

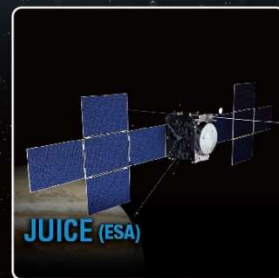
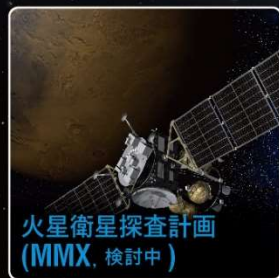
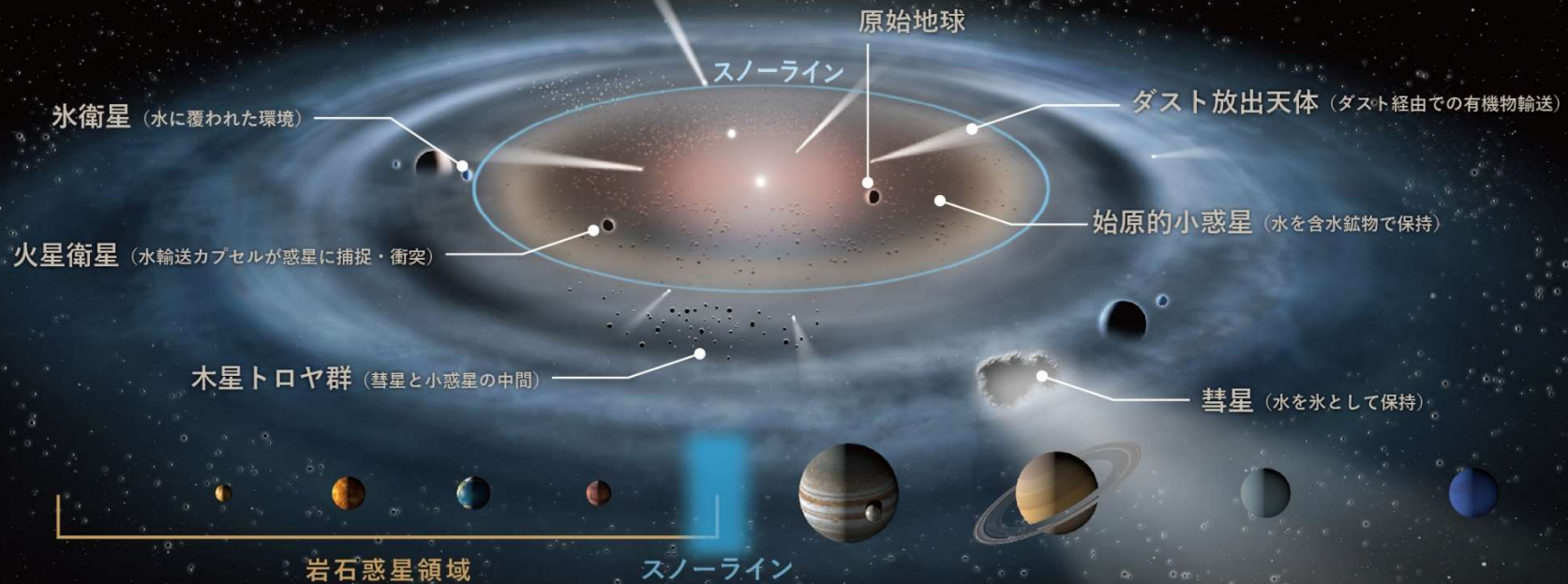
P-098

深宇宙探査技術実証機 DESTINY+

西山 和孝, 豊田 裕之(JAXA),
荒井 朋子(千葉工大), 高島健, 川勝 康弘(JAXA),
DESTINY+ ISASプリプロジェクトチーム

ISASの小天体探査戦略

スノーラインの外で生まれた小天体。最初は凍った泥団子であり、その後、多様な姿に進化する
これらの天体が運ぶ水、有機物等の揮発性物質が、地球型惑星を生命居住可能にするために必須であった。
しかし、いつ、どの天体が、どのように水を原始地球に持ち込んだのか？

