

深宇宙分散探査超小型実証機『キューベレー』

麻布高等学校 大森 湊太（ジ3334）

1. ミッション設計の背景

木星トロヤ群へ：超小型分散探査が求められる理由

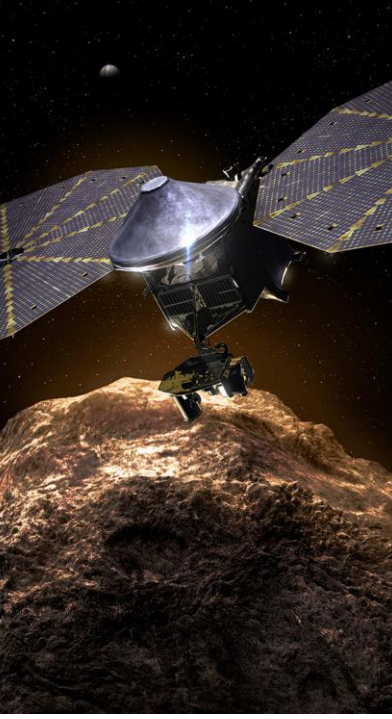


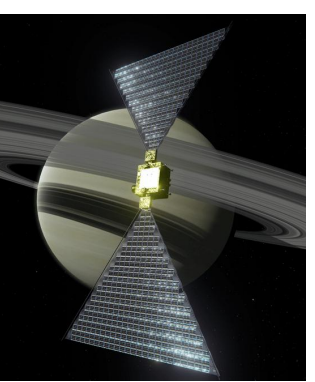
Image Credit: NASA

- 太陽系初期の情報を保存した「太陽系の化石」
- 先行ミッション（Lucy, NASA）を補完
 - 人類未踏の直径1〜5km級小惑星

→「惑星形成論」に新たな知見

- 今までの深宇宙探査＝誰でも挑戦的なミッションは×
 - 高コスト・長期間な大型プロジェクトがメイン

→超小型衛星による低コスト・高頻度な深宇宙探査



©ISAS/JAXA

2. ミッションの目的

キューベレーが獲得する知見と将来構想

超小型衛星による革新的な深宇宙探査の工学実証

- デプロイヤーを用いたデリバリー探査システムの確立
- ハイブリッド推進：ソーラー電力セイル&電気推進

人類未踏の1-5km級 木星トロヤ群を精密観測

- 近接フライバイ探査：形状、表面状態、組成の解明

→次世代深宇宙探査のための、
新たな汎用アーキテクチャの提案・実証へ

フルサクセス

第1回探査後、デプロイヤーが母機へ自律帰還・ドッキングを完了し、観測データを地球へ伝送する。

ミドルサクセス

第1回探査にて、子機の輸送・精密放出・フライバイ観測までの一連のデリバリー技術を実証する。

ミニマムサクセス

ハイブリッド航行による木星圏到達と、デプロイヤーの分離・装填技術を実証する。

一部抜粋

3. ミッションシーケンス

木星トロヤ群における科学探査と超小型衛星を母船とした（複数子機）デリバリー探査の実証

打上げ・セイル展開

Launch

Solar Sail Deployment

惑星間航行

Swing-by

EDVEGA

Target: Trojans Asteroids (1-5km)

トロヤ群到着・フライバイ探査

Releasing CubeSat (Payload)

Both Fly-by

Deployer

デプロイヤー帰還 RVD・再装填

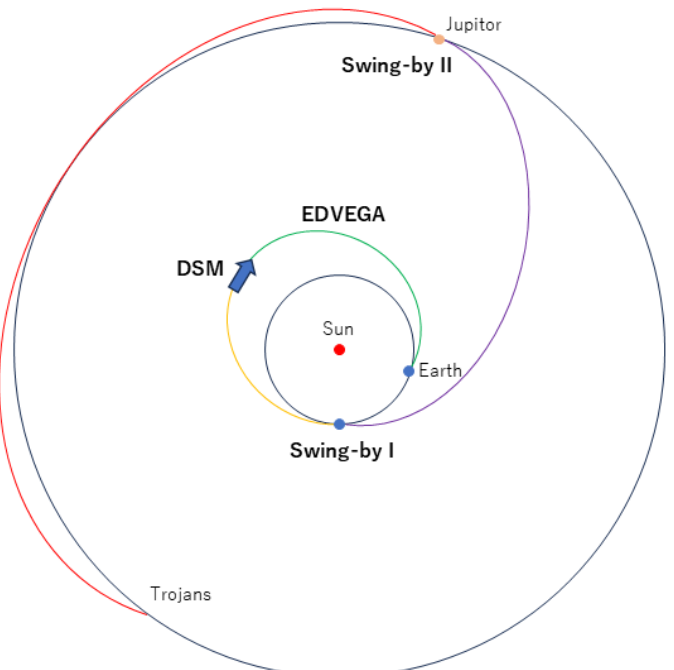
Cybele (Carrier Ship)

