

# 小惑星探査機「はやぶさ2」 地球帰還と拡張ミッション

令和2年(2020年)8月19日

宇宙航空研究開発機構

宇宙科学研究所

國中 均

# 目次

1. はやぶさ2地球帰還
2. 拡張ミッションについての検討
3. サンプルリターン探査での役割分担

# 1. はやぶさ2地球帰還

- 「はやぶさ2」搭載カプセルの地球帰還に関し、2020年8月10日(月)に着陸想定地を管轄する豪州政府から着陸許可(AROLSO)が発行された旨の連絡を得た(発行日は2020年8月6日)。
- カプセルの再突入の日時は、2020年12月6日(日本・豪州時間)、着陸場所は豪州ウーメラ立入制限区域の予定。
- 本許可が得られたことで、カプセル回収の実施に向けて大きく前進。引き続き、「はやぶさ2」の地球帰還、カプセルの再突入へ向けて慎重な運用を続ける。



## 2. はやぶさ2 拡張ミッションについての検討

○JAXAとして機関決定はしていないが、2021年度以降のはやぶさ2の活動として、宇宙科学研究所にて以下のとおり検討をしている。

- ・ はやぶさ2は、2020年11-12月に地球帰還運用を実施するが、探査機本体はその後相当量のリソースが残存した状態で惑星間飛行を継続できる見込み。
- ・ はやぶさ2によるリュウグウのサンプル取得(本年地球帰還予定)と、NASAの小惑星探査機OSIRIS-RExによるベヌヌのサンプル取得(本年着陸運用実施予定)がいずれも現実味を増している中、両ミッション成果のシナジー(リモセンデータおよびサンプル)が惑星科学界から大きく期待され始めた。
- ・ サンプルリターン機としてのはやぶさ2のミッション進行が世界的に一步先んじている現状において、探査機残存アセットおよび採取したサンプルを積極的に活用して、宇宙探査技術と惑星科学成果の拡充を図ることは、我が国が先導しうる宇宙探査活動の領域の拡大・強化に資する。

なお、コロナウイルスの影響により、拡張ミッションの内容を見直す場合がある。

## 拡張ミッションの活動内容(検討中)

| 活動項目                       | 活動内容  |
|----------------------------|---|
| 1) はやぶさ2の地球帰還後の運用          | はやぶさ2の宇宙アセットを有効活用し、新たな技術と科学を創出する。地球帰還完了後、宇宙に残存する探査機本体により、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。また、最終的に新たな太陽系天体への到達を目指す。目標天体到達までの所要飛行期間は10年前後に及ぶ見込み。   |
| 2) はやぶさ2の成果を活用した科学国際競争力の増強 | <p>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。具体的には、次のとおり。</p> <p>①はやぶさ2／OSIRIS-RExサンプルの共同科学分析活動の拡充</p> <p>②OSIRIS-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</p> <p>③はやぶさ2科学成果の国際的なビジビリティの増強</p> |

【参考】「宇宙基本計画」(令和2年6月30日閣議決定)より抜粋

- 「はやぶさ」、「はやぶさ2」で培った独自の深宇宙探査技術を始め、世界的に高い評価を受けてきた我が国の実績と技術力をベースに、引き続き長期的な視点を持って取り組む。
- 我が国の強みであるサンプルリターンについては、事後の迅速なサンプル分析等のフォローアップが的確に実施できる体制を整備。
- 国際社会との協力の下、我が国がリーダーシップを発揮し、大規模自然災害等の地球規模課題の解決に貢献する。

