

# Comet Interceptorミッションにおける 超小型探査機の活用

2022/01/18

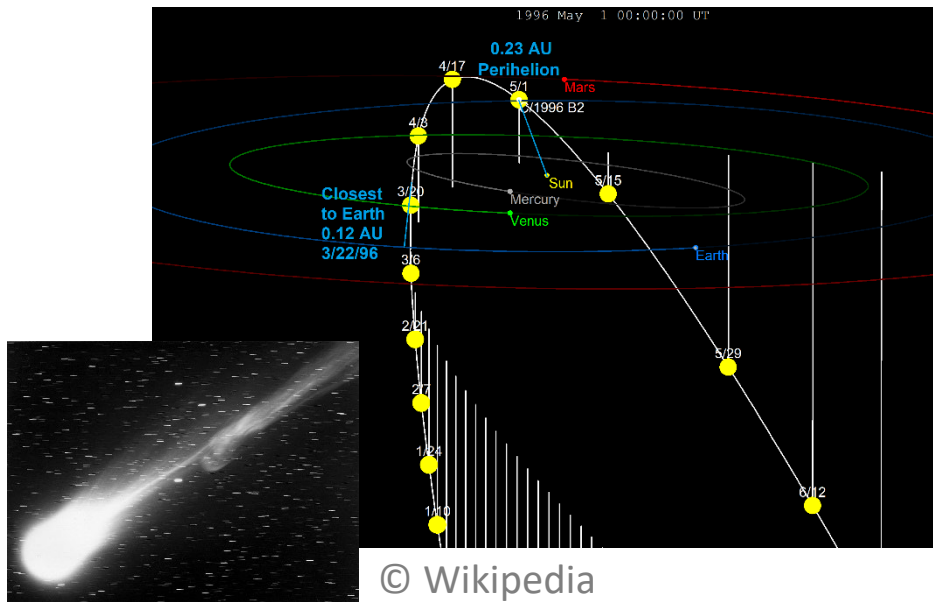
船瀬 龍 (JAXA/東大)