Docking to Get a CubeSat

Go to Next Mission

4. 軌道概要

ソーラー電力セイルを用いた遷移軌道の妥当性検証



EDVEGAを用いた遷移軌道

合計要求 Δv ：約2400m/s*
必要燃料：約8.0kg（キセノン）

Missionスケジュール*

E-E：2.0yr（EDVEGA）
E-J：2.5yr
J-A：4.0yr Total：8.5yr

*参考「第68回宇宙科学技術連合講演会 2D16」をもとに、本ミッション向けに再評価した設計値

5. 科学探査概要

分散探査構想による科学探査への貢献

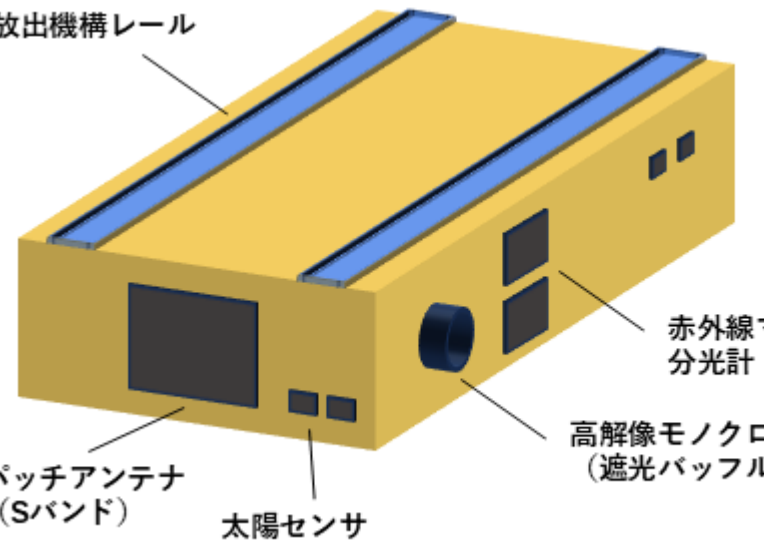
搭載CubeSat（4機）

対象：D/P型木星トロヤ群小惑星（1-5km）

達成項目

- サイズスケール依存性の解明
- 3次元形状モデルの作成
 - プレーター分布調査
- 鉱物組成の分布マップ作成

「多様性」と「共通性」の解明



放出機構レール

赤外線マルチバンド分光計

高解像モノクロカメラ（遮光バツフル）

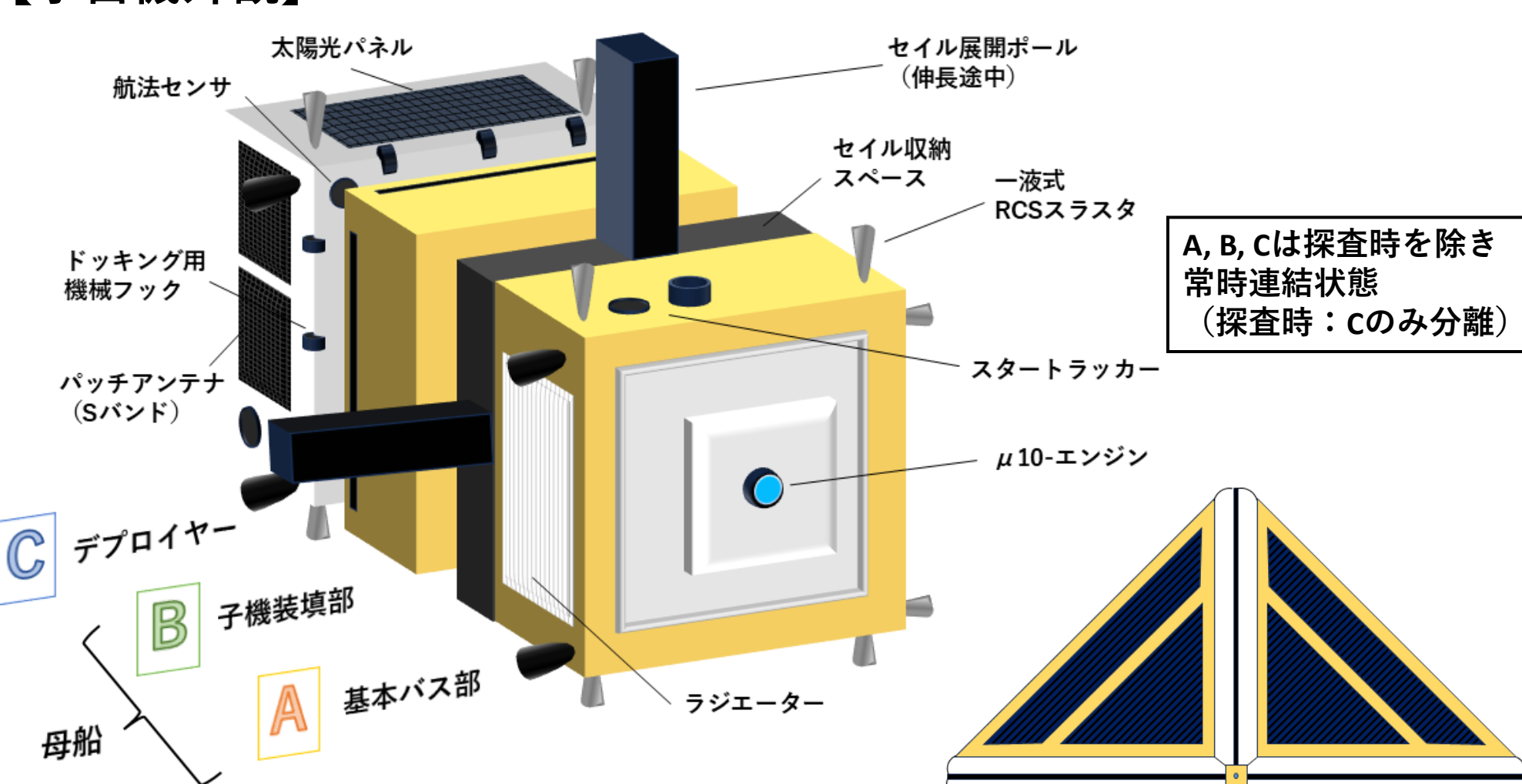
太陽センサ IMU/ジャイロ

パッチアンテナ（Sバンド）

6. 宇宙機システム

宇宙機の詳細設計：超小型衛星による高効率深宇宙探査

【宇宙機外観】



太陽光パネル

航法センサ

ドッキング用機械フック

パッチアンテナ（Sバンド）

セイル展開ポール（伸長途中）

セイル収納スペース

一液式 RCS スラスタ

A, B, Cは探査時を除き常時連結状態（探査時：Cのみ分離）

