資料61-3-5
科学技術・学術審議会
研究計画・評価分科会
宇宙開発利用部会
（第61回）2021.6.28

最近の宇宙に関する動向について

2021年6月28日

研究開発局

宇宙開発利用課

文部科学省
MEXT
MINISTRY OF EDUCATION,
CULTURE, SPORTS,
SCIENCE AND TECHNOLOGY-JAPAN

1. 宇宙政策を巡る動向

我が国における宇宙開発利用体制について

○宇宙開発利用は、人類共通の知的資産の拡大、産業の発展、安心・安全で豊かな社会の実現等に貢献する分野であり、国家戦略の一つとして政府をあげて推進すべきもの。

○平成20年5月に成立した宇宙基本法に基づき、内閣に設置された宇宙開発戦略本部を中心に総合的かつ計画的に推進。

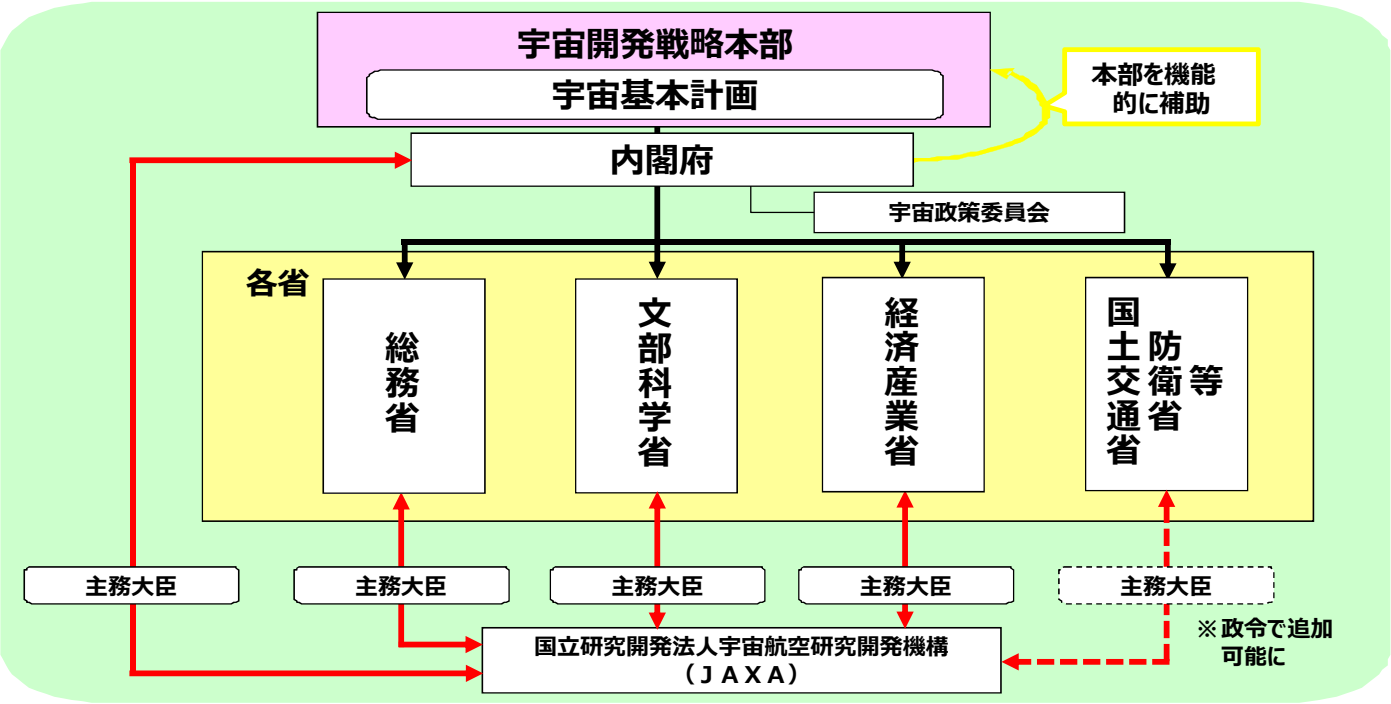
○宇宙政策の司令塔機能の強化を図るべく、「内閣府設置法等の一部を改正する法律」（平成24年6月成立）により、平成24年7月に宇宙戦略室及び宇宙政策委員会が内閣府に設置。

○平成25年1月25日、宇宙基本計画が宇宙開発戦略本部において決定。

○安全保障における宇宙の著しい重要性や宇宙産業基盤強化の必要性増大を踏まえ、平成27年1月9日に新基本計画が宇宙開発戦略本部において決定（本文と工程表の二部構成）。

○内閣官房・内閣府スリム化法の施行により、内閣官房宇宙開発戦略本部事務局及び宇宙戦略室が平成28年4月1日に宇宙開発戦略推進事務局に一元化。
それに伴い、宇宙基本計画本文は従来の宇宙開発戦略本部決定から閣議決定に変更。

○工程表については、毎年、政策項目ごとの進捗状況を宇宙政策委員会において検証し、宇宙開発戦略本部において改訂。



主務大臣：法人の業務を所管する大臣、複数の場合がある

＜宇宙開発戦略本部＞

本部長　内閣総理大臣
副本部長　内閣官房長官
　　宇宙開発担当大臣
本部員　本部長及び副本部長以外の全ての国務大臣

＜宇宙政策委員会（2020年7月時点）＞

委員（９名）は全員非常勤

会議は非公開

委員：

葛西敬之（東海旅客鉄道株式会社名誉会長）【委員長】

松井孝典（千葉工業大学惑星探査研究センター所長、東京大学名誉教授）【委員長代理】

青木節子（慶応義塾大学大学院法務研究科教授）

遠藤典子（慶應義塾大学大学院　政策・メディア研究科特任教授）

折木良一（元防衛省統合幕僚長）

後藤高志（株式会社西武ホールディングス代表取締役社長）

中須賀真一（東京大学大学院工学系研究科教授）

松本紘（国立研究開発法人理化学研究所理事長）

山崎直子（宇宙飛行士）

文部科学省における宇宙・航空分野の施策

令和3年度予算額(案)　157,635百万円
(前年度予算額　157,530百万円)
※運営費交付金中の推計額含む

令和2年度第三次補正予算額(案)　57,252百万円
JAXA総額 157,098百万円（157,084百万円）

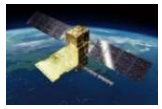
新宇宙基本計画等を踏まえ、「災害対策・国土強靱化や地球規模課題の解決への貢献」、「宇宙科学・探査による新たな知の創造」、「産業・科学技術基盤等の強化」及び「次世代航空科学技術の研究開発」などを推進。統合イノベーション戦略2020において、コロナ禍を踏まえた強靭で持続可能な社会づくりのために宇宙関係府省全体として宇宙開発利用の強化・拡大に取り組むとされているところ、必要な研究開発に取組み「新しい日常」づくりに貢献。

◆宇宙安全保障の確保／災害対策・国土強靱化や地球規模課題の解決への貢献　20,101百万円 (25,184百万円)[7,002百万円]

※[]は令和2年度第3次補正予算額（案）。以下同じ。

○ 宇宙状況把握(SSA)システム　3,664百万円（1,857百万円）
スペースデブリ等に対応するため、防衛省等と連携して、SSAシステムを構築。

○ 先進レーダ衛星（ALOS-4）　5,253百万円（1,317百万円）[7,002百万円]
超広域(観測幅200km)の被災状況の迅速な把握や、地震・火山による地殻変動等の精密な検出のため、先進レーダ衛星を開発。



○ 温室効果ガス・水循環観測技術衛星　1,000百万円（300百万円）
温室効果ガス観測センサと、「しずく」搭載の海面水温、降水量等の観測センサを高度化したマイクロ波放射計(AMSR3)等を搭載した衛星を環境省と共同開発。

◆イノベーションの実現／産業・科学技術基盤等の強化

39,428百万円 (47,831百万円)[23,702百万円]

○ H3ロケットの開発・高度化　4,232百万円（18,054百万円）[14,693百万円]
運用コストの半減や打上げニーズへの柔軟な対応により、国際競争力を強化し、自立的な衛星打上げ能力を確保。

○ 技術試験衛星9号機　1,506百万円（1,118百万円）[2,999百万円]
次世代静止通信衛星における我が国の産業競争力強化に向け、オール電化・大電力の静止衛星バス技術を開発、総務省開発の通信機器等を搭載。

○ 将来宇宙輸送システム研究開発プログラム　176百万円（新規）
将来宇宙輸送系を目指し、非宇宙産業を含む民間等と共に研究開発を実施。

○ 小型技術刷新衛星研究開発プログラム　300百万円（新規）
挑戦的な衛星技術を積極的に取り込み、衛星開発・製造方式の刷新を図るため、小型・超小型衛星による技術の短期サイクルでの開発・実証を実施。

◆宇宙科学・探査による新たな知の創造

54,179百万円（45,129百万円）[24,825百万円]

【国際宇宙探査（アルテミス計画）に向けた研究開発等】
26,564百万円（7,006百万円）[24,825百万円]

○ 新型宇宙ステーション補給機(HTV-X)
16,683百万円（5,552百万円）[20,351百万円]
様々なミッションに応用可能な基盤技術の獲得など将来への波及性を持たせた新型宇宙ステーション補給機を開発。

○ 月周回有人拠点　4,200百万円（195百万円）[1,901百万円]
月周回有人拠点「ゲートウェイ」に対し、我が国として優位性や波及効果が大きく見込まれる技術（有人滞在技術等）を提供。

○ 小型月着陸実証機（SLIM）　1,901百万円（583百万円）[1,504百万円]
将来の月・惑星探査に向け、高精度月面着陸の技術実証を実施。

○ 火星衛星探査計画（MMX）　2,600百万円（2,600百万円）
火星衛星の由来や、原始太陽系の形成過程の解明に貢献するため、火星衛星のリモート観測と火星衛星からのサンプルリターンを実施。

