

深宇宙探査技術実験ミッション DESTINY Deep Space Exploration Technology Experiment Mission DESTINY

川勝 康弘^{1*}

KAWAKATSU, Yasuhiro^{1*}

¹ 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所

¹JAXA/ISAS

DESTINY (Demonstration and Experiment of Space Technology for INterplanetary voYage の略) は、ISAS 小型科学衛星 3号機での打ち上げを目指す工学実験機である。3号機のミッション選定は2012年、打上げは2017年に計画されている。

図に示すように、DESTINYはイプシロンロケットで打ち上げられ、地球周回楕円軌道に投入される。大型イオンエンジンにより実験機を加速、軌道高度を上げ、月スイングバイを経てハロー遷移軌道に投入する。ハロー軌道に到達後は、1周回以上軌道を維持し、その後、状況がゆるせば、ハロー軌道を離れ、地球圏内(外)の探査をおこなう。

このミッション・プロファイルの中で、将来の深宇宙探査の鍵となる先端技術に関わる、以下の7つの工学実験を実施する。

1. イプシロンロケットによる高エネルギー軌道投入

高エネルギー軌道投入に適したロケットの構成・飛行計画を追求し、イプシロンロケットによる投入能力を評価する。この成果は、イプシロンロケットを用いた深宇宙探査ミッションを構想するための基礎情報となる。

2. 薄膜軽量太陽電池パネル

大型イオンエンジンを運転するための大電力を軽量で実現するために、JAXAで開発中の薄膜太陽電池パネルを使用し、その機能・性能を評価する。この太陽電池パネルは、従来品に比して2倍以上の出力・質量比が見込まれ、探査機電源系の質量を大幅に減らすことが期待できる。外惑星探査(JMO、MELOS)や、大型イオンエンジンを要する探査での使用が見込まれる。

3. 大型イオンエンジン

DESTINYは、ロケットにより長楕円軌道に投入されたのち、自身の軌道制御によりハロー遷移軌道に到達する。この軌道変換を実現するため、ISASにて開発中の大型イオンエンジン($\mu 20$)を使用し、その機能・性能を評価する。このイオンエンジンは、はやぶさで使用された $\mu 10$ の約5倍の推力を有し、イオンエンジンを必要とする大型探査(SOLAR-C、はやぶさ Mk2)での使用が見込まれる。

4. 先端的熱制御

DESTINYのミッションモジュールに搭載される大型イオンエンジンは、運転時に500W以上の熱を発生する。限られた放熱面積、軌道制御のために変動する太陽熱入力方向、という厳しい条件下での排熱を実現するため、ループヒートパイプを使用する先端的熱制御系を構成し、その機能・性能を評価する。ループヒートパイプは、複雑に変動する熱環境下で、高度な熱管理が要求されるミッション等で極めて有効な技術である。ミッション期間中の外部熱環境が大きく変化する深宇宙探査や、大発熱機器のオン・オフ等により内部発熱量が大きく変化するミッションでの使用が見込まれる。

5. イオンエンジン運転中の軌道決定

イオンエンジンの起動・停止による運用負荷を下げ、軌道制御の運用効率を上げるために、イオンエンジン運転中に軌道決定を実施し、その性能・運用性を評価する。

6. 運用の自律化・効率化

衛星マネジメント系を自律化・高機能化し、コマンド運用・テレメトリ取得を効率化し、その運用性を評価する。この技術は、探査機を遠方で運用し、回線も細く伝播遅延時間も長い深宇宙探査で特に有用で、将来の深宇宙探査ミッションすべてでの使用が見込まれる。

7. ハロー軌道遷移・維持の軌道制御

DESTINYは、ハロー軌道に到達し、1周回以上軌道を維持する。軌道投入のリスクを減らし、軌道制御量を抑制するため、力学系理論を用いた軌道制御方法を用い、その性能・運用性を評価する。この技術は、ハロー軌道で運用される次期赤外線天文衛星(SPICA)で使用される計画である。

DESTINY自身は太陽・地球系L2点まわりのハロー軌道に投入されるが、そのミッションプロファイルは、月ミッションや脱出ミッションに容易に応用可能である。また、DESTINY実験機自身の宇宙航行能力は高く、他の打上手段(静止衛星や、他の深宇宙ミッション等の相乗りなど)によるミッションへの応用も可能である。発表では、このような観点から、深宇宙ミッションへの敷居を下げるDESTINYミッションの意義についても論じる。

キーワード: 小型科学衛星, 工学実験, 深宇宙探査, DESTINY

Keywords: Small Science Satellite, Technology Experiment, Deep Space Exploration, DESTINY