スタートラッカー

$\mu 10$ -エンジン

ラジエーター

母船

基本バス部

子機装填部

デプロイヤー

【全体外観（セイル展開）】

全 体：120m²
太陽電池：80m²
アンテナ：10m²
特性加速度：0.0023mm/s²

膜面太陽電池

膜面アンテナ（Xバンド）

●主要諸元	A 基本バス部	B 子機装填部	C デプロイヤー
目標寸法 [cm]	50 * 50 * 35	50 * 50 * 20	50 * 50 * 25
目標質量 [wet] [kg]	38.0 + 10.0 (キセノン)	10.0 + 28.0 (子機込)	34.0
基本機能	航行/制御	子機を格納/Cに装填	子機のデリバリー

7. デリバリーシステム概要

一連のデリバリーシステム：子機装填・放出/自律RVD

【B：子機装填部】

デプロイヤーがラッチでボックス内の子機を1台掴み装填を完了する仕組み

C：デプロイヤー側

子機はそれぞれ各ボックスに収納。デプロイヤーに1つ目の子機を装填後次装填子機が（図なら左上方向へ）ベルトコンベアで移動される。

A：基本バス部側

【C：デプロイヤー】

子機を放出後、主エンジン（一液式ヒドラジンエンジン）を用いてキューベレー（母船）まで帰還、RVDを実施。

デプロイヤーの子機格納部を展開

レールに沿って子機を放出

謝 辞

本ミッション案の設計にあたり、宇宙科学研究所の津田雄一教授、帝京大学の藤本翔太様、室蘭工業大学の妻沼朔寿様、東海大学の難波鷗介様、N/S高研究部の齋藤隆太様、ほか多くの先輩、先生方より多大なるご助言を賜りました。この場を借りて、深く感謝申し上げます。