

宇宙科学・探査プロジェクトの 状況について

令和元年(2019年)5月21日

宇宙航空研究開発機構

宇宙科学研究所長

國中 均

ご報告内容

1. 戦略的中型2、公募型小型3の選定結果

2. 2020年度のプロジェクト実施方針

2. 1 プロジェクトの実施方針

2. 2 技術のフロントローディング候補

(プロジェクト候補のキー技術、及びその先の多様なミッションの創出を
念頭においた共通技術領域の技術)

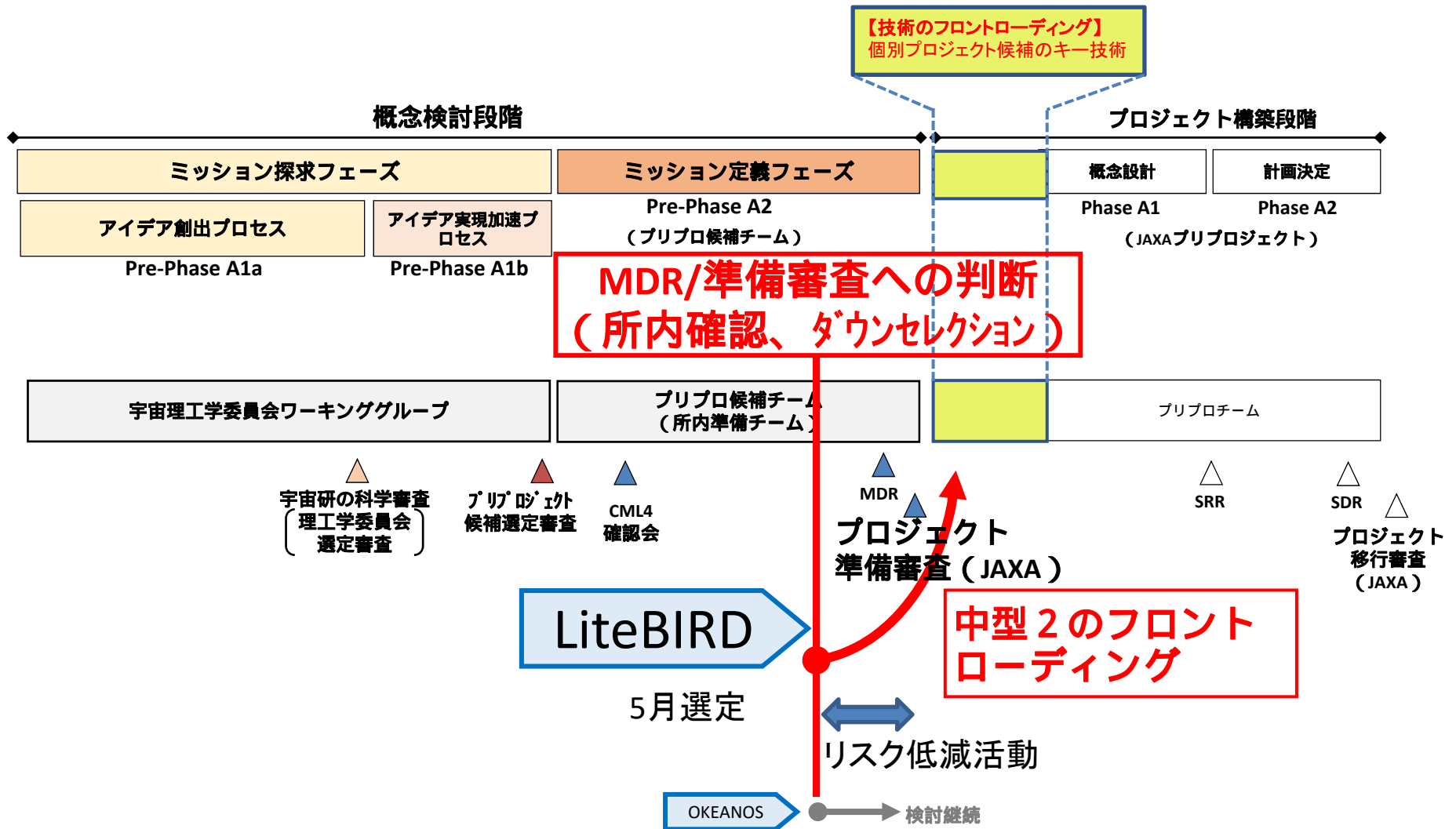
3. 人材育成

1. 戦略的中型2、公募型小型3の選定結果

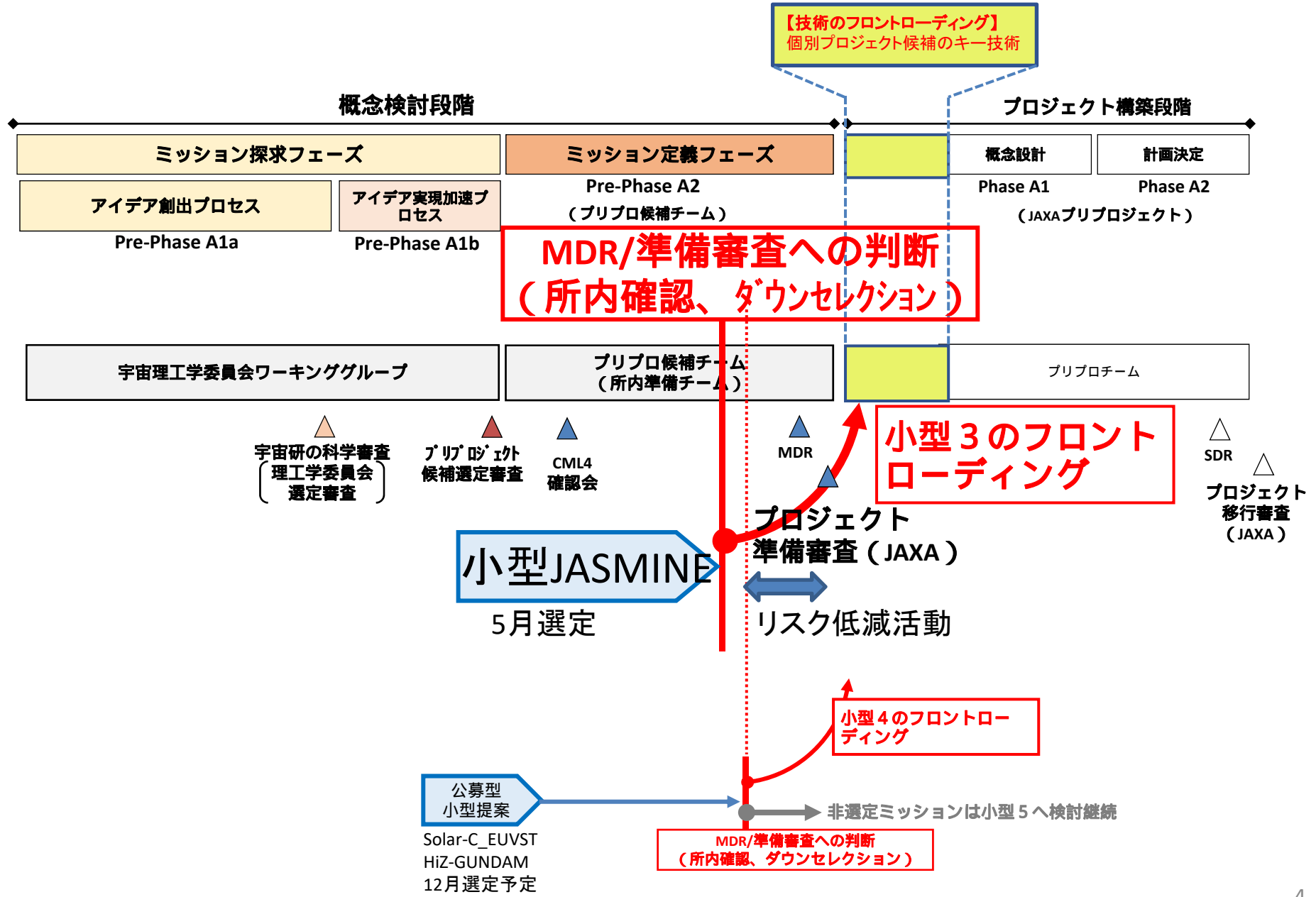
宇宙科学研究所は、次のミッションを選定した（2019年5月14日）。
現在、JAXA経営レベルでの計画精査プロセスへ向け作業を進めている。

