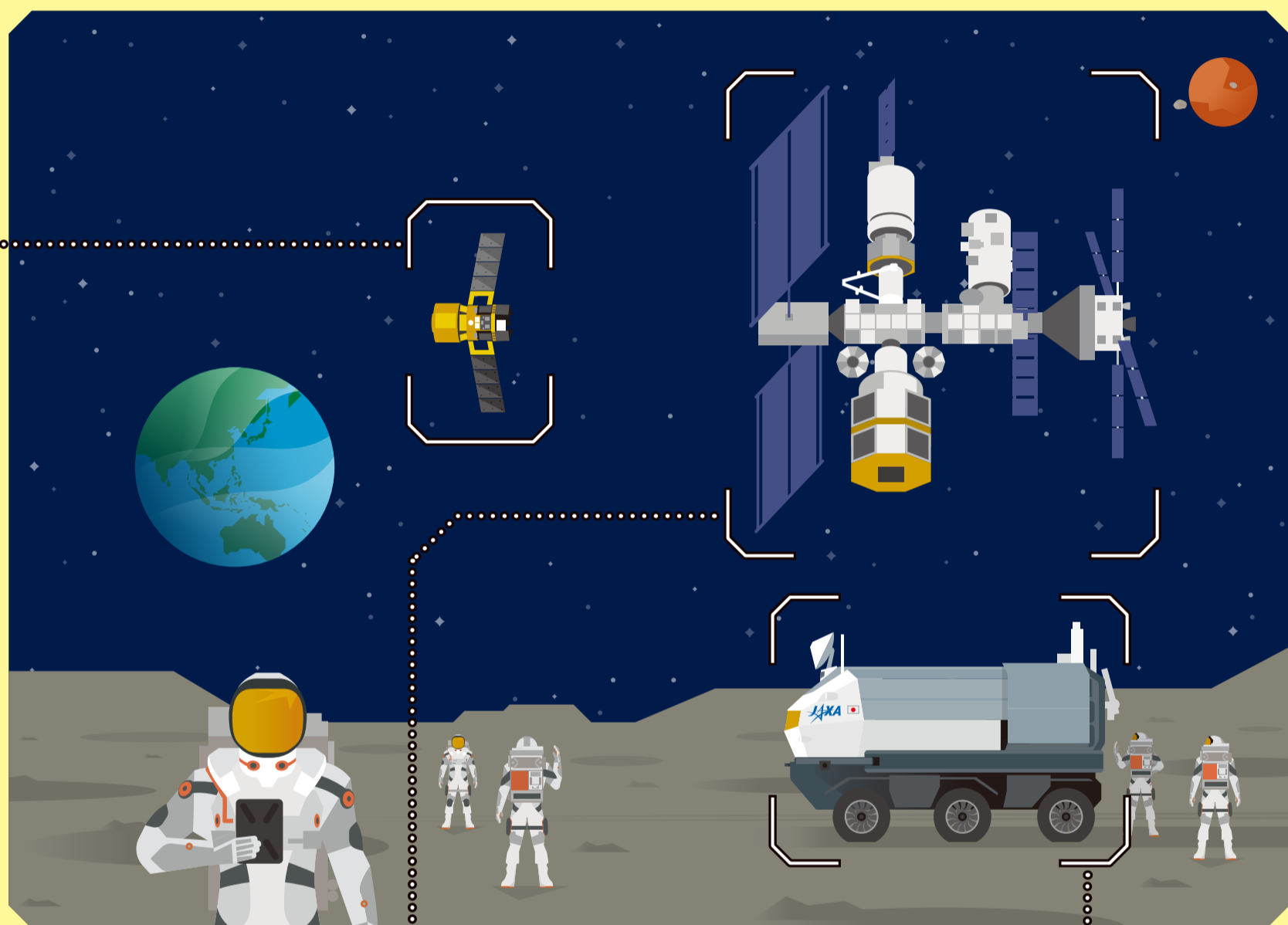
ゲートウェイ計画を含む「アルテミス計画」は、2026年以降に人類を再び月面に立たせ、将来の火星有人探査につなげていくこと、米国が主導する月・火星探査プログラム。

(注)CG画像はHTV-X。現在はこれを発展させた補給船を研究開発中。



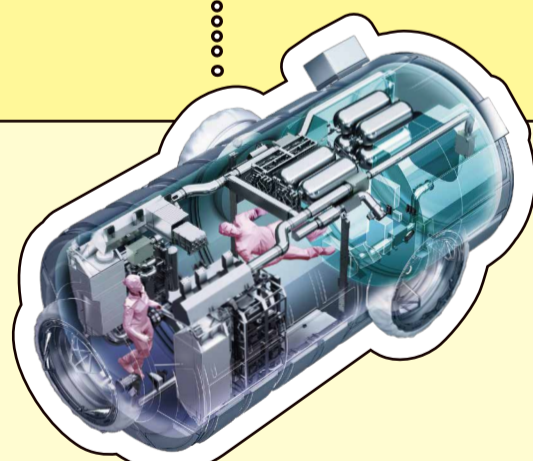
JAXAの技術貢献① / 水や食料を届ける 補給船

ゲートウェイでの宇宙飛行士の活動には、水や食料が欠かせない。地球からゲートウェイへ、そうした生命維持や宇宙での実験に関わる物資を輸送することが、JAXAが担う重要な役割のひとつである。現在検討が進められている補給船は、2009年から2020年までISSへ物資を届けた「こうのとり(HTV)」を発展させたもの。こうのとりが初めて成功させた「ロボットアーム」でのドッキング方式は、その後、接近方式のスタンダードとして米国の民間輸送宇宙船にも採用されてきた。ゲートウェイにおいては、結合システムをさらにリニューアルし、自動結合が可能な補給船を提供すべく、現在研究を進めている。



JAXAの技術貢献② / 宇宙での空気を整える ECLSS

宇宙には空気が存在しない。そのため、人が生きるには宇宙船内部だけで空気を循環させ、きれいに保っていく必要がある。そうした空気の側面から、ゲートウェイでの宇宙飛行士の滞在を支えるのは、JAXAが開発を担当する環境制御・生命維持システム「ECLSS(エクルス)」だ。現在は、ECLSSが搭載される国際居住棟(I-HAB)全体を担当するESA(欧州宇宙機関)と、性能やインターフェースをどのように設計していくか、話し合いが行われている。有人による宇宙探査にとって、欠かせないECLSSの技術。将来はゲートウェイのみならず、月面活動拠点や火星有人探査にも応用されるシステムとなっていくことが見込まれる。



2 SECOND STEP 月面へ

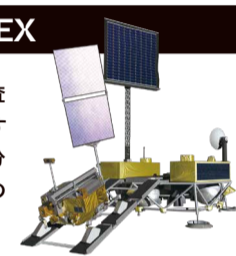
飲み水としてだけでなく、エネルギーとしての活用も予定されている。月面活動における重要な資源「月の水」。その水をめぐり、各国は探査に乗り出している。2026年には、米国が主導するアルテミス計画によって再び月面での有人探査も予定(2024年3月時点)。水を活用しながら建設される月面基地は、長期滞在に必要な居住棟や太陽光発電プラントなどが備えられ、月面を拠点とした火星やその先への探査にもつながっていく。

3 THIRD STEP 火星へ

アルテミス計画で最終的に人類が目指すのは、火星の有人探査。その実現に向け、ゲートウェイの機能の一部を火星周回で活用しようという構想も考えられるなど、各国の宇宙機関は着々と準備を進めている。火星をはじめとする太陽系惑星の探査は、私たち人類や地球の起源を知る手がかりとなるかもしれない。今後のゲートウェイや月面での活動を通して育まれる技術や知見、そして各国との協力関係があってこそ、火星への道は拓かれる。

