

## 3K12 HTV 搭載小型回収カプセルの開発

○渡邊泰秀, 佐藤直樹, 今田高峰, 内川英明(宇宙航空研究開発機構)

Development Plan of Small Re-entry Capsule installed in HTV  
Yasuhide Wataambe, Naoki Sato, Takane Imada, Hideaki Uchikawa (JAXA)

Key Words: Re-entry Capsule, HTV, ISS

### Abstract

Small Re-entry Capsule installed in HTV aims to return payloads from ISS to the earth in the near future mission. This system contains special technologies for reentry, such as new thermal protection system with low-density ablator, small and high accuracy guidance control system, reaction control system by cold gas propellant thruster and parachute system. This paper presents Small Re-entry Capsule system configuration and plan to realize the Japanese return missions from ISS.

### 1. はじめに

JAXA では、HTV 搭載型小型回収カプセルの開発を計画している。搭載されていたこうのとりの(以降 HTV という)から再突入前に離脱し自立飛行を行う本カプセルは、国際宇宙ステーション(以降 ISS という)からの生命科学関連実験試料サンプル等の回収、及び将来の大型カプセルや月惑星探査でのサンプルリターンに必要な揚力誘導制御技術と軽量熱防護技術の獲得をミッションの目的としている。この小型回収カプセルがミッション実現のために必要とするシステムの構成とその開発計画について説明する。

### 2. ミッションの目的と意義

小型回収カプセルは、これまで検討を行ってきた HTV-R 帰還カプセルの相似形状として 1/5 の大きさに設定している。具体的には、高さ約 0.7m, 最大径は 0.8m 程度であり、HTV に搭載し与圧部のハッチから放出可能な大きさとしている(図 1)。

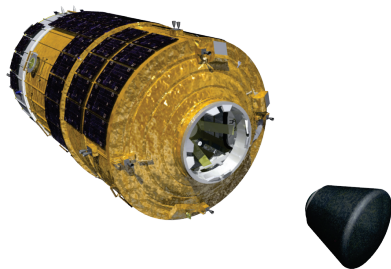


図 1 再突入前に HTV から放出された小型回収カプセル(イメージ)

この小型回収カプセルのミッション目的は以下の 2 つである。

- (1) ISS からの実験サンプル回収
- (2) 宇宙探査キー技術の獲得

まず(1)については、日本独自の回収手段獲得により、日本実験棟「きぼう」利用の律速となっている軌道上実験サンプルの回収量と頻度を増やすとともに、地上のサンプル輸送を効率化することで、実験機会を増加し成果創出の拡大を目的としたものである。特に、生命科学実験については、今後国際的に成果が期待される分野であり、回収頻度を増やし米国等との国際競争に資するためにも、小型回収カプセル開発・運用の意義は極めて大きいと考えている。

次に(2)は今後の宇宙探査技術のキー技術となる高度な大気圏突入技術の獲得を述べており、具体的には高精度誘導制御技術、および軽量熱防護技術を飛行実証・獲得することによって、国際宇宙探査における我が国の技術的選択肢を確保することを目的としている。この背景としては、これまで ISS や HTV の開発・運用を通じて有人宇宙往還技術を着実に獲得してきたものの、有人宇宙活動に向けた帰還技術においては我が国として未だ獲得できていないことが背景にある。小型回収カプセルは、この帰還技術のうち最もクリティカルかつ世界最高水準の技術を目指す誘導揚力飛行技術、及び再突入熱防護技術について技術実証するものである。これら技術の実証により、日本が高度な帰還技術を有することを内外に広く示すことができ、日本の国際宇宙探査への発展性を拡大できると考えている。

