

宇宙科学予算について (令和3年度概算要求)

令和2年10月20日
文部科学省研究開発局宇宙開発利用課

X線分光撮像衛星 (XRISM)

事業期間 (平成29~令和4年度 (開発段階 (令和4年度打上予定))) / 総開発費269億円
令和3年度概算要求額 9,525百万円 (令和2年度予算額 3,815百万円)

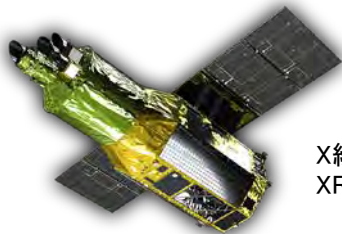
文部科学省研究開発局
宇宙開発利用課
03-6734-4153

事業概要・目的

○宇宙の全貌を知る上で、地上から観測できないX線は衛星による観測が不可欠な手段であり、X線分光撮像衛星 (XRISM) は2020年代の唯一のX線観測衛星として計画されています。

○XRISMは、観測可能な宇宙の物質の7割以上を占める銀河団高温ガスなどを、従来の30倍以上の高い分解能で分光観測し、現代宇宙物理の基本的課題である、宇宙の構造形成と化学進化にかかる数々の謎の解明に挑みます。

○XRISMは、これまで世界のX線天文学を牽引してきた日本が主導し、宇宙科学のフロンティアを拓く大規模な国際X線天文ミッションとして、日米欧の関係機関と協力し実施します。



X線分光撮像衛星
XRISM イメージ図

事業イメージ・具体例

○米航空宇宙局 (NASA) 等との国際協力ミッションとして実施しています。日本側は国際協力チームをリードして衛星開発全体の取りまとめ、衛星システム・バス機器と軟X線分光検出器 (SXS) 及び軟X線撮像検出器 (SXI) の開発を担当します。

○ASTRO-Hと同様、国内外40を超える大学や研究機関から100名を超える研究者が衛星開発、運用、データ解析に参加する予定です。

○令和3年度は、衛星の製作及び打上げサービスの調達を継続します。

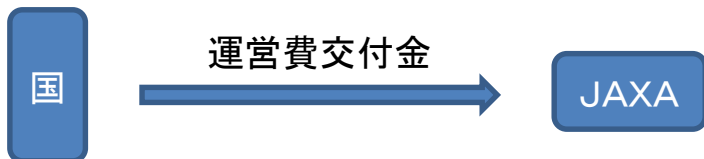
○国内外類似・過去プロジェクトと比較した優位性
基礎科学と国内宇宙産業の力を結集し、従来より30倍以上優れたX線エネルギー計測精度を持つ革新的な装置を搭載します。

期待される効果

○数百万光年規模で起こる銀河団の衝突過程を運動学的、熱力学的に解き明かし、この宇宙史上最大の現象から、現在の宇宙の姿がどのように生じたかという構造進化の謎を解明します。

○将来を担う若手研究者が計画に参加するなど、人材育成の現場となるとともに、海外からも多くの大学、研究機関が参加予定で、国際的協力面で大きく期待されます。

資金の流れ



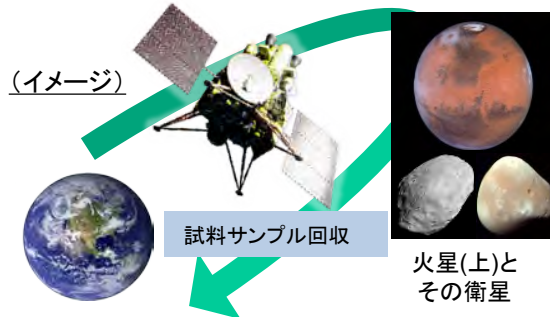
火星衛星探査計画 (MMX)

事業期間 (令和元年度～11年度 (開発段階 (令和6年度打上予定))) / 総開発費464億円
令和3年度概算要求額 4,580百万円 (令和2年度予算額 2,600百万円)

