

JAXA'S

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]

No.077

JULY 2019

宇宙の入り口

俳優・ダンサー

森山未来

JAXA 理事・宇宙飛行士

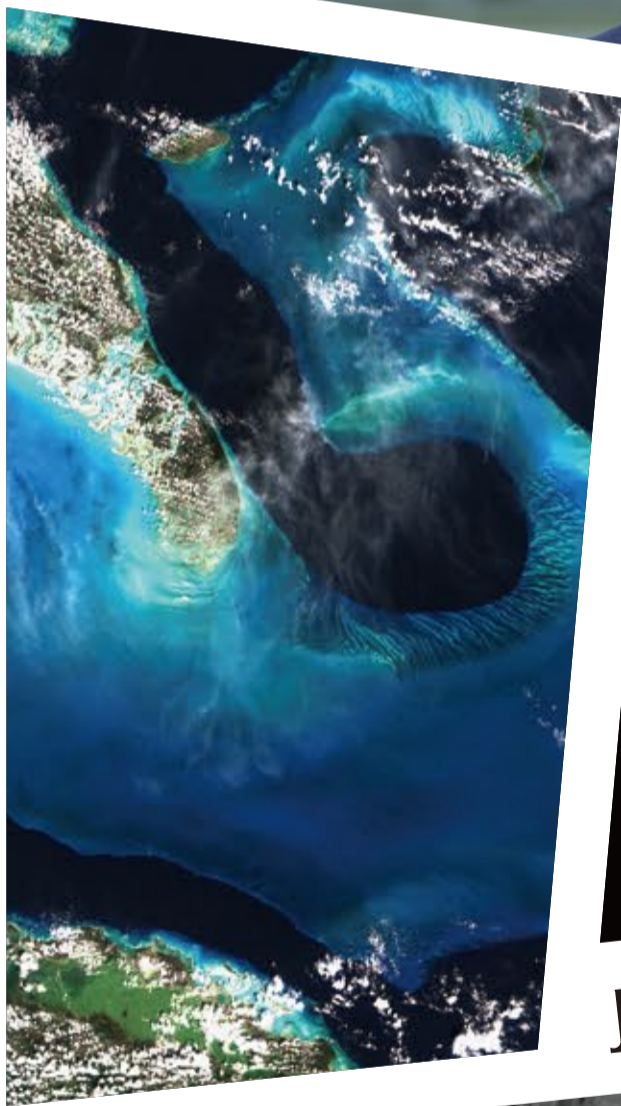
若田光一

特集

Spirit of Exploration

宇宙探査

宇宙と私たちをつなぐ
コミュニティメディア



JAXA'S Begins New Era!



JAXA's

Begins New Era !

こんにちは。
新しいJAXA'sが
スタートします。

INDEX

P02-05

宇宙の入り口
「身体の宇宙」
森山未来 / 若田光一

P06-08

特集
Sprit of Exploration
「宇宙探査」
小惑星リュウグウ /
月 / 金星 / 水星

P09

Column① 故郷、地球への手紙
「小さな場所から」
送り主 山崎ナオコウラ

Column② さわめき宇宙
書籍『宇宙と星』

P10-11

Explore to Realize

P12-13

宇宙の視座でものを見る
宇宙開発・利用編
気候変動観測衛星
「しきさい」

P14

宇宙の視座でものを見る
文化・芸術編
「種子島宇宙芸術祭」

P15-17

JAXA TIMES

P18-19

JAXA の造形 vol.01
MISSION MARK

P20

宇宙にまつわる世界のニュース
News Headlines

Cover Photo

森山未来 若田光一
バハマ諸島のサンゴ礁 気候変動観測衛星「しきさい」画像
金星 ©PLANET - C Project Team
小惑星リュウグウ ©JAXA, 東京大学, 高知大学, 立教大学,
名古屋大学, 千葉工科大学, 明治大学, 会津大学, 産業技術総合研究所

宇宙の入り口

身体の宇宙

身体表現の世界に身を置きながら、科学やテクノロジーと交わる姿勢を持つ森山未来さん。これまで4回の宇宙飛行を経験し、現在JAXAの理事として、有人宇宙技術、国際宇宙探査などを担当している若田光一。身体という有限な器で挑む、宇宙への旅。互いの領域が交わるところを浮き彫りにしながら、未知の物事に向かうふたりの精神を垣間見た。

森山未来

(俳優・ダンサー)

若田光一

(JAXA理事・宇宙飛行士)

取材・文：水島七恵
写真：高橋マナミ
ヘアメイク (森山未来)：須賀元子 (星野事務所)

「意識は永遠に残り続ける」。
科学者がそんな
非科学的とも思える話をするんだと。
でもそのとき
自分と科学との距離が
縮まった気がしたんです。(森山)

宇宙は96%、
まだ科学で説明できていない
物質から成り立っています。
96%の未知を、
既知へと変えていくこと。
それはJAXAの
役割のひとつでもあります。(若田)



宇宙、人間、素粒子 マクロからミクロをめぐる旅

森山：『Powers of Ten』(1968年)という映像作品をご存じですか？ 家具や建築のデザインで有名なチャールズ&レイ・イームズが監督した作品で、宇宙・人間・素粒子をめぐる大きさの旅が題材の作品です。

若田：興味深いですね。どんな内容ですか？
森山：最初、芝生に寝転んで休日を過ごすカップルが映っているんですけど、そこからカメラは少しずつ上昇して、ズームアウトしていきます。脇には縮尺表示。10m、100m、1000mと画角が広がるにつれて、都市圏、大陸……、そして地球と視点が広がり、やがて地球から太陽系へ。他の惑星系を取

り込み、銀河系全体を見渡すようになります。若田：『Powers of Ten』というタイトルは「10の力」ではなく「10のべき乗(10ⁿ)」という意味で、この映像はスケールを10倍ずつ変えながら見えてくる世界を捉えているんですね。今、お話を伺いながら毛利衛さんが初めて宇宙に行ったときにおっしゃっていたことを思い出しました。毛利さんはスペースシャトルの実験室で顕微鏡を通じて細胞を観察していたとき、ふと顕微鏡から目を離して窓から外を見ると、まるで細胞が広がったような世界があったと。巨大なものや微少のものが相通じていて、地球規模で起こる現象はすべてつながっていることを宇宙で認識したと私に話してくれたんです。

若田：マクロからミクロへと戻っていくんですね。
森山：そうですね。どんどんミクロに入っていくと、組織、細胞、DNA、分子、原子、原子を構成する陽子と中性子……。最終的には核の周りを周回する電子にたどり着くんですけど、それが銀河に見えるんです。僕自身、「宇宙」というと、この『Powers of Ten』を思い出します。

森山：ミクロとマクロが見せる風景が、変わっていきなかつた。

若田：この視点に立って物事を捉えていくと、今まで気づけなかったさまざまなものに出会うことができるような気がしますね。一方で宇宙の現実でいうと、宇宙は96%、まだ科学で説明できていない物質から成り立っています。私自身、宇宙に行ったときには、その吸い込まれそうな暗黒の世界に身を浸しながら、いかに我々人類の存在が小さいか。そして無重力空間の中でふわふわと目を閉じながら浮いていたときには、目に見えてものだけが実在するものではないんだなということを実感しました。その96%の未知を、既知へと変えていくこと。それが科学であり、JAXAの役割のひとつでもあるんです。

森山：科学というと、僕は昔、科学とどのようにタッチしたらよいかわからなくて、正直あまり好きではなかったんです。なぜなら科学が証明したことを正解とするこの現代社会の中では、抽象的な概念はどんどん排除されているように感じていたから。でも、数年前に知ったひとりの学者がその考えを変えてくれました。ロジャー・ペンローズという、イギリスの理論物理学者で量子力学を研究している人なんです。彼は著書の中で「量子力学の世界では、例え人の肉体が減びても、人の意識は量子の世界に溶けて、永遠に残り続ける」と述べていたんです。そもそも量子の世界とはなにか？ 僕にはよくわからないんですけど(笑)、でも「意識は永遠に残り続ける」という部分にハッと。なぜならそれはもう、科学的な根拠とかがわからないまま読んでいる僕としては、もはや幽霊の話になってくるじゃないですか。科学者がそんな非科学的とも思える話をするんだということに驚きつつ、同時に、僕が日々なんとなく感じていること、例えばふとした瞬間に他者の存在を感じてし



まうとか、本来見えないはずのものを見てしまうとか、そういう想像や妄想かもしれないことを、実は科学は現実の世界にあるものとして解明しようとしているんだ。そう思えたときに、自分と科学との距離が縮まった気がしたんです。若田：ロジャー・ペンローズとの出会いが、少なからず今の森山さんを作っているんですね。森山：はい、以来科学者の思考にすごくインスパイアされるようになりました。そういった意味でも若田さんとJAXAの取り組み、とても関心があります。僕ら人類が生きている世界はすべて重力とともにあるじゃないですか。そのなかで生活様式や宗教やパフォーマンスといった表現が生まれているわけです。そういっ

生身の人間が、 永遠に生き残っていくために 宇宙へ向かう。 その営みを止めた瞬間に、 人類として 生き残ることはできない。(若田)

たなかで、若田さんは宇宙飛行士として無重力空間を体験されている。重力から解き放たれるというだけで、破壊されとまではいかないかもしれませんが、圧倒的な概念の転換が起こってしまうのではないかと思います。若田：おっしゃるように軌道上では重力がない状態になりますから、例えば飲料水をこぼしても水滴は球体になり浮遊しますし、汗をかいても落ちずに皮膚にべったりと張り付くようになる。そういうなかでしばらく過ごしたあとに地球に戻ってシャワーを浴びると、自分の顔から流れ落ちる水滴の挙動が不思議に思う瞬間もありました。また、軌道上では顔がむくみます。無重量環境では、自分の体の中の水分や血液などが上半身のほうに移動しますから。地球上ではごく普通だと思っていた現象が、むしろ特殊かもしれない。宇宙ではその連続でしたね。

森山：宇宙空間を体験した人間はそれだけで少し進化するといった話を聞いたことがあるんですが、お話を伺っていて、わかる気がしました。若田：進化できたかな(笑)。でも間違いなく身体感覚は変わりますね。人間の2本の足は、移動手段として進化したわけですけど、無重力空間ではその足は移動手段としての重要性は失い、止まった身体の位置を維持するための道具になります。移動時には手すりなどを使って移動する事がほとんどなので、歩行という概念がなくなるんです。だから足の代わりに手が4本あったほうが便利なんです。森山：なるほど、そうなるんですね。

自分の肉体を使って 表現している身としては、 科学技術が発展していく この世界の中で、 どこに肉体を置けるのだろうか、 それはつねに考えています。(森山)



います。宇宙機関レベルで調整された有人探査の共通ゴールと有人火星探査に至るロードマップや、各機関の宇宙探査計画などをまとめた宇宙探査ロードマップも、2018年2月に第3版が公開されています。天体を対象にして国際協力によって推進される有人宇宙探査活動や先行して行われる無人探査活動を、我々は「国際宇宙探査」と呼んでいます。

