

小惑星探査ミッション「はやぶさ2」の進捗状況報告

吉川 真、「はやぶさ2」プロジェクトチーム
宇宙航空研究開発機構

Current Status of Asteroid Exploration Mission Hayabusa2

Makoto YOSHIKAWA, Hayabusa2 Project Team
JAXA

Abstract

After the asteroid sample return mission Hayabusa was completed successfully, we have now started Hayabusa follow-on mission, Hayabusa-2. It is an asteroid sample return mission again, but the type of the target asteroid is C-type, which is different from the target of Hayabusa, Itokawa (S-type). The scale of the spacecraft is similar to Hayabusa, but many parts will be modified so that we will not have the troubles that we experienced in Hayabusa. Also the spacecraft has new equipment, which is called impactor. The impactor will make an artificial crater on the surface of the asteroid, and we will try to get the sample inside the crater. Then we can get much fresh material. The planned launch year is 2014, arriving at the target asteroid 1999 JU3 in 2018, and coming back to the earth 2020. In this paper, we present the current status of Hayabusa-2 mission.

Key Words: Sample return mission, Asteroid, Hayabusa

1 はじめに

小惑星探査機「はやぶさ」は、2003年5月9日に、鹿児島県の内之浦宇宙空間観測所から打ち上げられた。地球スイングバイを経て、2005年9月に目的地イトカワに到着し、まず、イトカワの姿に我々は驚かされた。その後、イトカワの観測や表面物質採取が行われたが、2回目のタッチダウンの後から、困難な運用が始まるのである。詳細は他に譲るが、地球帰還を3年延ばし、2010年6月13日に「はやぶさ」は地球帰還を果たした。その後、カプセルの中から物質を取り出す作業が続いた。予定通りのサンプル採取ができなかったため、カプセル内に採取された物質の量は非常に少なかったが、イトカワからの物質であることが確認された。2011年には、イトカワからの物質の初期分析が完了した。「はやぶさ」はその最大の使命である小惑星から表面物質を持ち帰ることに成功し、太陽系の誕生時に迫るといふ科学の目標に大きく貢献したのである。

「はやぶさ」は科学に大きな功績を残したが、本来は工学実証機であり、サンプルリターンという技術に挑戦することが目的の探査機であった。具体的にはイオンエンジン、自律航法、微小重力下でのサンプル採取、カプセルの地球帰還などが大きなテーマであった。これらについていろいろ問題はあったものの、すべて実行することができ、また、非常に貴重な経験を得ることもできた。

以上のような「はやぶさ」の経験を受けて、次のミ

ッションである「はやぶさ2」がスタートした。「はやぶさ2」は、最初は2011年前後の打ち上げを目指して、2006年に提案された。しかし、予算を獲得することができなかったため打ち上げを2014年に延期して、2009年にミッションを再提案した。JAXA内では、2011年5月に「はやぶさ2」プロジェクトチームが発足した。また、宇宙開発委員会においても、2012年初めに「はやぶさ2」のプロジェクト移行が認められた。プロジェクト内の状況としては、2011年の初め頃までに基本設計を終え、2012年3月でほぼ詳細設計も終える予定であり、いよいよ本格的な製作にとりかかるところまできている。

以下では、「はやぶさ2」の現在の検討状況について概要を説明する。

2 「はやぶさ2」の概要

「はやぶさ2」は2014年にH-IIAロケットで種子島から打ち上げられる予定である。2015年12月には地球に戻ってきて地球スイングバイを行い小惑星1999 JU3に向かう。1999 JU3には2018年に到着し、いろいろな観測と表面物質の採取などを行う。そして、2019年末に小惑星から出発し、地球帰還が2020年末となる。ミッションシナリオを図1に示す。

