



MMX

火星衛星探査計画
Martian Moons eXploration



国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構

火星衛星探査計画 (MMX)

・火星衛星探査計画 (MMX) は、はやぶさ2を通して培ったサンプルリターン等の技術を活かし、世界初の火星圏 (火星の衛星フォボス) からのサンプルリターンを行うミッションです。

原始太陽系における有機物・水の移動及び天体への供給量の解明に貢献するため、火星衛星に含まれる含水鉱物・水・有機物などを解析することにより、火星圏の水や有機物の存在を明らかにするとともに、2つの火星衛星の起源や火星圏 (火星、フォボス、ダイモス) の進化の過程を明らかにすることを目的としています。

また、フォボスの表面地形、地盤情報、表面・周辺環境を世界で初めて詳細に観測し、将来の有人火星探査に向けた拠点としての利用可能性を調査します。



MMX 諸元

項目	性能・機能
構成	3モジュール構成 (往路/探査/復路)
打上げロケット	H3-24Lロケット
打上げ年度	2026年度
ミッション期間	5年
打上げ質量	4,000 kg
推進薬量	往路: 1,600 kg 復路: 1,050 kg
通信	X帯32kbps/Ka帯128kbps (地球との距離が2.7auの時)
電力	高効率薄膜太陽電池
着陸航法	画像航法 SLIMで実証される技術

上: 火星衛星探査機イメージCG

左下: サンプルング装置による試料採取

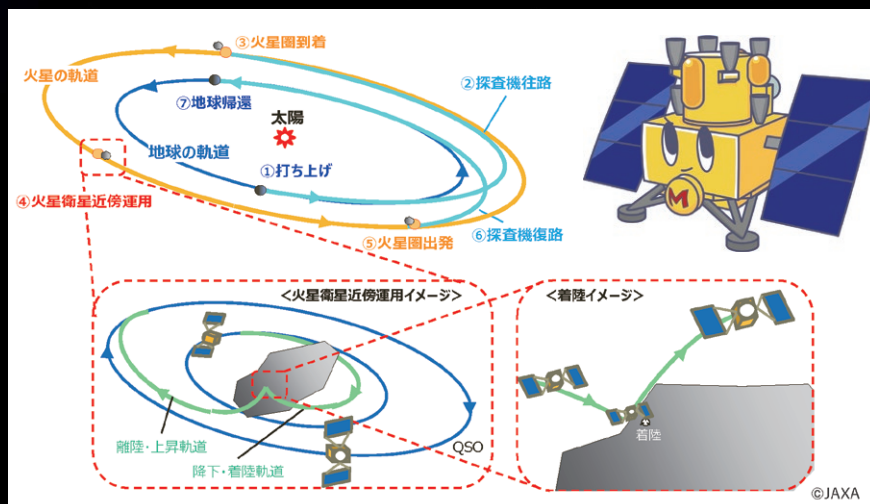
右下: 火星衛星フォボス (NASA MRO 撮像)