森山：ということは、いよいよ月面着陸するときに来るのでしょうか？

若田：近い未来、きっと実現すると思います。そもそも「国際宇宙探査」計画が持ち上がった背景には、国際宇宙ステーション(ISS)での人類の活動と実績が大きく影響しています。2000年に有人常時滞在を開始したISSですが、JAXAは「きぼう」日本実験棟や宇宙ステーション補給機「こうのとり」などの取り組みを通じて貢献してきました。これまで、7人の日本人宇宙飛行士がISSに長期滞在しています。ISSによって、人類は日常的に地球周辺の宇宙で生活するための知見を得ました。人類はその活動領域を拡大する次のステップに向かっていきます。ISSの軌道は地上から400kmぐらいの高度にあるのですが、さらにその先の、速く宇宙を目指しましょう、と。国際宇宙探査の意義や価値を世界各国で共有し、月や火星などに向かおうとしているのです。

森山：それが「国際宇宙探査」。ではもう、みんな月に行く気満々ですね。若田：無事に月面着陸をしたら、もちろん科学的に利用していくことは重要ですが、月は人類みんなにとってのフロンティアであり、いろんな観点から月の利用を考えていく必要があると思います。それこそ人文社会学的な観点から、森山さんのような表現者の方にも、ぜひ月を利用していただきたい。

自分の肉体を通じて 問い続けること

森山：自分の肉体を使って表現している身としては、今後も様々な科学技術が発展していくなかで、一体どこに肉体を取り留めておけるだろうかということは、考えてしまいます。例えばVR(仮想現実)の登場によって、僕たちはその創造された仮想現実をまるで現実であるかのように体験できるようになりました。AI(人工知能)の技術もどんどん発展していくでしょうし、ひょっとすると人間とロボットの違いすらなくなる時代が訪れるかもしれない。この、脳という名のハードディスクが外付けされていく感覚が拡大すればするほど、ここに確かに存在している肉体というものを、僕はどのように取り留めていけるのだろうか。取り留めて

いかなければいけない、とも思うんです。

若田：その森山さんの問題提起は、実は私自身が抱えている問題提起でもあります。例えば天気を予測するためには人工衛星があれば予測できますし、小惑星探査機「はやぶさ2」もその開発と運用は地上チームが行いますが、実際に小惑星リュウグウへ行くのはロボットである「はやぶさ2」です。つまり、何かを達成するための手段として、人間が必ずしもその現場に行く必要がない時代を生きている。ではそういったなかで、「私」という存在価値はなんだろうか。

森山：その肉体を持って宇宙へ行った若田さんでも考えるのですね。

若田：そうですね。私は「有人宇宙技術部門」を担務しています。「有人」とつくように、人間が活動する部門というのが前提にあるので、つねにそのことは問われているように思います。突き詰めていくと、科学技術のすべては、やはり人間として生き残っていくための手段であるべきだと思うのです。

森山：いつか太陽系がなくなってしまう日も来ますよね。

若田：そのときに訪れたとしても、人間が文明を維持して生き残っていくためには、外に出ていかなければいけない。そのための準備をしていくというのが根本にありますね。宇宙への取り組みを通してJAXAは安全・安心な社会の実現、宇宙利用の拡大、産業振興、世界最高水準の宇宙科学・探査の成果を目指しています。私は人類が宇宙に挑む究極の目的はサバイバル、つまり人類存続のための究極の危機管理の営みだと思っているんです。生身の人間が、永遠に生き残っていくために宇宙に向かうという、その営みを止めた瞬間に人類として生き残ることはできない。私はそう思っています。

森山：難しいところですよね。「生きる」という概念そのものがどんどん変化していくでしょうし、ひょっとすると「死ぬ」という概念も、今後なくなるかもしれない。そういう時代なのかで、現実的になにをどのように提示することができるのか。日々、自分の肉体を通じて問い続けているように思います。そしてそれはこれから先もずっと重要なテーマになる。そんな気がしています。

対談の拡大版はこちら →



俳優・ダンサー

森山未来

Moriyama Mirai

兵庫県出身。演劇、映像、パフォーマンスなどのカテゴリーに縛られない表現者として活躍。現在、NHK大河ドラマ「いだてん〜東京オリムピック噺〜」に出演中。待機作として、10月7日から27日まで、舞台『Bunkamura30周年記念 シアターコークン・オンレパトリー-2019 DISCOVER WORLD THEATRE vol.7『オディティス』』、11月22日から12月1日まで横浜赤レンガ倉庫1号館にて、辻本知彦とのユニット“きゅうかくしお”の新作公演、映画『隠れピッチャー』やりました。』(2019年冬公開)などがある。miraimoriyama.com



JAXA理事・宇宙飛行士

若田光一

Wakata Koichi

埼玉県出身。1992年宇宙飛行士候補に選抜。1993年NASAミッションスペシャリスト(MS)認定。1996年、2000年、2009年にMSとして宇宙飛行。2009年には日本人として初めて国際宇宙ステーション(ISS)長期滞在ミッション搭乗。2014年、日本人初のISS船長に就任。4回の総宇宙滞在時間は日本人最長。JAXA宇宙飛行士グループ長、NASA宇宙飛行士室ISS運用部門チーフ、JAXA ISSプログラムマネージャを歴任。

宇宙探査 CASE02	地球からの距離：
	35万6400~40万6700km
月 <i>Moon</i>	大きさ(地球1)：
	0.0123倍

約100mの精度で月面着陸に挑む

着陸しやすいところに着陸すると、着陸したい場所に着陸するのは大きく意味合いは変わる。2021年度にH2Aロケットで打ち上げ予定のSLIMが目指すのは後者。高精度な着陸技術実証を目的とした、無人の小型月着陸実証機だ。諸外国の月着陸の精度がkmオーダーであるのに対し、SLIMは100mオーダーを目指している。「高さ2.4m、本体の重さ約200kgのSLIMは、既存の探査機に比べてもかなり小型・軽量です。このような機体でピンポイント着陸の技術実証を目指すわけですから、これは結構ユニークなことだと思います」と話すのは、SLIMのプロジェクトマネージャを務める坂井真一郎だ。「着陸における最大の見せ場となるのは、

最終降下を開始したあと、画像照合を行いながら目標地点に接近し、最後は障害物を回避して着陸するところでしょうか。時間にして、およそ20分前後を見込んでいます」無事、ピンポイント着陸が成功したあとは、月面での科学観測も行う予定だ。分光カメラという機器を搭載して、月マントル由来と考えられる岩石の成分を観測・分析する。「岩石が分布している場所は、すでに月周回衛星『かぐや』(現在運用終了)のデータなどで特定しています。その上で着陸目標地点は、月の表側、低緯度地域にある神酒(みき)の海に選定。平坦な地形ではなく、ある一定の斜度をもったこの海は、月の内部にあったカンラン石(岩石)が露

出していると考えられます。カンラン石の分析は、月の起源の理解に役立つのです」昨年、SLIMの基本設計が確定した。そして今年に入り、詳細設計を確定するフェーズへと入っている。坂井をはじめとする職員、民間企業や大学関係者含めて総勢100名を超える専門家・有識者が関わり合いながら、SLIMは2021年度の打ち上げを目指している。「SLIMが実証しようとしている高精度着陸の技術は、普遍性を持った技術です。月以外の有重力天体でも、今後、事前の観測等に基づき特定された目標地点への着陸が計画されるようになって考えていますので、いろいろな形でSLIMの技術が使われる未来がやってくるでしょう」

宇宙探査 CASE03	地球からの距離：
	3950万~2億5970万km
金星 <i>Venus</i>	大きさ(地球1)：
	0.815倍

金星の気象を知ることは地球の理解にもつながる

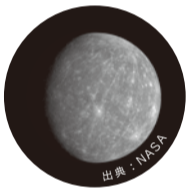
地球のすぐ内側の軌道を公転し、肉眼で捉えることのできる金星。地球とほぼ同じ大きさ、質量を持つ惑星でありながら、実際に人間が住む惑星としては適していない。なぜなら金星の大気はそのほとんどが二酸化炭素で、さらにその上には分厚い濃硫酸の雲が存在しているからだ。地表の気圧もまた地球の90倍だ。人間にとってそんな過酷な環境を持つ金星には、まだ解き明かされていない大きな謎がある。それは243日もの長い時間をかけて自転しているにも関わらず、金星の大気はその60倍もの速度で回転していることだ。この従来の気象学では説明できない大気現象のメカニズムを探ることが、日本初の金星探査機「あかつき」の最大の目標だ。2010年5月、種子島宇宙センターから打ち上げられた「あかつき」が、メインエンジンの不具合を乗り越え、金星の周回軌道に突入したのは2015年12月。以降「あかつき」は、金星大気の中層から下層にかけての赤道付近にジェット状の風の流れが存在することを明らかにした。さらに金星の雲頂に長さ1万kmに及ぶ弓状の構

造がしばしば発生し、これが金星表面の地形によって生じていることを発見するなど、さまざまな科学的成果をもたらしてきた。現在、「あかつき」は2016年4月から2年間の定常運用を終えたものの、姿勢制御用の燃料がまだ残っていることもあり、3年間の延長運用が決定。今も金星軌道を周回しながら、大気現象のメカニズムを探っている。

金星探査機 「あかつき(PLANET-C)」	地球からの距離：
	3950万~2億5970万km
	大きさ(地球1)：
	0.815倍

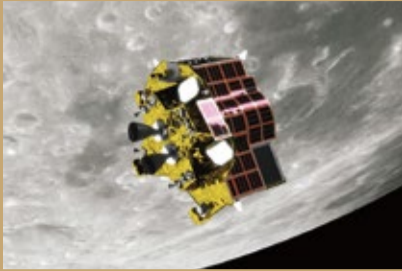
最新情報は
こちら→



宇宙探査 CASE04	地球からの距離：
	8210万~2億1710万km
水星 <i>Mercury</i>	大きさ(地球1)：
	0.05527倍

全行程約90億kmの旅。ふたつの探査機が水星の素顔を探る

太陽に最も近い惑星、そして太陽系で最も小さな惑星である水星。地球の5分の2程度の大きさしかなく、質量は地球の10分の1にも満たない水星は、昼間の最高気温は約430度、夜になるとー170度と気温差が激しく、昼と夜の温度差が約600度もある惑星だ。これまで水星を観測した探査機は、NASAが1970年代に打ち上げた「マリナー10号」と、2011年から15年まで周回軌道に唯一投入されて大発見を成し遂げた「メッセンジャー」のみ。そんななか構想21年(日本)を経て、2018年10月。JAXAとヨーロッパ宇宙機関(ESA)が共同で行う国際水星探査計画「BepiColombo」(ベピコロポ)のミッションとして、水星磁気圏探査機「みお」(JAXA)と、水星表面探査機「MPPO」(ESA)を搭載したアリアン5ロケットが南米ギアナ宇宙センターから打ち上げられた。水星の大気や磁場、磁気圏を探査する「みお」。対する「MPPO」は水星表面の地形や化学組成を探査し、水星の内部構造や極域の水について探査する。このふた

