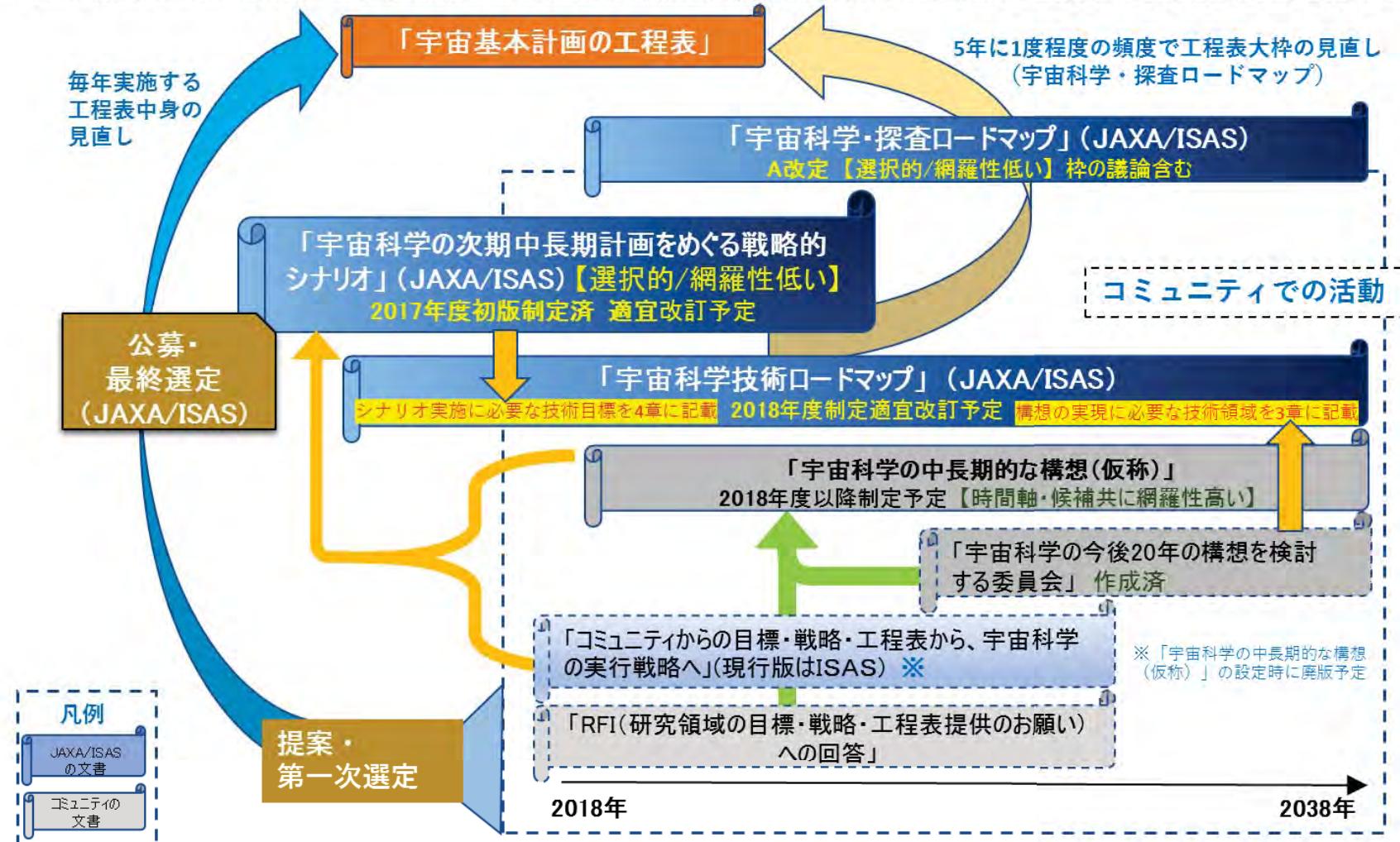


JAXA/ISASの宇宙科学・探査ロードマップは、
2013年9月に初版を制定し、宇宙科学・探査小委員会での議論も行い、2019年5月にA改訂を行った。
次ページのISASの文書体系上のとおり、工程表と密接に関係する。

- ・戦略シナリオ：関係者や国民が、日本の宇宙科学の将来についての描像を共有することを可能とし、コミュニティからの提案を魅力ある具体的なミッションとして工程表につなげることを目的とする。
- ・技術RM：戦略シナリオや20年委員会の構想からフローダウンされる一連の技術開発を、長期的・戦略的に記載し、シナリオや構想の実現に繋げることを目的とする。
- ・宇宙科学・探査RM：工程表制定から今までの実績や将来構想を記し、工程表大枠の見直しに繋げることを目的とする。



宇宙科学・探査ロードマップ

2019年5月16日 A改訂
2013年9月19日 制定

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

目 次

I. 経緯

II. 宇宙科学・探査ロードマップ作成の基本
となる考え方

III. 今後の宇宙科学プロジェクトの推進方策

IV. 各分野の将来構想検討

I . 経緯(1/2)

1. 新たな宇宙基本計画(平成25年1月戦略本部決定)において、「宇宙科学等のフロンティア」は3つの重点課題のひとつとして位置付けられ、それに伴い、宇宙科学研究所として平成25年9月に宇宙科学・探査ロードマップを制定し推進してきた。
2. 現状5年間が過ぎ、課題として以下のような点が挙げられる。
 - ①昨今のミッションの大型化に伴い、一国での観測・探査が難しくなりつつある。
 - ②長期的、挑戦的視点に立った宇宙科学・探査全体の将来像を明確に示せず、プロジェクト間の連携が弱く、開発資金や開発体制が分散化してきた側面がある。
 - ③国際協力によるミッションへの機動的対応が不十分である。
 - ④世界に先んじてより挑戦的な研究に挑んでいるため、現状の仕組みではミッション立ち上げ時の技術の成熟度やコスト評価の精度が低く、開発の長期化やコスト増加を招き易い。
3. これらに対応するため、宇宙科学・探査の進め方として、より効率的かつ効果的な推進を目指し、長期的、戦略的な宇宙科学・探査のプログラム化を導入することが必要となった。当初整理した推進方策である戦略的中型、公募小型、多様な小規模プロジェクト群以外に、国際情勢等に鑑みて戦略的・機動的に国際協力に対応するための枠組みも必要である。また、当面の有人・月・火星探査を目指す国際宇宙探査との連携等の新しい要素への対応が求められている。さらに、戦略的中型、公募小型のコストオーバーを防ぐため、プロジェクト化前の技術実証のためのフロントローディングの活用や、各々の目安を厳密にかつ適切なマージンを設定して管理することが求められる。

I . 経緯(2/2)

