



宇宙科学・探査に係る 予算要求に関するJAXAの考え方

平成25(2013)年5月15日

宇宙航空研究開発機構

1. 平成26年度予算概算要求に関するJAXAの考え方

- (1)「宇宙科学における一定規模の資金」については、宇宙理学委員会や工学委員会を中心とし、今後15年、20年のロードマップ、長期シナリオというべきものを示した上で検討すべきものとする。ロードマップ、長期シナリオについては、1～2年をかけてまとめたいと考えているが、方向性や宇宙理学・工学委員会での審議状況を半年程度で提示したい。
- (2)ロードマップを踏まえた「宇宙科学における一定規模の資金」を検討する間、既に進めているプロジェクト等については打上げ目標年度を守るべく、プロジェクト毎に個別に判断して着実に作業を進めるよう予算要求を行う。

2. 平成26年度予算概算要求(JAXA案)の概要

(1) 現在開発中のプロジェクトは、各衛星の打上げ年度(FY25予算において認可予定)の維持に必要な作業を着実に推進するための予算を要求する。

◆小惑星探査機「はやぶさ2」【FY26打上げ予定】

目的: C型小惑星を探査して地球・生命の起源を探り、日本独自の深宇宙探査技術を確立する。
探査対象天体との会合スケジュール上、FY26中の打上げが必要である。
FY26計画: 衛星フライトモデルの総合試験、射場輸送及び打上げ、軌道上初期確認等

◆X線天文衛星(ASTRO-H)【FY27打上げ予定】

目的: 現代宇宙物理の基本的な課題である宇宙の構造と進化にかかる数々の謎の解明を行うため、広帯域・高感度X線観測を行う。日米協力においてNASAの提供する観測機器を速やかに打上げ、FY27からの着実な運用を開始して、日本の責務を果たす必要がある。
FY26計画: 衛星フライトモデルの総合試験、地上系設備整備、打上げサービス調達等

◆小型科学衛星2号機「ジオスペース探査衛星」(ERG)【FY27打上げ予定】

目的: ジオスペースにおける相対論的電子加速過程を解明するため、広いエネルギー帯のプラズマ粒子と電磁場・プラズマ波動を「その場観測」する。太陽活動によって引き起こされる宇宙嵐を観測する科学目的達成のためにはFY27中の打上げが必要である。
FY26計画: 衛星フライトモデルの試作完了・製作の本格化、地上系整備の着手等

◆水星探査計画(BepiColombo)【FY27打上げ予定】

目的: ESAとの協力で、水星の磁場・磁気圏・内部・表層にわたる総合観測を行い、謎に満ちた水星の現在と過去を明らかにする。欧州との国際協力による開発のため、スケジュール通りのESA引き渡しが必要である。
FY26計画: 衛星フライトモデルの総合試験、ESA側への引き渡し、ESAによる組立試験支援等

2. 平成26年度予算概算要求(JAXA案)の概要(続き)

(2) 以下の新規プロジェクトについて、平成26年度での立ち上げを目指す。

◆次世代赤外線天文衛星(SPICA)

目的: 赤外線における高感度観測により、「ビッグバンから生命の誕生まで」の宇宙史の本質的進化過程を解明する。国際協力相手方(欧ESA他)からは早期に次フェーズに進むことを期待されており、日本としてもFY26の立ち上げを目指す。

(3) 以下の研究については、将来の国際協働による探査計画への参画も視野に、必要となる理学・工学の学術研究を進める。

◆月着陸探査ミッション

目的: 月面の特徴的地域にピンポイントで着陸し、表面物質の詳細観測と内部構造探査により、月の誕生・進化の謎に迫る。これを実現するための先進的探査技術を開発・実証し、将来の国際協働探査の一翼を担う。

(4) 宇宙科学プロジェクトの創出、多様なミッションの実施等に必要な研究を進める。

◆新たな宇宙科学プロジェクトの創出に向けて、観測目的を達成するための観測装置・衛星システムの研究活動、宇宙理学・工学の学術研究、これまでにない観測を可能にする飛翔体・科学衛星等の研究活動を推進。