- ✓ 戦略的中型2: 宇宙マイクロ波背景放射偏光観測衛星(LiteBIRD)
- ✓ 公募型小型3: 赤外線位置天文観測衛星(小型JASMINE)

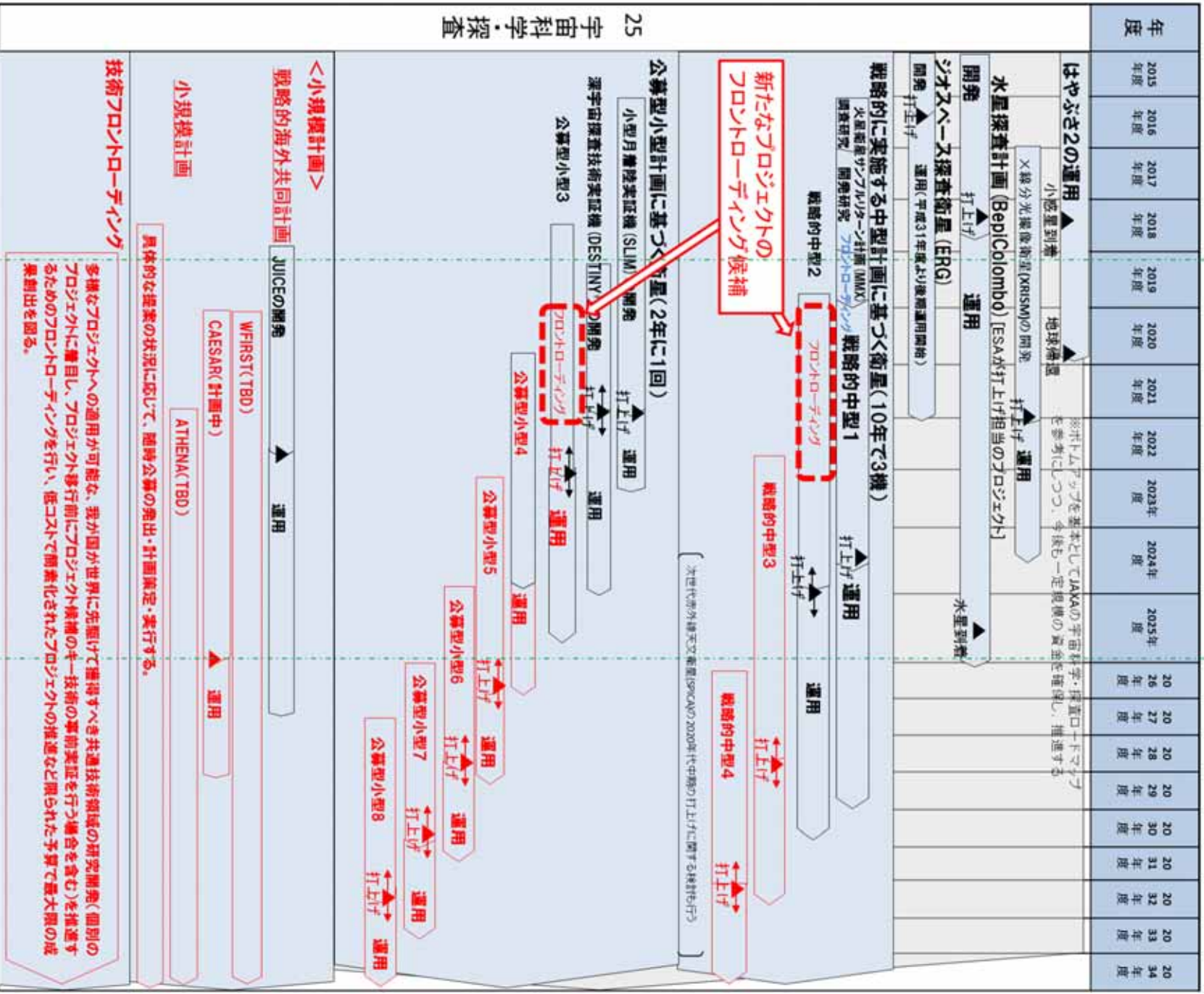
「戦略的中型2」の選定と、フロントローディング



「公募型小型3」の選定と、フロントローディング



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)



2. 2020年度のプロジェクト実施方針

2.1 プロジェクトの実施方針

(1) 新規プロジェクト候補

【技術のフロントローディング】

LiteBIRD、小型JASMINEについて、初期段階での不確定性を低減し、またその後の開発全体のリスクを低減するため、新規性(リスク)の高いミッション系機器等キーとなる重要技術(クリティカル技術)の候補について、検討をする。

多様なプロジェクトへの適用可能な、共通技術領域の候補について、検討をする。

- ① 宇宙マイクロ波背景放射偏光観測衛星 LiteBIRD
- ② 赤外線位置天文観測衛星 小型JASMINE
- ③ 共通技術のフロントローディング

【その他】

プロジェクト化の検討を行う。

- ④ 彗星サンプルリターン計画 CAESAR(上記「③共通技術のフロントローディング」とも連動する)
- ⑤ 火星衛星探査計画 MMX

(2) 既存開発中プロジェクト

工程表に基づき、着実に開発を進める。

- ⑥ X線分光撮像衛星 XRISM
- ⑦ 小型月着陸実証機 SLIM
- ⑧ 木星氷衛星探査計画 JUICE
- ⑨ 深宇宙探査技術実証機 DESTINY+
- ⑩ 深宇宙探査用地上局 GREAT