4. 日本の宇宙科学の実行は、大学共同利用システムによるコミュニティからの提案に基づいてプロジェクト実行を行う方法で機能してきた。しかし、上記の状況を鑑み、個別のプログラムの検討に当たっては、科学コミュニティによるボトムアップの検討を十分に尊重し、それを踏まえた上で、第28回宇宙科学・探査小委員会で制定された「宇宙・科学探査プログラムの考え方について」に基づく、以下のような政策的視点を考慮することが必要となった。
- ① ミッション選定や宇宙工学の研究開発が我が国の宇宙科学・探査全体を俯瞰した形で戦略的、計画的に進められ、チャレンジングな宇宙科学・探査活動を我が国にとって最適なサイズでタイムリーに実施することが可能となること。
 - ② 我が国として優位性“強み”を有する技術や今後我が国として獲得すべき技術を明確にすることで、優位性“強み”を有する技術をより伸ばし、かつ新たな技術を創出できること。(プロジェクト立ち上げ強化)
 - ③ 宇宙科学・探査で育成された人材の活躍の場がアカデミアだけでなく、宇宙開発・宇宙産業へと拡大していくことができること。
 - ④ 國際的な連携のみならず、民間セクターとの協同等を通じた新しい宇宙科学探査のチャレンジが可能となること。

Ⅱ. 宇宙科学・探査ロードマップ作成の基本となる考え方(1/2)

宇宙科学は、宇宙空間でのその場観察や探査、及び、宇宙空間からの宇宙観測により、地球と太陽系の起源、宇宙の物質と空間の起源、宇宙における生命の可能性探求に、新しいパラダイムをもたらすような人類の知の資産創出を目指し、同時に探査機・輸送システム等の宇宙工学技術をパラダイムシフト的な革新を目指して先導する。

また、昨今の米国による有人月面着陸構想や有人月周回拠点(Gateway)計画など、活発化する国際宇宙探査活動への効果的な参加も考慮する必要がある。

こうした最新の状況も踏まえつつ推進する宇宙科学・探査の研究開発や成果は、宇宙分野だけでなく幅広い分野の科学技術を牽引・強化するとともに、大学等の連携による人材育成、民間等との協力による産業力強化、人類の活動領域の拡大を含む国力の維持・強化に資するものである。

これまでの日本の宇宙科学の実績と特徴を生かしつつ、宇宙科学の目的とその獲得に必要なリソースを厳しく見極め、適正規模のミッションをタイムリーに実施することを推進する。

特に日米欧三極間での国際協調と相互補完により効率的なミッション計画を立案し実行する。世界を先導する事を期待される分野においてはフラッグシップ的ミッションを主導し、一方で、海外が主導するプロジェクトについてはそれへの参加を積極的・戦略的に展開し、成果創出の最大化を図る。

宇宙科学ミッションの高頻度な実施を図る。その際、イプシロンロケット等我が国の基幹ロケットの優先的使用を含めて検討を進めるとともに、宇宙機小型化技術の活用による効率化、活動範囲の拡大も狙う。

Ⅱ. 宇宙科学・探査ロードマップ作成の基本となる考え方(2/2)

