

地上から見たISSと「こうのとり2号機」の軌跡
肉眼でISSを見たい方は<http://kibo.tksc.jaxa.jp/>
あるいは「きぼうを見よう」で検索

国際協力でつくり上げた
国境のない場所
—それが、国際宇宙ステーションです。

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構
有人宇宙技術部門

本パンフレットに対するご質問や「きぼう」に関するお問い合わせはこちらへ。
きぼう利用プロモーション室 Z-KIBO-PROMOTION@ml.jaxa.jp
きぼうを使ってみませんか? <http://iss.jaxa.jp/user/>

2018年6月 A改定
編集代表: 有人宇宙技術部門 上山 和恵



この印刷物は、紙へ
リサイクルできます。



「きぼう」の成果を 社会と人類の未来のために

1984年、米国レーガン大統領の呼び掛けから始まった国際宇宙ステーション(International Space Station: ISS)計画。日本、米国、カナダ、欧州各国、ロシアの計15ヶ国が技術力を集結して、地上から約400km上空の宇宙空間を周回する有人宇宙施設を建設しました。約109m×73mとサッカーフィールドほどの大きさで、質量は約400トン、當時6人の宇宙飛行士が活動しています。日本にとって有人宇宙活動が夢だった時代から30年。いまや宇宙に日本人飛行士が滞在していることが当たり前となりました。ISSの「きぼう」日本実験棟では、微小重力など地上では得ることのできない特殊な環境を利用して毎日さまざまな実験が行われ、多くの成果が得られています。

JAXA理念

経営理念

宇宙と空を活かし、安全で豊かな社会を実現します

行動宣言

・人びとの喜び

私たちは、人類社会の生活を進化させることで、人びとの喜びや驚きを生み出します

・創造する志

私たちは、常に高みを目指し、どんな困難にも立ち向かう創造する志を持ち続けます

・責任と誇り

私たちは、社会からの信頼と期待に応えるため、責任と誇りをもって誠実に行動します

ごあいさつ



国立研究開発法人
宇宙航空研究開発機構
有人宇宙技術部門長
宇宙飛行士

若田 光一

2018年4月より、宇宙航空研究開発機構理事として、有人宇宙技術部門と宇宙探査イノベーションハブの事業の推進を拝命いたしました。みなさま、どうぞよろしくお願い申し上げます。

歴任理事の強いリーダーシップの下で築かれてきた有人宇宙技術事業ですが、その成果創出に向け、様々な取り組みをさらに推進し、新たな課題に挑戦する、という任務に全力でチャレンジしていきたいと思います。

今、日本の有人宇宙活動は大きな転機に差し掛かっています。中国、インド、UAEなどをはじめとするさまざまな国や、米国の民間企業による宇宙活動の展開を見ても、現在、日本を取り巻く環境は目まぐるしいペースで変わっていることを実感します。

ISSを含む地球低軌道利用をどのように進めていくか、今後の国際的な宇宙探査で日本がどのような形態で参加していくか、政策的な決定をしていかなければならない時が迫っており、その中で我々JAXAはその判断材料をもって寄与できるよう、国際競争力を有する日本ならではの有人宇宙技術を開発し、「きぼう」を研究開発基盤として定着させるべく、より使いやすい利用サービスの提供や民間等との連携拡大、さらには将来を見据えた運用の効率化を着実に加速させていく必要があります。

これらを実現するために有人宇宙技術部門として重点的に取り組むべき主たる課題は3つあると考えます。

一つ目が、「きぼう」日本実験棟の新しい利用サービスの創出、そして民間企業等と連携した利用サービスの事業化。

二つ目が、「きぼう」利用の多様性への対応のためのロボット技術などを駆使した定常作業の自動化・自律化を目指した取組み。

そして三つ目が、将来の国際有人宇宙探査と今後の地球低軌道宇宙活動に関する検討です。

国際有人宇宙探査に関しては、有人宇宙滞在技術等、我が国が優位性を確立すべき技術の検討・開発を進め、また、地球低軌道活動に関しては、利用者のニーズに応えるべく検討を行い、低軌道利用の継続性を早期に示していく必要があります。