小型月着陸実証機 「SLIM」	地球からの距離：
	35万6400~40万6700km
	大きさ(地球1)：
	0.0123倍



宇宙科学研究所
SLIMプロジェクトマネージャ

坂井真一郎

Sakai Shinichiro

東京都出身。制御工学を専門とし、小型高機能科学衛星「れいめい(INDEX)」、電波天文衛星「ASTRO-G」、惑星分光観測衛星「ひさき(SPRINT-A)」、ジオスペース探査衛星「あらせ(ERG)」などの衛星の姿勢制御系開発を担当。2019年よりJAXA宇宙科学研究所教授。趣味はスキューバダイビング。

宇宙探査 CASE04	地球からの距離：
	8210万~2億1710万km
水星 <i>Mercury</i>	大きさ(地球1)：
	0.05527倍

全行程約90億kmの旅。ふたつの探査機が水星の素顔を探る

太陽に最も近い惑星、そして太陽系で最も小さな惑星である水星。地球の5分の2程度の大きさしかなく、質量は地球の10分の1にも満たない水星は、昼間の最高気温は約430度、夜になるとー170度と気温差が激しく、昼と夜の温度差が約600度もある惑星だ。これまで水星を観測した探査機は、NASAが1970年代に打ち上げた「マリナー10号」と、2011年から15年まで周回軌道に唯一投入されて大発見を成し遂げた「メッセンジャー」のみ。そんななか構想21年(日本)を経て、2018年10月。JAXAとヨーロッパ宇宙機関(ESA)が共同で行う国際水星探査計画「BepiColombo」(ベピコロポ)のミッションとして、水星磁気圏探査機「みお」(JAXA)と、水星表面探査機「MPPO」(ESA)を搭載したアリアン5ロケットが南米ギアナ宇宙センターから打ち上げられた。水星の大気や磁場、磁気圏を探査する「みお」。対する「MPPO」は水星表面の地形や化学組成を探査し、水星の内部構造や極域の水について探査する。このふた

水星磁気圏探査機 「みお(MMO)」	地球からの距離：
	8210万~2億1710万km
	大きさ(地球1)：
	0.05527倍

最新情報は
こちら→



「だから、地球という故郷を語ろう」と考えたときに、そんなグローバルなことが私にわかるだろうか、

私は地球から出たことがありません。たぶん、この先も出ないと思います。宇宙どころか、海外にも行かないかもしれません。この頃めつくり出かなくなったり、小さい子どもがいたり、今も妊娠中だったり、貯金が心許なかったり、車の免許を持つていなかったり、自転車も持つていなかったりするので、子ども、子どもの幼稚園の送り迎えがてらの散歩だけが自分の世界という感じになっています。近所の川沿いをずっと歩いていくのですが、そこで会う野鳥や亀とばかり交流しています。

だから私は、宇宙の遠いところへ行きたいと考えるときには、つい上へ上へと向かいたくなりがちだけれど、一番低いところへ向かってもいいのかもしれない、ということを漠然と思ってきました。

私は大学で日本文学を勉強しながら、ある授業で先生が、「太郎が行ったのは実は空よりも上にある国だったのでないか。一番低いところは、一番高いところへ繋がっているから」と言いました。



故郷、地球への手紙 Vol.01

小さな場所から



手紙の送り主

山崎ナオコーラ

Yamazaki Nao-Cola

作家。1987年生まれ。性別非公表。2004年に『人のセックスを笑うな』でデビュー。近著は『本の自信の持ち方』(誠文堂新光社)。目標は、「誰にでもわかる言葉で、誰にも書けない文章を書きたい」。

大人になるに従って、遠くのことを考えなくなりました。身近な人間関係に悩み、近所だけで自分の世界を作るようになりました。でも、「小さな場所へ向かう」と覚悟を決めた今、再び宇宙を好きになれそうです。

「一番小さな場所にたどり着いたら、そこが宇宙かもしれません。」



自分の好奇心に応えてくれる本

幼少期の頃から本が好きでした。思春期の頃に読んでいた本は今も思い入れ深く、河出書房から出版されていた『現代の科学』シリーズをはじめ、ジョン・ディクスン・カー、アガサ・クリスティといった作家が書く推理小説やSF小説が好きでした。

ここ最近は電子書籍でも読むように。新刊案内をチェックしながら、直感的に面白そうだなと思った本を購入することが多いです。なかでも印象的だったのは、アンディ・ウィアーの『火星の人』、浅葉なつこの『神様の御用人』。ファンタジー小説も好きなんです。ほかに購入したものの未読のままになっている本が1000冊ぐらい溜まっているので、それは定年退職したらゆっくりと攻略していこうかなあと思っています(笑)。

そんな私の読書人生のなかで最も印象に残っている本といえば、小学校高学年のときに出会った、畑中武夫さんの『宇宙と星』。著名な天文学者である畑中さんが、星の生態と宇宙の構造について神話も絡めながら語っている本なのですが、この本をきっかけに、もともと神話も星を眺めるのも好きだ

とつ違った光を放っていることに気づき、その星の成り立ちについて考えるようになります。星や宇宙のことを考えているとワクワクして、知りたいという自分



『宇宙と星』

著者：畑中武夫 発行：岩波書店

の好奇心が湧いてくる。『宇宙と星』はそんな私の好奇心に応えてくれる本だったのだと思います。こうして何度も繰り返し読んだ『宇宙と星』。その影響もあってか私の星や宇宙への関心は尽きることなく、天体望遠鏡を買って星を観察したり、夏休みには友人たちとベルセウス座流星群を観に出かけたりするほど、星好きな人間に。大学では地球物理学科に進学しました。

地球物理学は、気象・地震・海洋といった地球に関する物理だけでなく、広く太陽系内の物理現象を対象としていました。自分で作った観測器を人工衛星に乗せて太陽系の他の惑星へと飛ばし、まだ解明されていない謎に挑みたい。そう思うようになって地球物理学科へ進学をしたのち、大学院では東京大学宇宙航空研究所の研究室へと進み、そのままJAXAの前身のひとつである文部省宇宙科学研究所に就職をし、さまざまな探査計画に関わったあと、今は国際水星探査計画「BepiColombo」(ベピコロポ)のプロジェクトマネージャを勤めています。

『宇宙と星』は自分の好奇心を掻き立ててくれる本でした。そして現在は自分が携わるプロジェクトが、自分の好奇心を強く掻き立ててくれるのです。



宇宙科学研究所
「BepiColombo」プロジェクトマネージャ

早川 基

Hayakawa Hajime

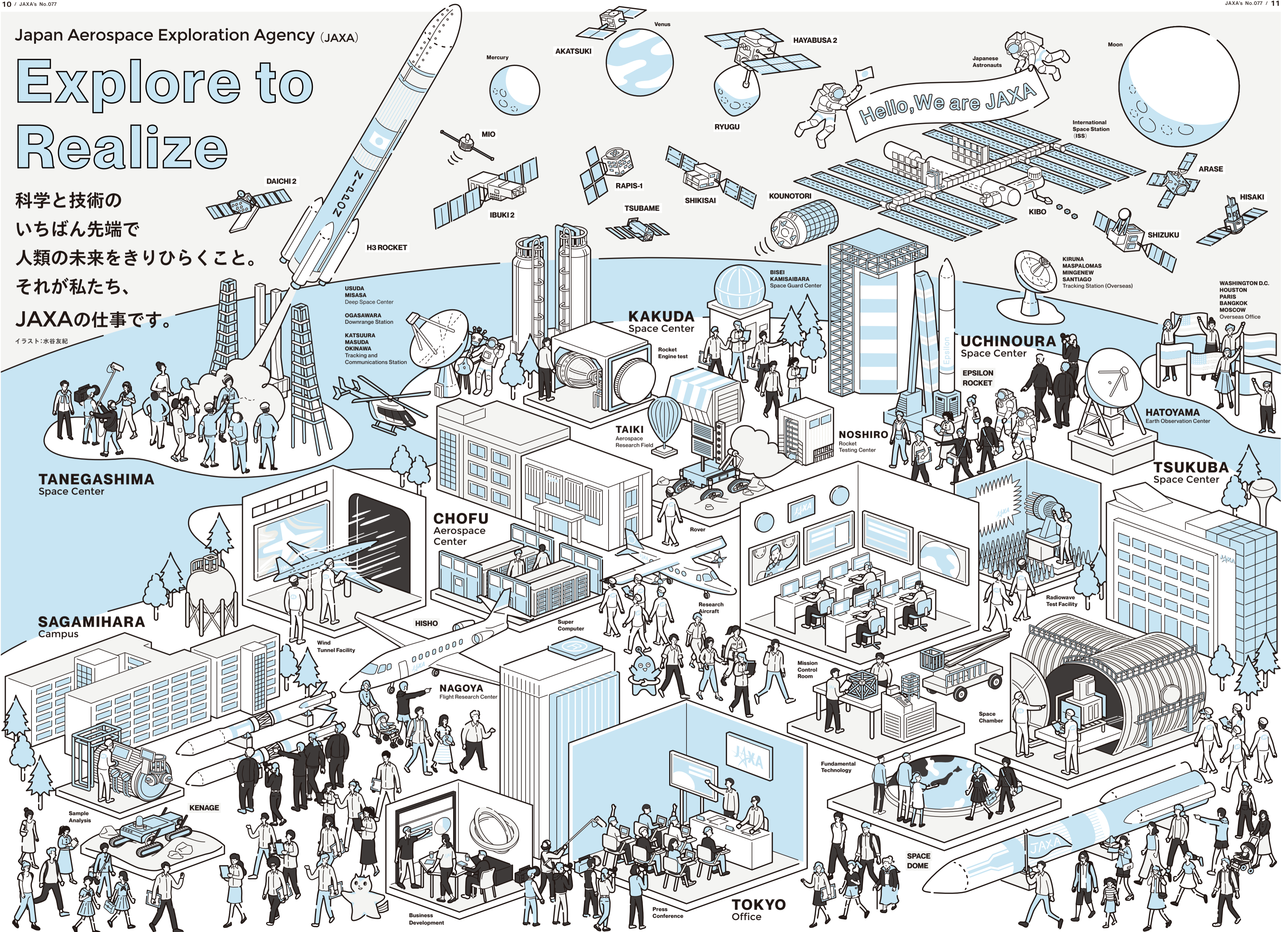
東京都出身。専門は惑星電磁圏におけるプラズマダイナミクス。これまで、極域探査衛星「あけぼの(EXOS-D)」、磁気圏探査衛星「GEOTAIL」、火星探査機「のぞみ(PLANET-B)」の開発に携わる。2005年よりJAXA宇宙科学研究所教授。趣味は読書とスポーツ全般、特にスキー。

Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA)