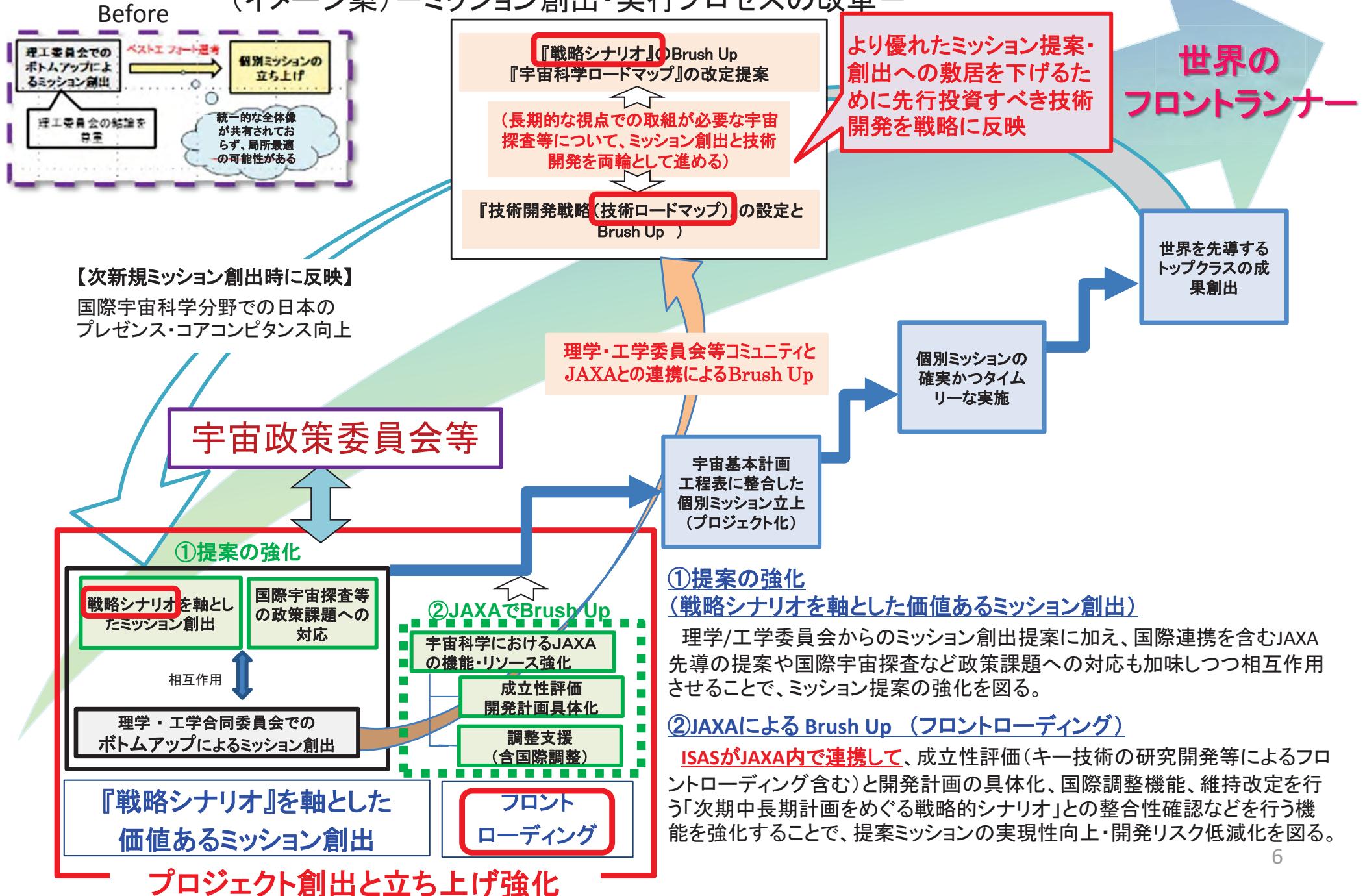
具体的な進め方としては以下を提案する。

1. イプシロンロケットを活用して、地球周回軌道からのサイエンスを適正規模のミッションでタイムリーに実現する一方で、衛星探査機の小型化・高度化技術などの工学課題の突破から惑星探査への展開も図る。
2. 太陽系探査科学分野は、小天体探査から惑星科学を推進することにおける世界でのリーダーシップを意識しつつ、工学課題克服・技術獲得と連携しつつ大型ミッションによる本格探査に備える。
3. 天文学・宇宙物理学分野は、フラッグシップ的中型、機動的に実施する小型および海外大型ミッションへの参加など多様な機会を駆使して実行する。
4. 成果の創出、人材育成、コミュニティの求心力等の観点から、下記の頻度実現を目指す。
 - (1)イプシロンで打上げる規模のミッションを2年に1度程度の頻度で実行する。
 - (2)10年間に3機程度の頻度で、世界を先導して戦略的フラッグシップミッションを実現する。
 - (3)海外が主導するミッションに積極的に参加する等、より小規模なミッションでの成果創出機会を確保する。
5. 関連コミュニティや関連大学等との連携を高め、JAXA外において分担すべき部分は相手方に任せ、効率的かつ効果的な体制を構築する。また、宇宙科学プログラムの健全なサイクルを推進継続するために、ミッション立ち上げへつながる期間での先行投資等のブラッシュアップ機能を強化する。

III. 今後の宇宙科学・探査プロジェクトの推進方策

1. 1 ISAS/JAXA 宇宙科学・探査プログラムの進め方

(イメージ案) —ミッション創出・実行プロセスの改革—



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(H2、H3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)など、中型以下の規模をメインストリームとする。また、多様な小規模プロジェクトは戦略的海外共同計画、小規模計画の2つに分け、計4クラスのカテゴリーに分けて実施する。

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・気球など飛翔機会への参加、小型飛翔機会の創出、ISSを利用した科学的研究など、多様な機会を最大に活用し成果創出を最大化する。

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(50億–150億程度)

従来の公募小型計画の推進方策に加え、地球周回軌道からのサイエンスを適正規模のミッションでタイミングに実現する一方で、衛星探査機の小型化・高度化技術などの工学課題の突破から惑星探査への展開も図り、高頻度な成果創出を目指す。

戦略的海外共同計画(10億/年程度)

海外ミッションへのパートナとしての参加や国際宇宙探査の観測機器の搭載機会等を活用するなど、多様な機会を最大に活用し成果創出を最大化を図る。

小規模計画(数億/年程度)

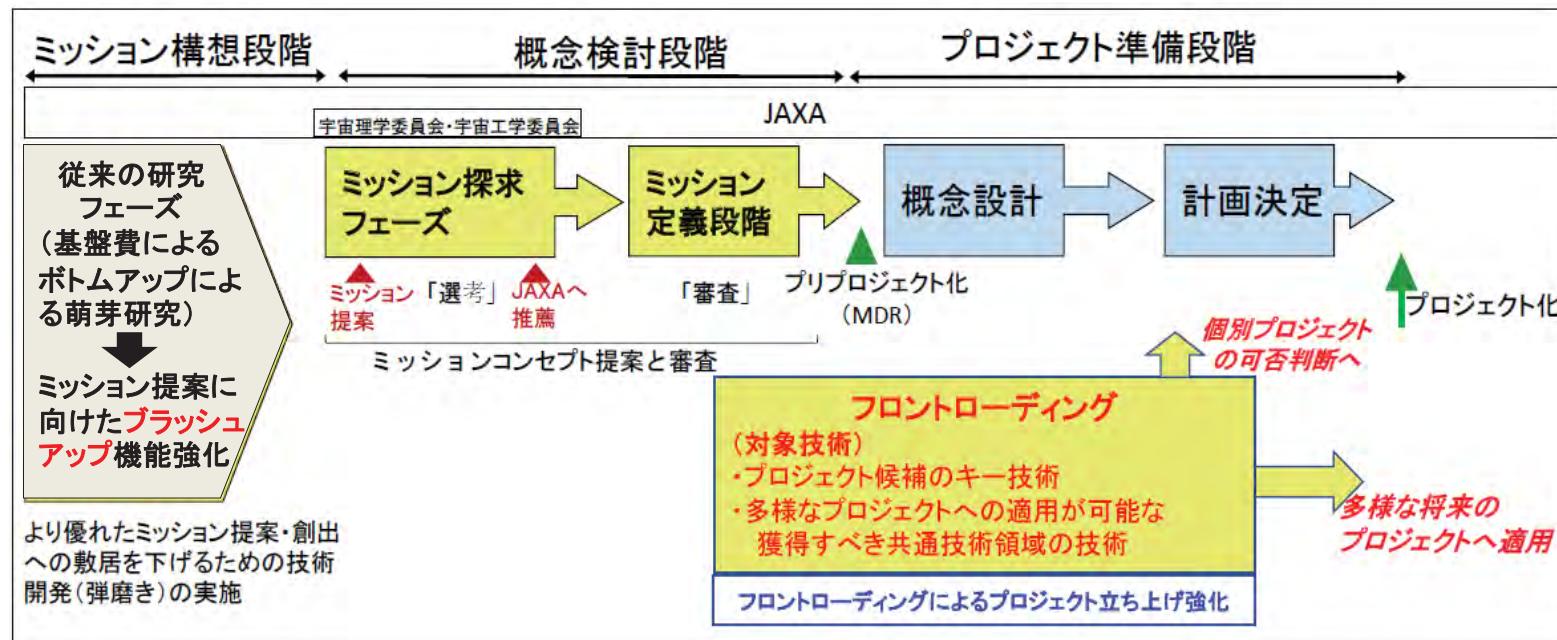
国内外の研究者の幅広い提案を公募し、海外の観測ロケット・大気球、国際宇宙ステーション(ISS)などの飛翔機会を利用するなどした計画を推進。

III. 今後の宇宙科学・探査プロジェクトの推進方策 資金規模の対象となる範囲等について(1/3)

- 学術研究を目的とした宇宙科学及び宇宙探査に関する活動を対象とし、1年単位の予算規模での考え方では効率的かつ効果的なミッション創出や国際共同の妨げとなる可能性が有るため、プログラム化を考慮し10年程度の規模での予算枠を前提として考える。
これにより、以下の項目を実施するためには年間一定の資金規模が必要と推算されるが、衛星開発スケジュール、JAXA全体の予算規模等により各年度予算は変動することに留意が必要である。
宇宙科学コミュニティとの調整により、学術として十分な意義かつ成果が見込まれる等の理由により、各カテゴリーの個別プロジェクトにおいて予算規模を超過する場合は、10年間の全体の資金規模の中での調整が必要となり、最終的にはコミュニティの意見を踏まえつつJAXAが決定する。
- 今回定義した以下4つのカテゴリを実施する。
 - ✓ 戰略的に実施する中型計画(300億円程度)を3回／10年
プロジェクト総資金は、「技術のフロントローディング」等を推進することで、300億円程度の厳守を強化する。
 - ✓ 公募型小型計画(50億円～150億円程度)を1回／2年
プロジェクト総資金は、超小型衛星の活用や「技術のフロントローディング」等を推進することで、50億～150億円程度までの幅を持たせる。
 - ✓ 戰略的海外共同計画(10億円／年程度)
 - ✓ 小規模計画(数億円／年程度)