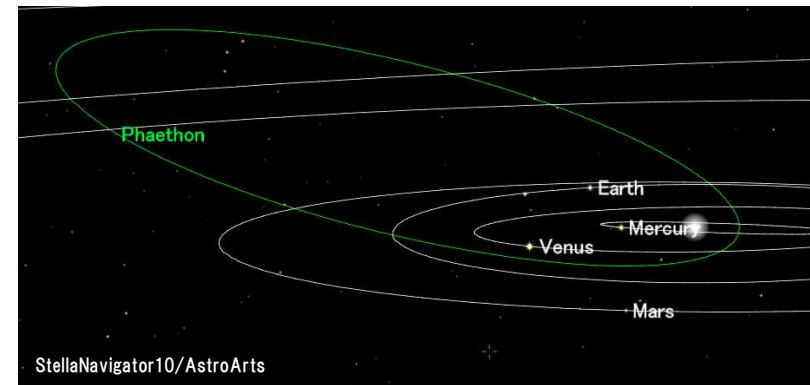


一連のミッションで、これらの問題を探求する

DESTINY+理学ミッションシナリオ



- 惑星間空間を航行中にダストのその場観測を行う。
- 小惑星フェートンが近日点に向かって接近中の降交点通過時にフライバイする。
- フェートン
 - ・ ふたご座流星群母天体
 - ・ 活動的小惑星
 - ・ C型（炭素質）小惑星
 - ・ 最大級の地球衝突可能性天体



- ① 惑星間ダストの全体像をダスト粒子毎の軌道特定、組成分析から明らかにする。
- ② 活動的小惑星の表層地形観測からのダスト放出機構を理解する。
- ③ 流星群として地球にダストを供給する、流星群母天体フェートンから放出されるダストの物理化学特性を明らかにする。
- ④ 1 AUまで流入する星間ダストの組成分析も行い、太陽系起源物質の理解を深める。

工学ミッションの意義・目的と期待される成果



本ミッションの意義は、宇宙工学を先導する航行・探査技術を獲得して、次代の深宇宙ミッションの発展に資することであり、具体的には以下に示す2点を目的とする。

EMO1 電気推進の活用範囲拡大

電気推進による宇宙航行技術を発展させ、電気推進の活用範囲を拓く。

EMO2 小天体探査の機会拡大

先進的なフライバイ探査技術を獲得し、小天体探査の機会を広げる。

注) EMOは工学ミッションの目的 (Engineering Mission Objective) を表す。

*昨年度までの提案に含まれていた、「コンパクトアビオニクス」、「子機による超近接フライバイ・ランデブドッキング」は質量・コスト・開発スケジュールなどの制約を考慮して取り下げ、理学ミッションの充実と親機の信頼性向上を図る。

期待される成果

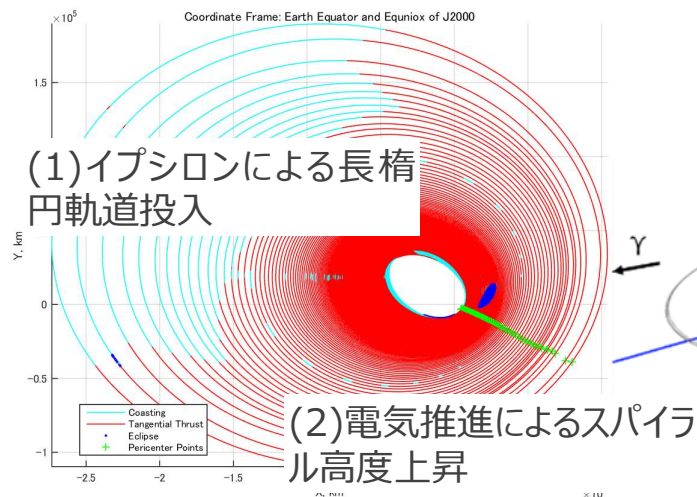
小型高性能電気推進システムの開発、搭載機器の小型軽量化など小型高性能深宇宙探査機プラットフォームを技術実証することで、我が国が近い将来に様々な深宇宙探査を低コスト・高頻度で持続的に実施することが可能となる。