Explore to Realize

科学と技術の
いちばん先端で
人類の未来をきりひらくこと。
それが私たち、
JAXAの仕事です。

イラスト：水谷友紀



TANEGASHIMA
Space Center

SAGAMIHARA
Campus

CHOFU
Aerospace
Center

NAGOYA
Flight Research Center

KENAGE

KAKUDA
Space Center

TAIKI
Aerospace
Research Field

NOSHIRO
Rocket
Testing Center

UCHINOURA
Space Center

EPSILON
ROCKET

HATOYAMA
Earth Observation Center

TSUKUBA
Space Center

TOKYO
Office

SPACE
DOME

International
Space Station (ISS)

Japanese
Astronauts

WASHINGTON D.C.
HOUSTON
PARIS
BANGKOK
MOSCOW
Overseas Office

USUDA
MISASA
Deep Space Center

OGASAWARA
Downrange Station

KATSUURA
MASUDA
OKINAWA
Tracking and
Communications Station

BISEI
KAMISAIBARA
Space Guard Center

KIRUNA
MASPALOMAS
MINGENEW
SANTIAGO
Tracking Station (Overseas)

AKATSUKI

HAYABUSA 2

RYUGU

Mercury

Venus

Moon

DAICHI 2

MIO

IBUKI 2

RAPIS-1

TSUBAME

SHIKISAI

KOUNOTORI

HISAKI

ARASE

SHIZUKU

KIBO

H3 ROCKET

WASHINGTON D.C.
HOUSTON
PARIS
BANGKOK
MOSCOW
Overseas Office

Rocket
Engine test

Rover

Research
Aircraft

Super
Computer

Wind
Tunnel Facility

HISHO

Mission
Control
Room

Radiowave
Test Facility

Space
Chamber

Fundamental
Technology

Sample
Analysis

Business
Development

Press
Conference

気候変動観測衛星「しきさい」

地上の光が、地球を彩る

例えばこの土地はどんな植生であるのか。海面温度は何度なのか。雲はどこにどれだけあるのか。気候変動観測衛星「しきさい」(GCOM-C)は、地上の光を通じて大気や植生などに関する観測を行っている。「しきさい」が日々捉える地球の営み。そのミッションを支える宮崎理紗研究開発員は語る。

取材・文：水島七恵

人間は特定の波長を「色」として感じている

——まず、何より「しきさい」が捉えた地球の彩りに目を奪われました。

宮崎：美しいですね。「しきさい」は、ほぼ2日に1回の頻度で地球全体の観測が可能で、それも250mという高解像度で地球の姿が見えるというのは魅力だと思います。そもそも「色」は「光の存在」によって見ることができます。光は電磁波の一種ですが、その波の間隔を「波長」と呼んでいて、人間は特定の「波長」の光を色として感じているのです。「しきさい」は、可視光をはじめ、紫外線や赤外線など、19種類の波長を観測できるセンサーである「多波長光学放射計」を搭載し、大気や陸海を観測しています。

——可視光は人の目で見える波長ですが、紫外線や赤外線などの波長は人の目には見えません。「しきさい」は、見えないものも可

視化しているということでしょうか？

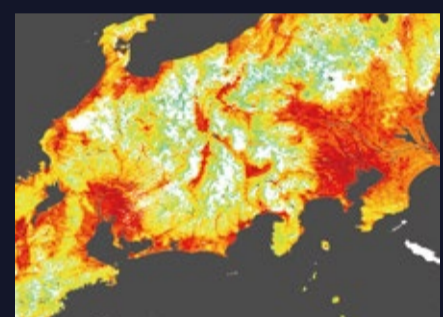
宮崎：そうです。例えば森林は緑のイメージがありますが、実は目に見えない近赤外線の光をより強く反射しています。それも植物の種類や樹齢、葉っぱの広がり方で波長の強さが違うんですよ。また、熱赤外線や近紫外線の波長を使って海面温度が何度なのか、雲や大気中に浮遊する微粒子、エアロゾルがどこにどれだけあるのかといったことも「しきさい」では調べることができます。特に陸上のエアロゾルはこれまで精密な観測が難しく、それが地球温暖化の予測を難しくする要因にもなっていたのですが、「しきさい」によって、今までより遥かに精度よく観測することができますように期待されています。

——地球の未来にとって、地球温暖化はやはり大きな課題ですね。

宮崎：21世紀末の地球の平均気温は、今よりも2〜4度ほど上昇すると予測されていますが、その推定には2度程度の誤差を持っています。この約2度の誤差をできるだけ小さくしていくためには、現状の地球をきちんと捉えたデータが重要になってきます。「しきさい」のような人工衛星が観測した全球データの蓄積によって、より高精度な地球気候変動の予測が可能になっていくと思います。

——気候変動の謎を解くこと。それは地球の未来と人々の環境を守ることに繋がっていますが、そんな「しきさい」のミッションにおいて、宮崎さんは具体的にどのようなことを担当されているのでしょうか？

宮崎：私が担当しているのは、主に「しきさい」の偏光観測の校正です。偏光観測では、光の強度だけでなく光の状態(電磁波の振動方向)も調べることができます。光の偏光状態を観測できることは、「しきさい」の重要な特徴のひとつであって、陸上のエアロゾル推定への利用が期待されています。

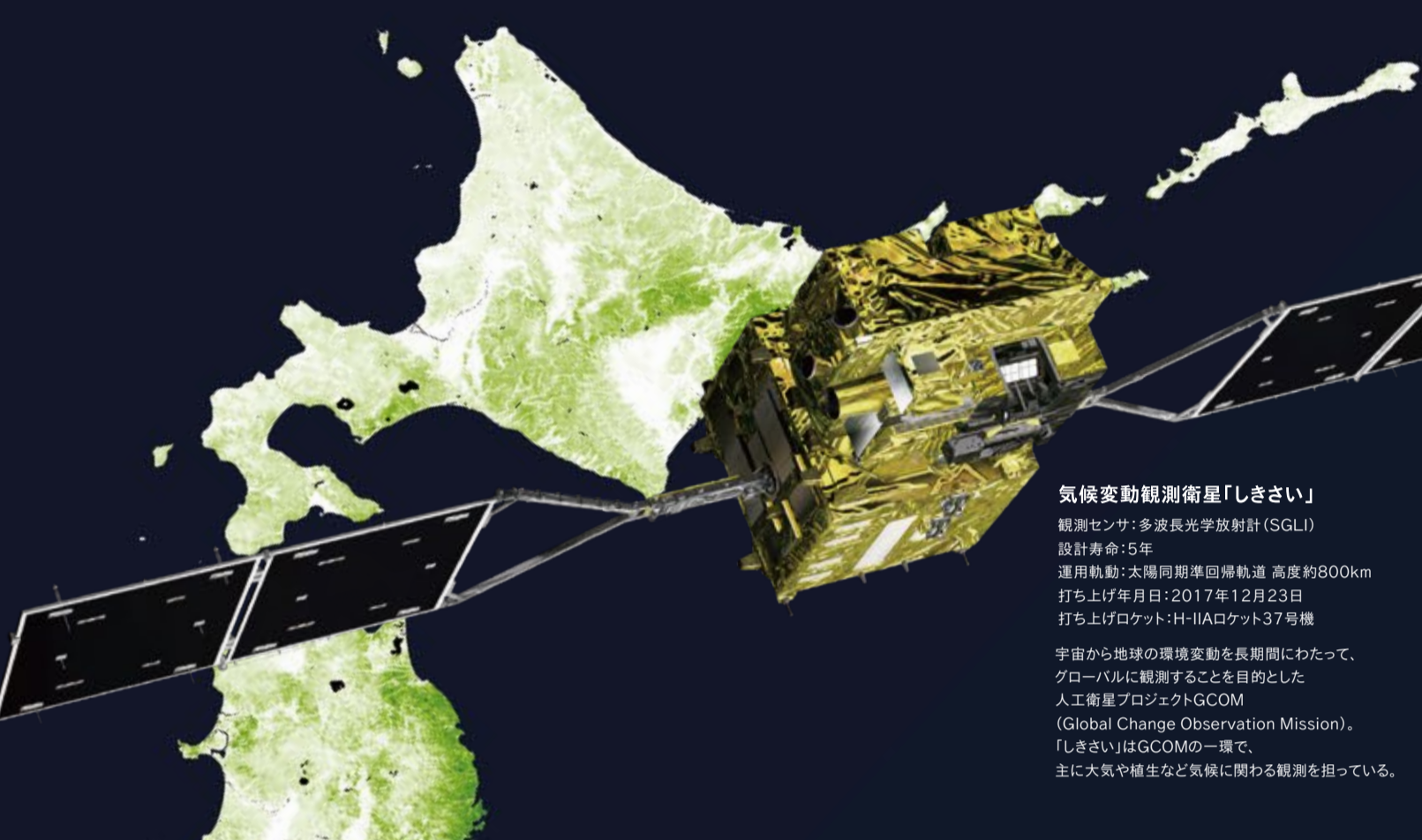


日本の地表面温度

写真は2018年8月1日10:40頃、熱赤外線の波長帯によって「しきさい」が観測した関東から近畿地方の地表面温度。この日は大都市域で地表面温度が50度以上と非常に高温となり、日本が酷暑に見舞われた様子を捉えている。

冬の日本の植生分布

右の写真は2018年1月6日〜2月9日、近赤外線と赤の波長帯の反射率を使用して算出した正規化植生指数(NDVI)。NDVIは植生の活動度が高い、あるいは植生の密度が大きいところで数値が大きくなる指数のこと。積雪域は白く抜け、山岳部では植生の活性度が低く、都心部では植生量が少なくなることがわかる。



気候変動観測衛星「しきさい」

観測センサー:多波長光学放射計(SGLI)
設計寿命:5年
運用軌道:太陽同期準回帰軌道 高度約800km
打ち上げ年月日:2017年12月23日
打ち上げロケット:H-IIAロケット37号機

宇宙から地球の環境変動を長期間にわたって、グローバルに観測することを目的とした人工衛星プロジェクトGCOM(Global Change Observation Mission)。「しきさい」はGCOMの一環で、主に大気や植生など気候に関わる観測を担っている。

日々変動している地球と 遥か昔の情報を残す月

——「しきさい」を通じて、宮崎さん自身が実感していることを聞かせてください。

宮崎：人の目に見えない光にも、たくさんの情報が詰まっていること。そしてそんな情報を地球の画像として可視化することは、純粋に面白くやりがいのある仕事だということ。例えば、植物。人の見えない近赤外線の波長で見ると、可視光線である緑色の波長で見ると、植物の分布(植生)をはっきりと映し出すことができます。このようにさまざまな波長の組み合わせをとったりしながら、どんな処理をすれば私たちが見たいものを可視化することができるのか。それを私が在籍する地球観測研究センターでは、日々研究しています。仕事を通じての個人的な感想としては、とにかく地球は複雑な惑星だと日々感じています。

