

超小型探査機 EQUULEUSの概要

2022年8月26日
SLS搭載超小型探査機
プロジェクトチーム

EQUULEUSのミッション

(EQUULEUS = EQUilibriUm Lunar-Earth point 6U Spacecraft,
月・地球間のラグランジュ点到達超小型探査機)

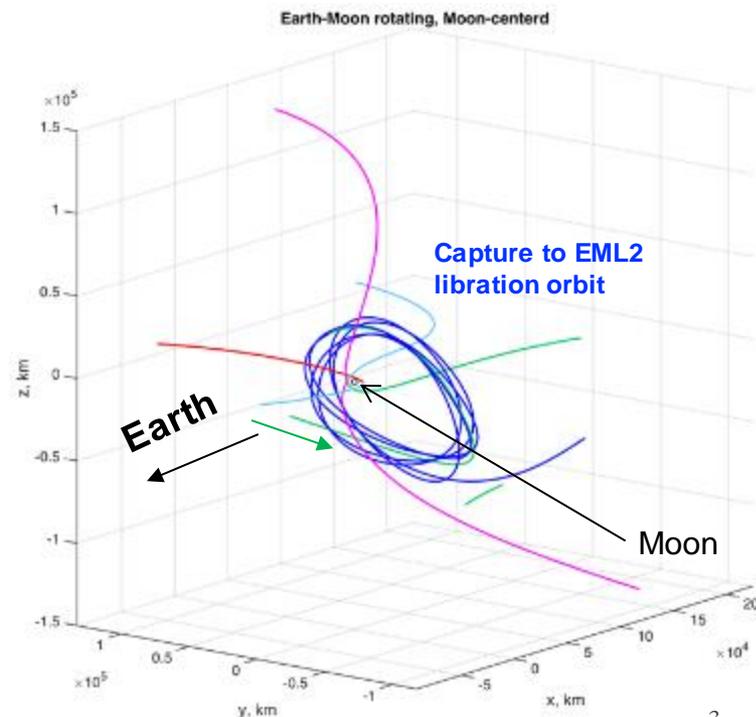
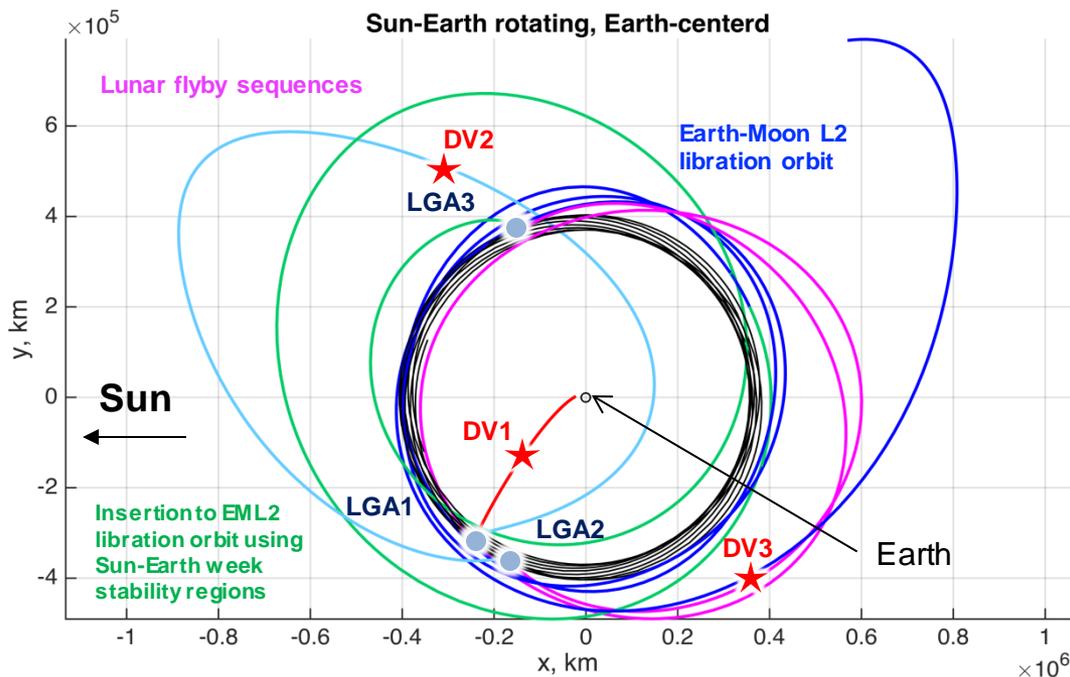
1. [技術実証ミッション] (主ミッション)
太陽-地球-月圏での軌道操作技術を、地球-月系のラグランジュ点L2点 (EML2) への飛行を通じて実証する
2. [科学観測ミッション]
地球の磁気圏プラズマの撮像
3. [科学観測ミッション]
月面衝突閃光観測
4. [科学観測ミッション]
シス・ルナ空間におけるダスト (宇宙塵) 環境計測