探査機本体は、「はやぶさ」とほぼ同じ規模であるが、探査機質量は少しだけ増やすことができる。搭載される機器は「はやぶさ」と似ているものが多いが、

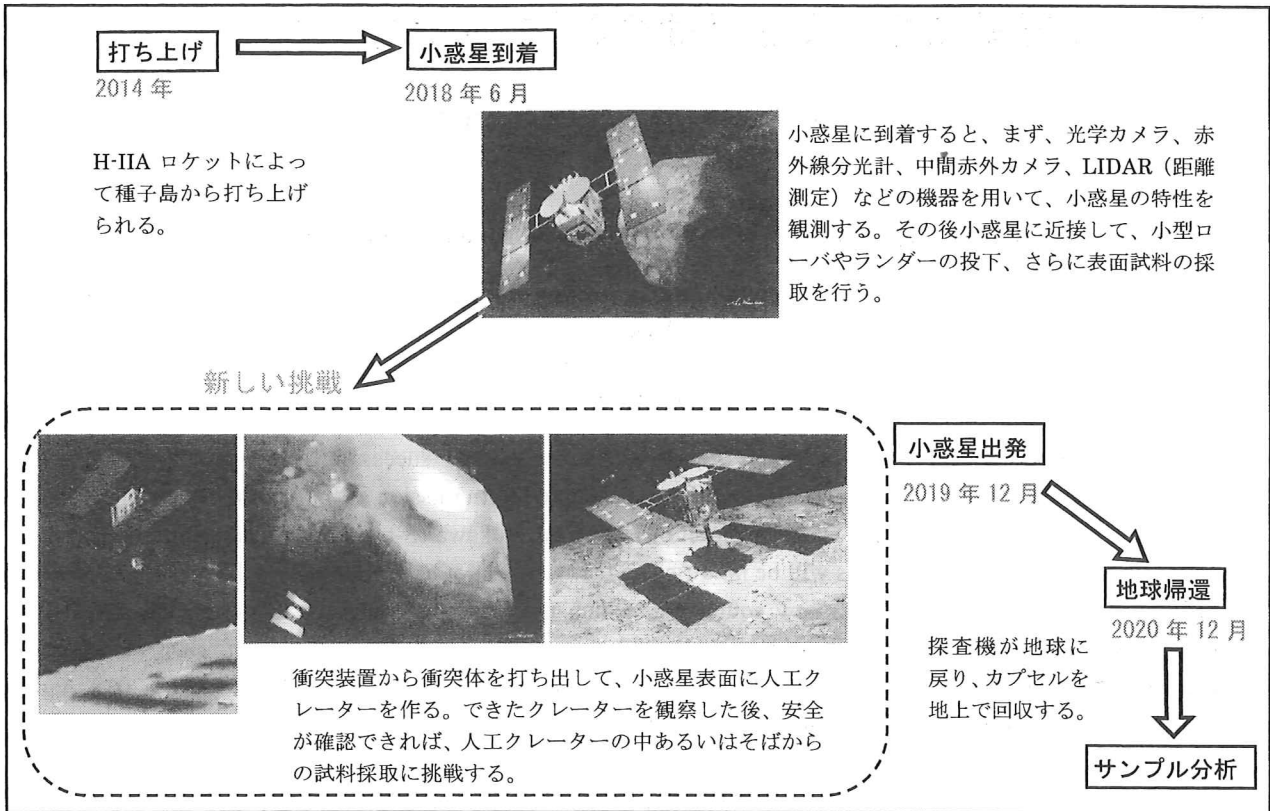


図1 「はやぶさ2」のミッションシナリオ

「はやぶさ」で不具合があったものは改良するし、すでに部品が無くなってしまったものについては代替品を使う。「はやぶさ」から異なる機器としては、以下で述べる科学観測機器の一部と衝突装置、そしてKaバンドの通信装置である。探査機との通信は、Xバンドと呼ばれる8GHz帯の周波数の電波を用いるが、「はやぶさ2」では、さらにKaバンドという32GHz帯の電波も使ってより高速な通信を行う予定である。なお、XバンドとKaバンドの高利得アンテナは、金星探査機「あかつき」に搭載したものと同様の平面アンテナとなるが、探査機の外観は「はやぶさ」に似たものとなる。「はやぶさ2」探査機の外観を図2に示す。

小惑星に着くと、まずは初めて至近距離で見ることになる小惑星1999 JU3を詳しく観測する。観測をする装置としては、多バンド可視カメラ、近赤外線分光計、中間赤外カメラ、レーザー測距装置がある。この中で、多バンド可視カメラとレーザー測距装置は「はやぶさ」で搭載したものとほぼ同じ装置となる。これらは、小惑星の写真を撮ったり探査機から小惑星までの距離を測ったりするもので、サイエンスの観測機器であると同時に、航法用の機器でもある。一方、近赤外線分光器と中間赤外カメラは科学観測用の装置で、近赤外線のスペクトルを取得したり、小惑星表面の温度を調べたりする。近赤外線分光計は、「はやぶさ」でも搭載していたが、「はやぶさ2」では分光できる波長帯を

少し変更して、波長が3ミクロン付近にある水による吸収が調べられるようになっている。中間赤外カメラは、「はやぶさ」には搭載されていなかったが、金星探査機「あかつき」に搭載されていたものと同様のものを搭載する。波長10ミクロン前後の赤外線観測を行う装置である。

これらのリモートセンシング観測に加えて、「はやぶさ2」では、小型のローバや着陸機についての検討も行っている。小型のローバについては、「はやぶさ」に搭載したミネルバと似たものを検討しているし、着陸機についてはドイツの宇宙機関を中心としたグループが開発したものを搭載する予定である。リモートセンシングで一通り観測を行った後、これらを表面に降ろして観測を行うことになる。

その後、タッチダウンを行い、表面物質（サンプル）を採取する。サンプルの採取方法は、基本的に「はやぶさ」のやり方を踏襲する。つまり、探査機にはサンプル採取装置が表面に触った瞬間に弾丸が撃ち出され、砕かれた表面物質がサンプル採取装置の中を上昇していき、サンプルの格納ケースに入るというやり方である。「はやぶさ」の場合、弾丸の打ち出しができずに実際に採取されたサンプル量が少なくなってしまう。「はやぶさ2」では、そのようなことが無いよう、慎重に運用を進めたい。