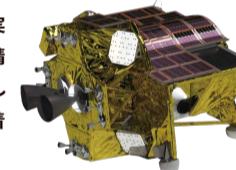
月・火星探査ミッション② / 月極域探査ミッション LUPEX

2025年度の打ち上げを目標に開発が進む月極域探査ミッションLUPEXは、月南極域を探索し、水が存在すると考えられている場所で掘削を行い「その場で」成分を調査することができる。インドの宇宙機関ISROとの協働ミッションだ。



月・火星探査ミッション① / 小型月着陸実証機 SLIM

1月20日、日本初の月面着陸を果たした無人の月着陸実証機SLIM。これまで数km以上の誤差があった着陸精度を100m以内に抑える技術を、世界で初めて実証した。今後、月面探査、拠点への物資輸送、火星探査の着陸技術への応用などが期待されている。



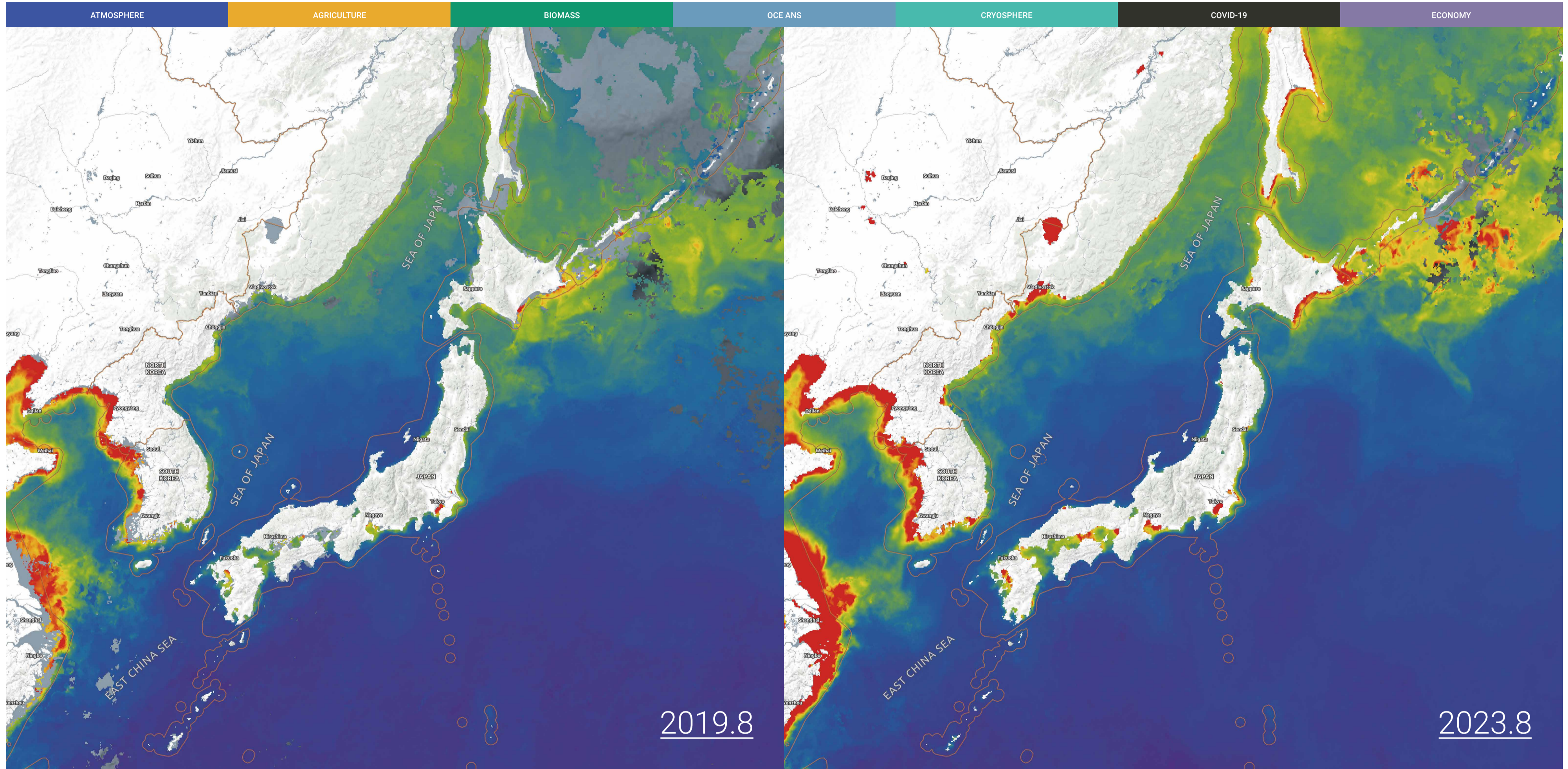
JAXAの技術貢献③ / 月面を走るキャンピングカー 有人と圧ローバ

アポロ計画において月面での移動手段は、バギーのような月面車だった。宇宙飛行士は船外活動服を着用しながら運転するため、移動や探査活動は数時間に限られた。そこで、これからの月面活動で新たに活躍が期待されているのが、JAXAが研究開発を進める「有人と圧ローバ」だ。まるでキャンピングカーのように、宇宙服を着用せずに乗り込むことができ、クルー2名が2週間ほど居住できる。世界初・唯一の月面を走る居住機能を持った移動システムで、これにより月面探査範囲を飛躍的に拡大することができるのだ。実現に向けて現在は、日本の自動車メーカーらとも協働しながら研究開発が進んでいる。



CG提供：TOYOTA

# Earth Observing Dashboard Global environmental changes observed by NASA, ESA, and JAXA

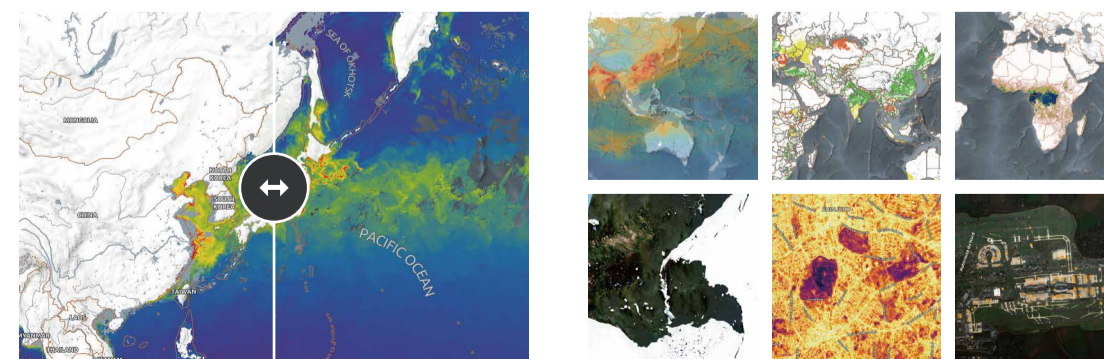


INTERACTIVELY EXPERIENCE  
THE EVER-CHANGING ENVIRONMENT

刻一刻と変わる地球環境を、  
インタラクティブに体感する

地球上の自然や社会活動は、相互に関わり合いながら日々変わっていく。その変化を地球観測衛星が観測し、JAXA/NASA/ESAによって共同解析した結果を「Earth Observing Dashboard」(EOD)にて公開している。上の画像は、宇宙から電磁波で海の色や温度などを観測し、生息する植物プランクトンの動きによって海中に炭素が留められる速度を求めたものである。生態系の食物連鎖を支え、また光合成によって大気中の二酸化炭素を海中に留めるという働きを持つ植物プランクトン。その様子を調べることで、気候変動をはじめとしたさまざまな情報を得ることができる。EOD内の多彩なデータをユーザーが選択し比較することで、宇宙から捉えた地球環境の切実な変化が見えてくる。

\*上の画像には、JAXAの気候変動観測衛星「しきさい」(GCOM-C)による衛星データが活用されている。



EODでは、大気・農業・バイオマス・水と海洋・雪氷・COVID-19・経済という、7つの分野から地球上の自然や社会活動の変化を一般公開。ユーザーは分野と時期を選び、自身でアイコンを動かすことで変化をインタラクティブに感じることができる。