——複雑ということ？

宮崎：例えば月と比較するとその複雑さは明白です。なぜなら地球には大気や海、植物や雪が存在していることで、日々刻々と変化しています。地殻すらも大きく変動しています。これはプレート・テクトニクスといって、地震とも関連が深い現象ですが、一方の月は地殻が冷え固まっていて、プレート・テクトニクスがなく、地球に比べて非常に古い過去の情報も表層に保存され続けています。

——月は地球の衛星でありながら、まったく異なるんですね。

宮崎：そうですね。もともと私自身は月に興味があって、大学院では地球惑星科学専攻で月科学の研究をしながら、月のマグマを作るような実験を行っていたんです。月は、日々変動している地球と反対に、遥か昔の情

報をそのまま残しているの、個人的には月の面白さはそこにあると思っています。ただ、月をずっと研究しているうちに比較している地球のことを実はよくわかっていないと気づき、JAXAに就職したときには、地球観測衛星の利用研究を担当している今の部署を希望しました。

——自らの希望で地球を観測してきた宮崎さんですが、「しきさい」に今後期待することとはなんでしょうか？

宮崎：例えば金星の大気には硫酸の微粒子からなる雲が存在していますが、この雲粒の大きさを観測するのに偏光観測を利用しています。もともと偏光観測は地球ではなく、他の惑星を観測するために開発されたという背景もあって、「しきさい」が行っている観測手法が、今後太陽系外の天体に用いられる手法とも合わせてお互いに発展していくのではないかと思います。

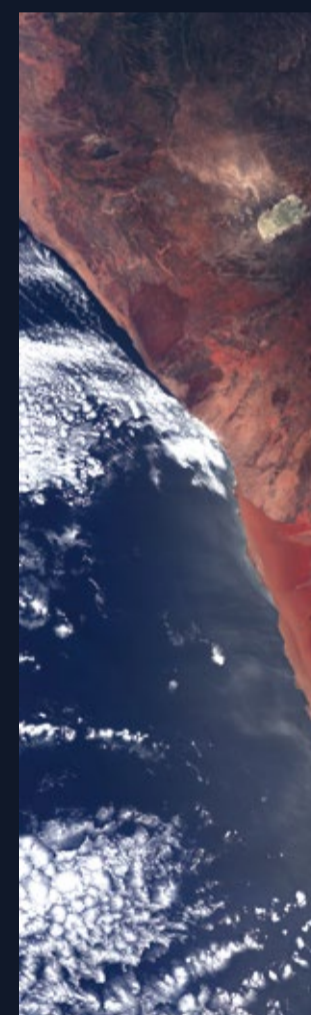
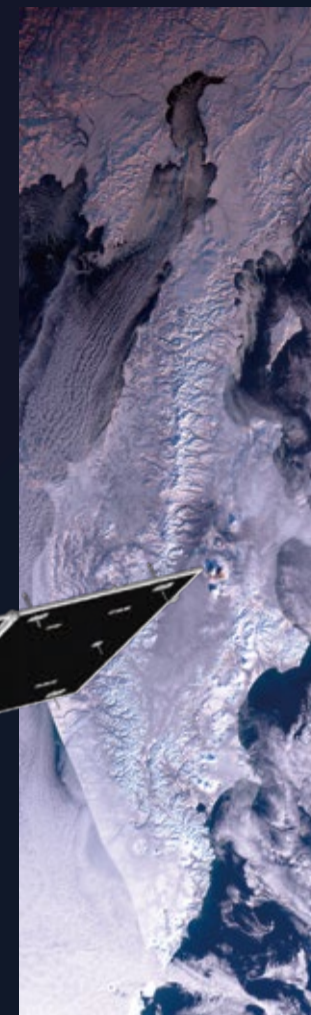


第一宇宙技術部門 / 地球観測研究センター研究員

宮崎理紗

Miyazaki Risa

東京都出身。2014年地球観測研究センターに配属となり、気候変動観測衛星「しきさい」の画像作成や偏光観測センサーの校正を担当。趣味は地球の美しい画像を捉えること、月の起源と進化の解明について知る。

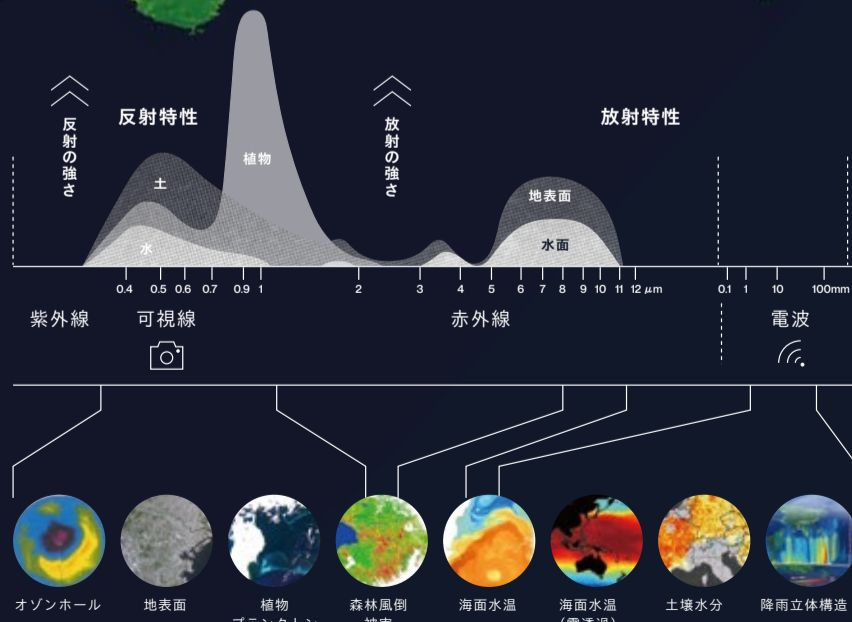


- 1
- 2
- 3
- 4

1. カムチャッカ半島の朝焼け(2018年1月1日)。2. ナミビア沿岸(2018年1月1日) 3. サハラ沙漠のティベスティ山地(2018年1月6日) 4. バハマ諸島のサンゴ礁(2018年1月23日) すべて「多波長光学放射計」が取得した、トゥルーカラー合成画像(赤、緑、青のチャンネルをRGBに割り振った画像)。

波長のどこを見るかによって、見えるものは変わる

右の図は、光の波長と波長によって観測しやすい物質を表したものの、物質はそれぞれ特定の波長を反射する特性を持っているため、その物質の特徴を掴み、「しきさい」に搭載している「多波長光学放射計」で感知することで、地球上のさまざまな現象を捉えることができる。



インタビューの拡大版はこちら →



宇宙の視座でものを見る 文化・芸術編

種子島宇宙芸術祭

未来(宇宙)と ルーツ(歴史・風土)が 交差する島で

JAXAのロケット発射場があることから「日本で一番宇宙に近い島」とも呼ばれている鹿児島県・種子島。自然と科学、歴史と未来が共存するこの島で2017年から開催しているのが「種子島宇宙芸術祭」だ。宇宙、芸術、種子島。この3つが交わる場所に見えてくるものは？「種子島宇宙芸術祭」総合ディレクターを務める森脇裕之さんに話を伺った。

取材・文：水島七恵

世界の宇宙センターのなかで「もっとも美しいロケット発射場」と、美学的な観点で評されるのは種子島だけです。そんな種子島で2017年から開催している芸術祭が、「種子島宇宙芸術祭」です。

私自身、かねてより宇宙と芸術は親和性が高いと考えていました。なぜならどちらも人間にとっての根源を捉えるための手段だからです。宇宙を知るうえでは科学技術が必要不可欠ですが、かつては科学技術と芸術は分かちがたいものでした。「テクネ (techne)」と呼ばれる古代ギリシャの「技術」の概念を、のちのローマ人はラテン語の「アルス (ars)」(芸術の語源)と訳します。レオナルド・ダ・ヴィンチのように、古くから優れた科学者、芸術家がいいたことはよく知られています。ところが現代社会においては「テクノロジー (technology)」は、芸術とは区別され、断絶しているように感じます。

テクノロジーの進化スピードは、この先も衰えることはないでしょう。ただ、そういった社会のなかで、芸術に対する人々の認識が薄れていくこと。これは危険なことでもあると私自身は感じています。日々進化していく技術が、自然に對置される人間の「技」や「技術」としてどう活用されるべきか、考え続けるひとつのヒントとして、科学と芸術の融合をテーマとした「宇宙芸術」は可能性にあふれていると思います。

「種子島宇宙芸術祭」は、島の祭りとして育っていく

戦国時代、ポルトガル人が日本にはじめて鉄砲を伝えた島として有名な種子島ですが、日本人のルーツともいえる縄文・弥生時代からの遺跡が残っています。(※写真右を参

照)。そこに未来への挑戦とも言えるJAXAの宇宙開発の最前線の施設、「種子島宇宙センター」があるということには、実に運命的なものを感じます。未来(宇宙)とルーツ(歴史・風土)が時間軸を超えて一直線上に同居している。それが種子島です。

地域と向き合い、その土地の特色・魅力をアートの手で目に見える形にしていくのが芸術祭です。古くからの土地柄で、伝統行事を受け継がれている種子島のコミュニティ形成のひとつの手段として「種子島宇宙芸術祭」は、地域に溶け込んで、島の祭りになっていけたらいいと思っています。

私たちはロケットの島、鉄砲の島という一面から種子島を捉えがちですが、豊かな自然と深い歴史をもったこの島で、「種子島宇宙芸術祭」は人間にとって大事なものを、これからも発見してゆきたいと考えています。



種子島宇宙芸術祭
総合ディレクター
森脇裕之 Moriaki Hiroyuki

アーティスト。LEDを用いた光のインスタレーション作品で知られている。水戸芸術館「宇宙の旅」展(2001年)をきっかけにして「ミッション[宇宙×芸術]・コスモロジーを越えて」展(東京都現代美術館2014年)などに参加した。多摩美術大学情報デザイン学科教授。



広田海岸の北側、小高い丘にある広田遺跡。この遺跡は弥生時代前期から古墳時代前期にかけての埋葬遺跡として有名で、およそ113体に及ぶ埋葬人骨と、副葬された貝製品が多数出土している。この遺跡から一直線に射場を眺望することで、まさに私たちのルーツと未来が繋がって見えることを体感できる場所でもある。



「種子島宇宙芸術祭」(2017年)の出演作品のひとつ。種子島宇宙センターから実際に打ち上げられ、回収されたロケットのフェアリング(ロケットの先端部)を用いた作品。実際のロケットパーツによる世界初の作品。作家：中村哲也 作品名：「ペイントフェアリング・5S-H 型改」
© 種子島宇宙芸術祭

種子島宇宙芸術祭

SPACE・ART・TANEGASHIMA

自然と科学と芸術の融合
「種子島宇宙芸術祭2019」
開催期間：2019年10月19日(土)～11月24日(日)
開催場所：種子島全域
アーティスト鈴木康広による展示・ワークショップを始め、大学連携プロジェクトや地域交流プロジェクトなどさまざまな予定している。
www.sat-2019.com