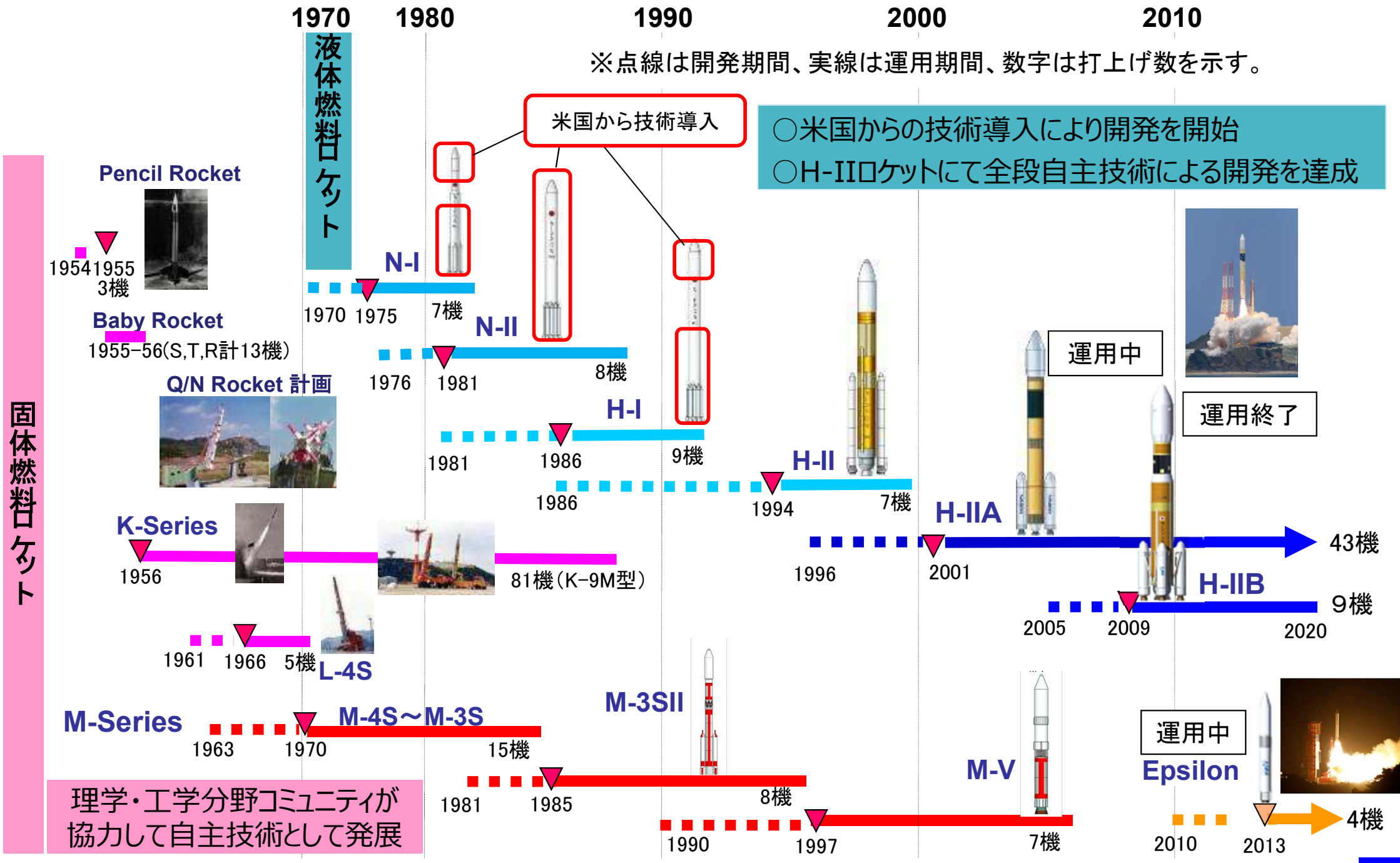
○ はやぶさ2拡張ミッション　360百万円（新規）
令和2年12月のカプセル分離後、はやぶさ2の残存燃料を最大限活用し、新たな小惑星への到達を目標とした惑星間飛行運用を継続。

◆次世代航空科学技術の研究開発　3,665百万円（3,573百万円）

航空機産業における世界シェア20%を産学官の連携により目指す。
脱炭素社会を早期実現する超低燃費航空機技術と航空機電動化技術、新たな市場を開拓する静粛超音速旅客機に関する研究開発等を実施。

３．１　ロケット・衛星開発

液体燃料ロケットと固体燃料ロケットの開発経緯



H3ロケット

- 我が国の宇宙輸送システムの自立性確保及び宇宙開発利用の更なる拡大のため、JAXAが三菱重工業株式会社と連携して新型基幹ロケットであるH3ロケットを開発中。

- H3ロケットは、これまでのH－ⅡA、H－ⅡBロケットの技術を継承し、我が国のロケットの強みである高い信頼性を確保するとともに、更なる国際競争力強化に向けて、**打上げ能力の向上**、**打上げ間隔の縮減**、**打上げ費用の低減**を図る。

【H3 ロケットの開発目標】

・打上げ能力：4.8トン（H-IIA 204 形態）→ 6.5トン～（H3-24 形態） ※静止遷移軌道

・打上げ間隔：53 日～（H-IIA）→ 約半分程度まで削減（H3）

・打上げ費用：100 億～（H-IIA）→ 50 億～（H3） ※安全監理費等を除く

新型1段エンジン（LE-9）
燃焼試験の様子

LE-9の特徴

・高い打上げ成功率につながる信頼性の維持

・機構の簡素化によるコスト低減

・大推力化

改良型固体ロケットブースタ（SRB-3）
燃焼試験の様子

SRB-3の特徴

・高い打上げ成功率につながる信頼性の維持

・分離機構のシンプル化

・コスト低減

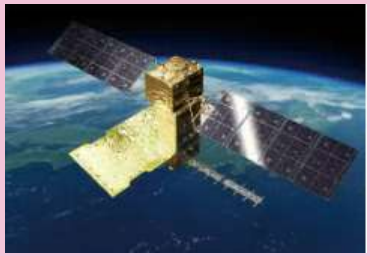
図はイメージ
デザイン等関係者と調整中

JAXA観測衛星について

防災・減災、国土強靭化、安全保障等を中心に貢献する高分解能衛星

先進光学衛星「だいち3号」(ALOS-3)
(2021年度打上げ予定)

日本が強みを持つ広域・高分解能光学観測センサにより、分解能1m以下で日本全域を高頻度に観測し、防災・災害対策等を含む広義の安全保障、地図・地理空間情報の整備・更新等、ビジネス利用等に貢献



先進レーダ衛星「だいち4号」(ALOS-4)
(2022年度打上げ予定)

日本が強みを持つ広域・高分解能なLバンド合成開口レーダにより、超広域の被災状況の迅速な把握や地殻変動の精密な検出、森林観測、海氷監視、船舶動静把握、インフラモニタ等に貢献

※2014年打上げの「だいち2号」も運用中

全球降水観測計画/二周波降水レーダ
(GPM/DPR)(2014年打上げ)

日本が強みを持つレーダ技術を生かした、3次元の高精度降水観測が可能な日本独自の二周波降水レーダにより、気象予報や気候学の研究に貢献
(日米共同ミッション)

※降水レーダ後継ミッションについて、宇宙基本計画工程表に基づき検討中

EarthCARE/雲プロファイリングレーダ
(CPR)(2022年度打上げ予定)

日本が強みを持つレーダ技術を活かした、世界初となるドップラ計測機能を持つWバンド雲レーダにより、雲の立体構造と内部の対流の様子を観測することで気候変動予測や気象予測の数値モデルにおける誤差の大幅な低減に貢献
(日欧共同ミッション)

気候変動問題の解決等へ主に貢献する全球観測衛星

水循環変動観測衛星「しずく」(GCOM-W)
(2012年打上げ)

日本が強みを持つマイクロ波放射計により、海面や海氷、大気から放射される微弱な電波を捉え、水に関する様々な物理量を計測し、気象予報、漁業、極域の船舶航行等の実利用や水循環変動に関する科学分野の進展に貢献

気候変動観測衛星「しきさい」(GCOM-C)
(2017年打上げ)

19種類の様々な波長を用いた広域多波長観測が可能な光学センサにより、地球上の雲、チリ等のエアロゾル、植生等の観測をすることで、地球環境変化の監視や温暖化予測の改善へ貢献

マイクロ波
放射計技術

温室効果
ガス観測
技術

温室効果ガス観測技術衛星2号
「いぶき」(GOSAT-2)(2018年打上げ)

温室効果ガス観測技術衛星(GOSAT)「いぶき」による観測で実績を上げているCO2、CH4(メタン)の濃度算出及び吸収排出量推定の継続発展等を目指し、温暖化防止に向けた国際的な取組に貢献

※2009年打上げの「いぶき」も運用中

温室効果ガス・水循環観測技術衛星
(GOSAT-GW)(2023年度打上げ予定)

日本が強みを持つ「しずく」のマイクロ波放射計ミッションを発展的に継続し、新たに降雪量の観測を行い、気象予報・漁業情報提供・海路情報など、現業分野や水循環監視に貢献するとともに「いぶき2号」の温室効果ガス観測ミッションを発展的に継続

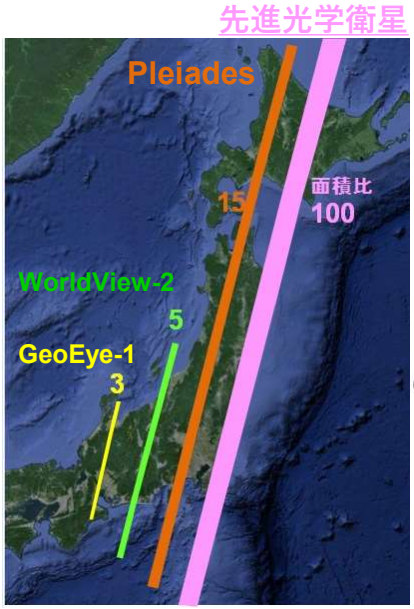
先進光学衛星（ALOS-3）

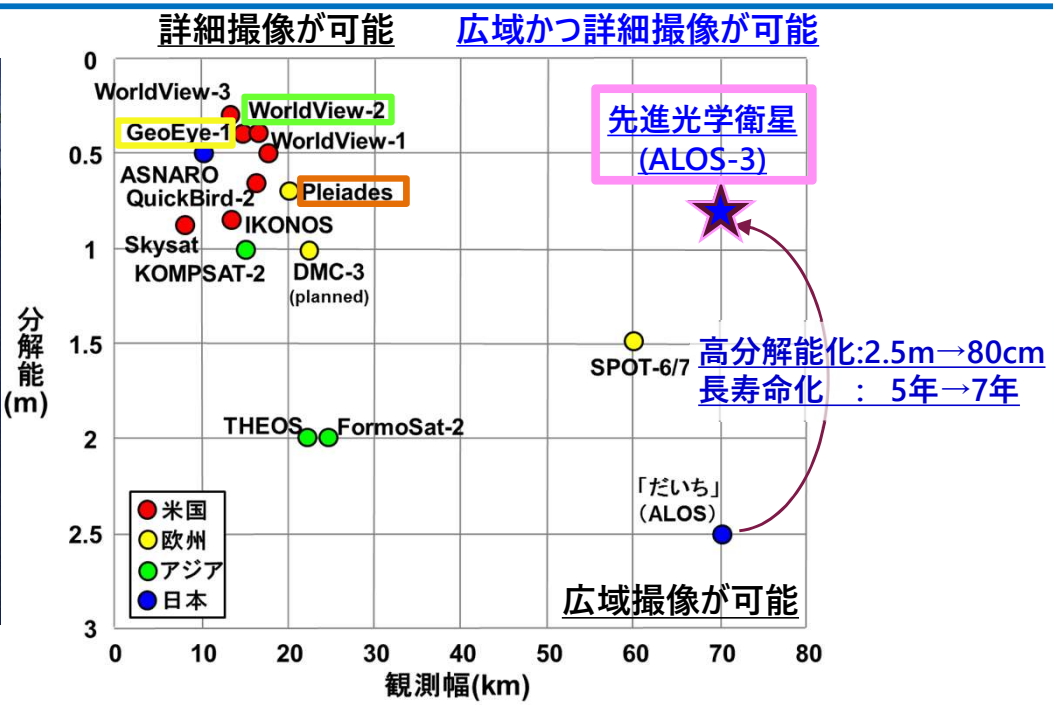
■ ALOSで獲得した光学センサ技術を発展させ、広域(観測幅70km）を維持しながら、**高分解能撮像（2.5m→0.8m）を実現し、**
- ➢ 平常時の画像と大規模災害時の画像との比較による詳細状況把握等により、**防災・災害対策等を含む広義の安全保障に貢献**。
- ➢ 地理空間情報の整備・更新等に貢献。
- ➢ 多様な利用ニーズに対応するため、衛星データ利用のノウハウを有する民間事業者の活力（地上局整備、データ配布枠組）を導入。