文部科学省研究開発局
宇宙開発利用課
03-6734-4153

事業概要・目的

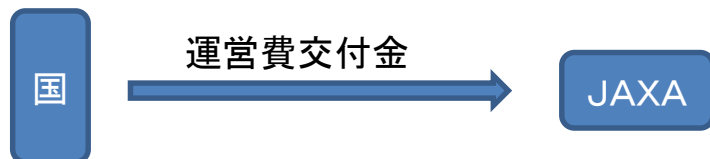
- 原始太陽系における「有機物・水の移動、天体への供給」過程の解明に貢献するため、火星衛星に含まれる含水鉱物・水・有機物などを解析することにより、水や有機物の存在を明らかにするとともに、火星衛星の由来を解明します。
- 人類共通の価値である国際宇宙探査、その主たる目標である火星圏に、日本独自の優位な小天体探査技術を武器として、大型国際共同ミッションを主導して取り組みます。我が国が培ってきた探査技術を継承し、その発展に寄与します。



事業イメージ・具体例

- 火星衛星の周回軌道からのリモート観測と試料サンプルの回収・分析により、太陽系科学の大目標の一つである「前生命環境の進化の理解」につながる科学的解明を行うことを目指し、令和6年度の打上げを目指して開発を進めます。
- 令和3年度は、令和2年度に開始した本格的な重力天体表面探査技術、探査機システム、ミッション機器及び地上システムの開発を引き続き進めます。
- 国内外類似・過去プロジェクトと比較した優位性
 - 欧米において火星衛星からのサンプルリターンの計画はなく、また、火星衛星は、未だ接近しての詳細観測がされていません。サンプルリターンという我が国の得意技術の実績を重ねることで、国際的に有利な立場を確保します。
 - 「はやぶさ」「はやぶさ2」に比べ、高性能のサンプル回収機構及び着陸誘導航法で用いる画像照合機能等を開発することで、将来の重力天体表面探査のための技術獲得・蓄積が期待されます。

資金の流れ



期待される効果

- 周回観測とサンプル分析により、水や有機物の存在を明らかにするとともに、火星衛星起源を解明し、火星そして地球型惑星の形成過程に対する新たな描像を得ます。
- 火星衛星は、将来の火星本星における有人探査の拠点候補として重要な意義を持ちます。

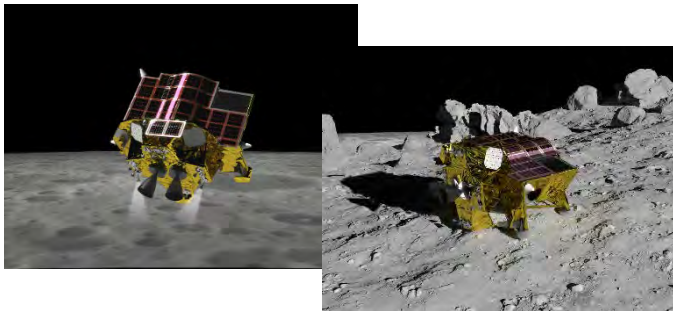
小型月着陸実証機 (SLIM)

文部科学省研究開発局
宇宙開発利用課
03-6734-4153

事業期間 (平成28～令和4年度 (開発段階 (令和4年度打上予定))) / 総開発費149億円
令和3年度概算要求額 4,704百万円 (令和2年度予算額 583百万円)

事業概要・目的

- 小型探査機による高精度月面着陸の技術実証を行い、将来の宇宙探査に必須となる共通技術を獲得します。
 1. 将来月惑星探査で必須の『降りたいところに降りる』ための高精度着陸技術の習得 (他国の一桁上の精度目標)
 2. 月惑星探査を実現するためのシステム技術の習得 (探査機バスシステムの軽量化)
- このため、従来の衛星・探査機設計とは一線を画す工夫・アイデアによる小型軽量化や民間技術を応用した開発を行います。



小型月着陸
実証機
SLIM (イメージ)

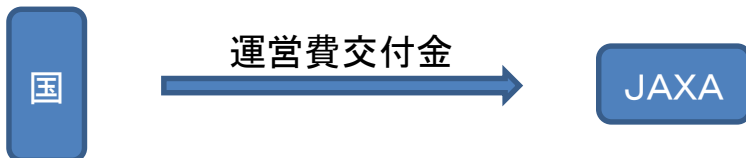
事業イメージ・具体例

- 小型軽量の探査機を開発し、画像照合航法等により、自律的かつ高精度な月面着陸を行います。
- 令和3年度は、令和2年度に引き続き、探査機の製作や打上げサービスの調達 (H2A ロケット相乗り対応) を継続します。