III. 今後の宇宙科学・探査プロジェクトの推進方策 資金規模の対象となる範囲等について(2/3)

- ミッション創出機能強化(プロジェクト立ち上げ強化)
 - ✓ 従来の学術研究の一部であるボトムアップによる萌芽研究・基礎研究機能の強化
 - ✓ 技術のフロントローディングとして、プロジェクト候補のキー技術や多様なプロジェクトへの適用が可能な獲得すべき共通技術領域の技術の開発を推進。



Ⅲ. 今後の宇宙科学・探査プロジェクトの推進方策

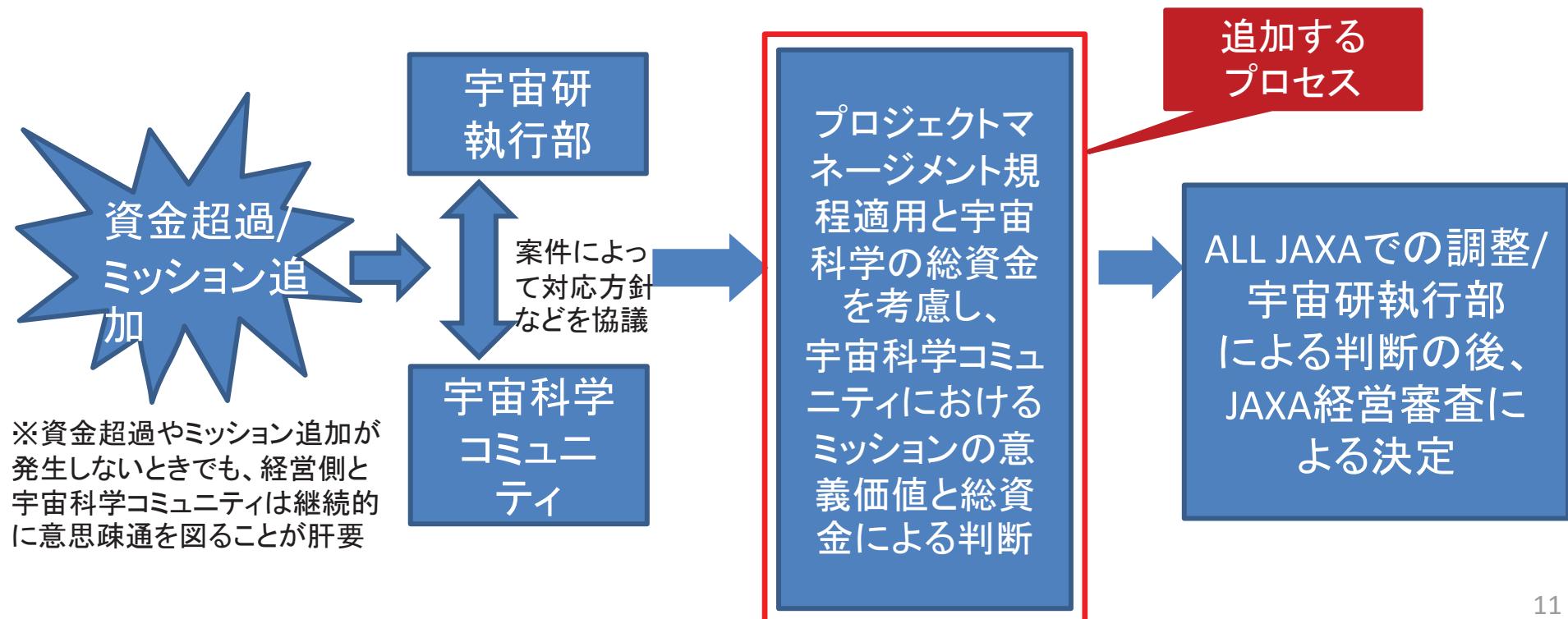
資金規模の対象となる範囲等について(3/3)

- 以下の基盤的な活動費を含む。
 - ✓ 学術研究・実験等(観測ロケット・大気球、大学共同利用・大学院教育運営を含む)
 - ✓ 軌道上衛星の運用
 - ✓ 宇宙科学施設維持
- これらを推進する上で、人材育成、民間との連携を考慮し、JAXAは大学・他の研究開発機関等と連携し、学生、若手研究者が宇宙科学・探査プロジェクトへ参加する機会を提供する。
- 具体的には、リサーチアシスタント(RA)制度等の充実によって学生の研究やプロジェクトへの参加を促す機会を増やし、次代の人材の育成/民間への人材輩出・活力向上に積極的に貢献をしていく。
- プロジェクトやフロントローディングを通して、ISAS/JAXAに知見が少ない技術分野は、ALL-JAXAによる対応や大学連携拠点を中心とした連携強化に加え、大学や産業界からのクロスアポイントメント等の連携を進めて研究開発を行い、それらを通じて人材育成を図るとともに民間参入を促進する。
- また、民間等との連携を進める上で、研究資金の分担等(パテントの活用含む)、多様な外部資金獲得強化も併せて推進する。

III. 今後の宇宙科学・探査プロジェクトの推進方策 ミッション選定時及び選定後の計画見直し

プロジェクトマネジメント規程適用による品質管理強化等により資金超過が発生した場合やミッションを追加する場合において、他のプロジェクトやミッションに影響を与えることになったときは、宇宙科学コミュニティに対し、ミッションの意義価値と総資金の両者を判断基準に、推進・縮小・中止等の方針の判断を求める。具体的には、資金が超過しても科学的意義が大きいとコミュニティが判断するならば、ミッション間の優先順位をつけ、優先順位の低いミッションの縮小や中止を検討する。