➡ 防災・災害対策、国土管理等の分野において、**無くてはならない手段となる（社会インフラ化する）**。

■ 防衛装備庁が開発する衛星搭載型２波長赤外線センサを搭載。

■ **令和３年度に打ち上げるH3ロケット試験機初号機に搭載すべく、着実に開発を推進。**

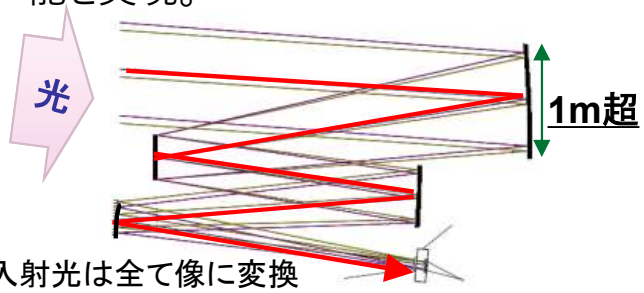




他衛星との比較（分解能×観測幅）

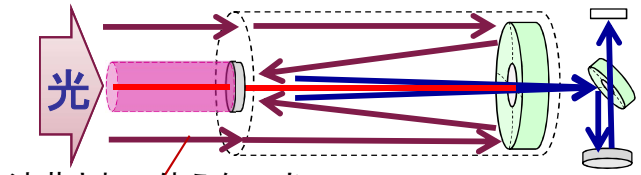
【広域かつ高分解能を達成するコア技術】

- 「だいち」で実現した「軸外し３枚鏡光学系」の大型化。**欧米の高分解能衛星が搭載する「コルシュ光学系」に対し、広視野を実現**。
- **主鏡サイズ1m超、波面精度数十ナノメートルの光学系の開発**により高分解能を実現。



入射光は全て像に変換

軸外し3枚鏡光学系



遮蔽されて使えない光

（参考）コルシュ光学系

光衛星間通信機器（光データ中継衛星と通信）

衛星搭載型2波長赤外線センサ
（防衛装備庁より受託開発）

広域・高分解能センサ

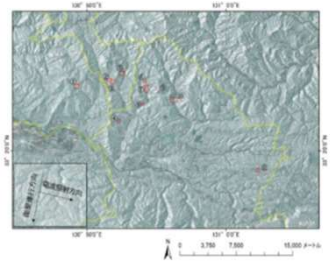
先進レーダ衛星（ALOS-4）

- 陸域観測技術衛星2号「だいち2号」（ALOS-2）Lバンド合成開口レーダ(SAR)の強みである**地殻・地盤変動観測**を更に進化させ、**超広域・高頻度での高精度な変動監視**を実現。
- ALOS-2のミッションである**全天候型の災害観測、森林観測、海氷監視、船舶動静把握等**の継続的かつより高度な活用を図るとともに、インフラ変位モニタのような**新分野での利用**を実用化。
  - ➢ ALOS-2では発災後に緊急観測を実施。**観測頻度が向上するALOS-4では、発災後の状況把握に加え、地殻・地盤変動による異変の早期発見が可能**。
  - ➢ 地上では観測が不可能な場所、点でしか観測できない場所が多く存在。ALOS-4の高頻度観測により、日本全土網羅的な観測が可能となり、**インフラ管理者による異変の見逃し防止や点検の効率化等が実現**。
- **令和４年度に打ち上げるH3ロケット試験機２号機に搭載すべく、着実に開発を推進。**

