

ART'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.079

科学とアートの入り口

「微小重力がもたらす
新しい景色」

アーティスト・研究者

福原志保

JAXA 有人宇宙技術部門
きぼう利用センター
センター長

小川志保

特集

MICROGRAVITY

微小重力

微小重力の世界、5つのこと

宇宙と私たちをつなぐ
コミュニティメディア



JAXA's

No.079

CONTENTS

P02-05

科学とアートの入り口

「微小重力がもたらす
新しい景色」

福原志保 ／ 小川志保

P06-08

特集

MICROGRAVITY

微小重力の世界、5つのこと

P09

Column① 故郷、地球への手紙

「ヒマラヤの夜。」

写真と手紙の送り主

石川直樹

Column② ざわめき宇宙

皆既日食

P10-11

THE EARTH FROM
SPACE
PHOTOGRAPHY
BY JAXA ASTRONAUTS

P12-13

宇宙の視座でものを見る

宇宙食編

日本の味が、
宇宙開発を支える

P14

宇宙の視座でものを見る

天文編

Strong Gravity
時空は歪む

P15-17

JAXA TIMES

P18-19

JAXA の造形 vol.03

人工衛星・探査機のカタチ

P20

宇宙と航空にまつわる世界のニュース

News Headlines

取材・文：水島七恵 撮影：森本菜穂子

Cover Illustration：阿部伸二

科学とアートの入り口

微小重力がもたらす新しい景色



人間が宇宙で
世代交代をしていけるのか。
それを調べるということは
究極です。なぜなら
「人類は宇宙で
暮らすことができるのか？」
その問いに対する
答えになるからです。

（小川）

福原志保

（アーティスト・研究者）

人類は宇宙で暮らすこと
ができるのか？

福原：以前、とあるインタビューで「もしもお金と時間がいくらでもあるとしたら、なにをしたいですか？」と聞かれたことがあるんですが、そのとき私は「宇宙で妊娠、出産を経験したい」と答えました。当時、私自身が出産直後だったんですが、出生時の赤ちゃんの体重が4000g超えて。もう妊娠中は自分のお腹が重くて重くて……、歩くたびに重力を感じ続けていたんです（笑）。それに赤ちゃんはお腹の羊水の中でくるくる回転しながら成長する時期がありますが、上下左右の感覚がなくなるのは宇宙のようなもの？ だとするのなら、宇宙で妊娠、出産となるとどうなるの

バイオテクノロジーの研究を続けながら、生命に対する常識や倫理観を揺さぶる作品を私たちに提示してきた、アーティストで研究者の福原志保さん。地上約400kmの宇宙空間にある「きぼう」日本実験棟の利用を企画立案、推進してきた小川志保。「きぼう」は、地上の100万分の1の重力の世界。科学とアートが交差する場所を探りながら、互いが見つめる宇宙、そして地球に産まれ落ちた生命の可能性を語る。

遺伝子組換えの技術を活用した作品を通じて、
私は人それぞれの価値観や
人生観を見つめたかったんです。

（福原）

か知りたくなったんです。

小川：面白い視点ですね。

福原：こういうことを考えるようになったきっかけは、父親の影響があると思います。父は解剖学と歯科矯正学の研究をしていたんですが、あれは確か私が10代の頃、当時日本とアメリカがスペースシャトル「エンデバー号」を利用して行なった共同実験があって、父が働いていた昭和大学歯学部と同僚の教授が、そのひとつの実験に携わり、父も少し関わったようなのです。それは宇宙環境でニワトリの卵が正常な発生を行えるのか孵化実験を行うというもので、ニワトリを将来、宇宙で育てる可能性を探る実験だったようです。その話を聞いていたことも、宇宙への好奇心につながったところがあります。

小川：それは1992年、日本で初めてスペースシャトルに乗り込んだ毛利衛宇宙飛行士が行った、「ふわっと'92」という実験ですね。まだ国際宇宙ステーション（ISS）と「きぼう」日本実験棟もない時代に、日本が初めて本格的に行った宇宙実験です。8日間にわたって行われたその実験のなかには、生命科学の分野の実験もあって、微生物、動物培養細胞、植物、そして人間を含む動物などを対象に、重力や宇宙放射線の影響を調べたんです。孵化実験はそのひとつですね。地上で産んでから0日、7日、10日のニワトリの卵を微小重力下で孵卵し、変化を調べたところ、0日齢の卵だけが10卵中、1卵しか孵化しなかったんです。

福原：それはやはり重力が関係してくるんで

例えば宇宙には空気がない。 宇宙では身体が浮く。 人間が本能でワクワクすることを 科学を通じて繋いでいくことが 宇宙の実験室「きぼう」の 大きな役割だと思います。(小川)

すよね。

小川：はい、微小重力下だと胚盤のある黄身の部分が卵の中央に留まってしまいます。そうすると、胚盤と卵殻が結合できず、発生の初期で重要な栄養源を卵殻から得ることができなくなってしまいます。だから宇宙では、初期の卵の場合、静置しておくだけでは孵化しない。重力を意図的に与えるなどして動かさないと孵化しないということなんです。ね。

福原：では、人間も宇宙で妊娠したら、くるくる動かせないといけなくなると(笑)。

小川：鳥類と哺乳類とは、いろいろ状況が変わると思います(笑)。哺乳類といえば「きぼう」日本実験棟で、オスのマウスを35日間長期飼育したのですが、その間マウスの生殖器官や精子受精能力には異常は見られず、全匹生還させ、地上で生まれた次世代マウスへの影響も確認されなかったんです。

福原：哺乳類が宇宙で繁殖したらどうなる

でしょう。3世代、4世代、5世代になるにつれ、遺伝子レベルで変化があるのか、または変化がないのか。気になります。

小川：メダカは宇宙で長期飼育したあと地上に戻した後も無事に繁殖しているのですが、哺乳類の繁殖までは至っていないですね。マウスも雄しかまだ宇宙には送っていないですし。現状は雄のマウスを個別飼いで、行動観察をするというステップを踏んでいます。そして微小重力下で骨や筋肉、あるいは免疫レ

ベルでどのような変化があるのか。加齢のメカニズムの一端を解明する研究が行われています。ですが、ゆくゆくはマウスを宇宙で繁殖をして、遺伝子学上の研究をしたいという要望はあるんです。

福原：とすると、それが人間の場合、私が宇宙で子供を出産し、そして私の子供が大人になって、母親である私と同じ環境で妊娠、出産を宇宙でしなくてはならないわけですから、それは大実験になりますね。

小川：大実験であり究極でもありますね。人間が宇宙で機能を失わず、あるいは環境に適応して世代交代していくのを調べるということは、なぜならそれは「人類は宇宙で暮らすことができるのか？」といった疑問に対する答えになるからです。

福原：先ほど遺伝子の話が出ましたが、私の今の原点とも言えるプロジェクトに、故人



との関係の持ち方を変える、いわば「生きた墓標をつくる」というプロジェクトなんです。

小川：すごいですね、そのような発想は私にはまったくありません(笑)。ものの方を変えます。まさにアートですが、人のDNAを、樹木の遺伝子内に保存するというその手法は科学ですね。

福原：はい、科学者と組むことによって、これから採取したDNAを、樹木の遺伝子内に保存するという『バイオペレンス』というものがあります。

例えばその樹木を公園に植樹すれば、遺族や友人がその公園を訪れたときに、故人のDNAを宿した樹木に対面できる。要するに『バイオペレンス』とは、遺伝子組換えの技術を活用して、家族のあり方、死者

福原：まさに故人のDNAを保存した木をラボから出していいのかという問題もあって、これまで実現はできませんでした。ただそれですぐには形にならなくても、その概念を提案する会社、バイオペレンス Ltd.を作ったんです。そもそもこの『バイオペレンス』は、自分を表現するためのプロジェクトではありません。『バイオペレンス』の対象は、あくまで人。このプロジェクトを通じて、人それぞれの価値観や人生観を見つめたかったんです。宗教観もすごく表れます。「これは輪廻転生だね」という人もいれば、「神への冒涜だ」と言って怒る人もいます。国によっても反応が全然違うんです。

小川：まだ現実になくても、すでに人の観念や情念が宿っている。『バイオペレンス』はサイエンスアートとも言えそうです。

福原：約15年前に初めて『バイオペレンス』を構想したのですが、「夫婦と一緒に木になりたい。できますか？」など、いまだに問い合わせがきます。現実に形にできていない理由として、倫理的な問題のほかにも費用の問題もありました。DNAの移植自体の解析にかかる費用がとても高額だったんです。ところがこの15年の間に解析技術が進歩、普及したことで、現在は当時の100分の1程度にコストダウン。また私とバイオペレンス Ltd.を立ち上げたゲオアグ・トレメルが、遺伝子組換えの知識と技術を身につけるために、約10年前に早稲田大学理工学院の岩崎秀雄研究室のドアを叩き、遺伝子組換えの技術などを教わってきました。こうして費用も格段に安くなり、自分たちで移植の作業ができるようになったので、今後『バイオペレンス』のサービスを現実のものにする日も近

いかかもしれません。

小川：『バイオペレンス』は、生命に対するひとつの哲学だと思いました。

福原：亡くなった祖母の木のある家があるかもしれない。近所の公園に出かけたら、木を抱きしめながら木に話しかけている人がいるかもしれない。その公園が本当のメモリアルパークになる日がくるかもしれない。50年後、100年後、墓石にお花を供える風景と同じように、人が木を抱きしめる風景が普遍的なものになっているかもしれない。このように死の概念を問うことができるのも、私はアートの役割だと思います。

みんなのナレッジ(知識)に していくために

小川：日本にとって、有人宇宙活動が夢だった時代から30年。今では宇宙に日本人宇宙飛行士が滞在していることが当たり前になりました。昨年、ISSに「きぼう」が完成して10年が経ったんです。まだ10年、もう10年。どちらの実感もありますが、微小重力という宇宙に我々の活動舞台ができて、そこでなができるのか。さまざまな実験や研究を通じて俯瞰して見つめてきた10年、という感覚があります。

福原：「きぼう」に携わるJAXAの職員の方

小川：我々だけだと200人ぐらいですね。そして、「きぼう」を利用する研究者、民間企業の方々を含めると数千人規模になると思います。

福原：それだけの数の方が取り組まれている実験や研究を、宇宙では宇宙飛行士に託す。そう考えると、宇宙飛行士の皆さんのコミュニケーション力や理解力というのもまた、すごいなって思いますね。

小川：現在、JAXAの宇宙飛行士は7名いますが、確かにそういった能力が高いかもしれません。24時間365日、ISSは稼働していて、その間に「きぼう」だけでも日本以外に、アメリカをはじめさまざまな国の実験が分刻みでスケジューリングされていますので、なにかひとつでもずれ込むと大変です。もちろん事故が起きないように、地上で細かな手順書を作成し、研究者や企業の方たちと何度も仮説を立てて、シミュレーションを重ねたうえで宇宙へ行く。宇宙に携わる人間は皆、危機管理能力は相当に高いです。

福原：皆さん一丸となって共通言語を作って、それを共有して、チャレンジする。そして培った知恵や技術を蓄積することで、今まで見たことのない新しい風景を作り出す。よく「巨人の肩の上に立つ」と言いますけど、やはり科学やエンジニアリングの凄さはそこに感じます。そしてアートの世界にいる人間、アーティストというのは、もっとその姿勢から学ぶべきことがあると思うんです。なぜならアーティスト



トはどうしても「これは私の作品」というサインをしたがるものだから。アートの文脈でも問いを立て、考察し、そこで蓄積してきたことを繋げていかないと、本当の意味で私たちが見たい風景や答えにはたどり着かないと思うんです。「みんなのナレッジ(知識)」にしてい

小川：まさに「きぼう」は、その利用を通じて「みんなのナレッジ」が育まれてほしいと願いながら活動してきました。そのうえで、我々は科学という専門性によった言語で難しく語ってはいないだろうか？という課題はあります。福原さんの言うように、本来科学はオープンなものであるはずが、逆に壁を作ってしまったのではないかと。