今、宇宙利用に多くの企業やベンチャーが関心をもって参画しようとしています。JAXA有人宇宙技術部門はその情勢を捉え、より多くの方々に「きぼう」を活用してさまざまな事業や利用を実現して戴けるよう、成果が社会に根付く活動とチャレンジングな研究開発を積極的に進めてまいります。

「きぼう」日本実験棟が もたらす価値、そして未来

我が国は1984年の米国の呼び掛けを受けてISS計画に参加し、有人宇宙滞在の拠点と恒久的な実験環境を得て、有人宇宙技術の獲得を進めてきました。手探りの“探索・研究”的段階から、“発展・実証”的段階へ——「きぼう」の持つユニークな特徴や優れた性能を最大限に活かして、国民生活、産業活動、そして国際社会に、これまでにない価値を提供していきます。

世界の有人宇宙活動をリードする 我が国独自の技術を獲得します。

我が国は、「きぼう」や「こうのとり」の開発・運用などを通じて、環境制御技術や有人宇宙船のランデブー・ドッキング技術、巨大国際プロジェクトにおけるシステムズエンジニアリング、有人安全技術といった、世界でもトップレベルの有人宇宙技術を獲得してきました。

一方で、有人宇宙技術は競争と実績の世界であり、目標を持つ持続的に開発を進めることが重要です。JAXAでは、検討が始まっている1年を超えるような長期の有人宇宙活動に向けて、日本独自の空気・水再生技術や健康管理技術などの研究や宇宙での実証を進め、有人宇宙技術におけるデファクトスタンダードを目指します。「きぼう」と「こうのとり」は、その重要な拠点なのです。



次世代水再生システムの
実証モデル

国際的な日本のプレゼンスを高め、 宇宙先進国として走り続けます。

「きぼう」と「こうのとり」の開発と安定した運用を通して、我が国は宇宙先進国としての地位を確立し、信頼できる不可欠なパートナーとしてISS計画参加各国から高い評価を受けています。

日本はアジア地域唯一のISS計画参加国であり、ISSを利用する際のゲートウェイとしてアジア諸国と協力関係を形成してきました。小型衛星放出や生命科学分野などの本格的な実験の検討も進んでいます。宇宙実験を行うなら日本と協力したい——そう言われる日本であるために、JAXAは持てる技術とノウハウを活かして、アジア地域の発展にISSから貢献します。

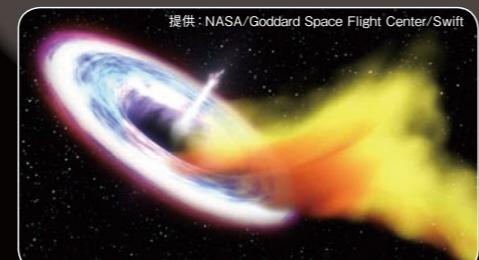


教育実験「アジアの種子2013」

宇宙環境の特徴を生かして、 新たな知見、そして新たな価値を 創成します。

「きぼう」では、2008年の利用開始以来、微小重力や複合放射線といった特徴的な環境に着目し、骨粗しょう症の治療薬の開発を目指した宇宙における生物実験、副作用が少ない薬につながる高品質なタンパク質結晶の生成、次世代半導体材料の創製、宇宙の成り立ちに迫るX線による天文観測、技術実証用超小型衛星の放出などの活動が行われてきました。

そして、これからは「きぼう」での研究で得られた成果のみならず、宇宙での実験を通して蓄えられてきたノウハウを活かして、新たな価値の創成を目指します。アカデミアだけでなく民間の研究開発でも投資価値を認めていただけるように、利用サービス・機能を充実させていきます。



