

宇宙科学・探査プログラムについて (骨子案)

1. プログラム策定の背景

- 従来のプロジェクト実施体制(科学コミュニティの検討により、長期的に実施する個別プロジェクトを選定)については以下の課題あり。
 - ✓ 候補化、選定、開発研究から開発に至るまで、全体のプロジェクト進行プロセスの長期化、遅延
 - ✓ プロジェクトに要する費用の大型化
 - ✓ 宇宙科学・探査に関わる人材の確保
- 課題克服に向けた宇宙科学・探査小委員会の取組
 - ✓ フロントローディングの導入、当面の月・火星探査を対象とした太陽系科学探査プログラムの策定。
 - ✓ さらに、月・火星探査以外の分野も対象とした、我が国として開発すべき技術とその技術により探査プロジェクトを盛り込んだ、「宇宙科学・探査プログラム」の策定を検討。
- プログラムの策定により期待される効果
 - ✓ 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。
 - ✓ 我が国の強み技術をより伸ばし、かつ新たな技術を創出。
 - ✓ 宇宙科学・探査で鍛えられた人材の活躍の場の拡大(アカデミア、宇宙開発・宇宙産業)。
 - ✓ 科学探査結果に基づくデータを活用することによる効率的な資源探査の実施。

2. 我が国が宇宙科学・探査に取り組む意義

- 宇宙の始まりと銀河から惑星に至る構造形成の解明、太陽系と生命の由来の解明といった宇宙科学の分野における人類の知的領域の拡大への貢献。
- 人類の活動領域の拡大に関する日本の「存在感」の強化への貢献
- 民間セクターも含めた宇宙開発利用の拡大に関する技術的基盤や情報提供

3. 宇宙科学・探査の国際動向

(1) 全体動向

- 天文分野、太陽系科学分野ともに、より高精度・高機能の観測が求められた結果、探査機が大規模化し、米国等を除き、一国での観測・探査活動が難しくなりつつある状況。

(2) 天文分野

- 各国では可視光・近赤外領域での巨額の投資を要する大型宇宙望遠鏡計画（JWST、WFIRST、Euclid）が並び、電波観測含めて地上設備（TMT 超巨大望遠鏡、LSST 講師や望遠工計画、ALMA 計画、SKA 計画）も充実。
- 宇宙線や宇宙ニュートリノと電磁波の観測をあわせたマルチメッセンジャー研究が注目されるとともに、系外惑星研究は、「発見」から「惑星表層環境の記載」の時代へ移行。

（2）太陽系科学分野

- 系外惑星発見による太陽系形成論の活性化と小天体探査の重要性の向上
- 「生命」を意識したテーマを掲げた、始原的小天体探査を含む探査計画構想の発表
- 月・火星を中心に新興国も含めた探査活動の活発化

4. 我が国の宇宙科学・探査の取組状況

（1）これまでの実績

- JAXA 宇宙科学科学研究所が、科学コミュニティの検討を踏まえて以下の取組を実施。

① 天文分野

X線観測（すざく、MAXI/ISS、ひとみ）、紫外線観測（ひさき）、赤外線観測（あかり）、電波観測（はるか）を実施。

【成果例】

・すざく

中性子星の極限移り現象の解明に貢献。査読付論文数：累計 1012 編

・ひさき

木星内部磁気圏の電子の動きの解明に貢献。査読付論文数：累計 35 編

② 太陽系科学分野

太陽（ひので）、地球磁気圏（あけぼの、GEOTAIL、あらせ）、金星（あかつき）、太陽系小天体（はやぶさ、はやぶさ2）、月（ひてん、かぐや）の観測を実施しているほか、水星（みお）の観測に向けたプロジェクトを進行中。

【成果例】

- ・GEOTAIL 地球磁気圏尾部における 20 年間の観測データを用いて粒子ダイナミクスの解明と磁気中性線の長さの推定に成功。

査読付論文数：累計 1231 編

- ・かぐや 月の起源と進化を解明するための科学データを取得し、月の利用可能性を調査。月周回中の姿勢制御技術、熱制御技術などを開発。査読付論文数：累計 130 編

※査読論文数は 2019 年 1 月現在。

- 上記の成果を上げているが、ミッション相互間の連携が希薄、国際協力によ

るミッションが主流となる中での国際協力への機動的な対応の確保等への対応は必ずしも十分とは言えない状況。

(2) 現在のミッションの取組状況

①取組方針

(全体方針)