福原：その辺りは難しいですね。科学的根拠と感情的な根拠や反応、そのどちらもケアしていかないと、発信する側の苦勞も、受け取る側の感情も行き違ってしまうことになりすから。だからこそ使う言葉も繊細に、どうしても専門性が高まっていくものだとも思いま

す。一方で、アートはその点は解放されているように見られます。なぜならアートは観る側一人ひとりの解釈に委ねるものだから、アーティストはあくまでボールを投げるだけに徹するところがあります。ただしこうした部分も含めて、これまで疑問を持たれずに継承されてきたものを改めて問い直す。ゼロからもう一度作り直すということもまた、アートの役割だと思って私自身はこれまで活動してきました。

小川：「これはこういうもの」という思い込みで動いていることも、我々のなかにはたくさんあるんです。その思い込みからできるだけ距離を置いて、例えば宇宙には空気がない。宇宙では身体が浮く。だから地上ではできないことができる。人間が本能でワクワクすることを科学やエンジニアリングによって繋いでいくことが「きぼう」の大きな役割だと思います。つまり論理を超えて互いに寄り添えるような、双方向の対話を深めていくことが、これからもっと宇宙が身近になっていく時代に、大切になってくるのではないかなと思っています。

対談の拡大版はこちらへ →



アーティスト・研究者

福原志保

FUKUHARA Shihou

2001年ロンドンのセントラル・セント・マーチンズ卒業。2003年ロイヤル・カレッジオブ・アート修了。2004年ゲオアグ・トレメルとアーティストリック・リサーチ・フレームワーク「bcd」を結成。近年の活動としては、日常服に知能を与えるための新技術とプラットフォームの開発に従事。並行して早稲田大学理工学術院電気・情報生命工学科でバイオの研究と制作を行っている。最近の関心事は、大量生産のカスタマイズや工芸の愛好者の感情を見つめること。



有人宇宙技術部門 きぼう利用センター
センター長

小川志保

OGAWA Shihou

神奈川県出身。1995年から「きぼう」の利用企画・推進業務に係る。「きぼう」利用の多様性や使いやすさを考え、地球低軌道における宇宙環境利用の発展に取り組んでいる。最近の関心事は、継代や発生と微小重力の関連性。微小重力から月や火星と活動が広がる世界で生物がどの程の世代継代で影響が出てくるのかを知りたい。

特集

微小重力

MICROGRAVITY

微小重力の世界、5つのこと

地上の100万分の1の重力の世界。

それはほぼ重力のない微小重力の世界。

地球から約400km上空を飛行する

国際宇宙ステーション (ISS) の一部、

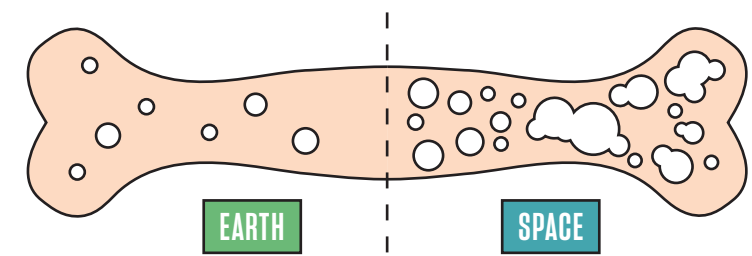
「きぼう」日本実験棟は、

この微小重力の環境を利用しながら、

科学や技術を進歩させ、

地上の未来を切り開いている。

取材・文：加藤孝司



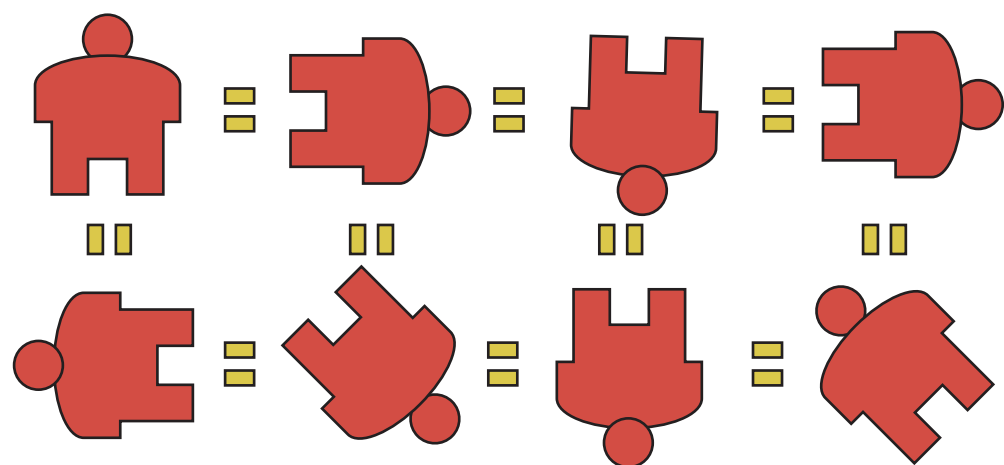
1 骨密度が変わる などの身体の変化

私たちは普段、重力の影響によって、立っただけでも自分の全体重が足にかかっている。また手足を動かしたり、文字を書いているだけでも、重りをもっているのと同様に、筋肉や骨が刺激を受け筋力が維持されている。ところが微小重力下では、自ら運動をしなければ筋力を維持することができない。自然にカルシウムが失われ、骨が弱くなることにより骨粗鬆症、筋肉が衰えることで筋萎縮に似た現象が起こる。

「微小重力下では地上の骨粗しょう症患者よりも、10倍早く骨量が減少すると言われています。ISSに滞在している宇宙飛行士た

ちは、地上に戻ったときに身体が適応できるよう、トレーニング器具を用いて、毎日2時間の運動が義務づけられています。近年では器具も進化し、ISS滞在前よりも筋力が増強されて帰ってくる人もいと聞いています」

老化（加齢）に似た現象の加速環境モデルととらえ、現在「きぼう」ではマウスを使い、骨や筋肉への影響を軽減する薬の開発に向けた研究や加齢に伴う生体変化の仕組みの研究が行われている。微小重力下は地上よりも影響が早く出るので、薬の効果の確認にも適している。



生命は地球の重力のもとで

さまざまな進化を遂げてきた。

だからこそ生命の謎・進化の

過程を解くには、重力がない環境、

すなわち微小重力の世界と比較して、

初めて理解が進む。

「我々人類を含む生命は地球上で誕生して以来、ずっと重力が存在する世界で進化してきました。そのため、重力というバールを取り去ることによって、生物が本来備えている特性や、逆に重力にどの程度依存しているのかがわかるのです」と語るのは、有人宇宙技術部門・きぼう利用センターの白川正輝グループ長だ。「例えば、植物は地中に埋めても下に根が伸びる点で、重力を感じする仕組みが備わっています。また、メダカなどの魚類は微小重力下でも子どもの誕生が確認されています。では胎盤のある哺乳類ではどうか？ 重力がなくても受精卵が子宮に着床するのか、胎盤が形成されるのかなどは、わかっていません。今後、微小重力下で哺乳類初期胚の発生能力を調べる研究が計画されています。もし、哺乳類の誕生に重力が必要となると、進化の過程のある時点で重力の存在が前提になったと言えます」

2 上下左右のない 心の変化

微小重力環境下では、上下左右の感覚がなくなる。この地上とは違う感覚によって、人間の空間認識能力が変化することが分かっている。

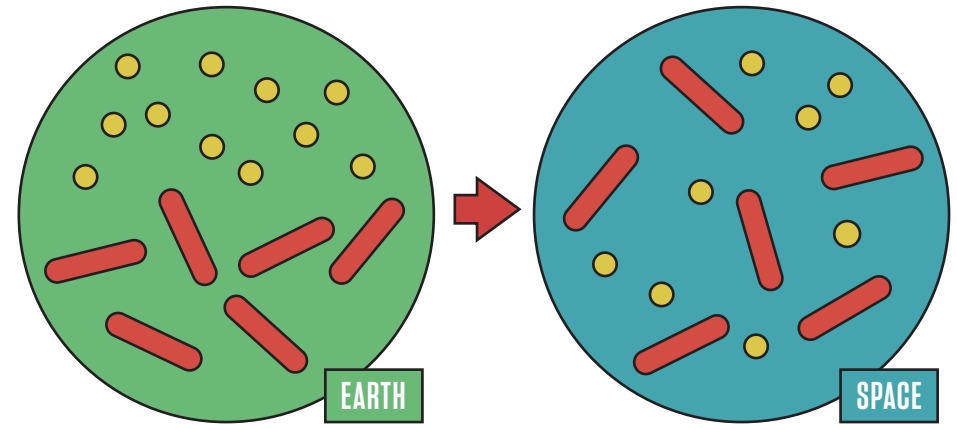
「微小重力下かつ閉鎖的空間であるISSでは、どうしても空間意識の混濁が起きてしまいます。それを防ぐために船内に天井を認識させる標識を設置したり、光を一方からに集中させるなどの工夫をして、方向を決めています」

地上から約400km離れたISS。地球には自分の意思では帰れない。加えてさまざまな人種、文化的背景を持った国際チームのなか、責任ある任務を遂行するという心理的なプレッシャーも大きい。そのため、宇宙飛行士のパフォーマンスが低下しないようケアするサポートはもちろん、「きぼう」では、地上でのサーカディアンリズム（体内時計）が微小重力下でどのように変化していくのかを検証する研究も行っている。

3 モノが 均一に混ざる

微小重力を物理的に表現すると「重さがない」ということに尽きる。重さがないことでなにが起こるのか。わかりやすい例でいうならば、地上では時間が経つと、重さの違いで混ぜても分離してしまうドレッシングも、微小重力下では一度混ぜれば分離することがない。このような環境によって、均一な重さではない素材を合わせて作る高品質な半導体結晶生成技術の実験が可能になる。「地上では素材同士の重さの違いにより、完全に均一な半導体を作ることは難しい。

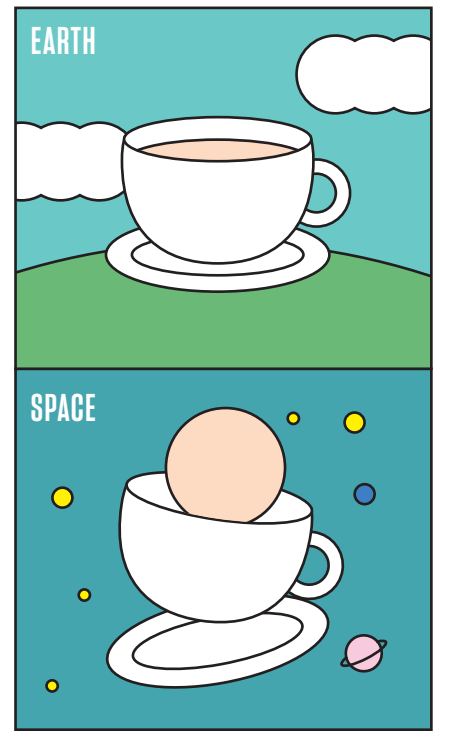
そのため昔は“宇宙に工場を作れば大体のものは作ることができる”。そんな風に使われていましたが、まさに微小重力下にあるISSではそれが可能になるわけです」「きぼう」での半導体実験が、コンピューター、計算機の新しい部品の開発に繋がることが期待され、現在、民間企業による実験も広がっている。実際に、半導体結晶実験の蓄積により半導体の記憶効率が上がリ、携帯電話メモリの容量アップを可能にする高性能な材料が生まれている。



4 容器なしで 物質が浮遊する

微小重力下では、液体を容器に入れずに浮かせることができる。この特徴を活かした「きぼう」ならではの実験として、静電浮遊炉 (ELF) での物質実験がある。ELFとは下敷きで髪の毛をこすると浮くのと同じ原理で、電極間に電力をかけて静電気を蓄える装置を利用する。微小重力によって浮遊する物質の位置を静電気で制御しながら、電子の反発力で浮遊させた物質にレーザーを照射し溶解させ、その特性を測定するのだ。「地上で2000℃を越える融点を持つ合金を溶かす場合、通常は物質を入れた容器も溶け出し、どうしても不純物が生じてしまいます。一方ELFは容器の影響を受けないため、物質ならではの性質の測定や合成が可能になります」また、物質を浮かせる手段のひとつにリニアモーターカーのように磁気之力、電磁力もあるが、ELFのよいところは帯電しにくく、浮かせにくいセラミックスやガラスのような材料も浮かすことができること。「新しいガラスやセラミックスの研究にも使えるため、この浮遊炉で今まで地球上で見