隕接する星のガスを吸い込むブラックホールの想像図



「きぼう」日本実験棟

宇宙ステーション補給機「こうのとり」

補給キャリア与圧部
補給キャリア非与圧部
電気モジュール
推進モジュール

ISSに接近する「こうのとり」。全長9.8m、直径4.4m。「こうのとり」は、船内用と船外用両方の物資を運ぶことができる。

我が国の明日を支える青少年の 知的好奇心をかき立てます。

ISSとの交信イベントや講演活動、教科書への記事掲載など、日本人宇宙飛行士の活躍や最先端宇宙技術に触れる機会を数多く提供しています。そのような機会を通じて、青少年の科学技術への興味や関心を高めることで、次世代を担う人材の輩出に貢献しています。

我が国が将来にわたって科学技術立国、宇宙先進国であり続けるために、青少年が科学技術に夢や誇りを持つことができる活動を継続します。



「きぼう」から放出されたベトナムの「ビコドラゴン」などの超小型衛星

有人宇宙開発における 厳しい安全要求が技術基盤を強化し、 産業振興を導きます。

「きぼう」や「こうのとり」には高い安全性・信頼性が要求されます。開発には、それぞれ650社以上、400社以上という多くの日本企業が参画し、技術を磨いて宇宙産業の基盤をつくり上げてきました。

例えば、「こうのとり」のドッキングでは、世界で初めて、ISSの間近で停止してISSのロボットアームでつかまえるという、安全・確実な手法を実現させました。「こうのとり」の妥協のない安全性の追求は、日本の技術力を押し上げ、「こうのとり」以降に開発された米国の宇宙船にも同じ方式や装置が採用されるに至っています。

「きぼう」や「こうのとり」を使った技術の宇宙実証は、企業ブランドの向上や技術力の国際アピールにもつながります。



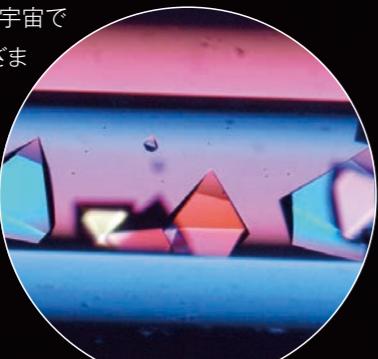
宇宙飛行士による講演会

有人宇宙技術部門 の事業

JAXA有人宇宙技術部門はISSを支える事業を通じて、国の科学技術イノベーション戦略や企業の産業競争力強化に貢献する成果を挙げています。また、将来の国際的な宇宙探査や宇宙ビジネスでアドバンテージとなる技術力を獲得し、中核となる人材を育成しています。

「きぼう」日本実験棟 での実験

「きぼう」は、船内・船外両方の実験環境を備える、ISSの中で最大の実験室で、エアロックやロボットアームなどの機能も独自に持っています。宇宙ならではの特殊な環境を長期間にわたって利用して、生命科学、宇宙医学、物質・物理科学、地球惑星科学、宇宙での技術実証などさまざまなかな分野で、国の科学技術イノベーション戦略や民間企業の技術開発に貢献できるような成果の創出に取り組んでいます。