(現行ロケットでの例) 地球圏プラズマ撮像ミッション、黄道面外からの宇宙背景放射観測ミッション
(より大型のロケットでの例) 低コスト小型小天体探査ミッション、オービタ間の電波掩蔽による金星気候探査ミッション、火星気象衛星と火星航空機によるダスト輸送メカニズムの解明ミッション

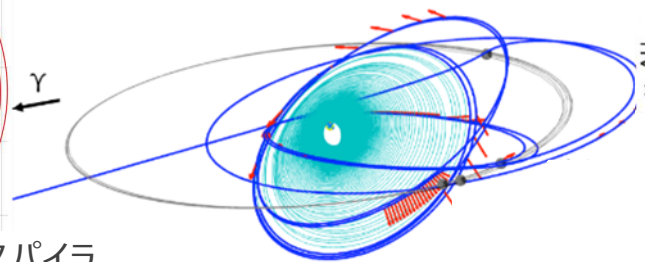
DESNIY+ ミッションプロファイル



	期間	運用段階	運用イベント
(1)	約1ヶ月	イプシロンによる長楕円軌道投入	初期機能確認期間
(2)	約半年~2年	スパイラル軌道上昇	放射線帯脱出、月作用圏到達
(3)	約半年	月スイングバイ	Phaethon遷移軌道への接続
(4)	約2年	Phaethon遷移軌道	太陽距離(0.75~1.00au), 地球距離(~1.8au)
(5)	数日	Phaethonフライバイ観測	近接観測, 地球距離(1.7au)
(6)	約2年	地球スイングバイ遷移軌道	太陽距離(0.75~1.00au), 地球距離(~1.9au)
(7)	数日	地球スイングバイ	小惑星遷移軌道へ接続
(8)	TBD	小惑星遷移軌道	

