

■ 第2-3-18表／宇宙基本計画工程表（平成30年度改訂）のポイント

宇宙基本計画工程表（平成30年度改訂）(案)のポイント

平成30年12月11日
内閣府
宇宙開発戦略推進事務局

政策体系：①宇宙安全保障の確保、②民生分野における宇宙利用推進、③産業・科学技術基盤の維持・強化

宇宙政策の目標達成に向けた宇宙プロジェクトの実施方針		個別プロジェクトを支える産業基盤・科学技術基盤の強化策
衛星測位		新規参入を促進し宇宙利用を拡大するための総合的取組
<ul style="list-style-type: none"> ● 準天頂衛星システムの開発・整備・運用 <ul style="list-style-type: none"> - JAXAと連携強化し、機能・性能向上を推進 - 2020年度に初号機を打ち上げ、2023年度目途に7機体制を確立 ● 準天頂衛星システムの利活用推進 <ul style="list-style-type: none"> - 宇宙担当大臣の下に「準天頂衛星システム利活用促進TF」を開催し、準天頂衛星利用を推進 		
衛星リモートセンシング		基幹的部品等の安定供給に向けた環境整備／将来の宇宙利用の拡大を見据えた取組
<ul style="list-style-type: none"> ● 情報収集衛星（光学・レーダ） <ul style="list-style-type: none"> - 2019年度にデータ中继衛星1号機と光学7号機を打上げ - 2019年度から光学9号機とレーダ多様化1号機を開発 ● 先進光学/先進レーダ衛星（ALOS-3・4） <ul style="list-style-type: none"> - 2020年度打上げを目指して開発を推進 ● 静止気象衛星 <ul style="list-style-type: none"> - 2019年度より、後継機の性能・仕様等の検討のための国内外技術調査を開始 ● 溫室効果ガス観測技術衛星（GOSAT） <ul style="list-style-type: none"> - 溫室効果ガス排出源の特定・排出量推計精度の向上及び9号機の開発の推進 ● その他モニタリング衛星 <ul style="list-style-type: none"> - 2019年度から水循環変動観測のための次期マイクロ波放射計のGOSAT-3への搭載実現に着手 - ライダー観測（レーザーレーダー）を用いた地表観測技術について、開発を見据えた研究を継続し、技術蓄積を深化 		
衛星通信・衛星放送		宇宙開発利用全般を支える体制・制度等の強化策
<ul style="list-style-type: none"> ● 次期技術試験衛星 <ul style="list-style-type: none"> - 次期技術試験衛星（9号機）の詳細設計を進め、2021年度打上げを目指す ● 光テレ中继衛星 <ul style="list-style-type: none"> - 開発を完了し、2019年度に打上げ ● ミッド防衛衛星通信網 <ul style="list-style-type: none"> - 2022年度目途に3号機打上げ 		
		宇宙産業及び科学技術の基盤の維持・強化に向けたその他の取組
		スペースデブリ対策
<ul style="list-style-type: none"> ● 政府全体の取組を推進すべく枠組みを構築するとともに、2019年度前半までにデブリ低減対策の基本的な取組を整理する 		
		宇宙外交の推進及び宇宙分野に関する海外展開戦略の強化
<ul style="list-style-type: none"> ● 國際ルール形成の取組推進及び諸外国との重複的な協力構築 ● ISS（国際宇宙ステーション）の組立型衛星の放出等 ● ホステッドペイロードに関する具体的な検討等を通じ、日本と宇宙分野での連携を強化 ● APRS AF、ERIAとの連携による宇宙協力の推進、SDGs分野で宇宙技術の貢献 		

資料：内閣府作成

(1) 宇宙輸送システム

宇宙輸送システムは、人工衛星等の打上げを担う技術であることから宇宙利用の第一歩であり、希望する時期や軌道に人工衛星を打ち上げる能力は自立性確保の観点から不可欠な技術基盤と言える。我が国は、自立的に宇宙活動を行う能力を維持・発展させるとともに、国際競争力を確保するため、令和2年度の初号機打上げに向け、平成26年度からH3ロケットの開発に本格着手し、各種燃焼試験等を実施している。また、イプシロンロケットについて、低コスト化のためのH3ロケットとのシナジー開発に平成29年度から着手した。