「きぼう」で生成された高品質なタンパク質の結晶

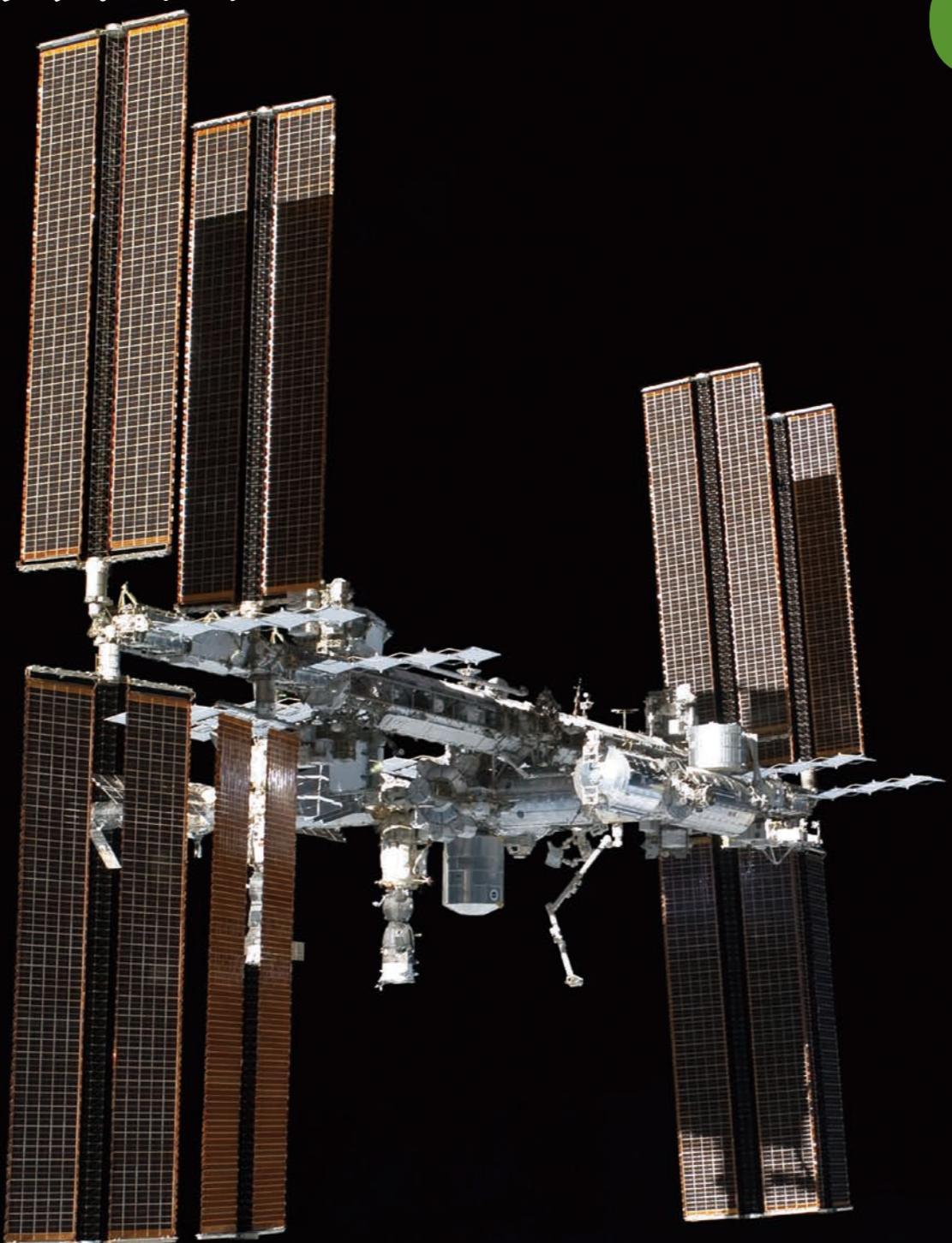


「きぼう」
運用管制室

「きぼう」の運用は、筑波宇宙センターの運用管制室から行っています。厳しい訓練を経て認定されたフライトディレクタや運用管制員が、米国をはじめ各国と連携して、3交代24時間体制でISS運用を支えています。

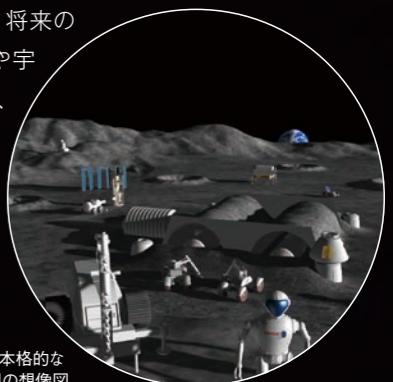
「きぼう」と「こうのとり」で着実な開発・運用実績を積み重ねたことで、国際パートナーからの信頼を獲得し、日本はいわば“宇宙常任理事国”としての地位を確立しています。今後も、データやノウハウをさらに蓄積し、将来の国際的な宇宙探査などで中核を担える技術力と人材を育成していきます。