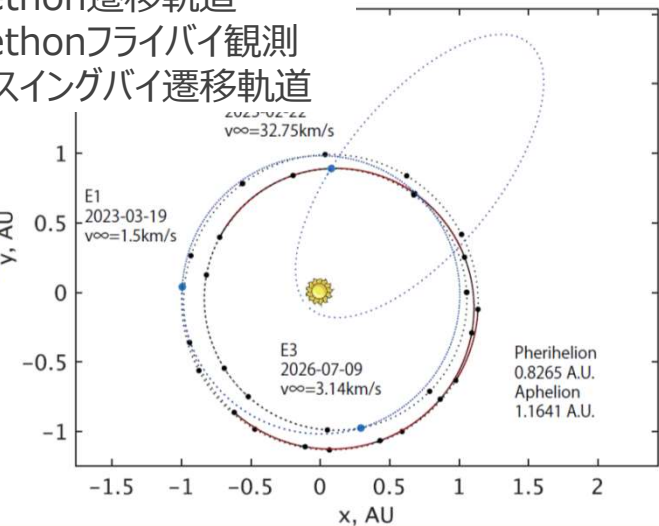


(2)電気推進によるスパイラル高度上昇

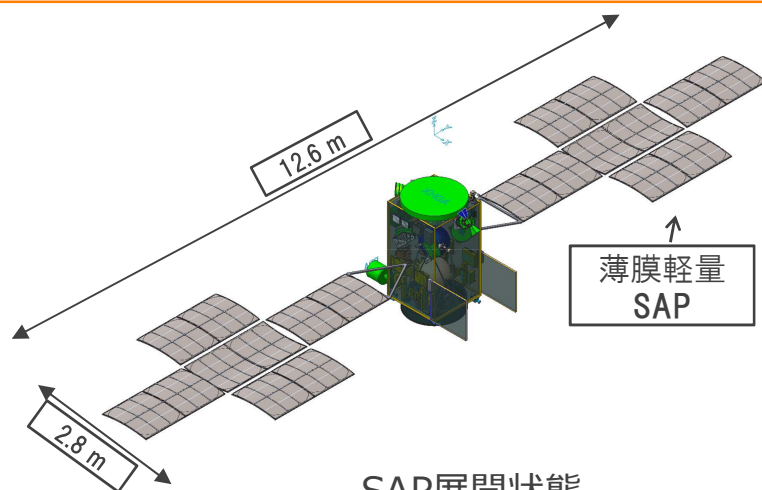


(3)月スイングバイ

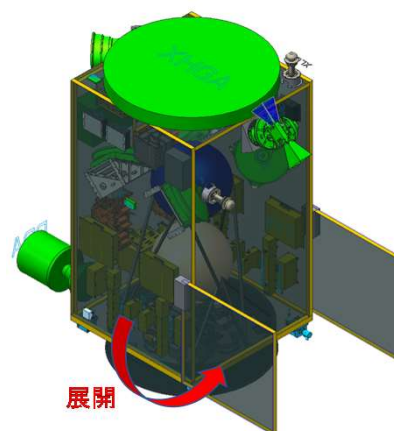
(4)Phaethon遷移軌道
(5)Phaethonフライバイ観測
(6)地球スイングバイ遷移軌道



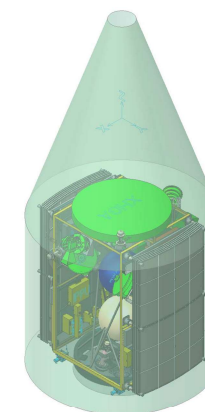
探査機DESTINY+のシステム設計



SAP展開状態



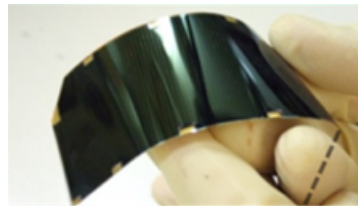
探査機構体拡大



ロケット搭載状態

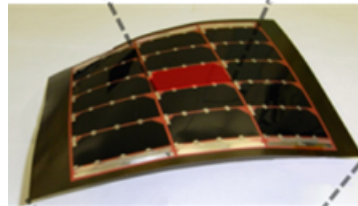
ミッション期間	4年以上
質量 (WET)	480 kg (うち、PMU推薬 60kg、RCS推薬 15.4kg)
打ち上げロケット	イプシロン+4段キックステージ
軌道	初期投入 (230km×49913km, 30.42°) ~月高度 (38万 km) ~Phaethon遷移軌道
姿勢制御方式	3軸制御 (誤差 < 1 arc-min.)
通信系	X帯 (親機 : GaN SSPA)
太陽電池パネル	薄膜軽量SAP (出力/質量比 > 100W/kg (世界最高))、発生電力2.3kW@EOL
バッテリー	高性能Li-ion電池 42Ah×11直列
推進系	化学推進 (ヒドラジン 1液) + 電気推進 (μ10×4台)
熱制御系	先端的熱制御 (展開型ラジエタ, ループヒートパイプ)
耐放射線性	約30krad (t=3mm, Alシールド) 以上