【資金超過やミッション追加に伴う意思決定のプロセス】



III. 今後の宇宙科学・探査プロジェクトの推進方策 国際宇宙探査との連携(1/2)

1. はじめに

国際宇宙探査と宇宙科学探査は密接な関係にあるため、共通技術開発等可能な限り連携・協力を図りつつ推進することが重要である。

2. 探査の定義

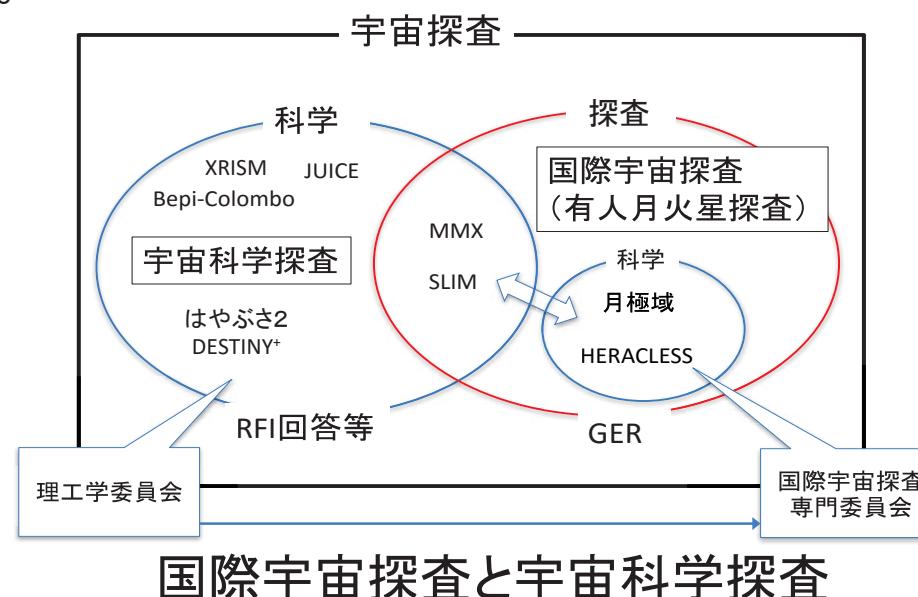
宇宙探査における国際宇宙探査と宇宙科学探査を次のとおり定義する。

- 国際宇宙探査

天体を対象にして国際協力によって推進される有人宇宙探査活動及び当該有人探査のために先行して行われる無人探査活動。人類の活動領域の拡大を主目的として全体シナリオにそって推進され、当面は月、火星を対象とする。

- 宇宙科学探査

宇宙科学(理学・工学)を目的としてコミュニティがボトムアップにより立案する探査。月、火星に限らない。



III. 今後の宇宙科学・探査プロジェクトの推進方策 国際宇宙探査との連携(2/2)

3. 宇宙科学探査の位置付け

探査は、科学(探査)と分けて使う場合に用いられてことがあるが、宇宙科学探査の位置づけは、科学が主目的の探査である。一方、国際協力や国際協働によって推進される国際宇宙探査では、科学は目的の一部となる。

(1)科学は国際宇宙探査の目的の一部である。

(2)場合によっては科学が主目的となる場合もあるが、それは全体シナリオに沿った探査である。

国際宇宙探査への科学の関わり方のレベル

<科学からの貢献>

- ・科学探査による知見の提供(科学的知見、工学的知見)
- ・国際宇宙探査での科学成果を創出(意義価値を高める。)

<科学への活用>

- ・国際宇宙探査の機会を活用して科学を推進する。(データ利用や観測を実施)
- ・国際宇宙探査で開発された技術や施設の活用



1. 探査に関する科学的助言

- 科学的知見・装置等の提供により探査に協力する

2. 探査の結果から得られる科学の整理

- 得られたデータを利用して科学的成果を上げ、探査に付加価値を与える
 - 観測計画・装置等に科学的成果のための工夫を加える

3. 探査領域での科学探査の提言

4. 将来の月惑星探査につながる科学探査の提言

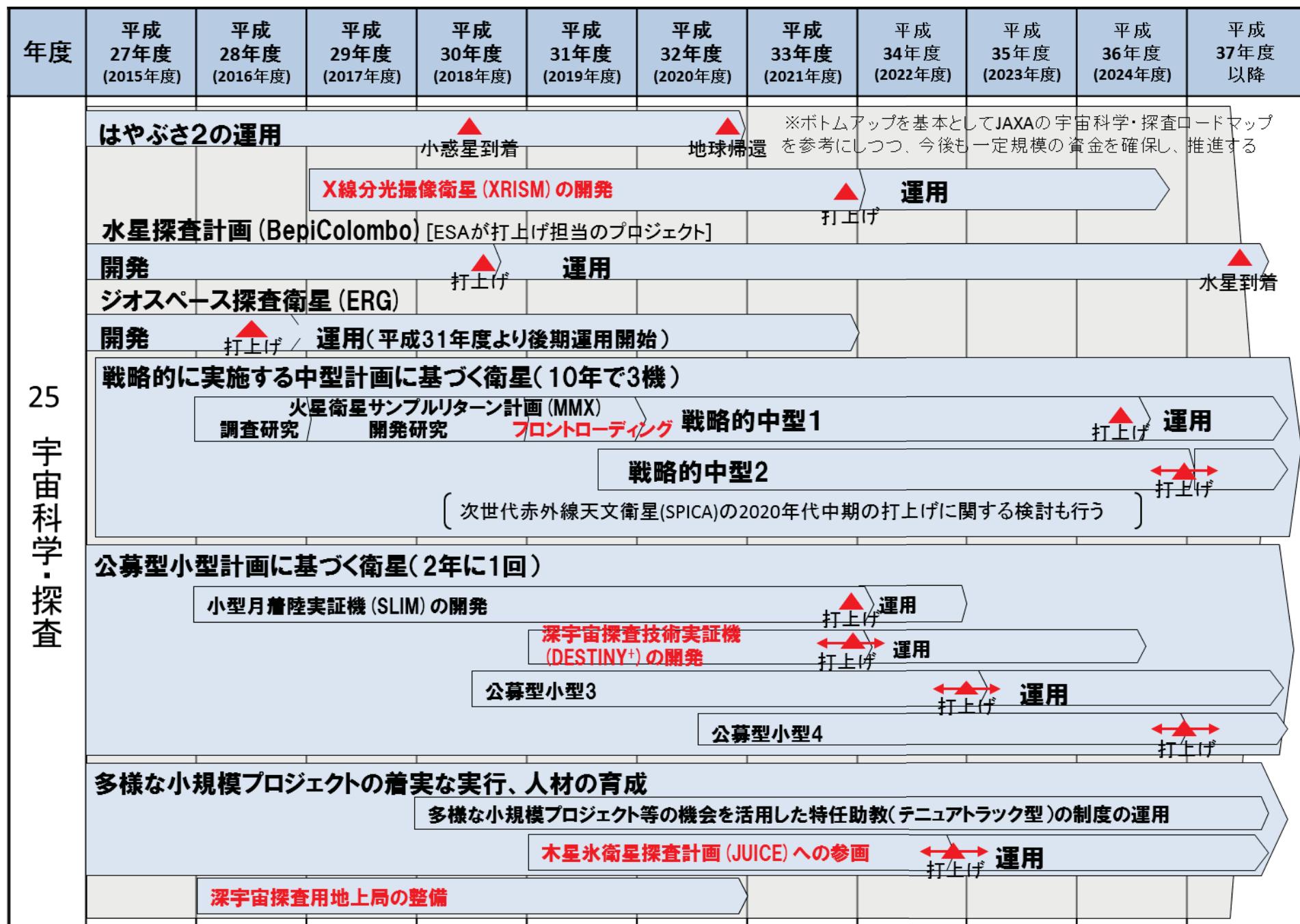


科学からの積極的な提言(ミッション提案)を含む参加が重要。

(例えば、宇宙科学での現場で培われた小型機活用方策を探査にも適用し、JAXA固有の探査スキームを構築する等)

