



参考資料 1

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22回)H27.7.2

宇宙科学・探査における戦略的中型 計画の検討状況について

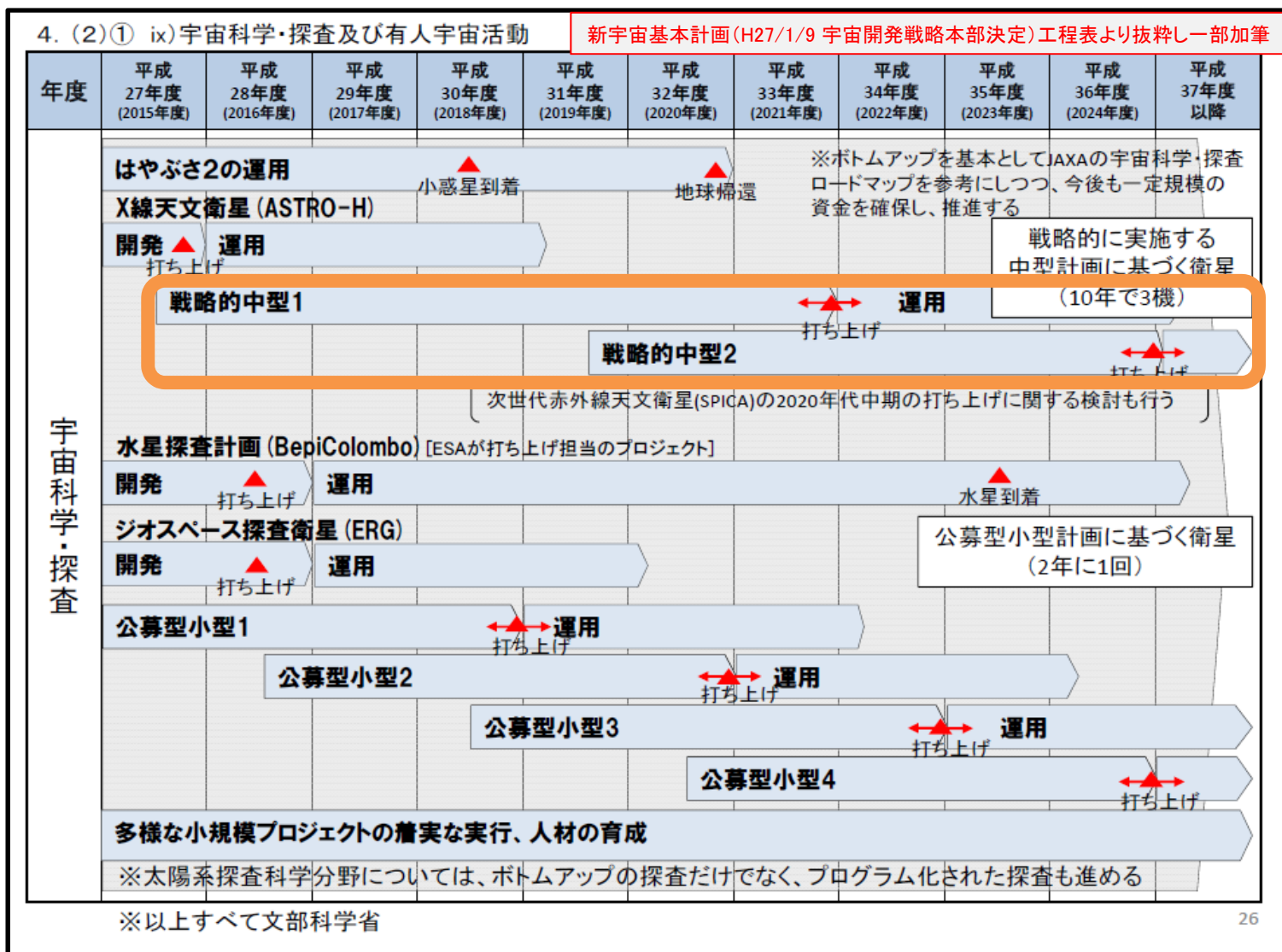
平成27(2015)年7月2日

国立研究開発法人

宇宙航空研究開発機構

宇宙科学研究所

■ 戦略的中型計画について、ISASとしての選定状況をご報告する。
なお、JAXAとしての選定は経営審査等のプロセスを経て行う。



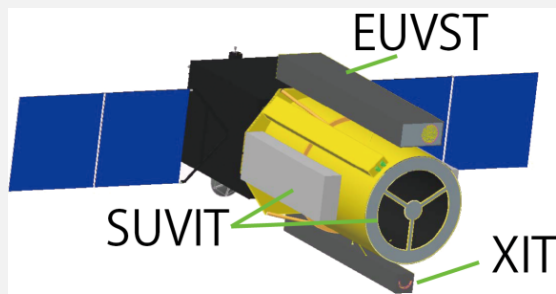
戦略的中型計画の検討状況(1/2)