重要技術

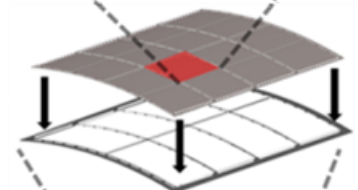


薄膜太陽電池

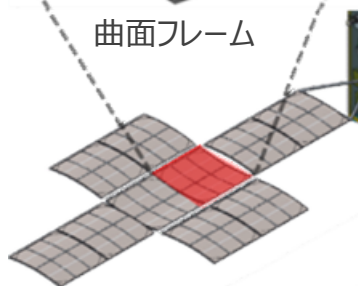
薄膜軽量
太陽電池パドル
出力質量比
100W/kg以上
従来の**2倍**



G-SSS

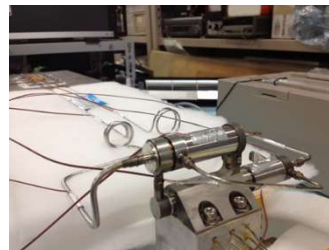


曲面フレーム

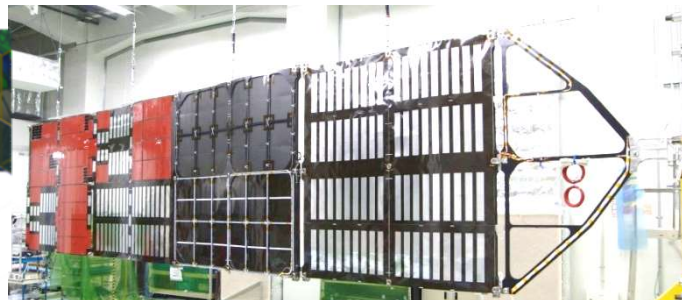


軽量パドル

イオンエンジン系
の大電力化を
可能にする



ループヒートパイプ



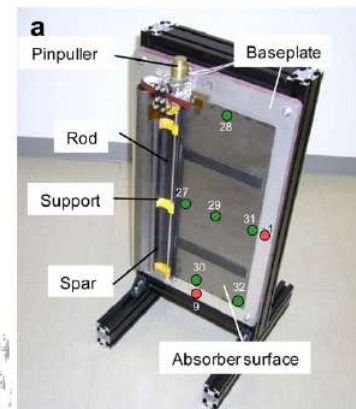
メインパドル展開試験



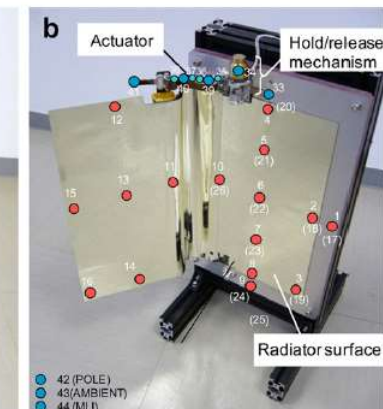
はやぶさ2 (推力30mN)



DESTINY+(推力40mN)
想像図



Stowed



Deployed

展開ラジエーター

先端的熱制御デバイス(可逆展開ラジエーター、ループヒートパイプ)
電気推進の集中発熱と広範囲の
方向からの太陽光熱入力に対応

観測機器候補



ミッション要求と観測機器の関係

SSR1.1 惑星間ダスト (IDP) の観測

SSR1.1.1 惑星間及び流星群ダストトレイルの
ダスト観測

SSR1.1.2 星間ダスト観測

SSR1.2 Phaethon周辺およびダストトレイルの
観測

SSR2.1 Phaetonの形状観測

SSR2.2 Phaeton表層の地形観測

SSR2.3 Phaeton表層の物質分布観測

SSR2.4 Phaeton内部物質と構造の調査

SSR2.4.1 分裂天体(2005UD)フライバイ

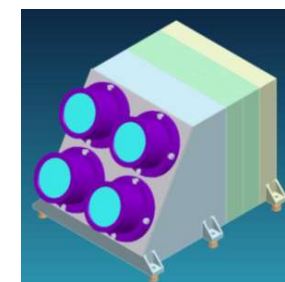
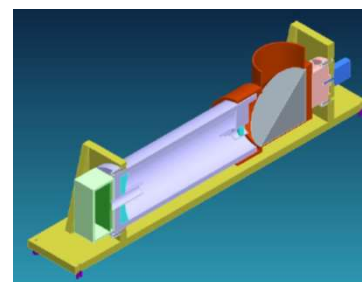
DESTINYダストアライザ (DDA)