主ミッション：太陽-地球-月系における軌道操作技術の実証

月の重カアシスト（スイングバイ）/太陽潮汐力を利用した太陽-地球-月圏での効率的な軌道操作技術を実証する。

半年～1年程度以上の飛行期間はかかるが、数10m/s程度の小さなDV (deterministic)でEML2へ飛行することが可能。

＜EML2への軌道設計例＞



*LGA: Lunar Gravity Assist, EML2: Earth-Moon L2 point

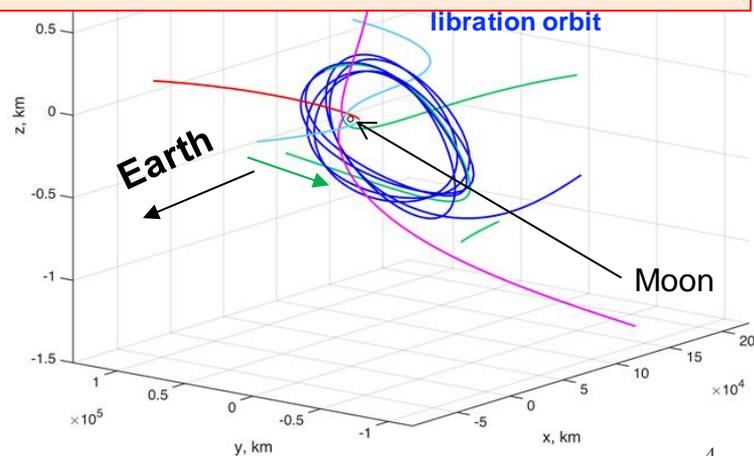
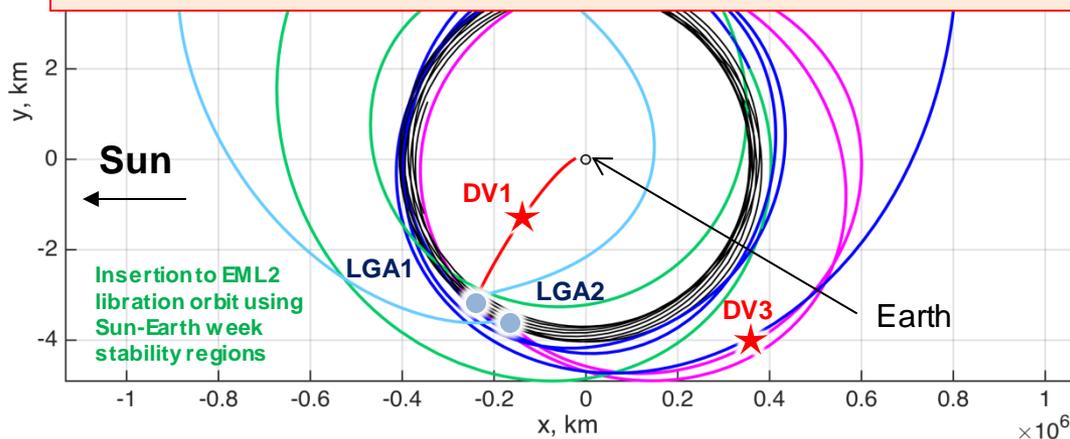
主ミッション：太陽-地球-月系における軌道操作技術の実証