- 平成26年12月26日公募発出、平成27年2月16日締切。応募件数は5件。
- 本年2-5月にかけて、研究委員会(理工学委)による1次選定を進めた。その結果、理学委分(3件)は「次期太陽観測衛星SOLAR-C」を1位に、「LiteBIRD」を2位で選定、工学委分(2件)は「ソーラー電力セイル探査機による外惑星領域探査の実証」を選定し、各々を宇宙研所長に答申した。
- 今後、宇宙研支援による技術検討を進める予定である(期間等は未定)。

次期太陽観測衛星 SOLAR-C

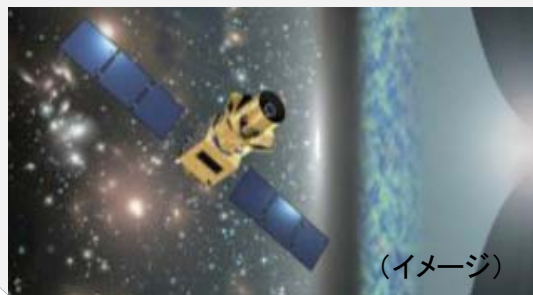
太陽表面から太陽コロナおよび惑星間空間に繋がるプラズマダイナミクスをひとつのシステムとして理解するとともに、宇宙プラズマに普遍的に現れるプラズマ素課程を解明する。

このため、(I) 彩層・コロナと太陽風の形成機構の解明、(II) 太陽面爆発現象の発現機構の究明とその発生を予測するための知見の獲得、(III) 地球気候変動に影響を与える太陽放射スペクトルの変動機構の解明、の3課題を行う。



宇宙マイクロ波背景放射 偏光観測衛星 LiteBIRD

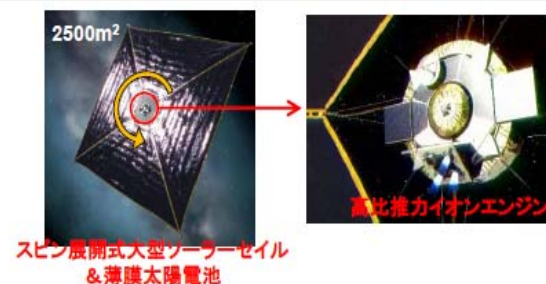
宇宙ビッグバン以前に存在したと考えられるインフレーション宇宙仮説を徹底的に検証することを目的とする。インフレーション宇宙は原始重力波を作り出し、その痕跡がCMB偏光マップの中に指紋のようにB-モード揺らぎとして残っていると予測される。前景天体による強い信号を避けて最も原始重力波による偏光B-モードの信号が強くなる全天スケールの観測を宇宙空間から実現する。



ソーラー電力セイル探査機による 外惑星領域探査の実証

ソーラー電力セイルによる外惑星領域探査を実証することを目的として、「ソーラー電力セイル探査機の開発」、「トロヤ群小惑星とのランデブー」、「子機着陸による表面・内部試料の採取、その場分析」を行う。

これらにより、外惑星領域での航行技術と探査技術を実証・獲得し、「より遠く、より自在な、より高度な」宇宙探査活動を実現する。



戦略的中型計画の検討状況(2/2)

- 研究領域ごとの将来ビジョン・戦略及び戦略に基づいた将来計画について、各分野から情報提供を受けた(平成26年12月26日公募、平成27年2月2日締切)。
- その中で、「太陽系生命環境の誕生と持続に至る条件としての前生命環境の進化の理解」を大目標に掲げる惑星科学コミュニティは火星衛星からのサンプルリターンを最重要ミッションと認識している。
- 宇宙研もその評価は妥当であると判断し、太陽系探査科学分野の優先度の高いミッションを検討するために、宇宙研として「火星衛星探査検討チーム」を立ちあげた。
- 「火星衛星探査検討チーム」により、技術的には、これまでに我が国が獲得した既存技術とSLIMにより獲得する技術※の組み合わせの範囲内で実現可能であることが示された。
※エンジンやタンク軽量化成果を化学推進系に適用するなど。

