

# 「はやぶさ2」のサンプルリターンに係る サクセスクライテリアについて

2011年6月27日

宇宙航空研究開発機構

月・惑星探査プログラムグループ(JSPEC)

はやぶさ2 プロジェクトマネージャ 吉川 真

# 1. 「はやぶさ」の成果

---

## ●人類初の試みに成功

- ・ 月より遠い天体の表面から物質を地球に持ち帰ること。
- ・ 大きさが500mという微小天体の探査。
- ・ 新技術の実証(イオンエンジン、自律航法、微小重力下でのサンプル採取、リエントリカプセルによる地球帰還など)。

## ●小惑星イトカワへのタッチダウン、サンプル採取を実施

※ ただし、サンプル採取は計画した形では実施できなかった。

計画：自律的に弾丸を発射し、試料を採取。

実際：自律航法の問題により、弾丸が発射されず。

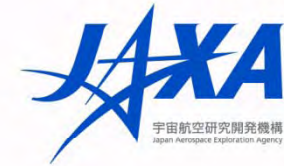
## ●イトカワの科学観測を実施

- ・ 形状、表面状態、近赤外線、蛍光X線、重力などのデータを取得。
- ・ 小惑星の表面物質および形成過程に新しい知見。

## ●イトカワ起源粒子のカタログ化と初期分析を実施

- ・ 採取された微粒子の初期分析とカタログ化を実施中。

## 2. 小惑星サンプルリターン技術の成熟度



- 小惑星サンプルリターン技術は、依然として我が国の「はやぶさ」のみが実証、技術レベルは世界一線級。人類の挑戦的ミッションと位置付けられる。
- 「はやぶさ」では、「小惑星間往復航行技術」は確立したが、数々の不具合に見舞われた部分(リアクションホイール故障、イオンエンジントラブル、推進薬漏洩、サンプル弾丸未発射など)については、部分的に確立していない技術もあり、更なる改善が必要との認識。カプセルが無事に地球帰還できたことは、トラブルに当たった運用者、技術者の機転、創意工夫、熱意に負うところが大きかったとも認識している。
- 「はやぶさ」では、小惑星イトカワ由来の微粒子の回収が確認されているが、これは、上記不具合により当初の計画通りに採取されたものではなく、着陸時に舞い上がったと想定される粉塵が採取されたものである。
- 「はやぶさ2」では、C型小惑星に合わせて観測機器やサンプリング装置などの設計ないしパラメータ変更を行った他、「はやぶさ」の不具合対策、Lessons Learnedの反映等を行い、「はやぶさ」で試みた新しい技術の成熟を、工学目的の一つとしている。

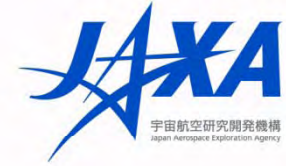
### 3. 目標天体(1999 JU3)の状態によるリスク



- 1999 JU3 の軌道要素、自転周期などは、地球上からの光学観測等により把握し、「はやぶさ2」往還航法計画を立案する。
- ただし、重力場、形状、自転軸、表面状態、アルベドは、地上観測から正確に求めることは難しく、探査機到着後のリモートセンシングにより最終確認してからミッションを遂行することになる。
- タッチダウン、サンプル採取の際、上記不確定により、次のリスクがある。
  - ✓ 表面状態： タッチダウン・サンプル採取は平坦な地域に限られる。岩塊地域に降りざるを得ない場合は、探査機本体の接触、転倒のリスクあり。
  - ✓ 重力場： 重力加速度の違いにより、タッチダウンシーケンス、 $\Delta V$ ・所要推薬量が変わる。重力加速度が大きい場合には、タッチダウン・サンプル採取回数が減。
  - ✓ 形状・自転軸： 形状、自転軸の傾きにより、タッチダウン・サンプル採取時刻や所要時間が制約。
  - ✓ アルベド(表面反射率)： アルベドによっては、タッチダウン・サンプル採取に重要なレーザー測距の性能が低下し。また、探査機の熱環境によっては、タッチダウン・サンプル採取運用の見直し、制約が発生。

注) 目標天体1999 JU3に関するこれまでの知見、推定から上記リスクは小さいと予測しているが、リスクとして管理。

## 4. 「はやぶさ2」サンプルリターンのサクセスクライテリア



- 小惑星からのサンプルリターン技術には、部分的に確立していない技術もあり、更なる改善による成熟が必要。(2. 項)
- さらに、目標天体1999 JU3の状態の一部の情報は不確定であり、タッチダウン、サンプル採取に、リスクがある。(3. 項)
- 以上のことから、「はやぶさ2」サンプルリターンのサクセスクライテリアは、“フルサクセス”が妥当と考えている。