

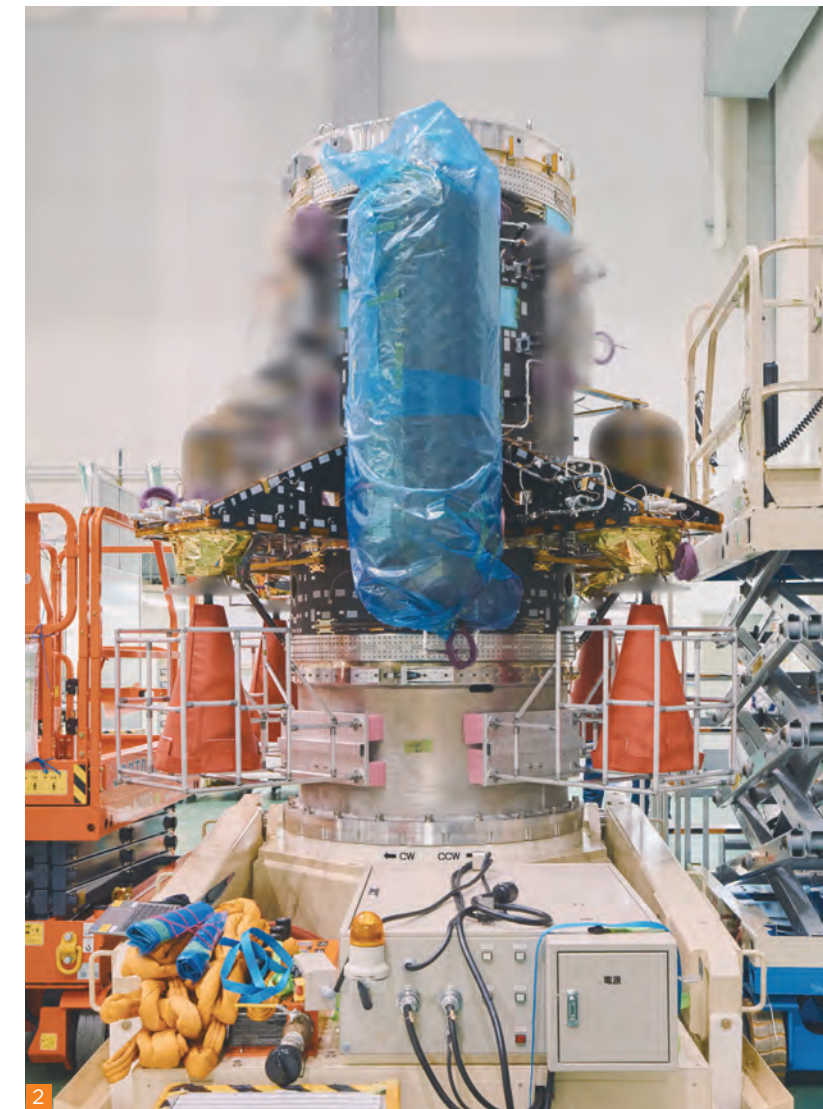
JAXA's
100





To a More
Distant Universe.
JAXA's Space
Exploration
Pioneer is MMX.

MMX's
100



探査機は、大きく3つのモジュールから構成されている。①(2P写真)旅の終わり、地球へと帰還する際に活躍するのが「①復路モジュール」。帰還の際には、中央上部の金色に輝く丸いカプセルの中に、フォボスの砂(サンプル)が収められているはず。②(3P左写真)火星圏へ向かう推進薬を大量に搭載したのが「②往路モジュール」。限られたエネルギーで地球と火星の間を往復するため、このモジュールは火星圏で切り離される。③(3P右図)3つのモジュールを分解した構造図では、「③探査モジュール」に注目。フォボス表面に着陸するため、クッション性に優れた4本の脚が備わっている。フォボスの重力は地球の約1,000分の1以下しかなく、繊細な着地が求められる。

より遠い宇宙へ。MMXが拓くJAXAの宇宙探査

これからJAXAが到達を目指す天体—火星衛星。
火星衛星探査計画MMXでは、
フォボスとダイモスに向かい、
そのうちフォボスに着陸して、砂(サンプル)を採取。
地球へ持ち帰ることを目指す。
その野心的な挑戦について、
プロジェクトマネージャー・川勝康弘が語った。

写真：田上浩一 文：熊谷麻那



火星をまわるフォボスとダイモス。これら直径20km前後の非常に小さな天体を目指すミッションが、MMXだ。

「火星衛星は、太陽系で最も重要な未踏峰とも言われています」と川勝は言う。「惑星科学者たちは口をそろえて『とにかくおもしろい』と語る天体です。表面には火星由来の粉塵が降り積もっており、水や有機物の痕跡が残されている可能性もありますし、将来、人類が火星へ向かう際の拠点とする案も検討されています。惑星科学の今後、そして人類の宇宙探査において、多くの可能性を秘めた存在なんです」

探査機は2026年度に打上げられ、2031年に地球に帰還する。約5年にわたる旅路を、JAXAがこれまでに培った技術と知見で越えていく。「JAXAの“X”は、探査(Exploration)。そしてMMXの“X”も、同じく探査を指しています。MMXはまさ

に、JAXAの探査活動を象徴するミッションのひとつなのです。MMXは、JAXAの宇宙探査(Exploration)の未来を切り拓く。



火星衛星探査計画
MMXプロジェクトマネージャー・
宇宙工学研究者
川勝康弘
KAWAKATSU Yasuhiro

1997年NASDA入社。2003年JAXA発足時からISASに所属。月探査衛星「かぐや」の開発を皮切りに探査機の計画・開発・運用に従事。2015年の検討開始以来、MMXの開発チームを率いる。趣味は読書(聴書)、家事、早朝/週末の運動。

記事の拡大版はwebで



Next-generation spacecraft carrying essential supplies and the potential for future manned activities.

新型宇宙ステーション補給機

HTV-X

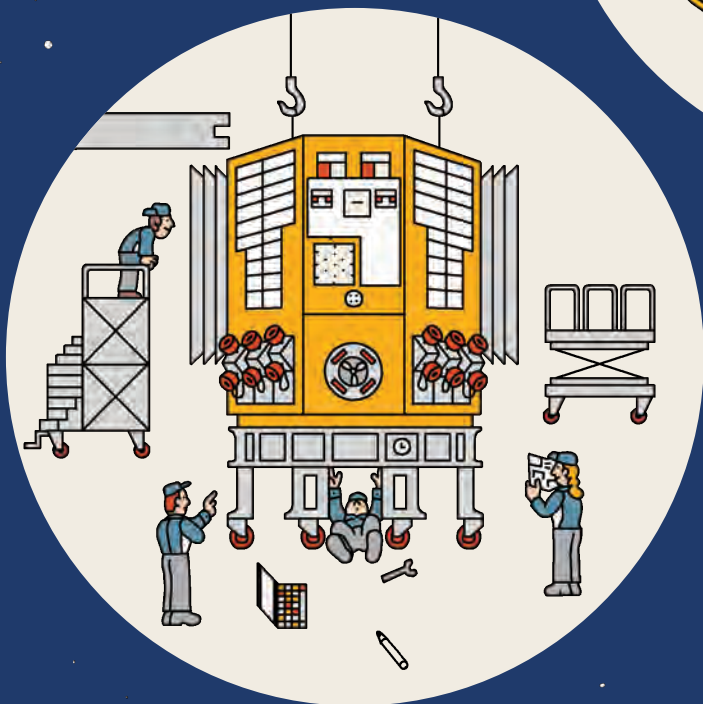


宇宙飛行士たちの食料や生活品、実験装置などを詰め込む

与圧モジュール

与圧モジュールとは、実験ラックや装置、飲料水、食料、衣料など、ISS船内で用いる荷物を詰め込む部分のこと。宇宙飛行士が作業する空間になるので、内部は地上と同じ気圧(1気圧)に保たれ、空気の循環や静音性も考慮されている。宇宙飛行士の安全を守る工夫と、多くの荷物を搭載する知恵がこの空間に詰め込まれている。