さらに、我が国の基幹ロケットである、H-II Aロケット、H-II Bロケット及びイプシロンロケットにより、平成30年6月に情報収集衛星レーダ6号機、同年9月に宇宙ステーション補給機「こうのとり」7号機、同年10月に「いぶき2号」、平成31年1月に革新的衛星技術実証1号機の打上げに成功した。



H-II Aロケット40号機（左）及び
イプシロンロケット4号機（右）の打上げ
提供：宇宙航空研究開発機構/三菱重工業株式会社（左）
宇宙航空研究開発機構（右）

(2) 衛星測位システム

衛星測位システムについては、総務省、文部科学省、経済産業省及び国土交通省等が連携し、山間地やビル影等に影響されずに高精度測位等を行うことが可能な準天頂衛星初号機「みちびき」による実証実験等を行っている。内閣府は、準天頂衛星システム「みちびき」について、平成30年11月1日に4機体制による高精度測位サービスを開始するとともに、2023年度(令和5年度)を目指して確立する7機体制と機能・性能向上に向け、衛星システムの仕様を決定し、5号機の開発に着手した。また、「みちびき」の利用拡大に向けて関係府省が連携し、自動車や農業機械の自動走行や物流や防災分野など様々な実証実験を進めている。



準天頂衛星システム「みちびき」サービス開始記念式典（平成30年11月1日）
提供：内閣府

(3) 衛星通信・放送システム

2020年代に国際競争力をもつ次世代静止通信衛星を実現する観点から、宇宙基本計画において「新たな技術試験衛星を平成33年度をめどに打ち上げることを目指す。」と明記されている。このことを踏まえ、総務省と文部科学省が連携し、電気推進技術や大電力発電、フレキシブルペイロード技術等の技術実証のため、平成28年度から技術試験衛星9号機の開発を行っている。

(4) 衛星地球観測システム

環境省は、「いぶき」を平成20年度に、「いぶき2号」を平成30年度にそれぞれ打ち上げ、全球の温室効果ガス濃度を長期的に観測することによって気候変動対策を推進している。

宇宙航空研究開発機構が平成24年5月に打ち上げた「しづく」や平成26年2月にNASAとの国際協力プロジェクトとして打ち上げたGPM主衛星のデータは気象庁において利用され、降水予測精度向上に貢献するなど、気象予報や漁場把握等の幅広い分野で活用されている（第3章第

3節 1 (1) 参照)。

平成29年12月に打上げに成功した「しきさい」の運用も行っている。このほかにも、「だいち2号」が平成26年5月に打ち上げられ、様々な災害の監視や被災状況の把握、森林や極域の氷の観測等を通じ、防災・災害対策や地球温暖化対策などの地球規模課題の解決に貢献している。

文部科学省及び宇宙航空研究開発機構は、地上からスペースデブリ（宇宙ゴミ）等の状況を把握することにより我が国の人衛星の安定的運用に貢献する宇宙状況把握システムの構築や高感度な赤外線センサの人工衛星への搭載技術の研究に防衛省と共同で取り組むとともに、広域かつ高分解能な撮像が可能な先進光学衛星（ALOS-3）や先進レーダ衛星（ALOS-4）、衛星間光通信を実証する光データ中継衛星の開発等にも取り組んでいる。

