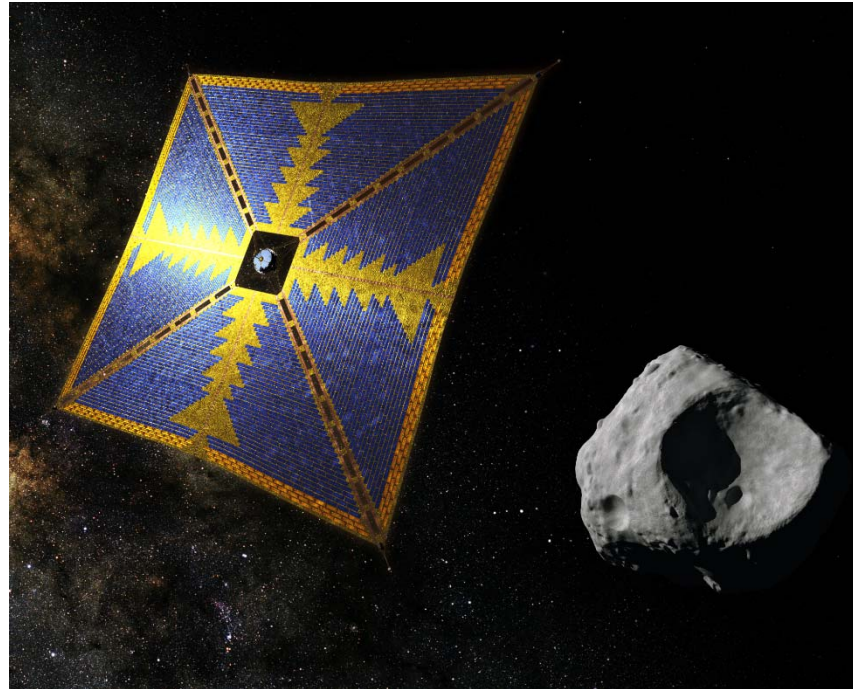


ソーラー電力セイル探査機による 外惑星領域探査

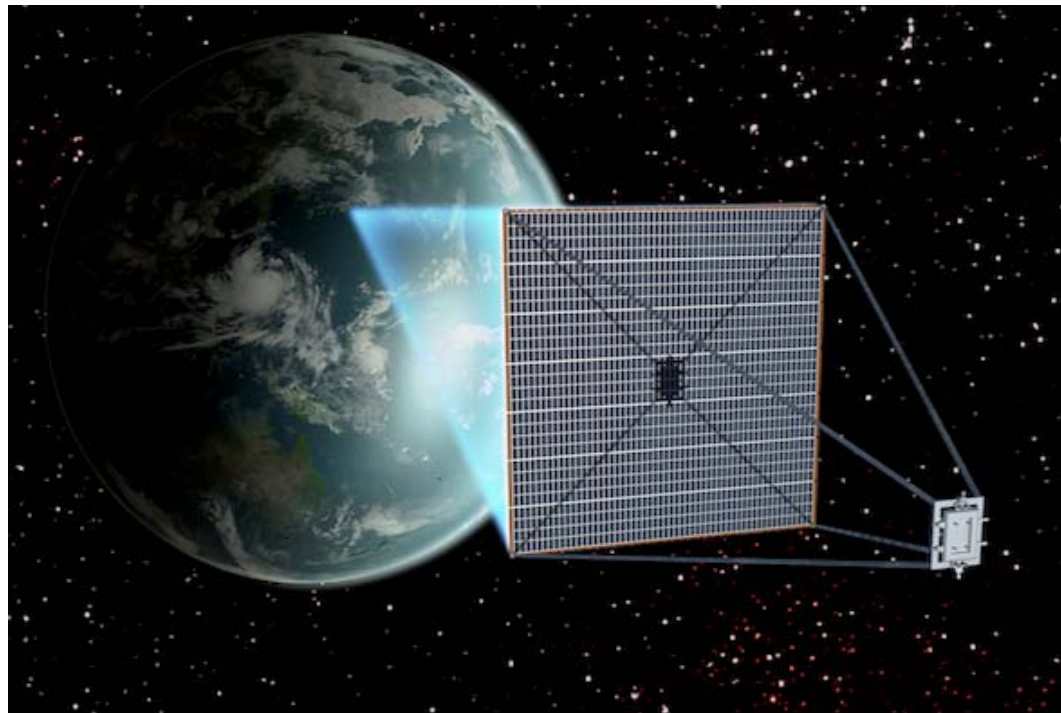


森 治, 岡田 達明, ソーラー電力セイル準備チーム

ソーラー電力セイル探査機の略称

SPS = Solar Power Sail(ソーラー電力セイル)とすると

SSPS = Space Solar Power System(宇宙太陽光発電システム)と紛らわしい.