られなかったガラス製品、丈夫なプラスチックなどの工業製品の開発と研究と、応用範囲の広い実験が可能になり、民間からの関心が寄せられています」



5 液体は熱しても 対流によって乱れない

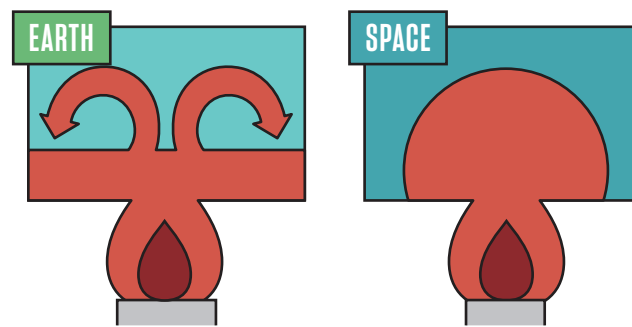
重力下では水のように均一に見える物質でも、熱が加わると比重の違いが生まれ、対流が起こる。そして物質は対流や沈殿の影響を受けると、材料の組成の規則性が乱され、均質な物質を作ることができない。一方で重さのない微小重力下では、軽い、重いとの区別がないため、液体は熱しても対流によって乱れることがなく、結果的に高品質なタンパク質の結晶化といった、良質な材料の生成も可能になる。

「人の体は100万種類以上のタンパク質で

できています。高品質なタンパク質の結晶は、病気の原因菌より先に鍵をかけて病気を未然に防いだり、新薬の設計に繋がることが期待されています」

すでに「きぼう」では筋ジストロフィーやがん、歯周病などの治療薬に関連するタンパク質の結晶化実験を実施。得られた構造情報は創薬研究に貢献している。

また、ものが燃えるプロセスの厳密な観察も可能で、効率の良いエンジン開発につながるような研究も行われている。



有人宇宙技術部門 きぼう利用センター
きぼう利用企画グループ長

白川正輝

SHIRAKAWA Masaki

香川県出身。きぼう利用戦略策定、利用テーマの公募・選定・評価、きぼう利用に関わるプロモーション、国際調整など、きぼう利用の成果創出・拡大のための企画・調整業務のとりまとめに従事。最近、週末は家や車のDIYをしながら過ごしている。



微小重力や「きぼう」に興味をもった方へ。
「きぼう」利用ネットワークのお知らせ →



FUTURE

「きぼう」の先にある 人類の活動領域の拡大

国際宇宙ステーション (ISS) 「きぼう」日本実験棟の完成、宇宙ステーション補給機「こうのとり」(HTV) の初フライトから約10年。JAXAはこの間に培った様々な技術と経験を、米国の提案によって検討されている月周回有人拠点 (ゲートウェイ) にも生かそうとしている。「日本も参画するゲートウェイは、米国を中心とした国際協働によって検討が進められている、月を周回する有人の拠点で、月面や火星に向かう中継基地になります。月の周回軌道で活動をするということは、月を探索するためだけでなく、地球の影響を受けずに他の星の観測をしたり、地球圏外での環境の影響を調べたりと、ISSとは異なる意義があり、月以遠の探索に向けた準備にもなります」

この壮大なスケールのプログラムの司令塔として、月と火星の全体の探索のシナリオや計画を立て、新たなミッションに取り組むのが国際宇宙探査センター長の佐々木宏だ。「アポロ11号が月面着陸を果たした時代と言えば、ある種の冒険として、行って無事に帰ってくるのが大きなミッションでした。それから50年が経った今は、常時宇宙飛行士が滞在するISSが宇宙空間にありますから、これから我々が目指すのは、究極的には常時月に人がいるということ。つまりISSや『きぼう』の先に、人間が活動する範囲が広がっていくという意味合いがあります」

2020年代には着陸機やローバなどの技術を実証し、ゲートウェイを利用して、宇宙飛行士が月面に降りて活動できるレベルに持っていく。2018年に東京で開催された第2回国際宇宙探査フォーラム (ISEF2) では世界中から



月周回有人拠点 (ゲートウェイ) と HTV-X のイメージ CG。月面及び火星に向けた中継基地として、ISS に参加する宇宙機関から構成された作業チームで検討が進められている。

閣僚や政府高官が集まって太陽系探査活動の議論が行われた。ゲートウェイは人類の活動領域を拡張する第一歩となるプログラムだ。「ゲートウェイで日本が貢献するのは『きぼう』で培ってきた、人間が住空間で活動するための生命維持・環境制御技術、『こうのとり』で培ってきた、物資を補給する技術が大きな柱になります。具体的には、居住棟のサブシステム (環境制御・生命維持装置) として、温湿度制御や水再生技術などの構築と機器

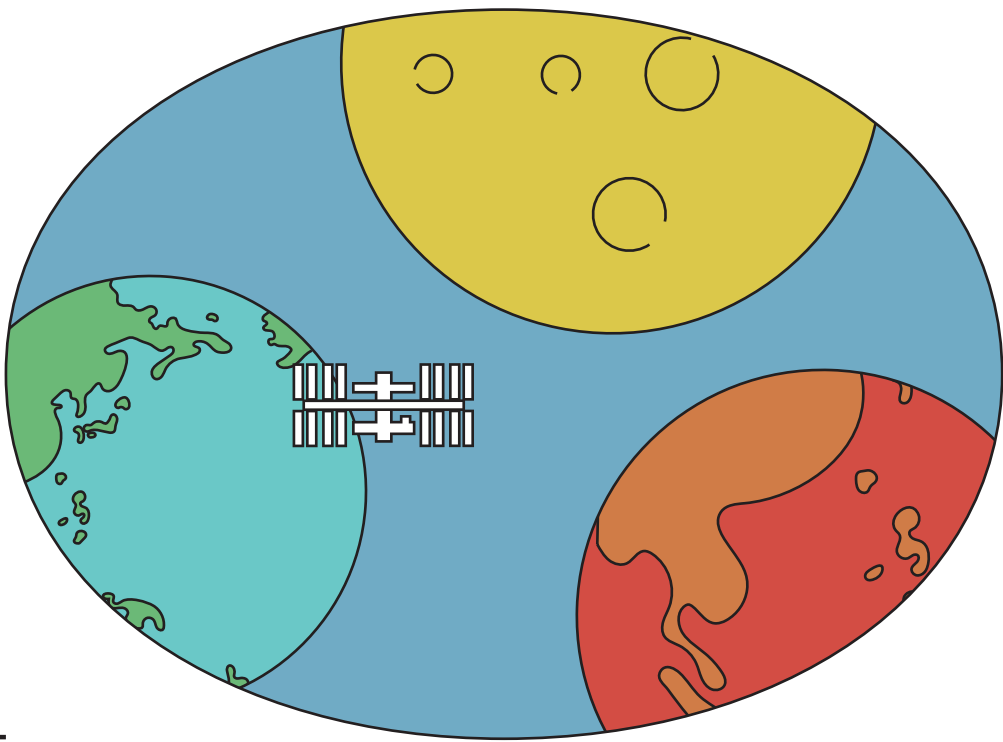
の搭載、現在開発中の「HTV-X」に、月までの飛行機能やドッキング機能を追加して物資を補給することを検討しています。また、これまで日本人宇宙飛行士が『きぼう』で活躍してきた実績もゲートウェイで生かせると考えています」

このような「きぼう」や「こうのとり」で積み重ねてきた技術や実績が、米国はじめ各国からの信頼を獲得し、ゲートウェイで重要な部分を担うことにつながった。JAXA は今、人類の活動領域の拡大に向けて、大きな役割を担おうとしている。

ゲートウェイをはじめ、JAXA の
国際宇宙探査に関する取り組みはこちら →



40を超える国や機関が参加して開催された、第2回国際宇宙探査フォーラム (ISEF2)。共同声明により、月・火星・その先の太陽系の探査活動が広く共有された目標であることを確認した。



故郷、 地球への 手紙 vol.03

宇宙を想うとき、
地球に生きる
わたしが見えてくる



写真と手紙の送り主

石川直樹

ISHIKAWA Naoki

写真家、1977年東京生まれ。人類学、民俗学などの領域に関心をもち、辺境から都市まであらゆる場所を旅しながら、作品を発表し続けている。最新刊に写真集「生まれびと」(小学館「FEBES」) (COCOAメディアハウス)。

ゴッホの『星降る夜』という作品がある。キャンパスの上で、星がそれぞれの場所で渦を巻くように力強く大きく描かれていて、それは流れ星が勢い余って激しく流動しているようにも見える。

ヒマラヤの標高8000メートル地点で見る夜空はまさに『星降る夜』と呼ぶにふさわしい。地上では

点状するテントに灯がともついで、にじんだ黄や緑の熱を放っている。それは蛍の光のように大気に霞み、淡く揺らめいている。頭上の星々は点ではなくピンポン玉ほどに大きく輝いて見える。地上の光も、頭上の光も等しく愛しく感じる。こんなにも光そのものに感謝する場面は、ヒマラヤの頂上付近をおいて他にない。



写真集「GASHERBRUM II」(SLANT)より

ヒマラヤの夜。

街に暮らしていると、真の闇に出会うことはまずない。視界の端のどこかに必ず光があり、曇っていて月や星が見えなくても、夜空全体にほのかな明るさもある。

でも、ヒマラヤの山中は違う。闇の中で月や星の本当の明るさを知る。空を凝視すれば流れ星のつや二つをすぐに見つけられるし、月の光が驚くほど明るく、夜空全体に身を浸って感じられる。

星間の強烈な日差しと酸欠でぼやけていた視界には、月明かりがやさしい。夜道では足元だけ気がついていけるせいか頭の中はからっぽに近く、闇が体の中にも入っていく感じがした。

そうした感覚はつまるところ、宇宙から何万年という気が遠くなるほどの長さを旅してきた光を、自分が全身で受け止めているということだ。ぼくは宇宙を旅することなしに、宇宙を漂い、薄い空気のなかでもがきながら成層圏の端っこに触れている。夜のヒマラヤでは身体的にも視覚的にも、宇宙を身近に感じられる。だからこそ、自分自身の、そして人間の小ささを知り、生かされているということをし、決してきれいごとではなく自然と思うようになった。

月の下で眠り、朝日と共に目を覚ます。こうしたヒマラヤでの生活こそが、ぼくにとっての地球と宇宙そのものである。それは時が流れ、地球がまわっていることの証し。すなわち、自分は今を生きている。



取材・文:水島七恵

太陽と月と自分(地球)が 一直線になるとき

私が小学2、3年生の頃、理科の授業で先生が「宇宙の果てになにがあるのかは、まだ、誰にもわからないんだよ」と、宇宙の話をしてくれました。当時の私は「わからないものがある」ということ自体がわからなくて(笑)。以降、星を見るのが好きな子ども時代を送り、中学生に入ると当時人気だった科学番組「コスモス」に夢中になるなど、宇宙に関心を持つようになっていくんですが、今の自分の原点は、理科の授業で聞いた「宇宙の果て」の話だと思っています。

宇宙に滞在する人とコミュニケーションを取るような仕事がかしたい。しだいにそう思うようになって、大学では電波工学を学び、宇宙開発事業団 (現JAXA) へ入社。入社2年目のときに、職場の仲間に「皆既日食を観にインドネシアに行かない?」と誘われたのがきっかけとなって、以来9か国で9回、皆既日食を観てきました。

日食の魅力。それはその瞬間太陽と月と自分(地球)が一直線上に在ることを実感できることです。日食が始まると、太陽が月に覆われていくので、体感

温度も変わっていきます。そして、日食が起こる仕組みを知っている私たちでも毎回これだけ興奮するのに、大昔の人々にとって日食とはさぞかし怖くもあっただろうなあ、想像しては鳥肌が立ちます。どんなに美しい日食の写真を見ても、こうした皮膚感覚は現場でしか体感できないもの。だから何度見ても飽きません。