●主な協力企業:三菱重工業、三菱プレジジョン、八十島プロシード、AESほか



HTV-Xが宇宙空間を飛行するための機能を集約

サービスモジュール

HTV-Xが宇宙空間を航行するのに欠かせない、宇宙機の位置や姿勢を特定したり通信を行ったりする機器、太陽電池やスラスタ(小型のロケットエンジン)など、飛行に関わるあらゆる機能を集約したサービスモジュール。物資補給を終えた後に行う技術実証ミッションの機器を搭載する機能も担っている。

●主な協力企業:三菱電機、IHIエアロスペース、三菱電機ソフトウェア、NECほか

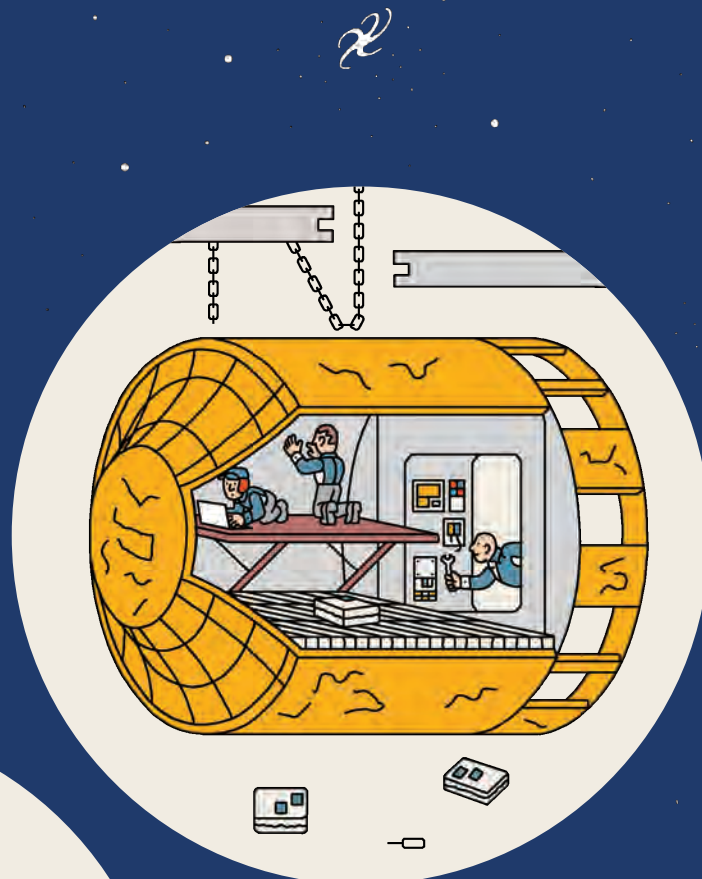
ISSでの有人活動に欠かせない物資と、未来の可能性を運ぶ、次世代の宇宙船

国際宇宙ステーション(ISS)に、宇宙飛行士の生活を支える物資や実験装置を届ける——。この重要なミッションを担ってきた宇宙ステーション補給機「こうとり(HTV)」の後継として、HTV-Xは、さらなる進化を遂げてバトンを引き継ぐ。例えば、機体を軽量化することで一度の打上げで輸送できる貨物の量を大幅に増加。また従来は実現できなかった低温状態での実験サンプルの輸送も可能になった。

さらに、HTV-Xの役割は物資補給にとどまらない。補給ミッション終了

後も最長1年半にわたって軌道に残り、新しい技術を試すプラットフォームとして活用される。月のまわりを回る宇宙ステーション「ゲートウェイ」への補給といった、将来の国際宇宙探査も見据えて設計されている。こうしてHTV-Xは、必要物資の補給を超えて、宇宙での有人活動が広がる可能性をも運んでいく。

イラスト: 海道建太 文: 熊谷麻那



HTV-Xを組み立て、荷物を詰め込み、打上げる

種子島宇宙センター

完成した与圧モジュールとサービスモジュールは、船で種子島宇宙センターへ輸送され、現地で初めて結合される。打上げに使用されるのは、H3ロケット。なかでも最もパワフルな形態が用いられ、重量のあるHTV-Xを宇宙へと送り出す。

地上と宇宙飛行士、HTV-Xを繋ぐ

管制室
(筑波宇宙センター、NASA)

筑波宇宙センターの管制室では、HTV-Xの制御・運用が行われる。ISS全体の運用を担うNASAの管制室と緊密に連携し、キャプチャと呼ばれる宇宙機どうしの接続までの運用を共同で進める。ISS船内で活動する宇宙飛行士とも連絡を取り合いながら、物資を安全に届けるまで見守っている。

地上との通信を担い、安全な飛行を実現する

PROXチェックアウト地上局

HTV-Xが宇宙空間を飛行し、ISSへの物資輸送を成功させるためには、地上・管制室との間の通信が不可欠だ。またISSの近くでは「近傍通信:PROX」と呼ばれるISSとの直接通信を行う。種子島の増田宇宙通信所には、HTV-Xの打上げに向けた準備として、ISSのPROX装置と直接通信するための専用のアンテナが配備されている。

HTV-Xの目的地

国際宇宙ステーション(ISS)・ゲートウェイ

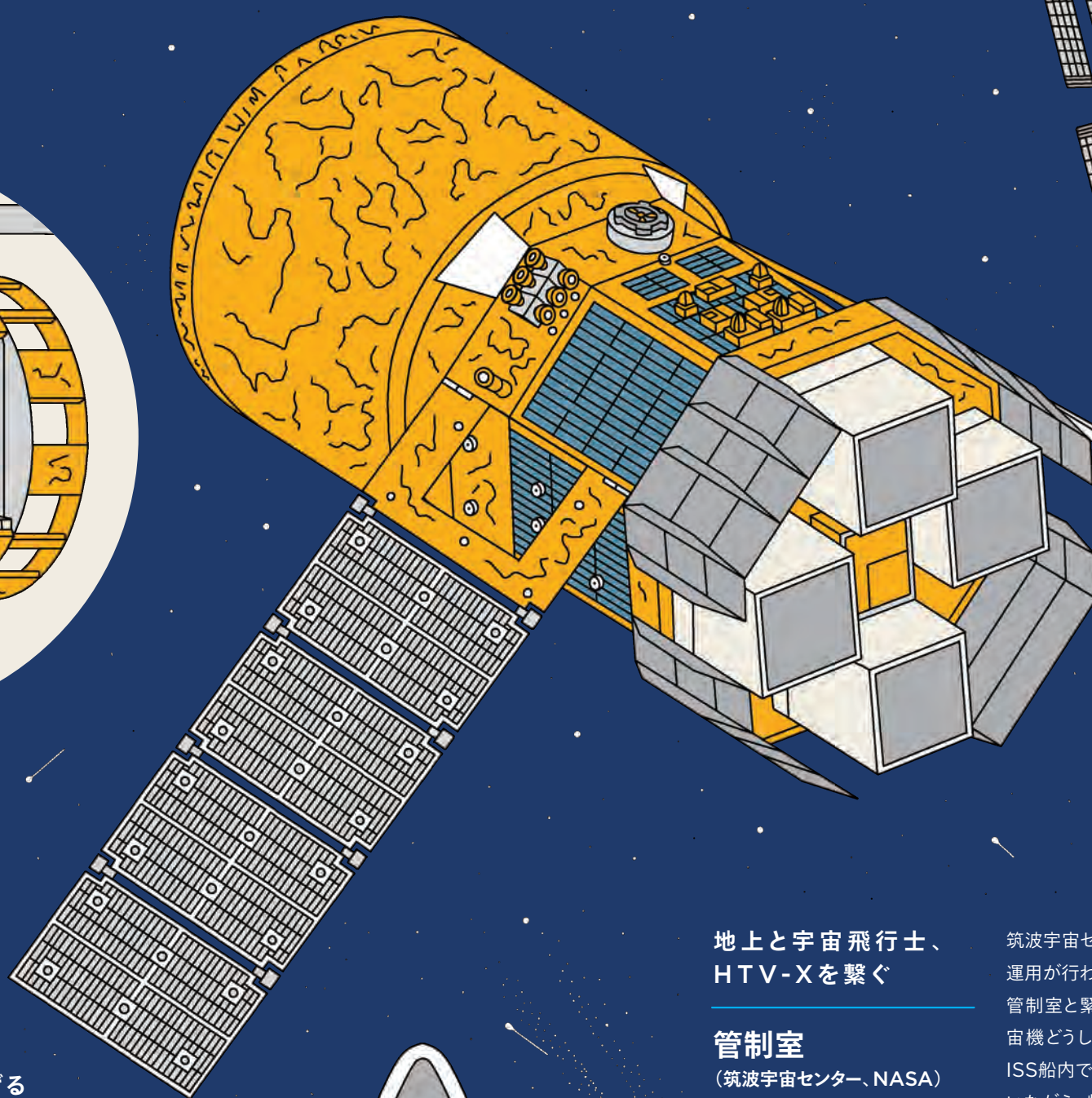
ISSでは日々、宇宙環境を活かしたさまざまな実験が行われている。HTV-Xは、そうした実験に必要な器具やサンプル、宇宙飛行士の活動に必要な物資を宇宙へと運ぶ。将来的には、NASAを中心に構想が進む月周回有人拠点「ゲートウェイ」への物資補給も視野に。地球低軌道を越え、約38万キロ先の宇宙での有人活動を支えていく。