ソーラー電力セル探査機の略称

オケアノス

OKEANOS

ソーラー電力セイル探査機の略称

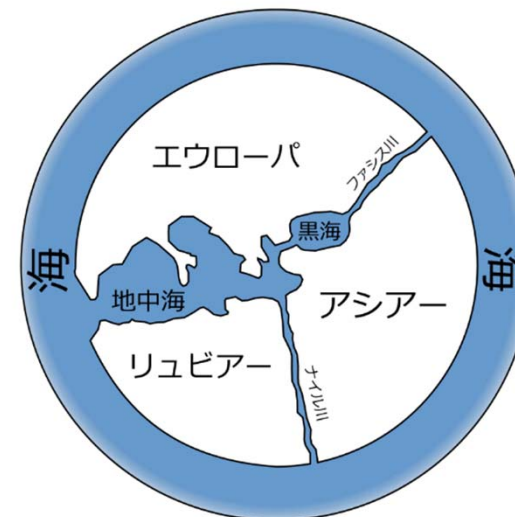
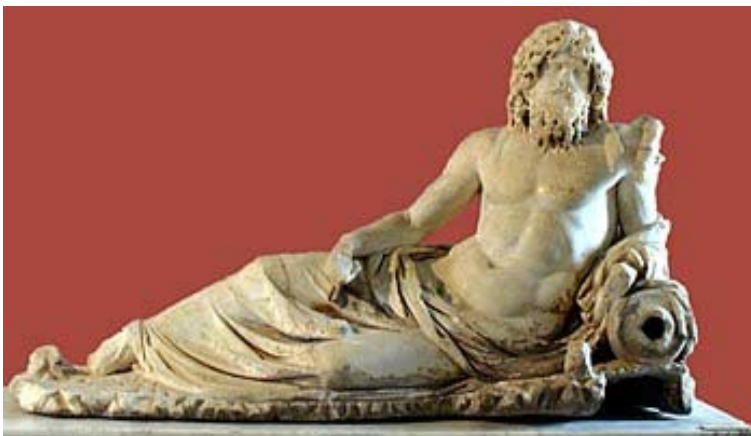
オケアノス = 外惑星領域探査と宇宙航法のための特大凧型探査機

**OKEANOS = Oversize Kite-craft for Exploration and AstroNautics
in the Outer Solar system**

ギリシア神話に登場する海神。天(ウラヌス)と大地(ガイア)の間に生まれた長男。ギリシア神話の世界は円盤状で、大陸の周りを海が取り囲み海流(オケアノス)がぐるぐると回っているとされた。オケアノスの領域は「地の果て」を意味する。

IKAROS(= Interplanetary Kite-craft Accelerated by Radiation Of the Sun)のKite-craftを継承しつつ、それよりも大きいことを示している。

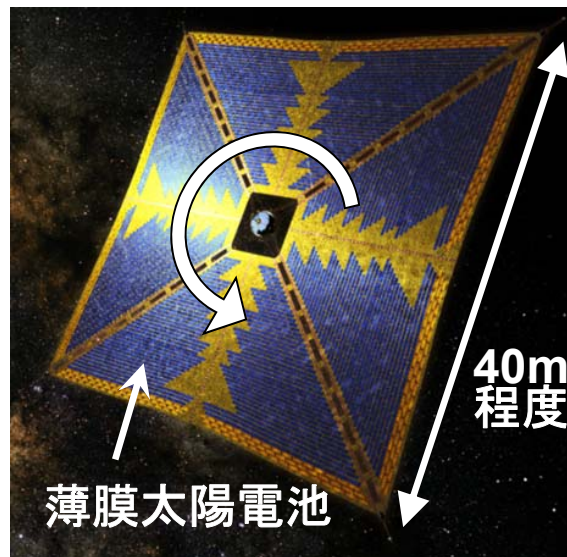
ソーラー電力セイルが、外惑星領域を超えて日本独自の太陽系大航海時代を切り開く帆船でありたい、という決意から命名。



ソーラー電力セイル探査機「OKEANOS」

＜ソーラー電力セイル＞

大型のセイル膜面上に搭載した**薄膜太陽電池**で発電し(**電力**の確保),
外惑星領域でも**高比推力イオンエンジン**により航行する(**燃料**の節約).



薄膜太陽電池

- 1辺40m程度の大面积 (IKAROSの10倍程度)
- 超軽量発電システムを構成 (1kW/kg)
- 木星距離で大電力を発電可能 (5kW@5.2AU)