「火星衛星サンプルリターン」の科学的意義

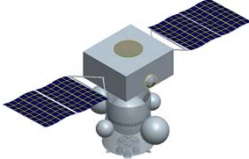
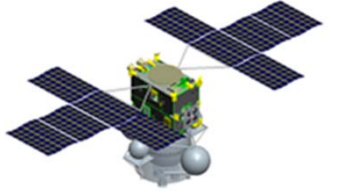
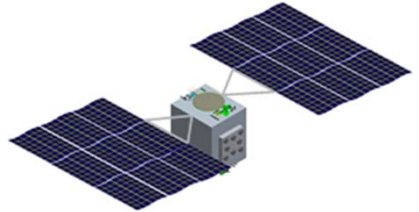
火星衛星帰還サンプルの分析と周回軌道からの観測を実施することで、「前生命環境の進化の理解」という大目標に向かう以下の科学的意義がある。

- **【火星衛星の起源を解明し、火星形成過程を読み解く準備をする】**: 衛星起源説としては、(A) 始原的小惑星の捕獲説、(B) 巨大衝突時に形成する円盤からの集積説がある。これを周回観測とサンプル分析から決着させる。
- **【(判明する衛星の起源に応じて) サンプル分析から火星形成過程へと制約を与える】**:
(A) サンプルは火星形成時に原始太陽系円盤からもたらされた材料物質である。その供給過程を解読し、それによって形作られる原始火星表層環境を制約する。これは同時に、熱変性を受けていない始原的小惑星サンプルを入手することであり、その側面からも大目標に貢献する。
(B) サンプルは、原始火星に小天体が衝突したイベントを物語る物質である。その分析から、火星形成において大事件であった巨大衝突過程を解明する。月の科学とのシナジーが期待される。
- **【火星圏環境史を解読する】**: 火星衛星には、衝突現象に伴い火星表層から飛来する物質や火星から流出する大気粒子が、長期間にわたって蓄積されている。それら火星物質をサンプル中に見出して分析することで、火星表層環境の進化を読み解く。
- **【火星大気・地表を大域的に観測する】**: 火星衛星周回軌道は、火星の赤道面の高高度にあつて、火星全体を俯瞰する視座も提供する。その視座から火星の日変化・季節変動を大域的に観測する。

火星衛星探査の軌道・システム検討(案)