◆中型衛星のみでは実現が出来ない多様なミッションの実施、頻度の確保を実現するため、小型科学衛星、観測ロケット、大気球、小規模プロジェクト(海外衛星等への搭載等)等の手段を織り交ぜ、プログラムの効率的な遂行を実現するための研究を推進。

(5) 上記の事業を着実に進めるために必要な基盤的活動(施設・設備、衛星運用等)に必要な予算を要求する。

(補足資料)

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型小惑星の探査およびサンプルリターンを行い、原始太陽系における鉱物・水・有機物の相互作用の解明から、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を維持・発展させて、本分野で世界を牽引する

期待される成果と効果

- 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。
- 衝突装置の衝突地点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。

特色:

- 世界初のC型微小地球接近小惑星のサンプルリターンである。
- 小惑星にランデブーしながら衝突装置を衝突させて、その前後を観測するという世界初の試みを行う。
- 「はやぶさ」の探査成果と合わせることで、太陽系内の物質分布や起源と進化過程について、より深く知ることができる。

国際的位置づけ:

- 日本が先頭に立った始原天体探査の分野で、C型小惑星という新たな地点へ到達させる。
- 「はやぶさ」探査機によって得た独自性と優位性を発揮し、日本の惑星科学および太陽系探査技術の進展を図るとともに、始原天体探査のフロンティアを拓く。
- NASAにおいても、小惑星サンプルリターンミッションOSIRIS-REx（打上げ:平成28年、小惑星到着:平成31年、地球帰還:平成35年）が計画されているが、サンプルの交換や科学者の協力について調整が進んでおり、両者の成果を比較・検証することによる科学的成果も期待されている。



注:探査機外観はイメージ

太陽系初期における鉱物・水・有機物の相互作用を解明

太陽系、地球、生命の原材料の起源や進化を解明する手がかりを得る。
(スペースガード、資源、有人ミッションについての情報も)

「はやぶさ」による世界初の小惑星サンプルリターンの技術実証と理学成果

イトカワよりも水・有機物に富む地球近傍小惑星を探査し、試料採取を確実に実施

深宇宙往復探査技術の確立

- 小惑星へのランデブー
- 軌道上からの遠隔観測
- 小型ローバ投下、天体表面上での近接観測
- 衝突装置による人工クレータ生成
- サンプル採取・地球帰還・採取資料の分析

より遠方の太陽系天体への往復探査へ発展し、本分野で世界を牽引。

はやぶさ2 主要緒元

質量	約 600kg
打上げ	平成26年度
軌道	小惑星往復
小惑星到着	平成30年
地球帰還	平成32年
小惑星滞在期間	約18ヶ月

探査対象天体 地球接近小惑星、
(162173) 1999 JU3

主要搭載機器

サンプリング機構、地球帰還カプセル、光学カメラ、レーザー測距計、科学観測機器（近赤外、中間赤外）、衝突装置、小型ローバ

スケジュール

平成23-26年度	探査機・衝突装置の開発
平成25-26年度	総合試験
平成26年度	打上げ、初期運用
平成30年度	小惑星到着

実施体制

- 月・惑星探査プログラムグループを中心にしてJAXA全体で行う。
- 全国の大学、研究機関、また関連する海外機関から共同研究者を継続して募る。

X線天文衛星 (ASTRO-H)

目的

X線天文衛星「ASTRO-H」は、X線超精密分光と硬X線撮像分光による広帯域・高感度観測を実現するミッションで、現代宇宙物理の基本的な課題である宇宙の構造と進化にかかる数々の謎の解明に挑む。

期待される成果と効果

- ・ X線超精密分光により最高水準のエネルギー分解能を達成し、光や電波では見ることのできないプラズマの流れを観測し、**暗黒物質**の成長の歴史を精密測定
- ・ 硬X線撮像分光により隠された巨大ブラックホールの誕生と成長の過程を観測し、宇宙の進化を解明
- ・ これらを通じて、宇宙を存在させている重力源を解明し、重力源に対抗し宇宙を押し広げようとする正体不明の**暗黒エネルギー**の解明に挑む。