1000万個の星空を投影する「星の洞窟」(写真)は「種子島芸術祭」の人気プログラムのひとつ。種子島を代表する観光名所、「千座の岩屋(ちくらのいわや)」の巨大な洞窟の内部で、スーパープラネタリウム「MEGASTAR-III」による1000万個の星空を投影する。「干潮」のタイミングのみに限られる「星の洞窟」は、今年は11月22日(金)、23日(土)の夜に開催予定。

JAXA TIMES

宇宙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。

JULY 2019

取材・文 平林理奈

宇宙輸送技術部門

新型ロケット開発の山場 4回目の「BFT」成功！



H3プロジェクトチーム
主任研究開発員
久保田 勲 Kubota Isao



H3プロジェクトチーム
研究開発員
藪崎大輔 Yabusaki Daisuke

知恵を集めて挑んだ 新たなロケットの燃焼試験

宇宙開発には、宇宙へ人やモノを運ぶ輸送技術が欠かせない。唯一の輸送手段であるロケットを扱う宇宙輸送技術部門は、新型「H3ロケット」の開発の真只中。2020年度の打ち上げを目指して、JAXAと多くの企業が一体となって進めている。

2019年4月12日、4回目の「第1段厚肉タンクステージ燃焼試験」=「Battleship Firing Test」、通称「BFT」が、秋田県大館市にある三菱重工工業の田代試験場で行われた。開発中の新型「LE-9」エンジンを使用し、H3ロケットで初の試みとなる3基形態での試験を重ねてきた。H3ロケットの開発において、要となる大規模な試験だ。

推進系システムの燃焼試験であるBFTでは、タンクに充填した燃料をフライトで想定される

温度・圧力でエンジンに供給し、エンジンが正常に燃焼するかをテストする。実機の燃料タンクはアルミ合金製だが、試験ではステンレス製の頑丈な厚肉タンクが用いられるため、「Battleship=軍艦」(のように丈夫なタンク)という言葉が当てられている。

BFTはロケットの開発時にのみ行われるため、実施機会が少ない。今回の試験は、H-IIBロケットの開発時以来、約10年ぶりだ。その前のH-IIAロケットのBFTに携わった久保田勲は「試験計画を作る段階から、経験者にさまざまな助言をもらうなど、入念な準備を徹底しました。しばらくぶりなので、やりながら思いついていく部分が多かったですね」と話す。一方、藪崎大輔は初めてBFTに携わった。「久保田さんをはじめとする先輩方に学びながら取り組みました。成功してホッとしましたが、まだまだ試験は続くので気は抜けません。今回の結果を入念に検証して、次の試験に活かしたい」と語る。

航空産業の発展の鍵を握る 国産コアエンジン

JAXAは、宇宙開発だけではなく航空技術にも取り組んでいる。それを担うのが航空技術部門。超音速の旅客機や、災害時に救助ヘリコプターを管理するシステムなど、「空」から社会をよくするための研究・開発を行っている。

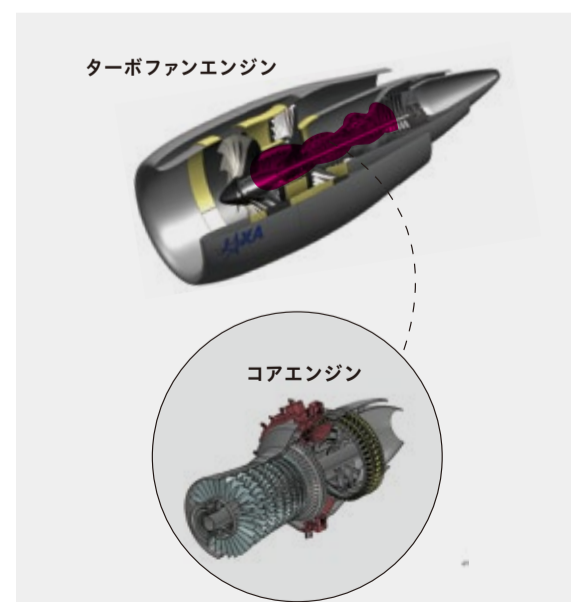
なかでも今号で注目したいのが、今年4月に立ち上がった「コアエンジン技術実証プロジェクト」、通称「En-Core(アン・コア)」。約

3年前に構想が生まれ、このほどついにプロジェクト化された。コアエンジンは、ターボファンエンジンの心臓部。同部門ではこれまでに、ジェットエンジンの入口側と出口側に位置する、「低圧系」と呼ばれるファンや低圧タービンを高効率化・軽量化する「aFJR」プロジェクトを進めてきた。「高圧系」のコアエンジンを扱うEn-Coreは、次なるステップともいえる。

「これから5年をかけて、国内のエンジンメーカーと一緒に研究開発を進めていきます」と話すのは、プロジェクトマネージャとしてチームをまとめる山根 敬。

「これまでに積み重ねてきた研究成果の実用性を高め、海外メーカーに負けない技術競争力を得ることが目的。ゆくゆくは、プロジェクトの成果を受け取ったメーカーが実用化・事業化に向けた取り組みをさらに進め、2030年代には航空機のエンジンに採用されることを目指します」

航空機における主要なエンジンのパーツの製造は、国内外のメーカーが分担。「低圧系」では日本メーカーも多くのシェアを獲得している。しかしエンジン全体の設計は、「高圧系」のコアエンジンを握る海外メーカーが占めているのが現状。国産のコアエンジンにより多くのシェ



ターボファンエンジンの心臓部である、コアエンジンの技術実証に挑む。

ユーザーの声を取り入れた 「使いやすい」ロケット

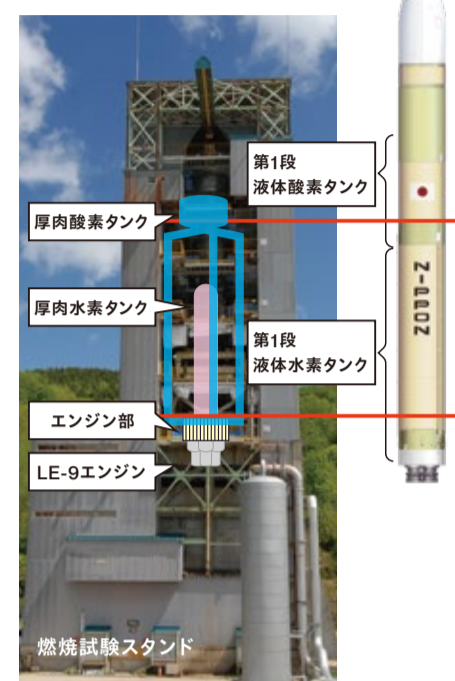
ロケットを安定的に運用していくためには、政府だけでなく民間にも広く利用してもらうことが不可欠だ。H3ロケットは複数の機体形態による多様な衛星への対応、迅速な打ち上げ、低価格など、ユーザーのニーズを叶える次世代ロケット。射場でのオペレーションをしやすくしたり、打ち上げ時の衛星への負担を軽減するなど「快適さ」も重視している。久保田は「目指すはベストセラーかつロングセラー」と話す。「初めて開発に携わったH-IIAロケットの打ち上げは40回を超えています。技術が上がって経験を積み、不可能だと思っていたことも実現できる知恵が見つかる。H3ロケットは、H-IIAロケットを超えて愛されるロケットにしたいです」

藪崎は、これからの輸送技術開発について



「H3ロケットが無事に完成したら、次の輸送手段も考えていかなければなりません。まずはH3ロケットで経験を積み、未来の開発につなげていきたい」と意気込む。

来年度の打ち上げに向けて、急ピッチで開発が進むH3ロケット。今後もBFTのような大規模な試験が目白押しだ。



●BFTは9階建てに相当する建屋にタンクとエンジンを設置して行う。50名以上のスタッフが見守り、エンジンの燃焼停止が確認されると、オペレーションルームが拍手と歓声に包まれた。

大迫力！BFTのレポート映像 →



航空技術部門

アを得ることができれば、日本の航空エンジン産業の飛躍につながるのだ。

これまでの研究成果を結集し 世の中に役立つモノづくりを

En-Coreという名称の由来は、「環境(Environment)を重視したコア(Core)エンジン」だ。環境への負担が少ないエンジンをつくるために、コアエンジンのなかでも燃料を燃やす「燃焼器」と、回転して力を生む「高圧タービン」を技術実証の対象にしている。燃焼器はNOx(窒素酸化物)の排出を抑えること、高圧タービンは低燃費化によりCO₂(二酸化炭素)を低減することが主なミッション。そのためは、どちらもより高温に耐えられるようになることが求められる。山根は「材料の刷新がキーになる」と話す。

「燃焼器と高圧タービンの両方に、従来の金属より耐熱性の高いCMC(Ceramic Matrix Composites)を使います。いずれ、CMCがあたり前に使われる時代がやってくることは間違いない。私たちが、その先駆けになればと考えています」

プロジェクト化することで、山根は「メンバー

環境に優しいエンジンを
En-Core (アン・コア)
プロジェクト、始動

プロジェクトマネージャ
山根 敬 Yamane Takashi

はこれまでも価値あると信じる研究で成果をあげてきましたが、これからは“世の中に役立つものを作り上げる”という意識を一層強く持って取り組んでいきます」と語る。培ってきたものを形にするべく、挑戦は始まった。

プロジェクトの詳細はこちら →





今村剛 Imamura Takeshi
東京大学大学院
新領域創成科学研究科 教授

探査機「あかつき」金星のナゾに迫る

5台のカメラでとらえる 知られざる金星の姿

大きさや重さが地球に似ているため、「地球の兄弟星」と呼ばれる金星。その探査は1960年代に始まり、アメリカや旧ソ連が相次いで探査機を送り込んだ。それらの研究から見えてきたのは、地球とはまったく異なる金星の姿。地表は高温で海はなく、硫酸でできた厚い雲が地表を覆っている。大気の流れ方は特に独特で、「スーパーローテーション」という秒速100mもの豪風が常に吹いていることがわかった。

JAXAと東京大学の研究者らが協同して金星の大気の謎に迫るべく、2010年に打ち上げられ、2015年から観測をスタートしたのが金星探査機「あかつき」だ。プロジェクトのコアメンバーである東京大学大学院の今村剛教授は、あかつきの最大の特長を「赤外線や紫外線といった異なる波長のカメラで、ほぼ途切れなく長期にわたって金星全体の撮影を続けていること」だと話す。



金星周回軌道への投入を試みる「あかつき」の想像図。

「そのような惑星探査は前例がありません。このおかげで、惑星スケールの流体運動を可視化し、さまざまな気象現象を新たに発見して、『スーパーローテーション』のメカニズムに迫る情報を得ることができています」

分野の垣根を越えた 民間企業との共創

新事業促進部が目指すのは、宇宙ビジネスが日本において大きな産業となり、身近なところに宇宙事業や宇宙技術があふれている状況をつくること。世の中の宇宙利用の拡大や、産業振興につながるさまざまな取り組みを行っている。