- 厳しい財政状況及び国際動向を踏まえ、我が国が主導するプロジェクトに加え、海外が主導するプロジェクトについても、我が国の強みを生かす形で参画し、同プロジェクトから我が国が主体的な研究成果を得ることを目指す。
- 系外惑星観測において、国際の動向を見据え、我が国が期待される役割を着実に担い、宇宙科学・探査における我が国の国際プレゼンスを維持。

(個別分野の取組方針)

○天文分野

- ・ より感度を求める大口径化・高精度化のプロジェクトに対しては国際協力を主軸として対応。
- ・ 衛星の規模と関係のない、知恵や斬新な発想に基づく新たな観測手法の開発等で主導的役割を担う。

○太陽系科学分野

小惑星からのサンプルリターンに象徴される「適正規模で挑戦的な計画の機動的実行」を主導し、世界と伍す。

②検討されているミッション

- JAXA は科学コミュニティから提案されるミッションに関する宇宙理学委員会及び宇宙工学委員会の審議を踏まえ、ミッションをプロジェクト化。

【プロジェクト化されたもの】

X線分光撮像衛星 (XRISM)、小型月着陸実証機 (SLIM)、火星衛星サンプルリターン計画 (MMX)、深宇宙探査技術実証ミッション (DESTINY+)、木星氷衛星探査計画 (JUICE)。

【検討中のもの】

○天文分野

(戦略的中型)

- ・ LiteBIRD (宇宙マイクロ波背景放射偏光観測衛星)
- ・ SPICA (Space Infrared Telescope for Cosmology & Astrophysics))

(公募型小型)

- ・ 小型赤外線位置天文衛星 (JASMINE)
- ・ 高感度 EUV/UV 分光望遠鏡 (Solar-C_EUVST)
- ・ ガンマ線バーストを用いた初期宇宙一極限時空探査計画 (HiZ-GUNDAM)

(小規模プロジェクト (戦略的海外共同計画へ参画))

- ・ WFIRST (NASA)
- ・ L-2 大型 X 線観測衛星計画 (ATHENA) (ESA)

○太陽系科学分野

(戦略型中型)

- ・ ソーラー電力セイル探査機 (OKEANOS)

(小規模プロジェクト (戦略的海外共同計画へ参画))

- ・ 彗星サンプルリターン計画 (CAESAR)

(国際宇宙探査)

- ・ 月着陸探査 (月極域の探査。インド等との国際協力)
- ・ HERACLES (月広域・回収探査。ESA 等との国際協力)

※上記2つの国際宇宙探査プロジェクトについては、科学コミュニティとしても、同探査の機会を利用した科学的課題の探求について主体的に検討。

また、MMX 以降の火星探査についても、国際宇宙探査における日本の火星科学探査や火星探査を先導する工学・確立すべき技術を検討。

- 国際公募 (SLS の相乗りスロット) に採択された以下のプロジェクトも実施。
 - ・ OMOTENASHI (超小型探査機による月着陸、地球から月までの軌道上の放射線環境計測)
 - ・ EQUULEUS (超小型深宇宙探査機による太陽-地球-月圏における起草制御技術の実証)

(3) ミッション実施に向けた宇宙工学分野の取組

①方針

多面的かつ先進的な科学観測太陽系探査活動のための宇宙へのアクセスと宇宙でのモビリティの確保のため、様々な宇宙科学の飛翔機会を活用して、技術開発(宇宙工学研究)を実施

②我が国で開発すべき技術候補

○我が国として実績を有し、優位性“強み”が見込まれる技術

- ・ 小天体着陸技術/サンプルリターンカプセル技術
- ・ 展開型柔軟エアロシェル(バリュート)による大気圏突入技術
- ・ 検出器を極低温に冷却する冷凍機技術
- ・ 画像処理解析等による航法誘導技術
- ・ 高放射線環境下での観測技術

○波及効果が大きいため我が国として獲得すべき技術

- ・ 探査機の小型化技術(極低温姿勢制御用推進系技術、安定性を確保した半永久的発電技術、極小待機電力システム技術、コンパクトアビオ)
- ・ 産業界等への技術移転へ貢献する技術(発展型観測ロケット)
- ・ 国際宇宙探査へ貢献する技術(重力天体着陸技術)