ミッション概要

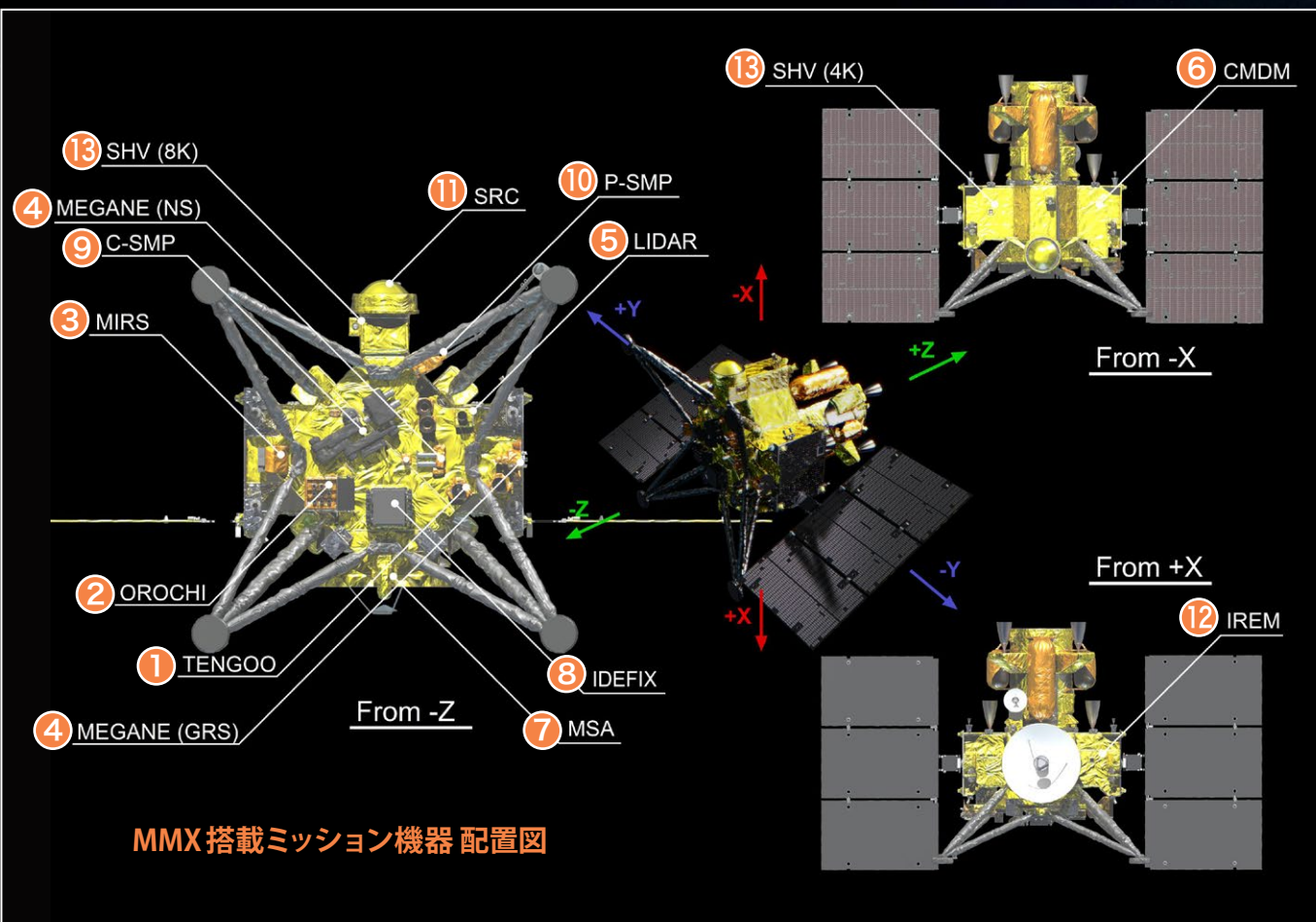
MMXは、打上げ後約1年で火星近傍に到着予定で、その後火星衛星近くを飛行する軌道に入ります。

火星圏での滞在期間は約3年の予定で、その間に様々な観測を行うとともに、フォボスへの着陸を2度試み、サンプルを採取する予定です。

観測・サンプル採取を終えた探査機は約1年かけて地球に帰還します。



MMX ミッション機器



MMX 搭載ミッション機器 配置図

リモートセンシング観測及びフォボス表面での観測

- ① TENGOO (望遠カメラ)
火星衛星全球の詳細・表面構造および採取地点周辺の地形の観測を行い物質分布、サンプル採取に必要な情報を取得する。
- ② OROCHI (広角分光カメラ)
火星衛星全球表層の含水鉱物の観測およびサンプル採取地点周辺の物質を推定する。
- ③ MIRS (近赤外分光計)
火星衛星全球表層の近赤外分光観測を行い、鉱物・分子種(特に含水鉱物や有機物)の分布図を作成する。
- ④ MEGANE (ガンマ線・中性子線分光計)
火星衛星表層から放出される中性子・ガンマ線を計測し、衛星表層の元素組成を決定する。
- ⑤ LIDAR (レーザ高度計)
火星衛星の全球地形情報を取得し、火星衛星の詳細な形状モデルを作成する。
- ⑥ CMDM (火星周回ダストモニタ)
火星ダストリングを検出、あるいはダスト存在量の上限值を決定し、火星衛星軌道上でのダスト再集積現象を制約する。
- ⑦ MSA (イオンエネルギー質量分析器)
火星および火星衛星起源イオン・太陽風イオンを観測し、それぞれの起源を選別し計測する。
- ⑧ IDEFIX (ローバ)
火星衛星探査機本体より先に着地し、母船着陸・サンプル採取運用リスク低減のための表層レゴリスの各種物性取得、およびサイエンス観測の校正データ取得等を目的とするフォボス表面探査を行う。

サンプル採取・回収

- ⑨ C-SMP (サンプリング装置)
火星衛星表面から深さ2cmに渡るまでのレゴリスを採取し、リターンカプセルに移送する。
- ⑩ P-SMP (ニューマティック採取機構)
窒素ガス噴射による採取機構により、表層のレゴリスを素早く少量採取し、保持する。
- ⑪ SRC (サンプルリターンカプセル)
2種類のサンプル採取装置によって得られた火星衛星表層サンプルを地球へ持ち帰る。