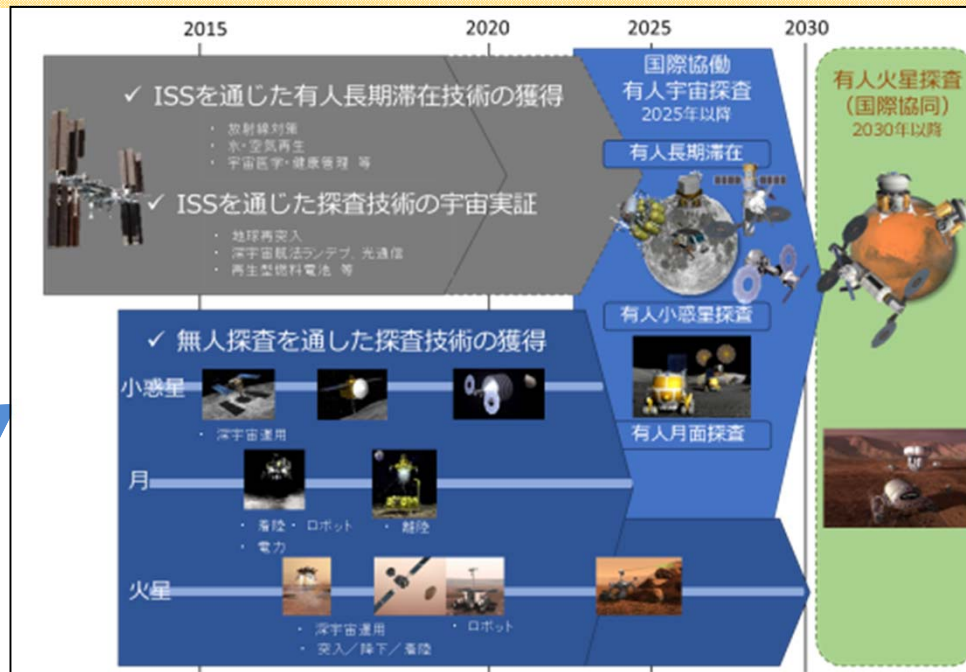
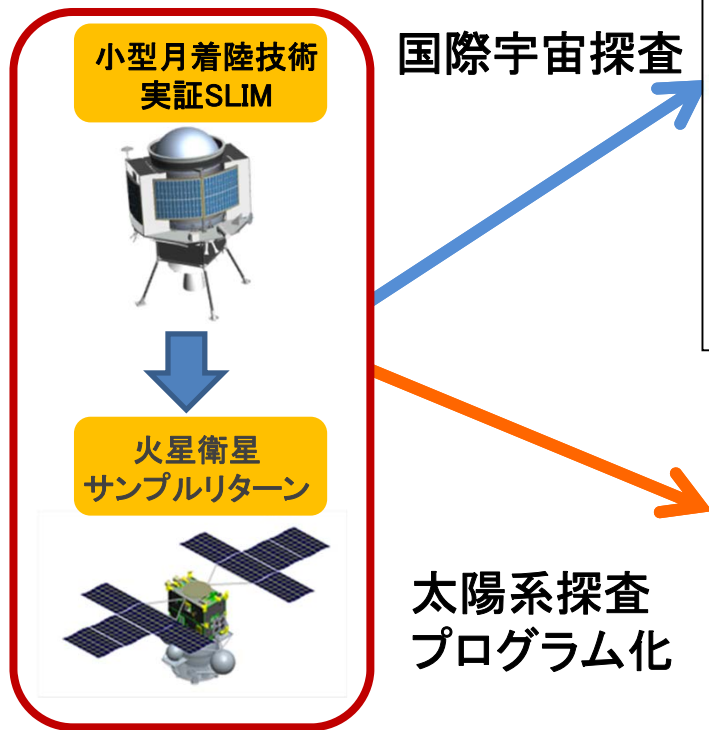
火星衛星からのサンプルリターンに必要な Δv は約6km/sと過去に例のない大きさである。そのため、探査機のステーキング、往路/復路の推進系構成等、探査機の基本コンフィギュレーションからトレードオフ検討を進めている。以下に検討中の一例を示す。

火星往復の探査機システム例

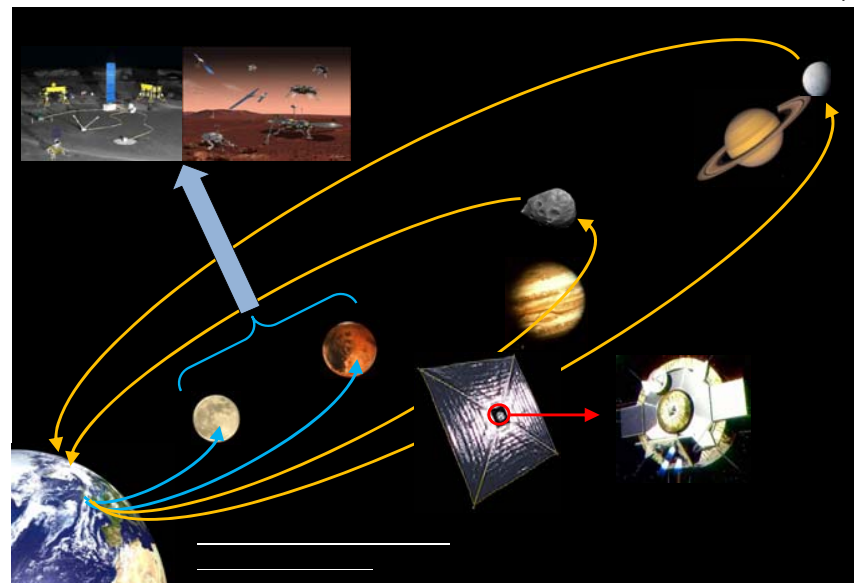
	化：化 (往路：化学、復路：化学)	化：電 (往路：化学、復路：電気)	電：電 (往路：電気、復路：電気)
概観			
打ち上げ	H2B級以上 (約3800kg)	H2A204級 (約2800kg)	H2A202級 (約1200kg)
ミッション期間	約3年	約5年	約7年
システム構成	復路システム：約1000kg (化学推進) 探査支援モジュール：約100kg 往路モジュール：約2700kg (化学推進)	探査機システム：約800kg (電気推進) 往路モジュール：約2000kg (化学推進)	探査機システム：約1200kg (電気推進)

