

国際協力を活用した 宇宙科学・探査プロジェクトの 検討状況について

令和3年(2021年)5月21日

宇宙航空研究開発機構

宇宙科学研究所

國中 均

【報告の概要】

宇宙科学・探査小員会(第43回)で、宇宙科学・探査プログラム全般に関して進捗状況を報告したが、工程表に従って進めていくための国際協力を活用したプロジェクト化に向けた準備状況を報告する。

1. プロジェクト立ち上げに向けた国際協力の積極的な活用
2. 戦略的中型計画、公募型小型計画の準備状況
3. 戦略的海外共同計画
 3. 1 Roman宇宙望遠鏡
 3. 2 国際紫外線天文衛星(WSO-UV)
 3. 3 その他
4. より魅力的な宇宙科学・探査プログラムの実施
～国際協力に関わるフロントローディングの進め方～

1. プロジェクト立ち上げに向けた国際協力の積極的な活用

国際協力を最大限に活用し、科学成果創出機会の最大化を目指している。

- (1) 戦略的中型・公募型小型では世界をリードする成果を出し、世界からの期待に応えるとともに日本の強みとなる技術の獲得と成熟を狙う。
- (2) 日本が主導する中型・小型のミッションには、海外機関が参画を希望するだけの魅力があることを想定。機器提供によるコスト抑制効果、科学成果最大化を得る。
- (3) 日本の強み技術に対して、海外主導大型ミッションへの参画要請を誘導する。これを、ISASでは戦略的海外共同計画として実施する。
 - 小さなコストで、日本では実施できない規模の計画からの成果を獲得。
 - 中小型計画での努力で得られた成果を刈り取る機会であり、「小規模なものを手軽に」という考え方とは一線を隔す。
 - ミッション実施機会を拡大し、我が国の宇宙科学コミュニティや技術基盤を維持・強化し将来のさらなる展開に繋げる。
 - 日本の強みには、北半球、極東、太平洋西岸という日本の地の利を利用した深宇宙追跡設備の供与も含まれる。
- (4) 国際協力による多様かつ優れた人材との交流機会を通じ、宇宙科学コミュニティ活性化や次世代人材育成に寄与。
- (5) ISASはプログラムとして実行していく上で、ミッションの立案/開発の早期の段階でミッション候補を絞り込み、戦略的・計画的に海外機関と調整を行う。特に、ISASがNASA/ESA科学局との対話を密に行い協力/協働関係を構築し、今後の魅力的な国際共同プロジェクト創出を行う。
- (6) 国際宇宙探査プログラムとも密接に連携する。

2. 戦略的中型計画、公募型小型計画の準備状況

- 戦略的中型計画、公募型小型計画は、ミッションの魅力で海外からの参加を獲得し、成果を最大化し世界からの期待に応える。
- これらの計画で獲得した日本の強みを生かし、海外からの参加要請を受ける形で、海外主導の大規模ミッションに参加して成果創出機会を得ることで、更なる展開へ繋げる。

①戦略的中型計画

- LiteBIRD: 日本がリードする宇宙のインフレーション仮説を実証証明するミッション。米国は参加形態を検討中、日欧チームは米国に大きく依存しない形でも実行できる形を検討中。

②公募型小型計画

- 小型JASMINE: 銀河系中心部の高精度な位置天文衛星。赤外線センサの国産化を検討中。ESA Gaia衛星(可視光)との相乗効果が期待され、ESAは地上局で参加の意向。
- Solar-C(EUVST): 3桁以上の温度帯域、10~30倍の感度向上等で、太陽の高感度紫外線分光観測の実施を日本が提唱。これまで積み上げてきた太陽観測分野における日本のリーダーシップを反映し、NASAおよび欧州各国が本計画への参加を決定。NASAについて、2020年12月に拠出額55Mドルで参加を表明しEM開発に着手。

3. 戦略的海外共同計画

3.1 Roman宇宙望遠鏡(2025年度打上げ目標)

<目的>

- ✓ NASAのRoman宇宙望遠鏡に、JAXAは太陽系外惑星を最高コントラストで直接撮像するコロナグラフ装置に偏光光学素子等を提供、さらに西太平洋地域での受信局を提供し成果創出のために必須であるデータ量確保に貢献する。
- ✓ 2010年のDecadal Survey(※)で大型衛星計画で第1位に位置付けられた約4000億円規模のプロジェクト。2015年にNASAからJAXAの参加が要請。
- 大目標として、(1)宇宙の加速膨張をもたらす暗黒エネルギーの理解への貢献、(2)太陽系外惑星の質量・軌道分布の全体的像、(3)宇宙での高コントラスト系外惑星直接撮像技術の実証(将来における地球サイズの生命居住可能惑星を観測することの実現へ)。