期待される効果

- 宇宙基本計画の「月や火星等を含む重力天体への無人機の着陸及び探査活動を目標として計画的に進める」ための共通技術を獲得し、将来の宇宙探査・太陽系科学探査に貢献します。
- 将来の国際宇宙探査に向けて、我が国が主導的な立場で参画できるよう、技術的優位性を確保します。特に、重力天体への着陸経験がない我が国にとって、月面着陸を技術実証することは必須であり、他国に比べてより技術難易度の高い「ピンポイント着陸」を実証することは我が国のプレゼンス向上につながります。

資金の流れ



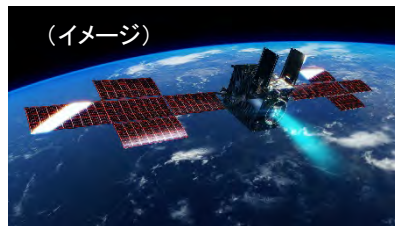
深宇宙探査技術実証機 DESTINY+

事業期間（令和元年度～6年度（開発段階（令和6年度打上予定））／総開発費188億円
令和3年度概算要求額 2,050百万円（令和2年度予算額 707百万円）

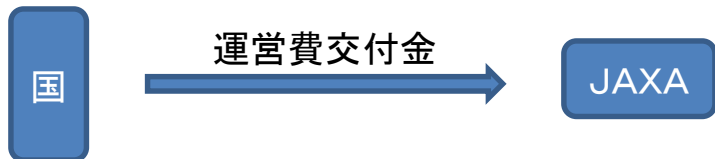
文部科学省研究開発局
宇宙開発利用課
03-6734-4153

事業概要・目的

- 太陽系探査科学分野において、世界に先駆け宇宙工学を先導する小型ミッションによる航行・探査技術を獲得し、次代の深宇宙ミッションの発展に資するとともに大型ミッションによる本格探査に備えます。
- 惑星間ダストの観測とふたご座流星群母天体「フェイトン」の通過観測を行います。
- 地球への生命起源物質の供給源と考えられている地球飛来ダストの輸送経路を知るため、惑星間ダスト及び流星群ダストの分布、「フェイトン」周辺におけるダストの物理化学組成を含む「フェイトン」の実態を明らかにします。
- 低コスト・高頻度な宇宙科学ミッションを実現するべく、衛星探査機の小型化・高度化技術などの工学研究課題に取り組みます。



資金の流れ



事業イメージ・具体例

- 将来の宇宙工学を先導する航行・探査技術を開発して惑星間ダストを観測し、ダスト粒子毎の軌道の特定や、組成分析等を行うとともに、流星群母天体である太陽系始原天体「フェイトン」の通過観測を行い、その地形・地質及び放出ダストの物理・化学特性を調べます。
- 令和3年度は、バス機器、ミッション機器の設計及び試験モデルの製作、地上システム整備、イプシロンロケットの調達等を行います。
- 国内外類似・過去プロジェクトと比較した優位性
・小型探査機による深宇宙探査はこれまで他国ではほとんど実施されていません。日本は世界に先んじて本事業を実施することにより、小型深宇宙探査ミッションの分野で世界をリードしていきます。

期待される効果

- 小型高性能電気推進システムの開発、アビオニクス的小型軽量化等の技術実証をすることで、日本が近い将来に様々な深宇宙探査を低コスト・高頻度で持続的に実施することが可能となります。
- 本事業で得られるダストの物理化学データ、地表や成層圏、周回軌道での回収ダストの地上分析、地上及び衛星搭載の望遠鏡や可視赤外分光観測装置のデータを統合することにより、太陽系における地球生命や生命前駆物質である有機物の普遍性及び特殊性の知見が得られます。
- DESTINY+は理学と工学の連携ミッションであり、将来の宇宙科学探査分野における人材育成に大きく貢献します。