Ⅲ. 宇宙科学・探査ロードマップの推進方策案

現在の工程表

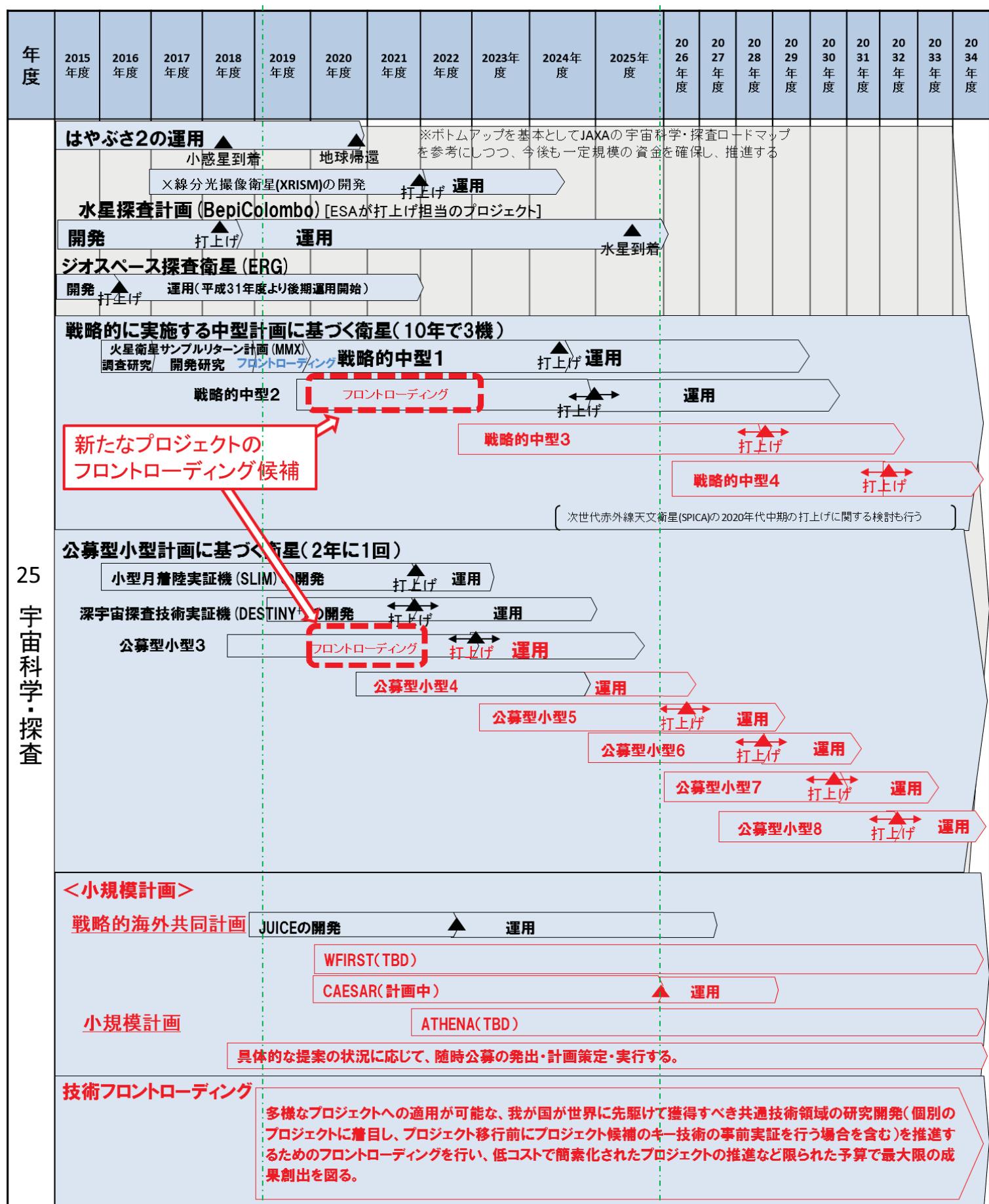


※太陽系探査科学分野については、ボトムアップの探査だけでなく、プログラム化された探査も進める ※以上すべて文部科学省

III. 宇宙科学・探査ロードマップの推進方策案

宇宙科学・探査プログラムの中長期立上げ計画(検討中)

15



IV. 各分野における将来構想検討

1. 天文学・宇宙物理学分野
2. 太陽系探査科学分野
3. 宇宙工学分野

1. 天文学・宇宙物理学分野の将来構想(1/4)

■ 分野全体を俯瞰する将来ビジョン

宇宙観測の利点を用いて宇宙の「成り立ち」と物理・化学の基本課題に挑む。

大目標:「宇宙の空間と物質の起源の理解」「宇宙における生命の可能性の探求」

- 我々の宇宙の「なりたち」の理解にかかる課題:

宇宙の時空間と構造の起源（インフレーション、宇宙の加速膨張）、多様な天体の形成過程（銀河の形成、星・惑星の形成、元素合成）、宇宙における生命の可能性（太陽系外惑星）など。

- 物理学の根幹にかかる課題:

素粒子論と物質の根源（暗黒物質、中性子星）、一般相対論の検証（暗黒エネルギー、ブラックホール、重力波）、極限状態の物理学（プラズマ過程、粒子加速、分子・固体形成）など

■ 今後20年程度を通して、日本が採るべき戦略

- 広範な国際協力の下、国際的優位性をもつ分野を柱としてさらに発展させる。同時に、インパクトのある新分野を育成し、有望な萌芽的課題を世界に先駆け開拓する。
- H2/H3ロケットによる戦略的中型、イプシロンロケットを用いた公募型小型、相乗り機会や海外計画への参加による小規模計画を、柔軟かつ適正に組み合わせる。
- 中型ミッションは、研究コミュニティ（学会、学術会議等）、宇宙理工学委員会、およびISASでの審議や検討を通じ、段階的かつ戦略的に選定する。
- 宇宙工学や国内先端産業と協力して独創的な技術を開発し、日本の宇宙活動に貢献する。関連大学や近隣分野と、研究上・技術上、人的な連携交流を一段と強化する。

1. 天文学・宇宙物理学分野の将来構想(2/4)