また私の場合、旅行も兼ねていることも



2019年、アルゼンチン・ベジャビスタで観測・撮影した皆既日食の瞬間。空に浮かぶが日食と池に映る逆さ日食。

皆既日食の瞬間は晴れて観ることができたんです。

日食の用語で月が太陽を隠し始める瞬間のことを第1接触と呼ぶのですが、マダガスカルの皆既日食は、その第1接触の後もずっと曇っていたんです。ですが日食が進み、月が完全に太陽を隠す第2接触の瞬間が訪れたときに雲がふわりと抜けて……、美しいダイヤモンドリングを観ることができたんです。その瞬間、自分はなにかを持っているんじゃないかと、興奮しました。

夢は南極で皆既日食を観ることです。ペンギン越しに皆既日食の写真を撮りたいと思っているんです。ただお金も時間も途方もなくかかるので、いつか叶えられたらいいなと(笑)。

このように現地では写真を撮りたくるものですが、実は皆既日食を観る時のオススメは、自分の眼で観ること。そしてスケッチしてみることも。写真の場合、撮ることばかりに気が向いてしまつて、観ているようで観ていない。そんな後悔を私自身、結構しているの。

日食予報は国立天文台のサイトを始め、WEBでの情報が充実しています。2035年9月2日、日本で皆既日食を観ることができます。能登半島から長野、前橋、水戸といった都市を皆既帯が通るので、首都圏でも観れますよ! 少し先ですが、楽しみにしていてください。

追跡ネットワーク技術センター
SSA(宇宙状況把握)システムプロジェクトチーム
プロジェクトマネージャ

松浦真弓

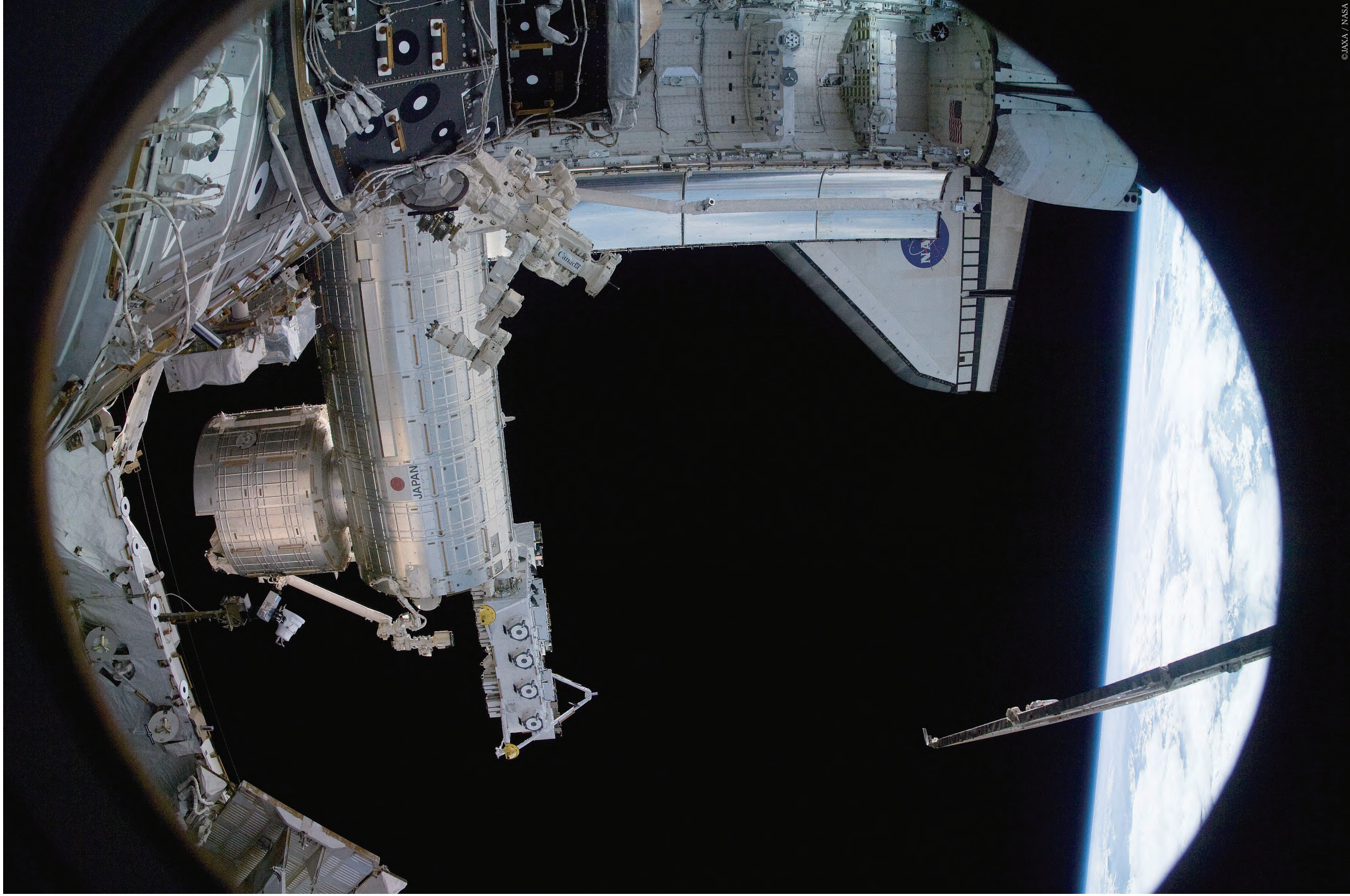
MATSUURA Mayumi

埼玉県出身。専攻は電波工学。入社以来、人工衛星、ロケット、国際宇宙ステーション「きぼう」日本実験棟、宇宙ステーション補給機「こうのとり」を追いかける仕事に従事。2015年から現職で、スペースデブリを追いかける設備の整備を行っている。呑みなら日本酒。

THE EARTH FROM SPACE

PHOTOGRAPHY

By JAXA ASTRONAUTS



©JAXA / NASA

油井 亀美也

YUI Kimiya

1996年の初飛行や
国際宇宙ステーション (ISS) 組み立てで搭乗した、
愛着あるスペースシャトル・エンデバーの横で、
軌道上組み立て完成直後のISS「きぼう」日本実験棟が
ひときわ離れて見えました。
軌道上飛行で搭乗した、ソユーズTMA-14から撮影。
PHOTO: 26th of July, 2009
MISSION: STS-127 (通算127回目のスペースシャトルフライト)および
国際宇宙ステーション (ISS) 第18/19/20次長期滞在



©JAXA / NASA

若田 光一

WAKATA Koichi

星の日本を撮影しようと、
仕事の無かった日曜日の朝に早起きをしました
(ISSは午前3時45分頃)。
日本が全力疾走する馬の様に見え、
日本に住む方々が頑張っている様子を想像し、
勇気と元気をもらった様に感じました。
PHOTO: 18th of October, 2015
MISSION: 国際宇宙ステーション (ISS) 第44/45次長期滞在



©JAXA / NASA

地上約400kmの宇宙から



©JAXA / NASA

大西 卓哉

ONISHI Takuya

国際宇宙ステーション (ISS) の窓キューポラから撮影した、
アフリカの大地です。地球の様々な景色のなかで、
ひとさわ私の印象に残っているのがアフリカです。
そこは風によって日々表情を変える赤や茶色の砂漠、長大なナイル川や
大きなグイクトリア湖の青、広大なジャングルの緑といった、
色とりどりの自然にあふれた美しい世界でした。
PHOTO: 18th of August, 2016
MISSION: 国際宇宙ステーション (ISS) 第48/49次長期滞在



©JAXA / NASA



©JAXA / NASA

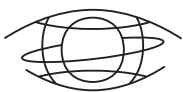
金井 宣茂

KANAI Norishige

日本の上空を通過するのは、宇宙滞在を通して、
いつも心が浮き立つ経験でした。
北海道の知床半島に打ち寄せる流氷は、
遠くオホーツク海から続いており、
大自然のダイナミズムを感じました。
MISSION: 国際宇宙ステーション (ISS) 第54/55次長期滞在



©JAXA / NASA



宇宙の視座でものを見る 宇宙食編



日本の味が、宇宙開発を支える

生きることは、食べること。それは宇宙空間でも変わらない人間の営み。多国籍な人間同士が同じ時間を共有し、共存する国際宇宙ステーション（ISS）においてはなおのこと、食事の時間は大切なコミュニケーションの場になる。慣れ親しんだ日本の味を、宇宙でも変わらずおいしく味わってもらいたい。そんな想いを宇宙飛行士へと届けるため、日々邁進するJAXAの佐野 智主任研究開発員と須永 彩主事が、「宇宙日本食」について語った。

取材・文：水島七恵 イラスト：阿部伸二

安全な宇宙食が、地上の食事を支えている

—— 今後、野口聡一宇宙飛行士と星出彰彦宇宙飛行士が国際宇宙ステーション（ISS）に長期滞在を予定しています。まさに今、おふたりに必要な宇宙食の準備をしているときでしょうか。

須永：はい、宇宙食の準備のほかにも、衣服に始まり、歯ブラシなどの身の回り品の運用管理もまた、我々宇宙飛行士健康管理グループの業務で、それら諸々が絶賛バタバタしています（笑）。

—— 基本的なことですが、宇宙食の概念と条件について教えてください。

須永：宇宙食とは、宇宙滞在を行う宇宙飛行士が安心・安全に食べられるように開発・製造される食品です。現在のISSでの宇宙食の条件としては、宇宙飛行士の健康維持に必要な栄養が確保されていること。常温で、少なくとも1年半の賞味期限を有すること。宇宙は地上と違い微小重力環境なので、液体や粉末が飛び散らないこと。そして絶対に食中毒にならない、高度な食品安全管理下

で製造されていることなどが挙げられます。

佐野：食品安全管理と言えば、HACCP（ハザード分析：Critical Control Point）をご存知ですか？アポロ計画が進められていた1960年代に、宇宙食の安全性を確保するためにNASAやアメリカの食品企業、陸軍などによって構想されたものです。現在の宇宙食にもまた、このHACCPの考え方が組み込まれているんです。

—— 具体的にHACCPとは、どういうものですか？

佐野：食べ物の安全性を確実に確保するには、原材料の受け入れから最終製品までの工程ごとに衛生的に取り扱うことが必要です。そのため、どの工程で微生物や異物混入が起きやすいか、あらかじめ予測・分析して、被害を未然に防ぐための監視・記録をする衛生管理手法、それがHACCPです。現在HACCPは日本の食品業界でも広く活用されているんですよ。HACCPは宇宙のために開発され、それが地上でスピノフされたひとつの事例と言えますね。

—— 宇宙食といえば、現在NASAとロシアが提供している宇宙食が「標準食」と呼ばれ

ています。

須永：宇宙に長期滞在する宇宙飛行士たちはみんな「標準食」をメインに食べています。各国の宇宙飛行士に合わせた、その国ならではの宇宙食の開発が進められてきました。日本でも、食品メーカーや団体の協力のもと、日本の家庭で通常食されているような食品を「宇宙日本食」としてJAXAが認証をしています。日本人宇宙飛行士の場合、それを「ポーナス食」という位置付けでISSに持って行き食べることができるんです。

—— JAXAには「宇宙日本食事務局」があります。その事務局が窓口となって、食品メーカーや団体から宇宙日本食となる食品を募集していますね。

須永：そうですね。宇宙日本食としてその食品が認証されるには、最初にお伝えした宇宙食の基本条件のほか、JAXAが設定している「宇宙日本食認証基準」を満たすべく、書類審査や1年半の保存試験、食品に対する各種検査や専門家立会いの工場立入検査など、厳しい基準を乗り越えなければなりません。なので受付から宇宙日本食認証取得まで2年以上はかかってしまうんです。