(※)全米研究会議(NRC:National Research Council)が作成する「10ヵ年計画」

<準備状況>2022年度のプロジェクト開始を要望

- 2020年3月にNASAと共同で開発を進めるための協定(LoA)を締結している。
- コロナグラフ装置は、2023年秋に衛星システムへ引き渡す計画。JAXAは、光学素子を2022年までに提供する必要あり。
- JAXA地上局(美笹)の機能付加改修も必要のため、早期開発着手が必須。
- 世界最高峰のプロジェクトに先方から乞われる形で参加し、小規模な投資により成果創出機会と宇宙科学におけるJAXAのステータスを確保する。

3. 戦略的海外共同計画

3.2 国際紫外線天文衛星(WSO-UV) (2025年度打上げ目標)

<目的>

- ✓ ロシアのWSO-UVにJAXAは高感度低分散分光器(UVSPEX)を提供。系外惑星の高層大気観測から世界初の地球類似惑星を発見を目指す。さらに、惑星表層環境の形成および進化過程理を理解するための成果を得る。
- ✓ 「BepiColombo」で共同開発した経緯を踏まえ、2014年にロシアからJAXAの参加が要請された。
- ✓ WSO-UVは2020年代唯一の大型紫外線宇宙望遠鏡。日本は3つの搭載装置のうちの1つを日本の高感度分光観測装置で参画し、大口径との組み合わせから世界初の成果を狙う。

<準備状況> 2022年度のプロジェクト開始を要望

- ロシアでは基本設計が完了し、JAXA機器搭載のためのリソースが確保された
- 現在、ロシアとの協力を確認する文書の締結を準備している。
- 2022年度中にEM、2023年度中にFMの引き渡しに向け、早期に開発着手することが必須。
- ロシアが打ち上げる大口径の宇宙望遠鏡に、高層大気分光観測から地球類似惑星を見つけるアイデアとそれを可能にする技術を持つ日本は、観測機器の提供だけで世界初の成果を狙うことができる。
- 地球類似惑星を見つける手法として2020年代に実現可能な唯一なもの。

3. 戦略的海外共同計画

3.3 その他

①土星衛星タイタン離着陸探査(Dragonfly)【NASA】

タイタン表層をドローンで探査。日本は、地震計を提供し、地震活動度、表層と氷地殻構造の調査に貢献。打上げは2027年予定。〈地震計〉

②彗星探査計画(Comet Interceptor)【ESA】

ラグランジュ点で待機、系外から飛来する彗星を典型例とする、初めて太陽に接近する小天体が検知されたら、それをフライバイ探査。日本は、3台の探査機の中の1台(超小型機)を担当する。打上げは2028年度予定。〈深宇宙超小型機、小天体探査〉

③大型国際X線天文台(Athena)【ESA】

精密分光観測を欧米日が協力して実現。日本は鍵となる観測に必須な機械式冷凍機の開発を担当。打上げ目標は2033年度。〈冷凍機〉

④NASA彗星サンプルリターン探査機(CAESAR)【NASA】

ESAロゼッタが探査した彗星(67P/C-G)からのサンプルリターン(NF5枠に提案予定)。日本は大型サンプルリターンカプセルを担当。打上げ目標は2031年度。〈サンプルリターンカプセル〉

⑤国際火星探査計画(Mars Ice Mapper)【NASA、CSA、ASI、JAXA共同】

将来の火星有人探査を意識し地下浅部での氷分布を調査(国際チームで検討中、SOI発行済み)。日本は観測機器の提供を見込む。打上げ目標は2028年度。〈関連テーマでの概念検討で先行〉

4. より魅力的な宇宙科学・探査プログラムの実施 ～国際協力に関わるフロントローディングの進め方～

- 海外共同ミッションでは、世界からの日本への期待に応え、ミッション実現に必須な要素の提供要請にタイムリーに対応する必要がある。
- 日本から提供することが期待される内容は、単なる実績のあるものの再製作に留まるのではなく、合理的な範囲での高度化・大規模化が必要となるものも見込まれる。
- この事態に円滑に対応して成果創出機会を逃さないよう、事前に日本の強み技術の技術開発と成熟度の向上が重要。
- 技術のフロントローディング(FL)・プログラムにより、日本に期待され、日本の強みとなるキー技術を磨き、魅力的な戦略的中型計画等のプロジェクトを実現することで、海外計画参加を効果の高い状態に保つ。
- 十分にフロントヘビーな対応をすることで、より確度の高いプロジェクトをコスト総額を低減し実行するのに加え、海外参加による効率の良いプロジェクトの実現による相乗効果を意図する。
- 国際宇宙探査プログラムとの連携を含め、フロントローディング強化に関して今後検討していく。