レーダ（SAR）観測の特徴

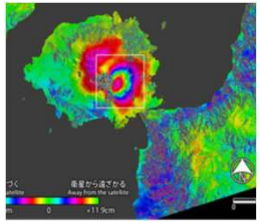
✓ **昼夜問わず観測が可能**

✓ **雲を透過するため天候問わず観測が可能**



ALOS-2による九州北部豪雨時の土砂移動（図中□）観測例

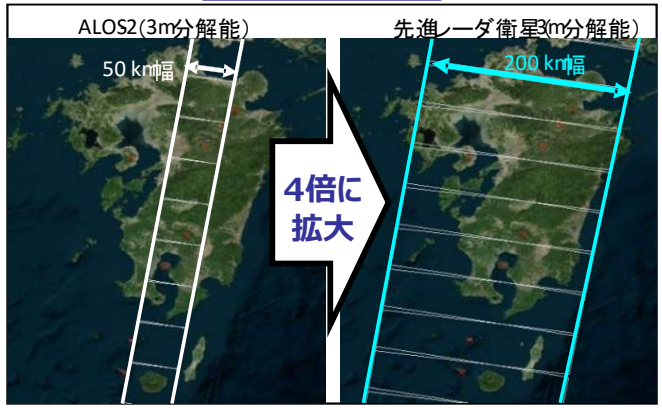
✓ **地殻変動等の数cmオーダの精密観測が可能**



ALOS-2による桜島火山活動の観測例

ALOS-2からの進化

観測幅の増大



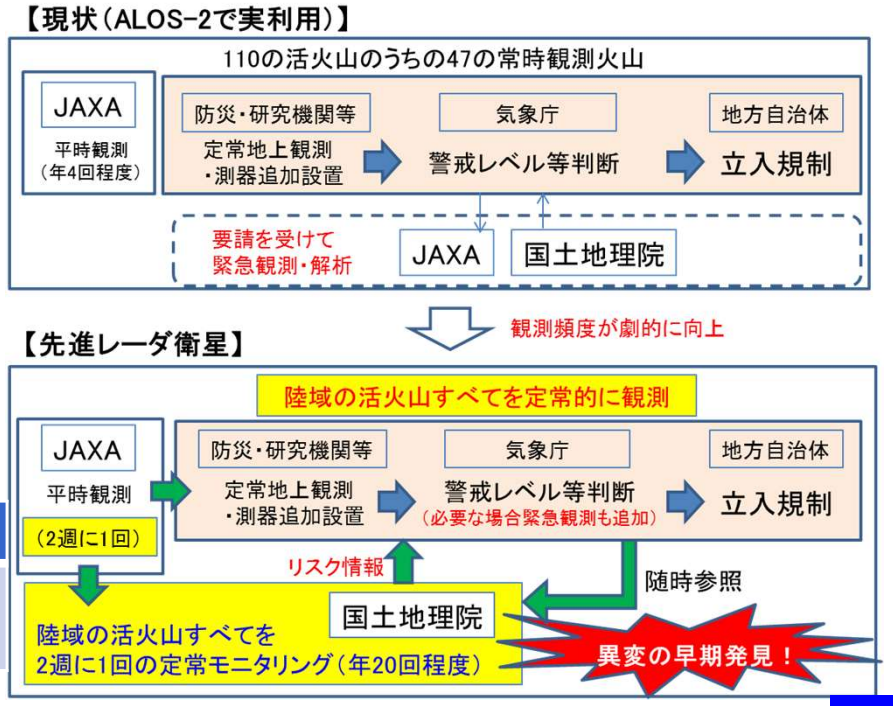
定常観測の高頻度化

※緊急観測は半日に1回可能

	ALOS-2	先進レーダ衛星
3m分解能	年4回	**年20回（2週に1回）**

長寿命化（設計寿命：5年→7年）

事前把握から異変の早期発見へ：火山監視の事例

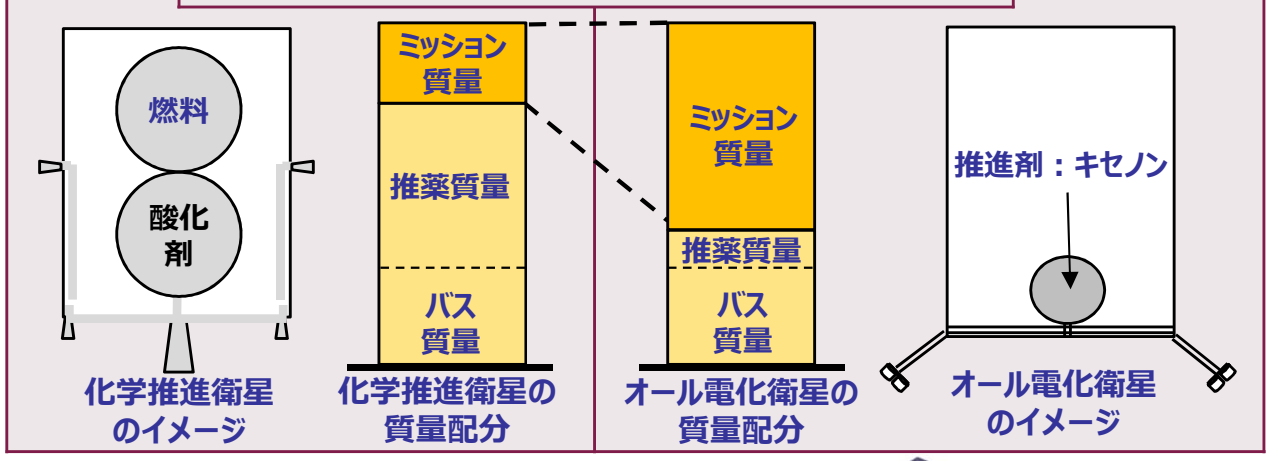


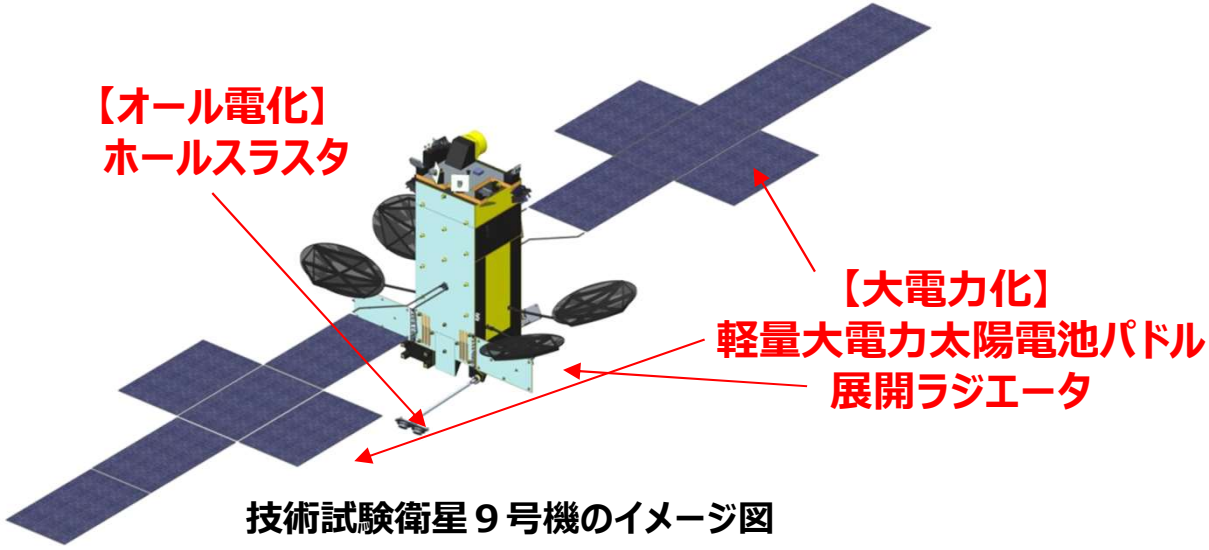
技術試験衛星9号機（ETS-9）

- 2020年代の次世代静止通信衛星における我が国の**産業競争力の強化**を目的に、**令和５年度の打上げを目指して技術試験衛星9号機を開発。**
- 産業競争力強化のため、衛星バス技術として**①オール電化、②大電力化**を実証。
- 衛星システムメーカは、実証成果を活用した次世代静止通信衛星の商用展開を担う。**国際市場で将来「売れる衛星」に繋げる**上で重要な要素となる**企業の責任を明確化**するため、JAXAと衛星システムメーカ間で基本協定を締結。

➡ 衛星システムメーカが年２機以上のペースで国際受注を獲得し、**国際市場シェアで１割を獲得することを目標**

5ton級衛星の推進方式の違いによるミッション質量の差





技術試験衛星９号機のイメージ図

オール電化

高い国際競争力（比推力・推力）を有する**ホールスラスタ**（電気推進技術）の開発を通じ、

- **推薬質量の大幅削減**によるミッション機器の充実化や打上質量の低減
- 次世代静止通信衛星において、大推力ホールスラスタを使用することで、**約4ヶ月の遷移期間を達成することを実証する**。

大電力化

大電力化が想定される将来ミッションへの対応能力を確保するため、大電力太陽電池パドルや高排熱技術（展開ラジエータ）等の技術を獲得し、2020年代に想定される最大規模のペイロードに対し必要な**最大電力25kW級**の実現を目指す。(現行の最大規模ペイロードに必要な電力は20kWであるが、国産バスは13kWに留まる)

静止軌道用GPS受信機

実現困難だった**静止軌道でのGPSの利用**を可能にする。その結果、衛星運用の自立化・自動化が実現し、**衛星運用に係るコストが削減**できる。

温室効果ガス・水循環観測技術衛星

■ 温室効果ガス観測技術衛星（GOSAT）、GOSAT-2は、温室効果ガスの排出量をグローバルかつ高精度に把握することが可能。

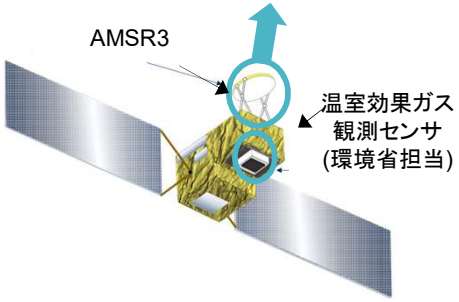
■ 水循環変動観測衛星「しずく」（GCOM-W）に搭載した高性能マイクロ波放射計２(AMSR2)は、気候変動観測分野でのデータ利用に加え、気象庁や各国の気象機関で定常利用され、また、南極観測船の航路選択等、極域を含む船舶航行安全の現業分野に加え、漁船操業の効率化等漁業分野でも活用。

■ **高性能マイクロ波放射計3(AMSR3)(JAXAが開発を担当) の開発に加え、GOSAT、GOSAT-2を発展的に継続する温室効果ガス観測センサ(環境省が開発を担当)とAMSR3を搭載する温室効果ガス・水循環観測技術衛星のバスを開発。令和３年度より衛星実機の開発に着手。(令和5年度打上げ予定)**

■ 長期的な観測の継続により、観測データを国際的なガイドライン等の評価指標として定着させ、気候変動対策等に貢献

■ 台風進路予測の向上や沿岸漁場での利用など、新たな利用ニーズに対応。

AMSR３
(走査部)のイメージ



温室効果ガス・水循環観測技術衛星
イメージ図

令和２年度の取組

- 令和５年度の打上げに向け、環境省との按分となる**衛星バスや地上設備の整備等に着手する。**
- 水循環変動・気候変動予測の精度向上や気象予報・漁場/海況把握等の現業利用に貢献するAMSR3**の開発を進める**。

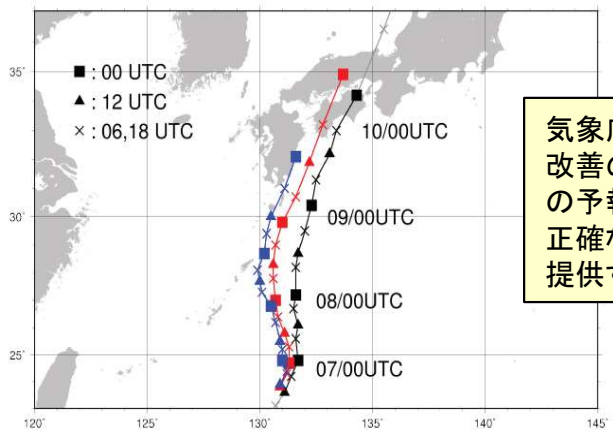
次期マイクロ波放射計(AMSR３)の特徴

【高分解能化】
海面水温の高分解能化を目指す。これにより、AMSR2では不可能であった沿岸漁場を含む漁海況情報の高度化に貢献。

【高周波観測チャネルの追加】
降雪量及び対流圏上部の水蒸気観測を可能にし、全球的な降水量（降雨、降雪）の観測及び水蒸気の解析精度向上を実現するため、高周波チャネル（160～190GHz帯）を追加。

【気象分野の利用例：AMSR3による台風予報の精度向上】

・高周波のマイクロ波放射計データを数値気象予報に組み込むことにより、**予報精度向上**
・これにより、**行政の判断や住民の避難行動遅れによる被害拡大の拡大を防止**



気象庁の台風予報精度の改善の取組(台風中心位置の予報誤差100km目標)に、正確な観測データを迅速に提供することで大きく貢献

※ UTC:世界協定時刻
➡日本標準時 - 9時間

（図中の凡例で示される印は、台風の中心位置の日時を示す。）

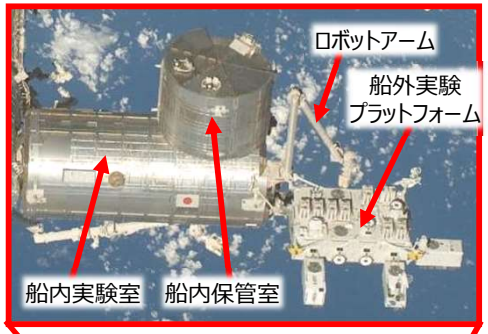
黒線：実際の台風の進路
青線：現業システム《AMSR2(89GHzまで)等のデータを同化》による予報結果
赤線：現業システムに高周波（183GHz）帯輝度温度《AMSR3で新規搭載》を同化した予報結果

３．２　国際宇宙ステーション（ISS）計画、国際宇宙探査

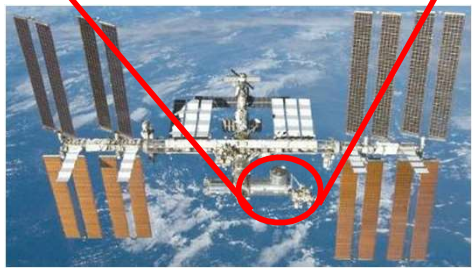
国際宇宙ステーション（ISS）計画の概要

1. 概要

○日米欧加露の５極（15か国）共同での平和目的の国際協力プロジェクト
○高度約400kmの軌道上を周回する常時滞在型有人施設



日本実験棟「きぼう」



国際宇宙ステーション（ISS）

2. 経緯

1988年　日米欧加の４極間で宇宙基地協力協定に署名(翌年国会承認)
1998年　露を加えた５極間で新しい協定に署名(同年国会承認)、ISS建設開始
2008年　「きぼう」打上げ(～2009年(3回に分割))、「きぼう」を利用した実験の開始
2009年　「きぼう」完成、宇宙ステーション補給機「こうのとり」１号機打上げ
2020年　「こうのとり」９号機打上げ　※全号機ミッション成功
※2022年度の打上げに向けて新型宇宙ステーション補給機(HTV-X)を開発中
（※各極はISSを2024年まで運用継続することを合意済）

3. 我が国の主な義務・権利（運用段階（2008年~））

義務	権利
共通システム運用経費の分担義務の履行(12.8%）等のため、以下の義務を負う。 ➢「きぼう」の維持・運用 ➢「こうのとり」による物資補給	➢「きぼう」での実験(ISSリソース(電力、クルータイム等)の使用) ➢ 日本人宇宙飛行士のISS搭乗