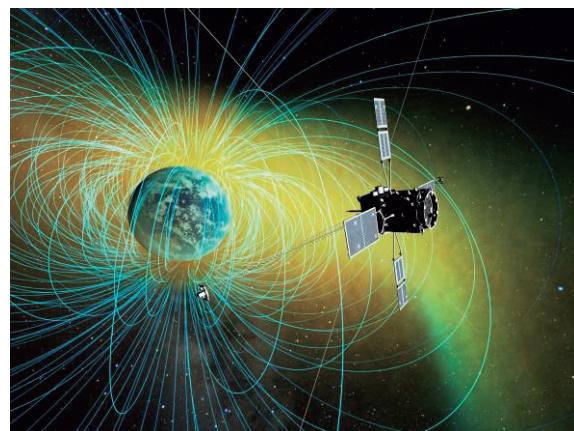
(5) 宇宙科学・探査

宇宙科学の分野においては、宇宙航空研究開発機構が中心となり、世界初のX線の撮像と分光を同時に人工衛星の開発・運用や、小惑星探査機「はやぶさ」による小惑星「イトカワ」からの試料回収など、X線・赤外線天文観測や月・惑星探査などの分野で世界トップレベルの業績を上げている。平成28年12月に打ち上げたジオスペース探査衛星「あらせ」は、地球周辺の宇宙空間ジオスペースにおいてプラズマの観測を行い、オーロラ発生の物理プロセスの同定に成功するなど、宇宙嵐などの太陽活動と地球の相互作用や宇宙環境の理解の深化に貢献した。平成26年12月に打ち上げた「はやぶさ2」は、平成30年に小惑星「リュウグウ」へ到着し、平成30年9月には世界初となる探査ローバーの小惑星探査活動に成功した。今後、令和元年に小惑星の試料を回収し、令和2年末に地球への帰還を予定している。

また、平成27年12月に金星周回軌道へ投入された金星探査機「あかつき」は、金星大気メカニズムの解明につながる成果を上げた。このほか、我が国初となる月への無人着陸を目指す小型月着陸実証機（SLIM¹）やX線分光撮像衛星（XRISM²）（共に2021年度打上げ予定）、欧洲宇宙機関との国際協力による水星探査計画（BepiColombo）の水星磁気圏探査機（みお）（平成30年10月打上げ）の開発など、国際的な地位の確立や人類のフロンティア拡大に資する宇宙科学分野の研究開発を推進している。



気候変動観測衛星
「しきさい」（GCOM-C）
提供：宇宙航空研究開発機構



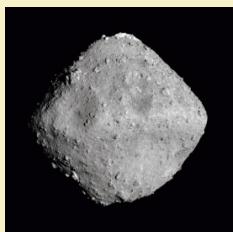
ジオスペース探査衛星「あらせ」
提供：宇宙航空研究開発機構

¹ Smart Lander for Investigating Moon
² X-Ray Imaging and Spectroscopy Mission

コラム
2-7

「はやぶさ2」～世界に示した日本の宇宙科学・探査技術

2010年（平成22年）6月13日、宇宙航空研究開発機構（JAXA）が開発した小惑星探査機「はやぶさ」が約7年かけて小惑星「イトカワ」と地球間の往復約60億kmを航行し、世界で初めて、小惑星からのサンプルを地球に持ち帰ること（サンプルリターン）に成功した。この「はやぶさ」は、設計から打上げ、調査まで日本独自の技術によって実現したプロジェクトである。特に初めて実用化された電気推進エンジン（イオンエンジン）は、推進力は小さいものの、非常に燃費が良く長時間加速の継続を可能とし、革新的技術の実証となった。



小惑星「リュウグウ」
(直径約900m)

（提供：宇宙航空研究開発機構等）

活動に成功した。同年10月にはドイツ・フランスが共同開発した小型着陸機「マスコット」を投下し、国際協力ミッションに貢献した。

2019年（平成31年）2月22日、「はやぶさ2」は「リュウグウ」への着陸とサンプル採取（タッチダウン）に成功した。大きな岩塊で覆われた「リュウグウ」へのタッチダウンは、難しい挑戦だった。タッチダウンに向け、「はやぶさ2」は「リュウグウ」の地形を詳しく調査し、機体を傷つけずに安全にタッチダウンできる地点を探した。当初の予定を後ろ倒しして慎重に選定した目標地点は、半径わずか3mほどの場所だった。初代「はやぶさ」では、タッチダウンの際に機体がバランスを崩して損傷し、サンプルを十分に採取できなかった。「はやぶさ2」ではその経験を生かして何度もシミュレーションを行い、目標地点からわずか誤差1mの地点へタッチダウン、岩石を採取した。地球から遠く離れた探査機を決められた地点に正確に誘導する高度な技術は、世界からも称賛された。