5. 今後のミッションの進め方

(1) 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確保とコストの削減。
 - ✓ ミッション提案時に、有望技術領域について、基盤経費によるブラッシュアップを実施。
 - ✓ 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を行うとともに、将来を見据えたミッション創出を念頭においた、我が国が世界に先駆けて獲得すべき共通技術領域の研究開発を推進するフロントローディングを基盤経費とは別の予算により実施。
- ミッションのプロジェクト化においては、複数のミッションを戦略的に実施していくうえで特に重要な技術のフロントローディングを重視。

(2) フロントローディングの実施

①フロントローディング対象技術の選定要件

(対象技術)

- ✓ 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
- ✓ 多くのプロジェクト移行候補のミッションに共通する技術
- ✓ プロジェクト採択後の円滑な開発の観点から事前実証が必要とされる個々のプロジェクト移行候補のキー技術

(評価基準)

- ✓ 人類の知の創出最大化への貢献等の科学的視点
- ✓ 我が国の科学技術力、産業力の強化
- ✓ プロジェクト移行後の円滑な開発のための事前実証の要否 等

②当面のフロントローディングの進め方

- ✓ JAXA は、宇宙理学委員会及び宇宙工学委員会の意見も聴取しつつ、ミッション創出の意義・価値を踏まえて、フロントローディング対象技術領域を検討し、その結果を2020年度概算要求に反映。

【フロントローディング対象技術領域】

(参考例)「宇宙用冷凍機技術」：検出器を極低温に冷却する冷凍機技術等
「超小型探査技術」：探査機の小型化技術等

- ✓ フロントローディングの実施期間としては2～3年程度を想定。

③フロントローディングの実施体制

- ✓ JAXA 内では宇宙科学研究所の研究者と研究開発部門等他部門の研究者・技術者が連携。
- ✓ 大学、大学共同利用機関法人及び国立研究開発法人等の国内コミュニティとも連携。特に、学生、若手研究者のJAXAへの受け入れや大学との研究分担による工学系人材の育成にも留意。

(3) 今後実施していくことが期待されるミッション

JAXA において、フロントローディングに選定される共通技術領域の検討結果も踏まえて今後実施していくミッション案を検討し、宇宙科学・探査小委員会に報告。

(4) プロジェクト推進方策

①国内外の研究機関との連携

- JAXA 宇宙科学研究所は科学コミュニティーの各組織で培われた科学及び技術を実際の宇宙科学・探査プロジェクトに結実させることが重要な役割の一つ。人材育成も含め、大学共同利用機関の機能の一層の活用を検討。
- 大学からの若手研究者の受け入れ、大学との共同研究、国立天文台等他の研究開発機関との連携等を一層推進。
- 国際連携では、我が国主導ミッションと海外主導ミッションにお互い参画。また、国際公募や国際宇宙探査の枠組のプロジェクトについても科学コミュニティーとも連携して対応し、主体的な科学研究の機会を確保・活用。

②太陽系科学探査プログラムとの関係

当面の月・火星探査については、太陽系科学探査プログラムに基づき実施。また、現在進行中・検討中のもの以外については、国際動向や具体的提案を踏まえ、JAXA において対応を検討。

なお、従来の戦略的中型、公募型小型等の資金規模については、フロントローディングの導入を踏まえ JAXA において見直しを検討することが必要。

6. その他

(1) 科学コミュニティーにおける宇宙科学・探査に関する検討との関係

- 宇宙科学・探査小委員会は、科学コミュニティーの検討状況を宇宙理学委員会、宇宙工学委員会の審議も活用して把握したうえで政策を検討。
- 宇宙科学・探査ミッションの選定については以下の手続きを徹底。
 - ✓ 宇宙理学委員会及び宇宙工学委員会が科学コミュニティーからの提案を受けて、科学的な観点からミッション候補を選定。
 - ✓ JAXA はミッション候補から宇宙基本計画工程表及び自らの経営資源を踏まえて最終的に判断。

(2) 民間企業における探査活動との関係

- 宇宙科学・探査で培った知見を可能な範囲で民間企業の探査活動にも提供。
- 民間企業の宇宙探査の成果についても活用することに留意。

(3) 本プログラムの見直し

- 宇宙科学・探査に関する国際動向や科学コミュニティーの検討状況を踏まえ、必要に応じ、宇宙科学・探査小委員会で本プログラムの見直しを実施。