Comet Interceptor検討チーム

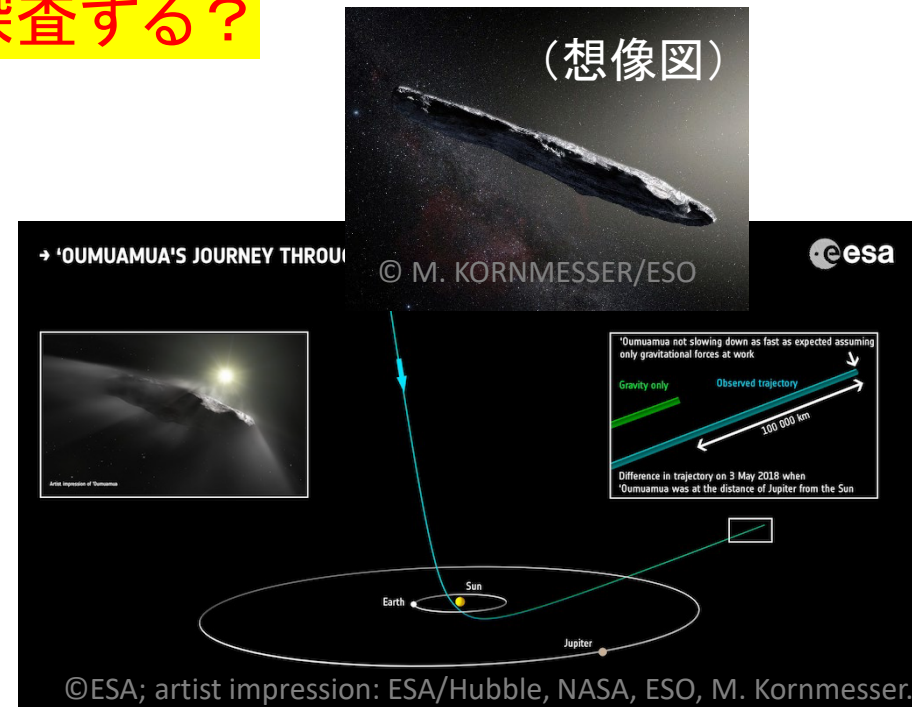
# Comet Interceptor ミッションの目的

- 彗星の中でも特に始原的とされるカテゴリーに属する長周期彗星あるいは、あわよくばオウムアムアに代表される恒星間天体を、人類として初めて直接探査する。

どうやって探査する？



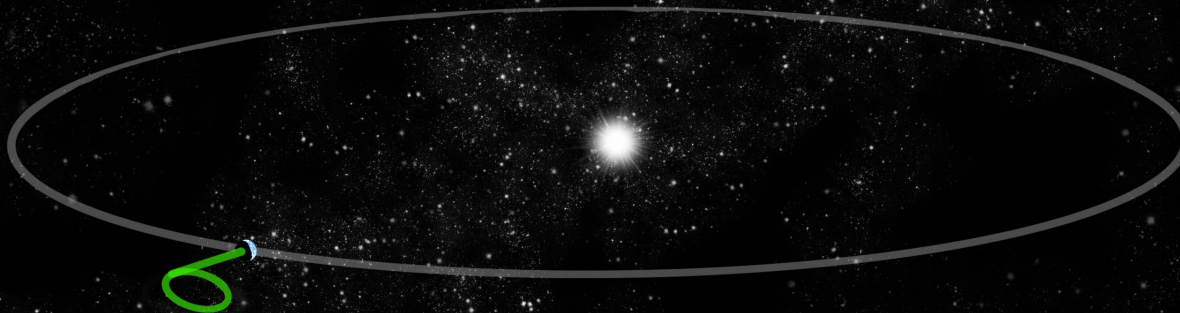
百武彗星 (C/1996 B2)  
(長周期彗星)



1I/`Oumuamua  
(恒星間天体)