2019年度には、世界初となる小惑星に人工クレーターを形成し、人工クレーター内部のサンプルを採取する試みが計画されている。地球への帰還は、東京オリンピック・パラリンピック終了後の2020年末の予定だ。「はやぶさ2」の次には火星衛星の起源や火星圏の進化を明らかにする火星衛星探査計画「MMX」などの計画が控えており、日本の技術が宇宙科学の新たな成果をもたらすことが期待される。

《参考》「はやぶさ2」搭載小型モニタカメラ撮影映像

<https://www.youtube.com/watch?v=-3hO58HFa1M>（出典：JAXA Channel）



衝突装置によって形成された
クレーターにタッチダウンする想像図
(イラスト：池下章裕氏)



タッチダウン直後に撮影した
「リュウグウ」表面
(提供：宇宙航空研究開発機構等)

(6) 有人宇宙活動

国際宇宙ステーション（ＩＳＳ）計画¹は、日本・米国・欧州・カナダ・ロシアの5極（15か国）共同の国際協力プロジェクトである。我が国は、「きぼう」日本実験棟及び宇宙ステーション補給機「こうのとり」（ＨＴＶ）の開発・運用や日本人宇宙飛行士のＩＳＳ長期滞在により本計画に参加しており、これまでに、有人・無人宇宙技術の獲得、国際プレゼンス（国際的地位）の確立、宇宙産業の振興、宇宙環境利用による社会的利益（創薬につながる高品質タンパク質結晶の生成、医学的知見の獲得、次世代半導体の開発に資する材料創製、超小型衛星放出等）及び青少年育成等の多様な成果を上げてきている。2017年（平成29年）12月から翌年6月まで、金井宣茂宇宙飛行士がＩＳＳに長期滞在し、「きぼう」を利用した様々な科学実験やＩＳＳ各施設のシステム運用、船外活動等を実施した。また、2018年（平成30年）11月には、我が国初の試みとして、大気圏再突入技術の実証やＩＳＳからの物資回収能力の獲得を目的とした小型回収カプセルの帰還に成功し、ＩＳＳから実験サンプルを回収した。なお、2015年（平成27年）12月に、新たな日米協力の枠組みに係る合意文書を取り交わし、2024年（令和6年）までの我が国のＩＳＳ運用延長への参加が決定している。今後の取組としては、将来の宇宙探査も念頭に置いた新たな宇宙ステーション補給機（ＨＴＶ-X）の打上げを目指して開発を進めている。



金井宣茂宇宙飛行士

提供：宇宙航空研究開発機構／
米国航空宇宙局

¹ 日本・米国・欧州・カナダ・ロシアの政府間協定に基づき地球周回低軌道（約400km）上に有人宇宙ステーションを建設、運用、利用する国際協力プロジェクト

コラム 2-8

国際宇宙ステーションからの小型回収カプセルの帰還成功



小型回収カプセルの運用概要図

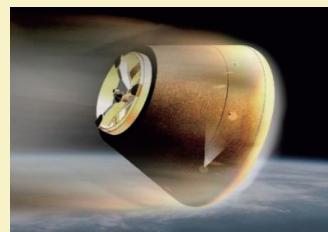
に回収するため、小型回収カプセルの内部は、断熱容器と保冷剤によって3.5日以上（ISS出発～大気圏再突入～着水～回収）を $4\pm2^{\circ}\text{C}$ に保つことが求められる。断熱容器等の開発には民間企業が参画し、家庭用魔法瓶に使用されている技術等が活用された。帰還後に、カプセル内部の温度データを確認した結果、計画通り、約5.5日間、 4°C 付近で 0.4°C の範囲で制御できていた。格納されていたタンパク質結晶にも損傷は見られず、現在、Spring-8等によって解析・評価が進められている。



回収された小型回収カプセル

2018年（平成30年）11月11日、国際宇宙ステーション（ISS）日本実験棟「きぼう」におけるタンパク質結晶化実験で得られたサンプル等を搭載した小型回収カプセルがISSから帰還し、南鳥島近海の太平洋に着水した。この小型回収カプセルは、我が国初の試みとして、大気圏再突入技術の実証やISSからの物資回収能力の獲得を目的に宇宙航空研究開発機構（JAXA）が開発したものである。宇宙ステーション補給機「こうのとり」7号機に搭載され、同年9月23日に打ち上げられていた。