宇宙ステーション補給機
「こうのとり」

4. 近々の日本人宇宙飛行士のISS長期搭乗実績・計画

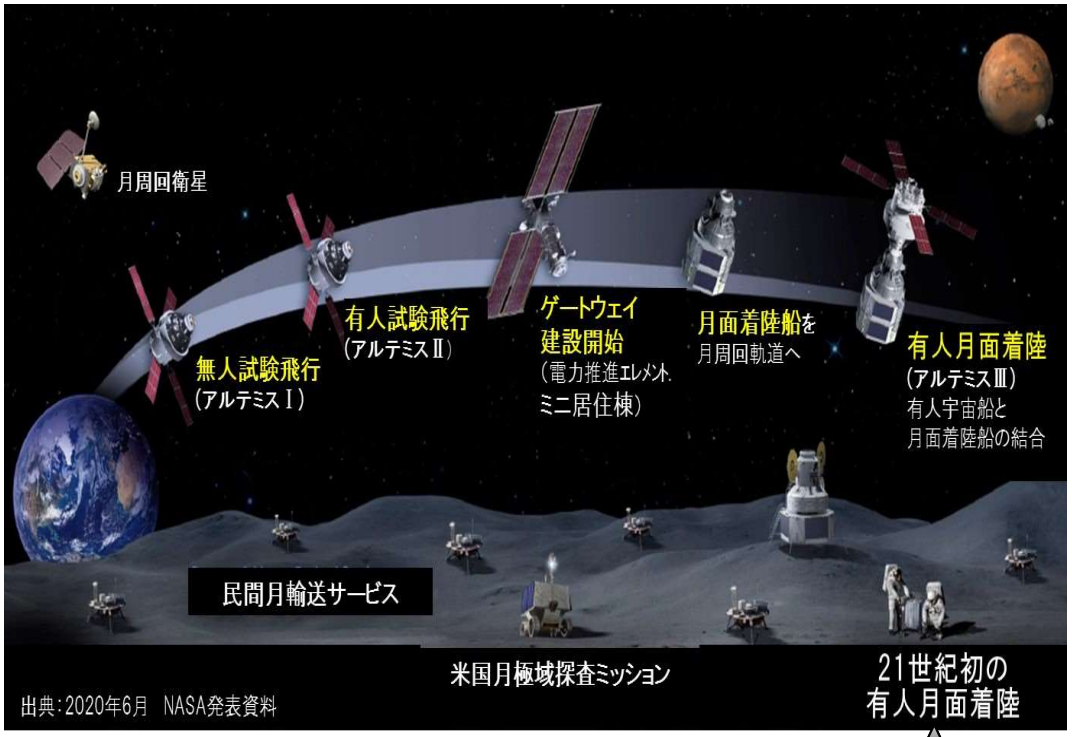
○野口宇宙飛行士：「クルードラゴン」宇宙船初号機に搭乗・帰還完了（2020年11月16日打上げ。本年5月2日帰還）
○星出宇宙飛行士：「クルードラゴン」宇宙船２号機に搭乗（本年4月23日打上げ。秋頃帰還予定）、
本年4月28日ISS船長に就任
○若田宇宙飛行士：2022年頃
○古川宇宙飛行士：2023年頃

野口 聡一　星出 彰彦　若田光一　古川聡

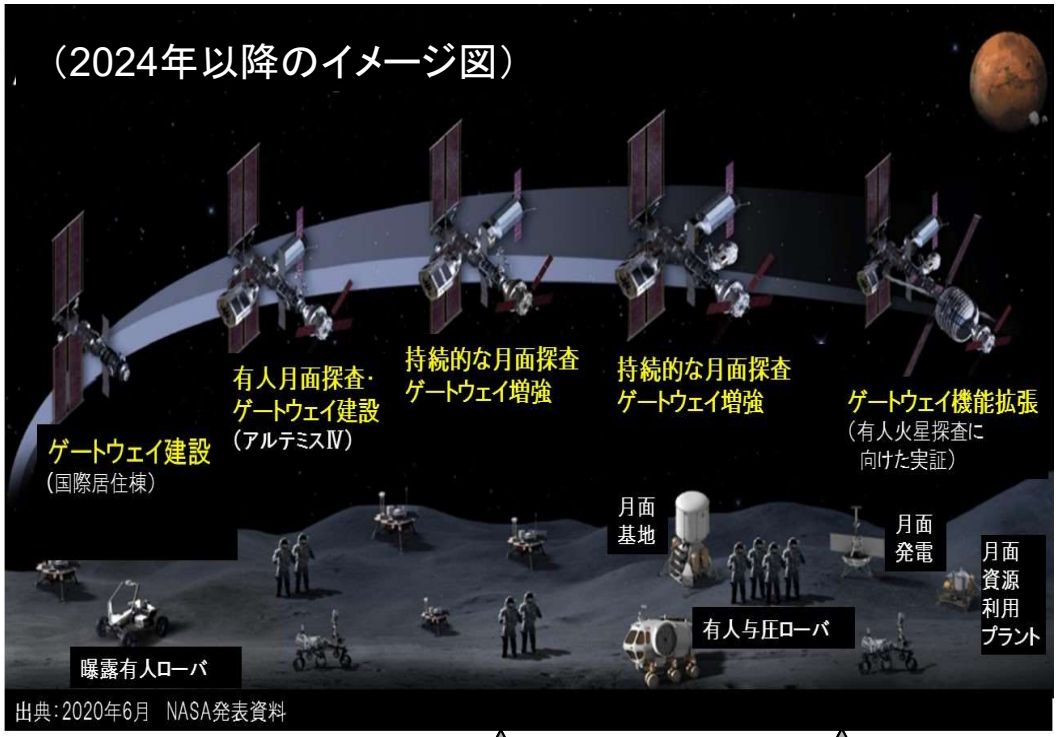
米国提案による国際宇宙探査「アルテミス計画」

目標

- アポロ計画とは異なり、月面での持続的な探査の実現を目指すとともに、2030年代の火星有人着陸を目標に掲げ、それに向けて必要となる技術や能力を、月面での持続的な活動を通じて、実証・獲得することも目指した計画。商業パートナや国際パートナとの協力も重要と位置づけ。
- 2024年までの有人月面着陸、2020年代中頃の持続的なゲートウェイの運用開始、その後の月面の持続可能な探査開始を目指す。



2024年



2020年代中頃
ゲートウェイ本格運用開始

2020年代後半
持続的な月面探査本格化

「米国提案による国際宇宙探査への日本の参画方針」決定に関する経緯

令和元年10月18日　「米国提案による国際宇宙探査への日本の参画方針」の決定（宇宙開発戦略本部）

○参画の意義

- 外交・安全保障
- 国際競争力・国際的プレゼンス
- 非宇宙分野も含む広範な産業の拡大
- 火星など更なる深宇宙探査

○日本の協力項目

- 第1段階ゲートウェイへの我が国が強みを有する技術・機器の提供
- HTV-X、H3によるゲートウェイへの物資・燃料補給
- 着陸地点の選定等に資する月面の各種データや技術の共有
- 月面探査を支える移動手段の開発

令和２年7月10日　月探査協力に関する文部科学省とNASAとの共同宣言に署名

文科省とNASAとの共同宣言

Joint Exploration Declaration of Intent (JEDI)between MEXT and NASA

【目的】 ①日本側の貢献内容の一定程度の特定
②日本人宇宙飛行士の活躍機会の確保に係る米側のコミットメントの引き出し

①**日本側の貢献**として、日本は以下の**４項目を中心に協力**

- **Gateway居住棟への機器等の提供**（バッテリー等）
- **補給**（ISS補給を通じて技術を実証後、Gatewayへ補給）
- **月面データの共有**（SLIMや月極域探査で取得したデータを共有）
- **与圧ローバの開発**（与圧ローバの開発・運用に向けて概念検討継続）

②**日本人宇宙飛行士をGateway及び月面に送る方向で、詳細については、さらに日米間で調整することに合意。**

日米間の月周回有人拠点ゲートウェイ了解覚書（MOU）署名

日米両国代表による署名ののち、2020年12月31日、日米間の**月周回有人拠点ゲートウェイ了解覚書(MOU)**が発効。本MOUは、同年7月に文部科学大臣とNASA長官間で署名された「月探査協力に関する共同宣言（JEDI）」の協力内容の実現を可能とする法的枠組みで、以下の内容が合意されている。

- **日本側の貢献**として、以下を提供。

① 居住の能力に係る基盤的機能
② ゲートウェイへの物資補給

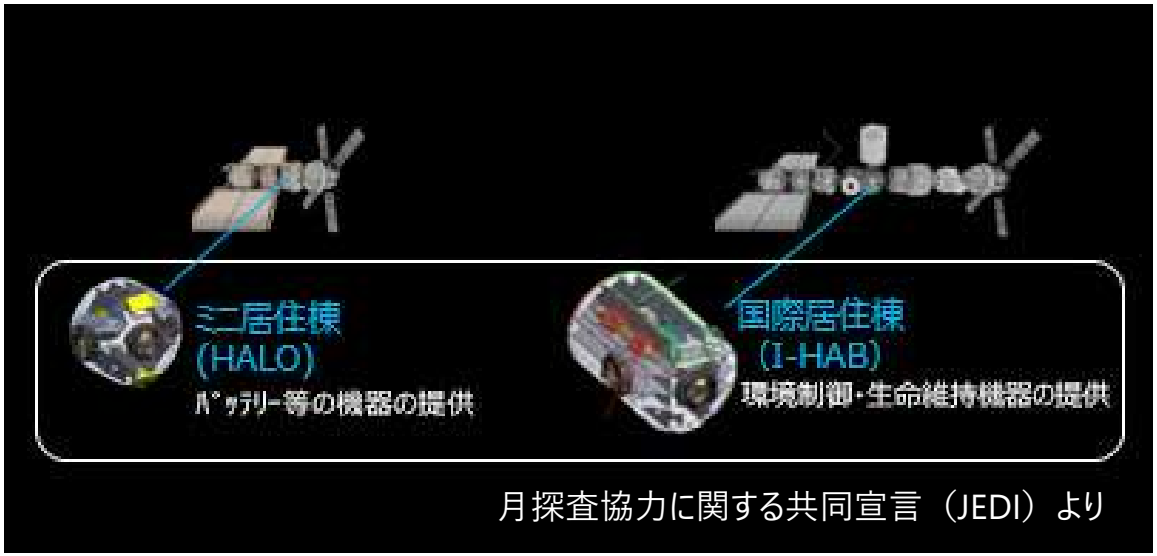
- **米国側からは日本に対して**、以下を提供。

① ゲートウェイの利用機会
② 日本人宇宙飛行士のゲートウェイ搭乗機会

※日本の貢献内容や日本人宇宙飛行士のゲートウェイ搭乗機会の詳細については、本MOUの下に別途定める実施取決め（Implementing Arrangement）にて規定する。