—— 2年という期間は、メーカーにとってはハードルでしょうか。

須永：申請メーカーに聞くと、皆さん、2年は長いと言われます。メーカーとして2年以上の期間や開発費用をかけて、宇宙日本食の認証取得するその意義や効果とは何か、考えてしまおうところだと思いますし、我々JAXAもまた、宇宙日本食はメーカーの支えがなければ成り立たないので、より多くのところが参入したくなる環境を整えることが重要だと感じています。さまざまなハードルを乗り越えて認証取得にチャレンジされるメーカーというのは、宇宙というフィールドに参入し、貢献することでの自社の成長を信じていますし、また認証取得することで、改めて自社食品の品質の高さを打ち出すことができます。それはメーカーのイメージアップにつながるだけに留まらず、今後の日本の宇宙開発を支える技術が生まれる起爆剤にもなっていると思うんです。

佐野：そもそも日本食は栄養価が高く、おいしい食事として海外で人気です。メーカーも日本の高い食品加工技術に誇りを持っていますし、宇宙食としても親しんでもらいたい。ISSの団欒を支える食事になることを願って

いるんですね。

—— 宇宙日本食は、他国の宇宙飛行士も食べられるのですか？

佐野：ISSでは宇宙飛行士が自国の宇宙食を持ち合い、交換して食べています。それがコミュニケーションを円滑にすることにもなっているようです。実際にISSに搭乗した日本人宇宙飛行士に話を聞くと、日本文化を紹介することも兼ねて、宇宙日本食を積極的に振舞っていたそうです。

須永：他国の宇宙飛行士が宇宙日本食を持っていきたいというリクエストがあれば、提供できるようにしたい。それが日本の各国への貢献にもつながりますし、宇宙日本食に認証されたメーカーも同じ想いでいます。現在、日本人宇宙飛行士がISSに搭乗するのは約1年～1年半に1度のペースなので、宇宙日本食の購入もそのペースでしか行われないうです。それが今後、例えばNASAやロシアの宇宙飛行士にも提供できるようになると、企業であれば宇宙日本食をビジネスとしてとらえることができるようになると思っていますので、より民間を巻き込むきっかけになると考えています。

—— その課題を踏まえつつ、宇宙日本食

の今後の可能性と未来について、考えを聞かせてください。

佐野：JAXAは今、火星も視野に入れながら、月を周回する有人拠点や、月面での有人探査などを行う国際宇宙探査に参画を表明しています。つまり今後はISSよりさらに遠い距離を人間が移動することに、火星探査ともなれば、往復で3年くらいはかかりますし、さらに月や火星での滞在期間にも食事は摂ります。なので今後は大量の宇宙食を持つていくことや、宇宙での食料生産も課題になります。それはまだ先の話ですが、まずは宇宙日本食をISSで標準化したいですね。日本の食品の存在感を高めることが、未来の宇宙探査に役立てると信じています。

須永：日本は自然災害の多い国です。そういうなかで、宇宙食は常温で1.5年保管ができて栄養価も高く、何よりおいしく食べることができず。ですからいざという時の備えとして、防災食への転用になると思っています。また今後、高齢化社会が進んでいきますが、小さく安全な容器の中に収められた宇宙食は、食事の負担が懸念される高齢者の方にも役立つような気がしています。

水や60～80℃のお湯を加えることで戻して食べるスープやご飯類をはじめ、カレーなどのレトルト食品は、無重力環境で飛び散らないように粘性を高めたり、容器を工夫している。ほかに調味料、キャンディーやビスケットといった加工食品など、バラエティー豊かな宇宙食。

1. SPACEビスコ / 江崎グリコ株式会社 2. 赤飯 / 尾西食品株式会社 3. サバ醤油味付け缶詰 / 福井県立若狭高等学校 4. 味付海苔 / 株式会社山本海苔店 5. サバの味噌煮 / 株式会社マルハニチロ 6. レトルトビーフカレー / ハウス食品株式会社 7. 亀田の柿の種(宇宙食) / 亀田製菓株式会社 8. 羊羹(小倉) / 山崎製パン株式会社 9. キッコーマン宇宙生しょうゆ / キッコーマン食品株式会社 10. 宇宙食 特濃ミルク8.2 / 味覚糖株式会社 11. 粉末緑茶 / 三井農林株式会社 12. わかめスープ / 理研ビタミン株式会社 13. 日清スペースシーフードモデル / 日清食品ホールディングス株式会社 14. ホテイやきとり(柚子こしょう味)宇宙用 / 株式会社ホテイフーズコーポレーション 15. 黒船 / ヤマザキビスケット株式会社 16. 切り餅 / 越後製菓株式会社 17. キシリトールガム(ライムミント) / 株式会社ロッテ 18. ブルーンエキストラクト / 三基商事株式会社 19. バランス栄養食ブロックタイプ(チーズ味) / 大塚製薬株式会社 20. マヨネーズ / キューピー株式会社



有人宇宙技術部門
宇宙飛行士・運用管制ユニット
宇宙飛行士健康管理グループ
主任研究開発員

佐野 智 SANO Satoshi

山梨県出身。入社以来、食品・製菓企業等と連携した宇宙実験を担当。また、宇宙での機能性食品や睡眠、ハイゼツ、鍼灸などの生活系研究会も推進。現在、宇宙食・健康管理技術担当。週末は畑で有機野菜を育て、たくあん作りにも奮闘中。



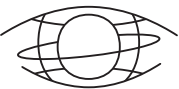
有人宇宙技術部門
宇宙飛行士・運用管制ユニット
宇宙飛行士健康管理グループ
主事

須永 彩 SUNAGA Aya

群馬県出身。現在、宇宙食・生活用品・生鮮食品を担当。“宇宙をもっと身近に”をモットーに、企業等との連携や宇宙日本食のPRに邁進中。元々食べることが好きで、夢にまで見る自分の食欲が悩み。最近では町の銭湯とサウナに夢中。

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 天文編

Strong Gravity

時空は歪む

誰もがその名を知る天体、ブラックホール。2019年、その果てしない強重力を持つ謎めいた黒い穴の撮影に人類は初めて成功した。実践したのは、イベント・ホライズン・テレスコープ（EHT）。世界中の8つの望遠鏡を同期させ、地球サイズの望遠鏡を構成したEHTは国際協力プロジェクトであり、その観測に参加した望遠鏡のひとつに、国立天文台が米欧の天文台と共同で運用するアルマ望遠鏡がある。ブラックホールとはなにか？ EHTに携わる研究者のひとり、永井 洋アルマプロジェクト特任准教授に話を伺った。

取材・文：水島七恵

ブラックホール。そんなへんてこりんな天体が宇宙にあるなんて、本当？ 子供の頃はそう思っていました（笑）。大人になって天文学者となり、ブラックホールの姿をとらえるべく日々努力をしてきたわけですが、こうして自分が生きているあいだにその姿を可視化できる瞬間が来るとは、やはり感慨深いです。

今回イベント・ホライズン・テレスコープ（EHT）によって観測、撮影されたのは、おとめ座銀河団の楕円銀河M87の中心に位置する巨大ブラックホールです。このブラックホールは地球から5500万光年の距離にあり、その質量は太陽の65億倍。初めて観測で得られた画像を見たときは正直、「これ、嘘だろ」と思いました。ブラックホール周辺を明るく照らすリング状のガス、中心部に存在する暗い影……。すべて予測通りだったからです。

そもそもブラックホールとは一体なにか？ それは現代の物理学が通用しない場所と言えます。ブラックホールの中心には重力場が無限大となる「特異点」が存在していて、すべての物質がこの特異点に押し潰されます。そして、特異点の周囲には脱出不可能な空間

が広がっていて、その空間の境界を「事象の地平線」と呼ぶのですが、ひとたび事象地平を越えたら最後、二度と出てはこれません。人間や星はもちろん、光すらもです。つまり越えた先は観測できない、なにが起きているかを知る術がありません。それはまるで得体の知れない深い穴のように。もしもその穴のなかに人間が頭からダイブしたとしたら？ 頭にかかる重力と足先にかかる重力が違うので、スパゲティのように身体が引き伸ばされながら、落ちていくでしょう。

さらにこのときダイブする人間と、それを遠くから眺めている人間としては、時間の体感速度はまるで変わります。ダイブする人間は1分1秒、いつも通り変わらず流れていきますが、対する眺めている側の人間は、一向に人間が穴のなかに落ちていかない。まるで時間が止まっているかのように感じるはずですが、なぜなら「時間」とは、どこからなにを計測するかによって1秒の感じ方が変わる相対的なものだから。それがアルベルト・アインシュタインによって記述された相対性理論なのですが、アインシュタインはこの理論のなかで重力の正体を「時空

の歪み」として説明しています。重力とは空間を歪ませ、光の進路を変えます。重力が強ければ強いほど空間は歪み、その歪められた空間を進む光の進路もまた歪むことが相対性理論によって明らかにされています。つまりブラックホールの近くのように重力が究極に強い場所で起きた一瞬の出来事は、ほかの重力の弱い天体から眺めると永遠に感じるということ。百聞は一見にしかず。EHTは、この相対性理論かつブラックホールが存在することをこれ以上ない形で可視化したと言えます。

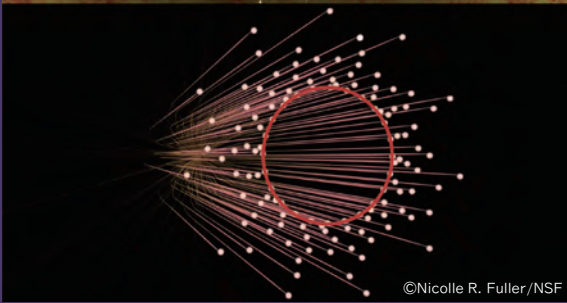
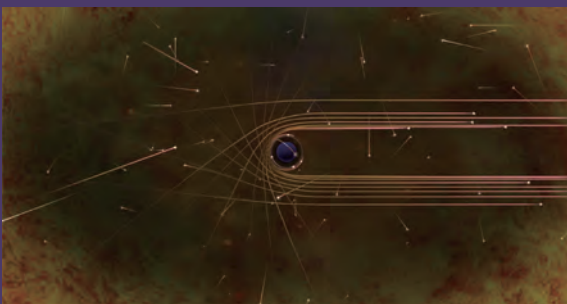
可視化されたことで、新たな問いも生まれました。ブラックホールは光さえも吸い込んでしまう天体ですが、実は同時に周囲の物質をとてつもない高速スピードでブラックホールの極近傍から噴出させていて、その物質は銀河の大きさをはるかに超えるところまで到達していることがわかっています。これを「ジェット」と呼びますが、そのジェットは今回EHTの画質が不足していて、写すには至りませんでした。ジェットがブラックホールによってどのように駆動され、どう輝くのか？これは現代の物理学において大きな問題のひとつであり、それを解き明かしていくのがEHTの目標でもあります。

ブラックホールは銀河とともに進化する

多くの銀河の中心にはブラックホールがあります。その銀河が大きければ大きいほど、ブラックホールもまた重くなります。それはまるで銀河とブラックホールが互いにコミュニケーションを図りながら、成長しているかのようで

人間の視力300万に相当するEHTで撮影された、銀河M87中心の巨大ブラックホールシャドウ。内側の黒い部分の中心にブラックホールが存在する。ドーナツ状のオレンジの部分は事象の地平線の極近傍で、強い重力に捕捉された光の“衣”。

©EHT Collaboration



上：ブラックホールの周囲の光の軌跡の模式図

下：地球に向かってくる光の経路を斜めから見た図



国立天文台 アルマプロジェクト特任准教授

永井 洋

NAGAI Hiroshi
神奈川県出身。専門は電波天文学、高エネルギー天体物理学。2011年に国立天文台アルマプロジェクトに着任。EHTチームでは、画像化チームの一員として、ブラックホールシャドウの可視化に貢献。趣味は日本酒・ワインの“研究”。