# 「はやぶさ2の地球帰還後の運用」の検討状況

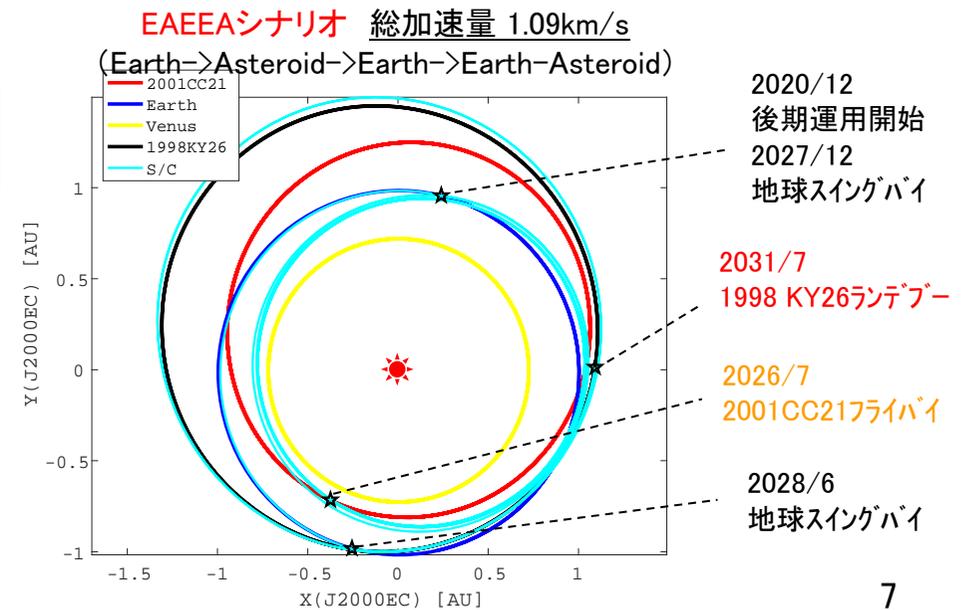
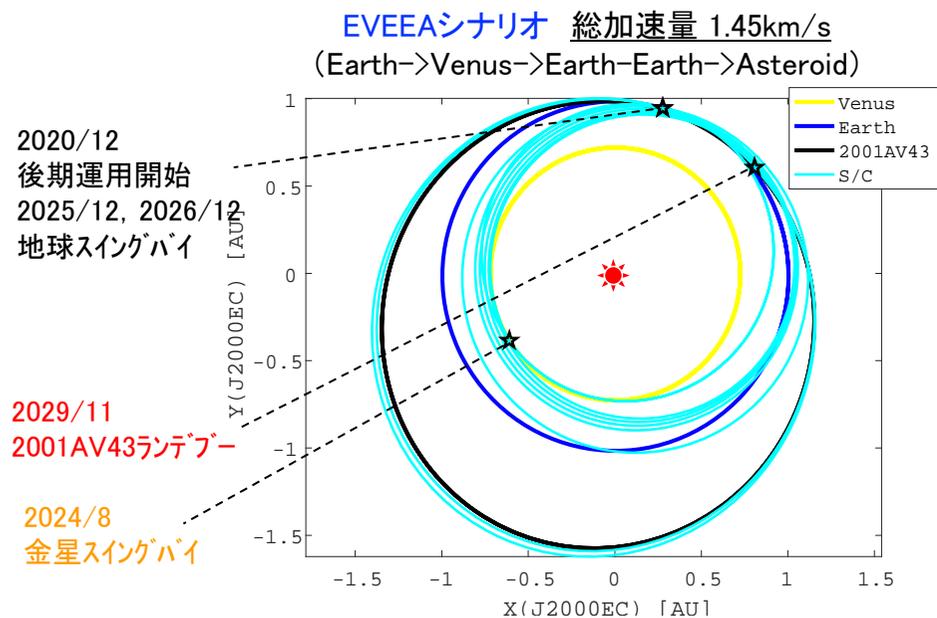
- 探査機の残存アセット(燃料等)により2030年前後までに到達できる天体を探索した結果として、ランデブー可能な候補小天体が2つ見出された。
- 抽出された2天体についてミッション設計の成立解を得ている。ただし、当初設計を超えた長期飛行を行うこと、当初設計範囲を超えた環境にはやぶさ2を晒すことになることから、運用の技術的成立性をプロジェクトにて精査中。
- 並行して、ISAS宇宙理工学委員会にて、評価委員会を設置して評価が実施された結果、プロジェクトから提案された2シナリオについて、ミッションの理工学的意義・価値が認められた。
- プロジェクトによる最終的な技術評価ののち、2シナリオの中から確実性の高い方を選定し、今後JAXAとして組織決定を行った上で正式な計画として提案をする。

## 〈ミッションシナリオ選定スケジュール(見通し)〉

|         | 2019              | 2020          |   |   |                 |   |              |                     |   |   |               |           |   |  |
|---------|-------------------|---------------|---|---|-----------------|---|--------------|---------------------|---|---|---------------|-----------|---|--|
| 実施主体    | D                 | 1             | 2 | 3 | 4               | 5 | 6            | 7                   | 8 | 9 | O             | N         | D |  |
| はやぶさ2プロ |                   | 技術成立性検討(熱解析等) |   |   |                 |   |              |                     |   |   | 9/B<br>シナリオ選定 |           |   |  |
| 理工学委員会  | 12/M<br>評価委員会設置申請 | 理工学委員会評価期間    |   |   |                 |   |              | 5/E<br>理工学委員会<br>結論 |   |   |               |           |   |  |
|         |                   | 評価委員会         |   |   | 3/E<br>評価結果(答申) |   |              |                     |   |   |               |           |   |  |
| 探査機運用   | イオンエンジン第1期運転      |               |   |   | 地球指向            |   | イオンエンジン第2期運転 |                     |   |   |               | リエントリフェーズ |   |  |