そのなかのひとつに、2018年5月に立ち上げた研究開発プログラム「宇宙イノベーションパートナーシップ」、通称「J-SPARC（ジェイ・スパーク）」がある。宇宙ビジネスのアイデアをもつ民間企業等とJAXAが人的リソースや資金を持ち寄り、企画段階から一緒に考えてコンセプトを共創。必要な技術開発・実証などを行い、新しい事業を創り出すことを目指すパートナーシップ型のオープンイノベーションプログラムだ。

立ち上げから1年が経ち、現在、事業化に向けて約20のプロジェクトが進行中。特徴的なのが、ジャンルが多岐にわたっていることだ。小型ロケットの開発から、宇宙食関連マーケットの開拓、宇宙空間を体感できるVR、宇宙飛行士の訓練内容を活かした教育プログラムまで、宇宙分野に閉じることのない技術革新を目指している。プロデューサーの菊池優太は「これまで宇宙開発といえば、国が主導する宇宙開発プロジェクトが中心でした。でも、時代は変わりました」と話す。

「今や宇宙事業は、企業が新規事業を立ち上げる際の候補のひとつになっています。上層部から新規事業担当者」に『今、宇宙が盛り上



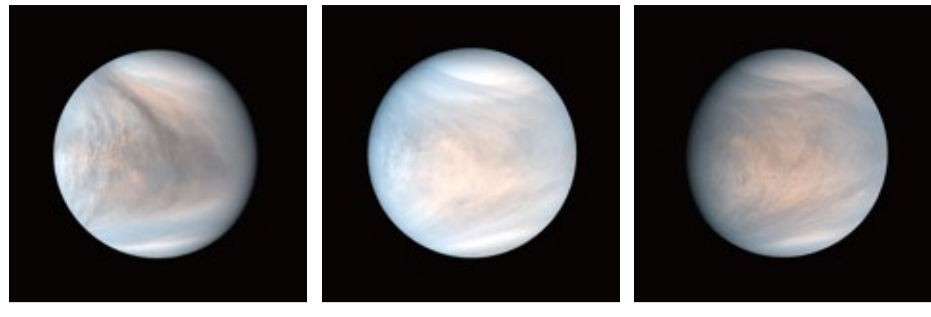
●J-SPARC活動の最前線拠点である東京・日本橋の「X-NIHONBASHI」は、宇宙ビジネスを志す人たちであふれている。プロジェクトを前進させるための密な打ち合わせは、ここで行われることも多い。

がってるから、なにかいいビジネスアイデアを』と求められる時代。これまで宇宙事業に取り組んできた企業だけでなく、宇宙業界に新しく参入したいと考えている異業種とも積極的に組んで、さまざまな分野に貢献していきたいです」

手応えを実感した1年目 共創企業や職員に変化の兆し

ベンチャー企業から大企業まで、さまざまなパートナーと一緒にプロジェクトを創っていくのが、菊池をはじめとする10名のプロデューサー陣だ。衛星データの利用や輸送、探査、ロボティクスなど、各々が多様な専門分野をもち、プロジェクトの内容に応じて担当を決めている。同じくプロデューサーを務める高田真一は、プロジェクトを進めるうえで「寄り添う、対話を大事にしています」と語り、こう続ける。

「対話を重ねると、パートナーがJAXAになにを求めているのかがわかってくる。求められているものと我々が提供できるものがマッチすること



●あかつきに搭載されている紫外イメージャ(UVIS)で撮った画像を合成・色づけしたもの。© PLANET-C Project Team
UVISは二酸化硫黄などを紫外線で捉えるカメラ。

大スケールの雲も見える アニメーションを公開

2019年3月、金星の大気の流れを連続的にとらえたアニメーションが、「あかつき」の公式サイトで公開された。これは、「あかつき」に搭載されている紫外線のカメラで撮影した画像を合成し、疑似的に色づけしたもの。スーパーローテーションによって、どの地点でも雲が右(東)から左(西)へ流れ、巨大な暗部が形を変えながら移動する様子が見て取れる。赤みがかったところには硫酸の雲のもとになる二酸化硫黄が、青みがかったところには金星特有の黄色っぽい色をつくり出す未知の化学物質が多く含まれる。赤道付近で生まれた雲が北極、南極にまで運ばれるというひとつながりの南北循環は、地球では見られない現象だ。

このアニメーションから、さまざまな成果が得られた。

「数万kmスケールの大気の波が伝播して

大気循環に作用する様子を読み取ることができ、ここにスーパーローテーションの成因があるかもしれません。また、二酸化硫黄が赤道地方で湧き出る様子、生まれた雲が変形しながら流れる様子から、厚い雲がすき間なく金星を覆うしくみがわかる可能性も。今後、このような動画にさまざまな画像処理を施すことによって、新たな大気現象が発見されることも期待されます」

研究を進めるにつれ、プロジェクトの当初からの大目標である『スーパーローテーションのメカニズムの解明』と『子午面循環(南北・上下方向の平均循環)の解明』に近づいている。今後1年ほどの間に、大きな成果をいくつか公表できるだろう。

金星の謎を解き明かすことができれば、より普遍的な惑星気象学を確立することができる。そして、地球の大気がなぜ今のような姿をしているのか、また将来どうなっていくのかを探る手がかりになる。金星を知ることは、地球を知ることにもつながっているのだ。

アニメーションの再生は公式サイトへ →



約20のプロジェクトが進行中 JAXAと企業が 宇宙ビジネスを共創



J-SPARCプロデューサー
菊池優太 Kikuchi Yuta

が必須なので、正式にパートナーシップをむすぶ前に入念すり合わせを行います」

J-SPARCへの、これまでの問い合わせ件数は150件を超える。提案は常時受け付けており、対話を経てパートナーを決定。高田は、始動から1年で、ある程度の手応えを実感しているという。

「熱意あるパートナーとさまざまな壁を乗り越え、共創する活動が呼び水となり、さらに新たな資金調達や人材確保が図られたりしていま



J-SPARCプロデューサー
高田真一 Takata Shinichi

す。携わる私たち職員も、新しい技術や知見を得られ、仕事のやり方や臨む姿勢も徐々に変わりつつありますね」

世界規模で宇宙ビジネスが急速に進展するなか、JAXAへの産業界からの期待は年々大きくなっている。民間ビジネスやイノベーション創出を目指して技術やアイデアを共創するJ-SPARCは、JAXAにとって新たな挑戦。熱い想いを原動力に、新しい宇宙ビジネスの数々が、今日も着実に育まれている。

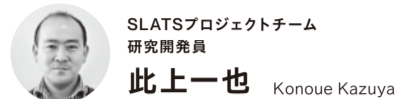


●進行中のプロジェクトのひとつである「Space Food X」の、将来の月面基地での食卓イメージ図。約50以上の企業・大学・研究機関などが参加し、宇宙と地球上における食料の生産・供給に関する課題解決に取り組み、世界初の「宇宙食料マーケット創出」を目指している。

インタビューの拡大版を公開中 →



つばめ×ヤクルトスワローズ 宇宙からの応援メッセージ



SLATSプロジェクトチーム
研究開発員
此上一也 Konoue Kazuyuki

小さな試験機の使命は 「低く飛ぶ」こと

地球を観測する人工衛星の多くは、地上600~800kmを飛行している。大気の影響をほとんど受けず、長期間にわたり、安定して飛行し続けることができる高度だ。超低高度衛星技術試験機「つばめ」(SLATS)は、その常識を覆そうとしている。300kmよりも低い「超低高度軌道」と呼ばれる軌道を利用する、初めての地球観測衛星だ。

地上に近く大気が濃い超低高度軌道では、高度600~800kmの1000倍もの大気抵抗を受ける。すると衛星はブレーキがかかった状態になり、やがて地上に落下してしまう。低高度を保とうとすると、ガスジェットを長期間噴射し続けるために莫大な量の燃料を積まなければならない、その結果、機体は大きく重くなってしまい、コストがかかりすぎたり、ロケットで打ち上げられなくなってしまふのだ。それら

●ヤクルト球団設立50周年を記念して行われた本企画、9日間のうち3日間成功し、文字をつなげることで「つばめ50」のメッセージが完成した。撮影日は左から4/23、4/25、5/8。

未来の月面探査を支える部品づくり

未来の宇宙開発を牽引するための「先導する研究」と、宇宙産業やプロジェクトが現在直面している課題を専門技術で解決する「支える研究」。研究開発部門では、このふたつを柱に、さまざまな分野の研究開発に取り組んでいる。そのひとつに月面の極域探査用の耐粉塵シール技術がある。

「シール」とは、機械内部の液体や気体の漏れを防いだり、塵やホコリなどの外部の異物が入るのを防ぐ部品のこと。身近なところでは蛇口のパッキンもシールの一種だ。

月面は、微細で硬くどがつた「レゴリス」という砂に覆われている。ローバー(探査車)やそれに載せる機器の重要な箇所へのレゴリスの侵入を防ぐため、月面探査に用いるシールは、月の環境に最適化したものでなくてはならない。さらに、レゴリスの上で動いても壊れない強度と、限られた電力でも使える省エネルギー性が求められる。

10年の研究を活かした ふたつのシール技術

研究開発を担当する機構潤滑技術の専門家、松本康司によると、研究開発を進めているのは回転体用のシール技術で、大きく分けてふたつあると言う。ひとつは、ローバの主軸など、確実な密封が必要となる場所に使うメカニカルシールだ。

「レゴリスが回転軸と固定部の間のシール面に入っても、摩耗してシール性が落ちないように、硬くかつ摩擦が小さい材料やコーティングを選定・開発しています。また、シール性を維持しつつ、回転に必要な力がかかるべく小さくなるよう、押しつける度合いなどを最適化しています」

もうひとつは、レゴリスに直接触れる軸受用の簡易シール。

●開発中のシール。「軸の円周面から押さえる従来の方式は温度変化に弱いため、軸方向から押さえる方式を採用したのもポイント」と松本。

で鮮明に捉えられた地球の姿は、まるでアート作品。開発に携わった此上一也は、「この光学センサのすごいところはサイズなんです」と語る。「通常の衛星でつばめと同じくらい高分解能の写真を撮るとすると、直径60cmほどの口径が必要になります。でも『つばめ』は高度が低い、つまり被写体である地表に近いので、20cmくらいの口径で実現できる。光学センサのコンパクトさは、機体全体の小型軽量化に大きく貢献しています。また、従来の衛星に比べて暗い時間帯でもいい画質で撮影できる技術や、民生品の活用により開発費を大幅に抑えるなど、試験機ならではの多くのチャレンジをしています」

2019年4月下旬から5月上旬にかけて、「つばめ」の光学センサを使って実施したのが、同じ「スワローズ(つばめ)」の名前をもつヤクルト球団とのコラボレーション企画“~宇宙から応援宣言~ 人工衛星「つばめ」に写ろう!”。