<参考> 宇宙科学・探査関連プロジェクトの実施状況

2021年3月現在

年度	第4期中期計画							第5期中期計画						
	2018 H30	2019 H31 /R1	2020 R2	2021 R3	2022 R4	2023 R5	2024 R6	2025 R7	2026 R8	2027 R9	2028 R10	2029 R11	2030 以降 R12以降	
開発中プロジェクト	X線分光撮像衛星(XRISM) 2022年度打上げ							XRISM						
	火星衛星サンプルリターン計画(MMX) 2024年打上げ							MMX						
	宇宙マイクロ波背景放射偏光観測衛星(LiteBIRD) 2028年打上げ							LiteBIRD						
	小型月着陸実証機(SLIM) 2022年度打上げ							SLIM						
	深宇宙探査技術実証機(DESTINY+) 2024年打上げ							DESTINY+						
	小型JASMINE 2027-28年打上げ							JASMINE						
	Solar-C(EUVST) 2026-27年打上げ							Solar-C						
	木星氷衛星探査計画(JUICE) 2022年打上げ							JUICE						
	二重小惑星探査計画(Hera) 2024年打上げ							Hera						
	Roman宇宙望遠鏡 2025年打上げ							Roman						
国際紫外線天文衛星(WSO-UV) 2025年打上げ							WSO-UV							
Dragonfly 2027年打上げ							Dragonfly							
Comet Interceptor 2028年打上げ							Comet Interceptor							
Mars Ice Mapper 2028年打上げ							Mars Ice Mapper							
CAESAR 2031年打上げ							CAESAR							
Athena 2034年打上げ							Athena							
運用中プロジェクト	はやぶさ2 2014年度打上げ							はやぶさ2						
	2020年12月 地球帰還							2021年度から拡張ミッションスタート						
	BepiColombo(みお) 2018年打上げ							みお						
	ERG(あらせ) 2016年度打上げ							あらせ						
	SPRINT-A(ひさき) 2013年度打上げ							ひさき						
	PLANET-C(あかつき) 2010年度打上げ							あかつき						
	SOLAR-B(ひので) 2006年度打上げ							ひので						
	INDEX(れいめい) 2005年度打上げ							れいめい						
GEOTAIL 1992年度打上げ							GEOTAIL							

計画は、宇宙基本計画工程表に基づく想定。

<参考>

(1) Dragonfly

施策の概要・目的

- Dragonfly(土星衛星タイタン離着陸探査)はニューフロンティアプログラム(NASAカテゴリーではミドルクラス)の4番目として2019年に採択されたミッションである。
- ドローン型離着陸機を利用して大気中および表層物質の化学分析や気象観測・地中探査を多地点で行うことで、生命前駆物質の存否や太古の地球環境に似ているとされるタイタンの進化過程を明らかにする。
- 探査機システムは米国ジョンズホプキンス大学応用物理学研究所(JHU/APL)が担当し、2027年打ち上げを予定。タイタンでの地球物理観測・環境計測を行う10種類の機器パッケージのうち、ISAS/JAXAは地下で発生する地震の活動度、表層と氷地殻の構造を調査するための地震計を開発して提供する。

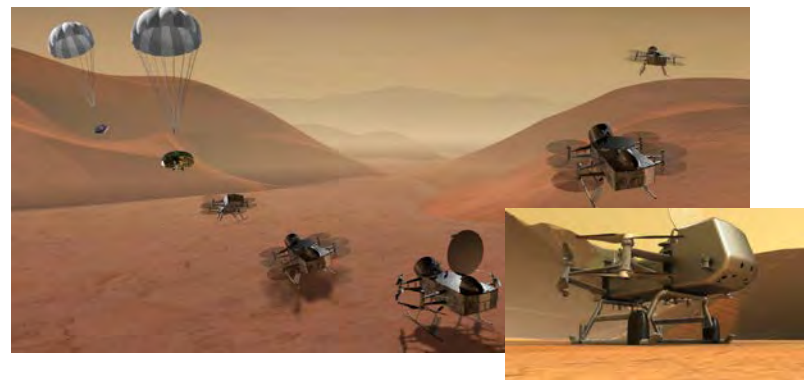
期待される効果

【プロジェクト全体の成果・効果】

- Dragonflyは飛行性能をもつ離着陸可能な探査機と厚い大気を纏うタイタン特有の環境を生かして地質学的に異なる地域のサンプルを採取・分析することができる。
- 多種多様な場所に移動して生命が生息できる環境にあったのか、生命前駆物質がどのように進化したのか、を明らかにするとともに、生命体の存否も調査する。
- 太陽系内における生命活動の場とされる「内部海」を有する大型氷衛星の内部構造を調査することで、大気・表層・地下間の相互作用と物質循環の過程について知見が得られる。