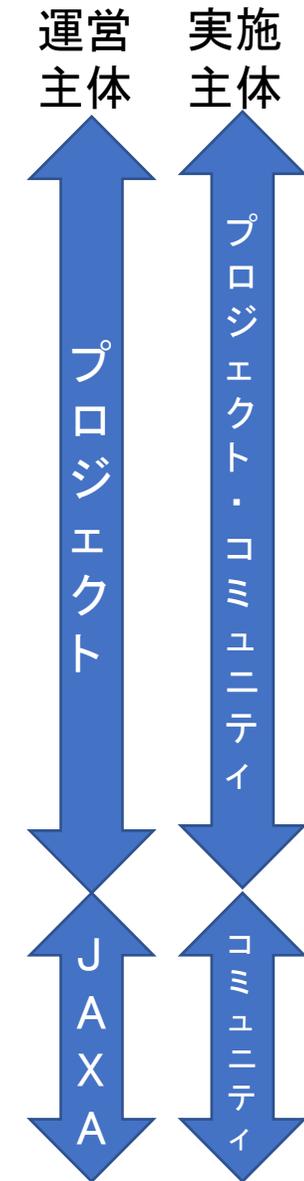
# 「はやぶさ2の地球帰還後の運用」の概要(1)

- 地球帰還後のはやぶさ2の状況
  - はやぶさ2は、地球圏離脱後、軌道制御能力 $\sim 1.7\text{km/s}$ 相当を残して深宇宙飛行を継続
  - 探査機の所期の目的は全て達せられており、挑戦的な軌道上運用技術を磨く稀有な機会
  - 他の小天体を目指せる場合、新しいミッションを仕立てるより遥かに良いコストパフォーマンスで、新たな科学成果を創出し得る
- 以下の3点をミッションの目標として設定する
  - 太陽系長期航行技術の進展
  - Fast Rotator天体探査の実現
  - Planetary Defenseに資する科学と技術の獲得
- これらの意義を獲得し得るシナリオとして、2案を並立提案する。最終的には成立性・価値が高いいずれか一方を選択することとする。



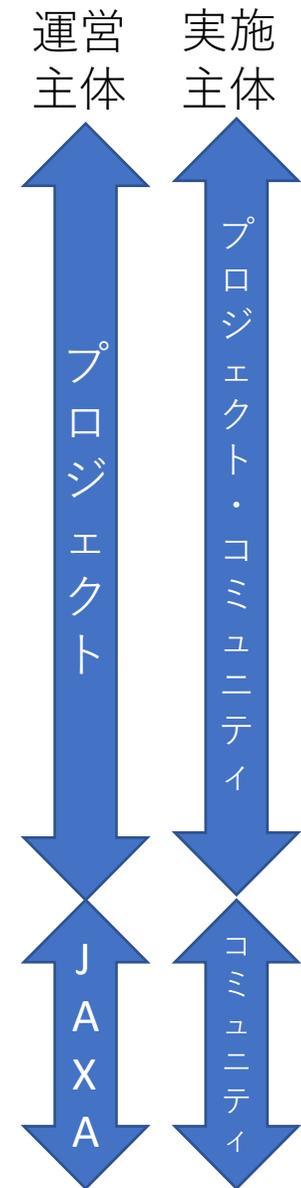
### 3. サンプルリターン探査での役割分担

- 試料回収まで
  - 対象天体からの試料採取および地球帰還支援、およびキュレーション施設までの移送
- キュレーション
  - キュレーション施設でのコンテナ開封から分類、カタログ作り
- 初期分析
  - ミッション目的を達するために必要な分析(期間・分析チームが限定される)
- 国際AO(第1回)
  - ミッション目的を超えたサイエンス(国内・国外に平等に機会を与え、国際競争によりミッション価値を高めることに貢献)
- 国際AO(第2回以降)
  - \* サンプルの保管管理はJAXAが担当