「きぼう」日本実験棟 の運用



将来の 宇宙技術の開発

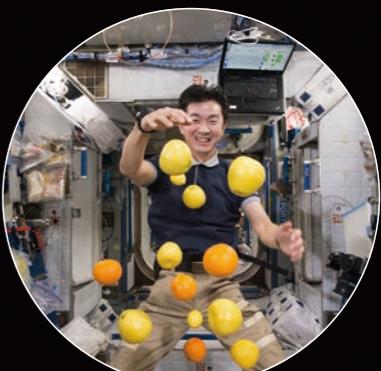
月、火星、そしてその先へと、地球近傍を離れて有人探査活動を拡げていくためには、長期間の宇宙飛行に必要となる新たな技術が求められています。「きぼう」と「こうのとり」を活用して宇宙医学や環境制御技術、センサー技術などの研究や実証を進め、将来の国際的な宇宙探査や宇宙ビジネスにおいて、日本の“強み”となる技術を獲得していきます。



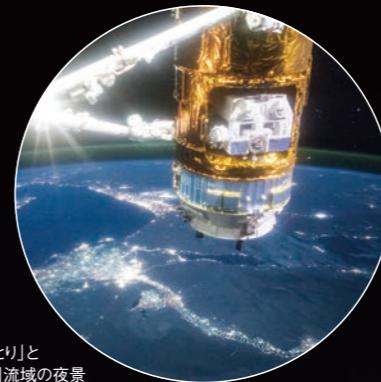
月の本格的な利用の想像図

日本人宇宙飛行士の 選抜と養成

日本人飛行士の宇宙滞在累計日数は1000日を超え、米国、ロシアに続き世界第3位です。これまでに11人の宇宙飛行士を選抜・養成し、11人が計19回の宇宙飛行を行っています。日本人宇宙飛行士がアジア初のISS船長を務めるなど、宇宙先進国として世界有数の実績とノウハウを蓄積しています。



「こうのとり」で運ばれた新鮮な果物を浮かべる
ISS滞在中の油井亀美也宇宙飛行士



「こうのとり」と
ナイル川流域の夜景

宇宙ステーション補給機 「こうのとり」の運用

ISSでの活動になくてはならない物資補給。それを支える宇宙の宅配便が、日本の「こうのとり」です。実験装置や試料、食糧や水などの生活必需品を搭載して、種子島宇宙センターから打ち上げられます。ISSに物資を輸送する能力を持つのは日本・米国・ロシアの3ヶ国のみ。運ぶことができる荷物の重量・サイズともに「こうのとり」は世界最大で、2016年からはISSの維持に不可欠な大型バッテリーの輸送も担っています。

ISSの継続的な運用に貢献するだけでなく、今後は地上へ実験試料を持ち帰る回収カプセルなど新しい技術にもチャレンジしていきます。



宇宙環境利用で得られた成果・得られる成果

「きぼう」を使った実験が何を目指し、どのように役立っているのか、これまでの成果をご紹介します。また、今後「きぼう」によって解決が期待される課題も数多くあります。利用や成果についてより詳しく知りたい方は別冊パンフレット「『きぼう』利用サマリ」をご覧ください。（<http://iss.jaxa.jp/user/2-5.html>）

健康長寿社会を支えます。

微小重力環境では、健康な宇宙飛行士でも体を支える骨や筋肉が減少するなど、加齢に伴う問題と同じような現象が起り、しかもその変化は急速です。この加齢加速モデルともいえる現象に着目した研究の成果は、健康寿命延伸のカギの一つであるロコモティブ症候群（骨や筋肉など運動器が衰えた状態）対策に役立つと期待されています。

また、宇宙では対流が発生しないため、地上より高品質で大型のタンパク質結晶を得ることができます。その結晶を用いればタンパク質の詳細な構造を決定することができ、創薬研究に役立っています。

今後は、膜タンパク質、エピゲノム、再生医療といった新しいテーマの実験にも取り組んでいきます。



骨に関する2種類の細胞を異なる色の蛍光タンパク質で標識し、骨が弱くなる仕組みを解明する。

8

豊かで安心・安全な暮らしを実現します。

豊かで安心・安全な暮らしのために、宇宙はさまざまな用途に活用されています。これまでに、宇宙から地球環境の変動を捉えたり、植物の成長の謎を解き明かして地上での農作物栽培の改善を目指したりと、将来の暮らしを守る研究成果を積み重ねています。