【我が国が参加により得られる成果・効果】

- 月・火星の内部構造を研究する惑星地震学者だけでなく、氷衛星やアストロバイオロジー分野で理論的研究・室内実験的手法で成果を創出してきた国内研究者が参画することで、宇宙観測での実証データを得る貴重な機会となる。
- ISAS/JAXAは、「宇宙科学技術ロードマップ」/「地下アクセスと分析技術」/「内部構造の物理探査技術」において、「地震計」を中核となる観測機器として位置付けていることから、これまでの開発成果を宇宙で実証することでJAXAの意義価値を国際的に高める機会となる。



Dragonflyミッションのイメージ図

(右下: 着陸時の探査機、地震計は探査機下面に搭載予定)

日本からの参加形態

- 海外ミッションへのパートナー参加による保有技術活用の機会として地震計の開発・提供を担当、探査機に固定設置するジオフォンとデータ処理回路はJHU/APLが担当する。
- 国内研究者でサイエンスチームを組織し、他の観測機器・科学テーマにも積極的に参加することで氷衛星の進化やアストロバイオロジーに関する成果創出に大きく貢献する。

基礎データ

探査機主要諸元

- 重量: 約300kg(離着陸機部分のみ)
- 寸法: 3 x 3 x 1.5 m
- スケジュール: 2027年打ち上げ、2030年代中頃にタイタン到着
- 運用期間: 約3年
- 開発: 探査機システムはJHU/APLが担当、観測機器の開発には米国内の大学・研究機関の他、CNES(仏)、DLR(独)も参画する。

<参考>

(2) Comet Interceptor

施策の概要・目的

- 2028年度の打ち上げを予定している欧州宇宙機関(ESA)が主導する彗星探査ミッション。彗星の中でも特に始原的とされるカテゴリーに属する長周期彗星あるいはオウムアムアに代表される恒星間天体を、人類として初めて直接探査する。
- 太陽-地球系のラグランジュ点(L2点)に待機しながら、到達可能な未知を、地上観測を行って最大3年待ち、母船と2機の超小型探査機(子機)の複数機構成で当該天体をフライバイして多点観測する。
- JAXAは、3機の探査機のうちの子機1機を提供し、そこに搭載した可視カメラ、水素コロナ撮像器、プラズマ計測パッケージ(イオン質量分析器と磁力計)により彗星の観測を行う。

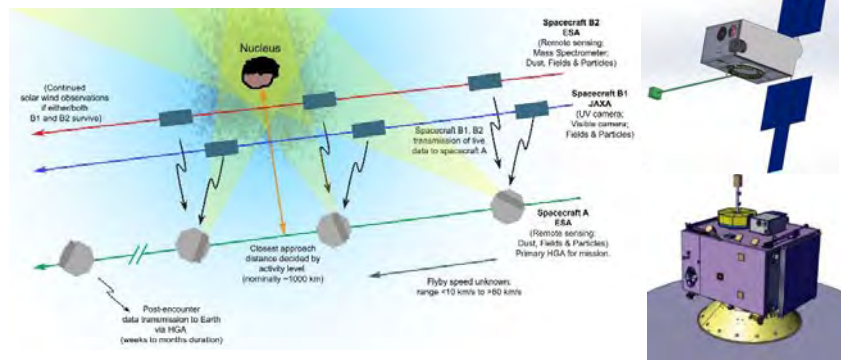
期待される効果

【プロジェクト全体の成果・効果】

- 人類として初めて訪問する長周期彗星(または恒星間天体)の核表面・コマを多角的に撮像・分光して形状、構造、コマの組成等を明らかにするとともに、同時多点観測により彗星周囲のプラズマ-太陽風相互作用を明らかにする。その結果、太陽系科学コミュニティが標榜する二つの科学テーマ
(1)太陽系における生命生存可能環境の形成の理解
(2)宇宙ガスを支配する普遍的な法則の解明
に対し、他の太陽系天体探査では得られない重要な知見を提供する。

【我が国が参加により得られる成果・効果】

- 太陽系始原天体探査による太陽系形成の理解という日本の小天体探査シナリオを、はやぶさ・はやぶさ2・DESTINY+によるsnow line内側の理解から、彗星探査によるsnow line外側までを含めた総合的な理解へと拡大することが可能になる。
- 日本が培ってきた小型・超小型探査機技術および観測機器技術を生かした国際協力であり、本ミッションを通じてさらに日本の強みとして国際優位性を高めることが可能になる。