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 平林理奈

アマゾンの林野火災も観測 人工衛星が見る自然災害



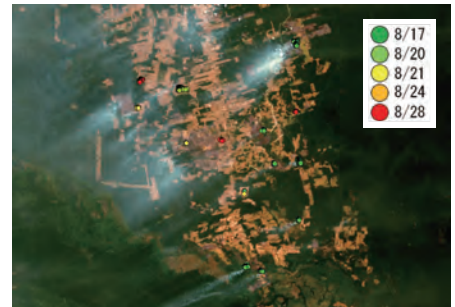
衛星利用運用センター（SAOC）
主任研究開発員
中右 浩二 NAKAU Koji



地球観測研究センター（EORC）
研究領域主持
田殿 武雄 TADONO Takeo

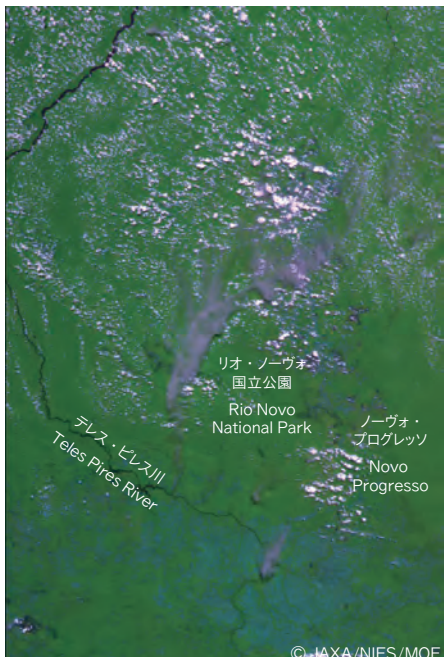
第一宇宙技術部門の衛星利用運用センター（SAOC）と地球観測研究センター（EORC）では、地球観測衛星の観測データを社会に役立てる研究を進めている。自然災害の被害状況を可視化し、防災対策に活かすこともその取り組みのひとつ。2019年9月には、前月にブラジルのアマゾン周辺で発生した大規模な林野火災の観測結果を公開した。もともなったのは「しきさい」「だいち2号」「いぶぎ」という複数の観測データだ。

下図は、気候変動観測衛星「しきさい」の



●「しきさい」で観測したアマゾン中央部の林野火災の発生場所を観測日別に色分けして示したもの。

観測データをもとに、8月17日から28日までのうち5日間の火災発生位置を表したもの。



●「いぶぎ」による8月23日午前2時頃（日本時間）の観測画像。火災の煙に含まれるススが灰色に表現され、白い雲と区別することができる。

JAXAと民間企業等と一緒に宇宙ビジネスを共創する「宇宙イノベーションパートナーシップ（J-SPARC）」の第一環として、国際宇宙ステーション（ISS）の「きぼう」日本実験棟内に番組スタジオ「The Space Frontier Studio KIBO（きぼう宇宙放送局）」を開設し、新しい宇宙メディアを運営する事業がスタートした。

パートナーとなるのは、インタラクティブコンテンツを手がける株式会社バスキュールと、デジタル衛星放送「スカパー！」を運営するスカパーJSAT株式会社。JAXAは、地球の近くの宇宙空間（地球低軌道）を民間主体の経済活動の場へ発展させていくことを目指し、安全評価や

ISSの機器の設置・運用などを行いながら伴走する。計画はまず、2020年夏以降に、きぼう宇宙放送局とJAXA筑波宇宙センターの地上スタジオをむすぶ番組をBSスカパー！やYouTube、SNSなどで世界に配信。ISS側にも地上の映像を映し出す“対面型双方向ライブ番組”を実現するという、史上初の試みに挑む。J-SPARCで本プロジェクトに取り組んできた高田真一は「国境のない地球の姿を眺めながら、国も言語も世代も性別も違う人々がつながり合う番組を世界中に届けるメ



●8月12～25日の「だいち2号」の観測データをもとにした森林面積減少量の検出結果。赤く色付けた部分が、森林が減少した場所。

性を活かして、定期的に観測した衛星レーダ画像の変化をマーキングすることで作成した。

こうした衛星データの複合利用はほかにも行われており、「最近では、2019年10月の台風15号と19号が挙げられます」とEORCの田殿武雄。「豪雨の様子を定量的に算出したり、陸面シミュレーションモデルを用いて河川流量を推定しました。『だいち2号』では、このような情報も参考にしながら、河川の氾濫や洪水が発生した場合にも迅速に現地の情報を提供できるように緊急観測を立案しました」と続ける。

「特徴の異なる衛星の観測データを組み合わせることにより、災害や気候変動にともなう出来事が私たちの暮らしにどのような影響をおよぼすかを一貫してとらえられるようになってきています」と中右。第一技術部門では引き続き、衛星技術の開発と災害の観測を進めていく。



●台風19号の通過直後「だいち2号」で緊急観測した長門川の千曲川周辺の様子。堤防が崩壊し、広いエリアが洪水に浸ったのがわかる。

さまざまな自然現象の観測画像を公開中 →



新事業促進部



J-SPARCパートナー
高田 真一 TAKATA Shinichi

世界初、ISS&地上で
双方向ライブ配信
「きぼう宇宙放送局」誕生へ

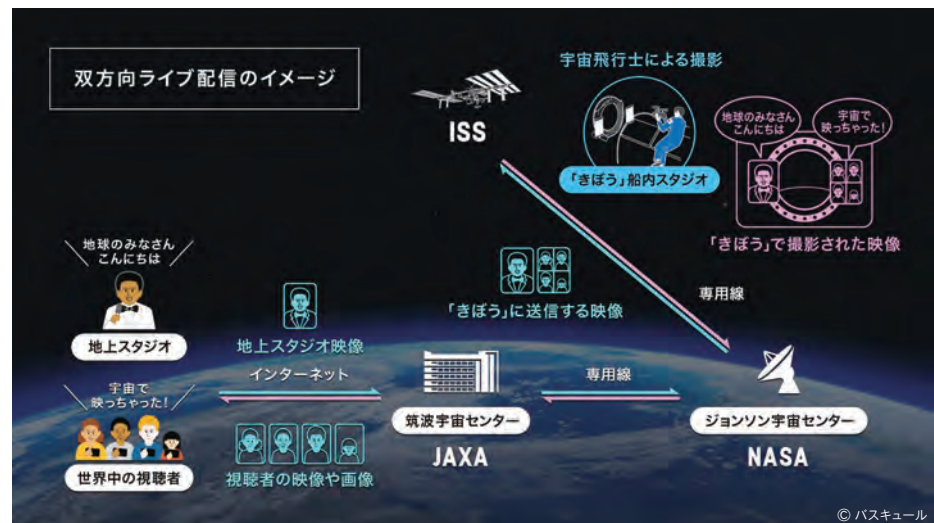


●きぼう宇宙放送局のイメージ図。本事業は、誰もが気軽に「きぼう」を使える状態を創出していく“宇宙の民主化”の第一歩となる。

ディア事業として、広く展開したい」と語る。さらに2021年以降には、XR（AR/VR）による映像配信や、「きぼう」船外からの超高画質放送・配信を予定している。

本事業は、ISSにおいて、民間企業が主体となってJAXAと事業を共創し、そのまま民間主体の運営へ移行することを目指す初めてのケースとなる。「ゆくゆくは、この宇宙メディア事業を月、火星、深宇宙での通信の拠点へと発展させたい。事業を通じて一般の方にもっと宇宙を身近に感じてもらい、将来子どもたちが宇宙に出て行くためのきっかけになればと考えています」

「きぼう宇宙放送局」公式サイト →



●双方向ライブ配信のイメージ図。ISSにある機器のセットアップ作業等は宇宙飛行士が行い、番組に出演する可能性もある。



©Clem & Adri Bacri-Normier (wingsforscience.com) / ESO

南米チリ、アンデス山脈の海拔5000メートルにある巨大電波望遠鏡「アルマ」。66台のパラボラアンテナをひとつの眼として、宇宙のさまざまな謎を解き明かそうとしている。

宇宙探査イノベーションハブ



主任研究開発員
布施哲人
FUSE Tsushino

宇宙と地上で使える技術を共同研究 宇宙探査イノベーションハブ、 第2フェーズへ

科学技術振興機構（JST）のイノベーションハブ構築支援事業に採択され、JAXAに設置された「宇宙探査イノベーションハブ」（通称「探査ハブ」）。宇宙探査の新技术を外部機関と共同研究する画期的な組織として、2015年から活動をスタートした。パートナーとなる主な外部機関は、「探る」「作る」「建てる」「住む」「支援する」ことにまつわる事業や研究を行っている民間企業や大学、研究機関だ。探査ハブが設定した研究テーマに合致する研究内容を公募し、選定する。

目指すは、宇宙探査に役立ち、かつ地上でビジネスになり得る技術をつくり出すこと。主任研究開発員を務める布施哲人は、「技術革新を起こすだけではなく、その技術が社会に還元されてはじめて“イノベーション”と言える。JAXAは宇宙探査に役立つ知見を手に入れ、パートナーはビジネス化して利益を得る、というゴールを目指しています」と語る。JSTの支援期間が終了する今年度末までの“第1フェーズ”で取り組んだ共同研究は75件。

内容は多岐にわたり、たとえば噴霧を利用した植物の栽培システムの開発がある。このシステムは地球での野菜の栽培にも応用される予定で、「宇宙と地上の両方で使える技術」を目指す探査ハブの好例となるだろう。

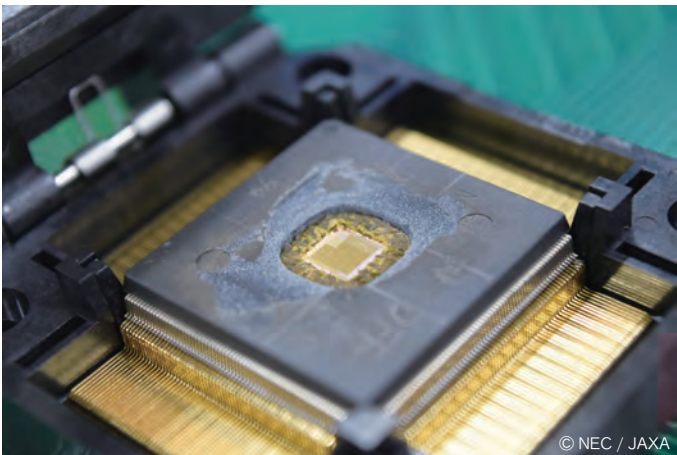
来年度からの“第2フェーズ”は、「さらにパワーアップします」と布施は言う。



●噴霧を利用した栽培システムの試作機。少量の水で栽培することができるので、水が極めて貴重な宇宙空間では非常に有用だ。

「まずはJAXAの人たちをさらに巻き込み、これまで宇宙探査分野に限っていた研究テーマを他分野にも広げていきます。『こういうテーマの研究がしたい』と手を挙げたJAXA職員にテーマリーダーを務めてもらい、パートナーを選定していく形になる予定です。その第1弾として、有人宇宙技術部門の人たちと一緒に医学分野のテーマ設定に取り組みます。ゆくゆくは、ロケット、衛星など、どんどん分野が広がっていったらいいですね」

インタビューの拡大版を公開中 →



●ソケットとNB-FPGAのサンプルチップ。放射線試験用上部を開け、チップを露出させている。

研究開発部門は、民間企業や大学などが開発した機器や部品、超小型衛星を宇宙空間でテストできる機会を提供する「革新的衛星技術実証プログラム」を先導している。その1号機に搭載されたもののひとつが、日本電気株式会社（NEC）の「NB-FPGA」（NanoBridge-FPGA）だ。FPGAとはユーザーが機能をカスタムできる集積回路のこと。半導体スイッチを用いた従来のFPGAは放射線の

影響を受けやすく、また情報を記録するメモリを組み込むため小型化に限界があった。対するNB-FPGAは、金属原子を動かすことで配線をスイッチングする原子スイッチを採用。放射線によるエラーの発生を抑え、かつ小型化、低消費電力化できる。NECは放射線が非常に強い宇宙空間で放射線耐性を実証

したいと考え、本プログラムに応募したという。一方、JAXAはNEC、量子科学技術研究開発機構とそれぞれ共同研究を行い、NB-FPGAの放射線効果について実験・解析。成果を論文にまとめた。JAXAの主担当を務めた竹内浩造は、本研究について「地上で宇宙環境を模擬するために加速器を用いて重粒子を照射するのですが、対策をしていない半導体層から多くのエラーが観測されました。そのため、パ