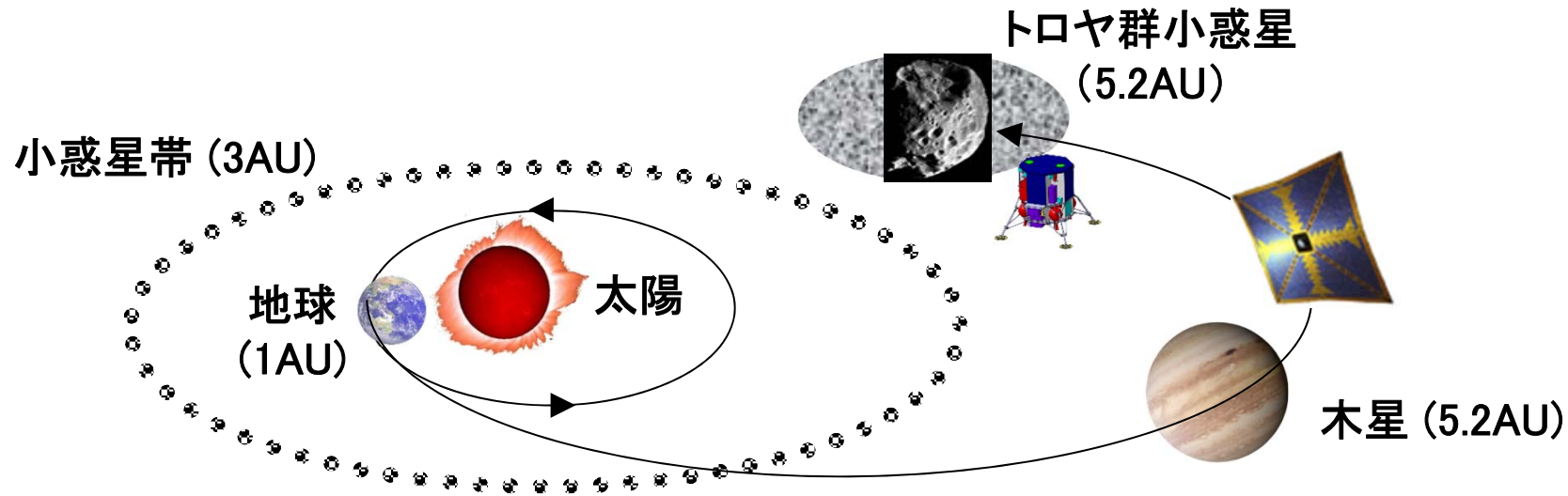
高比推力
イオンエンジン

- 比推力7000秒 (はやぶさの2倍以上)
- 外惑星領域で大きな ΔV を獲得可能



高比推力イオンエンジン

Plan-Aミッションシーケンス：着陸



2026: 打上げ

2027: 地球スイングバイ

2030: 木星スイングバイ

2039: トロヤ群小惑星到着

2040: 着陸機による着陸・試料採取・その場分析

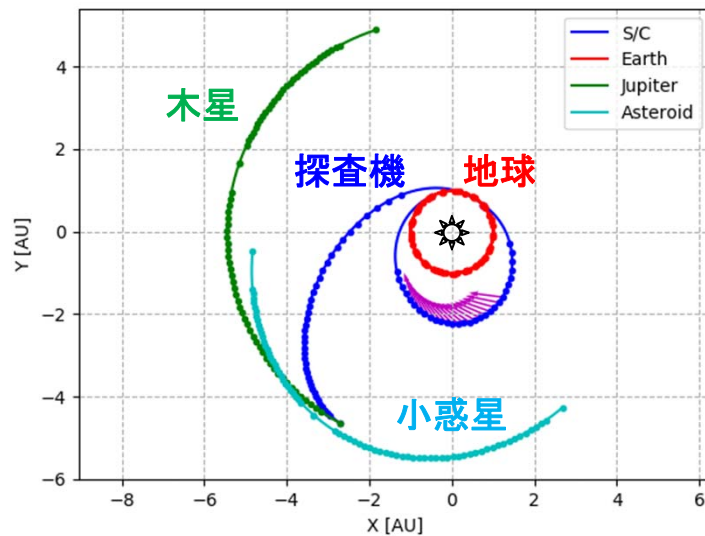
往路: 13年

ランデブー: 1年

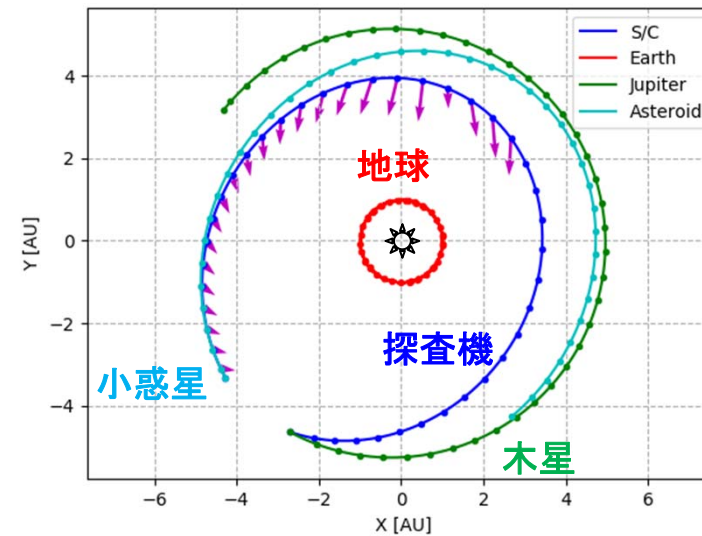
Plan-A軌道例

目標天体: 1998 WR10(L4) ※ 候補天体は毎年数個ある.

| フェーズ | 開始 | 終了 | 必要 ΔV [m/s] |
|------------|-----------|-----------|---------------------|
| 2yr EDVEGA | 2026/1/20 | 2027/11/4 | 954 |
| 地球-木星遷移 | 2027/11/4 | 2030/8/15 | - |
| 木星-小惑星遷移 | 2030/8/15 | 2039/1/20 | 2498 |