Comet Interceptorミッションのイメージ図
(左: 3機の探査機による彗星フライバイ観測、右上: 日本が提供する超小型探査機(子機)、右下: 母探査機に搭載された2台の子機)

日本からの参加形態

- 3台の探査機(S/C A, B1, B2)のうち、子機の1台を担当する(残りの母船(S/C A)と子機の1台(S/C B2)は欧州が担当)。
- 可視カメラ、水素コロナ撮像器、プラズマ計測パッケージ(イオン質量分析器と磁力計)を日本の担当する子機に搭載し、彗星の観測を行う。

基礎データ

探査機主要諸元

- 重量: 約700kg(推進薬含む)
- 寸法: 2.5 x 2.5 x 2.0 m
- 打上げ年度: 2028
- 打上げロケット: アリアン6(主衛星であるARIELとの相乗り打ち上げ)
- 運用期間: 6年(ラグランジュ点での待機期間3~4年を含む)
- 探査機システム担当: ESA(欧州宇宙機関)
- 観測機器担当: 各国機関(日本は、可視カメラ水素コロナ撮像器、プラズマ計測パッケージを搭載した子機1機を担当)

<参考>

(3) 大型国際X線天文台Athenaへの参画

施策の概要・目的

○欧州宇宙機関(ESA)Cosmic Vision Large Class-2 (L2)ミッションに採択された、2030年代の大型国際X線天文台衛星Athena(Advanced Telescope for High ENergy Astrophysics)計画。これまでにない大面積X線望遠鏡と、優れた分光力を備え、2030年代の大型天文台時代におけるX線領域を担う。

○サイエンステーマは”The Hot and Energetic Universe”, 宇宙大規模構造に伴う100万度以上の高温プラズマ, 超新星残骸, ブラックホール周辺の降着円盤, 加速された粒子による放射などを直接観測できる, というX線領域の特徴を生かして, 宇宙の熱く活動的な姿, その成り立ちを明らかにする。

期待される効果

【プロジェクト全体の成果・効果】

○銀河や銀河団の背景にある物質の大集積の成立過程を定量的に示し, ダークマターやダークエネルギーに支配された宇宙の時空構造を明らかにする。

○ブラックホールの存在数を100億年以上過去まで正確に測定し, 銀河とブラックホールがどのようにこの宇宙に生じ, 成長してきたか, それによりどれだけのエネルギーが開放され, 宇宙の姿に影響してきたか, を明らかにする。

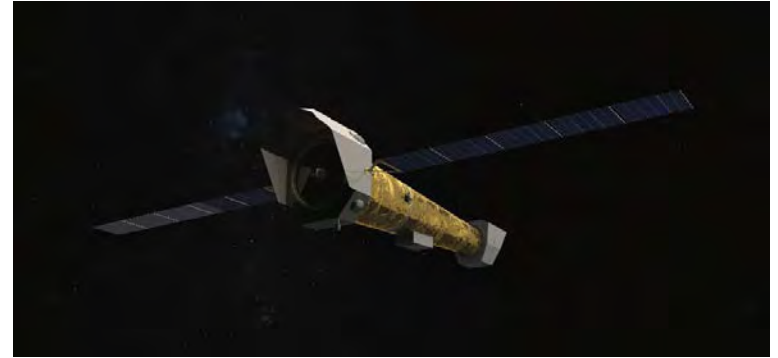
○重力波観測など, 2030年代の新たなフロンティア領域に対し, 国際X線天文台として観測協力を行ない, 統合的な宇宙像の構築に参画する。

【我が国が参加により得られる成果・効果】

○「あかり」「ひとみ」など軌道上で極低温観測を可能にした日本の機械式冷凍機を提供し, ミッションを成功に導き, 科学観測に多くの科学者が参加し, 観測, 解析, 科学成果の創出を行なう。

○Athenaが必要とする精密分光の実現には, XRISM同様極低温(100mK)でのセンサが必要であり, そのためには日本が確立してきた宇宙用機械式冷凍機を利用することが唯一の解である。

○日本でこれほどの大型鏡を打ち上げることはできず, 「はくちょう」以降の日本のX線天文学の歴史を踏まえたXRISMを支えた日本の技術を生かすには, Athenaへの参画が唯一の手段。