科学的・国際的な位置付け

- ・ 宇宙の包括的理解には様々な波長での観測が必要。2010年代後半には、ALMA(サブミリ波)、JWST(可視・近赤外)、Fermi(ガンマ線)などの次世代大型地上天文台・軌道上衛星が稼働するが、ASTRO-HはX線領域においてこれらと伍して研究を行える能力と規模を有する唯一の計画である。そのため、国際天文学コミュニティの他、米NASA、欧ESA、蘭SRON、加CSA等の宇宙機関から大きく期待されており、一刻も早い実現を求められている。
- ・ 日本はこれまで5機のX線天文衛星を打上げ、常にトップランナーとして世界のX線天文学を牽引してきた。この実績を基に、米欧は、2010年代は自国の計画でなくASTRO-Hに国際協力参加することを選択した。米国からは、X線超精密分光に用いられる観測機器と軟X線望遠鏡の提供を受ける計画である。



硬X線撮像分光により隠された巨大ブラックホールの成長の過程を観測、巨大ブラックホールが銀河進化に果たす役割の解明。

X線超精密分光による高温プラズマの流れを精密観測、衝突しながら成長する銀河団のダイナミクスを解明

ダークマターの成長の歴史を精密観測

宇宙を存在させている重力源の解明

宇宙を押し広げようとする正体不明のダークエネルギーに迫る

主要諸元

重量： 約2700 kg
発生電力： 約3500 W
打上げ： 平成27年度
軌道： 軌道傾斜角31度以下)
高度： 約550 km
ミッション期間： 3年以上

スケジュール

平成21-24年度 衛星試作
平成23-26年度 衛星試作・衛星製作
平成24-25年度 NASAよりフライト品納入、I/F関連作業完了
平成26年度 総合試験
平成27年度 打上げ

実施体制

国内約二十の大学等研究機関から二百名を超える研究者が衛星開発、運用、データ解析に参加。米国 および欧州の12の研究機関の研究者により、サイエンスワーキンググループ、テクニカルレビューチームを組織。

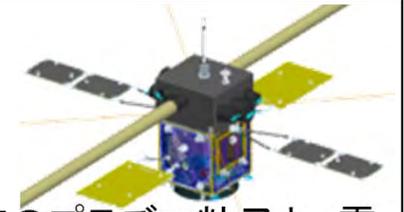
ジオスペース探査衛星(ERG) (Exploration of energization and Radiation in Geospace)

計画の背景と目的:

太陽面の爆発によって宇宙嵐がおこると、地球のまわりの宇宙空間(ジオスペース)では、放射線帯(バンアレン帯)中のエネルギーの高い電子が急激に増加。

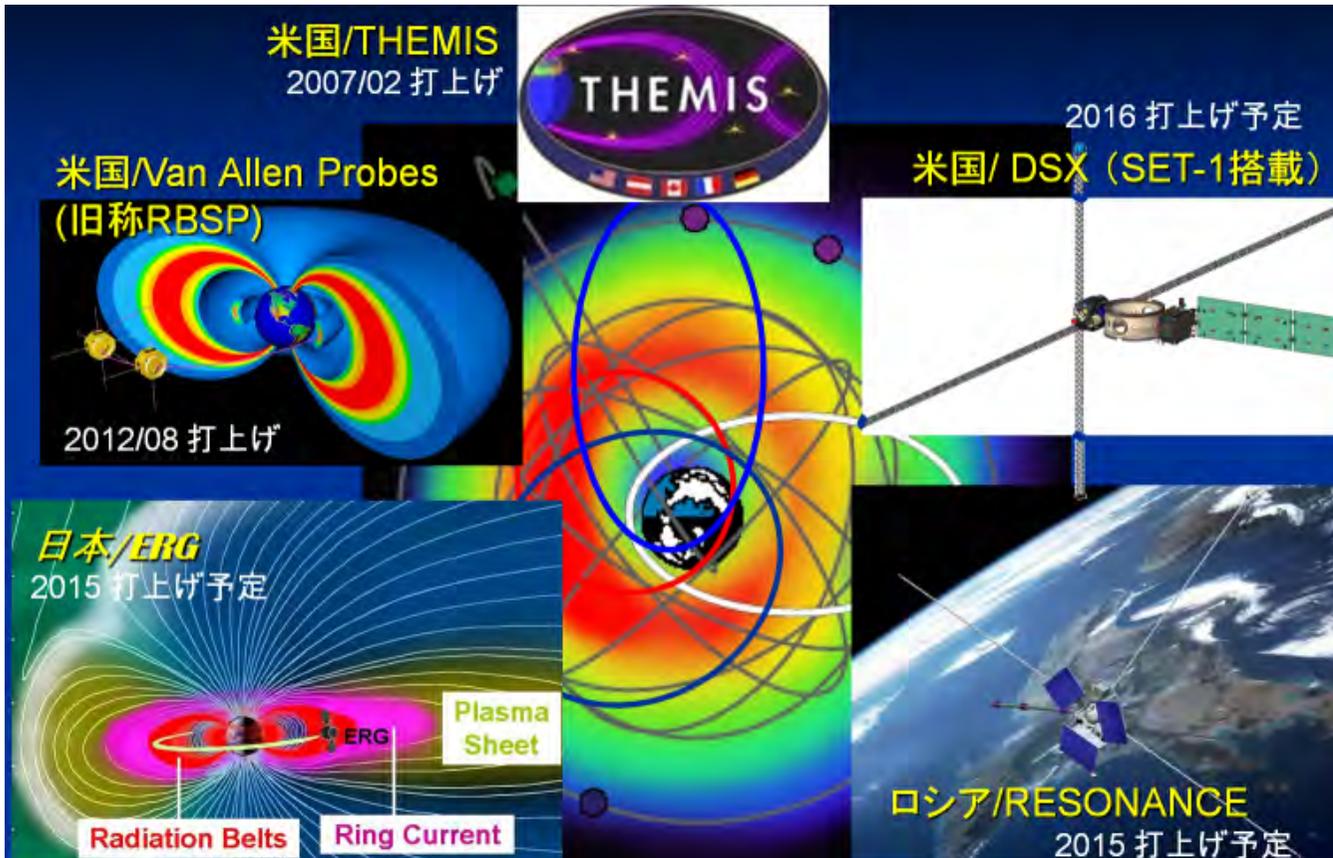
いつ、なぜ、どのようにして放射線帯の高エネルギー電子は増えるのか?

このメカニズムを明らかにするために、**ERG**衛星は放射線帯の中心部で、広いエネルギー帯のプラズマ粒子と、電磁場・プラズマ波動を直接観測し、ジオスペースにおける相対論的電子加速過程を明らかにする。



科学的・国際的な位置付け: 「国際ジオスペース探査計画」として国際協力と競争で実施

- ・各国衛星(Van Allen Probes他: 詳細下図)との協調観測によって、ジオスペース多点観測を実施 = 科学成果の拡大
- ・ERGならではのユニークな観測装置(ソフトウェア型波動-粒子相互作用解析装置: S-WPIA) = 日本が競争力を持った科学成果を創出
- ・地球周辺の放射線環境の把握・モデル構築を通じて、宇宙天気研究や宇宙機(静止軌道上の利用衛星等)の安全な運用へ貢献
- ・日本は小型科学衛星による機動的な計画 = 米Van Allen Probes計画と比べて数分の1の開発経費
- ・太陽活動極大付近での成果創出のため、平成27年度中の打上げが必須



衛星主要諸元

打ち上げ: 平成27(2015)年度

観測期間: 1年以上

軌道: 遠地点地心距離 5-6 Re、
希望投入軌道傾斜角 31度以下

姿勢: 太陽指向スピン

重量: 約350kg

スケジュール

平成24-25年度: 衛星試作

平成25-27年度: 衛星製作

平成27年度: 総合試験/打上げ

実施体制

国内に約200名の研究コミュニティ。衛星観測だけでなく、地上観測、データ解析、シミュレーションを専門とする研究者もプロジェクトに参加。ERG衛星観測を軸に、互いの手法の特徴を活かした統合研究体制を準備。

