

火星衛星探査計画

MMX サンプルリターンカプセル 開発状況報告

Development Status of Sample Return Capsule for MMX

鈴木俊之, 山田和彦, 中山大輔, 小澤宇志, 高柳大樹, 下田孝幸, 足立寛和,
中尾達郎, 矢ヶ崎啓 (宇宙航空研究開発機構)

Toshiyuki Suzuki, Kazuhiko Yamada, Daisuke Nakayama, Takashi Ozawa, Hiroki
Takayanagi, Takayuki Shimoda, Hirokazu Adachi, Tatsuro Nakao and Hiroshi Yagasaki
(JAXA)

鈴木俊之、山田和彦、中山大輔、小澤宇志、高柳大樹、下田孝幸、足立寛和、中尾達郎、矢ヶ崎啓（宇宙航空研究開発機構）

- その後火星衛星の擬周回軌道に入り、火星衛星観測・サンプルを採取
- 観測と採取を終えた MMX 探査機は、サンプルを携えて地球に帰還

- 地球再突入時の空力加熱に耐えうる SRCの開発はクリティカル技術の一つ
- MMX では直径60 cmにサイズアップしたカプセルの開発を進めている

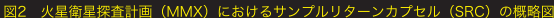


概要

- 火星衛星で取得したサンプルとそれを収納するコンテナおよびサイエンスデータをペイロードとして格納する
- 地球近傍で探査機から分離され、単独で地球大気圏に突入し、パラシュートで緩降下、軟着陸し、火星衛星のサンプルを安全に地球に持ち帰る

システムからの 前提条件	回収地点は豪州を想定すること 探査機で取得したサイエンスデータをストレージする機能を有すること 降下中の降雨でも電気回路が機能するように防水対策をすること
ペイロードから の前提条件	ペイロードの重量は3kg程度 ペイロードの形状は15cm×15cm×15cm程度 保管条件：サンプルとのF温度は80℃以下、最大減速度50G程度 着地速度の設計値は7.0m/sとすること(いかなる環境でも10m/s以下) カプセルへの搬送方法は背面からリニアアクチュエータで挿入
概念検討から の前提条件	カプセルの形状は「はやぶさ」SRCと相似形であること 地球大気圏突入条件は、「はやぶさ」同程度 分離時に機軸周りに回転をかけて射出すること カプセルサブシステム全体で52.5kg以下（ペイロード含まず）

SRC形状	はやぶさ SRC 相似形：直径60cm（はやぶさ SRC の約1.5倍）、高さ30cm 前面形状：半球＋フラテ形状、曲率半径30cm、円錐角45度
大気圏突入環境	最大空力加熱15.2MW/m ² 以下、総熱量340 MJ/m ² 以下、静荷重50G以下
HS 構造	前面：高密度アブレータ＋可撓断熱材 背面：前面に比べて加熱率5%程度のため高密度-低密度アブレータを想定
パラシュート	背面アブレータをドロッグとして使用するシングルステージの十字傘
HS分離機構	1つの火工品で解放と押し出しを同時に行う機構を使用
カプセル分離機構	マルマンパンド・ヘリカスプリング方式
着地点推定手法	ビーコンによる方向探査
電子回路必須機能	タイマースークエンスの実行、ビーコン送出、テレコマのインタフェース、電源管理、火工品の駆動
機器配置	中央にベイロッドで、その周囲に電子回路、さらにその外にパラシュートが取り囲む、その部分を前面・背面のヒートシールドで挟み込む



- 2020年度はEM製造・試験を行うにあたり、現在は基本設計審査会（PDR）が進行中であり、2021年度にはFM設計・製造に着手する
- 2022年度6月頃を目処に豪州にて大気球を用いたパラシュート開傘試験を実施し、2022～2023年度には噛み合わせ試験・FM試験等を実施する



- 前面ヒートシールドについては、大型化によるアブレタ製造性、耐熱性能及びパラシュート放出機構の能力アップによる強度成立性を確認するにあたって製造手法の検証を行うとともに、加熱試験、強度試験による検証を行っている。
- 背面側は前面側に比べて加熱環境が穏やかであることから、背面ヒートシールド、支持ヒートシールド、サンブラヒートシールドについては軽量化を狙って中密度や低密度なアブレタを使用することを検討している。特にヒートシールド間の隙間やベントホール、アンビリカルケーブル固定部、ボルト結合部に対して耐熱特性を確認すべくアーク風洞を用いて加熱試験が先行して実施され良好な結果が得られている。



- 要求仕様を元にパラシュートの基本設計を完了し、EMの開発を進めている
- セスナからの投下試験、風洞試験により抵抗係数及び安定性の評価を実施した
- 気球実験用のSRC供試体を用いて収納性確認を行っている

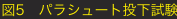


図6 風洞試験の様

図7 パラシュート収納性確認の様子

- メイン回路部 (MU) / SRC 電気システム (SRC-E) については BBM 製作・検証後、2020年月に PDR を受審し、EM 製造中である
- 再突入飛行計測モジュール (REMM) については、2020年5月に PDR を受審し、EM 製造中である
- ビーコン送信機 (VTX) は BBM 製作・検証後、2020年4月に PDR を受審し、EM 製造中である
- トリガ用加速度計 (C-ACC) は EM 製造済である

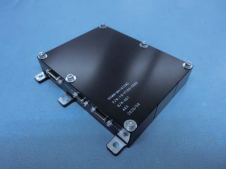


図8 MU-BBM の外観

図9 MU-BBM の基盤

図10 REMM-EM の外観

- 2020年3月に PDR を受審し、基本設計・EM製造がほぼ完了した
- EM 単体試験を開始した