月の重力アシスト（スイングバイ） / 太陽潮汐力を利用した太陽-地球-月圏での効率的な軌道操作技術を実証する。

半年～1年程度以上の飛行期間はかかるが、**数10m/s程度の小さなDV** (deterministic)でEML2へ飛行することが可能。

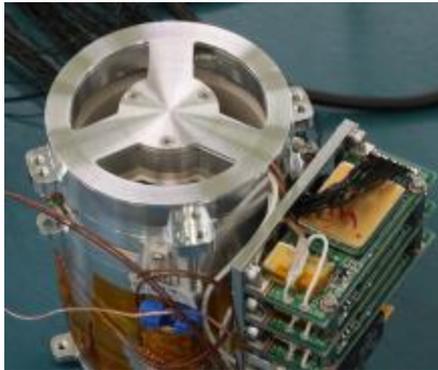
ミッションの意義

- ラグランジュ点ミッションや月ミッション(有人・無人問わず)への相乗り等、打上げ機会・余剰能力を最大限活用し科学成果を最大限追求する手段として、**月近傍への超小型探査機の打上げが活発化することが今後予想**される。本ミッションで超小型探査機による太陽-地球-月系における軌道操作技術を獲得しておくことは、**超小型ミッションの自由度を向上**させ、将来得られる科学成果を拡大することにつながる。



*LGA: Lunar Gravity Assist, EML2: Earth-Moon L2 point

EQUULEUSの科学観測機器



PHOENIX 地球磁気圏プラズマ撮像
(Plasmaspheric Helium ion Observation by Enhanced New Imager in eXtreme ultraviolet)

- Primary science mission of EQUULEUS
- Extreme ultra-violet imager to observe the Earth plasmasphere



DELPHINUS 月面衝突閃光観測
(DEtection camera for Lunar impact PHenomena IN 6U Spacecraft)

- Optical detector of lunar impacts on the back side of the Moon from Earth-Moon L2 point
- 2 detectors installed to reduce misdetections



CLOTH 地球一月圏ダスト検出
(Cis-Lunar Object detector in THERmal blankets)

- Detector of small objects in the cis-lunar space
- Thin-film dust detector contained in and combined with the EQUULEUS's MLI (Multi-Layer Insulation)

探査機のコンフィグレーション・開発担当

System:
JAXA+東大

Solar Array Paddles with SADM
50W@1AU

SAP span:
~1460mm

Chip-scale Atomic Clock (CSAC) [JAXA]

Battery [東大]

PCU [東大]

OBC [東大]

Size: 6U CubeSat
(~10x20x30cm)
Weight: 10.5kg (wet)

Propellant (water) Tank

Deep-space Transponder
+SSPA [JAXA]
(64kbps@1.5M km with MGA)

X-Band LGA x5 [JAXA]

X-Band MGA [JAXA]

CLOTH (dust detector) (in MLI)
[JAXA + 千葉工大
+ 法政大]

Attitude control unit
(IMU, STT, SS, RW)
(<0.02deg pointing accuracy)

Water resistojet thrusters
(DVx2, RCSx4) [東大]
(Isp >70s, Delta-V >70m/s)

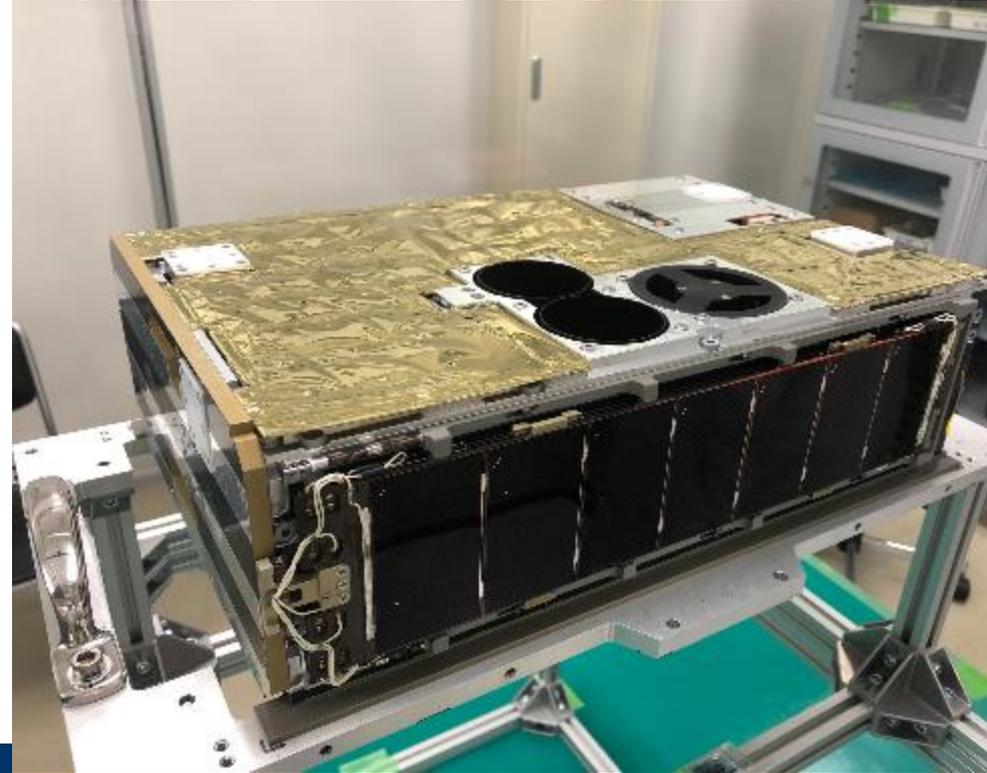
PHOENIX (plasmasphere obs.) [東大]