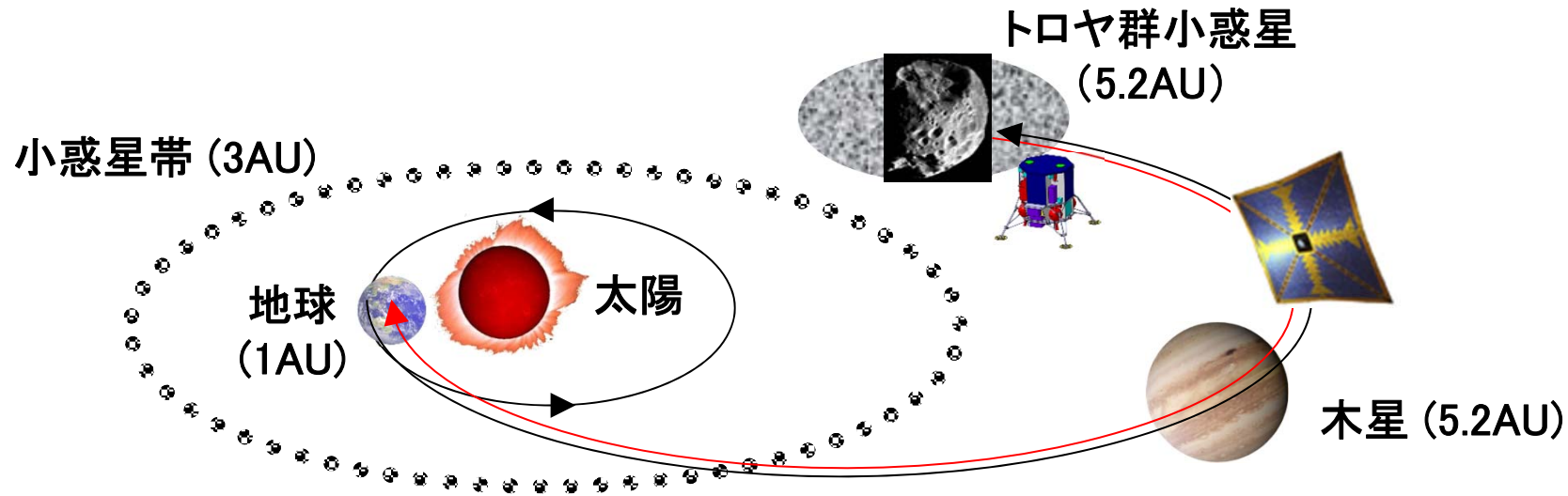


2yr EDVEGA+地球-木星遷移



木星-小惑星遷移

Plan-Bミッションシーケンス: 着陸 & サンプルリターン



2026: 打上げ

2027: 地球スイングバイ

2030: 木星スイングバイ

2039: トロヤ群小惑星到着

2040: 着陸機による着陸・試料採取・その場分析

2040: トロヤ群小惑星出発

2054: 木星スイングバイ

2057: 地球帰還

往路: 13年

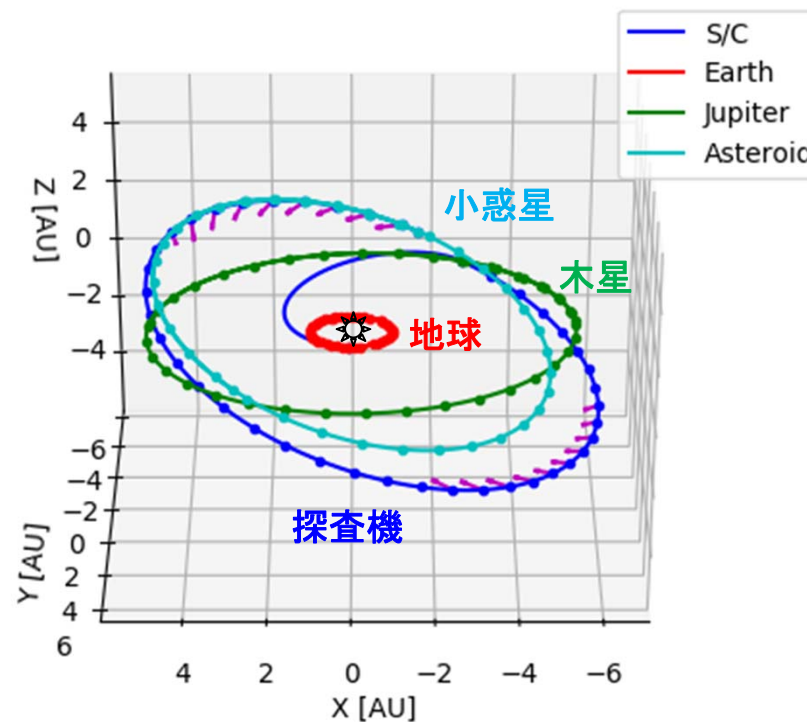
ランデブー: 1年

復路: 17年

Plan-B軌道例

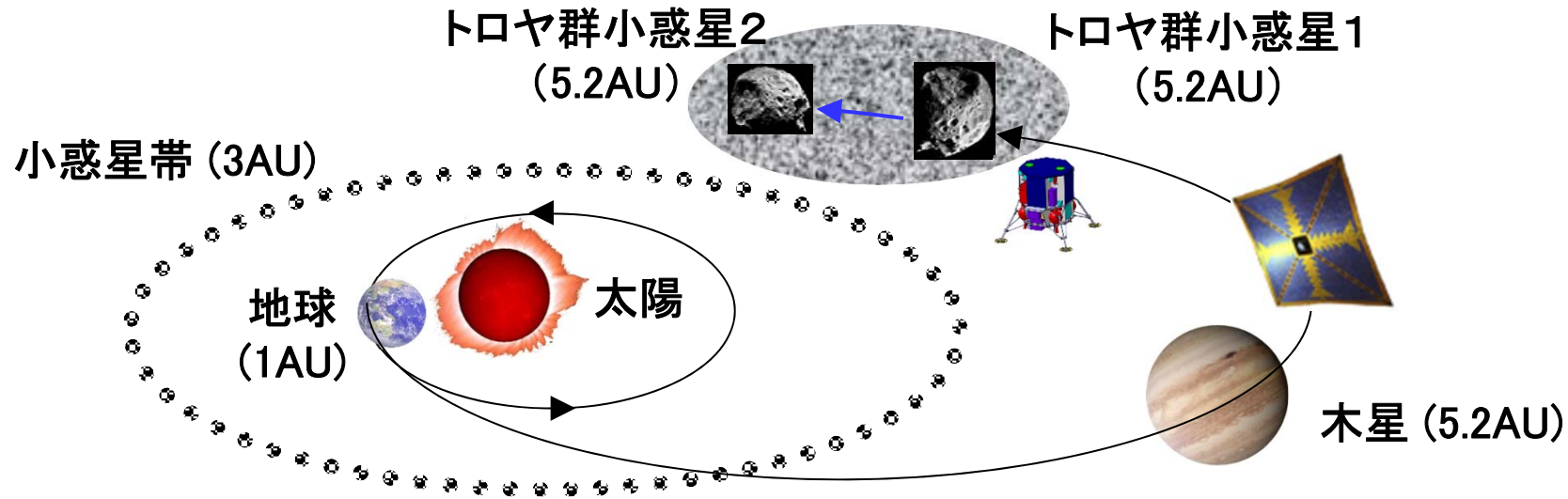
目標天体: 1998 WR10(L4)

| フェーズ | 開始 | 終了 | 必要 ΔV [m/s] |