表面のサンプル取得に成功した後、最後に、新たな

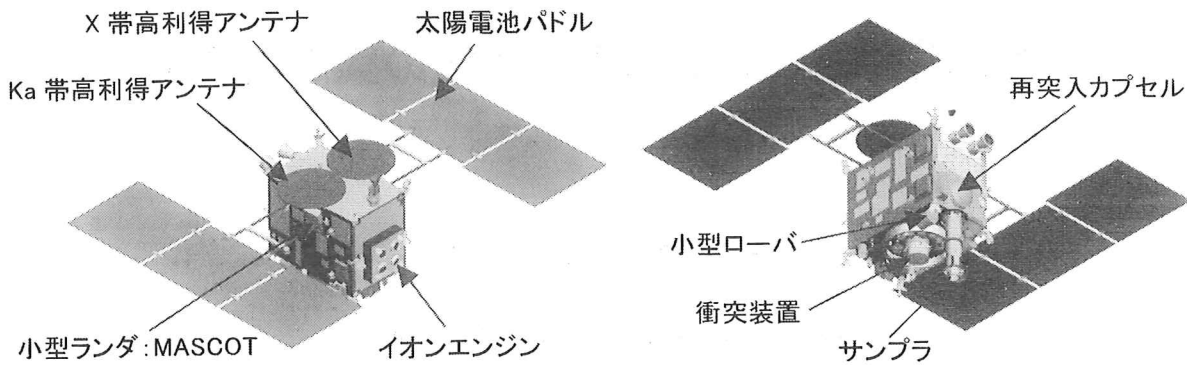


図2 「はやぶさ2」の外観

試みを行う。それは、小惑星表面に人工的なクレーターを作るということである。そのために、「はやぶさ2」には衝突装置というものを搭載する予定である。衝突装置は、爆薬が詰められた小型のボックスで、小惑星上空数百メートルの所で切り離されて、上空で爆発する。すると、2kgくらいの金属の塊（銅を想定）が秒速2kmくらいで飛び出していき、小惑星表面に衝突し、クレーターを作るのである。実際にできるクレーターは、直径が数メートルの小さなものだと考えられる。クレーターを作る目的は、地下の物質を露出させることである。衝突の様子は分離カメラというもので撮影を試みる。形成されたクレーターは、上記のリモートセンシング機器で観測しする。そして、クレーターにタッチダウンをして物質を採取することを試みるのである。小惑星表面の物質は、太陽からの電磁波や放射線に変質している可能性があるが、地下の物質を採取すれば、あまり変質していない物質が取得できる可能性がある。また、人工的に作ったクレーターの外見や物質の飛散の仕方などを調べることで、小惑星の構造や物質の集積などについても研究を行う予定である。

探査対象小惑星である1999 JU3については、これまでの観測で、直径が900mほどの球形に近い形をしており、自転周期が7.6時間、アルベドが0.06程度であることが分かっている。探査にとっては自転軸の向きも重要であるが、まだ不確定性が大きい。2012年の前半はこの小惑星の観測好機であるので、さらなる情報が得られることを期待している。

3 「はやぶさ2」の海外協力について

プロジェクトとして開始されたことを受けて、海外協力についての議論も始まっている。まず、ドイツの宇宙機関DLRとの協力であるが、「はやぶさ2」では、DLRが開発する小型の着陸機(MASCOTという名前が付いている)を搭載する予定である。10kgほどの着陸機であるが、小惑星の表面に降りた後、4種類の観測装置で

データを取得することになっている。日本側がこの着陸機を搭載する代わりに、ドイツ側では微小重力実験や探査機が打ち上がった後の追跡をサポートしてもらう予定である。また、アメリカNASAとの協力であるが、基本的には「はやぶさ」での協力関係をベースにしてより発展させた協力関係を結びたいと考えている。さらに、「はやぶさ2」のカプセルも地球の南半球に戻ってくる軌道を取っているために、カプセル回収場所はオーストラリアが候補となっている。したがって、オーストラリアとの協議も開始している。

4 まとめ

かなりの紆余曲折を経てスタートした「はやぶさ2」であるが、以上のように現在は着々と作業は進められている。ただし、打ち上げウインドウがある2014年までは時間が非常に短い。また、東日本大震災の影響もあり、予算も厳しい状況である。スケジュールと予算が厳しいのであるが、どうにかこれを乗り越えて、2014年に無事に打ち上げられるよう進めていきたいと考えている。

いろいろな不具合や失敗がありそれを乗り越えたのが「はやぶさ」だったが、「はやぶさ2」では「はやぶさ」ほどドラマティックなミッションにはならないはずである。探査技術としては、確実性やロバスト性を追求することが「はやぶさ2」の目的であるからだ。ただし、科学としては、世界で始めてC型の微小小惑星を目指す。そこには必ず驚きが待っていることであろう。そして、サンプルが地球にもたらされて分析が始まるであろう2021年には、太陽系誕生の、また生命誕生の秘密に一つ近づけることを期待したい。

(2012年4月8日受付, 2012年4月21日受理)