現段階では、推進系構成間で、採否を結論できるほどの顕著な優劣はないと考えているが、現段階での比較優位性や、設計の見通し易さを考慮した「化・電」「電・電」、およびミッション期間の観点で魅力的な「化・化」の探査機システムについて、概念検討を実施した。

(参考)太陽系探査プログラム化と国際宇宙探査シナリオ



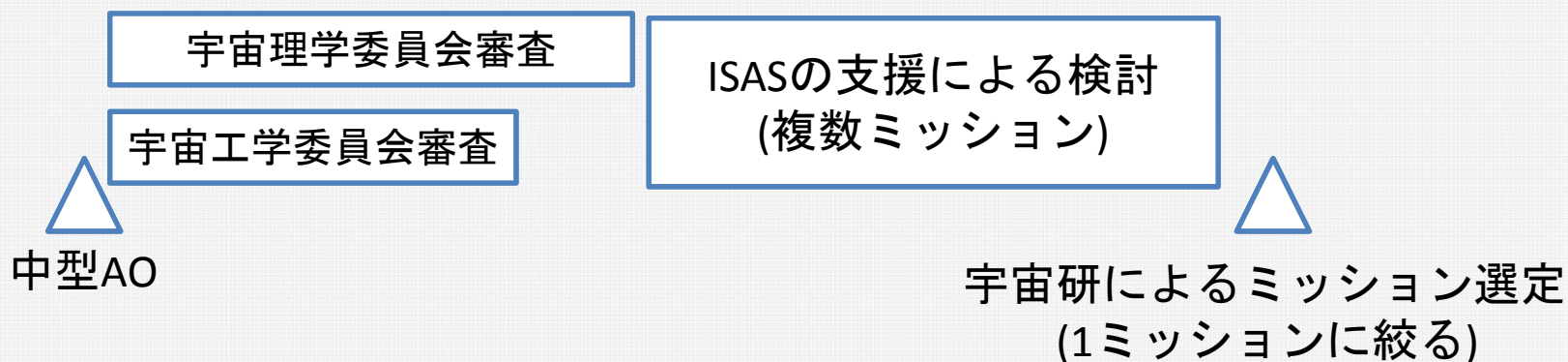
【上図】文部科学省 宇宙開発利用部会ISS・国際宇宙探査小委員会(第7回:H26/9/26)資料7-3より抜粋



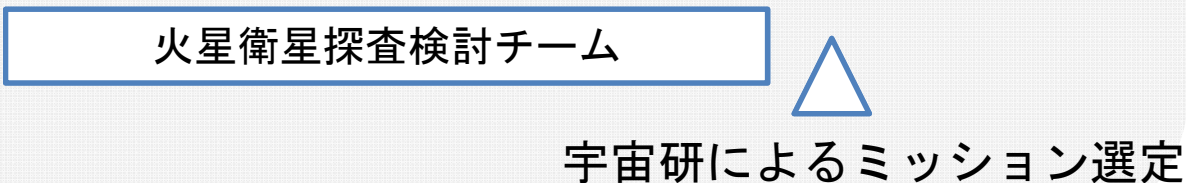
戦略的中型計画の立上げ方針(1/2)

- 下記の二つの立上げプロセス（宇宙研によるミッション選定プロセス）を並行して進める。
- 戦略的中型の1号機と2号機の二つのスロットを念頭におき、準備完了となったものから順に推進する。

○ボトムアップによる立ちあげ



○プログラムによる立ちあげ



※宇宙研による選定後、JAXAとしての選定を行う。

戦略的中型計画の立上げ方針(2/2)