1月16日にオンライン開催された「日米宇宙航空協力セミナー2021～アルテミス時代の幕開け」にて、ゲートウェイMOU署名に関して祝辞を述べる杉山在米大使（当時）

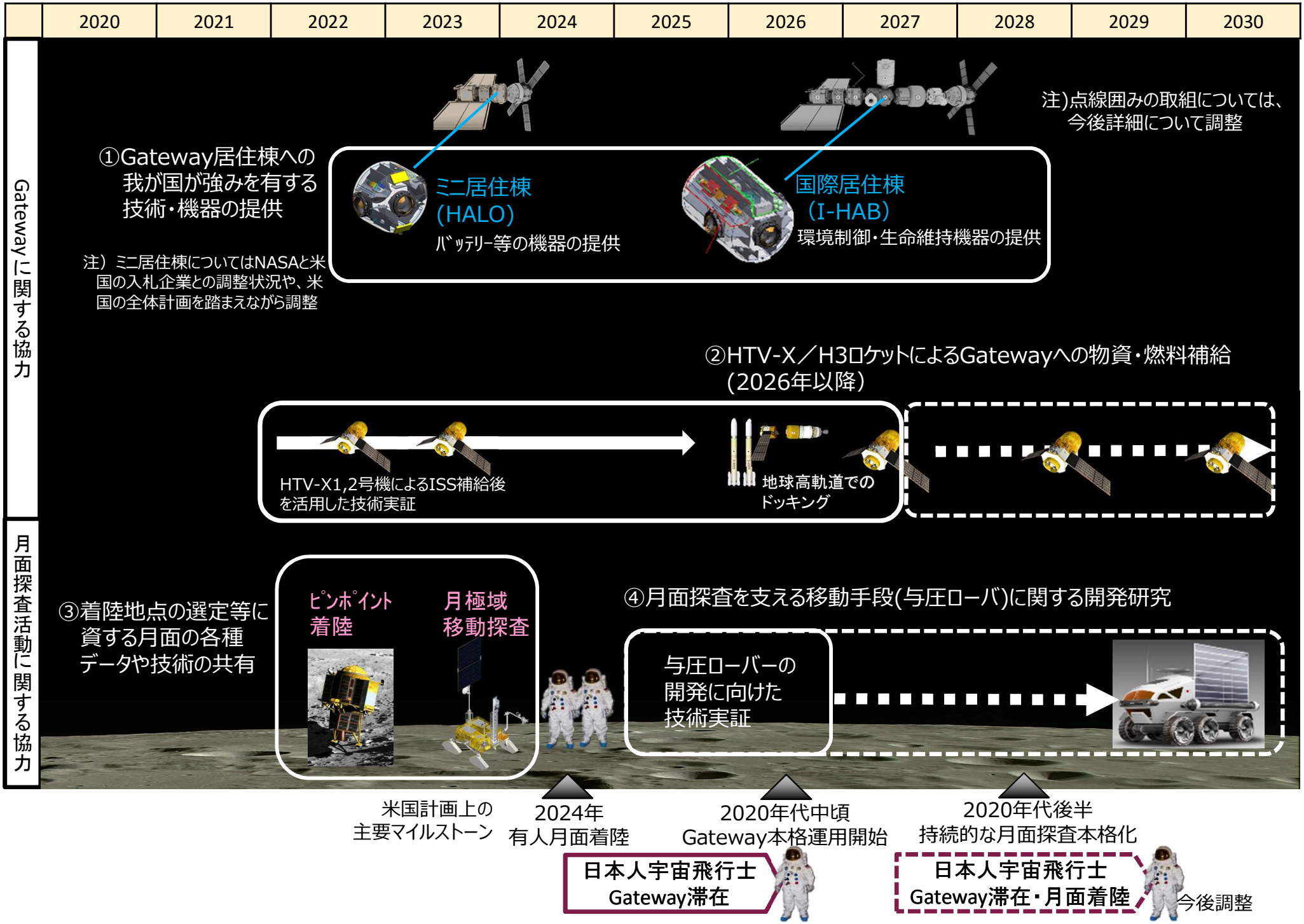
ゲートウェイ居住能力（HALOやI-Hab）へ基盤的機能を提供



月探査協力に関する共同宣言（JEDI）より

HTV-Xによるゲートウェイへの物資輸送構想

（参考）月周回有人拠点（Gateway）を含む月探査における協力取組方針イメージ



３．３　宇宙科学･宇宙探査

太陽系形成起源の解明に資する小天体探査

原始地球には、氷を含んだ小天体から、水や有機物がもたらされたと考えられるが、いつ、どの天体から、どのようにもたらされたのか明らかでない。「はやぶさ２」に代表される探査機技術など我が国の強みのある技術を計画的に推進することにより、世界をリードする研究力を一層強化することで、国際共同ミッションにも戦略的に参画し、一連の小天体探査ミッションを通じてこの問題を解明していく。

宇宙科学・探査について

宇宙科学・探査は、人類の英知を結集して、知的資産を創出し、宇宙空間における活動領域の拡大に貢献。
我が国も金星探査機「あかつき」や小惑星探査機「はやぶさ」に代表される多くのプロジェクトにおいて世界的に高い評価を受けてきたところであり、一層の世界的な成果の創出や国際的なプレゼンス確保を目指す。
また、宇宙科学・探査の取組を通じ、我が国の宇宙開発利用を支える研究者や技術者の育成に大きく貢献。

宇宙科学研究所（ＩＳＡＳ）では、宇宙科学研究における世界的な拠点として、研究者の自主性の尊重、新たな重要学問分野の開拓等の学術研究の特性に鑑みつつ、大学共同利用システム※を基本とした活動を実施。

（※）大学共同利用機関法人における運営の在り方を参考にし、大学・研究所等の研究者の参画を広く求め、関係研究者の総意の下にプロジェクト等を進めるシステム

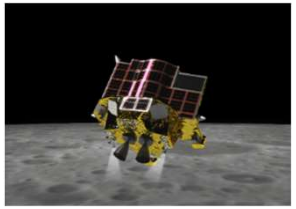
（参考） 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構法 （抄）
（学術研究の特性への配慮）
第二十条　文部科学大臣は、中長期目標（宇宙科学に関する学術研究及びこれに関連する業務に係る部分に限る。）を定め、又は変更するに当たっては、研究者の自主性の尊重その他の学術研究の特性への配慮をしなければならない。

宇宙科学・探査プロジェクト

＜宇宙基本計画＞（令和2年6月　閣議決定）
○　ボトムアップを基本として、一定規模の資金を確保し、推進。
○　今後10年間で、戦略的中型計画に基づき３機、公募型小型計画に基づき２年に１回のペースで５機の打ち上げを目指す。
○　戦略的海外共同計画、小規模計画に基づき、海外が主導するミッションに積極的に参加する等、成果創出機会も確保。

金星探査機「あかつき」

ジオスペース探査衛星「あらせ」


小型月着陸実証機「ＳＬＩＭ」
（公募型小型＃１；開発中）

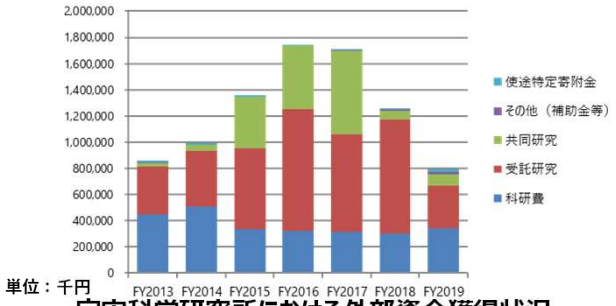
ボトムアップによる公募・選考

プロジェクト実施による世界一級の研究成果の創出
新たな学問分野の開拓に資するデータの創出・提供

大学共同利用システムを基本とした学術研究

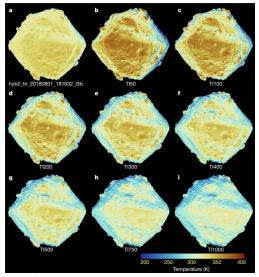
＜将来プロジェクトに貢献する基盤的取組＞

ＳＳ-５２０　５号機打上げ
・民生技術を用いた超小型ロケットによる超小型衛星（3kg程度）の打上げ実証実験。
・搭載した超小型衛星「たすき」の地球周回軌道への投入に成功。



宇宙科学研究所における外部資金獲得状況

＜学術成果の創出（例）＞


「はやぶさ２」のカメラによる観測

始原的小惑星リュウグウの熱撮像によって明かされた超多孔質な物質的特徴（「はやぶさ２」による観測結果）Nature誌に掲載

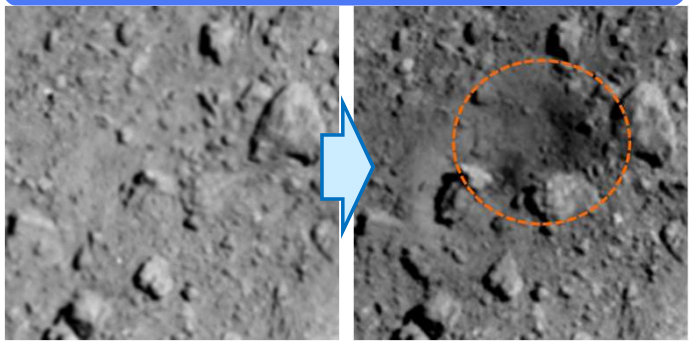
＜人材育成＞
プロジェクトの実施等により、挑戦的なミッション機器開発や衛星運用、データ解析等による研究者・技術者の育成。

宇宙科学・宇宙探査の成果事例

小惑星探査機「はやぶさ2」の小惑星リュウグウへの到着・探査

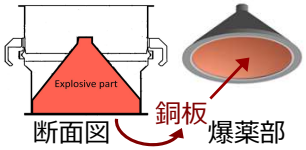
○打ち上げから約3年7カ月をかけ、2018年6月27日に地球から約3億km離れた小惑星「リュウグウ」へ到着
○2019年2月22日に1回目の着陸（タッチダウン）、4月5日にリュウグウ表面への人工クレーター形成成功
○7月11日2回目の着陸成功
（同一小惑星で２回目・人工クレーター周辺部への成功は世界初（小惑星の地下サンプル採取の可能性あり））
○2019年11月13日 リュウグウ出発
○2020年12月6日 カプセル地球帰還
○カプセル内の容器を分析した結果、**約５.４gのサンプル採取**が確認された
○**探査機本体**は、新たな小惑星「**１９９８ＫＹ２６**」の探査に向かった（2031（R13）年到着予定）

人工クレーター形成（衝突装置）実験



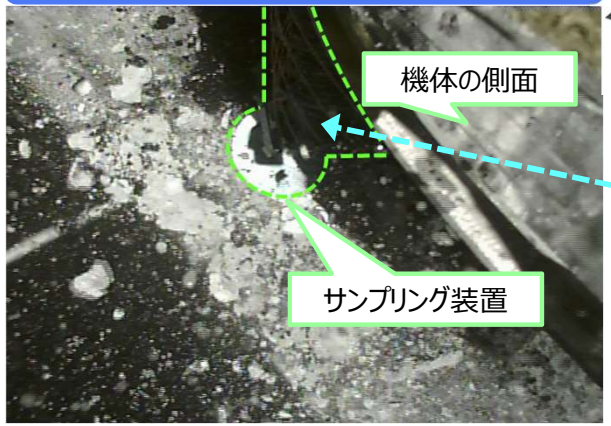
衝突前　**衝突後**

衝突装置を分離し、約2kgの衝突体を秒速約2kmでリュウグウ表面に衝突させた。画像から、くぼみや、岩石等が飛散している様子が確認できる。

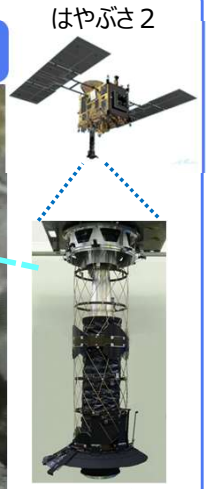


【衝突装置】
円錐形(直径30cm、14kg)
銅板：純銅（2kg）

着陸（タッチダウン）２回目



装置から弾丸発射後、岩石等が飛び散る様子

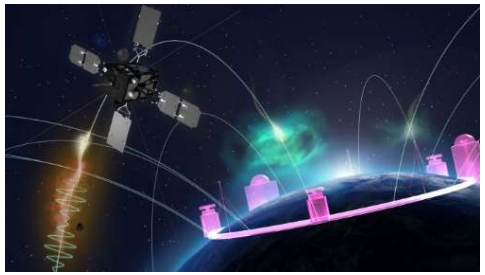


【左図：採取されたサンプル】
２回目の着陸時に用いられた格納容器に入っていたサンプル（大きい粒子は1cm程度）

コーラス波動と同時にオーロラ発光を観測

■【ジオスペース探査衛星「あらせ」（ERG）】

プラズマ波動「コーラス」を捉えたのとほぼ同時刻に地上でオーロラ発光を観測し、コーラス波動とオーロラの明るさ発光の変動が一致することを発見。（2019年1月、Nature Communications 掲載）