探査技術獲得

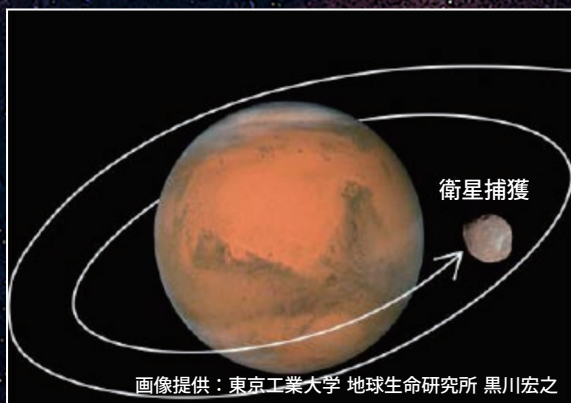
- ⑫ IREM (惑星空間放射線環境モニタ)
太陽高エネルギー粒子のエネルギースペクトルを取得し、被ばく線量評価手法を確立する。
- ⑬ SHV (高精細カメラ)
高精細 (8K, 4K) な火星衛星の撮影およびミッション可視化を行い、宇宙探査の運用性向上、アウトリーチに貢献する技術を獲得する。

海外機関・国内他機関提供の機器

- ④ ⑩ アメリカ航空宇宙局 (NASA)
- ③ フランス国立宇宙研究センター (CNES)
- ⑧ CNES、ドイツ航空宇宙センター (DLR)
- ⑬ 日本放送協会 (NHK)

MMXの科学的・技術的意義

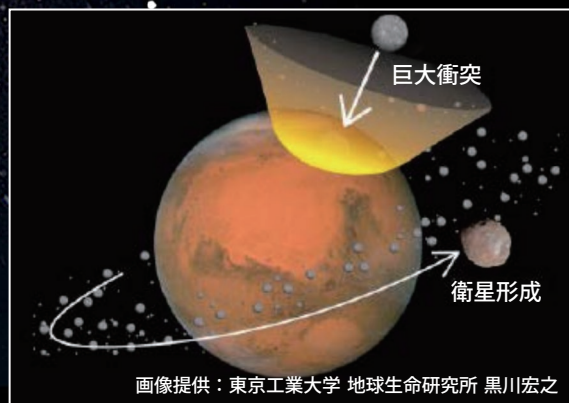
■ 火星衛星の起源



画像提供：東京工業大学 地球生命研究所 黒川宏之

捕獲小惑星説

もともと遠方に存在していた小惑星が、他天体との衝突などにより、軌道が変わって火星周辺に飛来し、火星重力に捕まった、とする説。



画像提供：東京工業大学 地球生命研究所 黒川宏之

巨大衝突説

火星に大規模な天体衝突が生じ、その破片が火星軌道に散らばった後で、これらが再集積して形成された、とする説。

MMXでは、サンプルリターンにより、火星衛星の起源論を決着させることを目的としています。

■ 小天体探査・サンプルリターン技術の拡張・発展

はやぶさ、はやぶさ2により、世界を先導する我が国の小天体探査・サンプルリターン技術を活かし、「太陽系で最重要な未踏峰」である火星衛星からのサンプルリターンに挑戦します。

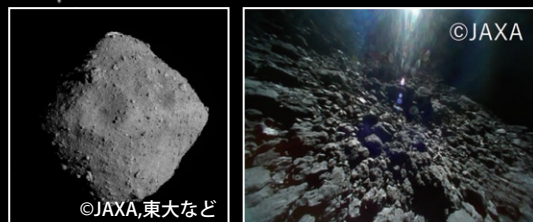
世界初の小惑星からのサンプルリターンに成功した「はやぶさ」、現在拡張ミッション運用中の「はやぶさ2」で、日本は世界の小天体探査をリードします。地球圏外の天体からのサンプルの採取・回収に成功した国は、これまで日本と米国のみです。

火星の衛星フォボス、ダイモスは直径約10～20kmの小天体で、未だ直接探査されたことがない「太陽系で最重要な未踏峰」です。

MMXでは、火星衛星表面に着陸し、数時間の滞在の中で、マニピュレータ、コアレーを用いた高度なサンプリング装置で、2cm以上の深さから10g以上のサンプルを採取します（はやぶさ2では0.1g採取を目標）。



火星の衛星



上：「はやぶさ2」小惑星タッチダウン（想像図）

左下：小惑星リュウグウ

右下：小型着陸機 MINERVA によるリュウグウ表面画像

ホームページ・SNS



火星衛星探査機 MMX ホームページ
<https://www.mmx.jaxa.jp/>



MMX X (旧 Twitter)
@mmx_jaxa_jp



国際宇宙探査センター X (旧 Twitter)
@jsec_jaxa_jp