そしてISSで得られた技術も、手術ロボットに応用されるなど、世界中で活用されています。今後は、宇宙空間で材料

の耐久性を確認したり、センサーの技術実証を行うなど、手軽な宇宙実験機会を提供することで、より多くの方々にさまざまな用途で宇宙を使っていただきたいと考えています。



「きぼう」で育てたシロイスナズナ。地上での農作物栽培の改善を目指す。

ものづくりで企業の競争力を高めます。

宇宙特有の微小重力環境は、重力の作用により地上では困難だった物質の創製やデータの取得を可能にします。対流がない環境を用いて、次世代高性能半導体材料の世界初となる大型単結晶の製造、新規触媒の開発、高品質な窒化ガリウム（GaN）半導体を目指した技術開発など、地上の開発を加速させるような結果が得られています。

お酒のまろやかさ形成のメカニズム解明や、容器なしで物質を浮かすことができるという特徴を活かした高融点材料の融体の物性測定など、新しい技術にも挑戦しています。

「きぼう」での実験は、新たなイノベーションや技術を生み出し、日本のものづくりの競争力を高めることに役立ちます。



静電浮遊炉で高温の試料が浮遊している様子（地上実験）。高融点材料の熱物性を測る。

新たな知的領域を切り拓きます。

人類は地球の重力のもとで生まれ、科学技術も“地に足をつけた”研究により発展してきました。ISSという宇宙で継続的に実験ができる世界唯一の施設は、地上では調べることができない重力の影響や宇宙からしか見えない変化を明らかにすることで、地上のさまざまな研究分野に新たな視点を提供し、科学技術の飛躍に貢献してきました。

X線天文学での数々の世界的な発見、結晶が成長するメカニズムの解明、地表から超高層までの広範囲な大気の観測による既存の領域を超えた発見に加え、今後も暗黒物質の正体解明など、科学の真理を探究し、宇宙でしかできない新たな領域を切り拓いていきます。



「きぼう」でつられた氷結晶。地上でできる結晶より形の対称性が高い。

宇宙で得た技術を応用します。

宇宙で得られた日本の技術は、他国や地上への応用に用途を拡げています。「こうのとり」を通じて新たに開発されたISS近傍接近システムやISSへのドッキング方式は、その有効性が認められて米国の民間宇宙船に採用され、日本企業の新たなビジネスの拡大につながりました。また、日本のリチウムイオン電池は高い性能と「こうのとり」での採用実績を評価され、ISS本体の次世代標準電池として選ばれました。これらは日本の技術力が世界に認められた証しです。

安心・安全、信頼性の向上も宇宙が貢献できる分野です。宇宙分野で培った厳しい安全評価技術は、今では航空業界

や自動車業界で活用されています。

「きぼう」の運用を通じて開発された長期間の着用を可能とする宇宙下着の技術を応用した消臭下着、宇宙服の研究をもとにしたベスト型冷却下着など、宇宙技術に関連する製品のスピンドルも展開されています。