小規模プロジェクト（戦略的海外共同計画）

事業期間（令和元年度～6年度（開発段階（JUICE令和4年度打上/Hera令和6年度打上予定）））
総開発費25億円 令和3年度概算要求額 1,136百万円（令和2年度予算額 502百万円）

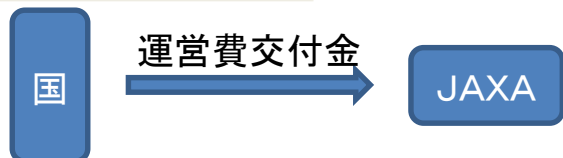
文部科学省研究開発局
宇宙開発利用課
03-6734-4153

事業概要・目的

- 戦略的海外共同計画は、宇宙基本計画工程表における小規模プロジェクトの一つとして、海外の大型計画への参画に重点化し、少ない予算で効果的・効率的に実施することで、成果創出の最大化を図ることを目的としています。
- 欧州宇宙機関(ESA)の木星氷衛星探査計画(JUICE)には、搭載観測機器を開発・提供して、木星周回軌道から木星系の観測を実施します。太陽系最大の氷衛星であるガニメデ周回軌道投入後はガニメデ精査を実施します。
- ESAの二重小惑星探査計画(Hera)には、搭載観測機器を開発・提供して、連星系の表層物理状態の全球調査、人工衝突痕の詳細観測、衝突後の精密軌道決定を実施します。



資金の流れ



事業イメージ・具体例

- 木星氷衛星探査計画(JUICE)
 - 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」を明らかにします。
 - JAXA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)のミッションに共同研究者として参加します。
 - 令和3年度は、観測機器(RPWI/PEP/GALA)のフライトスペアを製作してESA側に引き渡すほか、欧州での試験を支援します。
- 二重小惑星探査計画(Hera)
 - ESAの二重小惑星探査計画(Hera)は、NASAの小惑星衝突機「DART」と連携した、史上初の本格的な国際共同Planetary Defense(宇宙防災)ミッションです。「惑星形成過程の理解につながる普遍的な微小重力下での天体衝突現象の解明」や「地球近傍に多いS型小惑星の物理状態の理解」、「人類社会への潜在的脅威となる小惑星の地球衝突を回避させる技術の確立」を目指します。
 - JAXAは、観測機器の熱赤外カメラ(TIRI)を開発・提供するとともに、人工衝突痕の観測や、表面地形・地質構造、衛星軌道決定について科学検討チームに参画します。
 - 令和3年度は、観測機器(TIRI)のエンジニアリングモデル製作・試験、フライトモデル設計・製作に着手します。

期待される効果

- 日本の惑星科学分野からハードウェア提案を含めて国際協力計画に参加することにより、外惑星探査に関わる技術を獲得し、かつ、日本の惑星科学コミュニティが「巨大ガス惑星系の起源と進化の理解」や「氷衛星地下海の形成条件の解明」等の科学的成果を獲得できます。【JUICE】
- 日本が得意とし、世界的評価のある熱赤外カメラを含めて国際協力計画に参加することにより、高い科学成果創出と同分野での主導的役割が維持できます。【Hera】
- 国際協力プロジェクトへ大学とともに戦略的に参加し、将来の日本の宇宙科学研究者の人材育成に大きく貢献します。

技術のフロントローディング

令和3年度概算要求額 800百万円（令和2年度予算額 300百万円）

文部科学省研究開発局
宇宙開発利用課
03-6734-4153

事業概要・目的

○宇宙科学・探査に係るプロジェクト移行前に、ミッションの実現に必要なキー技術の事前実証を行いミッション立ち上げ強化を図ること、また、将来を見据えたミッション創出を念頭に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重点的かつ継続的に推進することを目的に実施します。

対象となる技術は以下のとおりです。

- I. プロジェクト化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候補のキー技術
- II. 我が国として実績を有し、優位性“強み”が見込まれる技術
- III. 波及効果が大きく我が国として獲得すべき技術
- IV. 多くのプロジェクト候補のミッションに共通する技術