水星探査計画 (BepiColombo)

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。

期待される成果と効果

- ・固有磁場と磁気圏を持つ地球型惑星の初探査により、惑星の磁場・磁気圏の知見に大きな飛躍
- ・特異な内部・表層の全球観測により、地球型惑星の起源と進化の解明に貢献

特色: 初の日欧大型共同プロジェクト

全体構成は、2つの探査機

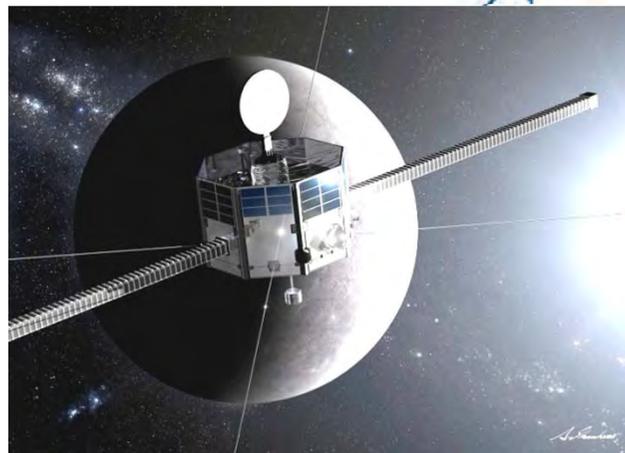
- ・水星磁気圏探査機 (MMO)
- ・水星表面探査機 (MPO)

からなる。日本はMMO探査機を担当する。

科学的・国際的な位置付け

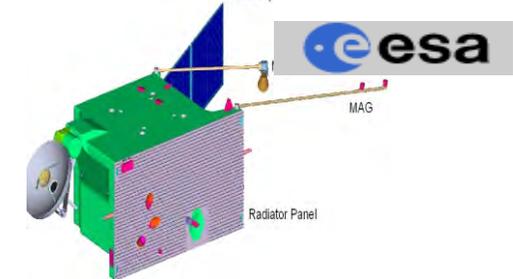
- ・地上望遠鏡: 水星は太陽離角が小さいため、厚い大気層が影響して低分解能であり、かつ短時間しか観測できない。距離的には近いが観測困難であった。
- ・マリナー10号(米、1974-75年): 水星の一部表面(45%)撮像、表面温度の観測、固有磁場を発見した。
- ・メッセンジャー(米、2004年打上げ、2011年水星到着): 全球のラフな初サーベイ&北半球の詳細観測を行っている。
- ・BepiColomboは、水星のComplete Studyを行う
 - ・2機の周回探査機による複数点同時観測
 - ・全球および磁気圏をカバーする最適化された軌道
 - ・最適化された探査機姿勢と充実した観測機能⇒発見をするのがメッセンジャー、謎を解き明かすのがBepiColombo

水星磁気圏探査機 (MMO)



水星の固有磁場、磁気圏、大気、太陽風との相互作用の観測

水星表面探査機 (MPO)



水星の表面地形、鉱物・化学組成、重力場の精密計測

- ・惑星の磁場・磁気圏の研究飛躍
- ・太陽に一番近い領域で起きた惑星形成の秘密に迫る

主要諸元

- ・重量 約280kg
- ・打上げ 平成27(2015)年度
- ・軌道 水星楕円極軌道
- ・高度400km~12,000km
- ・水星到着 平成34(2022)年度
- ・観測期間 約1年

全体スケジュール

- 平成15年度 : 基礎開発研究
- 平成16-21年度: 衛星試作
- 平成21-24年度: 衛星製作
- 平成23-25年度: 総合試験
- 平成26-27年度: 母船総合試験、打上げ