EODウェブサイトはこちら

# 地球への手紙

宇宙を想うとき、地球に生きるわたしが見えてくる

vol.18



手紙と写真の送り主  
永井玲衣  
NAGAI Rei

哲学者／人びとと考えあう場である哲学対話を幅広く行っている。Gotch主催のムーブメントD2021などでも活動。著書に「水中の哲学者たち」(晶文社)。詩と植物園と念入り散歩が好き。

宇宙はどろり。地球へ。そういえば「地球」ってあまり発音したことがなかった。「世界」とか「社会」という言葉はよく使うけど、「地球」は今まで生きてきて何回声に出したことがあるんだろう。「宇宙」は何度か言ったことがあるし、聞いたことがある気がする。人びとと共に考え合う場をつくるために、いろんなところへ出て、みんなの「問い」をきくけど、それでも「宇宙」はよく出てくる。でも「地球」はあまり出てこない。ひとは宇宙ばかり見て、地球のことを忘れてる。とはいえ「宇宙」の問いは面白い。「宇宙のはじっこは？」とか「宇宙のことを考える」とこわくなるのはなぜ?とか。中でも好きだったのは、小学5年生の子どもが紙に書いてくれた「宇宙はどろり」という問いだった。ふしぎにまみれた言葉は、すぐには何を問うていいのかわからない。「宇宙はどろりであるのか?」「宇宙はどこにあるのか?」あるいは、全然ちがうことを問うているのか。その子の切実なわからなさが、何とかきりぎりのかたちを保とうとしてる。結局その問いでも哲学をすることはなかったが、いまでもふと思いつく。「宇宙はどこ。」それはなぜ「地球はどろり。」ではなかったのだろう。わたしたちは「地球はどこ。」と問うてもいいのではないのだろうか。それほどまでに、地球は地球としてあ



らわれてこない。地球はここだ。地球はここなのだが、でもここにはない感じがする。宇宙から照らされることによって、はじめて地球が地球になる。宇宙はどろり、と問うことによって、地球がどろり、と問うことによって、宇宙が輪郭づく。どちらかが問いの発信地になることで、相手を照らす光源となる。なるほど、宇宙について考えることは、実は地球について考えることだった。では地球と宇宙の関係とは何だろう。地球、あなたはどろり思う?



左: 渡辺が製作した桃と紅茶のチーズケーキ。 右: JAXAが開発した、大型衛星のリチウムイオン電池(金)とiPhoneで使用されているもの(黒)。衛星にはこのバッテリーを10個以上搭載する場合も。

## チーズケーキと宇宙機バッテリー。相通ずるひとつの魅力

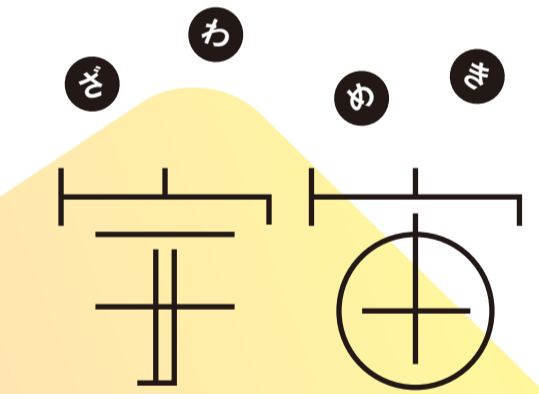
みなさんが普段使うスマートフォンには、中に本体の半分ほどの薄さの「バッテリー」が入っています。それと同じ機能を持ったものが、JAXAが開発する人工衛星や探査機などの宇宙機にも搭載され、JAXA研究開発部門ではその寿命に関する研究が進んでいます。

スマートフォンにあるバッテリーとの大きな違いは、その使い方と寿命です。宇宙には当然バッテリーを充電するコンセントはありません。簡単にメンテナンスもできず、一度打ち上げると10年以上は運用され続けることも。だからこそ宇宙機のバッテリーに求められるのは、できるだけ長くたくさんのエネルギーを安全に使えること。私はそうしたバッテリーを開発したり、バッテリーの劣化状態を調べる方法を研究しているのです。

バッテリーの内部では、いろいろな化学反応が起きています。それは、とても敏感かつ曲者です。材料の組み合わせや添

加材の些細な違いで、その性能は大きく変化します。また、スマートフォンも外が寒いときに電池の減りが早くなる場合がありますが、同様に宇宙機のバッテリーも環境温度に非常に敏感です。太陽から遠い深宇宙に届けばいくほど、宇宙機の周囲の温度は低くなり、その分出力特性や劣化状態にも影響します。バッテリーの電気的性能や寿命を左右する変数はたくさんあり、それらが敏感に作用しあう。私はこれを独自に「多変数敏感系」と呼んでいて、実はこの点が、入社以来の趣味である「チーズケーキ作り」にも通じているんです。

私がチーズケーキに使うのは、サワークリーム、コンスターチ、砂糖、卵、バターなど。それらにプラスする、香りを加える食材や加熱方法によっても、大きく風味や食感の仕上がり変化します。材料構成や作り方に加えた工夫が、ケーキとしてどうアウトプットされるかを味わって確かめる過程はとてもクリエイティブで、科学的な興味と通じる場所があります。バッテリー開発においても、劣化を抑えるために加えたバナニビーンズほどの少量の添加材が、電気性能に悪影響を及ぼすことも。敏感に反応しあう変数同士を



## 心に寄り添うカルチャー案内

vol.18 構成:熊谷麻那

繊細に調整することで、ひとつの物を設計していく。私はこの過程に魅力を感じ、没頭してしまうのです。

小さい頃から楽しんでいるスポーツのために、最近では、砂糖や脂肪分を控えたコレステロール値の低いチーズケーキを作ろうと奮闘中です。自分の身体もとても敏感な反応を見せるので、ケーキの美味しさと健康のバランスをうまく調整するのが大きな課題でもあります(笑)。



研究開発部門 第一研究ユニット  
渡辺 健  
WATANABE Ken

大阪府茨木市出身。宇宙機の電源技術、バッテリーの状態推定技術や環境発電技術の研究を担当。幼い頃から読んでいた「ドラえもん」の魔法と区別できない科学の可能性に惹かれて宇宙の世界へ。茨城の野菜の美味しさに目を開かれ料理・お菓子作りが目覚める。最近の趣味は珍しい個性的な植物を育てること。

# JAXA TIMES

宇宙と航空に関わる基礎研究から開発・利用に至るまで、JAXAの最新情報をお届け。

取材・文:笠井美春 編集:武藤晶子

## NEWS 1

銀河団の謎や、宇宙のレシピを解き明かす

## XRISMがX線画像およびX線スペクトルの取得に成功

2 2023年9月7日にH-IIAロケット47号機によって打ち上げられたX線分光撮像衛星XRISM(クリズム)による、ファーストライト(X線望遠鏡としての初観測)のデータが公開された。これを受けて、「これまでに見たことのない精細なX線画像とX線スペクトルの取得