ISSで生成したタンパク質結晶の品質を維持したまま地球



小型回収カプセルの大気圏再突入（イメージ）

今回の小型回収カプセルで実証した「大気圏再突入技術」には、機体を揚力飛行させて低加速度（4G以下）で目標地点に誘導する「揚力誘導制御技術」や大気圏再突入時の高温環境（約 2000°C ）から機体を防護する「軽量熱防護技術」等があり、これらは有人宇宙船に必要となる多くの技術の一つである。

新たな挑戦により我が国にとっての末踏技術を獲得したことに加えて、他国に頼らないISSからのサンプル回収手段を獲得した意義は大きく、日本の宇宙利用における競争力向上への寄与も期待される。

《参考》技術者たちの思い（「こうのとり」7号機と小型回収カプセル、そして未来のプロジェクトへ）

<https://www.youtube.com/watch?v=6WFJFjXGhX8>

（出典：JAXA Channel）

提供：宇宙航空研究開発機構

（7）国際宇宙探査

様々な国で月面や火星の探査ミッションが多く計画されるなど関心が高まってきており、米国も2017年、月近傍に有人拠点（Gateway）を構築する構想を発表し、各国に参画を呼びかけている。我が国は無人月面着陸機「SLIM」の2021年度打上げを計画するとともに、JAXAとインド宇宙機関（ISRO¹）との間で共同月着陸探査ミッションの実現性について検討を進めている。またGatewayは、通信やサンプル回収等の中継拠点として月面探査をより効率的・効果的に進めることができるものであり、我が国としても、参加に向けて、独自性を打ち出しつつ国際調整や具体的な技術検討を進めている。

（8）宇宙の利用を促進するための取組

文部科学省は、人工衛星に係る潜在的なユーザーや利用形態の開拓など、宇宙利用の裾野の拡

¹ Indian Space Research Organisation

大を目的とした「宇宙航空科学技術推進委託費」により産学官の英知を幅広く活用する仕組みを構築した。これにより、宇宙航空分野の人材育成及び防災、環境等の分野における実用化を見据えた宇宙利用技術の研究開発等を引き続き行っている。

経済産業省は、大型衛星に劣らない機能、低コストや短納期を実現する高性能小型衛星の研究開発を進めており、平成30年1月に高性能小型レーダ衛星（A S N A R O – 2）の打上げを行った。また、国際競争力のある宇宙用機器の研究開発、衛星を活用したリモートセンシング（遠隔探知）技術を用いた鉱物資源探査等に資するセンサの開発も進めている。加えて、ビッグデータ化する宇宙データの利用拡大の観点から、政府衛星データをオープン＆フリー化するとともに、ユーザにとって使いやすい衛星データプラットフォームの整備なども進めている。

コラム 2-9

宇宙から大地へ ～準天頂衛星や農業だけじゃない、地上に生かされる宇宙技術～



革新的衛星技術実証1号機
提供：宇宙航空研究開発機構

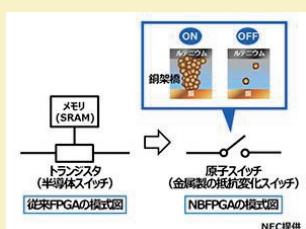
宇宙は、以前と比べ、とても身近な存在となっている。気象衛星、衛星放送や正確な位置を図るGPSなど、普段格別に意識することなく、我々の生活は宇宙の技術によって支えられている。宇宙技術の代表例としては、ロケットの打上げや人工衛星が挙げられやすいが、例えば、平成21年に完成し、今年で10年を迎えるISS「きぼう」実験棟なども、創薬等を中心に様々な宇宙実験の研究成果をもたらしてきた。このように、今後は、「宇宙に行くこと」や「地球を観測すること」のみならず、「宇宙を使う」、「宇宙で試す」という観点が重要になってくる。