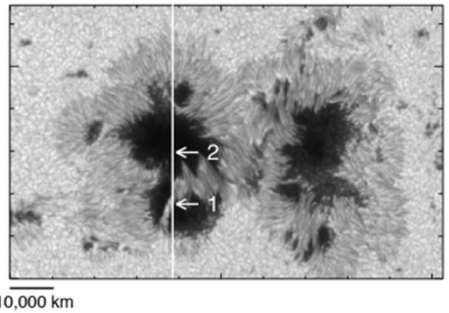


「あらせ」と地上観測網の協調観測

観測史上最大の磁場強度を持つ黒点の発見

■【太陽観測衛星「ひので」（SOLAR-B）】

太陽観測衛星「ひので」の可視光望遠鏡による観測データから、太陽観測史上最大となる6,250ガウスの磁場強度を持つ黒点を発見。（2018年1月、The Astrophysical Journal Letters）



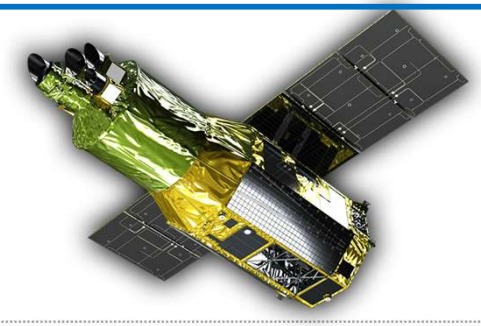
「ひので」が捉えた最強磁場を持つ黒点

X線分光撮像衛星（XRISM）

宇宙の観測できる物質の７割以上を占める銀河団高温ガスなどを従来の30倍以上の高い分解能で分光観測し、現代宇宙物理の基本的課題である、**宇宙の構造形成と化学進化にかかる数々の謎の解明**に挑む。日米欧（※）での国際協力ミッション。**令和3年度は令和4年度の打上げに向けて開発を加速**。
（※）米国航空宇宙局（NASA）及び欧州宇宙機関（ESA）と軟X線分光検出器を共同開発。

X線天文学の意義

- 宇宙の包括的理解には、様々な物理現象が特徴的に現れる様々な波長での観測が必要。
- X線は電磁波(光)の一種で可視光の1000倍ものエネルギーを持ち、透過力が極めて強いが、地球大気には吸収されるため、X線観測は衛星軌道上でのみ可能。
- Ｘ線観測により、ブラックホールに吸い込まれる物質や、ダークマターに捉えられた物質など、数千万度の超高温物質がはじめて見える。宇宙の全貌を知る上で、Ｘ線観測は不可欠の手段。



打上げ年度： 令和4年度（予定）
打上げロケット： H-IIAロケット
主要諸元： 質量 約2.3t/地球周回円軌道
観測期間： 3年
搭載ミッション機器：軟Ｘ線分光装置、
軟Ｘ線撮像装置

XRISMの4つの目標

- **宇宙の構造形成と銀河団の進化の研究**
  銀河団プラズマの乱流速度を特定し、銀河団の成長の様子を熱力学・動力学的に直接観測する。
- **宇宙の物質循環の歴史の探求**
  プラズマや銀河のアウトフロー（ガス流）プラズマの組織と拡散速度を測定し、星間・銀河間規模の物質循環を明らかにする。
- **宇宙のエネルギー輸送と循環の解明**
  銀河風や活動銀河核アウトフロー（ガス流）の組成・速度を観測し、銀河規模のエネルギー輸送とフィードバック機構を解明する。
- **従来の３０倍以上の分解能によるＸ線分光による新しいサイエンスの開拓**
  世界最高性能となる精度測定により、天体の元素情報・運動、ブラックホールによる時空の歪みを明らかにし、新しいプラズマ物理学を開拓する。

期待される効果

・宇宙の構造と進化にかかる数々の謎の解明
宇宙最大の天体である銀河団は、衝突や合体を経て進化・発展しているものと考えられる。観測により、宇宙史最大の現象である銀河団衝突によるエネルギー集中の仕組みを解明できる。

・先端テクノロジーの開拓
XRISMに搭載される観測装置は、放射線検出器としても革新的なものであり、医療・生体計測での放射線利用の精密化・小線量化、半導体内の不純物微量分析など、幅広い範囲への応用が期待される。

小型月着陸実証機（SLIM）

■ 従来の衛星・探査機設計とは一線を画す工夫・アイデアによる小型軽量化（推進薬タンクが主構体を兼ねる構造）や民間技術（デジカメの顔認識技術）の応用等により、**小型探査機による高精度月面着陸の技術実証を行い、将来の宇宙探査に必須となる共通技術を獲得**。

- 将来月惑星探査で必須の『降りたいところに降りる』ための高精度着陸技術の習得（**他国の一桁上の精度を目指す**）
- 月惑星探査を実現するためのシステム技術の習得（探査機システムの軽量化）

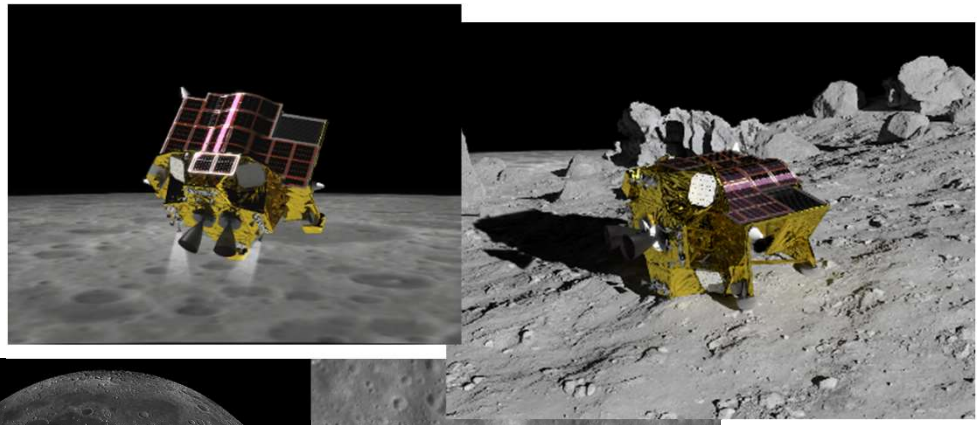
■ H-IIAロケットを活用し、**「かぐや」が発見した月マントル物質の可能性があるカンラン石が露出すると考えられる場所へピンポイント着陸**して分光観測を実施し、**巨大衝突仮説の検証など月の起源と進化過程の解明に貢献**。

■ 令和３年度は、令和４年度の打上げに向けた探査機の製作等を引き続き実施。

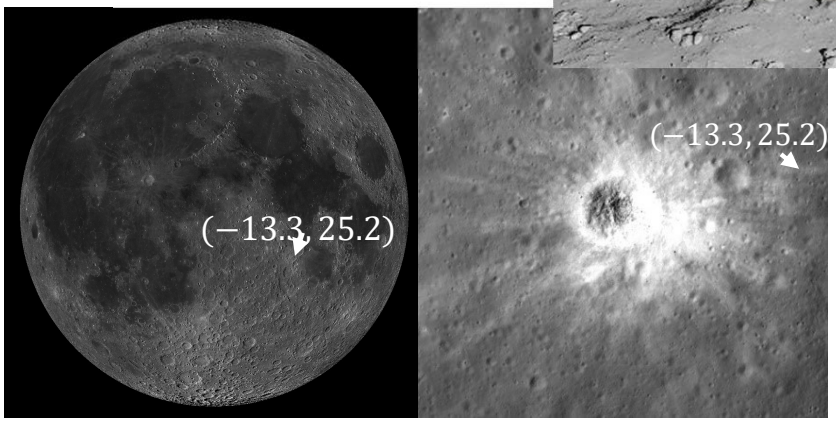
期待される効果

■ 月面着陸地点選定等に資する月面の各種データや技術を取得し提供することでアルテミス計画に貢献。

■ 重力天体への着陸経験がない我が国にとって、月面着陸を技術実証することは必須であり、他国に比べてより技術難易度の高い「ピンポイント着陸」の実証に伴う我が国のプレゼンス向上。



小型月着陸実証機
SLIM（イメージ）



SLIM着陸地点　出典:*NASA/LRO*
（左：月全体における位置、右：拡大図）

選定された着陸目標地点は、“神酒の海”と呼ばれる低緯度地域に存在する。斜度が15deg程度以下で概ね一定の地点。

火星衛星探査計画（MMX）

目的・意義

火星衛星の近接観測を行い、試料を地球に回収（サンプルリターン）して詳細に分析。

【惑星科学上の意義】

原始太陽系の「有機物・水の移動、天体への供給」過程の解明に貢献するため、火星衛星に含まれる含水鉱物・水・有機物等の解析により、火星衛星の由来を解明。

【国際宇宙探査上の意義】

国際宇宙探査の主たる目標である火星圏に、日本が優位な小天体探査技術により、大型国際共同計画を主導しつつ、探査技術の継承・発展に寄与。火星衛星は、火星有人探査の拠点としても重要。

火星衛星名	大きさ（平均直径）	火星との距離	火星周回時間
フォボス	23km	9,375km	7時間39分
ダイモス	12km	23,458km	30時間18分

スケジュール

H28 2016	H29-H30 2017-2018	H31/R1 2019	R2-R6 2020-2024	R7-R11 2025-2029
調査研究	開発研究	フロントローディング	開発	運用

プリプロジェクト移行 △　プロジェクト移行 △　打上げ △　地球帰還 △

主要諸元（案）

質量：約4000kg
ミッション期間：５年
打上ロケット：H3ロケット
ミッション機器：
サンプリング装置、ガンマ線・中性子分光計、広角分光カメラ、近赤外分光計、望遠カメラ等

事業内容

○フロントローディングにおいて、調査研究・開発研究により判明した、新規性（リスク）の高い３つの重要技術について先行的に研究開発および実証を実施し、技術・コスト・スケジュールのリスク低減を図った。

○令和6年度の打上げを目指し令和2年度から開発フェーズに移行。令和3年度は、表面探査技術（往路推進モジュール・着陸誘導制御・サンプリング装置）、ミッション機器の基本設計・EM製作を概ね完了させ、詳細設計・FM製作に着手する。探査機システム・地上システムの基本設計も進める。

必要性・緊急性

○「捕獲小惑星説」（火星形成後に小惑星が捕獲）と「巨大衝突説」（火星に天体が衝突し、飛散破片が集積）については、**サンプル分析により、衛星物質の起源・年代を測定することでしか解決できない**。