物資を運び終えた後もHTV-Xのミッションは続く

DELIGHT

(展開型軽量構造の実証) ほか

HTV-Xは、物資補給を終えたあとに行う「第2のミッション」、軌道上での技術実証を可能とする。1号機では、3つの技術実証ミッションを搭載。そのひとつが「DELIGHT」。将来的な大型宇宙構造物の設計を見据えた新たな構造の実証や、地上からの電波受信、次世代宇宙用太陽電池の実証「SDX」を行うものだ。さらに、超小型衛星を放出する「H-SSOD」、地上から照射するレーザーの反射により、位置や姿勢を推定する技術を試す「Mt.FUJI」も実施する。



JAXA's 100

海面水温・水蒸気・積雪など、

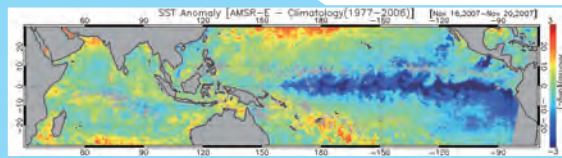
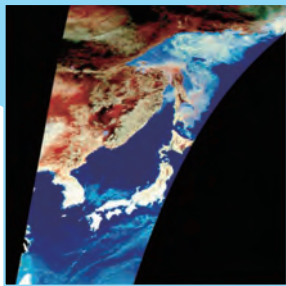
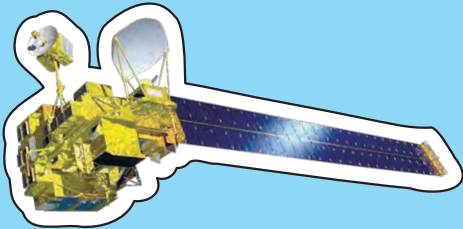
地球上に存在するさまざまな水の姿を捉える

環境観測技術衛星

みどりII ADEOS-II

2002～2003年

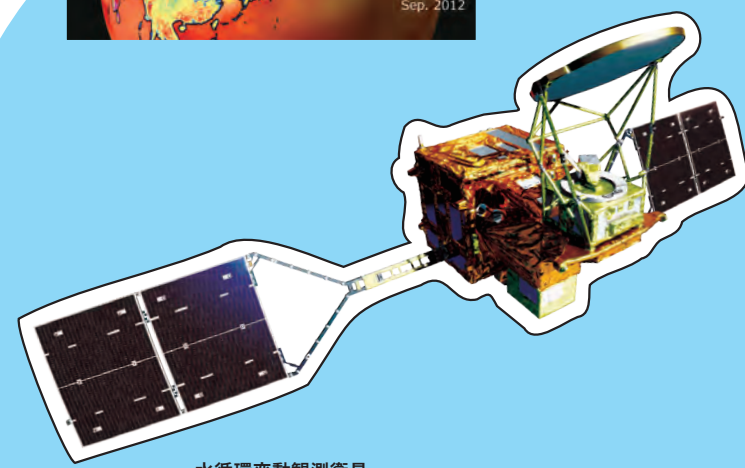
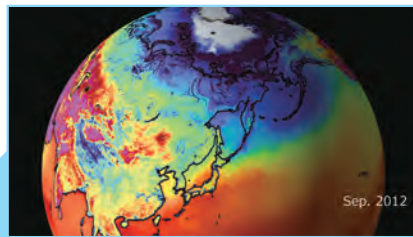
異常気象やオゾンホールなど地球規模の環境変化を捉えるために開発された、日本の環境観測技術衛星「みどりII」。JAXAが開発した「AMSR（高性能マイクロ波放射計）」は、世界で初めて地表の土壌水分量の観測に成功、先行のAMSR-Eと共に世界で唯一（当時）雲の下を含めた地球全体の海面水温も観測し、新しい地球の姿を映し出した。しかし打上げから1年後、運用異常によりミッションは終了。短い活動期間ながらその意義は大きく、現在の観測技術の礎となった。



Aqua/AMSR-E

2002～2011年

雲や氷、水蒸気や植生分布……。米国の地球観測衛星「Aqua」はあらゆる水の姿を明らかにするために、NASAが中心となり日本やブラジルとともに開発された。その中でJAXAが担当したのが「AMSR-E（改良型高性能マイクロ波放射計）」。Aquaにはその他5つのセンサが搭載されたが、そのうちAMSR-Eは約9.5年もの間観測を継続し、エルニーニョ現象の監視や数値気象予報、漁場の予測など、多様な場面でデータが活用され、利用における実証が進んだ。



水循環変動観測衛星

しずく GCOM-W

2012年～

地球環境の変化を正しく知るには、地球全体を見渡した長期にわたる観測が欠かせない。現在、水循環における役割を担っているのが水循環変動観測衛星「しずく」（GCOM-W）だ。AMSR-Eの観測を継承、衛星用としては世界最大級のマイクロ波放射計「AMSR2」を搭載し、昼も夜も絶え間なく地球上の水の変化を捉えている。AMSR2では、世界各国の気象機関等で実利用の定着が進んだほか、国内外の研究機関とも連携しながら長期データによる気候変動の監視などに活用されている。

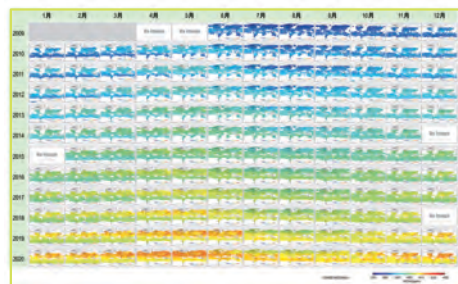
地球の水と大気。

ふたつの視点から得られる観測データを、 環境保全、そして暮らしへと繋げる

雨や雲、海などの地球上の“水”と、大気中に存在する“温室効果ガス”。いま、私たちの暮らしや気候変動と深く関わるふたつの循環の変化を同時に観測する、新しい地球観測衛星「温室効果ガス・水循環観測技術衛星（GOSAT-GW）」について、打上げ準備が進められている。水循環変動は2002年から、温室効果ガスは2009年か

らと、JAXAはすでに20年以上にわたる地球観測の実績を持つ。そこにGOSAT-GWが加わり、地球環境をより複合的に捉える視点が開かれようとしている。ここでは、GOSAT-GWに至るまでの地球観測の変遷を追い、衛星が宇宙から捉える地球のメッセージを紹介する。私たちの未来にどのような示唆を与えてくれるだろうか。

文：熊谷麻那

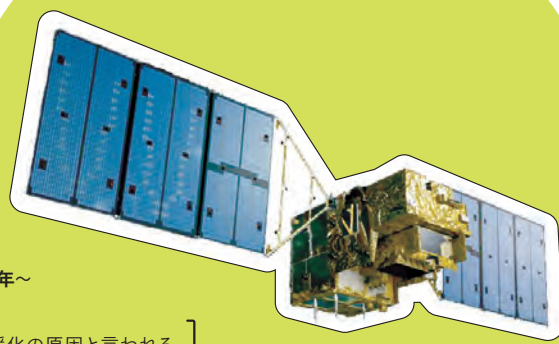


温室効果ガス観測技術衛星

いぶき GOSAT

2009年～

地球の大気に含まれる二酸化炭素やメタン。温暖化の原因と言われる気体の濃度を、高精度で捉えるために生まれた「いぶき」。JAXA、環境省、国立環境研究所の共同プロジェクトだ。これまでの地上や航空機による観測ではカバーできなかった地域も含め、地球全体を均一な精度で観測できる。2019年の「改訂版IPCC温室効果ガス排出・吸収量策定ガイドライン」には衛星利用について記述され、政策ツールとしての新たな道を開いた。上図からは、2009年の観測開始から2020年にかけて二酸化炭素の濃度が年々上昇していることが読み取れる。