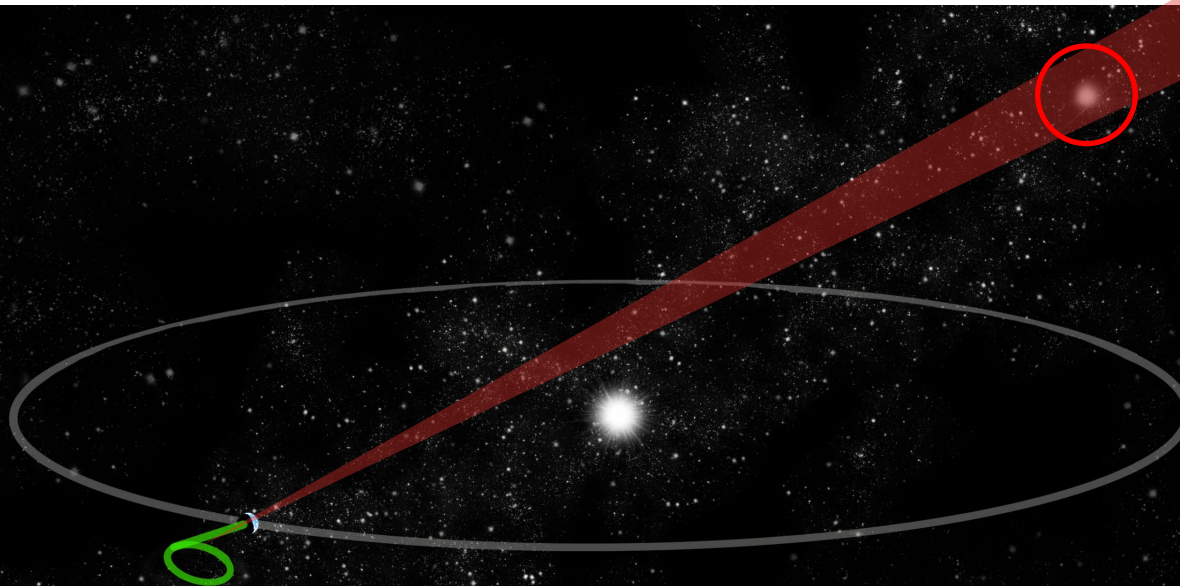
# インターセプター（迎撃機）方式による探査

- 太陽－地球系のラグランジュ点（L2点）に探査機を待機させる
- ターゲットの発見を待つ