Credit: X線(JAXA),可視光(DSS) \*The Digitized Sky Survey

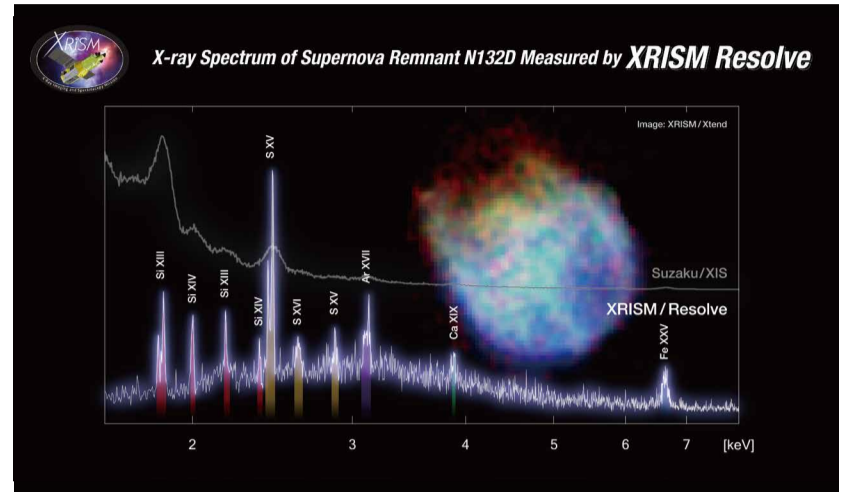
(図1) Xtendが撮像した銀河団Abell 2319。他衛星の視野と比べ、格段に視野が広いことが分かる

に成功した」と前島弘則プロジェクトマネージャがその成果を報告した。

今回公開されたのはXRISMIに搭載されている軟X線撮像装置Xtend(エクステンド)と、軟X線分光装置Resolve(リゾルブ)が撮影したX線画像とX線スペクトルだ。

X線の画像撮影カメラであるXtendは地球から約7億7000万光年の距離にある銀河団Abell(エイベル)2319の観測を行い、X線画像を取得した(図1)。X線画像中央には、銀河団同士の衝突によって起こる高温ガスが、「もや」のように捉えられている。

「Xtendの視野は、『さざく』など従来のX線望遠鏡の約4倍。そのため衝突銀河団の外縁部まで明瞭に捉えることができた」と田代信プリンシパルインベスティゲータ(研究主宰者)は語り、これらのデータは「宇宙最大の天体である銀河団がどうやってできたのか」を解き明か



(図2) Resolve取得のX線スペクトル(白色)。「さざく」取得のスペクトル(灰色)に比べ、詳細な元素検出ができていくことがわかる

す鍵になると期待を寄せた。

また、X線の「色」をより鮮明に測定できるセンサー Resolveは、地球から約16万光年離れた大マゼラン星雲にある超新星残骸(星の爆発の痕) N132Dの観測を実施。高い解像度によるX線スペクトル(図2)の取得に成功した。このデータが示すのは、超新星残骸の中に「どのような元素が、どのくらいの量含まれているか」であり、その温度や運動速度も観測することができる。

「圧倒的な元素検出能力を有するResolveのデータは、超新星がどのような元素をつくり、宇宙に送り出さ

たのかを明らかにできる。これは多様な元素が織りなす、宇宙のレシピを解き明かす手がかりになる」と田代は続けた。

XRISMは今後、6カ月の初期性能確認観測を経て、JAXA・NASA・ESAが公募するゲスト観測も実施していく。そして世界に開かれた宇宙天文台として全世界の研究者に観測機会を提供し、その科学成果に貢献していく計画だ。

XRISMについて詳しくはこちら



## NEWS 2

「降りたい場所に降りる」時代への第一歩

## 小型月着陸実証機SLIM、月面へのピンポイント着陸に成功

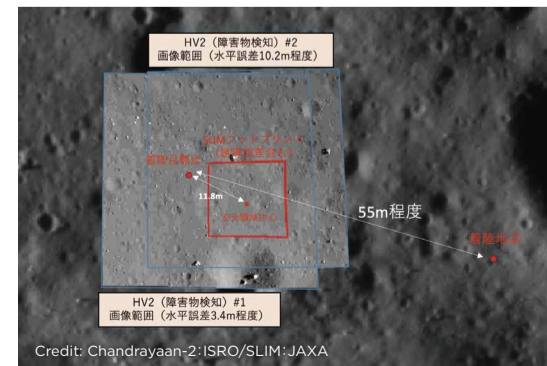
月 惑星探査において「狙った場所を観測できるかどうか」は重要だ。この実現をめざし、ピンポイント着陸技術などの実証を行う小型月着陸実証機SLIM(スリム)が、日本初の月面着陸に成功した。

2024年1月20日午前0時頃、SLIMは20分ほどかけて月面へと降下し、最

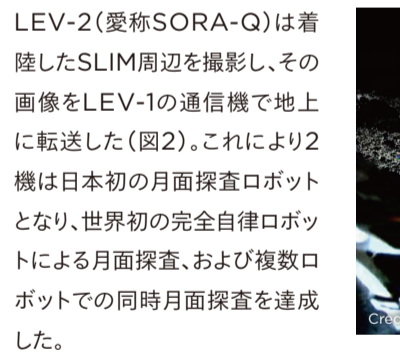
終的には目標地点から55mほど離れた地点に接地。位置精度は10m程度以下、おそらくは3~4m程度となり、目指していた「100m精度のピンポイント着陸」の技術実証を達成した(図1)。

一方で、着陸時の姿勢が想定通りではなかったため太陽電池が電力を発生しないトラブルも発生。しかし25日の記者会見では、ピンポイント着陸技術に必要なデータ、降下中や月面での航法カメラやマルチバンド分光カメラの撮影画像データの取得ができたこと発表され、SLIMは想定していたミッションの大半をクリアした。

また、SLIMは搭載していた小型プローブ(LEV-1・LEV-2)の放出にも成功。



(図1) SLIMの着陸目標地点と、推定される接地地点の位置関係



(図2) LEV-2が撮影した月面画像(手前にはLEV-2の左右の車輪が写っている)

た画像を見た瞬間、腰を抜かしそうなほどのインパクトを受けた。このピンポイント着陸成功により、世界の宇宙探査はより挑戦的なものになるはずだ」と語った。

さらに着陸からおよそ8日後には太陽光の向きが変わり、SLIMは太陽電池の発電を開始。月面観測を再開し、貴重



(図3) 越夜後にSLIMの航法カメラが撮影した月面画像

なデータの数々を取得した。その後、月が太陽電池での発電ができない2週間の長い夜に入ったため、SLIMは一休状態に。しかし再び昼を迎えた2月25日には越夜(えつや:月の長い夜を越すこと)に成功。越夜を想定した設計でなかったものの月の昼(約110度)と夜(約マイナス170度)の厳しい環境に耐え、地球と通信できた(図3)。

今回、SLIMが達成した成果は、アルテミス計画など今後の国際宇宙探査などへの貢献が期待される。

SLIMについて詳しくはこちら



宇宙での無人建設を実現するために

# ローバなどの自動運転に、AI技術の応用を

宇宙探査イノベーションハブ



主任研究開発員 山崎雅起 YAMAZAKI Masaki

将来の宇宙探査では、宇宙飛行士が月などに長期滞在することが予想される。そこで必要になるのは現地での居住空間などの確保だ。とはいえ宇宙飛行士が月に資材を持ち込んで組み立てることは非常に難しい。そこで現在、宇宙での無人建設技術の開発が進められている。

「私たちが進めているのは、月面で動くローバや建設機械などの自動・自律化を実現するAIロボティクス技術の開発です。月面でローバが自動運転するには、走行中、自らの判断で岩やクレータなどを避ける必要があります。これを、実際の月の画像データと、人工的に作り出した大量の月面CGデータをAIに学習させることで実現しようとしています」と、この開発に携わる山崎雅起は言う。

AIが障害物を検知するためには、詳細な起伏などがわかる実際の月面画像が大

量に必要だ。しかし十分な量の月面画像を集めることはなかなか難しい。そのため、これまでの衛星や探査機が取得したデータをもとにしたCGデータで足りない分を補完している。

この研究はパナソニックアドバンストテクノロジー株式会社と共同で行われており、同社の持つ「車の自動運転技術」や「画像認識やセンサー処理技術」などが活かされている。そしてこのほど同チームは、宇宙探査フィールド(月面を模した砂地環境)でAI技術搭載カメラを付けたローバの走行試験を行った。