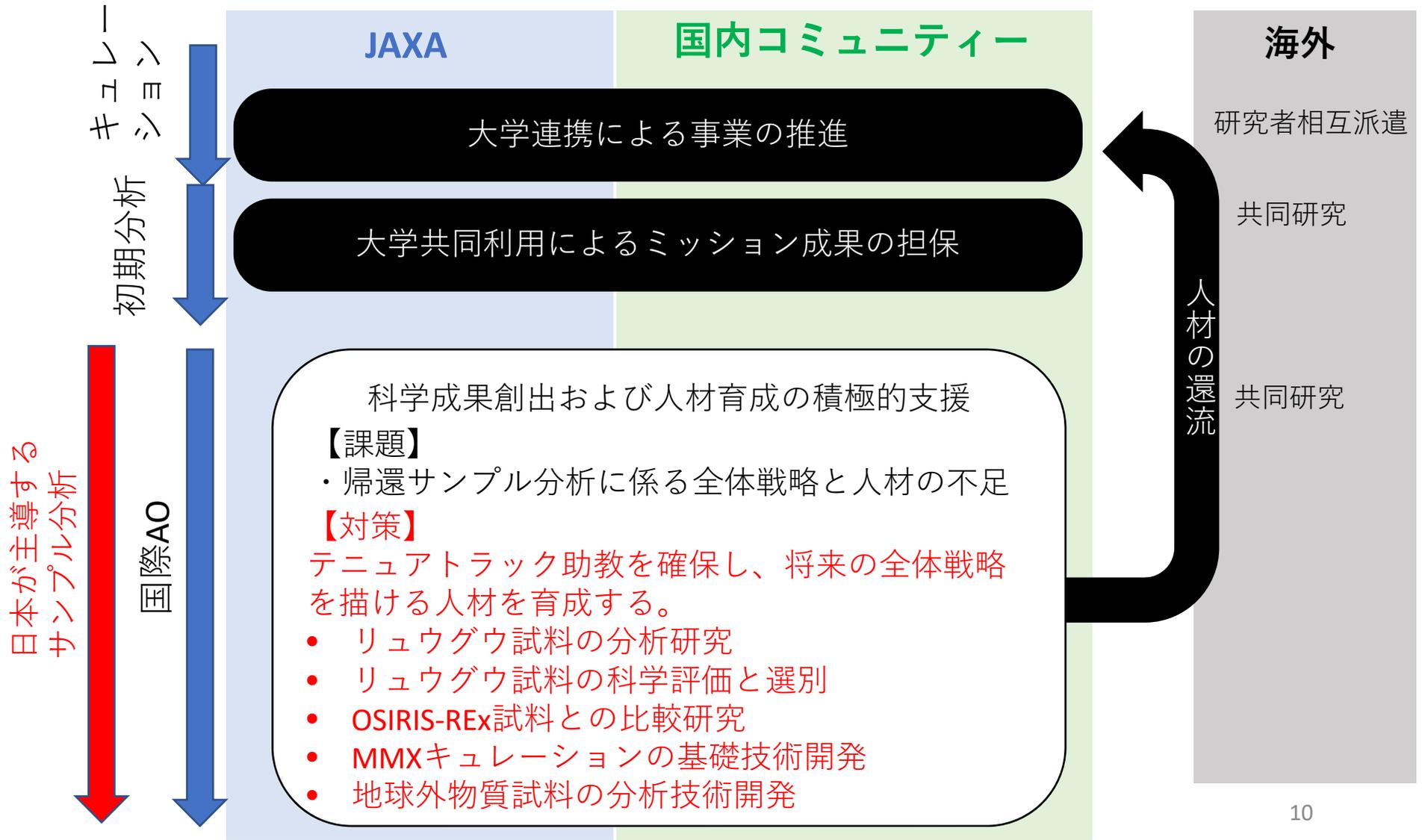


## はやぶさ2・MMX・MSRの例（赤字：改善部分）

- **試料回収まで**（HYB2/MMX共にプロジェクトが支援）
- **キュレーション（HYB2/MMX共にプロジェクトが支援）**
  - HYB2：一部、キュレーションPhase2として2つ国内機関に実施依頼（NASA OSIRIS-RExとのJoint Sample Analysis and Curation 活動へプロジェクトからの支援を予定）
  - MMX：キュレーション検討の一部を国内機関に依頼予定（大学連携により支援）
  - MSR：キュレーション活動への日本人研究者への参加を支援（検討中）
- **初期分析**
  - HYB2：国際チームにより実施（サブチーム長は国内機関、資金サポートはない）（NASA OSIRIS-RExとのJoint Sample Analysis and Curation 活動へのプロジェクトからの支援を予定）
  - MMX：国際チームにより実施予定（分析プロトコルの検討、初期分析技術開発の段階から、プロジェクトから支援予定）
  - MSR：初期分析への日本人研究者への参加、およびそれに伴う研究開発費を支援（検討中）
- **国際AO（第1回）**
  - ミッション目的を超えたサイエンス（国内・国外に平等に機会を与え、国際競争によりミッション価値を高めることに貢献）
- **国際AO（第2回以降）**
  - サンプルの保管管理はJAXAが運営主体となりコンソーシアムを形成、し科学成果創出にコミットする



# はやぶさ 2 / OSIRIS-RExサンプル分析による科学成果創出支援策



# SR計画からの成果創出

- サンプル帰還直後に、サンプル保管（キュレーション）活動が開始されると同時に、サンプルの成果創出ポテンシャルがプロジェクトにより世界の学界に示される（初期分析）。
- JAXAによるサンプル保管とコミュニティによるサンプル分析は、プロジェクト終了後も継続される。
- コミュニティによるサンプル分析は、競争的な形で実施される（国際AO）。