|----------|-----------|------------|---------------------|
| 小惑星-木星遷移 | 2040/7/20 | 2054/5/6 | 2209 |
| 木星-地球遷移 | 2054/5/6 | 2057/12/19 | - |



1998 WR10からの復路軌道

Plan-A'ミッションシーケンス: 着陸 & マルチ・ランデブ



2026: 打上げ

2027: 地球スイングバイ

2030: 木星スイングバイ

2039: トロヤ群小惑星1到着

2040: 着陸機による着陸・試料採取・その場分析

2040: トロヤ群小惑星1出発

2048: トロヤ群小惑星2到着

往路1: 13年

ランデブー: 1年

往路2: 8年

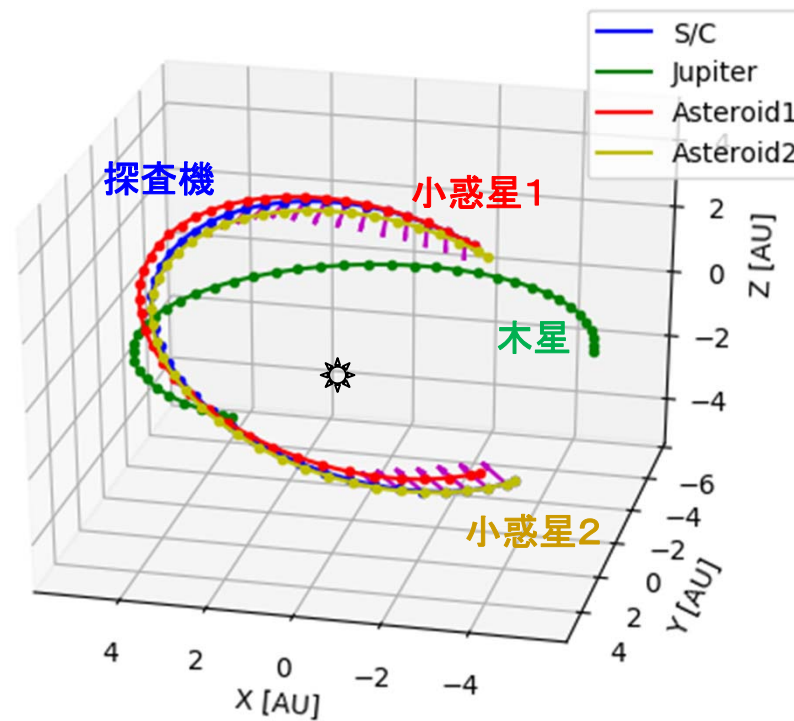
※Lucyのマルチ・フライバイを踏まえ、P型とD型のトロヤ群小惑星を詳細に調査する。