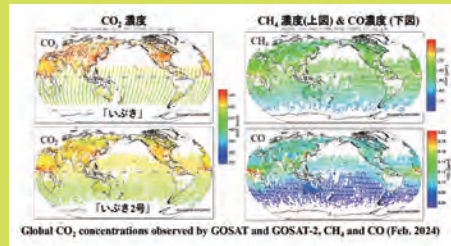
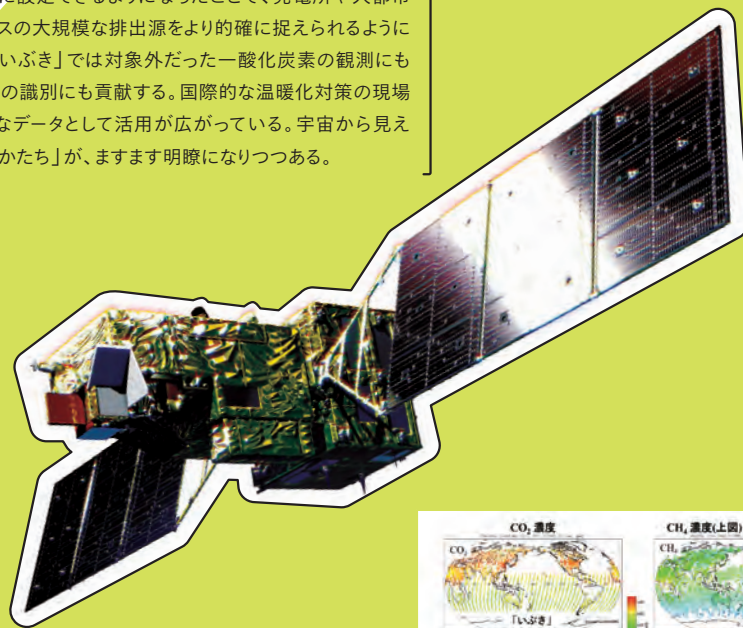


温室効果ガス観測技術衛星2号

いぶき2号 GOSAT-2

2018年～

温暖化対策の最前線を、宇宙から支える。「いぶき2号」は、初代「いぶき」の後継機として開発され、2018年に打上げられた。地上の観測ポイントを柔軟に設定できるようになったことで、発電所や大都市など、温室効果ガスの大規模な排出源をより的確に捉えられるようになった。さらに、「いぶき」では対象外だった二酸化炭素の観測にも対応し、排出起源の識別にも貢献する。国際的な温暖化対策の現場でも、より実用的なデータとして活用が広がっている。宇宙から見える地球の「排出のかたち」が、ますます明瞭になりつつある。



大気中での温室効果ガスの振る舞いを、

約20年にわたって蓄積する

Earth's Water and Atmosphere: Two perspectives contribute to the environment and our lives.



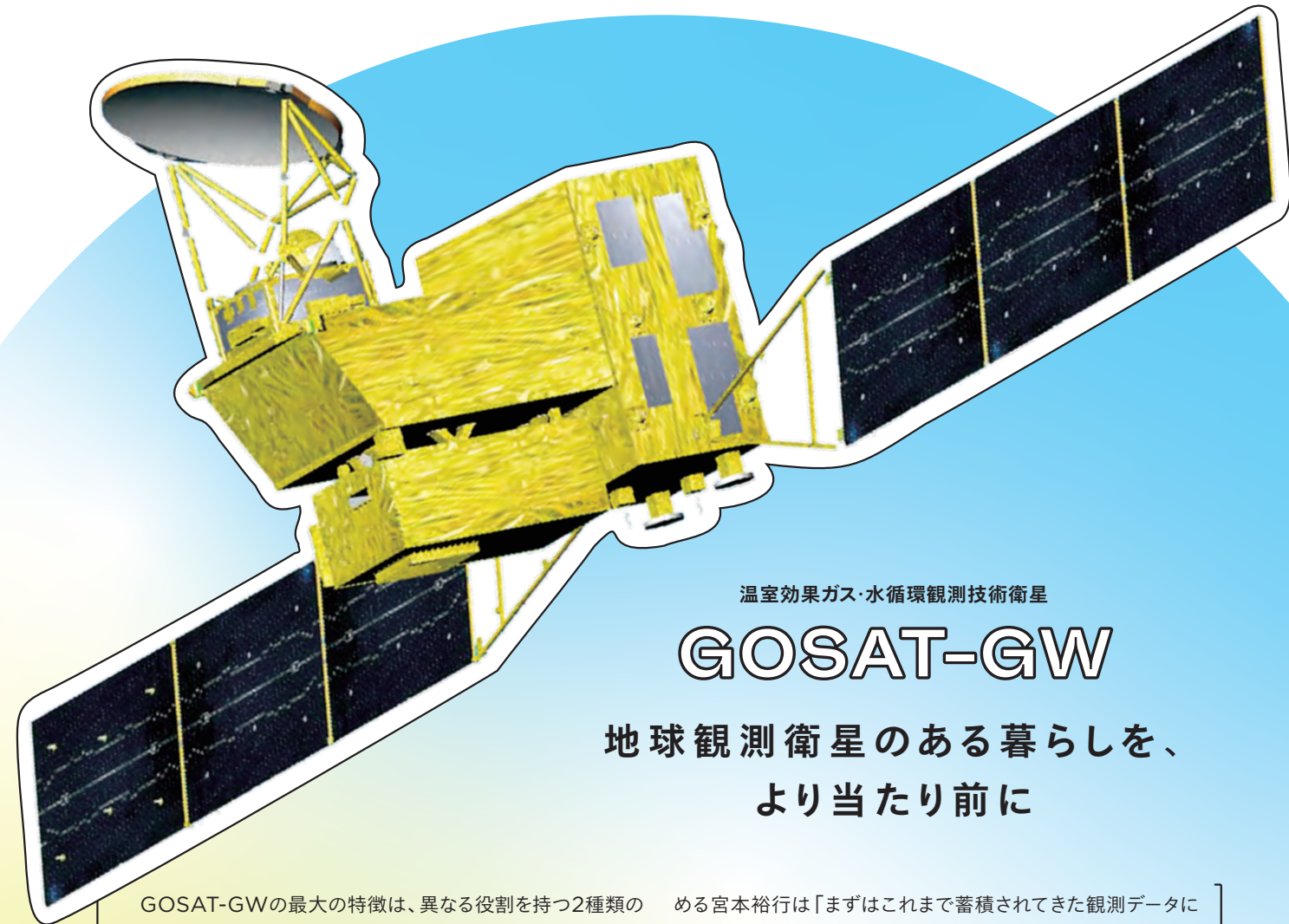
GOSAT-GW
プロジェクトチーム
サブマネージャ
三浦健史
MIURA Takeshi

長野県出身。入社以来、だいちやいぶき、つばめといった人工衛星や二周波降水観測レーダーDPRという観測機器の開発を担当。週末は社会人サッカーをしつつ、家庭菜園で栽培する野菜の種類を増加中。



GOSAT-GW
プロジェクトチーム
ファンクションマネージャ
宮本裕行
MIYAMOTO Hiroyuki

栃木県出身。これまでに地球観測衛星や準天頂衛星の開発・運用に従事。GOSAT-GWプロジェクトチームでは地上システム開発、運用業務のとりまとめ。プライベートでは「雨読晴走」をモットーに、晴れの日はずんずん（サブフォーの道は険しい）、雨の日読書。