実施体制

- システムは、日欧の分担による。
- ・日本側: MMO探査機の開発と水星周回軌道における運用
- ・欧州側: 全体システムの開発および打上げ~軌道投入

次世代赤外線天文衛星 (SPICA)

目的

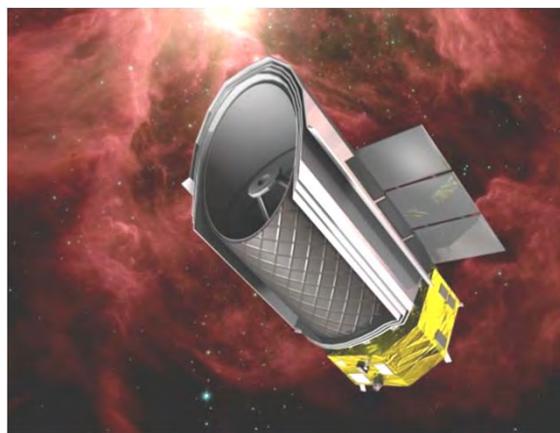
赤外線における高感度観測により、「ビッグバンから生命の誕生まで」の宇宙史の本質的過程を解明する。

科学的な位置付け

- ・宇宙塵に阻まれて他波長では観測できない、宇宙での歴史の中で最も重要な「天体の進化過程」を、赤外線高感度観測により解明する。
- ・具体的に、(1) 銀河誕生と進化過程の解明、(2) 惑星系形成過程の総理解、(3) 銀河星間空間における物質循環の解明、の科学課題がお互いに有機的につながって、宇宙史の解明を目指す。
- ・ALMA(サブミリ波)、JWST(可視・近赤外)、TMT(すばる後継望遠鏡)の間の波長をつなぐSPICAの実現は、科学目的達成のために極めて重要である。これら地上・宇宙の次世代大型計画間のシナジーにより、より高い科学成果の創出を行う。

国際的な位置付け

- ・赤外線天文学分野では、これまで各国が特色あるミッションを交代で主導し発展させてきた。今後更なる発展を遂げるため、国際協調の下に一つの計画に集中し、分担して進めなければならない時代に入つつある。
- ・欧州は独自計画でなくSPICAに国際協力参加することを選択した。日本は、冷却技術など日本独自の技術を活かして主導しつつ、欧州他から各国の得意分野を持ちよることにより、チャレンジングなミッションを確実に実行する体制を構築する。
- ・ESA側が次フェーズに進むためにはSPC*承認が必要とされている。(*: Science Program Committee: 科学プログラム委員会)。SPCは平成25年11月及び平成26年2月に開催予定。



冷媒を使わない
新冷却システム
(冷却方式の革命)

日本の宇宙開発の
戦略技術の実証・発展

「あかり」観測成果
(あかり天体カタログ)
を発展的に活用

人類の宇宙観を変革

- ・銀河誕生と進化過程の解明
- ・惑星系形成過程の総理解
- ・宇宙の物質循環の解明

主要諸元(案)

- ・望遠鏡口径: 3.2 m
- ・主要観測波長: 5-210 μ m
- ・望遠鏡温度: 6K
- ・質量: 約3700kg
- ・打上げ: 平成34年度
H-IIA-204
- ・軌道: 太陽・地球ラグランジュ
点2周りのハロー軌道
- ・ミッション期間: 3年(5年目標)

実施体制

JAXAが主導し、全国の大学や研究機関との協力によって進める。さらに、欧州、韓国、台湾との国際協力により実施。

日本にとっての意義

- ・日本の戦略的技術(冷却系)、ユニークな科学成果(「あかり」サーベイ等)を活用・発展させる計画
- ・日本が主導し、世界が参加する大型ミッションにより、人類の宇宙観に大きな影響を与える成果を期待。

月着陸探査ミッション

目的

月面の特徴的地域にピンポイントで着陸し、表面物質の詳細観測と内部構造探査により、月の誕生・進化の謎に迫る。これを実現するための先進的探査技術を開発・実証し、将来の国際協働探査の一翼を担う。