Plan-A'軌道例

目標天体: 2005 LB37 or 2009 UW26

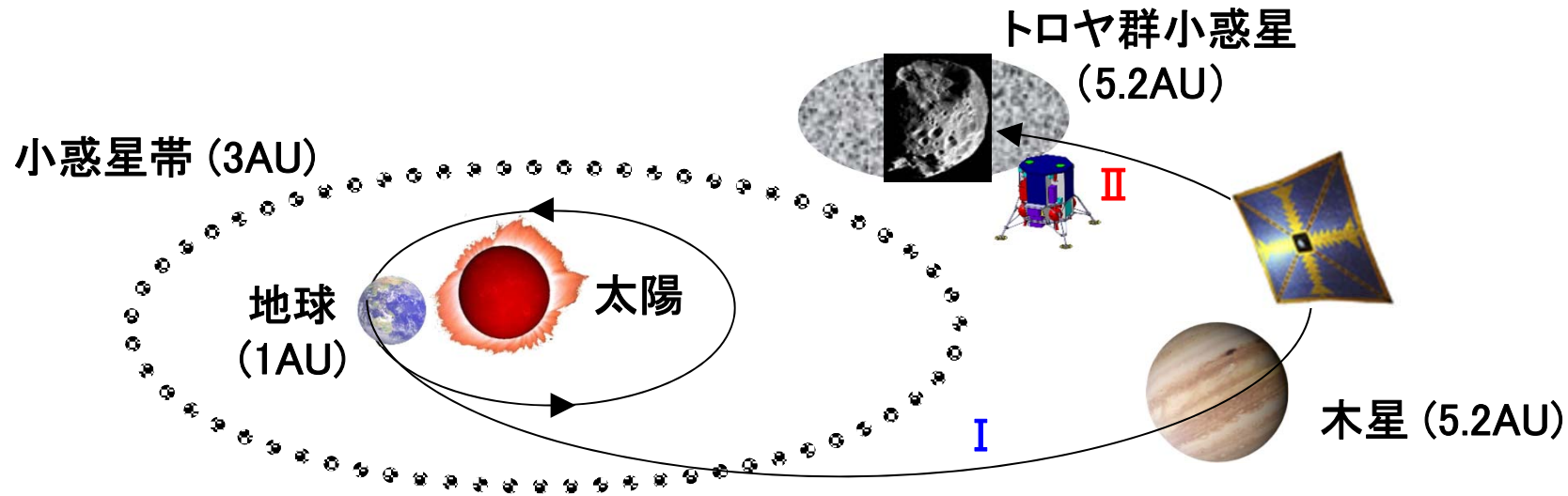
※ 遷移期間を変えると別の候補天体が見つかる

| フェーズ | 開始 | 終了 | 必要 ΔV [m/s] |
|-----------|-----------|-----------|---------------------|
| 2005 LB37 | 2040/7/20 | 2048/7/20 | 1895 |
| 2009 UW26 | 2040/7/20 | 2048/7/20 | 1931 |



1998 WR10から2005 LB37への軌道

科学観測



I. クルージングフェーズ

- ・宇宙赤外線背景放射の掃天観測 (EXZIT)
- ・太陽系ダスト分布のその場計測 (ALDN2)
- ・ガンマ線バーストの偏光観測 (GAP2)
- ・磁場観測 (MGF)

II. ランデブーフーズ

- ・トロヤ群小惑星の観測・試料分析

ミッション目的

1. 航行技術の実証

中型計画規模で、外惑星領域の着陸・往復に必要なペイロードを輸送するため、ソーラー電力セイル探査機を開発し、航行技術を実証する。

2. 探査技術の実証

トロヤ群小惑星にランデブーして、着陸機を着陸させ、表面および地下試料を採取し、その場分析・サンプルリターンを行う、というミッションシーケンスを実現することで、必須となる探査技術をまとめて実証する。

3. 科学観測

深宇宙空間のクルージング環境を利用した科学観測およびトロヤ群小惑星での科学観測を実施する。

- 外惑星領域での航行技術と探査技術を実証・獲得し、「より遠く、より自在に、より高度な」宇宙探査活動を実現する。
- 本計画は実験機という位置づけであり、これを踏まえた本番機で第一級の科学成果を狙う太陽系探査ミッションを実現し、日本が太陽系探査を先導する。