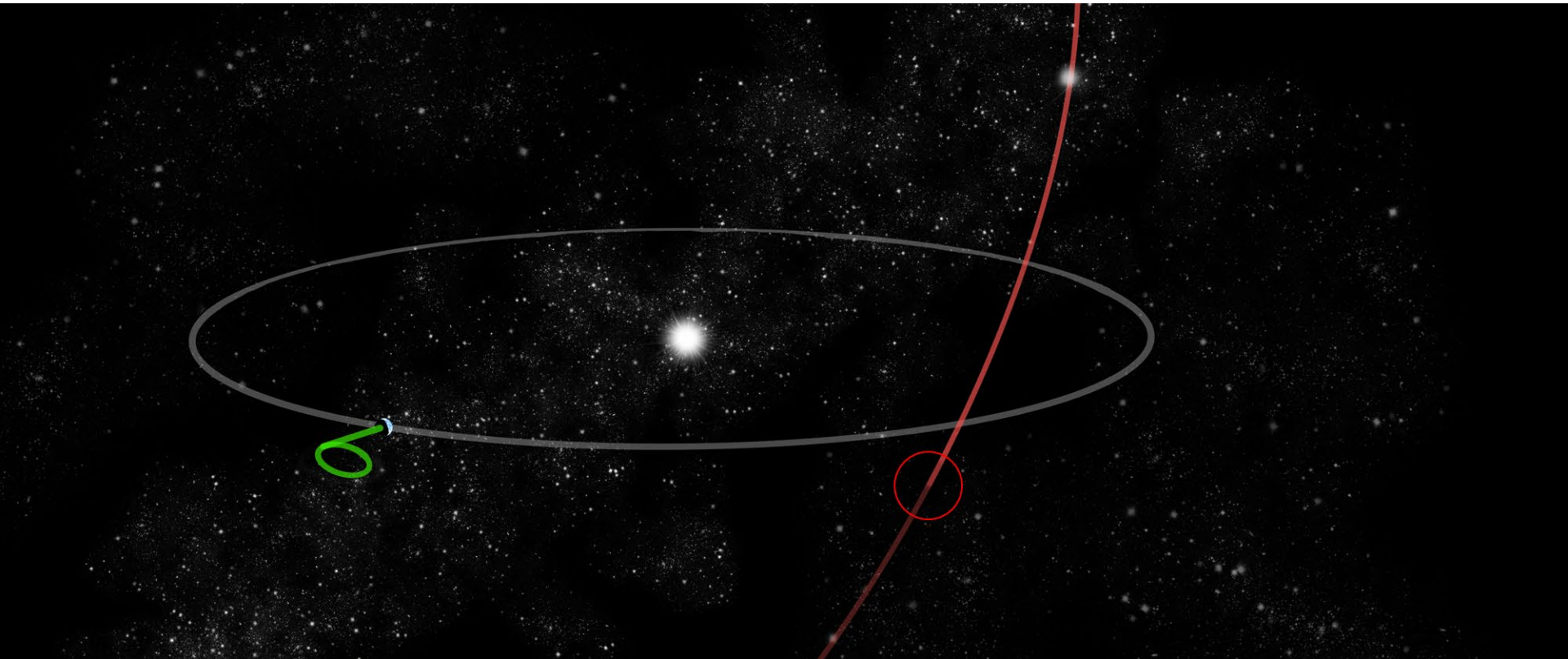
# インターセプター（迎撃機）方式による探査

- 地上観測により太陽系内に進入してくるターゲットを発見する



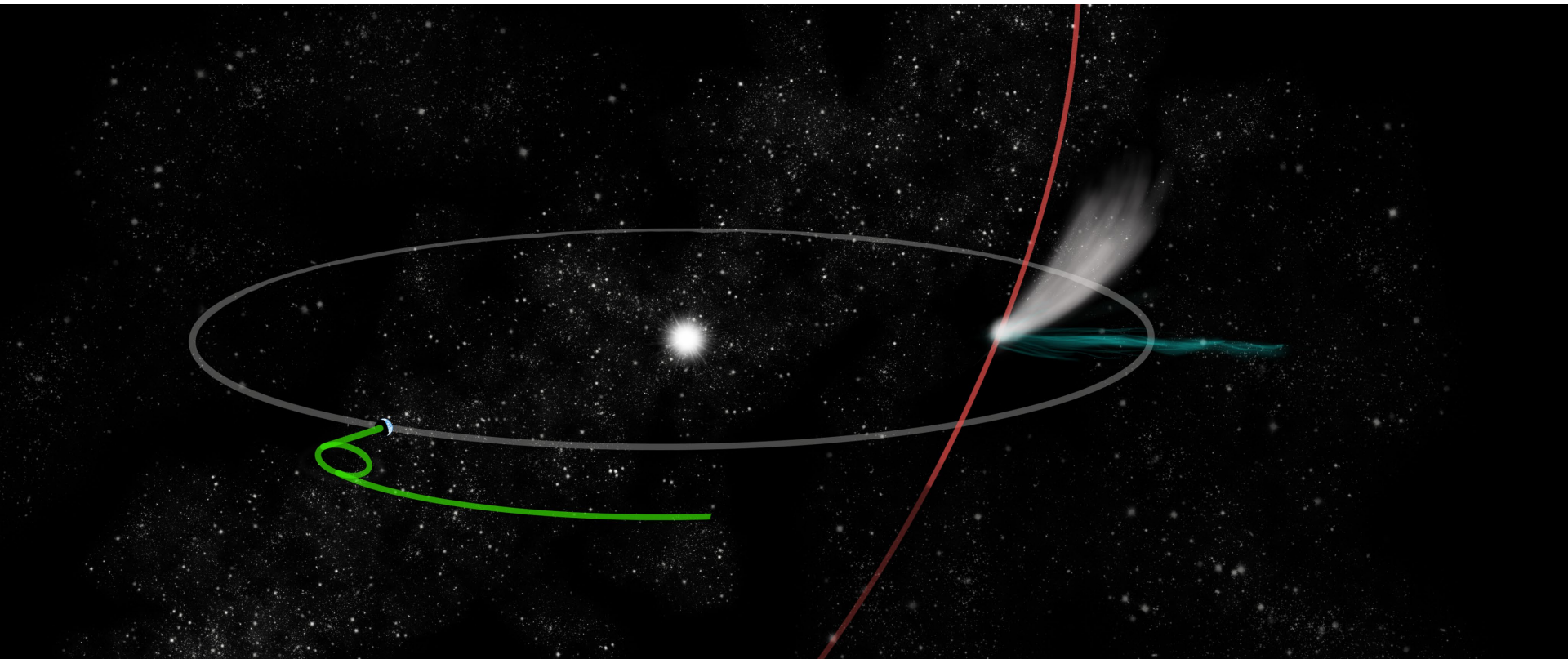