レポート映像には「つばめ」の詳細も →



研究開発部門



第二研究ユニット
研究領域主管
松本康司 Masamune Kojima

新しいシール技術で 月の砂から機材を守る

「カラー」と呼ばれるリング状の樹脂材料を用いるタイプと、フェルト材を用いるタイプを研究しています。カラーシールについては、樹脂カラーがしっかりと軸受端面を押さえてシールできる形状を設計し、押しつけ力の最適化を図りました。フェルトシールは、フェルト材を宇宙用に使う新しい試み。高いシール性を確保しながら少ない抵抗で回ります。また、月面の極域は真空でかつ-200℃に近い極低温です。そのような環境でも、シール性や摩擦・摩耗特性が変わらない材料をつくることも課題でした」

JAXAでは、宇宙の極限環境での機構潤滑技術を長年にわたって研究している。松本はそのひとつとして、耐レゴリス用の耐摩耗材料・コーティングや、さまざまなシール技術の研究開発に約10年の歳月を費やした。シールそのものの開発だけでなく、真空中で模擬レゴリスがある環境で試験を行うための試験技術の確立や、試験装置の製作にも苦労したという。

成果を実用に結びつけるには企業の手も不可欠だ。シールメーカーのイーグル工業、軸受メーカーのNTNと共同で、できるだけ早い実用化を目指す。

シール技術を含む「重力天体表面探査技術」 →



「きぼう」完成「こうのとりのり」打ち上げ10周年記念イベント

近未来宇宙予測カイギ

人類史上最大の宇宙実験棟である国際宇宙ステーション日本実験棟「きぼう」と、世界一の輸送成功率を誇る宇宙ステーション補給機「こうのとりのり」。日本の技術者が開発に込めた思いを語るほか、宇宙開発に新風を巻き起こす「あの人」たちが、ビジネスやエンタメを切り口に「なぜ今、宇宙なのか?」「近未来の宇宙とは?」など熱い議論を繰り広げる。

日時：2019年8月30日(金)19:00~21:00 参加募集：2019年7月19日~(予定)
会場：ヒューリックホール東京(東京都千代田区有楽町2-5-1 有楽町マリオン11F)



MISSION MARK

WE HAVE A MISSION IN JAXA

JAXAは日々、様々なミッションに取り組んでいる。それぞれのミッションマークは、それに携わるチームメンバーたちによってデザインされている。ミッションの意義・目標・チームワーク……。マークに込められた思いは、ミッション達成のための原動力だ。そして、メンバーたちはこのマークが多くの人々に親しまれていくことを心から願っている。

写真：藤田慎一郎



11.



12.



13.



14.



19.



20.



21.



22.



27.



28.



29.



30.



35.



36.



37.



38.



1.



2.



3.



4.



7.



8.



9.



10.



15.



16.



17.



18.



23.



24.



25.



26.



31.



32.



33.



34.

1. 基幹ロケット高度化プロジェクト
2. 「H3ロケット」プロジェクト
3. 「イプシロンロケット」4号機
4. 種子島宇宙センター
5. 筑波宇宙センター
6. 革新的衛星技術実証1号機
7. 地球環境変動観測ミッション「GCOM」
8. 気候変動観測衛星「しきさい」
9. 水循環変動観測衛星「しずく」
10. 陸域観測技術衛星2号「だいち2号」
11. 超低高度衛星技術試験機「つばめ」
12. 全球降水観測計画 / 二周波降水レーダ「DPR」
13. 温室効果ガス観測技術衛星「いぶき (GOSAT)」

14. 温室効果ガス観測技術衛星2号「いぶき2号」
15. 雲エアロゾル放射ミッション / 雲プロファイリングデータ「EarthCARE / CPR」
16. 衛星全球降水マップ「GSMaP」
17. 宇宙探査イノベーションハブ
18. 野口聡一宇宙飛行士 国際宇宙ステーション長期滞在ミッション
19. 宇宙ステーション補給機「こうのとり8号機」
20. 宇宙日本食 認証食品
21. 宇宙日本食 搭載食品
22. 深宇宙探査用地上局 (GREAT)
23. 小惑星探査機「はやぶさ2」
24. 国際水星探査計画「BepiColombo」
25. 金星探査機「あかつき」

26. ジオスペース探査衛星「あらせ」
27. 小型月着陸実証機「SLIM」
28. 火星衛星探査計画「MMX」
- 29.30. 深宇宙探査技術実証機「DESTINY+」(プロジェクト版、サイエンス版)
31. X線分光撮像衛星「XRISM」
32. 宇宙イノベーションパートナーシップ「J-SPARC」
33. JAXA COSMODE
34. 災害救援航空機情報共有ネットワーク「D-NET」
35. 実験用航空機「飛翔」
36. SSA (宇宙状況把握) システムプロジェクト
37. 追跡ネットワーク技術センター
38. 国際協力プロジェクト「センチネルアジア」

各ミッションの詳細はこちらへ→

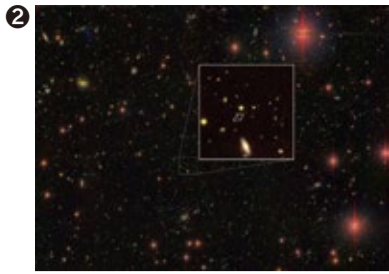


宇宙開発や天文、最新の研究など、宇宙に関する3カ月間のトピックスをご紹介します。

*海外のニュースの日は現地時間



提供:トヨタ自動車株式会社



© 国立天文台



提供:スペースワン



© EHT Collaboration

3
MARCH

12 [J] JAXAとトヨタ、国際宇宙探査ミッションへの挑戦に合意⇒①

13 [O][G] 愛媛大学を中心とする国際研究チーム、米ハワイ島にある国立天文台の「すばる望遠鏡」を使い約130億光年彼方にある巨大ブラックホールを83個発見⇒②

26 [J] 東京の企業スペースワン、小型ロケットを打ち上げる射場の建設予定地に和歌山県串本町を選定⇒③

4
APRIL

10 [O][G] 国立天文台が参加する国際研究チーム、史上初めてブラックホールの撮影に成功したと発表⇒④

11 [G] 米企業スペースX、大型ロケット「ファルコン・ヘビー」の初の商業打ち上げに成功

12 [G] NASA、宇宙飛行が人体に及ぼす影響を調べる、双子の宇宙飛行士の比較研究の成果を学術雑誌『Science』に公開⇒⑤

13 [G] 米企業ストラトローンチ・システムズ、ロケットの空中発射を目指して開発中の世界最大の飛行機「ストラトローンチ」の初飛行に成功

23 [G] NASA、火星探査機「インサイト」が地震波らしき振動を初めて観測したことを発表

25 [J] JAXA、小惑星探査機「はやぶさ2」による、小惑星リュウグウへの人工クレーター生成に成功したことを発表⇒⑥

News Headlines

宇宙にまつわる世界のニュース

[J] = JAXA [O] = 国内 [G] = 海外

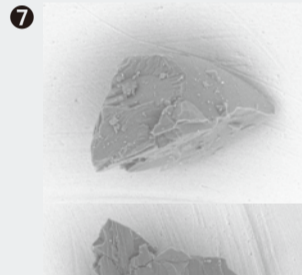
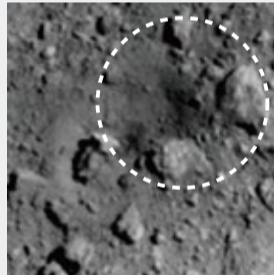


出典: NASA

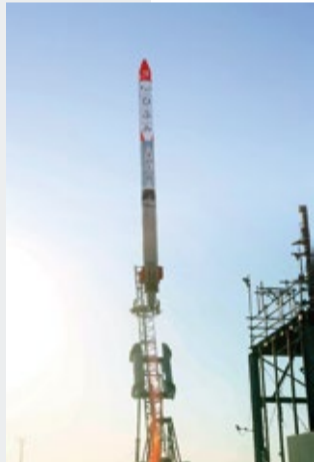


撮影日 左:3月22日、右:4月25日

© JAXA, 東京大、高知大、立教大、名古屋大、千葉工大、明治大、会津大、産総研



© Z. Jin and M. Bose/ASU/JAXA



提供: インターステラテクノロジズ

5
MAY

1 [G] アリゾナ州立大学、「はやぶさ」による帰還試料から水存在の痕跡を発見⇒⑦

4 [O] 北海道の企業インターステラテクノロジズの観測ロケット「MOMO3号機」が宇宙空間へ到達。民間企業が単独で開発・製造したロケットとしては国内初⇒⑧

5 [G] NASA主催“3Dプリントでの火星の居住スペース建築コンペ”で、ニューヨークのスタートアップ、AIスペースファクトリーが勝利⇒⑨

8 [O] 東京の企業ALE、世界初の「人工流れ星」実現を目指してクラウドファンディングを開始

9 [G] Amazonの創業者が設立した米企業ブルー・オリジン、開発中の月面着陸機「ブルー・ムーン」について新たな構想図などを発表

13 [G] NASA、2024年までに初の女性宇宙飛行士が月面着陸を目指す計画の名称が「アルテミス」であることを初めてツイート

15 [J][O] 東京2020組織委員会、東京大学、JAXA、『機動戦士ガンダム』のガンダムとシャアザクを搭載した超小型衛星「G-SATELLITE」を、2020年にISS「きぼう」日本実験棟から宇宙に放出することを発表⇒⑩



出典: NASA



© Tokyo2020 © 創通・サンライズ

あとがき

令和の時代に入って初のJAXA'sを発行しました。半年前、新しい時代に合わせてJAXAの広報誌も新しくしようと決め、編集委員がさまざまな意見を聞き、試行錯誤しながらここまでたどり着きました。リニューアルのポイントは、これから10年先を見据えた宇宙航空コミュニティの開拓です。男性女性を問わず20代から30代の社会人世代にも多く読んでもらいたいと考え、体裁は手に取っていただきやすいタブロイド判にしてみました。今、世界の宇宙航空業界は激動の時代に入っています。宇宙機関だけがロケットや人工衛星を打ち上げるのではなく、大学も企業も地方自治体もプレーヤーです。そして10年後、月や火星が人類の活動領域に入ってくるのも夢ではなくなってきました。JAXA'sでは、宇宙航空コミュニティが科学と技術の分野から、日常の生活、文化や芸術の世界まで、さまざまなジャンルにつながっていくことを目指しています。ご意見・ご感想を右のQRコードからぜひお寄せください。(広報部長 鈴木明子)

JAXA'sアンケートはこちら→



www.jaxa.jp

発行責任者: 鈴木明子 (JAXA 広報部長)
ディレクション・編集: 水島七恵 編集: 平林理奈
アートディレクション・デザイン: 篠澤隆文 (CINRA Inc.)
プロジェクトマネジメント: 久野剛士 (CINRA Inc.)

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_jp
jaxachannel
facebook.com/jaxa.jp

WEB版のJAXA'sはこちら→