事業イメージ・具体例

○宇宙科学・探査に係る、プロジェクト移行後のリスク(技術のフィージビリティの再確認、再設計による開発スケジュールの大幅遅延やコストオーバーラン等)を排除し、今後のプロジェクトの確実な遂行・ミッション達成に資するために、令和2年度以降、以下の技術領域について1～3年程度を掛けてフロントローディングを実施していきます。

○優先実施すべき技術領域候補

- ・①超小型探査機技術
- ・②輸送システム技術、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

期待される効果

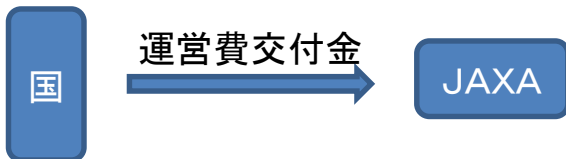
○プロジェクトへの効果

プロジェクト化前にキー技術の事前実証を行うことで、ミッション及び全体システムの成立性が向上し、プロジェクト化後のコスト抑制やコストオーバーランの解消が期待できます。また、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重点的かつ継続的に実施することで、多様な次の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研究開発費の低減に繋がります。

○産業への波及効果(宇宙用冷凍技術の例)

宇宙用冷凍技術は地上用途に比べ低消費電力という特徴を持つため、環境を考慮した低炭素社会に役立つとともに、例えば医療分野ではMRI、次世代交通システムではリニアモーターカーへの適用が可能となるなど、極低温技術を必要とする分野に広く波及効果が期待できます。

資金の流れ



はやぶさ2拡張ミッション

事業期間（令和3～令和14年度）／総事業費35億円
令和3年度概算要求額 360百万円（新規）



文部科学省研究開発局
宇宙開発利用課
03-6734-4153

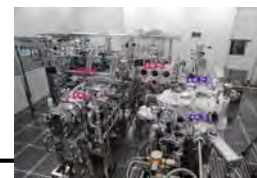
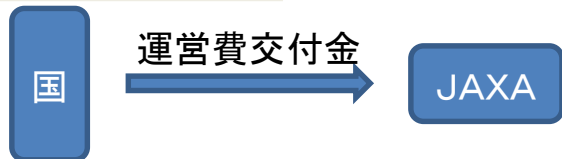
事業概要・目的

- 「はやぶさ2」が地球に帰還してミッションの使命を果たした後、相当量のリソースが残存している「はやぶさ2」の探査機本体を利用した新たな天体探査を行い、深宇宙長期航行技術に資する技術的・科学的知見の獲得を目指す。
- 「はやぶさ2」がリュウグウで創出した科学技術成果を最大限活用し、我が国の科学国際競争力の強化に資する活動を補強する。

事業イメージ・具体例

- 「はやぶさ2」は、2020年12月にリュウグウの試料を採取したカプセルを地球に投下し所期の目的を達成した後、新たな目標天体「高速自転小型小惑星1998KY26」に向け巡航運用を開始する。
- 「はやぶさ2」がリュウグウで創出した科学技術成果を最大限活用し、我が国の科学国際競争力の強化に資する以下の活動を補強する。
 - ①はやぶさ2／OSIRIS-RExサンプルの共同科学分析活動の拡充
日米相互協力を行い、2つの試料から得られる科学成果の最大化を目指す
 - ② OSIRIS-RExサンプルをわが国で受け入れるキュレーション設備の整備
NASAとの協定に基づき、OSIRIS-RExの試料受入設備を整備し、複数天体のサンプル分析を総合的に分析
 - ③「はやぶさ2」科学成果の国際的なビジビリティの増強
「はやぶさ2」及びOSIRIS-RExの科学成果について、海外研究者のデータ利用促進等の国際連携活動を実施
 - ④人材育成の積極的支援に係る施策の実施
テニュアトラック助教を確保し、人材育成を実施