温室効果ガス・水循環観測技術衛星

GOSAT-GW

地球観測衛星のある暮らしを、 より当たり前

GOSAT-GWの最大の特徴は、異なる役割を持つ2種類のセンサが同時に搭載された「ハイブリッド型」の地球観測衛星であること。GOSAT-GWプロジェクトのサブマネージャを務める三浦健史は、「民間企業も地球観測に参画するようになり、さまざまなデータの複合利用が進む今だからこそ、ハイブリッド衛星の強みが生きてくる」と語る。「地球環境観測を行う人工衛星の数が増えたことで、取得されたデータをいかに複合的に活用していくかがこれまで以上に重要になってきました。ただし人工衛星はそれぞれ異なる軌道を通るため、多様なデータと言っても同じ場所と同時に観測された情報ではありません。その点、GOSAT-GWでは、水循環と温室効果ガスという二つの観測を、同一軌道上で同時に行えるのが強みです。この衛星で得られたデータが、どこまで多様な活用へと繋げられるか。それを検証するには絶好の人工衛星だと言えます」。

GOSAT-GWプロジェクトでファンクションマネージャを務

める宮本裕行は「まずはこれまで蓄積されてきた観測データに触れて関心を持ってほしい」と話す。「これからGOSAT-GWが取得していく観測データは、一般にも公開していきます。さまざまな立場や視点を持った人たちがデータに触れることで、私たち研究・開発者だけでは気づかない新しい発見や、地球環境問題の解決に向けた糸口が見出されること。それが衛星開発に関わる私たちの願いでもあります」。三浦は「地球環境の未来を考えるうえで、宇宙からの観測は欠かせません。今後はさらに多くのデータを蓄積し、地球観測衛星を人々の暮らしに溶け込んだインフラとして機能させていきたいと考えていますので、ぜひ注目してください」と続けた。

そんな未来を託されたGOSAT-GWは、すでに種子島へ運ばれ（2025年5月取材時点）打上げに備えている。GOSAT-GWが映し出す地球の姿から、その本質を捉えようとする私たちの姿勢がこれからきっと試されていく。



JAXA Earth Dashboard: さまざまな地球観測衛星を用いてJAXAが観測するデータに、誰でもスマホ・ウェブからアクセスできるよう制作。GOSAT-GWの観測データもここで公開されていく予定だ。

From Earth to the Moon.
Human space
exploration heads to
the next stage

月面とその先を見据え、
有人宇宙活動は続く

JAXA's
100

5:46AM 2025.3.15



7:25PM 2025.3.20



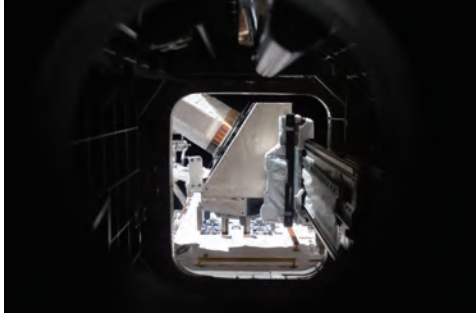
9:25PM 2025.3.24



7:17AM 2025.3.26



7:17AM 2025.3.26



6:49AM 2025.3.27



11:20AM 2025.4.5



5:06AM 2025.4.9



7:30AM 2025.4.11



7:23PM 2025.4.13



9:26AM 2025.4.13



4:43PM 2025.4.16



8:28PM 2025.4.19



7:03AM 2025.4.19



4:42PM 2025.4.22



7:43AM 2025.4.23



10:46AM 2025.4.23



7:36PM 2025.4.26



5:45AM 2025.5.1



8:58AM 2025.5.2



8:58AM 2025.5.2



10:06AM 2025.5.3



9:00AM 2025.5.4



6:33AM 2025.5.6



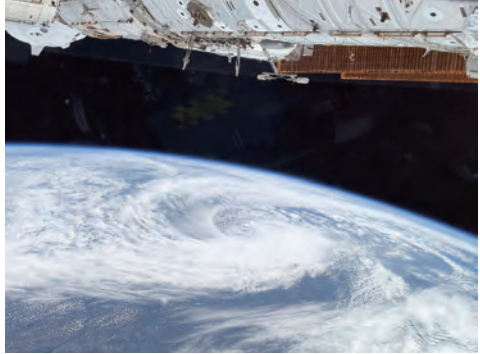
9:05PM 2025.5.10



7:17PM 2025.5.11



7:20PM 2025.5.11



5:07PM 2025.5.17



7:08AM 2025.5.20



0:10AM 2025.5.22



6:03PM 2025.5.24



6:26AM 2025.5.24



7:00AM 2025.6.13



2025年3月、大西卓哉宇宙飛行士は、クルードラゴン宇宙船で国際宇宙ステーション（ISS）へと旅立ち、約半年間にわたる長期滞在中だ。今、空を見上げればその遥か彼方で、大西宇宙飛行士がISS船長として国際チームを率いている。2030年、ISSはその役目を終え、舞台は月周回拠点「Gateway」へと移行する。JAXAはISSで培ってきた信頼と技術を礎に、次なる有人宇宙探査へと歩みを進める。

大西宇宙飛行士
ISSでの活動のようすはこちら



Toward Net Zero in Aviation

The Electrification challenge for aircraft



航空業界のネットゼロをめざして

航空機電動化への挑戦

イラスト: bowlgraphics Inc./TOKUMA
取材・文: 笠井美春 編集: 武藤晶子、熊谷麻那

航空輸送ニーズが世界的に高まるなか、航空業界の脱炭素化が重要な社会課題となっている。これをうけて航空業界は「2050年ネットゼロ」をめざし、さまざまな対策を進めている。そのなかでJAXAが進める研究のひとつが航空機電動化だ。2018年には「航空機電動化(ECLAIR)コンソーシアム」を設立して、産学官連携のもと航空工学分野をはじめとした国内のさまざまな技術を組み合わせた共同研究を推進してきたJAXA。環境負荷の少ない電動化された航空機とはどのようなものか。JAXAはこの技術開発でどのような未来を創ろうとしているのか。これに携わる航空技術部門の西沢 啓に話を聞いた。

航空業界ネットゼロへの道

「2050年、国際航空領域のネットゼロをめざす」。2022年、国際民間航空機関(ICAO)はその目標を掲げた。世界の航空輸送ニーズは今後も増えていくと予測されており、何もしなければ、航空機由来のCO₂排出量は増え続け、地球温暖化の進行に加担することになる。これを回避するために航空業界は「2050年ネットゼロ」を掲げ、世界中でさまざまな対策を打ち出してきた。

「『2050年ネットゼロ』を達成するためには、大きく3つの手段があるとされています。その手段とは、①航空機性能の改善、②地上インフラや運航方法の改善、③持続可能な航空燃料(SAF・水素)の開発や増産です。これらを組み合わせてどうCO₂を削減していくか。これが今、私たちが立ち向かうべき課題なのです」

航空技術部門で航空機性能の改善のうち、特に航空機電動化技術に取り組む「MEGAWATT(メガワット)プロジェクト」のプロジェクトマネージャである西沢はこう話す。

「ATAG(航空輸送行動グループ)が発表した『Way point 2050』目標達成シナリオのひとつでは、削減するべき全CO₂量のうち、航空機性能の技術改善で34%、SAFなどへの燃料転換で53%、インフラと運航の整備で7%、カーボンオフセットで6%を分担し、それを合わせてCO₂削減目標を達成しようとしています。現在私が携わる「MEGAWATTプロジェクト」は、この

『航空機性能の改善』のうちのひとつ。約30%のCO₂削減に向けて革新的技術を導入していかなくてはなりません」

主エンジンと電動機のハイブリッド技術を開発

実はJAXAは、現プロジェクトに先立って、航空機の電動化に向けた技術実証に取り組んでいる。「航空機の電動化は、燃費などを大幅に削減できる革新的技術のひとつであり、航空産業の進化を左右する重要な技術です。つまりこの電動化技術を持つことで、日本は国際的な競争力を得ることができる。これを実現するために、JAXAはまず小型航空機の電動化を行いました」

この「航空機用電動推進システム技術の飛行実証(FEATHER)」(2012~2015年)により、JAXAはバッテリーとモーター由来の電力のみでプロペラを動かすことのできる、完全電動の推進システム(機体を前方に推す力を発生する装置)を開発。電動小型航空機の有人飛行により、世界で初めての技術を実証した。

「FEATHERの技術を発展させて、主エンジンと電動機のハイブリッドで、より大きな航空機を対象とした推進システムの開発を進めているのが、『航空機用MW級電動ハイブリッド推進システムの技術実証(MEGA WATT)』プロジェクト(2025年発足)です」