# インターセプター（迎撃機）方式による探査

- 軌道を計算し，黄道面をクロスする点を予測する



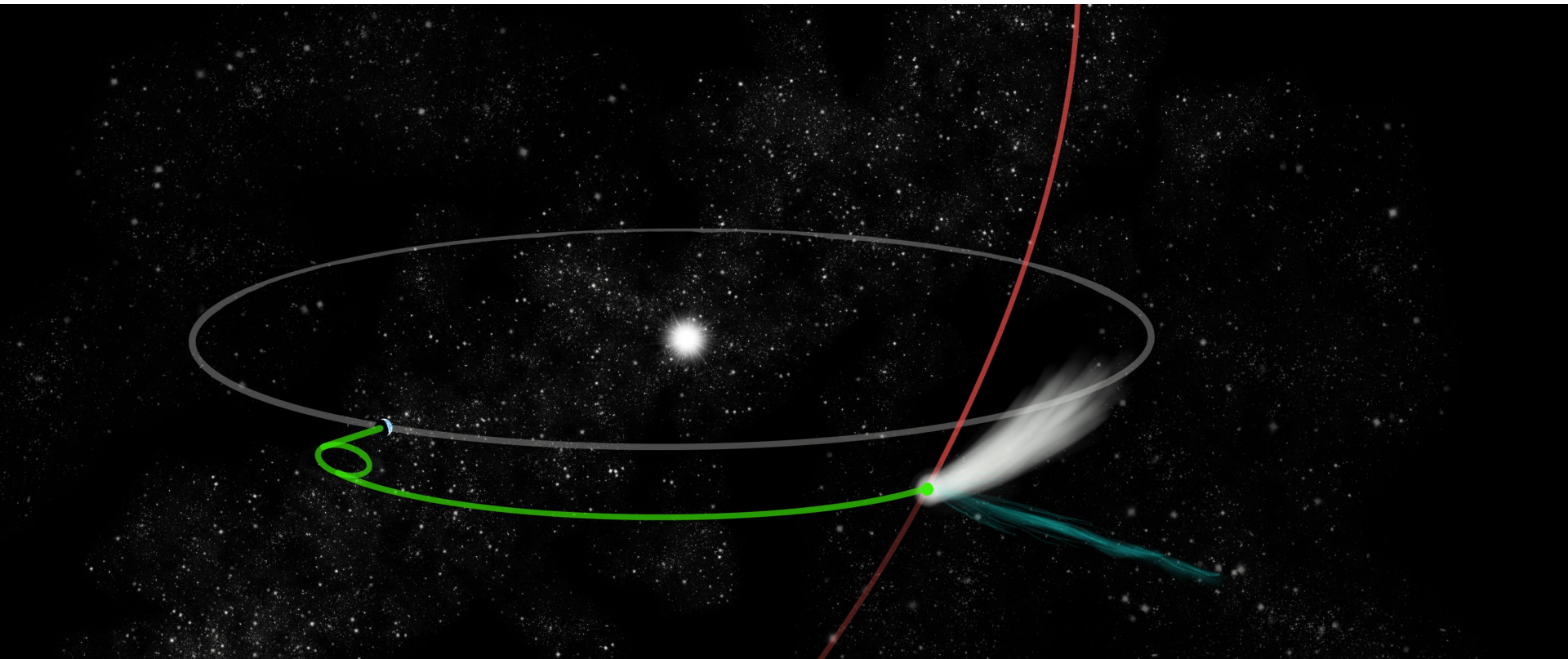
# インターセプター（迎撃機）方式による探査

- 探査機がL2点を離脱し，彗星をinterceptするpathに入る