### 3. 小型回収カプセルのシステム構成

小型回収カプセルは、HTV が ISS に物資を送り届けた後に、冷蔵あるいは常温の実験サンプル回収物がカプセル内部に搭載される。その後 ISS から HTV が分離し再突入を行うための軌道離脱後に、与圧部のハッチ部から放出され HTV とともに地球に再突入する。再突入の過酷な空力加熱環境により HTV は分解し熔融するが、熱防護したカプセルは無事に目的地に帰還することができる。すなわち小型回収カプセルは、この再突入時の最大 2000℃近い空力加熱に耐え、機体に搭載されたコールドガススラスタを用いた自律的な誘導制御システムにより機体の姿勢を変えながら揚力飛行を行い、高度 10km の目標空域へ到達したところで最終降下のためのパラシュートを開傘し、10m/sec 程度まで降下速度を下げ海面に着水する計画である。カプセルの回収は、予定海域に事前に待機している回収船舶によって速やかに行き、ISS での実験成果となる試料を実験者に速やかに渡せるサービスを行う。これが本ミッションの目指す回収までの運用シナリオであり(図 2)、これを実現するために必要な小型回収カプセルのサブシステム構成を表 1 に示す。

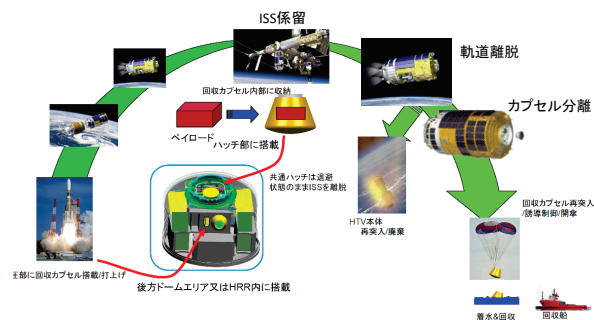


図 2 小型回収カプセル運用シナリオ

表 1 小型回収カプセルサブシステム構成

	サブシステム機能概要
1	構造熱制御系 機体構造と回収物エリアへの熱制御を担う。
2	誘導制御系 揚力飛行を行うための航法誘導制御を行う。
3	推進系 機体制御用コールドガスジェットを構成する。
4	熱防護系 空力加熱からペイロードと内部機器を保護する。
5	緩降下・回収系 緩降下、海上浮遊、着水位置送信の機能を有する。
6	電源・電装系

	カプセルの電源を担う。
7	通信・データ処理系 各種データの収録とデータ送信を行う。
8	技術テレメータ系 技術実証に必要なデータ取得を行う。
9	分離機構系 HTV のハッチ部からカプセルを放出/分離する。

この内、技術実証をミッション目的としている熱防護系は、はやぶさなどで用いた従来型 CFRP では機体質量が重くなりペイロード搭載量が少なくなるため、CFRP の 1/5~1/3 までの軽量化を図った世界最高レベルの低密度の国産アブレタを用いる。

また、同様にミッション目的である誘導制御系はこれまでの我が国の弾道飛行の地球帰還カプセルと異なり底面部を使って揚抗比 0.3 程度の揚力飛行を実現する。この揚力飛行は、カプセルの重心位置を機体中心軸からオフセットすることにより発生する揚力を利用したものであり、機体のバンク角制御をガスジェットスラスタによって行うことで目的地へ向けた高い精度での誘導を可能としている。これにより弾道飛行の半分以下の減速度を実現し実験サンプルからの要求(回収時の加速度 4G 以下)を満たし、ペイロードに対してより快適な環境を提供することができる。

### 4. 開発計画

小型回収カプセル開発は、JAXA 自らが設計/試験/インテグレーション作業を行うことにより、技術力維持と向上を狙う側面を有する。小型回収カプセルの主要技術は、再突入にかかる高精度の誘導制御、軽量の熱防護という今後の有人・無人宇宙開発にとって重要な技術であり、インテグレーションを JAXA が行うことでこれらの重要技術を獲得することが出来ると考えている。また、これらの作業を JAXA が行うことにより開発の効率化とコストの削減も目指している。

### 5. おわりに

JAXA では、HTV 搭載型小型回収カプセルの開発を計画している。本カプセルは ISS からの利用成果の回収に貢献するとともに、実証された帰還回収技術は、月・惑星探査からのサンプルリターンや大型の物資回収システム等の目的に応じたシステムへ適用可能と考えている。