MEGAWATTに取り組むのは、航空機が主エンジ

ンの力を使って発電機を動かし、電力を作ること。そして、その電力をもって航空機胴体尾部の電動ファンを回し、エンジンと電動ファンの両方の力で、航空機を飛ばすシステムの開発だ。この実現においては、現在よりもコンパクトでありつつ、大きな発電力を発生できる高効率発電機の開発などが必要になる。

「JAXAは2018年に『航空機電動化(ECLAIR)コンソーシアム』を設立し、航空業界および製造業界などのメンバーとともに、航空機の電動化に産学官連携で取り組んできました。MEGAWATTもそのひとつです。他分野連携でさまざまな技術を融合させ、航空機の電動化を推し進めていこうとしています」

そしてさらにこのMEGAWATTプロジェクトの先にあるのが、「エミッションフリー航空機」の開発だと西沢は語る。JAXAの想定するエミッションフリー航空機とは、温室効果ガスの排出量を極限まで少くした電動ハイブリッド旅客機の理想形だ。

「エミッションフリー航空機は、燃料電池とガスタービンエンジン、発電機、電動モーターを組み合わせたハイブリッド方式を想定しています。MEGAWATTとの大きな違いは、より大きな電力を発生させて電動ファンを動かし、その力のみで航空機を飛ばすこと。そして、電動ファンをたくさん並べられるような、現在とは全く異なる機体形状になることです」



ハイブリッド航空機の実用化をめざす

MEGAWATTプロジェクトの現在地について訊くと「今はまだプロジェクトが始まったばかり。これから登る山の登山口を通過したところですよ」との回答があった。

「現在、空を飛んでいる旅客機のなかにも電力を利用している機体があります。例えばボーイング787は機内システムの電動化が最も進んでいる機体で、電動化した空調システムを、エンジンに搭載した発電機の電力で動作させることでエンジンの燃料消費削減に成功しています。しかしまだ電力を推進力に使っている旅客機はありません。まずはMEGAWATTプロジェクトでこれを実現したいですね」

航空機電動化(ECLAIR)コンソーシアムでは、「2030年代には、MEGAWATTプロジェクトの開発技術などを実装した電動ハイブリッド旅客機の社会実装をめざしたい」と掲げている。そして次第に電動化対象を広げ、水素燃料などの導入を進めていくことで、最終的には大型旅客機のエンジンを最大限電動ハイブリッド化し、『2050年ネットゼロ』の達成に貢献する計画だ。とはいえ航空機電動化の実現、実用化は、これまでに挙げたさまざまな技術開発を成し遂げるだけでは叶わない。

「実用化に向けては、開発した技術の型式証明(航空機の設計・構造・性能・安全性などが、国の航空法令・技術基準に適合していることを公式に認める証明)の取得が必要です。この取得には、国際的な基準を満たしていることが必要なのですが、実は現在、航空機電動化にお

ける国際ルールがまだ確立されていません。今後はこのルール作りにも日本も参画し、国内外のさまざまな企業と連携して国際ルールを作り、型式証明の取得につなげていきたいですね。そして、日本の技術でエミッションフリー航空機を実現し、世界の空に飛び立たせたいです」

航空技術の革新で未来の空はネットゼロへ

現在、西沢はMEGAWATTのプロジェクトマネージャとして、JAXAおよび共に技術研究を進める各企業のメンバーとの連携に力を注いでいる。そんな西沢に改めて、このプロジェクトの意義を問うた。

「この研究は未来の航空産業にとって、非常に重要な技術革新をもたらすものです。航空機の電動化はCO₂排出の削減につながる重要な研究であり、また一方では、国内の企業がなかなか参入することが難しい航空機産業に、『電動化』という新しい技術分野で新規参入できるチャンスを生み出す研究でもある。これにより電動化技術を確立し、日本の航空産業をより立て、国際的な競争力を高めていければと考えています」

技術革新がなければ、航空由来のCO₂排出量は増える一方だ。これを食い止め、地球温暖化を防止するために、そして航空機が未来でも移動手段であり続けるために、航空機電動化に向けた技術研究が進められている。「もし、航空技術の進化や、水素やSAFなどの代替燃料の開発がなければCO₂排出量への対策はカーボンオフセットなどの経済的方法だけとなり、これはそのまま運賃に転嫁されることになります。もし、2050年になつて

も今と同じ手軽さで旅客機を利用できているならば、それは技術革新があったからにほかなりません。乗客の皆さんに『見た目は違うかもしれないけれど、それ以外は特に変わったようには感じない』と思いついてもらえること。それが私たちのめざすところです」

JAXAの描く未来の航空機は、さらに高い技術が必要としている。「チャレンジな技術なので困難はたくさんあると思いますが、突破口を切り拓いていきたい」と西沢は力強く語った。



長野県出身。空力研究、航空機電動化の研究に携わり、評価監査室・DLR在外研究員なども務めた。航空機電動化ではエンジンの電動化、ハイブリッド化に関する研究に従事。FEATHERチーム参画後、MEGAWATTではプロジェクトマネージャに。休日の趣味は料理、自転車、図書館など。

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

「人はなぜ、宇宙をめざすのか」

月への挑戦を描く4つの CG映像が、万博にて上映中

空を見上げるのが
楽しみになる、月面体験を

現 在 開催中 の 大阪・関西万博 2025で、JAXAは「月に立つ。その先へ、」をテーマに企画展示を行っている。月面探査機などの模型展示や、月面重力体験コーナーなどが展開されるなか、ひととき大きなビジョンで来場者を月面世界へと導くのが映画監督・CGクリエイター 上坂浩光氏が手がけた4つの映像作品だ。これらの作品について上坂氏に話を聞いた。

「企画段階では、JAXAで進行中のプロジェクトにまつわる3つのストーリーを作る予定でした。しかし、それではJAXAがなぜ宇宙に挑戦し続けているのかを伝えることが難しいと感じたのです。そこでプロログとなるコンセプトムービーを作り、JAXAの皆さんが持つ宇宙への探求心や情熱などを伝えることを提案しました」

この提案から生まれたのがStory1「月に立つ。その先へ、」だ。このなかで上坂氏は「人はなぜ宇宙をめざすのか」を

問いかける。

「宇宙開発の根底にあるのは、人間が持つ未知への知的好奇心だろうと私は思います。*私たちはどう生まれ、どう生きていくのか」という、人間の生存本能から湧き起こる問い。これを追求することで、私たちはより良い生き方を見つけようとしているのではないのでしょうか。来場者の皆さんがそのことを考えてみるきっかけになればと思います」

Story2「SLIM～目的の場所へ正確に到達～」は、2024年に世界初の高精度月面着陸（誤差100m以内）を達成した小型月着陸実証機（SLIM）の物語だ。SLIMは時速6,000kmのスピードで月を周回したのち減速、自身の航法カメラで撮影した画像とあらかじめ搭載されている月面マップデータを照合して自らの位置を推定。着陸目的地点にピンポイントで接近する「画像照合航法」を見事にやり遂げた。Story2はこの挑戦の全貌や、なぜSLIMは想定とは異なる姿勢で着陸することになったのかも解説する。Story3「LUPEX～すべての要、水を探査～」で

は2026年打上げ予定の月極域探査機 LUPEXが、月に存在すると言われる「水」をどのようにして探査するのか、月の水は宇宙探査に何をもたらすのかを描く。そしてStory4「有人圧ローバー～行きたい場所へ人を運ぶ～」では今後活躍するであろう、人を乗せる宇宙探査車について紹介。実際に人が乗り込み、月面を探査する様子をCGと実写の人物で表現し、未来への期待感を煽る作品になっている。

「来場者の皆さんに月の世界にいるような感覚になってほしいと思い、月の砂の動きや着陸時に巻き上がる煙などは物理演算を使ってリアルな動きにこだわりました。また、映像に登場する2人の宇宙飛行士は、役者さんのモーションキャプチャデータを使ってCGの宇宙服を動かし、ヘルメットの中に見える顔は同じアングルで撮影した実写を合成しています。CGと実写を違和感なく融合させ、月世界への没入感を高めています」