小天体探査と外惑星領域探査

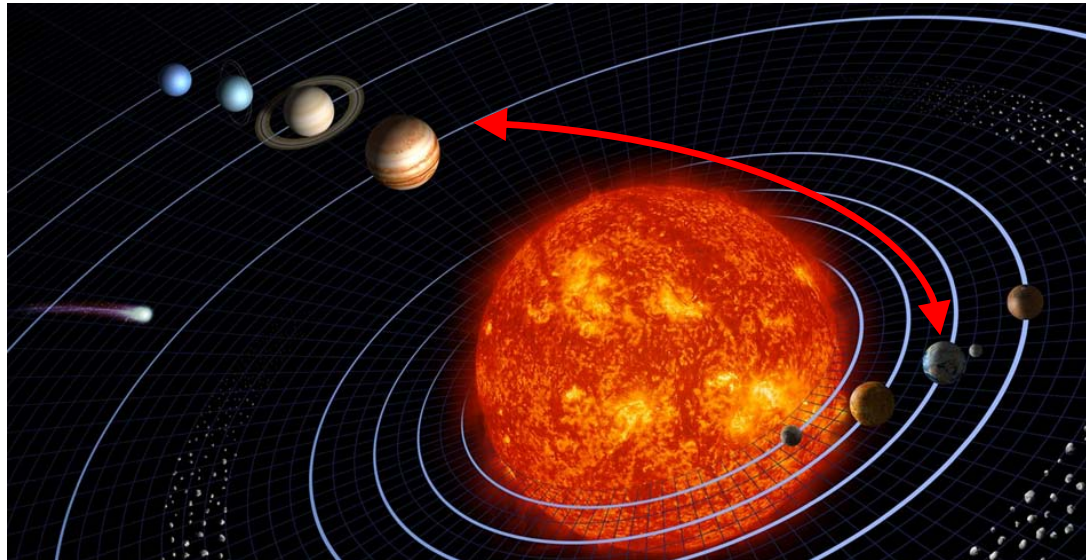
| | 小惑星 | 彗星 | 木星圏 | 土星圏 | 天王星 | 海王星 | 冥王星 EKBO |
|--------------|--|---------------|-----------------------------|------------|-----|-----|-----------------|
| フライバイ | ●U,E,C ■J | ●J,U,E,R | ●U ■U:Lucy ■J:OKEANOS | ●U | ●U | ●U | ●U:New Horizons |
| 周回 ランデブ | ●J,U,R ■U | ●E | ●U ■E/J:Juice ■U:EJSM | ●U | ■U | | |
| 着陸 | ●J,U ■E/G | ●E/G:Philae | ●U ■J:OKEANOS | ●E:Huygens | ■U | | |
| サンプル リターン | ●J:Hayabusa ▲J:Hayabusa2, U:OSIRIS-Rex ■E,R | ●U ■U → | ■J:OKEANOS | | | | |
| 有人往復 | ■U:ARM | | | | | | |

● 実績
▲ 運用中
■ 開発・検討中

J = 日本; U = 米国; E = ESA; R = ロシア・旧ソ連; G = ドイツ; C = 中国

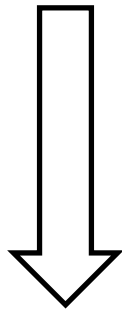
ソーラー電力セルにより
外惑星領域での直接探査(着陸・サンプルリターン)が可能となる。

OKEANOSの位置付け



木星以遠の外惑星領域の直接探査

大電力・
高比推力化



| 電力源 | 推進機関 | ミッション |
|--------|--------------|--------------------|
| 原子力電池 | 化学推進 | Voyager, Cassiniなど |
| 太陽電池 | | Juno, Rosettaなど |
| | 電気推進 | はやぶさ, はやぶさ2など |
| 薄膜太陽電池 | 高比推力 電気推進 | OKEANOS |

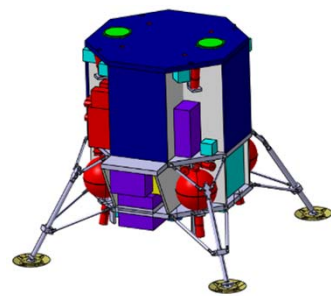
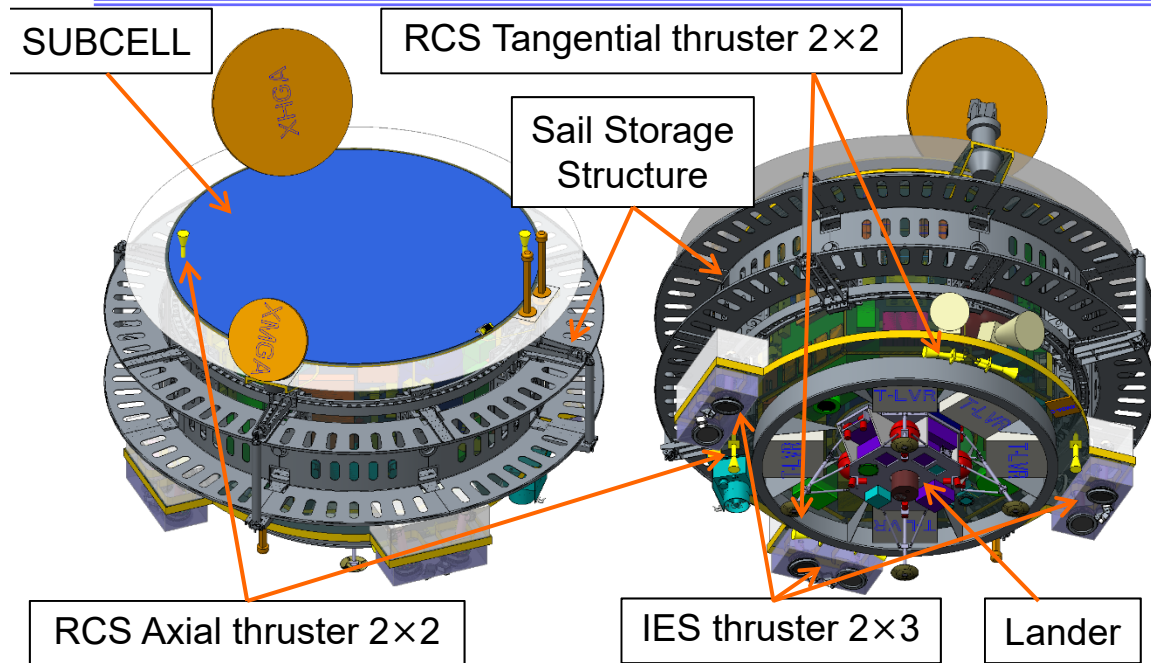
活動状況