DELPHINUS (lunar impact flashes obs.) [日大]

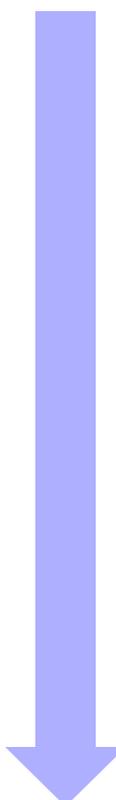
探査機的主要諸元

	Parameter	Value
Structure	Size	6U, with two wings of solar array paddles (with gimbaling)
	Weight	10.5 kg(wet)
Power	SAP	50 W @ 1 AU (BOL)
	BAT	35 W·hr
ADCS	Actuator	Reaction Wheel ×3
	Sensor	Star Tracker ×1, Sun Aspect Sensor ×4, 3-axis MEMS gyro ×1
	Performance	<0.02° pointing accuracy
Propulsion	Thrusters	RCS thruster ×4 (angular momentum desaturation), Delta-V thruster ×2 (orbital maneuver)
	Propellant	1.22 kg H ₂ O (water)
	Performance	~90m/s, 4.9 mN (Delta-V thruster), 73 s Isp
Communication	Frequency	X-band
	Antenna	MGA ×1 (downlink), LGA×5 (downlink), LGA ×2 (uplink)
	Orbit determination	Range and Range Rate, DDOR (Delta VLBI)
	Performance	1 W RF output, 64 kbps at 1.5M km (by MGA)

探査機フライトモデル外観



開発の経緯

- 
- ✓ **プロジェクト発足**: 2016年9月
(基本設計)
 - ✓ **基本設計審査**: 2016年9月
(Engineering Modelの開発)
 - ✓ **詳細設計審査#1**: 2017年7月
(EM試験結果に基づいた設計修正)
 - ✓ **詳細設計審査#2**: 2018年6月
(Flight Model開発)
 - ✓ **開発完了審査**: 2020年12月
 - ✓ **探査機のNASAへの引き渡し**: 2021年7月

打上げ: 2022年8月29日 (予定)

ミッションの運用フェーズ

これらの期間や途中の月フライバイ回数は、
打上げ軌道条件に依存する※
(打上げ日によって異なる軌道設計になる)



※8/29打ち上げの場合は、約1年かけてEML2へ到達予定。
打ち上げ直後も含めて2回の月フライバイ予定。

8月29日打上げのクリティカルフェーズ運用計画

開始時刻	終了時刻	運用局	主な運用イベント
			8/29 21:33 打上げ
			8/30 01:24 EQUULEUS分離、自動太陽捕捉制御開始
8/30 01:25	8/30 04:25	マドリード	初期チェックアウト
8/30 10:35	8/30 12:05	ゴールドストーン	
8/30 12:38	8/30 21:40	美笹	三軸姿勢制御移行、推進系チェックアウト、テストマヌーバ
8/31 02:10	8/31 03:35	マドリード	
8/31 11:05	8/31 13:25	ゴールドストーン	
8/31 13:23	8/31 21:42	美笹	DV1開始
9/1 03:30	9/1 06:00	マドリード	
9/1 08:55	9/1 09:55	ゴールドストーン	
9/1 13:40	9/1 21:44	美笹	DV1バックアップ
9/2 00:00	9/2 02:15	マドリード	
9/2 13:52	9/2 21:44	美笹	TCM
9/3 03:45	9/3 05:45	マドリード	TCM終了確認
9/3 14:00	9/3 21:42	美笹	軌道決定
9/4 01:05	9/4 05:55	マドリード	
9/4 13:45		—	月最接近(月フライバイ)

その後、軌道決定および月フライバイ後の軌道修正を経て、EML2へ向かう軌道への投入結果を確認する