日本からの参加形態

○キーサイエンスに関する科学観測立案, 実行に参画し, 科学成果の最大化に貢献する。

○精密分光観測器に必須な機械式冷凍機(ジュールトムソン冷凍機), 駆動装置等を供給する。

○打ちあげ後の運用に協力, また観測機器のキャリブレーションに貢献する。

○検討中項目:電源機器の供給, X線望遠鏡の性能向上に関する検討協力, 受信局等地上運用系に関する協力など

基礎データ

衛星主要諸元

- 重量: ~6000 kg (TBD)
- 寸法: ~13m (TBD)
- 打上げ年度: 2033(TBD)
- 打上げロケット: Arian-6 (TBD)
- 運用期間: 4年(要求)ー10年(目標)
- 探査機システム担当: ESA
- 観測機器担当: X線ミラー: ESA, 精密分光観測器(X-IFU): CNES(フランス)他コンソーシアム, 広視野観測器(WFI): MPE(ドイツ)他コンソーシアム
- 衛星軌道: Lagrange point -2 (TBD)

<参考>

(4) CAESAR (Comet Astrobiology Exploration Sample Return) for NF5

施策の概要・目的

- CAESARは、NASAの大規模惑星探査プログラム(1000億円規模)のNew Frontiers Program 4(NF4)の2つのファイナリストミッションのうちの一つであった。NF4の機会では、2019年6月の最終選考で落選したものの、米国のCAESARチームは、NF4と同じ枠組でのNF5への挑戦を要望している。
- JAXAは、NF4の時には、CAESAR-PIからの「CAESAR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)の開発要請」に応じて、2015年からこの活動に参加した。JAXAは本ミッションの成立に必須な部分であるSRCサブシステムの設計を担当した。日本の科学者も、本計画の立案に深く貢献し、すでに理工学両面からの強い協力関係を構築しており、それに基づき本計画を実施できる。
- CAESARは、Cチュリモフ・ゲラシメンコ彗星(ロゼッタが探査した彗星)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野心的な彗星サンプルリターン計画である。彗星の氷サンプル分析は太陽系物質や生命の起源の謎の解明につながると期待されている。

期待される効果

【プロジェクト全体の成果・効果】

・太陽系の記憶を留めていると言われている彗星の氷物質を地球に持ち帰り、未来の最先端の分析装置により分析することにより、太陽系の起源や生命環境の誕生の謎に迫る大きな進展が期待されており、世界中の科学者から熱望されている。

【我が国が参加により得られる成果・効果】

- ・日本が誇る技術力・科学力で、人類史上に残る国際ミッション(NASAのFlagship級)に貢献し、国際的なプレゼンスを示す。はやぶさの技術で、人類の太陽系探査の新たな扉を開く。
- ・理学的な観点からは、日本の科学者が「はやぶさ」等のサンプル分析で培った経験や知見に基づいた国際協力関係の下に、CAESARで得られる世界的な科学的成果(取得した彗星サンプルの分配)が共有され、日本の科学者も初期分析から関わることができる。
- ・深宇宙SR計画に必須で、日本が「はやぶさ」で世界に先駆けて実証した深宇宙から直接大気圏突入できるSRCの技術を、さらに発展させ、その技術に基づいて、最先端のSRCを開発・提供することにより、世界の太陽系探査を先導することができる

・NF5は、2022年度に1次選考が、2024年度に最終選考が予定されている。それらの選考に向け万全を期すために、NF4でのL&Lを踏まえ、概念設計の成立性を高めるために、メーカーと共同でクリティカル技術のリスク低減活動(フロントローディング)を行う必要がある。



日本からの参加形態

- (サンプルリターンカプセル)「はやぶさ」ヘリテージに基づいて、彗星の大量のサンプルを低温に保管したまま地球に帰還させることができる大型のサンプルリターンカプセルサブシステムを開発する。
- (サンプルサイエンス)国内の科学者が「はやぶさ」等の惑星のサンプル分析で培った経験・知見をもとに、計画の立案や提案書の作成で貢献し、サンプル帰還後には、初期分析で重要な役割を果たす。

基礎データ(NF4時の概念設計時)

CAESAR探査機主要諸元

- ・重量: 4ton(Wet), 2.4ton(Dry)
- ・寸法: 40m(SAPを含む)
- ・打上げ年度: 2031(NF5)
- ・打上げロケット: Atlas
- ・運用期間: 2031打上~2045帰還
- ・探査機システム担当: NASA-GSFC
- ・観測機器担当(PI): Cornell Univ.