各プロジェクトチームへの取材も実施した上坂氏は、そこで感じたメンバーたちの情熱や、自らが驚いた感覚などを大切に映像の制作を進めた。

「見終わったあとに月世界を覗いてきた感覚になってほしいですね。宇宙を知ることとは、結局は自分自身を知ることにつながる。映像をきっかけに、どうして人は宇宙に向かうのかを考えたり、これからの宇宙探査を楽しみにしてくださる方が増えてくれればと思います」

JAXAの万博情報

JAXAが常設展示を行うのは、フューチャーライフエクスペリエンス &「TEAM EXPO/パビリオン」で構成されるフューチャーライフウィレッジ（日本国際博覧会協会出展）。ここでは人を主役として、「未来の暮らし」「未来の行動」をコンセプトに、未来の食、未来の文化、未来のヘルスケアなどを提案。多種多様な問いや提案から、来場者たちが未来について語り合い、未来社会の姿を共創(co-create)していく場となっている。



映画監督、CGクリエイター
上坂浩光

KOUSAKA Hiromitsu

幼少期から宇宙に憧れ、アポロ11号の人類初の月面着陸などに衝撃を受ける。その後も宇宙への情熱を持ち続け、CG黎明期から映像作品の制作に携わり、JAXAと連携して小惑星探査機「はやぶさ」の探査を描いた「HAYABUSA—BACK TO THE EARTH—」（2009）や「HAYABUSA2～REBORN」（2020）、IMMX火星衛星探査計画（2024）などのCG映画を制作。国内外のプラネタリウムなどで広く上映され、数々の賞を受賞している。

大阪・関西万博の
JAXA常設展示について
詳しくはこちら



クレジット：JAXA／TOYOTA

画像左：幅10m、高さ3mの高精細大型LEDカーブビジョン「JAXA Experience Theater『The MOON』」 画像右：4つのストーリーにより、大迫力の月面世界を体験できる。上から、Story1「月に立つ。その先へ、」／Story2「SLIM～目的の場所へ正確に到達～」／Story3「LUPEX～すべての要、水を探査～」／Story4「有人圧ローバー～行きたい場所へ人を運ぶ～」

地球の切手

友

人と岩手県内をドライブしていて折角だし奥州宇宙遊学館へ寄ろうとなった。そこには「ジプシー」という部屋があり「銀河のはてまで旅に出かけよう！」とのことだったので、プラネタリウムのなかでであろうと入る。入り口で3D眼鏡のようなものを受け取って椅子に座り、プロジェクターに映し出された画面を見らし、正直なところ、ぜんぜん期待していなかった。画面もそれほど大きくないし、椅子も普通のパイプ椅子のようなものだったから。

それがはじまって度肝を抜かれた。地球からはじまって、ひたすらズームアウトをすることで、宇宙の大きさを学ぶ映像だったのである。地球がみるみる小さくなって惑星と並び、惑星がぐんぐん遠のいて銀河になり、その銀河が何個もある。うわあ、太陽ってでっかあ、と笑っていたのも束の間、銀河の大きさ、宇宙の途方もなさに真顔になってしまふ。友人も最初

はへらへらしていたが、眼鏡を返却するころにはすっかり真剣な顔になって、顔を見合せて笑った。

わたしは幼少期から、星座には興味があるけれど、宇宙のことはばんやりと怖い。星座はロマンチックだけれど、宇宙の底知れなさはうっとりするにはあまりにも巨大でおそろしいのだ。圧倒的に文系だったから、学校でも惑星の語呂合わせをなんとなく暗んじたくらいで、あとは宇宙のことをほとんど知らずに大人になってしまった。地球と言われたら、温暖化で暑がってへとの顔のついた「地球くん」のようなイメージのほうが先に来る。

なにかつらいことがあると「地球の大きさに比べたら人間なんてこれっぽっちの小さな存在さ」と励ますような言葉がある。しかし宇宙の大きさを知ってしまうとこれっぽっちの人間がうじゃうじゃ住んでいる地球そのものがあまりにもこれっぽっちではないか！と、愕然とする。地球に水があり、人間がいて、思考があり、文明がある。そのすべてが宇宙にとってはあまりに小さい。意味、あるんだろ？とか、とうっかり思う。きゅんんと地球が小さくなっている映像が頭の中で繰り返されるのを、必死で断ち切る。どうか地球は、わたしにとって「地球くん」のままでいてほしい。表情豊かな顔が付いていて、時折にきゅんと手足を生やして、故郷というよりも共に暮らす巨大な友人としてそこにいてほしい。

地球すら砂粒になってしまふような宇宙に放り出されて、地球に手紙だと書ける気がしない。地球と共に宇宙に向けた手紙を出すなら、何とかできるかもしれない。地球は大きい。わたしも大きい。わたしの手紙も大きい。わたしの手元のこの一枚の便箋が宇宙にとつてこれっぽちだとは決して思いたくない。だから、宇宙に手紙を書くときは光源になろうと思う。言葉を存分に磨いて、それを光らせる。出来るだけ長く、出来るだけ強く、そうしてわたしは机に向かいながら光をめいばい放つ小さな切手になる。はがきのように漂う青くてまんまるの地球に、なんとかが張り付いて光るのだ。

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.23



【手紙の送り主】

くどうれいん
KUDO Rein

作家。1994年生まれ。岩手県盛岡市在住。エッセイ、小説、短歌、絵本など幅広く活動。近作にエッセイ集「湯気を食べる」（オレンジページ）、小説作品集「スノードームの捨てかた」（講談社）など。群像（講談社）にて「日は目分量」はか連載多数。

撮影：森清



in 種子島宇宙センター-総合防災室
漫画: 死後くん

宇宙機や人工衛星、国際宇宙ステーション（ISS）で使われる物資を運ぶため、今日も、種子島宇宙センターからロケットが打上げられる。そのふもとには普段、生活者からは見えない業務に携わる人々が存在し、打上げを支えている。今回はH3ロケットが打上げられる直前に起きた、とある方との出来事。



鹿児島県生まれ。離島生活に魅力を感じ、21年4月に経験者入社して以来、射場安全グループにて勤務。直近のトピックは種子島生活5年目にして“地元火縄銃保存会に入ったこと”と“築80年弱の古民家に引っ越したこと”。今後、種子島でお祭りがあれば甲冑に火縄銃を携えて出沒する。悩みは惜家の床下から野生のカニとヤモリと野良猫が侵入してくること。

種子島宇宙センター射場安全グループ
西田 慧
NIHIDA kei

When Space and Sky Become Part of Everyday Life

特別だった空と宇宙が、 日常になるとき JAXA山川理事長が語る “3年と100年”

7年間の任期を経て、2025年4月から引き続き理事長としてJAXAの舵を取る山川宏氏。探査機の軌道設計やミッションデザインに携わるエンジニアとしての出発点から、大学での教育、宇宙政策の中枢を経て、再び実行機関であるJAXAへ。そんな歩みを重ねてきた山川理事長はいま、どんな想いでJAXAという組織を率いているのか。原点であるエンジニアとしての視点も交えながら話を伺った。

撮影：表 蘭々花 取材・文：水島七恵



JAXA理事長の仕事は、 人と人をつなぐこと

——理事長統投の知らせが届いたとき、どんなお気持ちでしたか？
驚きました。ただ、7年とこれからの3年を合わせてちょうど10年。ひとつの区切りとしても妥当な期間かもしれないと、今では感じています。今回は「継続」というかたちでもありますので、7年前の就任時と比べて、外部との関係性も楽きやすくなっている実感があります。私自身も他機関の方々のことをよく理解していますし、相手側にとっても、JAXAが目指す方向性に大きなふれがないという安心感があるように思います。そうした意味でも、これまで以上にサステナブルな関係性を育んでいけることを期待しています。
——ご自身では「JAXA理事長」という職務の本質をどんなところに感じていらっしゃいますか？

人と人をつなぐことだと思っています。JAXAだけでできることには限界があるので、産業界、行政、大学、海外パートナーなどと協力しながら、仲間を増やしていくこと。そうした橋渡しが、理事長としての一番の仕事だと思っています。
——外から見たとき、JAXAならではの強みや特徴は、どこにあると感じていますか？
日本の宇宙開発は1955年に始まり、すでに70年近い歴史があります。その中で、日本は世界で4番目に自国のロケットで自国の人工衛星を打上げた国として、着実に実績を積み重ねてきました。たとえば、「はやぶさ」や「はやぶさ2」のように、小惑星から試料を持ち帰る「サンプルリターン」分野では世界をリード。さらに宇宙科学、宇宙探査、有人活動、地球観測、航空までカバーし、ロケットや衛星も自前で開発できる“全部そろっている”体制を持つ、世界でも珍しい宇宙機関です。しかも、国際協力や産官学連携において、日本らしい繊細な配慮を大切にしている。その丁寧さでも、JAXAの大きな強みだと思います。