特色：多目的の月面探査ミッション

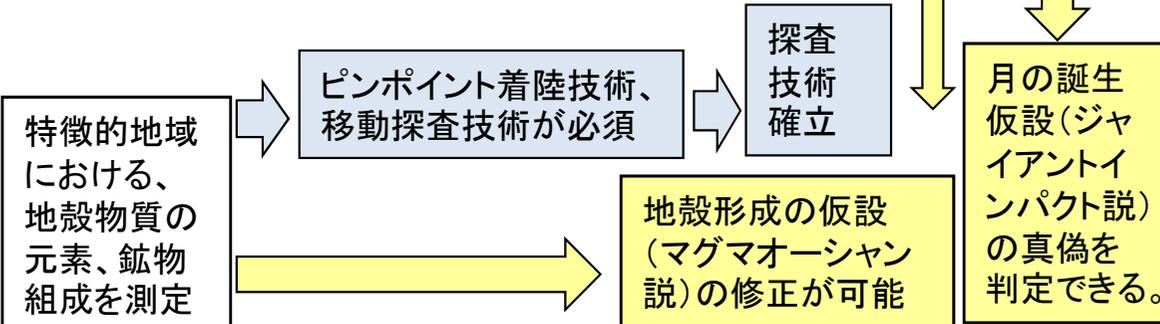
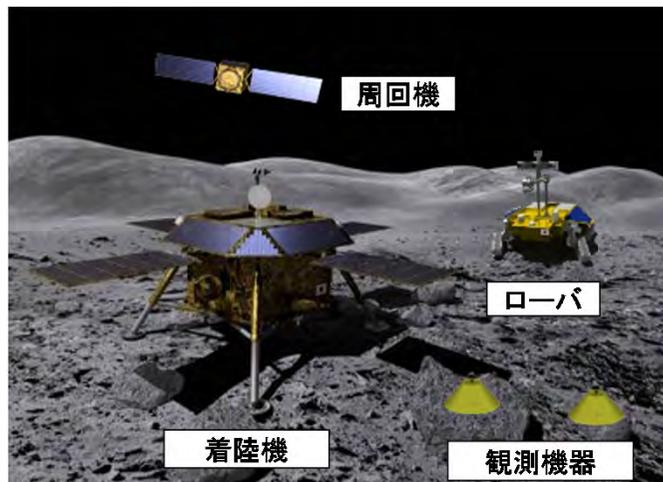
トップクラスの月の科学を目指しつつ、それに必要な探査術の開発や月面環境の調査、国際協働の枠組み作りなどを担う。

期待される成果と効果

- 月を構成する原材料物質を決定し、月・地球系がどのように誕生したのかを解明する。
- 特徴的地域の地殻物質を詳細に観測し、月や固体惑星が進化していく過程を解明する。
- 放射線、土壌地盤などの月面環境を測定し、将来の本格的利用に必要なデータを取得する。
- 狙った場所に高精度で安全に着陸する技術、広範囲の探査を実現するロボットによる移動探査技術、月の厳しい夜を越え長期観測を実現する越夜技術を確立し、将来の月、火星等の探査に活用する。
- 国際協力の場合を活用し、宇宙先進国・技術先進国として国際的プレゼンスの顕示する。

国際的位置付け

- 月面での科学探査は、科学コミュニティからの期待は高いが、必然的に大規模になることから、各国とも実現していない状況。
- 一方で、月面有人探査等に向けた月面環境調査、技術開発については米国、ロシア、欧州などの計画があり、これらと国際協働で実施することにより、日本が主導して月科学を推進することができる。



主要緒元(案)

質量 着陸機約1,000kg
 周回機約500kg
 ローバ約100kg
 打上げ 打上時期検討中
 H2A204ロケット
 ミッション期間 1年
 主要搭載機器
 広帯域地震計、分光カメラ、
 地盤調査装置、放射線計測
 装置 など

実施体制

- 探査機システムの開発は、JAXA各部署が連携して実施する。
- 観測機器や要素技術の開発は、全国の理工学コミュニティや海外機関とも連携して実施する。(12カ国、65機関、約200名)