「今回は、月面における太陽光の当たり方を再現するため、横から光を当てる人工太陽の照明環境を用意し、ローバのAI技術搭載カメラが、障害物となる岩石模型や模擬クレータを見つけられるかどうかを検証しました。結果、カメラが人工太陽光の影響を強く受け、ローバ自身の轍(わ



宇宙探査フィールドでの実験の様子(模擬クレータや、ローバ自身の轍が見える)

だち)や岩石の影などに阻害されて障害物をうまく見つけられなかったのですが、この気づきを次のAIの学習にフィードバックできたので、良かったと感じています」

今回の共同研究で山崎は「異分野企業の人材や知識の活用は、宇宙探査の技術開発を加速させると実感した」と言う。また、「企業にとっても宇宙探査で開発した技術を地上で活用すること(例えば林業機械の自動運転などに活かすなど)がで

き、相互にメリットがあることも感じた」と語った。「月面でのローバや建設機械の自動運転にAI技術は必須です。今後も共同研究を推し進め、宇宙開発へのAI技術の活用を推進していきたいです」

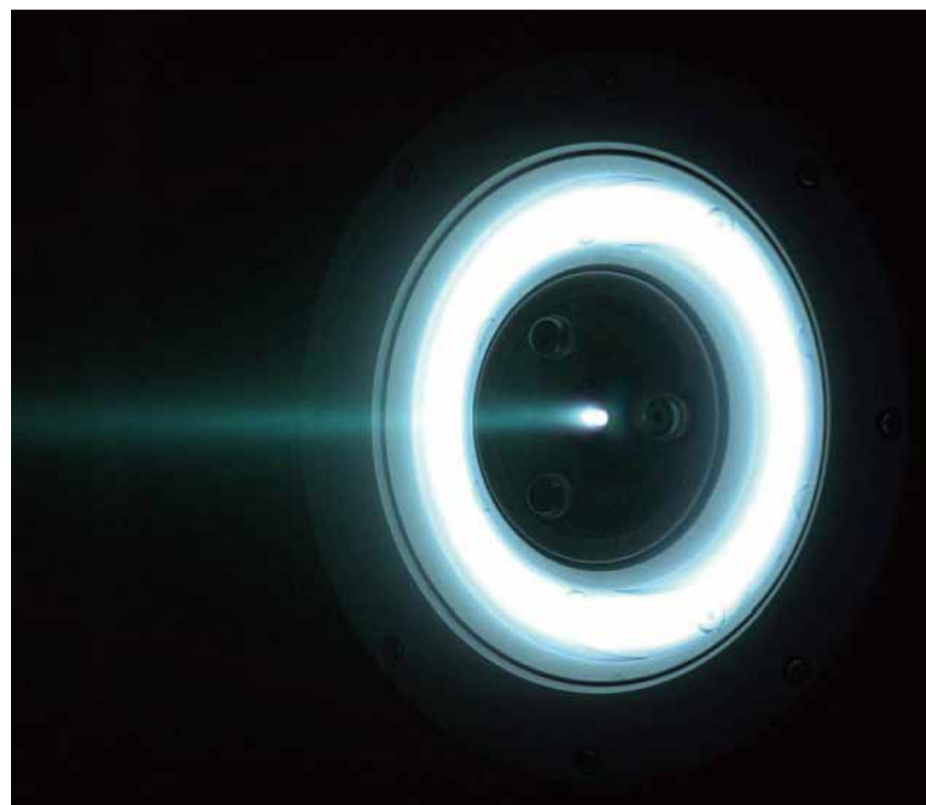
このプロジェクトについて詳しくはこちら



ホールスラスタとは、いわば「宇宙機の次世代エンジン」だ。この研究開発に携わる張科寅は、「現在、JAXA研究開発部門では低軌道小型衛星向けの電気推進研究を進めており、その中心にあるのが国産小型ホールスラスタです」と語った。研究開発部門が電気推進を研究する理由は、従来の化学推進よりも電気推進の方が燃費が良く、搭載する燃料の量を大幅に削減できるからだ。燃料を減

らすことで、小さな宇宙機でもさまざまなミッションを実施可能になる。

「ホールスラスタの魅力は、低燃費でありながら推力(瞬発力)が大きく、電気推進としては噴射が短時間で済むこと。さらに小型軽量低コスト化しやすいことなどで。第一宇宙技術部門が開発する技術試験衛星9号機向けの大型ホールスラスタが、初の国産ホールスラスタの軌道上実証になりますが、大型静止衛星向けに非常



国産小型ホールスラスタの放電写真。特徴的な青白い光は、高いエネルギー状態で効率よく作動している証拠

# 4 国産小型ホールスラスタ」を研究中

低軌道小型衛星への活用に向けて

研究開発部門



第二研究ユニット 主任研究開発員 張科寅 CHO Shinatora

に高い性能と信頼性をめざしています。一方で低軌道小型衛星向けにはコストと使い勝手の良さが最重要となり、大型とは全く異なる技術アプローチで、国産小型ホールスラスタの研究を進めています」

人工衛星の多くは人々の生活に欠かせない通信、測位、観測などの役割を担っている。だからこそ、その需要は高く、海外ではこうした衛星へのホールスラスタ利用がすでに進んでいる。

「ホールスラスタなどの推進機は、衛星システム全体の性能を左右する重要部です。それゆえに技術的難易度が高く、さらに海外製の調達性にも課題が多い。こうした点からも市場競争力の高い国産のホールスラスタの研究には大きな意味があります」研究開発部門が研究する小型ホールスラスタは量産化を見据え、国内の優れた

民生部品、材料や生産技術を他分野から取り入れ、コストと信頼性、使い勝手の良さを追求した。さらに部品点数の大幅削減につながるJAXAの独自技術を創出・特許化し、事業化に意欲的なパートナー企業に実施許諾。すでに製品化され、一部販売もスタートしている。

「小型ホールスラスタは、デブリ除去や地球観測などを行う小型衛星での活用が見込まれます。今後も日本の高い技術力、生産技術に、優れたアイデアや知見を加えて技術実証し、ホールスラスタが日本の強みとなることをめざします」

ホールスラスタについて詳しくはこちら



# 3 誰もが快適な「バリアフリーキャビン」の実現に向けて 車椅子に乗ったままでの空旅を可能に

航空技術部門



基礎技術研究ユニット 主任研究開発員 安岡哲夫 YASUOKA Tetsuo

飛行機のバリアフリー化をめざし、さまざまな技術検討や提案に取り組むJAXAでは「車椅子での搭乗・フライトを実現するための研究開発」を進めている。担当の安岡哲夫に話を聞いた。

「現在、車椅子利用者が飛行機に乗る際には、自分の車椅子を貨物室に預け、空港用車椅子で機内に移動し、さらに介助者の手を借りて座席に移ることが必要

です。快適とは言えないこの状況を解決するために、私たちはトヨタ自動車(株)と共同で「飛行機にそのまま乗ることができ車椅子」を作ろうとしています」

まずめざすのは「車椅子利用者が、専用の車椅子に空港で乗り換えて搭乗し、機内ではそれを航空機座席として使用すること」。実現には、航空安全規制の認証をクリアできる車椅子の開発が必要になるため、認証

で要求される強度基準を満たす構造設計や簡易に着脱可能な車椅子の固定方法の研究開発を進めなければならない。

そこでJAXAは先般、さまざまな車椅子での強度試験を実施。この試験は航空機が緊急着陸した際に座席と乗客にかかる荷重を想定して実施され、ここで強度に耐えられる車椅子が選定された。今後は強度以外の認証基準もクリアできるよう、この車椅子を改修していく予定だ。

「車椅子利用者の方々へのヒアリングでは、機内の狭さ、トイレの使用性などさまざまな要望が挙がりました。そこで気づかされたのは「選択肢があることが重要だ」ということです。誰ひとり取り残さない未来への道のりは長いですが、選択肢のひとつとして、この車椅子を少しでも早く完成させたいですね。そして利用者の方がその車椅子でフライトする姿を発信したい。そこから社会の波をつくり、多くの人が航空機のバリアフリー化に取り組む起点になればと考えています」