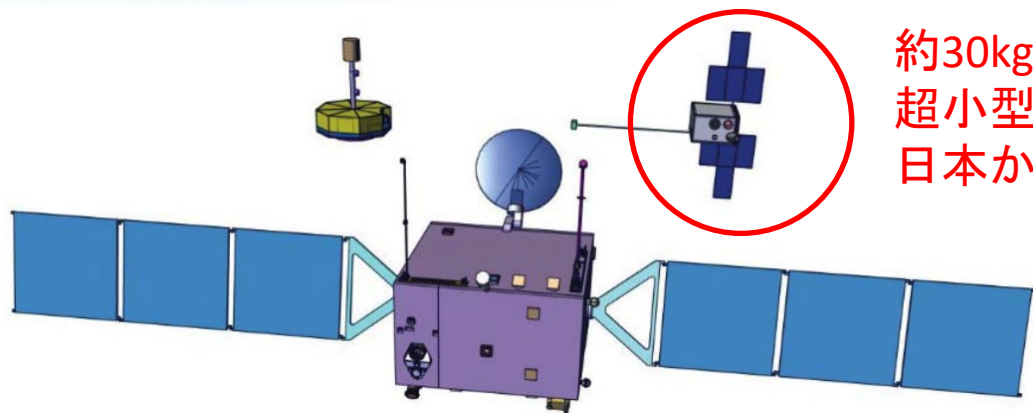
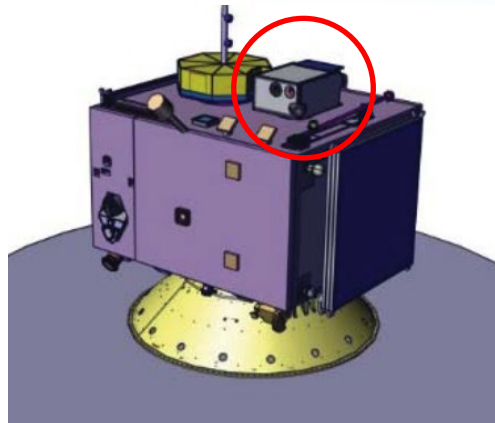
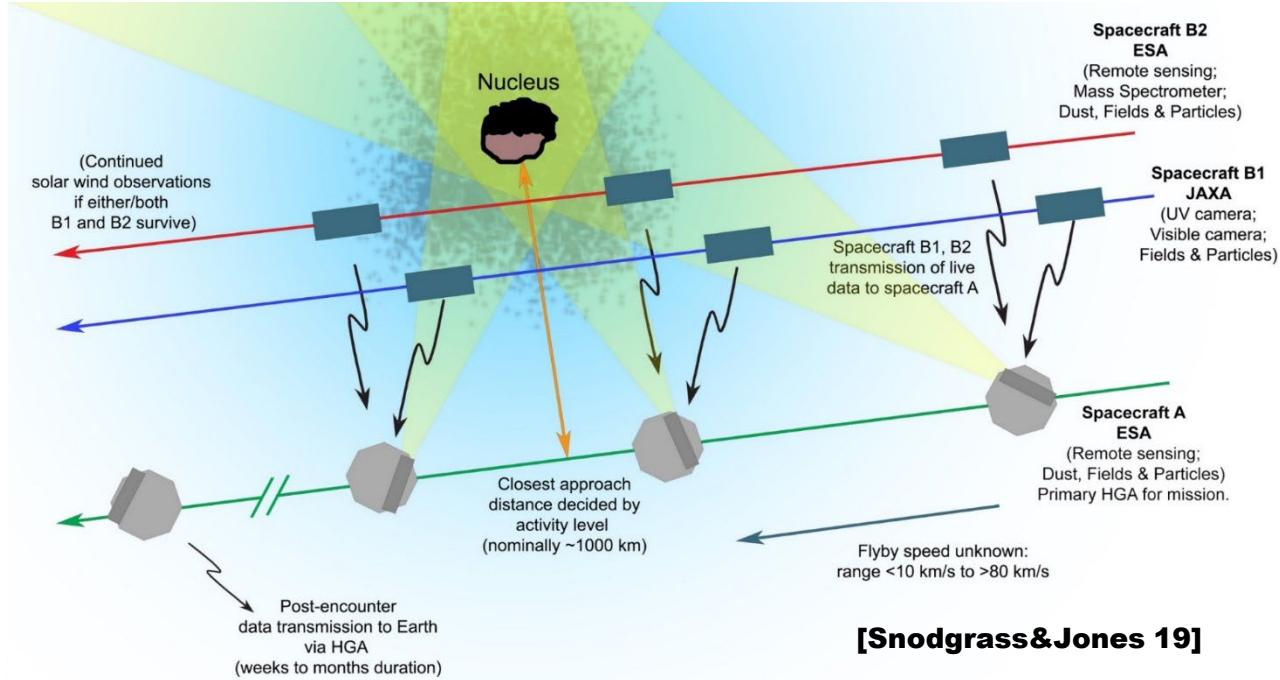