CAESAR-SRC主要諸元

- ・形状: はやぶさ型
- ・直径: 120cm
- ・再突入質量: 最大300kg(ペイロード70kgを含む)



<参考>

(5) Mars Ice Mapper (MIM)

施策の概要・目的

○合成開口レーダ(SAR)を搭載した火星周回機により、火星の表面下の水氷分布の把握(マッピング)を目的とする。

- 探査目的: 資源としての水氷分布・貯蔵の把握
- 科学目的: 水の分布・輸送・散逸および火星宇宙天気・気候の理解

○NASA-CSA-JAXA-ASIの4機関による初めての国際火星探査計画としてミッションコンセプトを検討中(SpaceXも議論に参加)。JAXAは、NASAの呼びかけに対応し、2020年より技術調整会合(初期検討)に参加している状況。

期待される効果

【プロジェクト全体の成果・効果】

- 将来有人活動に必要な、火星中緯度地域の浅部(<10 m)の水・氷分布の詳細マッピング
- 火星全球の浅部地下領域の水・氷分布および大気中の水輸送・散逸機構や地殻磁場の宇宙環境への影響を明らかにし、生命存在可能性に直接的な影響を及ぼす、火星宇宙天気・気候・水環境を統一的に理解する。

【我が国の参加により得られる成果・効果】

- 将来の継続的な火星探査を可能にする国際協力枠組みおよび共通のインフラ(通信インフラおよび共通輸送システム(ライドシェア構想))を構築する。
- その枠組みのもと、火星衛星探査計画(MMX)で得られる火星圏往還技術や火星圏環境観測の経験を活かして日本のプレゼンスを示すことで、今後の世界的潮流となる火星サンプルリターン・火星有人探査への参画が可能となる。
- 2028年の打上げをターゲットとして国際的に議論が行われている。
- コンセプト検討により、ミッション機器、バス等の各分担調整(4機関以外の宇宙機関・産業界とのパートナーリングも視野)を加速させる必要がある。



日本からの参加形態(今後の検討)

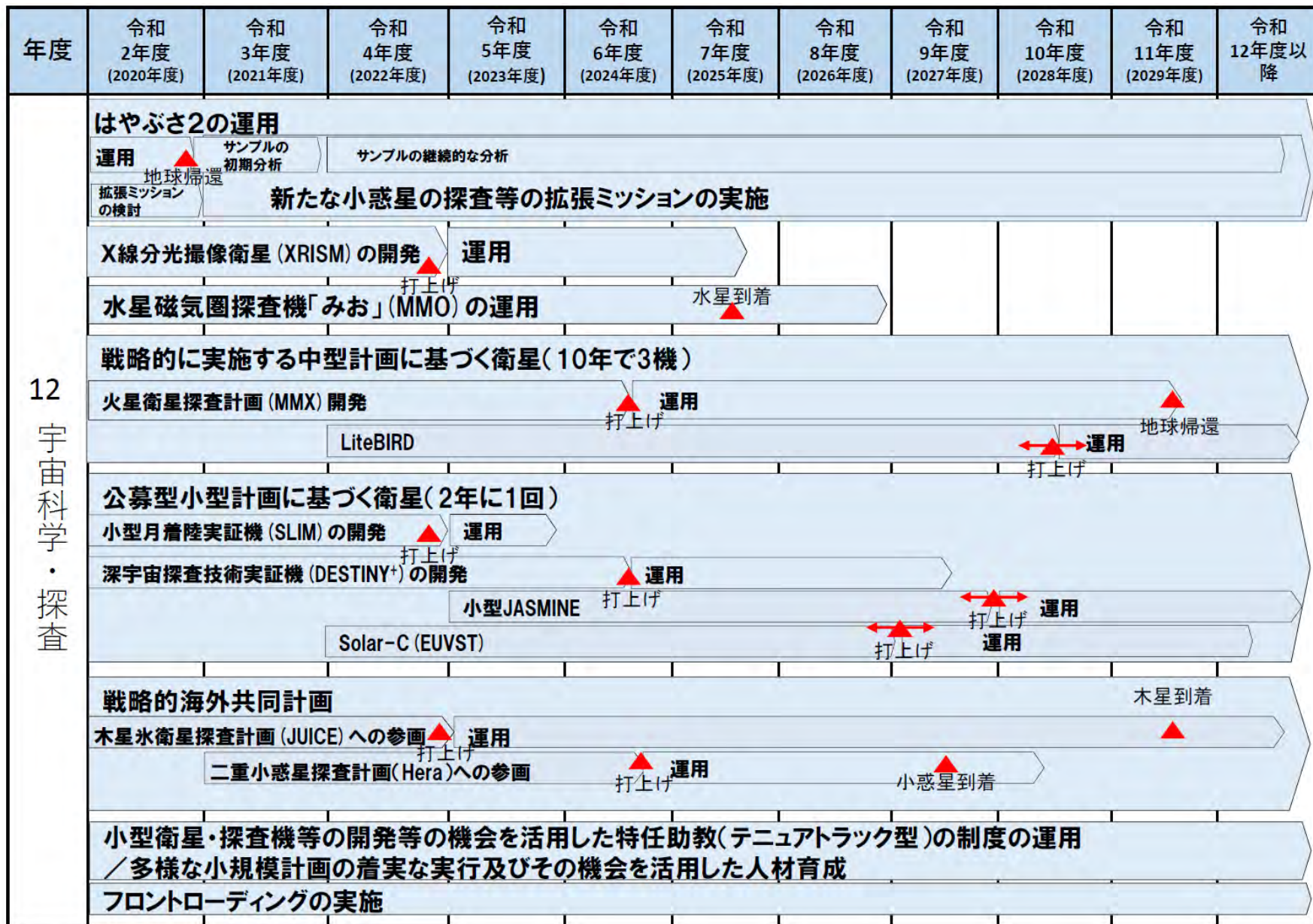
- JAXAは、他の機関又は商業パートナーとのパートナーリング機会の特定を含む、衛星バス計画の検討リード(サブサイエンスペイロードのアコモデーション計画を含む)を担当している。
- JAXAとして、特に、大気・水輸送・宇宙環境観測のための科学観測機器群の提供(* SARはCSAより提供)と科学成果創出、世界を先導する地球周回衛星からのSAR観測での知見を活かした科学探査協力等が期待される。