宇宙機を進化させる部品 「NB-FPGA」とは？



第一研究ユニット
研究開発員
竹内浩造
TAKEUCHI Kozo

ルスレーザ照射のほか、半導体の中や回路のシミュレーションなどを組み合わせてエラーを分類・考察したところ、今回の条件での重粒子照射ではNB起因のエラーは見られなかったと結論付けました。それらをまとめあげた論文は学会で優秀論文賞もいただくことができ、苦勞が報われました」と振り返る。

NB-FPGAは現在、小型実証衛星1号機

（RAPIS-1）に搭載され、軌道上で実証中。モニタカメラの画像圧縮に用いられており、問題なく動作している。「FPGAは宇宙機に欠かせない部品。日本発のNB技術と組み合わせることで、よりよい衛星が実現すると思います」と竹内。将来的には宇宙分野のほか、自動車や医療分野にも活用されることが期待されている。実用化を目指して、今後も研究を進めていく。

宇宙用部品の戦略的研究開発 →



研究開発部門

次世代ロケットのための 新・固体ロケットブースタ



H3プロジェクトチーム
ファンクションマネージャ
名村栄次郎
NAMURA Eijiro

新型「H3ロケット」の完成に向け、固体ロケットブースタ「SRB-3」の開発が進められている。固体ロケットブースタは、打ち



●実機大の供試体を用いた分離試験。「シュー」というガスの音が鳴り、約1秒後、地面に落下する低音が試験場に響いた。

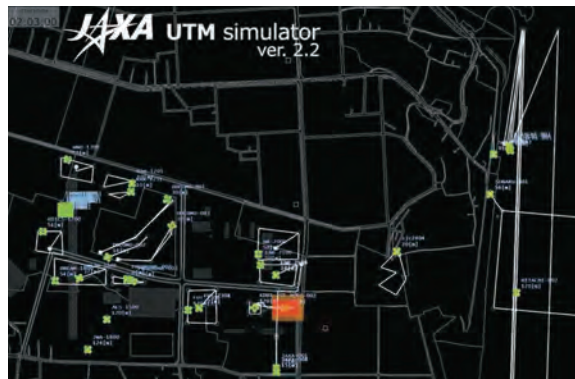
農薬散布や空撮、測量などに利用されているドローン。今後、物流や警備、災害対応などさらなる利用の拡大が期待されている。そこで現在、経済産業省と新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）が民間企業や研究機関とともに進めているのが、ドローンの運航管理システムの開発プロジェクトだ。JAXAもこのプロジェクトに参画し、システムの全体設計と、多数のドローンの飛行とその運航管理を模擬できるシミュレータの開発を担当している。JAXA内の研究開発責任者を務める原田賢哉は「プロジェクトの目的は、低高度空域を飛行するすべてのドローンの安全かつ効率的な運航を実現すること」と語る。現状ではほとんどの場合、操縦者や補助者が目視で状況を確認しながら飛ばしているが、新しい運航管理システムを使えば、目視範囲を超えて自在に飛行することが可能に。多数のドローンが同じ空域を安全に飛行できるようになる。

2019年10月23日～24日、福島県南相馬市にある「福島ロボットテストフィールド」で、運航管理システムの実証試験が行われた。試験では29の事業者がシステムに接続して合計46機のドローンを運用。飛行中、ドローンのオペレータたちはシステムを介して地図情報や気象情報、空域

上げ時にロケットを一気に上昇させるために、メインエンジンの推進力を補助する固体燃料エンジンのこと。コア機体（ロケット本体）の脇に取り付けて使用し、燃焼後は切り離される。SRB-3は、現行のH-IIA・Bロケットで使用しているSRB-Aで培った技術を活用しつつ、簡素化、低コスト化を追求している。そのひとつが、コア機体と結合・分離するしくみ。SRB-Aがアームでコア機体に抱き着くようになっていたのに対し、SRB-3はピンでコア機体に引っかける方式をとっている。シンプルにすることでコア機体との結合点や分離箇所を大幅に減らし、信頼性の向上と低価格化を実現することができる。2019年5月、このしくみが正常に働くかを確認するために、株式会社IHIEアロスペース富岡事業所で分離試験が行われた。H3プロジェクトチームのファンクションマネージャ、名村栄次郎は試験をこう振り返る。

情報（飛行禁止空域など）を入手した。また、オペレータ同士で飛行計画（どの経路やエリアで飛行させるかの計画情報）や飛行状況（ドローンの位置、高度、速度などのリアルタイム情報）を共有し、1km²のエリアに1時間で146フライトの飛行試験に成功した。JAXAは今回の試験で、これまでに設計した運航管理システムの運用コンセプトを検証するとともに、シミュレータの一部を運航管理システムに接続。急遽飛行ルートを変更したドローンが他機に接近した場合などに衝突を避ける方法と手順を実証した。

今後の予定について「今回の実証試験の結果やシミュレーション評価をもとに、システムの運用コンセプトを具体化します」と原田。「今年度から、本運航管理システムを補完する新たに自在に飛行することが可能に。多数のドローンが同じ空域を安全に飛行できるようになる。



●運航管理シミュレータの画面。多数のドローンの運航を模擬し、設計した運航管理方法の安全性や効率などを評価する。

「今回の分離方式は大型のブースタに採用した例がないため、分離システムをいちらから開発する必要がありました。実際のコア機体からの分離をいかに模擬し、検証レベルを高めるか苦勞しながらも、試験は無事に成功。現場の士気が高まりました」

2019年8月25日には、種子島宇宙センターで地上燃焼試験（2回目）が行われた。前回はプロトタイプだったが、今回は認定モデルでの試験。轟音を響かせ、燃焼試験は良好に終了した。「燃焼が始まると途中で止められない一発勝負の試験であるため、各セクションが緊張感をもって着実に進めました。データ取得が確認できたときにはホッとしましたが、そのデータの検証こそが重要なので拍手が湧くようなことはなく、『ひとつやりきった。さあ次!』と、次のステップに向けて静かに熱気があふれるような現場でした」

また、フレキシブルに使用できることもSRB-3



●種子島宇宙センターでの地上燃焼試験。約50年前に建設された試験場は、固体ロケットブースタの開発の歴史を見届けてきた大切な場所。

の特長だ。ロケットブースタは、ロケットの型や搭載する物の重さなどにより、2本1組で使う場合と、4本1組で使う場合がある。SRB-Aは燃焼パターンが異なるふたつのモデルを作っていたが、SRB-3はひとつのモデルに。さらには小型の固体燃料ロケット「イプシロン」にも互換性を持たせ、共通して使用できる。これにより製造を効率化でき、品質を安定させられる。

今後の開発プロセスについて「3回目の地上燃焼試験と2回目の分離試験を行う予定です。それをもって、SRB-3の開発における大きな山は越えることになります」と名村。大規模な開発プロジェクトは、いよいよ佳境を迎えようとしている。

大迫力のSRB-3地上燃焼試験の映像 →



航空技術部門



次世代航空イノベーションハブ
ファンマネージャ
原田賢哉
HARADA Kenya

29事業者が参加し実証試験が成功 ドローン運航管理 システムの開発が進行中



●実証試験はNEDOの委託業務の一環として実施。さまざまなモデルのドローンを用いたことで、運航管理システムの実用性やセキュリティ対策の有効性が実証できた。

な研究開発も開始されました。JAXAもこれに参画するとともに、社会実装に向けた取り組みを支援する予定です」と続けた。「運航管理システムによって多くのドローンが安全に飛行できるようになれば、利活用はさらに大きく広がっていくでしょう。ドローンはやがて、離島や山間部などでは生活を支えるインフラになり、都市部では物流や人の移動手段、いわゆる“空飛ぶクルマ”にも活用されるはず。災害時に人の命を救う役割にも期待しています。開発を通じて、誰もが思い描くそんな未来を早く実現したいですね」

ドローン運航管理システムの研究開発 →



広報部



原田崇平
HARADA Shunpei

「宇宙の日」作文絵画コンテスト 受賞作品を発表！



9月12日の「宇宙の日」を記念し、毎年開催されている「全国小・中学生作文絵画コンテスト」。2019年度のテーマは「初開催!宇宙万博」。作文・絵画合わせて5,257作品の応募があった。絵画部門の主な受賞作品は上の3点。作文部門では、小学生部門のグランプリに山内佑真さん、中学生部門のグランプリに山内佑真さん、JAXA理事



左/小学生部門 グランプリ：今井義良さん
中央/中学生部門 グランプリ：江崎 駆さん
右/JAXA 理事長賞：倉田ちひろさん

長賞に神野柚葉さんが選ばれた。企画・運営を担当した原田崇平は「どれも創造力に富んでおり、宇宙や万博についてたくさん調べて、学び、考えたのだと思う力作ばかりでした」と総評。「このコンテストが、将来ある小・中学生が宇宙や航空、科学技術の分野に少しでも興味を抱ききっかけになればうれしいです」と語った。

全受賞作品が見られるギャラリーサイト →



マニアックな宇宙のハナシ、配信中



ラジオ日本

『ディープな宇宙をつまみぐいフル・チャージ!』

伝説のラジオ番組「ディープな宇宙をつまみぐい」が、4年の充電を経て2019年に復活。研究開発部門の研究者が、容赦ない技術トークを繰り出す。「ワイヤレス電力伝送技術」「コンタミネーション計測技術」などマニアックな話が満載。何度でも聴けるPodcastで配信中国



JAXAラジオスペシャル

『トリオ・ド・モルゲンの宇宙ドゥードゥルドゥー』

2019年10月5日、筑波宇宙センター特別公開イベントとして配信したネットラジオ番組が、YouTubeで公開中! 研究開発部門の研究者15名が自らの取り組んでいる研究を本気で語りつくす。宇宙マニアもラジオファンも楽しめる、8時間にわたるJAXA史上最大のラジオプログラム。



人工衛星・探査機のカタチ

今、この瞬間も近くて遠い、宇宙空間を飛行している人工衛星と探査機。宇宙とは超真空中で極低温。また太陽からの強い放射線を浴びるなど、地上とは違う特殊な環境にも順応しながら私たち人類に必要な位置や画像などの情報を提供し、宇宙の謎も解き明かす。そんな人工衛星と探査機の“カタチには、意味がある”。

監修:寺田弘慈(JAXA)

1. 通信・放送衛星

遠く離れていて直接通信できない2カ所を、電波の中継所としてつないでいる衛星で、主に外国からのテレビ中継や電話や、地球上のあらゆるところへの通信に利用されている。

さくら（1号機）

姿勢を保つため宇宙空間で回転する衛星本体に対して、搭載されているアンテナは、逆方向に回転させることにより、24時間常時地球を指向。

ひまわり（1号機）

高度約36000kmの赤道上空（静止軌道）を地球の自転に同期して地球を回る。筒形状のボディに貼られた太陽電池で電力を発生させ、衛星本体をスピニングさせて宇宙空間で地球に対する姿勢を保つ。スピニング安定衛星は、形状がとてもシンプルで人工衛星らしいが、今やとてもレトロ。

ひまわり8号

スピニング安定衛星から三軸姿勢安定方式に進化した箱型形状により多くの観測機器と観測データ伝送用の大型アンテナを搭載。共通する箱型は、「きく8号」、「みちびき（初号機）」と同型。多くの国産の静止衛星に採用され、長寿命で安定した機能と性能で、気象業務などの重要な使命を担う。
画像:気象庁ホームページより、加工して使用

3. 地球観測衛星

電波、可視光、赤外線などをとらえる各種センサを搭載した衛星。宇宙から大気、植生、地形など、地球表面の状態を観測している。

日本最初の人工衛星

おおすみ

円錐台の形状(写真上部)で、打ち上げロケットの一部の球形の固体ロケットモータ(写真上部)に乗っかっている。地球を1周回ってきたところで、ひげのようなアンテナから出された電波を地上で受信し、日本最初の人工衛星になった。