(3) 運用中プロジェクト

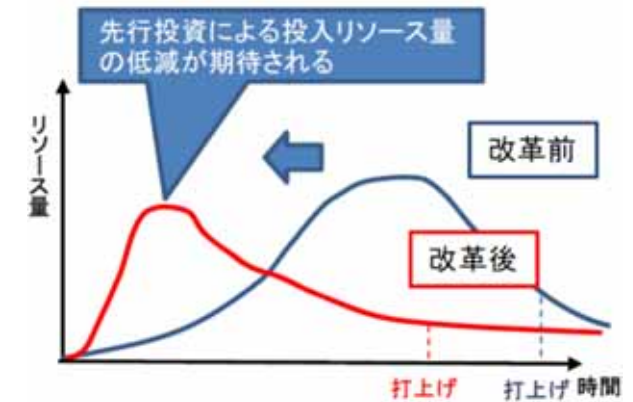
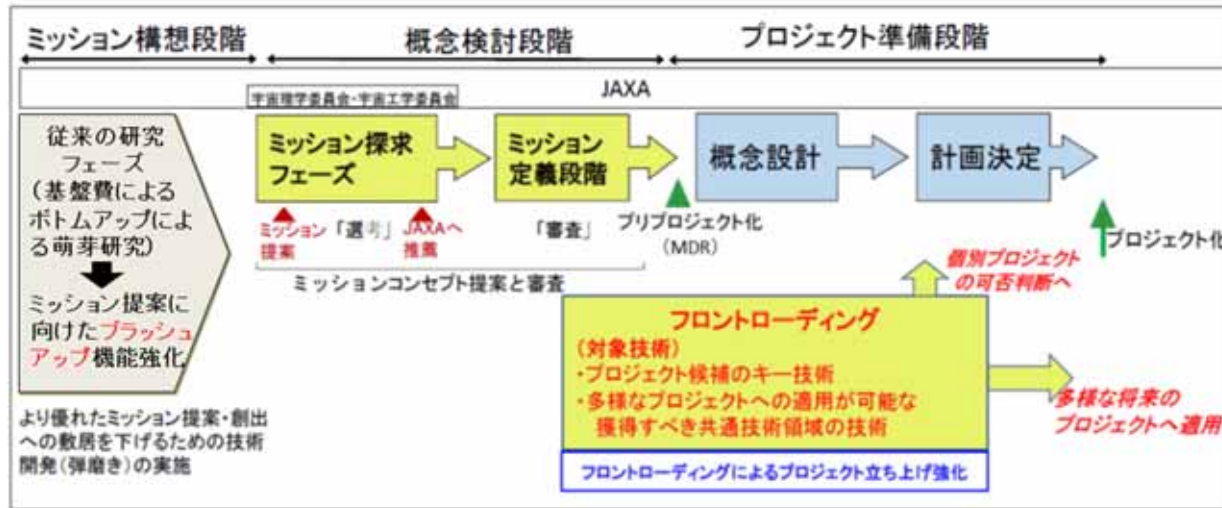
確実な運用を行う。

- ⑪ 小惑星探査機 はやぶさ2
- ⑫ 水星探査計画／水星磁気圏探査機 BepiColombo/みお

2. 2 技術のフロントローディング候補

(プロジェクト候補のキー技術、及びその先の多様なミッションの創出を念頭においた共通技術領域の技術)

➤ 技術のフロントローディングの考え方



◆円滑なミッションの提案・プロジェクトへの移行の強化とリスク及びコストの削減。

<フロントローディングによるプロジェクト立ち上げ強化>

○プロジェクト候補のキー技術

○「有望技術領域」についてミッション立ち上げ強化を図るため「共通技術のフロントローディング」機能を新たに付加。

対象：多様なプロジェクトへの適用可能な、共通技術領域の研究開発(個別プロジェクトに着目し、プロジェクト移行前にプロジェクト候補のキー技術の事前実証も含む)。

<効果>

○プログラム化した各プロジェクトの共通技術となり、多様なミッションへの継続適用が可能となることを通じ、今後のプロジェクト毎の効果的な研究開発費の低減と探査頻度の向上が期待できる。

○キー技術の事前実証によるプロジェクト化後のコストの抑制あるいはコストのオーバーラン解消が期待できる。

○共通技術領域のフロントローディングを実行することで、宇宙プログラム全体における将来のコストパフォーマンス向上を図り、ミッション機会の最大化につなげる。

技術のフロントローディング（プロジェクト候補のキー技術、 及びその先の多様なミッションの創出を念頭においた共通技術領域の技術）

フロントローディングを適用する技術領域

i) 選定の観点

- ・我が国として実績を有し優位性“強み”が見込まれる技術
- ・波及効果が大きいため我が国として獲得すべき技術

ii) 宇宙科学の将来の方向性



優先実施すべき技術領域

- | | |
|-----------|---|
| ①超小型探査機技術 | 【 今後の公募小型ミッション(小型JASMINE等)、火星到達ミ
ッション、木星圏到達ミッション、土星圏到達ミッション等 |
| ②輸送システム技術 | |
| ③月惑星探査機技術 | 【 月/火星のローバ、サンプルリターンミッション、CAESAR、
OKEANOS等 |
| ④天体表面活動技術 | |
| ⑤宇宙用冷凍機技術 | 【 LiteBIRD、SPICA、Athena、赤外線干渉計ミッション等 |

➤ 技術のフロントローディング実施計画(案)

技術領域におけるフロントローディングの内容を下表のとおりまとめ、詳細を次ページ以降に示す。

技術領域	選定理由	想定されるミッション	具体的な研究内容
①超小型探査機技術	日本の強み、波及効果	今後の公募小型ミッション(小型JASMINE等)、火星到達ミッション、木星圏到達ミッション、土星圏到達ミッション等	<ul style="list-style-type: none"> ・超小型衛星システム技術 ・バス/観測機器の超小型/超低消費電力化
②輸送システム技術	日本の強み	月/火星のローバ、サンプルリターンミッション、CAESAR、OKEANOS等	<ul style="list-style-type: none"> ・再突入帰還飛行技術 ・柔軟エアロシェル技術 ・深宇宙航行技術 ・サンプルリターンカプセル技術 ・ローバ技術
③月惑星探査機技術			
④天体表面活動技術			
⑤宇宙用冷凍機技術 宇宙観測技術の高感度化、 冷凍機の高性能化	日本の強み	LiteBIRD、SPICA、Athena、赤外線干渉計ミッション等	<ul style="list-style-type: none"> ・低擾乱化 ・長寿命化 ・大冷却能力 ・連続運転