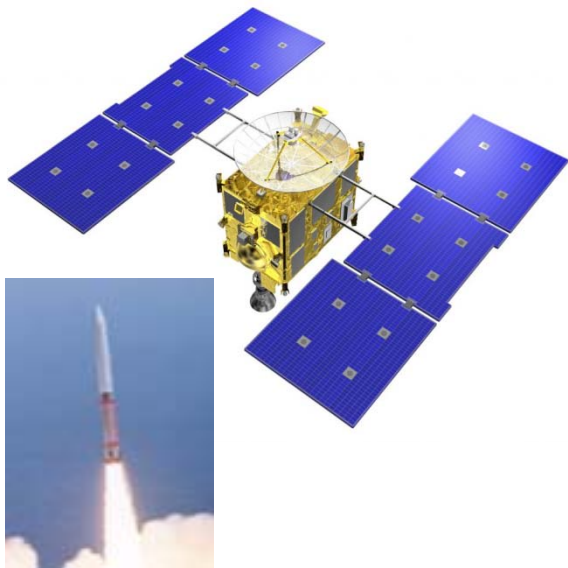
- 火星衛星探査については検討チームによる検討が進んでいる一方で、ボトムアップによる立ちあげについては、宇宙研の支援による検討がまだ始まっていない状況である。
- 「火星衛星探査検討チーム」による検討結果、また、理工学委員会に対して説明を行い了承を得たことを踏まえ、戦略的中型計画の1号機については、宇宙研として火星衛星サンプルリターンミッションをすみやかに選定する。その後、JAXAとしての選定を行う。
- まずは、早急に理工学委員会と連携してミッション定義審査を開催してミッション要求を宇宙研として固める予定。
- 現在継続中のボトムアッププロセスによる立ち上げ(3候補)については、戦略的中型の2号機を目指して、今後、宇宙研支援による技術検討を実施する。その実施期間については、数ヶ月から1年程度といった長い期間が望ましいので今後調整する。
- なお、戦略的中型の2号機として、上記以外のミッションを選定する可能性を排除するものではない。

補足資料

- 【補足1】今後の宇宙科学・探査プロジェクトの推進方策
- 【補足2】新宇宙基本計画 本文(抜粋)
- 【補足3】新宇宙基本計画 工程表(抜粋)

Ⅲ. 今後の宇宙科学・探査プロジェクトの推進方策

宇宙科学における宇宙理工学各分野の今後のプロジェクト実行の戦略に基づき、厳しいリソース制約の中、従来目指してきた大型化の実現よりも、中型以下の規模をメインストリームとし、中型(H2クラスで打ち上げを想定)、小型(イプシロンで打ち上げを想定)、および多様な小規模プロジェクトの3クラスのカテゴリーに分けて実施する。



2000年代前半までの
典型的な科学衛星ミッション
M-Vロケットによる打ち上げ

戦略的に実施する中型計画(300億程度)
世界第一級の成果創出を目指し、各分野のフラッグ
シップ的なミッションを日本がリーダーとして実施する。
多様な形態の国際協力を前提。

公募型小型計画(100-150億規模)
高頻度な成果創出を目指し、機動的かつ挑戦的に実施
する小型ミッション。地球周回/深宇宙ミッションを機動的
に実施。現行小型衛星計画から得られた経験等を活か
し、衛星・探査機の高度化による軽量高機能化に取り組
む。等価な規模の多様なプロジェクトも含む。

多様な小規模プロジェクト群(10億/年程度)
海外ミッションへのジュニアパートナーとしての参加、海外
も含めた衛星・小型ロケット・気球など飛行機会への参
加、小型飛行機会の創出、ISSを利用した科学研究など、
多様な機会を最大に活用し成果創出を最大化する。

新「宇宙基本計画」本文 (平成27年1月9日宇宙開発戦略本部決定)

- 学術としての宇宙科学・探査は、今後とも世界的に優れた成果を創出し人類の知的資産の創出に寄与する観点から、ボトムアップを基本として JAXAの宇宙科学・探査ロードマップを参考にしつつ、今後も一定規模の資金を確保し、推進する。
- 今後10年間では、戦略的に実施する中型計画に基づき3機、公募型小型計画に基づき2年に1回のペースで5機打ち上げるとともに、多様な小規模プロジェクトを着実に実行する。具体的には、X線天文衛星 (ASTRO-H)、ジオスペース探査衛星(ERG)、水星探査計画(BepiColombo) 等のプロジェクトを進める。また、国際共同ミッションである次世代赤外線天文衛星(SPICA)の2020年代中期の打ち上げに関する検討も行う。さらに、現在 JAXA宇宙科学研究所(ISAS) において検討中のプロジェクトについては、検討結果を踏まえ、着実に進める。
- 太陽系探査科学分野については、効果的・効率的に活動を行える無人探査をボトムアップの議論に基づくだけでなく、プログラム化も行いつつ進める。プログラム化においては、月や火星等を含む重力天体への無人機の着陸及び探査活動を目標として、特に長期的な取組が必要であることから、必要な人材の育成に考慮しつつ、学術的大局的観点から計画的に取り組む。(文部科学省)

- 戦略的中型3機/10年，公募型小型5機/10年
- その中で重力天体への無人機の着陸と探査を目標とする太陽系探査科学を「プログラム」化して実施