技術試験衛星9号機

多数の通信機器を搭載できるよう、化学推進系に代えて電気推進系を搭載したオール電化衛星。多くの電力を発生させるため、両翼約40m以上に伸びた太陽電池パネルとともに、大量の熱を効率的に排熱するための大型の排熱パネル、さらに複数の展開アンテナを搭載した「宇宙プラットフォーム」は、JAXA最大の人工衛星で、近未来の宇宙活動を支える。

きく8号

高度約36000km離れた静止軌道にある衛星を経由して、携帯端末同士で通信ができるよう超大型のアンテナを2面搭載。1面の大きさがテニスコートほどの超大型のアンテナは、静止軌道上でつばみ状態から約60分かけて満開し見事に「大輪の菊」となった。

2. 気象観測衛星

雲の動きや海の表面温度を観測し、私たちが普段利用している天気予報に役立てられている。

だいち

地表面から高度約700kmの上空を南北方向に周回する。モータの回転により、常に太陽方向を向く大型のパネルに張り付けた太陽電池で大きな電力を発生させる。地球表面を観測するセンサをより多く搭載するため、太陽電池パネルは、片翼（一翼）。たくさんのセンサを搭載し、それらの形状も複雑だったため、「おいらんのかんざし」とも……。

つばめ

「だいち」が飛行する軌道に比べ、約1000倍程度の大気抵抗を受ける超低高度軌道を安定して飛行できるよう、衛星が受ける大気抵抗をできるだけ小さくするための形状。イオンエンジンが機体の後端に配置され、機動性に優れ、飛行機っぽい。

だいち2号

太陽電池パネルの故障による衛星機能の喪失を回避するため、太陽電池パネルは、両翼（二翼）に進化。光学センサを搭載せず、レーダの搭載に絞ったため、シンメトリでカッコよかった。

4. 測位衛星

超高精度の時計を搭載し、対象の現在位置と時刻の情報が正確に得られる衛星。移動中の船舶や航空機、車両をはじめ、スマホなどにより個人にも直接サービスが提供されている。

みちびき（初号機）

シンプルでシンメトリックな形状によって、衛星が受ける太陽輻射圧の影響は正確に把握され、衛星の飛行軌道は、極めて正確に決定/推定される。これにより、地球上の車や人のみならず、地球の周りを飛行する宇宙機にも極めて正確な位置情報を提供。

5. 天文観測衛星（科学衛星）

宇宙空間に関する科学的観測を目的とする衛星。高層大気や電離層の観測・調査、大気圏外からの天体観測などを行う。

あらせ

高い放射線環境下でも衛星の機能・性能が維持できるよう衛星ボディにアルミを張り付けるなど、強固で頑丈な形状で、宇宙空間の高エネルギー粒子を観測。

はやぶさ2

地球からはるか遠い軌道で機動的にかつ自律的に飛行できるようシンメトリックでコンパクトなボディに、イオンエンジン噴射に必要な電力を発生させる大きな太陽電池を持つ。小惑星「リュウグウ」の砂粒を採取するサンブラホーンがボディから伸びていて、まさに獲物を狙う「隼（はやぶさ）」。

イカロス

太陽輻射圧を受けて進むヨットのよう形状。宇宙で回転しながら展開する薄膜（帆）は、大型だが極めて丈夫で軽量。貼り付けられた太陽電池も薄膜で太陽光発電を行う。現在、冬眠しながら、地球から3億kmくらいのところを飛行中。

XRISM

はるか遠くにある銀河を観測するため、衛星全体が焦点距離の長いカメラの望遠レンズのような形状をして宇宙を飛行。「宇宙望遠鏡」が、宇宙の進化の謎を解明する。

6. 太陽系探査機

月、金星、水星、火星、木星など、地球以外の太陽系の天体の成り立ちとは？どのような環境を持ち、また、生命は存在するのか？数々の謎を解き明かすべく開発された探査機。

SLIM

月へたどり着き、地球の6分の1もある重力下でソフトに着陸するのに必要な推進剤を搭載。推進剤は、小型化・軽量化のために衛星ボディ（主構造）の一部にもなっている。さらに、急傾斜への着陸も可能な衝撃吸収脚を使ってボディを横に倒しながら月面に着地。

こうのとりの

円筒形状で、地球から高度約400kmを飛行するISSに、宇宙飛行士の水や食料のみならず、小動物や、バッテリー、小型人工衛星などを含む大量でデリケートな物資を輸送。帰還時は、大気圏突入により自ら燃え尽きてISSから出た廃棄物も安全・確実に焼却。

7. 国際宇宙ステーション(ISS) / こうのとりの

15カ国の国際協力により、地球から約400km上空に建設された有人実験施設。1周約90分というスピードで地球のまわりを回りながら、実験・研究、地球や天体の観測などを行っている。ISSに物資を補給するひとつに、無人補給機「こうのとりの」がある。

ISS

大きさは、サッカー場ほどの巨大な「人工衛星」。32800枚の太陽電池セルが貼り付けられた8翼の太陽電池パネルのほか、実験モジュール、居住モジュール、ロボットアームなどで構成。これだけ大きいと、日の出前と日没後、太陽の光を受けて輝く姿を肉眼で見ることが出来る。

宇宙服

高性能・高機能の人の宇宙船（人工衛星）。通常の人工衛星がもっている通信・電力（バッテリー）・姿勢制御の機能に加え、生命を維持する機能も具備する。



第一宇宙技術部門
衛星システム開発統括・衛星測位技術統括
寺田弘慈 TERADA Koji

新潟県出身。技術試験衛星「きく6号、8号」の開発などに従事。2007年から準天頂衛星システムチームプロジェクトマネージャを務め、2010年みちびき初号機打ち上げ成功。広報部長、経営推進部長を務めた後、2019年8月より現職。最近心がけているのは、「規則正しい生活」。

宇宙開発や天文、最新の研究など、
宇宙と航空に関する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付は現地時間



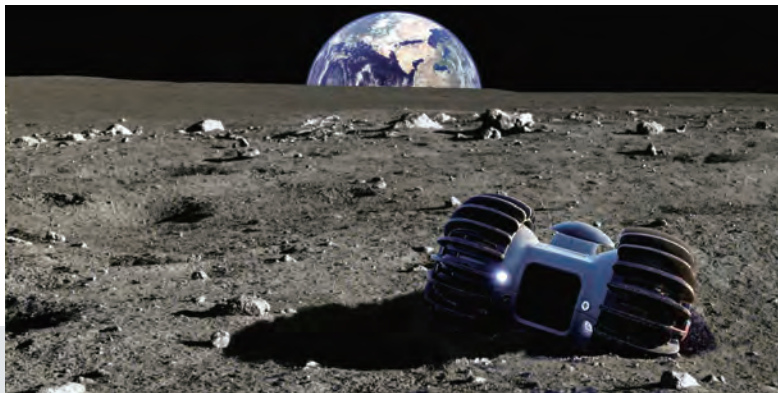
© SEGA



© 川崎重工業



© 東京大学宇宙線研究所 重力波観測研究施設



© Dymon

10

OCTOBER

1



JAXA、2017年12月23日に打ち上げた超低高度衛星技術試験機「つばめ」の運用を終了

1



ゲームキャラクター「ソニック」が、欧州宇宙機関主導の木星氷衛星探査計画「JUICE」の探査機の観測装置のロゴに ⇒①

4



東京大学宇宙線研究所、アジア初となる大型低温重力波望遠鏡「KAGRA」の完成記念式典を開催。星の爆発などによる“時空のゆがみ”を観測へ ⇒②

4



川崎重工業、岐阜工場に設置した宇宙ごみ除去衛星運用のための地上局を披露。2025年に宇宙ごみ除去事業の開始を目指す ⇒③

10



ポルシェとボーイング、空飛ぶ車を共同開発することを発表

14



東京の企業ダイモン、米宇宙ベンチャーのアストロロボティックと月輸送に関する契約を締結。2021年に月面探査車「YAOKI」を送り、月着陸を目指す ⇒④

15



NASA、次の有人月面探査で着用する新型の宇宙服を公開 ⇒⑤

17



JAXA、宇宙探査イノベーションハブとリコーが共同開発した小型全天球カメラによる地球の360°全天球静止画・動画を公開 ⇒⑥

18



米国が提案する月周回有人拠点（ゲートウェイ）計画に日本も参画することが決定。安倍晋三首相も自身のTwitterで発信 ⇒⑦

18



NASA、史上初となる女性宇宙飛行士だけの宇宙遊泳に成功

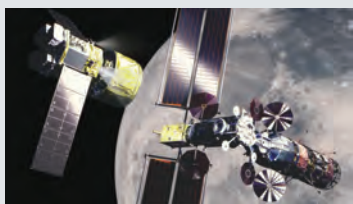
⑤



© NASA



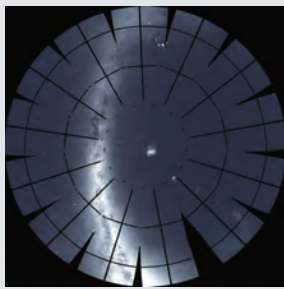
⑥



⑦

11

NOVEMBER



⑧

© NASA / MIT / TESS and Ethan Kruse (USRA)

News Headlines

宇宙と航空にまつわる世界のニュース



= JAXA



= 国内



= 海外

3



国際宇宙ステーション（ISS）に物資を運び終えた「こうのとりのり」8号機が大気圏に再突入

5



JAXAとNTT、地上と宇宙をシームレスにつなぐ、超高速大容量でセキュアな光・無線通信インフラの実現に向けた共同研究を開始することを発表

6



NASA、トランジット系外惑星探索衛星「TESS」で撮影した208枚の画像を使った南天のパノラマ画像を公開 ⇒⑧

13



JAXAの小惑星探査機「はやぶさ2」が小惑星リュウグウを出発。地球を目指して順調に航行中 ⇒⑨

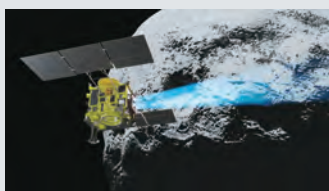
26

-29



「第26回アジア・太平洋地域宇宙機関会議（APRSAF-26）」が名古屋で開催。「新たな宇宙時代を拓く多様な繋がり」の発展」をテーマに多様な参加者が対話し、今後10年の活動目標となるAPRSAF名古屋ビジョンを発信 ⇒⑩

⑨



⑩



12

DECEMBER

5

-6-8



月面での社会構築の実現に向けさまざまな事柄を考える「第3回国際ムーンブリッジワークショップ・シンポジウム」が開催

6



経済産業省が開発したハイパースペクトルセンサ（HISUI）の打ち上げに成功。ISSの「きぼう」日本実験棟に取り付けられ、地球にある石油資源などの遠隔探査開始へ

16



JAXAが新たに開発を進めている美笹深宇宙探査用地上局、小惑星探査機「はやぶさ2」からの信号を初めて受信

あとがき

日頃、重力の存在を意識することはないと思いますが、重力があるからこそ、人は地面を歩くことができ、モノは静止し、地球に留まることができます。重力がなければ、すべてが宇宙空間に放り出されてしまうのです。こういう意識でまわりを見ると、新しい世界が開けてきます。例えば「歩く」という行為も、1歩踏み出すたびに「地球が引っ張ってくれている」と思えば長距離でも歩けそうだったり、微少重力下でフワフワ浮いているペンを（映像で）見たあとに、机のうえでジッと静止しているペンを見ると、なんだか健気に思えてきます。「微少重力」の世界を知ることで、「重力」のある世界の見方が変わる。ぜひ「重力」の存在を意識して、新しい発見をしてみてください。（JAXA's編集委員 中島史朗／広報部）

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 →



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.）
デザイン：二木大介（CINRA Inc.）
プロジェクトマネジメント：久野剛士（CINRA Inc.）
発行日：2020年1月10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_jp
jaxachannel
facebook.com/jaxa.jp

WEB版のJAXA'sはこちら →

リサイクル適性(A)
この包装紙は、資源物に比べ
リサイクルできます。

VEGETABLE
OIL INK