文部科学省は、宇宙利用の裾野を広げる可能性を秘めた活動

を行っている大学や民間企業等に対して、宇宙空間における実証の機会を提供しており、平成31年1月には大学や企業から実証テーマを公募した「革新的衛星技術実証1号機」を打ち上げた。実証機の多くは、今後の人工衛星等の革新に貢献する技術を実証するものであるが、例えば、日本電気株式会社（NEC）は、小型で電力消費量が低く、放射線の影響も受けにくい画期的なFPGA（field-programmable gate array）を宇宙空間で実証しようとしている。FPGAは、機能の組替えが可能な集積回路であり、NECでは、放射線に弱い半導体の代わりに金属原子を動かすことで回路をスイッチングする「ナノブリッジ」を採用した。同社は、今回の実証によりナノブリッジFPGAの信頼性を評価することにより、人工衛星等の宇宙機のみならず自動車や医療分野など、より高い信頼性が求められる分野への応用展開も視野に入れながら、実証に取り組んでいる。



NECが開発したFPGA
提供：NEC



メモリを原子スイッチに置き換えた「ナノブリッジ」の模式図
提供：NEC

文部科学省及び宇宙航空研究開発機構は、これまでの宇宙開発・利用にとどまらず、非宇宙分野も含めた新たな発想を取り込み新事業創出等を目指すJ-SPARC事業を平成30年度から開始した。宇宙の利活用の可能性は、宇宙空間のように無限に広がっており、今後も我々の身近な生活の向上等にも資する宇宙技術に挑戦していくこととしている。

■第2-3-19表／国家戦略上重要なフロンティアの開拓のための主な施策（平成30年度）

府省名	実施機関	施策名
内閣官房	内閣情報調査室	情報収集衛星の研究開発
内閣府	本府	実用準天頂衛星システム事業の推進
文部科学省	本省	南極地域観測事業
		北極域研究推進プロジェクト
	宇宙航空研究開発機構	国際宇宙ステーション開発費補助金
		基幹ロケット高度化推進費補助金
経済産業省	本省	政府衛星データのオープン＆フリー化及びデータ利用環境整備事業費
		衛星データ統合活用実証事業費
国土交通省	海上保安庁	我が国領海及び排他的經濟水域における海洋調査の推進

コラム
2-10

ブラックホールの撮影に成功

2019年4月10日、日米欧などの研究者から構成される国際共同研究プロジェクト（イベント・ホライズン・テレスコープ）のグループが、史上初めて、ブラックホール（※1）の撮影に成功したと発表した。

プロジェクトでは、2017年4月に世界6か所8つの電波望遠鏡で、同時に、地球から5500万光年離れた、おとめ座の銀河M87の中心にある巨大ブラックホールの観測を行い、観測データ分析・画像解析の上、その存在を初めて画像化することに成功した。

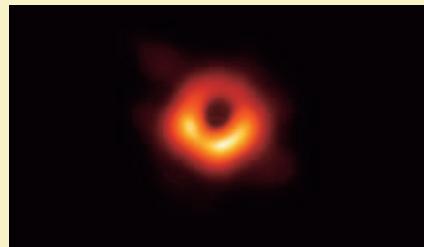
世界の8つの電波望遠鏡を同期させ、つなぎ合わせることで、地球サイズの電波望遠鏡を構成し、極めて高い解像度が実現された。日米欧が国際共同で運用する、南米チリのアタカマ高地（標高5000m）に設置された「アルマ望遠鏡」も観測に参画し、精度の向上に貢献した。

また、全世界200名超で構成される研究者のうち、日本からも22名（※2）の研究者等が参加し、観測やスーパコンピュータ「京」の後継機のためのアプリケーション開発で作成されたコードを活用した理論・シミュレーション、画像解析等で貢献した。

今回と同時期に観測された天体についても、解析が行われており、宇宙の謎の解明へつながる更なる成果が期待されている。

※1 ブラックホール：強い重力により、近くの物質などを飲み込み、光さえ脱出できない暗黒の天体

※2 海外機関所属の研究者等を含む



M87銀河の中心にある巨大ブラックホールを撮影した画像。中心の黒い部分がブラックホールの影。

提供：イベント・ホライズン・テレスコープ