内容の区分は次のとおり。

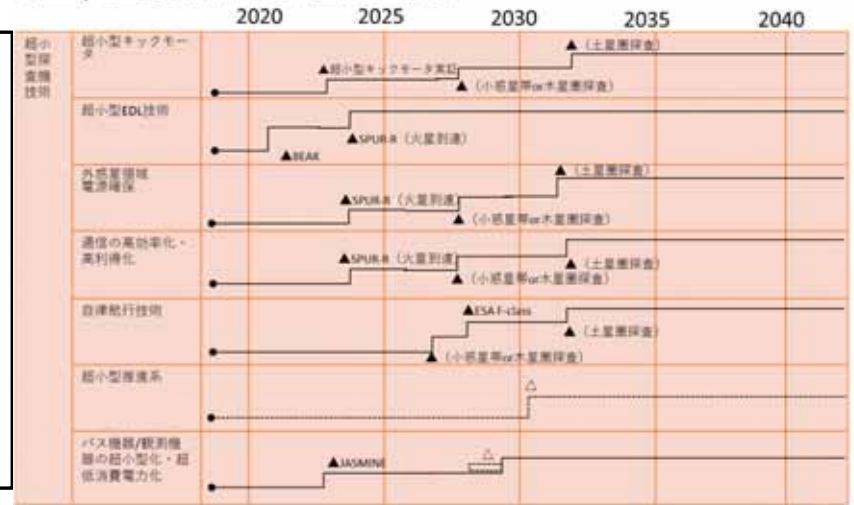
赤字: 新規プロジェクトの有力候補に対するフロントローディング

青字: 将来のコストパフォーマンス向上/ミッション機会の最大化につながる共通技術領域のフロントローディング

①超小型探査機技術領域

(超小型衛星システム技術, バス/観測機器の超小型/超低消費電力化)

今後の宇宙科学において多様で萌芽的なミッションを短いサイクルで高頻度を実施するための有効なプラットフォームとして、超小型衛星・探査機技術の研究を推進する。特に、超小型衛星による本格的な深宇宙探査を目指して、より遠方領域の探査を実現するための広範囲なバス技術(電力確保、省電力技術、高効率通信、推進系、EDL、自律化技術など)の獲得を目指す。また、従来の探査機バス/観測機器の小型軽量化、省エネ化(省電力化、耐低温化、高効率発電など)の方向性とも連携しながら成果を挙げていく。



△超小型衛星/探査機による高頻度な実施

具体的な研究内容(案)

超小型外惑星探査バス技術

通信系(高効率増幅器、展開型高利得アンテナ、光通信技術など)、電源系(展開型軽量SAP、高効率薄膜太陽電池を用いたソーラー電力セルなど)を中心とした、外惑星領域探査のための超小型衛星・探査機バス技術の研究

超小型推進系

多軸、大推力、高比推力等の多様な姿勢/軌道制御要求に応えられる、超小型衛星・探査機用の推進系(化学推進系/電気推進系)の研究

バス機器/観測機器の小型化・超低消費電力化

コンポーネント(集約化計算機や制御用センサ)の小型軽量化、ヒータ電力を削減可能な低温動作バッテリーなどの研究、中・大型探査機と多数の超小型機を組み合わせた柔軟なミッション構成を可能にする技術の研究

項目	初年度	Y+1	Y+2
超小型衛星バス技術	高効率増幅器・展開型HGA・光通信	軽量大面積電力確保技術	
超小型推進系	多軸・低リソースRCS	大推力推進系	高比推力推進系
バス機器/観測機器の小型化・超低消費電力化	コンポーネントの小型軽量化	低温動作バッテリー	

②輸送システム技術領域

(再突入帰還飛行技術, 柔軟エアロシェル技術)

ロケット再使用化の世界的潮流を作ってきた再使用ロケット技術を向上させ、探査への応用を推進する。再使用システムの帰還飛行に必要な熱防護、飛行制御、空力制御などの技術の獲得とその応用に加え、輸送システムや探査カプセルの大気圏再突入時の空力加熱を緩和することが可能な柔軟エアロシェル技術などの我が国として特色のある技術をさらに極め、サンプルリターンミッション等をシリーズ展開する。

具体的な研究内容(案)

再突入帰還飛行技術

再使用システムの帰還飛行技術の獲得と探査ミッションへの応用を目的とした技術の研究

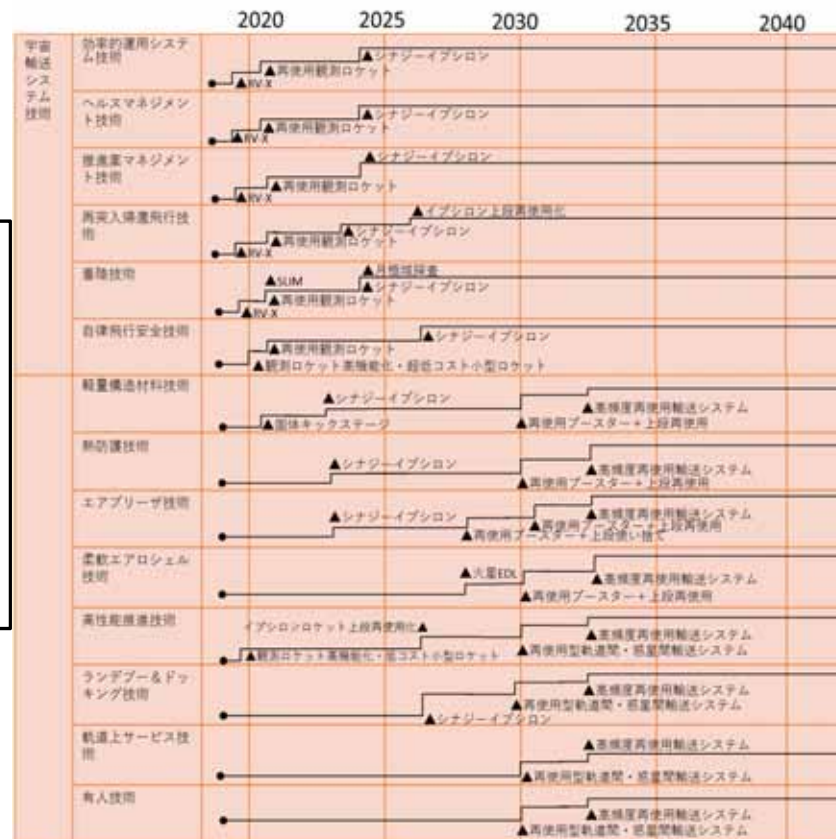
- 1) 軽量再使用熱防護材
- 2) 帰還飛行最適誘導/空力制御技術

柔軟エアロシェル技術

大気圏突入前に軽量大型の柔軟エアロシェルを展開し、その低弾道係数効果で高層大気中で減速することで空力加熱を低減し、かつ亜音速まで減速する技術。

- ・再使用システムでは逆噴射量の節約による高性能化と空力安定性強化
- ・惑星探査ミッションでの惑星大気圏突入時の空力加熱低減による耐熱材料の簡素化とシステムの軽量・コンパクト化
- ・観測ロケットの回収システムや、惑星軌道突入時の抵抗変調エアロキャプチャの実現のためのキー技術など

- 1) 柔軟エアロシェル技術要素の高度化
- 2) 柔軟エアロシェルの応用ミッション検討
- 3) 実フライト用実験機の検討と開発



項目	初年度	Y+1	Y+2
再突入帰還飛行技術	耐熱システム検討・供試体設計・製作	要素試験(アーク風洞加熱試験等)	飛行実証(実験機への適用等)
	空力設計・誘導制御検討	風洞試験・誘導制御解析	飛行実証(実験機への適用等)
柔軟エアロシェル技術	柔軟エアロシェル技術の高度化(大型化、高耐熱化、製造技術)	技術の高度化(大型化、高耐熱化、製造技術)	技術の高度化(大型化、高耐熱化、製造技術)
	応用システムの概念検討	実験機システムの設計	飛行実証(観測ロケット回収システム適用、超小型衛星技術実証等)