——JAXA理事長として、言葉を選ぶ際に意識されていることはありますか？
自分がどんな立場にいて、どんな役割を担っているのか。そして、その立場からどんな言葉を届けるべきかについては、いつも意識していることだと思います。これまで、エンジニア、教育者、政策をつくる側、今のよう実行する立場として、宇宙にさまざまな角度から関わってきたので、立場が変われば、見える景色も、口にするべき言葉も変わってくることを身に染みて実感しています。加えてかつて自分が“相手側”だった場面もたくさんありましたから、相手の気持ちや背景を想像することも忘れないようにしています。

エンジニアから、理事長になるまで

——山川理事長は大学で宇宙工学を学び、研究者としてのキャリアを宇宙科学研究所(ISAS)でスタート



されています。

中学生の頃から天体そのものよりも、それを観測するための道具や、どうやってそこにたどり着くかという手段や計画を考えることに興味がありました。その意識の延長で、大学では宇宙工学を学びました。ISASでは「軌道工学」を専門とするエンジニアとして、たとえば地球から月に探査機を送るとき、どの軌道をたどれば最も効率的か。そうした軌道を設計するところからスタートしました。その後、「その軌道を実現するにはどんなロケットや衛星が必要か」「月に到着したあと何をするか」といったように、対象がミッション全体へと広がっていきます。この一連の設計を総称して「ミッションデザイン」と呼ぶので、突き詰めていくと、自分は“デザイン屋”だと言ってもいいかもしれません。
——宇宙は、数式がきれいに当てはまる世界ですね。ゆえに探査機も計算通りの軌道をたどっています。その通りです。計算通りに人工衛星や探査機が実際に動く。たとえば、「何月何日の何時に、どこを通過して、どの方向へ進むか」といったことが、びたりと一致します。それも、高校生が習うニュートンの法則ひとつで説明できてしまうんです。宇宙が、あの公式通りに動いているんですよ。これは本当の話です。一応、その専門家なので(笑)。それに比べて地球環境や深海の方が、よほど複雑でミステリアスだと感じますね。
——計算通りに動く。そこに秩序や美しさを感じています。

その感覚を持っているのは素晴らしいことです。私は数学者ではありませんが、「美しい数式」に通じる感覚は理解できます。シンプルで、すべてを包み込むような構造。軌道設計もそうですし、ミッション全体や衛星のフォルムにも、宇宙の理と響き合う美しさを感じることがあります。

——ISASでは小惑星探査機「はやぶさ」などの開発・運用に関わり、水星磁気圏探査機「みお」では初期のプロジェクト・マネージャも務められましたが、40歳

を迎える頃に大きな転機があったそうですね。

13年ほどロケットや衛星の開発に打ち込み、「やりきった」という手応えを感じていました。加えて海外の研究者が何度も職場を変えながら専門性を広げていく姿を見て、「一つの場所にとどまっているだけでは視野も人生の幅も広がらないかもしれない」と思うようになったんです。それで、40歳のときに京都大学へ移り、教授として新たな一歩を踏み出しました。その判断が今につながっているのは間違いありません。
——京都大学では、外からJAXAを見つめる時間にもなりまたね。ちょうどJAXAが三つの前身機関から統合された直後で、組織としての形を模索していた時期でした。だからこそ、「今は外から応援する方がいい」と思ったんです。大学では教育や研究を続けたいところ、日本の宇宙開発の意義を発信していたところ、内閣官房の宇宙開発戦略本部から「そこまで言うなら、中に入ってやってみてはどうか」と声がかかり、約2年間、政策立案側の一員として関わることになりました。その後も、宇宙政策委員会の委員として、大学の仕事と並行しながら政策づくりに携わってきました。そして今、再び実行機関であるJAXAに戻り、現在に至ります。

JAXAがなくなる未来？ 100年後の宇宙航空開発

——今号で100号を迎えた「JAXA's」です。100にちなみ、山川理事長は100年後の宇宙・航空分野の未来について、どのような姿を思い描きますか？
少しひねった答え方になりますが、100年後にはJAXAという組織は存在していないでしょう。これは職員にもよく話していることですが、たとえば「自動車研究開発機構」という組織は、今の社会にはありませんよね。それは、自動車という産業がすでに社会に浸

インタビューは理事長室にて。室内には、JAXAと交流のある各国の宇宙機関との関係を物語る記念品が並び、20か国以上に及ぶ交流の軌跡が垣間見える。



透し、放っておいても成長していくほど成熟したからです。同じように、いま宇宙航空研究開発機構(JAXA)という硬い名前の組織があるのは、宇宙や航空という分野がまだ発展の途上にあり、支援や推進の手が必要だからです。でも、100年後には宇宙や航空が社会に完全に溶け込み、特別な存在ではなくなっている。そんな未来を私は望んでいます。
——技術や社会の進展にともなって、「宇宙」「航空」といった言葉そのものの意味や使われ方も、変わっていきそうですね。

100年後にはそうした言葉も、特別に語られるものではなくなっているでしょう。たとえば、いま話題の「AI」や「量子」といった言葉も、実は私が学生の頃からすでに存在していました。現在は、ちょうど3回目くらいの“波”が来ている感覚です。やがて、コンピュータや半導体のように特別視されることのない、ごく当たり前の技術になっていくはずです。実際、「コンピュータ」という言葉自体が、少し古びた響きを持ち始めていますよね。同じように宇宙や航空という言葉も、より自然で日常的なものとなり、もしかするとまったく別の概念に置き換えられているかもしれません。
——100年後の宇宙と空は、誰もが当たり前のように何かをしている場所になっていると。

たとえば「宇宙トイレの使い心地が悪い」といった、日常の悩みのひとつとして語られるようになっている。そんな未来が本当にやってくると、私は信じています。実際、今のJAXAという職場では、火星や木星といった言葉が日常会話の中でごく当たり前に飛び交っています。外から見るとちょっと不思議に映るかもしれませんが、私たちにとってはそれが日常です。そういう意味で私は今、JAXAという組織を「できるだけ早く必要のないものにすること」を目指して取り組んでいるのかもしれない。宇宙が、ごく普通の生活の中の一場面となる、“つまらないくらい日常”の未来が、きっとやっできます。

記事の続きはこちら



JAXA理事長・宇宙工学者
山川 宏
YAMAKAWA Hiroshi

元軌道工学研究者。ISASIにて再使用型ロケット実験機 RVT、M-Vロケット、小惑星探査機「はやぶさ」、水星磁気圏探査機「みお」に従事。京都大学教授、内閣官房宇宙開発戦略本部事務局長、内閣府宇宙政策委員会委員を経てJAXA理事長。30歳までバレーボールに熱中。



写真左：「対話には笑いが大切」と語る山川理事長。多様な国や立場の人々と向き合うなかで、特に海外の講演の間では「ひと笑い」を心がけているという。写真右：山川理事長がプロジェクトマネージャとして関わったプロジェクト水星磁気圏探査機「みお」の模型(写真奥)と、理事長として関わった小惑星探査機「はやぶさ2」に搭載された小型着陸機「MASCOT」(写真右)、そして小惑星リュウグワの模型(写真左)。



JAXA'sが100号を迎えました。至る思いはWEB版に委ねていますが、これからはJAXAと皆さまを結ぶコミュニティツールとして進化を続けていく所存です。さて今回の巻頭ページは火星衛星探査。さらにGOSAT-GWやHTV-Xなど間もなく始まるミッションのオンパレード。今後にぜひご注目ください。大阪・関西万博では宇宙関連の展示やイベントがJAXAブース以外にもたくさんあるようです。これらを巡ってグローバルな視点で未来社会を考えるのもよいかもしれません。(JAXA's編集長 佐々木薫／広報部長)

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、杉江寛洋、但野由季(マガジンハウス CREATIVE STUDIO) 発行日：2025年6月30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 表紙イラスト：山口洋佑

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