資金の流れ



はやぶさ2キュレーション設備
OSIRIS-REx サンプルのキュレーション設備は、はやぶさ2の設計を踏襲

期待される効果

- 地球帰還後10年以上の深宇宙長期航行を実施することで、「はやぶさ2」での光学的成果を踏まえ、より自在な、より遠方への探査を目指す上で必要な運用技術を獲得する。
- 目標天体「高速自転小型小惑星1998KY26」と「C型小惑星リュウグウ」との比較観測により、リュウグウで得られた科学的知見を更に深めるとともに、高速自転小型小惑星の形成・進化の解明に資する。
- 小惑星フライバイ、地球スイングバイを経て「1998KY26」とランデブーを行うものであり、これらの小惑星近傍での探査技術を磨くことで、Planetary Defense（宇宙防災）に資する技術的・科学的知見の獲得に大きな貢献をもたらす。
- OSIRIS-RExサンプルを受入れ・分析することにより、日本で複数天体サンプル分析を総合的に分析できる能力を獲得
- 「はやぶさ2」の科学データを定常的に公開するシステムの開発と運用により、ビジビリティの増強を図り、海外研究者のデータ利用促進等の国際連携活動に資する。
- 将来の全体戦略（特にサンプルリターン観測手法）を描ける人材を獲得

学術研究・実験等

令和3年度概算要求額 2,946百万円（令和2年度予算額 2,946百万円）

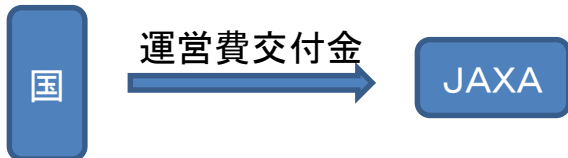
文部科学省研究開発局
宇宙開発利用課
03-6734-4153

事業概要・目的

○宇宙科学の基盤を支える学術研究として、科学観測機器の高度化及び探査・観測技術の向上に向けた宇宙工学上の課題に関する基礎的研究開発等を行います。また、今後20年程度を見通した重点推進研究分野における研究活動を継続し、併せて研究者による自由な発想のもとに学術研究を行い、幅広く宇宙科学の発展に貢献します。

○大学院教育において、宇宙科学の研究活動を積極的に活用し、高度な専門教育を通じた人材育成へ協力します。また、大学共同利用の仕組みを発展させ、国際競争力を持った研究活動を更に強化するための施策を推進します。

資金の流れ



事業イメージ・具体例

○本事業は宇宙科学研究全体の根幹を担う活動です。将来の宇宙科学・探査を俯瞰し戦略的に宇宙科学プロジェクトを立ち上げて行くべく策定された「宇宙科学・探査ロードマップ」の遂行に向け必要となる学術研究・プロジェクト提案活動を行います。

○低・中高度の高層大気及び電磁圏等の観測並びに微小重力環境を活用した実験を行うため、観測ロケット及び大気球並びに国際宇宙ステーション等による観測や実験等を実施します。



観測ロケット実験



大気球観測実験

期待される効果

○我が国が宇宙先進国として、国際社会における主導的な役割を果たしていくべく、宇宙開発の最先端の現場を活用し、大学院教育体制による宇宙開発利用を支える専門人材の育成に貢献します。

○大学共同利用システムを有する宇宙科学研究所が大学等の研究者との有機的な連携を実施し、ALL-JAPAN体制での宇宙科学の発展に貢献します。また、各大学の得意分野に重点化した協力体制の強化、並びに研究機関としての国際的な競争力及び研究環境の向上を企図し海外の優秀な若手研究者の呼び込みに寄与します。

小惑星探査機「はやぶさ2」

文部科学省研究開発局
宇宙開発利用課
03-6734-4153

事業期間（平成22～令和3年度（運用段階（平成26年度打上、令和2年度帰還予定）））／総開発費289億円
令和3年度概算要求額 545百万円（令和2年度予算額 596百万円）

事業概要・目的

○「はやぶさ」とは異なる有機物を含む小惑星（C型小惑星）を探査し、世界に先駆けてサンプルリターンを行い、小惑星の形成過程を明らかにするとともに、鉱物・水・有機物の相互作用や、太陽系の起源・進化、地球における生命の原材料物質の解明等に貢献します。

○また、日本が世界的にリードしている小惑星からのサンプルリターンによる深宇宙探査技術確立・発展させるため、「はやぶさ」で試みた技術の確実性、運用性の向上や、天体内部を調査するための新たな技術として衝突体を用いたサンプル採取技術の実証を行います。