# インターセプター（迎撃機）方式による探査

- 黄道面上で彗星とencounterする



# 複数の探査機による多角的なフライバイ観測



約30kg/24Uの  
超小型探査機を  
日本から提供



# 3機の探査機の搭載機器とサイエンステーマ

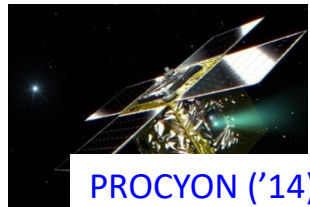
親機1台(探査機A)と子機2台(探査機B1, B2)によるフライバイで、彗星の核表面・コマを多角的に撮像・分光しつつ、周囲のプラズマ-太陽風相互作用を同時多点観測する

S/C	Payload	観測内容	サイエンスターゲット	
			核 形状, 地形・地質, 組成	彗星活動 ダスト, ガス, プラズマ
A	CoCa	可視/近赤外	X	X
	MIRMIS	近赤外/熱赤外	X	X
	MANIaC	中性粒子		X
	DFP-A	ダスト, 電磁場, プラズマ, ENA		X
B2	DFP-B			X
	OPIC	可視/近赤外	X	X
	EnVisS	可視	X	X
B1	NAC/WAC	可視	X	X
	HI	Ly- $\alpha$		X
	PS	イオン, 磁場		X

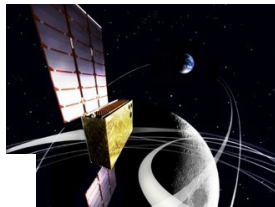
日本の担当

# ヘリテージを活用した国際協力ミッション

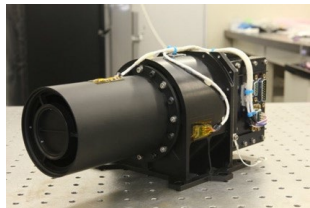
バスは、SLS相乗りCubeSat EQUULEUS(2022年打ち上げ予定)等の超小型衛星・探査機の搭載機器のヘリテージをベースとし、観測装置も過去/開発中ミッションの成果をベースとして開発。約30kg/24UサイズのCubeSat型探査機を開発する。



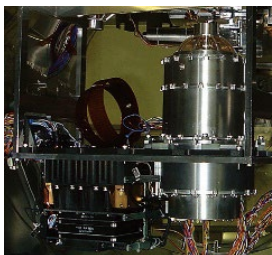
PROCYON ('14)



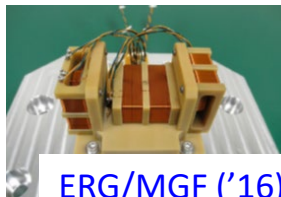
EQUULEUS ('22)



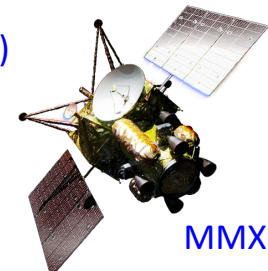
PROCYON  
/LAICA ('14)



Kaguya/IMA ('07)



ERG/MGF ('16)



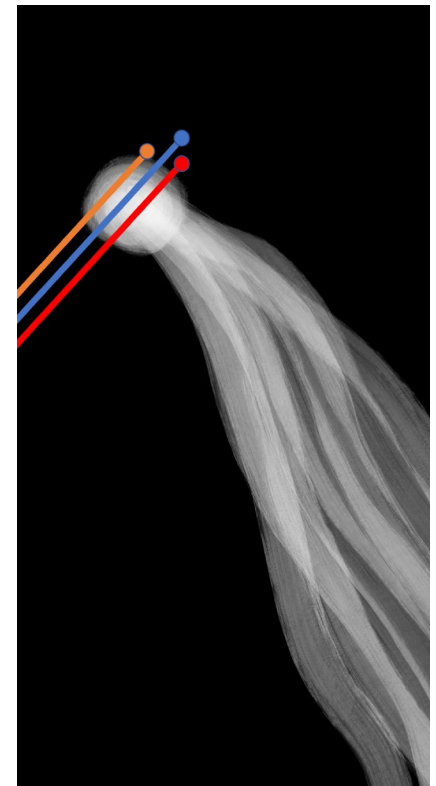
MMX ('24)