③月惑星探査機技術領域

(深宇宙航行技術(推進系技術、軌道間輸送技術))

外惑星領域に到達することを可能とし、太陽圏全域の自在な探査を実現するために、宇宙航行能力を向上することが重要である。具体的には、イオンエンジンの高性能化(高比推力・高推力化)、ホールスラスタの深宇宙適用、化学推進の高度化、ソーラー電力セイルなどに、高度な軌道決定をはじめとした地上技術を組み合わせた総合的な技術向上を行う。これらとともに、深宇宙航行に必要な通信、電源技術の向上を図る。



△軽小型衛星/探査機による高精度な実験

具体的な研究内容(案)

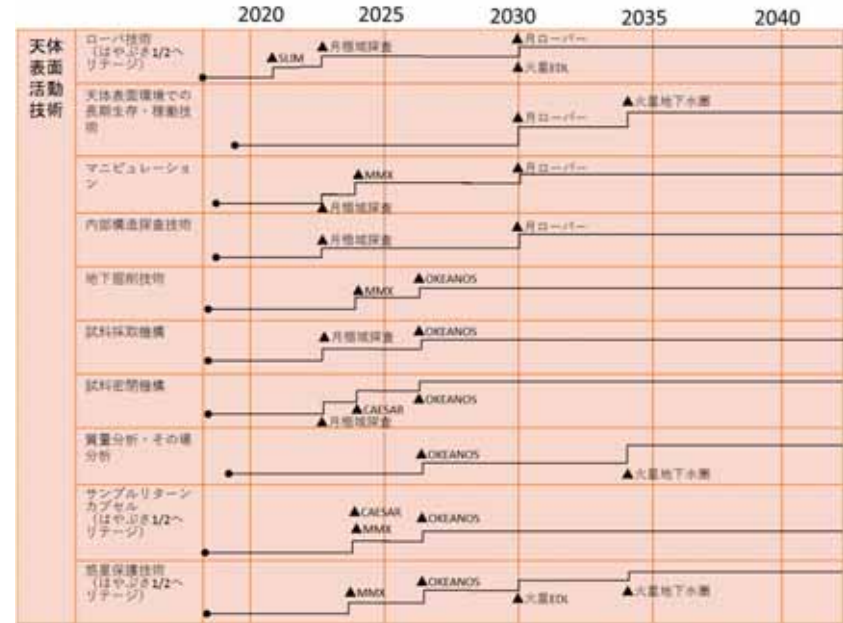
- 推進系技術**
 - イオンエンジン、ホールスラスタ: 高比推力、高推力、高信頼性/長寿命、低コスト、運用性向上
 - 化学推進: 長期ミッションおよび着陸ミッションの確実な実現
 - ソーラー電力セイル: 薄膜発電システムの設計・製造検査等を確立し、共通基盤化。
- 大容量通信技術**
 遠距離における高速通信、大容量通信、光通信
- 外惑星領域電源技術**
 RTG等

項目	初年度	Y+1	Y+2
推進系技術	イオンエンジン	スラスタの高性能化	電源の高効率化・軽量化
	イオンエンジン	運用性向上	スラスタ・電源の開発
	ホールスラスタ	スラスタ・電源の開発	スラスタ・電源の試験検証
	化学推進	燃焼性能変化	推力調整時の燃焼安定性
大容量通信技術	ソーラー電力セイル	スピン方式薄膜発電システム	ブーム方式薄膜発電システム
	大容量通信技術	概念検討・設計	設計・試作
外惑星領域電源技術	概念検討・設計	試作・試験・評価	

④天体表面活動技術領域

(サンプルリターンカプセル技術, ローバ技術)

今後の惑星探査は、天体の表面物質を直接的に調べることが主流となる。天体表面に着陸して、重要な場所、複数の場所でピンポイントに表面物質を採取して測定するために、地表上を移動する技術(ローバ技術)が必須である。さらに、天体表面で取得したサンプルを地球に帰還させ、大型かつ最新の地上設備で調査するサンプルリターンは、「はやぶさ」でその意義・価値が実証された。それを継続、発展的に、実現するためには、深宇宙から帰還を実現するサンプルリターンカプセル技術の進化は必須かつ重要として認識されている。



具体的な研究内容(案)

• サンプルリターンカプセル(SRC)技術

将来のサンプルリターンミッションは、より遠くから、より多く、より低温のままのサンプルを取得することが要求されており、SRCへの要求は、より高度なものとなる。その要求に応えるため、SRCに関連する技術要素の高度化を進める。

新規ヒートシールド、超高速大気圏突入時の気体力学的な現象理解、パラシュートの投下試験技術、低温保持可能カプセル技術、回収支援技術

• ローバ技術

将来の表面探査ミッションでは、行きたいところへ行き、やりたいことをやることを要求されると考えられ、高頻度に探査機会を獲得するために次のような技術の開発を行う。

極限地形移動、小型エレキ、小型ローバ用ミッション機器、ロボティクス、アクチュエータ技術

• 長期生存・稼働技術

保温性能の評価、越夜・深宇宙等での電源技術

• 試料採取と分析技術

試料採取機構、密閉機構、質量分析等その場物質分析、内部構造の物理探査

項目	初年度	Y+1	Y+2
サンプルリターンカプセル技術	新規ヒートシールド材料の評価試験 超高速、高温気体力学的現象の理解 低温保持技術の獲得 回収支援技術	パラシュート投下試験技術	
ローバ技術	小型エレキ ローバ用ミッション機器 ロボティクス アクチュエータ技術	極限地形移動	
長期生存・稼働技術	概念検討・設計	設計・試作	試験・評価
試料採取・分析技術	概念検討・設計	設計・試作	試験・評価

⑤宇宙用冷凍機技術領域

(宇宙観測技術の高感度化, 冷凍機の高性能化)

観測の高精度化にともない、センサの高感度化が必須である。そのため、電波・赤外・X線などに共通して、検出器を1K以下に冷却し、原理的な熱雑音を低減することが世界的な潮流である。また、稼働期間を長くするために、無冷媒化が求められている。

今後の目指すべき方向は高性能化、すなわち、低擾乱（振動で感度を劣化させない）、長寿命（無冷媒をいかす）、大冷却能力（無冷媒&大型のセンサを冷却）、連続運転（常に観測を可能に）等により優位性を維持し、提案中のミッションを確実にし、また新たなミッション創出を目指す。



具体的な研究内容(案)

- **制御回路による低擾乱化**
宇宙用としては比較的大電力(100W規模)によって生じる擾乱を改善。
- **摩耗要素の撤廃による長寿命・低擾乱化**
- **冷却能力の向上のための技術検討**
- **1K以下の冷凍技術の国産化・高性能化(連続運転等)**