事業イメージ・具体例

○事業内容

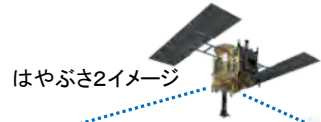
■「はやぶさ」の成果を踏まえ、太陽系の起源・進化や生命の原材料物質の解明、我が国独自の深宇宙探査技術の確立を目指し、衛星開発等を実施します。

○国内外類似・過去プロジェクトと比較した優位性

- 世界初となる、有機物や水の存在が考えられているC型小惑星からのサンプルリターンにより、地球、海、生命の原材料物質の起源を探ることができます。
- 「はやぶさ」には無かった衝突装置を搭載し、太陽光や太陽風にさらされていない、原始の状態のままの内部物質を回収することができます。

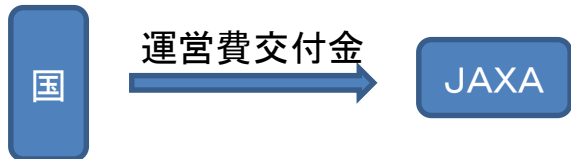
○平成31年2月に小惑星「リュウグウ」への1回目のタッチダウン、4月に小惑星表面への人工クレーター形成、7月に同一小惑星で2回目かつ人工クレーター周辺部へのタッチダウンに世界で初めて成功し、小惑星内部のサンプル採取ができたと見られます。

○令和元年11月に小惑星を出発し、令和2年12月に地球へ帰還し、地球にカプセルを投下します。サンプル回収後、持ち帰った試料の初期分析を実施します。



タッチダウン2回目の様子

資金の流れ



期待される効果

- 衝突体による内部物質のサンプル採取技術の実証により、サンプルリターン技術の成熟に貢献し、日本がこの分野において、さらに世界をリードします。
- 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、太陽系科学の発展に貢献します。

深宇宙探査用地上局などの整備

令和3年度概算要求額 589百万円（令和2年度予算額 0百万円）

文部科学省研究開発局
宇宙開発利用課
03-6734-4153

事業概要・目的

- 臼田宇宙空間観測所に設置されている64mアンテナは、整備から約30年を経過し、老朽化が進んでいます。
- 深宇宙探査ミッションの遠距離通信が可能なのは、既存の64mアンテナのみですが、装備内部品の製造中止等により不具合発生時の対処が困難になっており、日欧協力ミッション「BepiColombo計画等に備え、アンテナ及び局内整備の信頼性を維持する抜本的な老朽化対策が必要となっています。
- はやぶさ2等、将来の深宇宙探査ミッションに備え、アンテナ及び局内整備をKa帯（深宇宙用）の周波数に対応させる必要がありますが、既存64mアンテナではKa帯対応することができないため、深宇宙探査用の新たな地上局として54mアンテナ局の整備を進めています。

資金の流れ



事業イメージ・具体例

○事業内容

- ・ 後継局は、現行64m局と比較し、X帯において同等以上、新規に追加したKa帯においてはX帯を上回る観測成果の獲得ができる仕様です。
- ・ はやぶさ2より試験運用を開始し、将来の探査ミッションに連続して確実な運用を提供します。
- ・ 将来ミッションのためのX帯/Ka帯同時受信設備を整備するとともに、信頼性向上のために非常用発電設備の整備等を行います。



現行64mアンテナ局（整備後30年）



後継局54mアンテナ局

期待される効果

- 我が国のミッションの自在性・独自性を確保すると共に、海外ミッション支援の一翼も担うことで、国内ミッションに必要な海外局支援を受けられるようになり、運用自在性の向上につながります。
- 「はやぶさ2（拡張ミッションを含む）」、「BepiColombo」以外にも、火星衛星探査計画(MMX)、深宇宙探査技術実証機 (DESTINY+)、ESA木星氷衛星探査計画 (JUICE) の日欧国際協力（観測装置開発等）や、ソーラーセイルを用いた外惑星探査計画 (OKEANOS) 等の構想があり、臼田後継局はそれら計画の基盤となります。