折り畳み式車椅子を使用した静強度試験(縦横など各方向に規定の荷重をかけて行う強度試験)の様子



非折り畳み式車椅子を使用した動的強度試験(着陸時の衝撃による瞬間的な衝撃を与える強度試験)の様子

この研究開発について詳しくはこちら



# 4 JAXAがつくる、遊んで学べるMinecraftの新「月ワールド」 ゲーム教材「LUNARCRAFT」、リリース

宇宙教育センター



社会教育支援担当 宮崎直美 MIYAZAKI Naomi



学校教育支援担当 鈴木圭子 SUZUKI Keiko

こうした細かい再現ぶりをきっかけに、SLIMやLUPEXプロジェクトについても興味を寄せてくれるとうれしいです」と鈴木は言う。

現在、宇宙教育センターのHPで公開しているLUNARCRAFTは、今後さらに学校や社会教育の場での利用を促進していく予定だ。めざすのは「面白い!から子どもの好奇心に火をつけていくこと」。

いつの日か、JAXA職員や宇宙に関する仕事に携わる若者から「LUNARCRAFTをきっかけにこの世界に入った」という声が聞けるとうれしく、ふたりは語った。

インタビューの拡大版はこちら



ゲームデジタル教材「LUNARCRAFT(ルナクラフト)」が2023年12月、新たに公開された。月面をモチーフにしたこの教材について、制作を担当した宇宙教育センターの宮崎直美、鈴木圭子に聞く。

「LUNARCRAFTは世界中で人気のメタバースゲーム『Minecraft(マインクラフト)』内の新ワールドです。設定は2050年、ユーザたちは宇宙船に乗って月に向

かい、月の開拓を始めます」と宮崎はゲーム内容を説明。その面白さを「ゲーム感覚で自由に月面を探索し、限りある資源を活用して開拓していくなかで、自然に月の重力や月面環境などを体感し、学べる点だ」と語った。

LUNARCRAFTは2007~2009年に活躍した月周回衛星「かぐや」の取得したデータを軸に作られているため、現実に近い設定になっている。さらに月面には、

小型月着陸実証機SLIM(スリム)や今後打ち上げ予定の月極域探査機LUPEX(ルベックス)に加えて、月着陸船や月面ローバの姿もあり、ユーザはローバに乗ることもできる。

「これが実現できたのは、新事業促進部や地球観測研究センター(EORC)、月惑星探査データ解析グループ(JLPEDA)、SLIMやLUPEXチームなどから多くの協力があったからです。



LUNARCRAFTリリース画像

# 5 宇宙でも、地上のインターネットのような通信ができるように 「DTN」技術で宇宙に新しい通信インフラを

追跡ネットワーク技術センター



追跡技術開発チーム 森永 優 MORINAGA Yu



追跡技術開発チーム 太田那菜 OTA Nana

宇宙の新たな通信システムを作るべく、現在、DTN(遅延/途絶耐性ネットワーク)技術の研究開発が進んでいる。これに取り組む森永 優と太田那菜に話を聞いた。

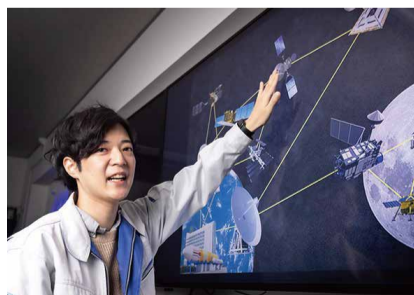
「DTNは宇宙の通信における課題である、通信上の遅延や途絶(遅れや途中で途切

てしまうこと)に耐えられるネットワークのことです。このDTN技術を使って、私たちは「いつでもどこでも宇宙機と地上局(アンテナおよびデータを送受信するための装置など)が通信することができる、地上のインターネットのような環境」の確立をめざしています」と森永は語った。

「今後は、月や火星周辺に探査機やローバなどが増加し、通信データ量も増える見込みです。これにより地上局の数が足りなくなる可能性もあり、今以上に効率的なデータの伝送をしていくことが必要です。こうした理由から新たな通信インフラの誕生が求められています」と太田はその必要性を説明した。

この実現に向けて、現在DTN開発チームでは「宇宙機へのDTNの搭載」などに取り組んでいる。JAXAでは2030年代にDTNによる惑星間インターネットを月-地球間で実現しようと検討しており、そのためには宇宙機へのDTNの搭載が必須だからだ。DTN開発チームはこうした活動のなか、2023年にはメーカーとの協力で進めてきた「DTNの高速化への研究開発成果」の論文を世界に発表。非常に大きな評価も得た。「JAXAも国際協力するアルテミス計画(米国が主導する月面探査プログラム)では

DTNの採用が検討されています。まずはこの国際的に重大な事業に携われることに大きな喜びを感じています。若手にチャンスを与えてくれたことに感謝しつつ、DTNの研究にさらに力を注ぎ、新たな宇宙の通信インフラの早期実現をめざしていきます」



DTN技術について語る森永

インタビューの拡大版はこちら



# わたしの JAXA 訪問記 VOL.5

## 目的

## 地球の水の 循環を知りたい

## 訪れた人

### 高柳潤

ヘアスタイリスト

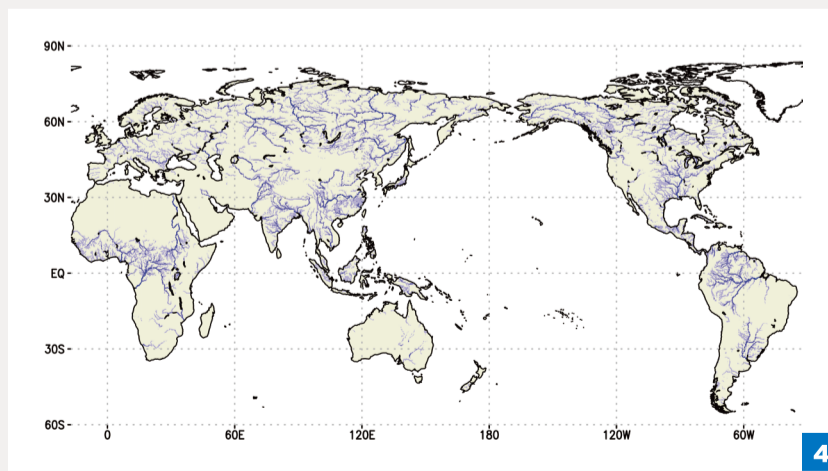
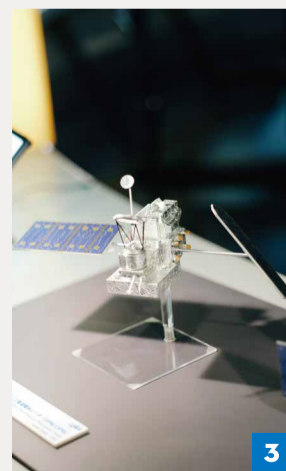
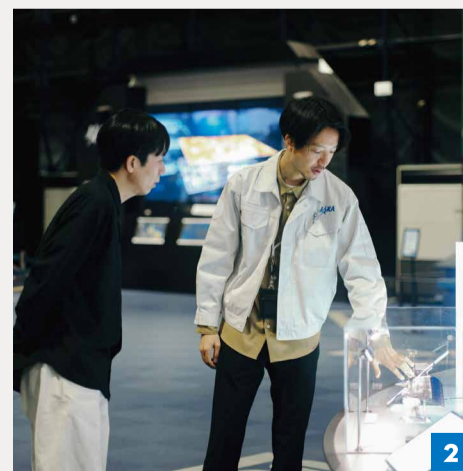
omotesando atelier代表