項目	初年度	Y+1	Y+2
低擾乱制御	ドライブ回路のBBMLレベル基板作成、実証		
摩耗要素の撤廃	改良型冷凍機の宇宙応用の観点での性能評価試験 改良型冷凍機のランニングによる寿命評価試験		
冷却能力向上検討	宇宙用冷凍機の大型化に関する問題点検討、対策・試作 宇宙用パルスチューブ冷凍機の検討		
1K以下冷凍技術	宇宙用希釈冷凍機、断熱消磁冷凍機、ヒートスイッチの開発		

3. 人材育成

➤ 多様な小規模プロジェクトの着実な実行、人材の育成 小規模プロジェクト等による人的基盤強化(特任助教)

- ・ 2017年度に特任助教(テニュアトラック型)制度を制定。
- ・ 2018年度に小規模プロジェクト等の機会を活用した特任助教の公募を以下の分野で実施。

太陽系科学研究系(惑星探査):2019年2月に再公募

宇宙機応用工学研究系(探査システム):2018年11月選定

太陽系科学研究系(地球外物質分析):2018年11月選定

- ・ 2019年度も3名の特任助教を公募中。

上述の再公募の1件を含めた、4件を2019年2月に公募開始。

人事委員会、宇宙科学研究所運営協議会の審査を受けて、選定は2019年10月予定。

- ・ 採用の後、JUICEやDESTINY+等の小規模や小型のプロジェクトに原則5年任期で参加し、研究成果とともに技術力、マネジメント能力も評価するテニュア審査を経て、無期の教員として雇用する。

ISAS教職員数は、2018年度からの年間3名のテニュアトラック採用により、2022年度までの5年間で15名増え、約135名となる。



➤ 国内の人的基盤の強化

一連のフロントローディングの実施に際し、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ことができる。これによって、次代の人材の育成に積極的に貢献をしていく。

具体的には、技術フロントローディング等のうち、ISAS/JAXAに知見が少ない技術分野は、大学共同利用連携拠点を中心とした連携強化に加え、大学や産業界との連携を進め研究開発を行うと共にそれらを通じて人材育成を図る。

また、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。

大学共同利用連携拠点は、惑星探査基盤技術・人材育成をテーマに活動している千葉工業大学を含め、2019年度は3大学と協定を締結し、「大学との双方向連携の強化」により、宇宙科学プロジェクトの創生と実施を目指している。また、昨年度まで拠点として活動していた名古屋大学ERGサイエンスセンターは、共同研究という形で組織を維持・運営し、迅速なデータ公開作業やデータ利用拡大のための活動を行い、科学成果の創出に貢献している。

また、XRISMをはじめとして、大学・産業界とのクロスアポイントメントによる必要な人材の絶対量、多様性の確保を行っている。

特に、一定期間のもと目標を達成することが要求される民間とのクロスアポイントメントは、良好に進んでいる。

付録

(1)新規プロジェクト候補【技術のフロントローディング】

①宇宙マイクロ波背景放射偏光観測衛星 LiteBIRD

○目的

—宇宙誕生の瞬間、宇宙・時空を創る法則という究極理論の答えるインフレーション宇宙仮説(熱いビッグバン以前の宇宙を記述する最も有力な仮説。)に答えるため、「宇宙最古の光」であるCMB(Cosmic Microwave Background)に着目し、CMBの偏光を全天で観測し、インフレーション仮説が予言する原始重力波の痕跡を検出する。

— 2020年代に実現可能な世界で唯一のCMB偏光観測衛星

—期待される成果

- ・時空の量子揺らぎによる原始重力波を検出(強度パラメータ r (テンソル・スカラー比)の決定)
 - インフレーション仮説の検証
 - 量子重力理論(超弦理論)の検証
- ・銀河の磁場構造、星間ダスト等の物理の飛躍的発展

○主な仕様

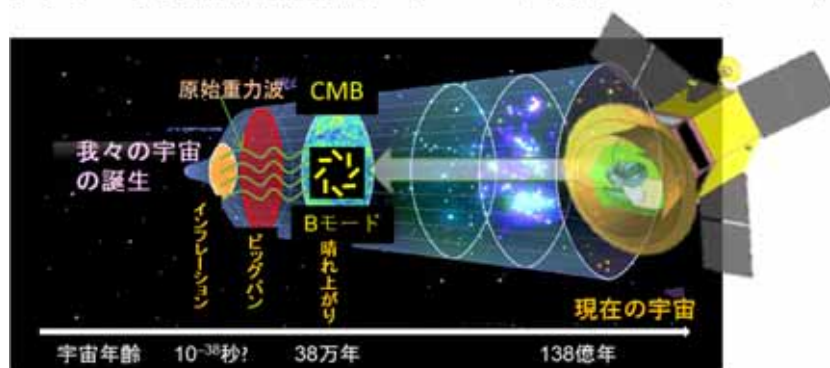
質量:2,600kg

軌道:太陽-地球系L2リサージュ軌道

打上げ手段:H-3ロケット

○今後の計画

2019年度はリスク低減活動を行い、2020年度はフロントローディングの候補技術を検討する。



②赤外線位置天文観測衛星 小型JASMINE

○目的

星の天球面上での位置変動を測定することにより星の年周視差、固有運動等(星の3次元空間位置や運動速度等)のデータを高精度で導出し、作成したデータカタログを公開する。そのデータに基づいて、銀河系構造(バルジ、バー、ディスク)と巨大ブラックホールの進化の解明に結びつく銀河系中心核バルジの探究を行い、銀河中心考古学を遂行することを科学目標とする。

科学目的は次のとおり。

- A) バー・バルジ構造の形成史解明につながる中心核内のディスク構造の解明
- B) 巨大ブラックホールの進化と銀河系中心の活動の解明につながる中心核で回転する非軸対称重力場の解明
- C) 銀河系中心核のディスクの周りの広がった空間での力学構造とその起源の解明

○主な仕様

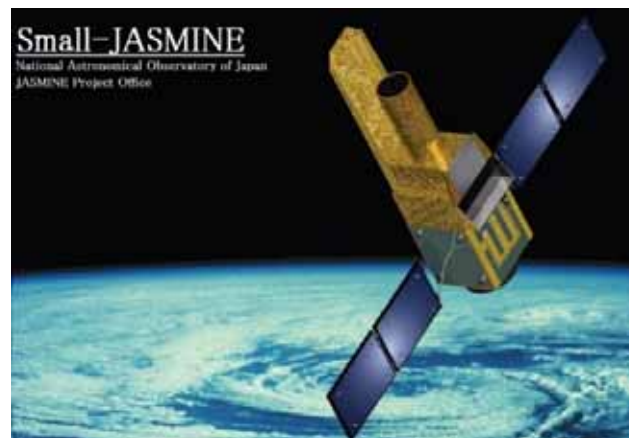
質量:400kg

軌道:太陽同期軌道

打上げ手段:イプシロンロケット

○今後の計画

2019年度はリスク低減活動を行い、2020年度はフロントローディングの候補技術を検討する。



③ 共通技術のフロントローディング

詳細は2.2項を参照。

(2) 新規プロジェクト候補【その他】

④ 彗星サンプルリターン計画 CAESAR

○目的

—NASA New Frontiers Program(ミッションの総額1000億円クラス)の太陽系探査ミッションシリーズ4番目(NF-4)の最終候補である「CAESAR」は、チュリモフ・ゲラシメンコ彗星の彗星核から、固体物質に加え、揮発性物質(氷等)を一度も溶かさずに地球に持ち帰るといふ、世界初となる彗星サンプルリターン計画。