○火星衛星は、未だ接近しての詳細観測がされていない未踏峰。2011年にロシアが軌道投入に失敗したため、空白域となっており、**日本のプレゼンスの向上が期待**できる。

○火星と地球の位置関係から、打上げに好適な機会は**2年に１度**。2024（R6）年の次は2026（R8）年。

○従来の米露に加え、近年では欧・印・中・UAEの他にSpace-X等の民間構想もあり**火星探査ラッシュ**。

○**有人探査の中継基地として、NASAも利用可能性を重視**し、「MMXが遅れることは米国の火星有人探査の遅れに直結する」と指摘を受けている。

海外宇宙機関との国際協力

海外機関	協力案件候補
NASA（米）	観測機器（ガンマ線・中性子分光器）地上局支援、試験設備提供、他
ESA（欧）	深宇宙用通信機（Ka帯）、地上局支援
CNES（仏）	観測機器（近赤外線分光器）、小型ローバー（DLRと共同）、近接運用支援
DLR（独）	小型ローバー（CNESと共同）、試験設備提供

深宇宙探査技術実証機（DESTINY+）

これまでに探査されたことのない「活動的小惑星」（極端な楕円軌道を持ちダストを放出する小惑星）である「フェイトン」の探査やDESTINY+の軌道上に存在するダストの分析を通して、**太陽系の進化過程や、小惑星と地球飛来ダストの起源を明らかにする**とともに、**宇宙工学を先導する航行・探査技術を獲得**し、次代の宇宙探査ミッションの発展に資する。令和３年度は引き継き開発を着実に実施。

特徴

【理学的特徴】

○流星群母体・活動的小惑星「フェイトン」の実態解明や地球飛来ダストの起源解明
- 地球飛来ダストの輸送経路を知るため、惑星間と流星群ダストの軌道、「フェイトン」周辺、それぞれにおけるダストの物理化学組成を解明
- 「フェイトン」のダストの生成・放出機構、表層に残された熱進化や分裂の痕跡を調査

【工学的特徴】

○はやぶさシリーズで培ったJAXA独自のイオンエンジンのさらなる発展

○電気推進航行技術の発展（「はやぶさ２」の２倍の加速能力、重力天体周りの電気推進航行）

○先進的なフライバイ（※）探査（小天体に数百/数十kmまで接近する近接/超近接観測など）

※フライバイ：天体の万有引力および公転運動を利用することにより、燃料をほとんど使わずに軌道変更や速度変更を行う航法

フェイトン遷移軌道

期待される効果

○ダストの物理化学データ、地表や成層圏、周回軌道での回収ダストの地上分析、地上および衛星搭載の望遠鏡や可視赤外分光観測装置のデータを統合し、太陽系における地球生命や生命前駆物質である有機物の普遍性、特殊性の知見を得る。

○地球衝突可能性のある小惑星（PHA）でもある「フェイトン」に超接近観測を行い、その素性を明らかにすることにより、Planetary Defense（宇宙防災）にも貢献。

○小型高性能電気推進システムの開発、アビオニクスの小型軽量化等を技術実証し、日本が近い将来に様々な深宇宙探査を低コスト・高頻度で実施することが可能。

【フェイトンについて】

- 「ふたご座流星群」の母天体（直径約６km）であり、これまで探査されたことのない彗星と小惑星の中間的特徴を持つ「活動的小惑星」に分類
- 毎冬、フェイトン由来の大量の塵が地球に供給されるなど、地球と密接な関係をもち、地球衝突の潜在的に危険な小惑星(PHA)として最大
- 公転周期1.4年と短く、詳細観測が可能であり、太陽系固体天体形成の最初期のプロセスを解明することができる理想的な天体

緊急性・必要性

○NASAは、小型衛星による惑星探査研究を複数選定するとともに、小惑星探査計画（DART計画）を2021年に打ち上げるなど、小惑星探査の国際競争は激化。

○我が国としてはサンプルリターンとは異なる探査技術を獲得し、ドイツと国際協力の上、国際的優位性を維持。

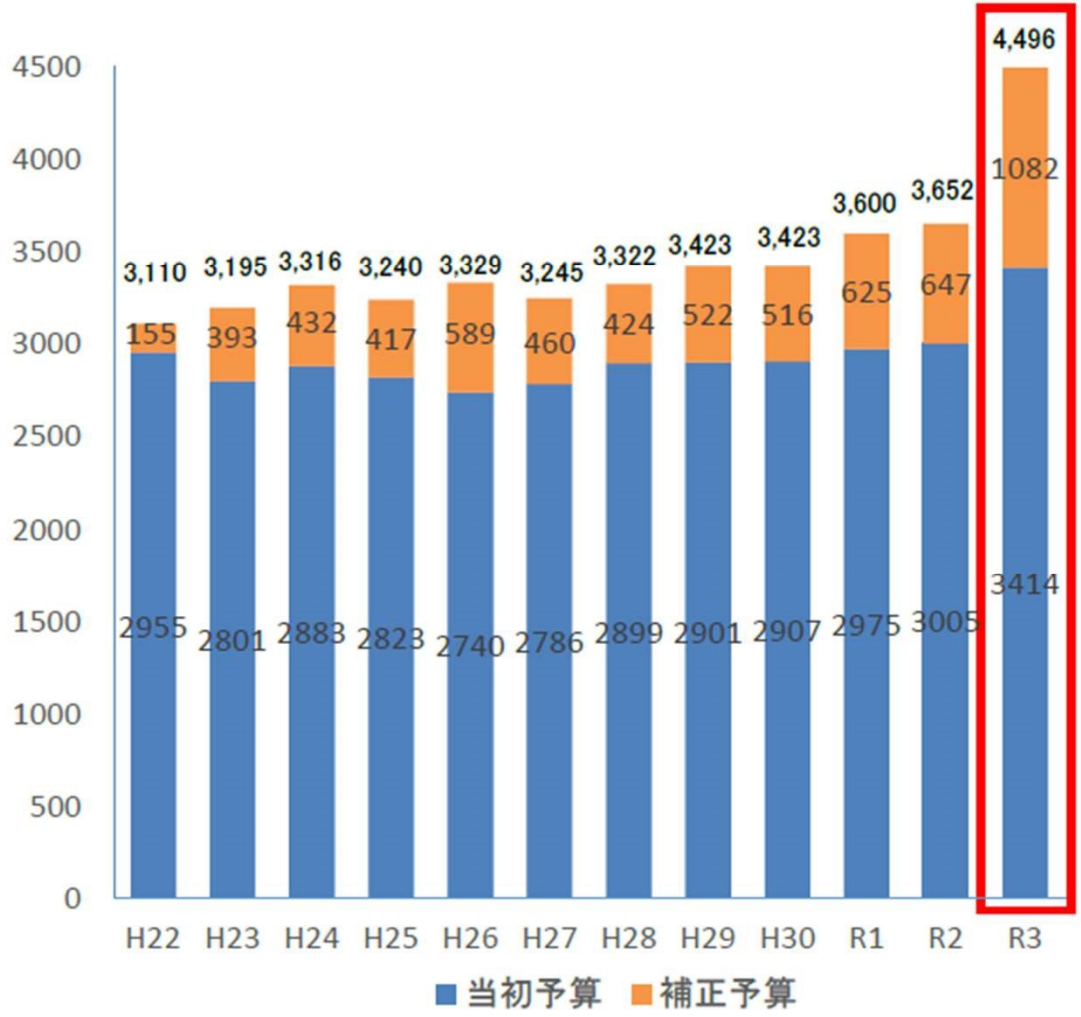
令和３年度当初予算案および令和２年度補正予算案における宇宙開発利用関係予算

内閣府
宇宙開発戦略推進事務局

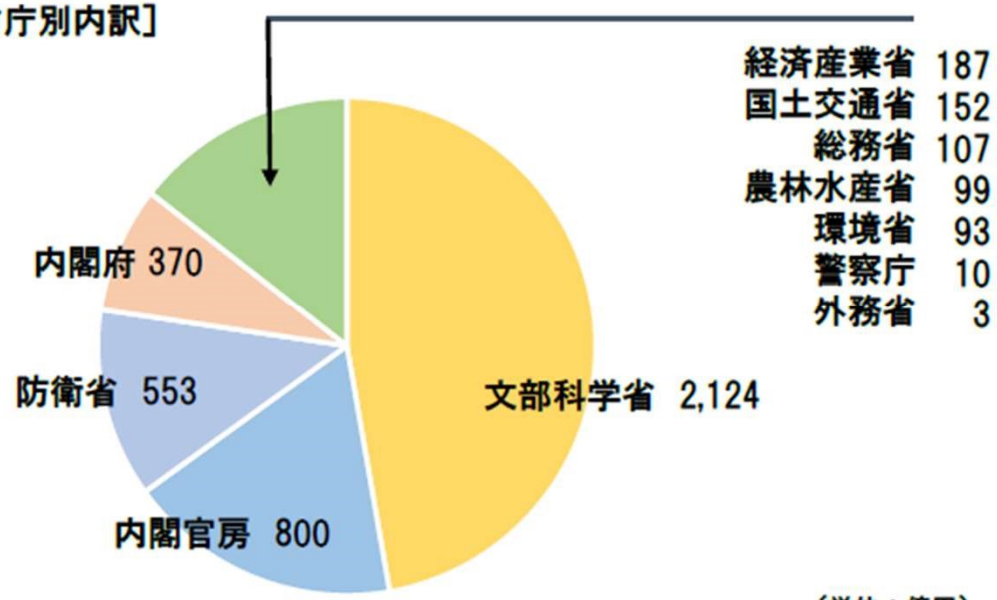
令和３年度当初予算案	３，４１４億円	（前年度比	４０９億円増（13.6%増））
令和２年度第３次補正予算案	１，０８２億円		
当初＋補正　合計	４，４９６億円	（前年度比	８４４億円増（23.1%増））

［宇宙関係予算の推移］

（単位：億円）



［省庁別内訳］



［内訳］

（単位：億円）

府省名	令和2年度当初予算	令和元年度補正予算	令和3年度当初予算案	令和2年度第３次補正予算案	令和2年度当初予算＋令和元年度補正予算	令3年度当初予算案＋令和2年度第３次補正予算案
内閣官房	625	160	625	175	785	800
内閣府	277※	111	194	175	389※	370
警察庁	10		10		10	10
総務省	72		102	4	72	107
外務省	3		3		3	3
文部科学省	1,544	321	1,544	580	1,865	2,124
農林水産省	3		21	76	3	99
経済産業省	28		185	2	28	187
国土交通省	96※1		126	25	96※	152
環境省	36	53	51	42	89	93
防衛省	311※	1	553	0	312※	553
合計	3,005	647	3,414	1,082	3,652	4,496

四捨五入の関係で合計額は必ずしも一致しない。
財源等の関係で現時点で金額を確定できないものは、前年度の予算額を基に計算。
※:臨時・特別の措置を含む