超小型探査機システム

水素Lyman- $\alpha$  イメージャ (HI)

プラズマSuite (PS)

可視カメラ (NAC/WAC)



# Comet Interceptor ミッションの位置づけ

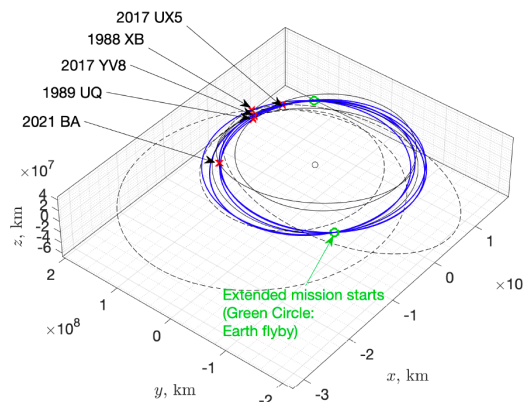
# Comet Interceptorミッションの位置づけ①

## • 超小型衛星の発展，探査への活用の推進

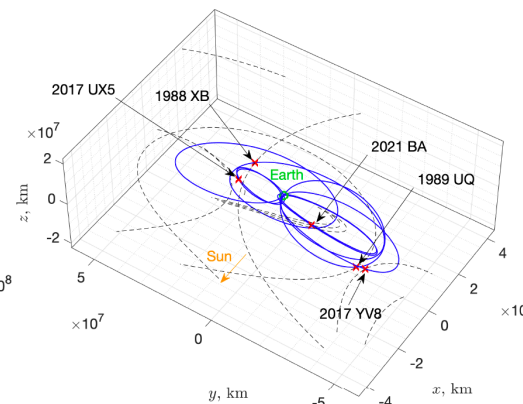
- 親機・子機構成：探査における超小型衛星の活用方法の1つを実証
  - 親機 + 子機構成 → 高度な探査，リスクを取った探査
  - 現地への輸送と現地での探査の分離 → 活動環境を限定することによる最適化（極限まで小型軽量化できる）
- 副目的：JAXAとしての超小型探査機の“作り方”の実証
  - より多様で高頻度・高度な超小型探査ミッションの時代を見据えて，これまでの完全インハウス開発から，メーカーとJAXAが共同で開発するスタイルへ
  - 挑戦的なミッションの開発のあり方の試行 → より大規模なプロジェクトにおける開発のあり方にも一石を投じる

# Comet Interceptor ミッションの位置づけ②

- 待ち受け型/フライバイ探査による太陽系探査手法の革新へ
  - 待ち受け型探査：従来アクセス不可能だった天体へのアクセスを可能にする (e.g., 恒星間天体) → フライバイ探査技術が重要
  - 待ち受け方法の工夫により, 軌道変換と地球スイングバイを繰り返しながら, 普段は高頻度/定期的にNEAを探査しつつ, タイミングが来たら恒星間天体等の突発飛来天体を即応的に探査することも可能
  - Comet Interceptor (極限まで小型軽量化されたフライバイ観測プローブ)
  - DESTINY+ (高い軌道変換能力を持った小型探査機)
  - ⇒ 複数探査機 × 圧倒的多数の天体の探査：新しい太陽系探査スタイルの実現



(a) Sun-centered, ECLIPJ2000 inertial frame



(b) Earth-centered, Sun-Earth line fixed rotational frame

## まとめ

- Comet Interceptorは、**待ち受け型**という新しい探査スタイルにより、従来は探査不可能と考えられてきた**長周期彗星**あるいは**恒星間天体の探査**に人類として初めて挑戦するESA主導のミッションである。
- 複数機による多点同時フライバイ観測を実施するにあたって、日本は**超小型プローブ1機**の開発を担当することを検討中。
- 日本として、Comet Interceptorミッションを通じて、**超小型衛星の探査への活用を推進**できる（**探査形態の実証と開発手法の実証**）だけでなく、**待ち受け型/フライバイ探査による太陽系探査手法の革新**も狙えるのではないかと。