宇宙服の研究から生まれたベスト型冷却下着



検討中の次世代宇宙服。月面でも使える軽量宇宙服を研究している。



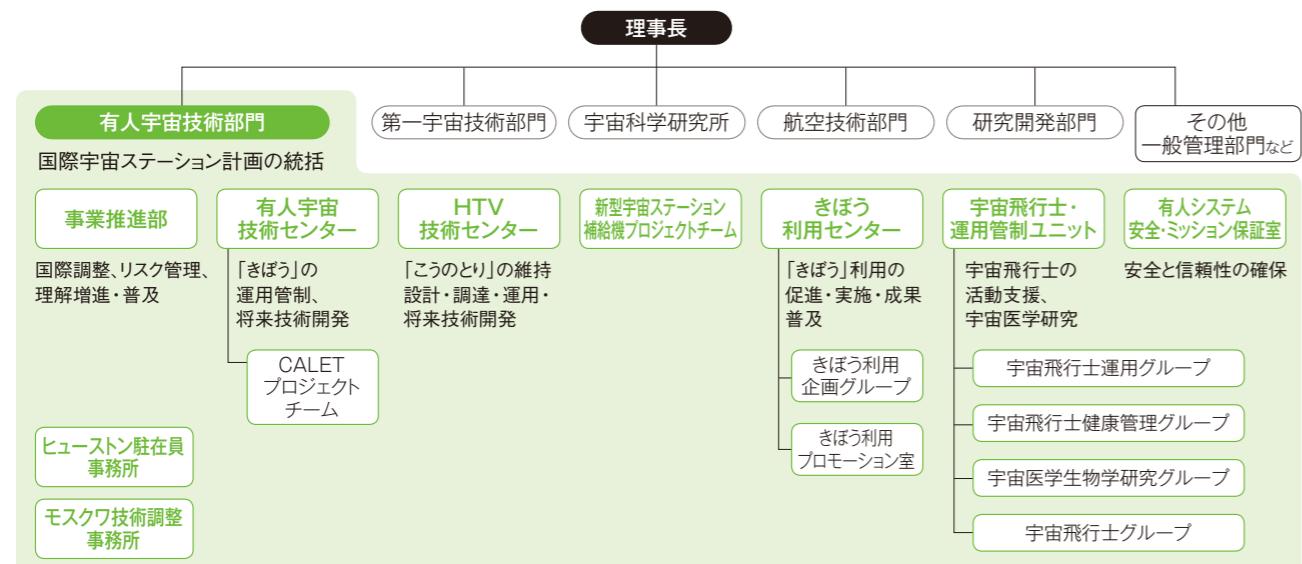
提供：帝国総研

9

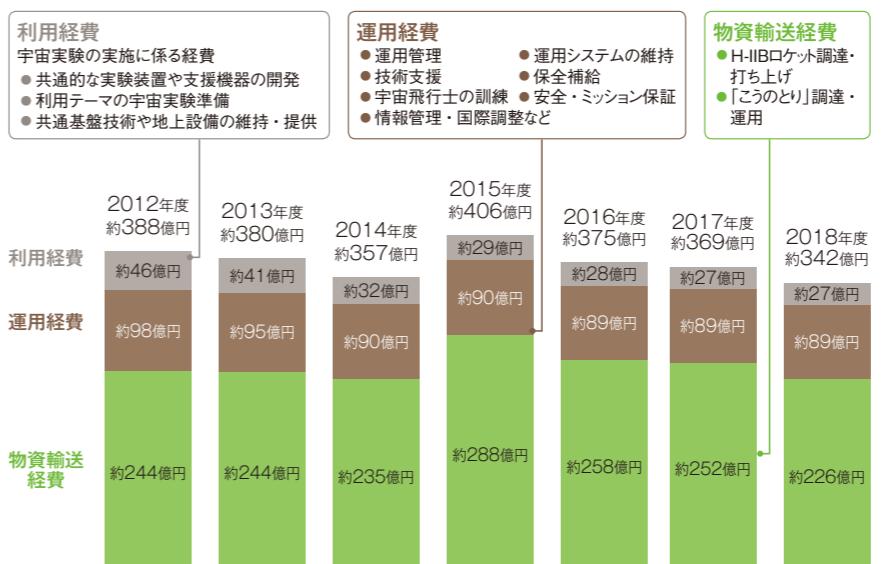
ISS計画における我が国的主要スケジュール



JAXA有人宇宙技術部門の組織



JAXA有人宇宙技術部門の予算



宇宙航空研究開発機構(JAXA)は、2003年に宇宙科学研究所(ISAS)、航空宇宙技術研究所(NAL)、宇宙開発事業団(NASDA)の3機関が統合して誕生しました。2015年4月には国立研究開発法人となり、日本全体の研究開発成果の最大化を目指し新たな一步を踏み出しました。

- 予算(2018年度当初予算):1540億円
- 職員数(2018年3月末時点):1525人
- 事業所:国内20施設、海外5事務所