■ 今後20年を見通した戦略

- 主たる科学目標に沿って、とくに宇宙とその構造の起源、太陽系外惑星における生命の兆候についての研究を戦略的に進めるとともに、宇宙のなりたちと極限状態の物理・化学現象を解明する先鋭的な宇宙物理学研究を実施する。
- 太陽系外惑星における生命可能性の探査など、超大型の望遠鏡・観測装置による高感度化・高精度化が必須となる科学目的の達成には、戦略的中型・公募型小型を含むミッション機会の戦略的かつ弾力的な運用を行って国際計画に参加し日本の研究者の科学目標の達成に寄与する。そのための強みとなる技術の強化とともに、将来ミッション像に合致した応用性の高い技術領域を同定して技術開発を推進する。
- 我が国が主導する戦略的中型・公募型小型においては、特化した先鋭的な科学目的を見極め世界に先駆けて実行することをめざす。強みとなる技術の発展および挑戦的な技術の獲得を目的を絞った公募型小型として実現し、戦略性を持った将来への発展的応用をすすめる。
- 惑星分野と連携しての宇宙からの系外惑星観測を推進する。

1. 天文学・宇宙物理学分野の将来構想(3/4)

■ 今後5年程度の目標

(戦略的中型衛星規模で行う計画)

- X線分光撮像衛星 XRISM

我が国が主体となり、米国・欧州との協力により、広帯域で高いエネルギー分解能のX線分光観測を行うXRISM衛星を打上げ、宇宙の高温プラズマにおける物質循環・エネルギー輸送過程と天体の進化の解明を目指す。ASTRO-H衛星でめざした重要な科学目的を達成する。

- マイクロ波宇宙背景放射観測衛星 LiteBIRD

我が国が主体となり、原始重力波の痕跡である宇宙マイクロ波背景放射の偏光B-mode観測など、新たな手段により、インフレーション機構による宇宙創成シナリオを検証するためのLiteBIRD計画を推進し、戦略的中型2号機としての打上そのための設計・製作を行う。

- 次世代赤外線天文衛星 SPICA(TBD)

主要な分担者として欧州宇宙機構(ESA)との国際協力を確立し、遠赤外線観測により初期宇宙からの現在までの銀河形成史を明らかにし、また星や惑星系の誕生過程を解明するため、次世代赤外線天文衛星SPICA計画を推進する。2030年頃までの打上そのための開発・設計を行う。

(公募型小型衛星規模で行う計画)

- 赤外線位置天文衛星 小型JASMINE

我が国が主体となり、近赤外線を用いた位置天文学(アストロメトリ)の手法により我々の銀河系(天の川銀河)バルジ構造の中心領域を観測し銀河系構造の起源を解明する小型JASMINE計画を推進する。公募型小型3号機として公募選出の場合、打上そのための開発・製作を行う。

- ガンマ線バーストを用いた初期宇宙観測衛星 HiZ-GUNDAM(TBD)

我が国が主体となり、宇宙最初期のガンマ線バースト天体の検出と重力波天体の電磁波観測のための時間変動現象を主体としたマルチメッセンジャー天文学を推進する計画。公募型小型3号機として公募選出の場合、打上そのための開発・製作を行う。

1. 天文学・宇宙物理学分野の将来構想(4/4)

■ 今後5年程度の目標（続き）

（戦略的海外共同計画）

- 米国NASAの広視野宇宙望遠鏡 WFIRST計画(TBD)

宇宙の加速膨張と暗黒エネルギーの性質解明、そして、太陽系外惑星研究を中心とするWFIRST計画(2025年頃打上)に観測装置開発・地上望遠鏡・地上受信局の協力を通じて参加する。すばる望遠鏡やMOA望遠鏡などこれまでの日本の天文学研究の発展と位置づけられる。

- 欧州ESAの国際大型X線天文台 ATHENA計画(TBD)

宇宙初期の巨大ブラックホールや銀河団の初期形成期を研究する国際大型X線天文台ATHENA計画(2032年頃 打上)に参加する。我が国の技術的強みである機械式冷凍機システムなどで貢献し、XRISMからの大きな科学的発展を得る計画と位置づけられる。

- 欧州ESAの大型重力波天文台 LISA計画(TBD)

宇宙史を通じた銀河の巨大ブラックホール形成による重力波観測や強重力場における一般相対論の検証など、本格的なスペース重力波天文台となるLISA計画に参加する。KAGRAからの発展として将来の我が国が主体となる原始重力波スペース観測の基礎研究としても位置づけられる。

2. 太陽系探査科学分野の将来構想(1/3)

■ 分野を俯瞰する将来ビジョン

- 太陽物理学

太陽活動(フレアやコロナ現象)の起源を理解するとともに、太陽のプラズマ現象を理解し、磁場の起源と変動に迫る。そこから、宇宙天気予報を実現し、人類の宇宙進出を支え、地球環境への長期影響を解明する。

- 宇宙空間物理学(磁気圏・プラズマ物理、惑星大気科学)

太陽活動により変動する太陽圏・惑星圏環境を理解し、惑星大気・プラズマのダイナミクスと進化を解明する。

- 惑星科学(固体惑星、始原天体)

太陽系形成過程を物証に基づいて明らかにするとともに、太陽系における生命起源物質の進化過程を探る。

■ 今後20年程度を見通して、日本が採るべき戦略

- イプシロンロケットの活用等により適正規模の太陽系探査を高頻度で実施し、日本独自の技術や観測機器の実証を系統的に行える枠組みを構築する。
- 國際的な優位性を持つ太陽物理・磁気圏・プラズマ分野は、世界の動向を踏まえた國際協力をさらに積極的に推進する。
- 始原天体探査は、世界におけるリーダーシップを意識し、はやぶさ・はやぶさ2の実績を発展させ国際的な優位性を確立する。
- 惑星周回探査や重力天体着陸探査については、国際宇宙探査と連携しつつ理工連携により独自の探査手法を構築し、欧米とは差別化された本格的探査を立案・実施する。
- 日本では実施できない規模の欧米主導ミッションへの参加を推進する。

2. 太陽系探査科学分野の将来構想(2/3)

■ 20年先を視野に入れた目標

- ・太陽の磁気プラズマ活動の本質を探るための超高解像度撮像を行う、太陽圏における多点観測機会を最大活用する等の方策から、太陽活動とその太陽圏への影響というテーマの探求を進める。
- ・月、火星をターゲットにした惑星表面探査機を、国際宇宙探査と連携して実施する。
- ・宇宙物質科学や惑星系形成論の進展と並走しつつ、小天体往復探査機(地球接近小惑星、彗星、トロヤ群小惑星など)を実施し、宇宙機による系外惑星観測も宇宙物理分野と連携して実施する。

■ 今後5年程度の目標

・小型月着陸実証機(SLIM)