—JAXA/ISASは、「はやぶさ」実績により、米国CAESARチームからの要請を受け、本ミッションの成功に必須であるサンプルリターンカプセル(SRC)を開発・提供するとともに、回収される彗星サンプルの科学的な分析に関しても参画する。サブシステムの提供でありながら、ミッションの中核として世界的に大きな存在感を発揮して、効果的・効率的に実施。

—MMX, CAESAR等の開発を進めることで、直径40cm~1.2mの様々なサイズのSRC開発技術を獲得し、世界のSR計画を先導する、鍵技術を確認するものができる。

○打上げ 2024年度予定

○2020年度計画

2019年5月にプリプロジェクトへ移行。SRCサブシステム(SRC本体、SRC外部機構)EMの設計・製作・試験、および一部のFMの設計・製作に着手する。



チュリモフ・ゲラシメンコ彗星

太陽系誕生の記憶と生命誕生の材料を保存する彗星核



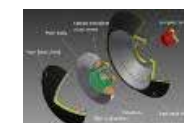
はやぶさ&はやぶさ2
SRC直径: 40cm



火星衛星探査計画(MMX)
SRC直径: 60cm



国際共同彗星SR(CAESAR)
SRC直径: 120cm



トロヤ群探査(OKEANOS)
SRC直径: 40cm?

⑤火星衛星探査計画 MMX

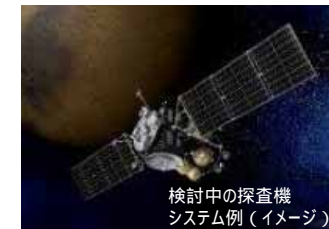
○目的

- 火星衛星の由来(いつ・太陽系のどのあたりから飛来したか、火星の重力に捕獲されたのか、火星との衝突により出来たのか、どのような隕石種・天体に近いか)を解明するとともに、原始太陽系における「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・有機物などを解析することにより、水や有機物の存在を明らかにする。
- 火星の衛星が小惑星が捕獲されたものか、火星への巨大衝突で生じた破片が集合し形成されたものかを明らかにし、火星そして地球型惑星の形成過程に対する新たな理解像を得る。
- 火星衛星および火星表層の変遷をもたらすメカニズムを明らかにし、地球型惑星表層に液体の水が保持されるための条件を解明することで、惑星科学や宇宙での生命起源研究の発展につなげるとともに、火星衛星を含めた“火星圏”の進化史に新たな知見を加える。
- 宇宙工学を先導する航行・探査技術を獲得し、将来の高度かつ自在なミッションの創出に貢献する。

○打上げ 2024年度予定

○2020年度計画

2019年度にフロントローディングを行い、その成果を踏まえ2020年度よりプロジェクト化の検討を行う。



検討中の探査機
システム例(イメージ)

(2) 既存開発中プロジェクト

⑥ X線分光撮像衛星 XRISM



○目的

- ASTRO-H(ひとみ)のミッションを引き継ぎ、「宇宙の構造形成と銀河団の進化」、「宇宙の物質循環の歴史」、「宇宙のエネルギー輸送と循環」を研究するとともに、「超高分解能X線分光による新しいサイエンス」を開拓する。
- これらの科学目的を達成するために、これまでにない特長と性能で「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」を進めることが本ミッションの中心的な意義である。
- さらに、世界に開かれた汎用X線天文台としてXRISMを実現し、さまざまな分野にわたる宇宙物理をさらに推し進め、2020年代の物理学の広範な発展の一翼を担う。

○打上げ 2021年度予定

○2020年度計画

基本設計審査会(PDR)を2019年3月に実施。2020年度は、引き続き、衛星の製作及び打上げサービスの調達を実施する。

⑦ 小型月着陸実証機 SLIM

○目的

SLIMは、以下の2つの目的を達成することで、将来の月惑星探査に貢献することを目指した計画である。

- 目的A: 小型の探査機にて、月への高精度着陸技術の実証を目指す

—諸外国で行われてきている月着陸の精度はkmオーダー。これに対して、SLIMでは将来の科学探査・国際宇宙探査で必要とされる100mオーダーを目指す

- 目的B: 従来と比較して、大幅に軽量の月惑星探査機システムを実現し、着陸後の月面活動の実証実験を含めて実施することで、月惑星探査の高頻度化に貢献する

—軽量化に伴うコスト低減を含めた低リソース化は、我が国における惑星探査の自立性確保の観点からも重要

—諸外国の月着陸機と比較して大幅な軽量化を目指している

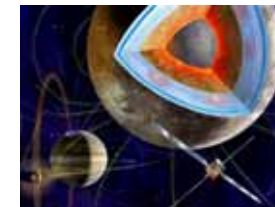
○打上げ 2021年度予定

○2020年度計画

基本設計審査会(PDR)を2019年3月に実施。2020年度は、引き続き、探査機の製作、地上系設備の整備、月面ミッションの準備を実施する。



⑧木星氷衛星探査計画 JUICE



○目的

—欧州宇宙機関(ESA)が2012年5月に選定したLクラス計画である木星氷衛星探査計画「JUICE」に我が国も参画し、系外惑星の中でも普遍的な存在である「巨大ガス惑星系の起源・進化」と、その周囲に広がる「生命存在可能領域としての氷衛星地下海の形成条件」を明らかにする。

—木星周回軌道から木星系(磁気圏、木星大気、エウロパ(木星の第2衛星)・カリスト(木星の第4衛星)のフライバイ観測)の観測を実施し、太陽系最大の氷衛星であるガニメデ(木星の第3衛星)周回軌道投入後はガニメデ精査を実施する計画。

—JAXA/ISASは、11の搭載観測機器のうち3つの機器(RPWI, GALA, PEP/JNA)について、ハードウェアの一部を開発・提供するとともに、2つの機器(JANUS, J-MAG)のサイエンスCo-I(科学共同研究者)として参加。宇宙科学・探査ロードマップにおける小規模プロジェクトとして、海外の大型ミッションにジュニアパートナーとして参画することで、効果的・効率的に実施。

○打上げ 2022年予定

○2020年度計画

現在、各国との調整や協力取り決め等を締結し、開発が進行している。2020年度は、観測機器(RPWI/PEP/GALA)の認定モデル(QM)の設計、製作・試験、及びFM製作に着手する。

⑨深宇宙探査技術実証機 DESTINY+



○目的

—流星群母天体フライバイおよび惑星間ダストのその場分析

ふたご座流星群の母天体、活動小惑星、地球衝突可能性天体である小惑星Phaethonのフライバイ観測を行う。また、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。