## ひとりの生活は、 巡り巡って、地球規模の 大きな変化につながる

雨粒や雪、あるいは海面や大気中の水蒸気から、地球上の水を捉えるふたつの衛星、GPM主衛星と水循環変動観測衛星「しずく」(GCOM-W)。それらを運用し、地球上にさまざまな形で存在する水を網羅的に観測・解析することを目指すJAXA筑波宇宙センターに、日々お客さまの髪を洗淨するなかで、地球の水に関心を寄せてきたヘアスタイリスト・高柳潤さんが訪れた。

写真：表明々花 文：熊谷麻那 編集：水島七恵

「この水は流れ着いた先で、どんな影響を与えているのだろうか?」。東京・表参道にあるヘアサロン・omotesando atelier代表の高柳潤さんは、普



2. スペースドーム内にて「GPM主衛星」の模型(クリアケース内)を前に対話するふたり。 3. 「GPM主衛星」の模型。 4. GPM主衛星や「しずく」の観測データを基に、陸上の水循環をシミュレーションしたもの。JAXAが東京大学と共同開発した「Today's Earth」というサイトから誰でもアクセスできる。「実際には川の様子を示しているのですが、パッと見ると人の血管にも見えてきますよね」と山本は言う。



1. 筑波宇宙センター内にある展示館「スペースドーム」を見学する高柳潤さん(右)と山本見輔(左)。写真は世界中の雨を捉えるGPM主衛星の展示前にて。

段お客さまの髪を洗い流し、整えていくなかでそんな問いを抱いた。

髪を洗淨した水は排水溝を伝って下水処理施設へ。その後、川に流れて海にまでたどり着く。温められると水蒸気となって大気へ。上空で冷やされることで雨に変わり、また私たちのものに降り注ぐ。こうした地球規模の水の循環を宇宙から捉えているのが、JAXAが運用する地球観測衛星だ。それぞれの衛星が搭載するセンサを用いて、降雨の分布やその強さ、海面温度などさまざまな視点から、地球上にある水を観測している。

私たちが生活のなかで利用する水は、宇宙からどのように捉えられるのか。その関わりを探ろうと、高柳さんとともにJAXA筑波宇宙センターの中にある、地球観測研究センターを訪れた。

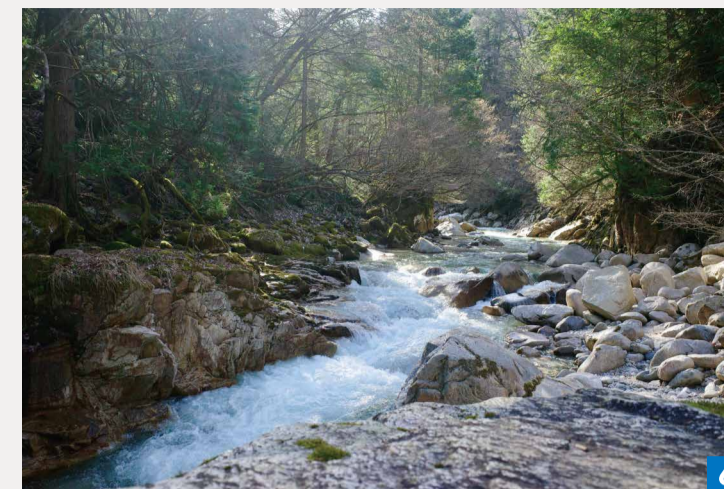
## 水の振る舞いを解きほぐす

「例えば、雨としての水、土壌に浸透する水、そこで溜まる水、蒸発して大気に戻る水、植物に吸収される水。地球上には、実にさまざまな水の振る舞いがあります」。そう話すのは、今回高柳さんを案内し

てくれた地球観測研究センター研究開発員で、水文学を専門とする山本見輔だ。「水文学」という馴染みがないかもしれませんが、「天文学」はみなさんご存じですよね。天文学が、天体や宇宙の構造を解き明かすものであるように、水文学は水についての構造、文を解きほぐす学問。僕はそれを地球観測衛星を使うことで追究しています。JAXAが運用する衛星のうち、水循環に関する観測を行うのは、雨や雪を立体的に捉えるレーダー等を搭載した「GPM」主衛星と、海面や大気中の水蒸気などから放たれる微弱な電波を捉え、海面水温や土壌水分、雲の水分量など、さまざまな角度から水を観測する水循環変動観測衛星「しずく」のふたつ。地球観測研究センターではさらに、海外の宇宙機関が運用する衛星のデータも集約し、リアルタイムでの地球全球の観測データをカバーしている。「現在の水循環を捉えた観測データを蓄積していくことで、例えば、近い未来、地球温暖化が進行した場合に水はどう増減するのかなど、予測やシミュレーションを行うことができるようになります。そのためには、降雨や土壌水分、大気中の水蒸気といったそれぞれの水の状態とその量を、宇宙から正確に観測す



5. GPM主衛星が立体的に捉えたハリケーンをVR空間で体感する高柳さん。青い点は雨粒を示し、グラデーションが濃いところであるほど大きな雨粒が存在している。雨粒の大きさを実観測に基づいて再現することで、ハリケーンや台風の詳細な分析が可能となる。 6. 高柳さんが心を打たれたという、長野県安曇野市の川。北アルプスに降り積もる雪がゆっくりと時間をかけて微生物に分解され、地層に濾過されることで、青く透き通ったミネラルバランスのよい水となっている。



ること。刻一刻と変わる水の姿を解き明かしていくことが大切です」

## 人間の営みが、自然環境を変容させる。

### その「確からしい根拠」

水は、さまざまな振る舞いを見せる。一方で、地球上を循環する水の量自体は、我々が生きている時間スケールではほぼ一定とみなすことができる。つまり今、蛇口から出てくる水は太古からほとんど変わらず、他の生物とも共有し、利用し続けてきた水だ。高柳さんが感じていたのは、そうした水を「私たち人間が、日常的に使う食器用洗剤や洗濯用洗剤、シャンプーなどによって汚してしまっているのではないか」ということだった。多くの洗剤には、石油系合成界面活性剤や漂白剤をはじめ、さまざまな化学成分が含まれている。その中には、生分解性が低いために微生物が分解できなかったり、分解に時間のかかるような物質もあり、そのぶん自然環境への負荷が大きいとされている。その影響は、宇宙からどのように見えているのだろうか。

山本は言う。「洗剤から受けた影響のみを、衛星からわかりやすく観測することは難しいかもしれませんが、しかしそうした人間の営みが、どのように自然環境を変化させたかを捉えることはできます。『赤潮』の観測などはそのひとつの例と言えるでしょう。赤潮とは、海水中の微生物が大量発生することで、海が赤っぽく見える現象だ。それが河口から近いところで起きているという事実を、気候変動観測衛星「しずく」が観測した。「しずく」はJAXA第一宇宙技術部門が運用する、地球の陸域、大気、海洋、雪氷までさまざまな対象を観測する衛星だ。

「2018年の観測事例における赤潮発生には、海域周辺で海面水温が周囲よりも高かったことが影

響していると言われていますが、人間活動による排水が流れ込んだことで、微生物にとって栄養素が高い海になっていた可能性も考えられます。ただ、地球のシステムはかなり複雑なので、微生物が大量に発生しているということが自然環境の「悪化」であると、言い切ることは難しいです。プランクトンがいることで魚が集い、一時的にそこが豊かな漁場となる場合もあります。しかし自然環境の「変化」のトリガーのひとつが、人間活動でもあることは間違いありません。こうした人間の営みによる影響を理解するための、確からしい根拠を提供することが僕たちの役割だと思っています」

## 滞りのない循環は、健やかさにつながる

「健やかな髪づくりに、身体全体が循環していることが大切です」と高柳さんはいう。「数が発生した森は、本来深い土壌まで染み渡るはずの水が浅く留まり、そこに根が張り巡らされてしまうことで、新しい芽が生まれにくくなっていると聞いたことがあります。僕は人間も同様だと思っていて、実際、余裕がなかったり大きな悩みを抱えていたりする方