DESTINYダストアライザ
(DDA) の概念図

DESTINY超望遠モノクロカメラ

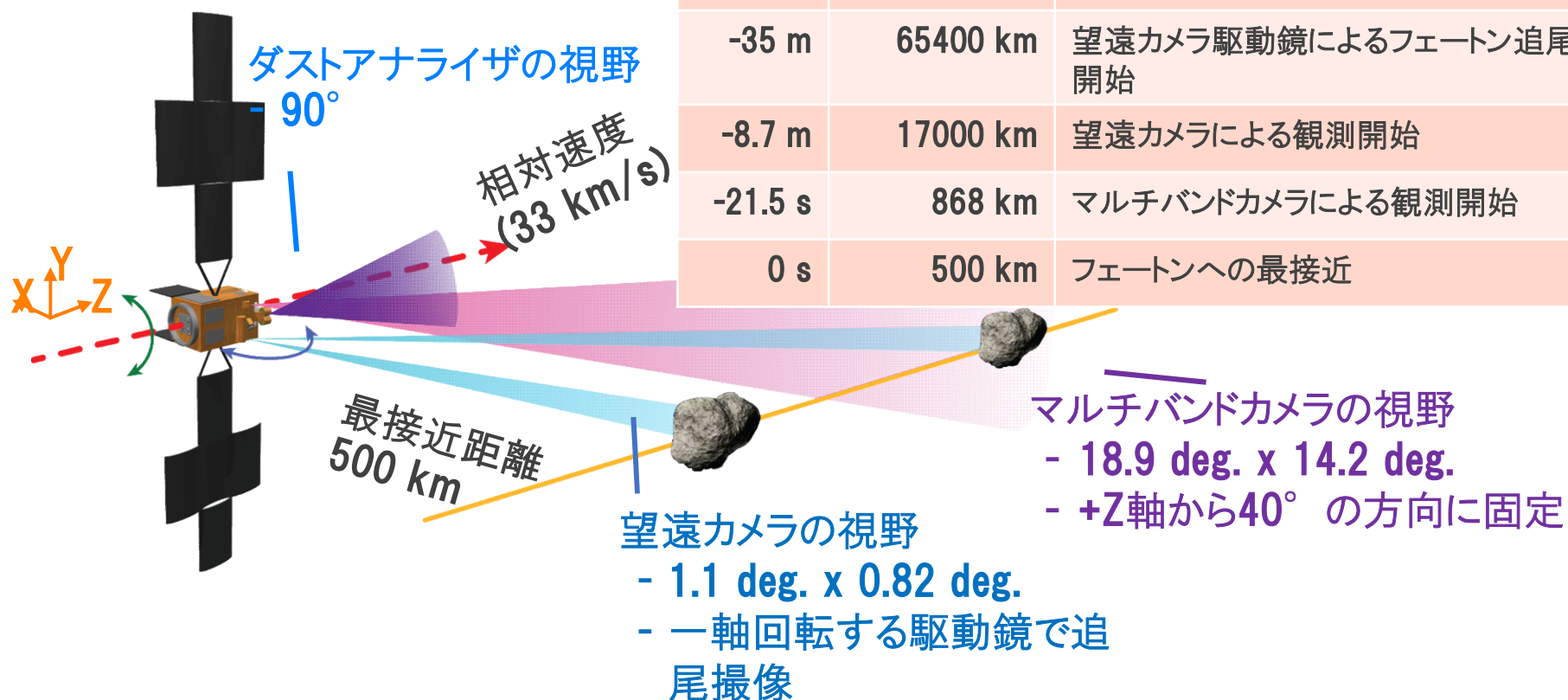
DESTINY可視近赤外マルチバンドカメラ



小惑星フライバイ時の科学観測

地球距離1.7 AUにおけるフライバイ
 →往復伝播遅延30分弱
 →自律機能による撮像が必須

Time	距離	イベント
-7.3 h	860000 km	ライドカーブ観測開始
-65 m	125000 km	フェートン検出(追尾用)
-55 m	105000 km	姿勢修正
-35 m	65400 km	望遠カメラ駆動鏡によるフェートン追尾開始
-8.7 m	17000 km	望遠カメラによる観測開始
-21.5 s	868 km	マルチバンドカメラによる観測開始
0 s	500 km	フェートンへの最接近



まとめ



DESTINY+は理学と工学の連携による小型ミッションであり、理学ミッションの目的は

- 惑星間ダスト（星間ダストを含む）の物理特性（速度、到来方向、質量分布）及び化学組成を太陽距離1天文単位におけるその場分析で明らかにする。
- 活動小惑星におけるダストの生成・放出機構を地質観測で明らかにする。
- Phaethonから放出されるダストの特性をフライバイ観測で明らかにする。

であり、工学ミッションの目的は

- 電気推進による宇宙航行技術を発展させ、電気推進の活用範囲を拓く。
- 先進的なフライバイ探査技術を獲得し、小天体探査の機会を広げる。

である。

2018年度のプロジェクト化と2022年の打ち上げを目指している。