基礎データ(検討中の状況)

探査機主要諸元

- 重量: ~2,800 kg (化学推進を使用した場合の検討結果)
- 寸法: 4.4 x 2.4 x 2.2 m (初期検討結果)
- 打上げ年度: 2028年目標
- 打上げロケット: Falcon 9 あるいはFalcon Heavy
- 運用期間: 検討中
- 探査機システム担当: 検討中
- 観測機器担当: 各国機関(日本は大気観測機器群の担当を視野)

<参考>宇宙基本計画工程表



＜参考＞宇宙基本計画工程表

2020年度末までの取組状況・実績

- はやぶさ2は、実施計画（地球近傍への帰還、カプセル・サンプル回収、サンプル分析の準備等）に基づく活動を実施するとともに、拡張ミッションの検討を進めている。
- X線分光撮像衛星（XRISM）及び小型月着陸実証機（SLIM）は2022年度打上げ、火星衛星探査計画（MMX）及び深宇宙探査技術実証機（DESTINY+）は2024年度打上げを目指し開発を進めている。
- 宇宙マイクロ波背景放射偏光観測衛星（LiteBIRD）、赤外線位置天文観測衛星（小型JASMINE）の計画を情勢を踏まえて見直した。また、公募型小型計画として高感度太陽紫外線分光観測衛星（Solar-C(EUVST))を選定し、計画具体化の検討を行っている。
- 超小型探査機での深宇宙探査に必要な技術及び日本の強みである冷凍機技術等について、フロントローディング（開発スケジュール遅延やコスト増を招く可能性のあるキー技術について一定の資源を投入して事前に実証を行う）を実施している。
- 欧州宇宙機関が実施する木星氷衛星探査計画（JUICE）への参画に向けた開発等、小型衛星・探査機やミッション機器の開発等の機会を活用した特任助教（テニュアトラック型）の制度及び小規模計画の機会を活用した人材育成を推進している。

2021年度以降の主な取組

- 宇宙科学・探査の着実な実施に向け、フロントローディングの成果を活用しつつ、我が国全体で戦略的なミッションを立案し、計画の規模や打上げ時期に柔軟性を持って開発を進めるとともに、フロントローディングを引き続き実施する。
- はやぶさ2について、サンプルの初期分析を行うとともに、はやぶさ2の残存リソースを最大限活用し新たな小惑星の探査等を目標とする拡張ミッションを行う。
- X線分光撮像衛星（XRISM）及び小型月着陸実証機（SLIM）は2022年度の打上げ、火星衛星探査計画（MMX）及び深宇宙探査技術実証機（DESTINY+）は2024年度の打上げを目指して開発を進める。
- 宇宙マイクロ波背景放射偏光観測衛星（LiteBIRD）、赤外線位置天文観測衛星（小型JASMINE）及び高感度太陽紫外線分光観測衛星（Solar-C(EUVST))の計画具体化を行う。
- 欧州宇宙機関が実施する木星氷衛星探査計画（JUICE）及び二重小惑星探査計画（Hera）への参画に向けた開発等を進めるとともに、NASAが実施するRoman宇宙望遠鏡、ロシア宇宙機関が実施する国際紫外線天文衛星（WSO-UV）への参画に向けた検討を進める。
- 小型衛星・探査機やミッション機器の開発等の機会を活用した特任助教（テニュアトラック型）の制度及び小規模計画の機会を活用した人材育成を引き続き推進する。