今後の月惑星着陸機に求められる高精度着陸技術を、小型軽量な探査機による月面着陸により実証するとともに月深部起源の岩石近傍に着陸し、その詳細観測から組成を明らかにし、それにより月の初期進化に関する知見を獲得する。

・火星衛星探査計画(MMX)

世界初の火星圏からのサンプルリターンミッションであり、火星衛星からのサンプル回収により、火星衛星の起源の解明、惑星形成過程と物質輸送への制約、火星圏進化史への新たな知見の獲得を目的とする。

2. 太陽系探査科学分野の将来構想(3/3)

■ 今後5年程度の目標(続き)

- 深宇宙探査技術実証機(DESTINY⁺)

イプシロンロケットで地球周回長楕円軌道に投入され、電気推進での加速と月スイングバイにより地球圏を脱出し深宇宙に至ることで、従来よりも遙かに低いコストで深宇宙探査を実現し、小型深宇宙探査機技術(電気推進による宇宙航行技術の発展、フライバイ探査技術の獲得)により小天体探査の機会を広げる。また、ふたご座流星群の母天体である小惑星Phaethonのフライバイ観測を行うとともに、地球に飛来するダストを地球近傍の惑星間空間及びダスト供給天体であるPhaethon近傍でその場測定し、地球飛来ダストの物理化学特性を明らかにする。

- 木星氷衛星探査計画 ガニメデ周回衛星(JUICE)

欧州宇宙機関(ESA)の基幹ミッション。木星周回軌道から木星系の観測(磁気圏、木星大気、エウロパ・カリストのフライバイ観測)を実施し、「惑星はいかにして作られたのか?」「地球の外に水の海はあるか?」「太陽系で起きている環境の変動にはどのようなものがあるのか?」の3点の理解・解明を目指す。

- 高感度EUV/UV分光望遠鏡(次期太陽観測衛星)(Solar-C_EUVST)(TBD)

広い温度範囲の現象に対応する紫外線分光撮像観測により太陽彩層から遷移層、コロナまでをシームレスに観測し、太陽大気と太陽風の形成に寄与する根本的な物理過程を明らかにするとともに、太陽大気がどのように不安定となり太陽フレアや太陽面爆発を引き起こすエネルギーが解放されるのかを明らかにする等太陽活動の理解・解明に貢献する。

- 小型惑星探査ミッションの計画立案と実行

科学的な成果に加えて、将来の惑星探査への技術的な蓄積を行い、高頻度な惑星探査機会の実現のための枠組み(惑星探査機の小型化、イプシロンロケット活用)を構築する。

3. 宇宙工学分野の将来構想(1/3)

様々な宇宙科学の飛翔機会を活用して宇宙工学研究を創造的・実証的に遂行し、宇宙へのアクセス(より自在に)と宇宙でのモビリティ(より遠くへ)を確保すると共に、より多面的かつ高度な科学観測や探査活動を実現することにより、宇宙開発利用全体の将来に向けた貢献や人類的課題の解決に向けた先駆けとなる事を目指す。

■ 宇宙航行・輸送系の将来ビジョン

- ロケット推進、将来型の地上／低軌道間の輸送システム(イプシロンなど現行ロケットの段階的再使用化を含む)、軌道間の輸送、深宇宙航行のための多様な推進技術などの革新を図るための研究を、宇宙科学の飛翔実験機会等を活用し実証的に進める。
- 宇宙輸送と航行の抜本的な低コスト化と全太陽系内へのモビリティを実現する。

■ 探査機・衛星系の将来ビジョン

- 太陽光推進、非化学推進など革新的な宇宙航行システムの研究成果を反映させたミッション創出を図る。
- 自律化・知能化、モジュール化やネットワーク化、及びこれをベースとした軌道上結合/分離などの革新的な衛星探査機アーキテクチャにより、宇宙開発利用全体を牽引する成果創出を目指す。

3. 宇宙工学分野の将来構想(2/3)

宇宙航行・宇宙輸送分野の将来構想

■ 今後20年程度を見通して、日本が採るべき戦略

- 地上から地球周回軌道までのアクセス(将来宇宙輸送)と地球重力圏外へのモビリティ(太陽系探査)のための宇宙飛翔体における工学的課題に集中する。

■ 20年先を視野に入れた目標

- ロケット推進、将来型の地上／低軌道間の輸送システム、軌道間の輸送、深宇宙航行のための多様な推進技術などの革新を図るための実証的研究を、宇宙科学の飛翔実験機会を活用して推進し、宇宙科学の目的のみならず日本の宇宙開発利用に貢献する。

■ 今後5年程度の計画

- 打上げ頻度の最大化のため、ミッションの小型化・高度化(自律化・知能化)と連動し、低コスト・機動的なミッション創出と、太陽系探査科学のミッション実行可能性を拡大する。地球観測をはじめとする科学以外の打上げ需要の拡大と連携し、日本の小型ロケット打上げ機会の低コスト化・高頻度化のために、宇宙科学のミッション創出およびロケット技術の立場から貢献する。
- イプシロン高度化を含む将来輸送システム構築への貢献、および繰り返し飛行運用への転換を図る場としての、小型飛翔体による観測実験機会の革新のため、再使用観測ロケット計画を推進する。

3. 宇宙工学分野の将来構想(3/3)

衛星・探査機および深宇宙探査に関する将来構想

■ 今後20年程度を見通して、日本が採るべき戦略

• 衛星探査機の高度化

革新的深宇宙航行システムなどによる挑戦的ミッションの創出と実行のため、太陽光推進、非化学推進など革新的な宇宙航行システムの研究成果を反映させたミッション創出を図る。さらに自律化などの革新的な衛星探査機アーキテクチャ、エネルギー発生・伝送関連技術などで、宇宙開発利用全体を牽引する成果創出を目指す。

• 小型高頻度のミッション実行

将来の惑星探査に必須な技術の実証、その成果に基づくフラグシップ探査計画の策定と実行

• 宇宙状況監視(デブリ観測・低減)、地球衝突小惑星対応など、科学以外の動機によるミッションにも宇宙科学の立場で積極的に参画する。

■ 20年先を視野に入れた目標

- 衛星探査機技術の高度化により、その成果を反映したミッションを立案し、小型化による太陽系探査ミッションの高頻度化だけでなく、探査範囲の拡大も狙う。
- 国際協力による補完関係構築し、特に「重力天体(月・火星・金星)の表面探査」と「小天体(小惑星など)の往復探査」を実現するための工学研究の推進とミッションの実行を目指す。

■ 今後5年程度の目標

- はやぶさ2、Bepi Colombo、SLIM、MMX、CAESAR、DESTINY⁺、OKEANOS及び小型科学衛星計画の着実な実施。
- イプシロンの高度化等我が国の基幹ロケットの検討と連動し、衛星および惑星探査機システム・サブシステムの小型軽量化・高機能化研究に取り組む。