—小型深宇宙探査機技術の獲得

小型ミッションによる深宇宙探査を実現するため、

- ・電気推進による宇宙航行技術を発展させ、電気推進の活用範囲を拓く。
- ・フライバイ探査技術を獲得し、小天体探査の機会を広げる。

○打上げ 2021年度予定

○2020年度計画

現在、Phase-A開発を順調に進めており、またテニュアトラック制度による特任助教が2019年3月に着任した。2020年度は、バス機器、ミッション機器の設計を行う。

⑩深宇宙探査用地上局 GREAT

○目的

— 臼田宇宙空間観測所の64mアンテナは、我が国唯一の深宇宙探査用追跡管制地上局として、30余年も運用を行っているが、既に設備設計の寿命を超えており、また代替部品の枯渇による故障からの復旧も年々難しくなっていることから、今後も引続き深宇宙探査ミッションへの確実な運用を供するために後継局整備を行う。

○後継局の必要性

— 既存64m局の老朽化への懸念

— ミッション高度化への対応(Ka帯ダウンリンクの実現:世界の潮流)

— 国際的に存在感を示す深宇宙局の保持

○運用開始 2020年度予定

○2020年度計画

➤ 現在、アンテナ据付調整工事を実施している。2019年9月よりインテグレーション試験、2020年10月に開発完了審査を行い運用へ移行する予定。

➤ 新たな計画の追加を検討する。

・X帯/Ka帯同時受信のための受信設備の整備

火星衛星探査計画(MMX)や木星氷衛星探査計画(JUICE)など、今後の深宇宙探査ミッションではX帯/Ka帯の同時受信が求められている。現在の深宇宙探査用地上局は片方の電波を受信する機能しか有していないため、同時受信用設備の整備を実施する。

・非常用発電設備の整備

深宇宙探査用地上局は国内でKa帯を受信できる唯一の地上局である。一方現状の整備計画では停電時のバックアップ電源が確保できていないため、故障時に地上局の運用を継続することができず、衛星の追跡官制運用が不可能となる。そのため、地上局としての信頼性向上に不可欠な非常用発電設備の整備を行い、冗長系を確保する。

2020年度より概念設計を開始し、2022年度に完成予定。



(3)運用中プロジェクト

⑪小惑星探査機 はやぶさ2

○目的

「はやぶさ」が探査したS型小惑星イトカワよりも始原始的なタイプであるC型小惑星リュウグウの探査及びサンプルリターンを行い、原始太陽系における鉱物・水・有機物の相互作用を解明することで、地球・海・生命の起源と進化に迫るとともに、「はやぶさ」で実証した深宇宙往復探査技術お維持・発展させて、本分野で世界を牽引する。

—水や有機物に富むC型小惑星の探査により、地球・海・生命の原材料間の相互作用と進化を解明し、太陽系科学を発展させる。

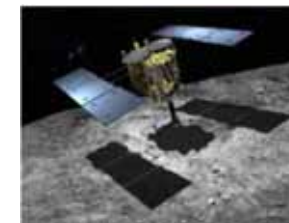
—衝突装置によって生成されるクレーター付近からのサンプル採取という新たな挑戦も行うことで、日本がこの分野において、さらに世界をリードする。

—太陽系天体往復探査の安定した技術確立する。

○打上げ 2014年12月3日

○2020年度計画

2019年2月22日に一度目のタッチダウンに成功し、その後4月5日にSCI(衝突機)分離運用に成功した。今後は、6月下旬～7月上旬の頃、二回目のタッチダウンを検討中。また、年末頃には小惑星を出発し、2020年度中に地球へ帰還し、サンプルの解析を開始する。



⑫水星探査計画／水星磁気圏探査機 BepiColombo/みお

○目的

—欧州宇宙機関(ESA)との国際協力により、謎に満ちた水星の磁場・磁気圏・内部・表層にわたる総合観測で水星の現在と過去を明らかにする。

○役割

—固有磁場の解明：水星周辺の磁場を高い精度で計測し、惑星磁場の成因を探る。

—地球と異なる特異な磁気圏の解明：水星磁気圏の構造や運動を観測し、地球と比較して惑星磁気圏の普遍性と特異性を解明する。

—水星表面から出る希薄な大気の解明：ナトリウムを主成分とする希薄大気の大規模構造・変動を観測し、その生成・消滅過程を探る。

—太陽近傍の惑星間空間を観測：地球近傍では見られない太陽近傍の強い衝撃波を観測し、そのエネルギー過程を解明する。

○打上げ 2018年10月20日

○2020年度計画

現在までに、2018年度のESAによる打ち上げ後の水星に向けた追跡管制運用、観測準備を実施した。2020年度は、引き続き、水星に向けた追跡管制運用、観測準備を行う。



1.7 優先実施すべき技術領域候補案1

① 超小型探査機技術領域

超小型衛星システム技術

バス/観測機器の超小型/超低消費電力化

A: 選定理由

「適正規模で挑戦的な計画を機動的に」という日本の強みを更に活かす技術。日本の打上能力を最大限活かしつつ、日本の独自性を発揮して自律的にミッションを遂行し、大きな波及効果を得る。

B: 想定されるミッション候補

小型JASMINE、火星到達ミッション、木星圏到達ミッション、土星圏到達ミッション等

C: 体制

ALL JAXA体制に加え、大学や他研究機関等とも十分に協力して実施

1.7 優先実施すべき技術領域候補案2

② 輸送システム技術領域

再突入帰還飛行技術、柔軟エアロシェル技術

③ 月惑星探査機技術領域

深宇宙航行技術(ストアラブルエンジン含む)

④ 天体表面活動技術領域

サンプルリターンカプセル技術、ローバ技術

A: 選定理由

天体表面に着陸しての探査は欧米で大型計画が構想される一方で、頻度を高めることへの要求も高く、日本の強みを生かして戦略的に独創的なミッションをシリーズ展開する余地も大きい。そのようなミッションを可能にする核となる技術開発に優先度を与えることは、国際宇宙探査における日本の存在感の確保にも貢献する。

B: 想定されるミッション候補

月/火星のローバ/サンプルリターンミッション、OKEANOS等

C: 体制

ALL JAXA体制に加え、大学や他研究機関等とも十分に協力して実施

1.7 優先実施すべき技術領域候補案3

⑤ 宇宙用冷凍機技術領域

100K-20K冷凍機とその大型化

1K-20K冷凍機とその高性能化

A: 選定理由

日本に強みがあり、世界での分担体制において日本が果たすことが期待される役割を支える技術を強化し、さらには、挑戦的で世界を先導・主導するミッションを世界に先駆けて遂行するための技術開発。海外主導の大型国際共同ミッションにおいて存在感を持ったパートナーとして参加し、大きな科学成果創出機会の入手に繋げる。

B: 想定されるミッション候補

XRISM/LiteBIRD/Athena/赤外線干渉計ミッション等

C: 体制

ALL JAXA体制に加え、大学や他研究機関等とも十分に協力して実施