は、どこか髪に手を通りづらく、藪のようになっていると感じます。それは、身体のどこかで循環が滞っているサインなんですね。僕たちが目指すのは、そうした髪に手を入れ、新鮮な風を通していくことで、お客さまの生活や身体の循環を整えることなのだろうと思うのです」

山本は「高柳さんと僕たちJAXA研究員の関係は、入口と出口のようなものかもしれないですね」と言う。「地球観測衛星が観測しているのは実際、一人ひとりの営みの結果だと思います。僕らが目指すのは、そうした結果としての観測データを生活者に届け、一人ひとりにご自身と向き合ってもらいたい。高柳さんはそれを生活に近い美容という領域で、前向きに伝えようとしているのだと思います。地球規模の水循環と、身体ひとつの循環。それぞれが捉えるスケールは異なりますが、僕たちはきっと同じ方向を向いているのだと思います」

記事の続きはウェブ版で



7. omotesando atelierのサロン室。表参道の裏通りにある一軒家を改装し、2013年に開かれた。 8. 高柳さんが監修を務めるヘアケアブランド「余[yo]」は、人と環境に配慮した自然製法から生まれた。そのボトルには、使用されたすべての成分が記載されている。



ヘアスタイリスト  
omotesando atelier代表  
高柳潤  
TAKAYANAGI Jun

東京都出身。「ととのえること」をコンセプトに、サロンワークを主体として、髪から、くらしそれぞれにアプローチするサービスを展開。サウンドメディア「髪を切るということ」のプロデュース、「水と、洗うこと」をテーマとしたショップ兼ギャラリーの運営など活動の幅を広げている。

第一宇宙技術部門  
地球観測研究センター  
山本見輔  
YAMAMOTO Kosuke

徳島県出身。JAXA地球観測研究センターにてGPM(全球降水観測計画)主衛星が観測した降水データの利用研究に取り組む。大学との共同研究では、衛星データを用いた水循環シミュレーションモデルの開発にも従事。音楽が趣味で、演奏のほか、データを使った作曲にもチャレンジ中。





# 12 DECEMBER TOPICS

- 6 小惑星探査機「はやぶさ2」の拡張ミッション「はやぶさ2#(はやぶさツーシャープ)」の探査対象のひとつである小惑星「2001 CC21」の命名キャンペーンを開始
- 15 株式会社QPS研究所、米Rocket Lab社のロケットElectronにより、小型SAR衛星QPS-SAR 5号機「ツクヨミ-1」打ち上げ成功

# 1 JANUARY TOPICS

- 3 米SpaceX社、21機のスターリンク衛星を搭載した「ファルコン9」ロケットの打ち上げ成功。うち6機はKDDI株式会社をはじめとする各国の通信事業者がサービスを提供する「Direct to Cell」を搭載
- 5 JAXA、XRISMのファーストライト(望遠鏡や観測装置の性能を確認するための最初の観測)で得られたデータを公開(詳しくはP11)
- 5 JAXA、国内防災機関等からの要請を受け、「令和6年能登半島地震」当日の夜間から「だいち2号」(ALOS-2)による緊急観測を行い、データを提供①

- 9 JAXA、カナダ国立研究評議会(NRC)と航空分野における協力協定を締結②
- 10 KDDI株式会社、厚生労働省管轄の災害医療派遣チームDMATと衛星ブロードバンドのスターリンクを活用し被災地域における医療活動の支援を開始
- 12 三菱重工業株式会社、H-IIAロケット48号機の打ち上げ成功。搭載されていた情報収集衛星光学8号機のロケットからの分離を確認。H-IIAロケットは2005年の7号機から42回連続の打ち上げ成功となり、打ち上げ成功率は97.9%
- 17 株式会社QPS研究所、小型SAR衛星QPS-SAR5号機「ツクヨミ-1」によって取得したファーストライトを公開③
- 17 ソニーグループ株式会社、「STAR SPHERE(スターズフィア)」プロジェクトにおいて超小型人工衛星「EYE(アイ)」の操作に用いるWEBアプリケーション「EYE コネクト」を公開④
- 20 JAXA、小型月着陸実証機「SLIM」が世界初となる月面への高精度着陸を達成(詳しくはP11)

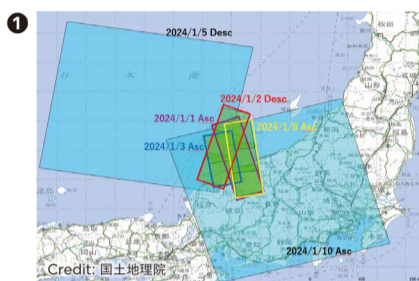
# NEWS HEADLINES

宇宙にまつわる世界のニュース

宇宙開発や天文、最新の研究など、宇宙に関する3ヵ月間のトピックスをご紹介します

\*海外のニュースは現地の日付

- JAXA
- 日本
- 海外



ALOS-2による観測実測



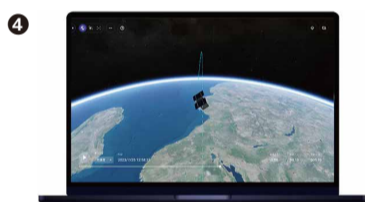
NRC Mouhab Meshreki航空宇宙研究センター長(左)JAXA渡辺重載部門長代理(右)



公開された広島城付近の画像



種子島宇宙センターからの打ち上げの様子



Credit: ソニーグループ株式会社 「EYE コネクト」を使用した画像のイメージ



地球観測衛星「PACE」のイメージ図

- 5 重力波望遠鏡「KAGRA」、能登半島地震の影響による損傷が判明
- 8 米SpaceX社、NASAの地球観測衛星「PACE」を搭載した「ファルコン9」ロケット打ち上げに成功⑤
- 9 米Axiom Space社、国際宇宙ステーション(ISS)滞在ミッション「Ax-3」のクルー4名を乗せた米SpaceX社の有人宇宙船「クルードラゴン」が無事帰還

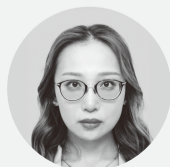
- 17 JAXA、H3ロケット試験機2号機の打ち上げ成功。ロケット第2段は所定の軌道に到達し、搭載されていた小型副衛星2機も分離し軌道投入⑥
- 18 株式会社アストロスケール、JAXAと共同開発した商業デブリ除去実証衛星「ADRAS-J」の打ち上げ成功

- 20 JAXA、茨城県および国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所(FFPRI)とALOS-2の観測データを利用した森林伐採検知の方法とその結果を森林クラウドにて利用する方法についての手引きを公開
- 23 米Intuitive Machines社、NASA「CLPS」プロジェクトの一環として開発した月着陸船「Nova-C」が月面着陸成功。民間企業として着陸に成功したのは世界で初

# 2 FEBRUARY TOPICS



www.jaxa.jp  
@JAXA\_jp  
jaxachannel  
facebook.com/jaxa.jp



ふだん、私たちはあまり意識せずとも世界中の人たちと関わりあって生活しています。これからの時代、それはますます加速していくでしょう。遠くにいる人々にも、思い立てばすぐに連絡をとったり会ったりできます。私たちがともに暮らす地球で、みんなが繋がっている。つながることで、お互いを大切にし、よりよい未来を拓いていくことができます。今号のJAXA'sを読んで、そんな気持ちになっていただけたら幸いです。(JAXA's担当 石川 真裕美/広報部)

発行責任者: 佐々木薫(JAXA広報部長) ディレクション・編集: 水島七恵 編集: 武藤晶子(アドベックス2)、熊谷麻那 アートディレクション・デザイン: groovisions プロジェクトマネジメント: 戸高良彦、森部嘉一(マガジンハウス CREATIVE STUDIO) 発行日: 2024年3月28日 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構(JAXA) 広報部: 〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6 御茶ノ水ソラシティ



JAXA'sアンケートはこちら。ご意見・ご感想をお寄せください

WEB版のJAXA'sはこちら