中型計画のPhase-A1(2年間)の活動中.

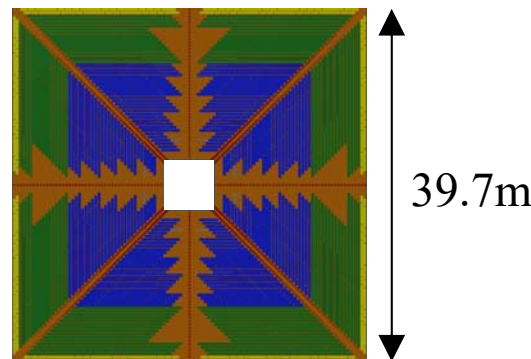
探査機システムおよびキー技術の成立性を確認し,
スケジュールとコストの精度を高める.

| | |
|---------|---|
| システム検討 | Plan-A, B, A'の成立性の確認 コンフィギュレーションの確定 |
| 通信系 | より優れた通信系の提案 |
| 電力セイル | 薄膜太陽電池のユニット化, 発電性能の評価 BBMの製作 |
| 展開機構 | 実スケールでのセイルの収納試験・部分展開試験 展開機構の改良・軽量化 |
| イオンエンジン | イオンラスタ電源(IPP)のBBM開発 中和器EMの長期間動作試験(40000時間以上) |
| 観測機器 | サンプリングパッケージのBBM製作 |

Plan-Aのシステム設計



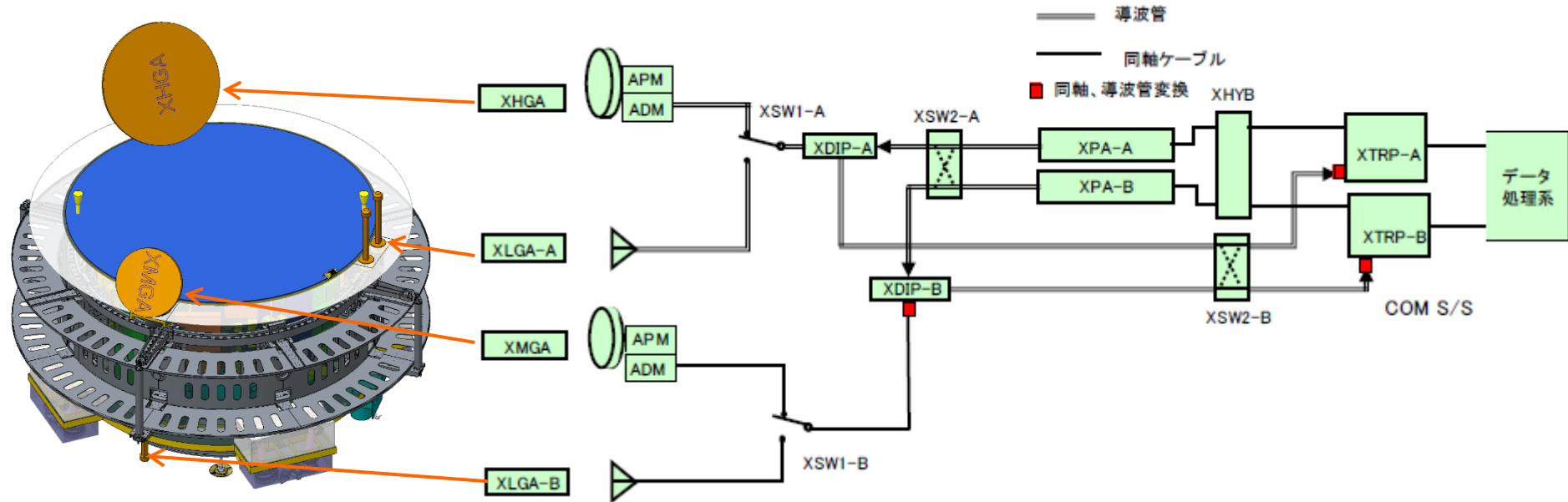
DLRとの国際協力



| サブシステム | 質量 [kg] |
|----------------|---------------|
| ミッション機器(着陸機除く) | 41.6 |
| 着陸機 | 100.0 |
| 電源系 | 50.4 |
| 通信系 | 43.5 |
| データ処理系 | 18.8 |
| 化学推進系 | 52.6 |
| イオンエンジン系 | 110.9 |
| 姿勢制御系 | 35.9 |
| ソーラー電力セイル系 | 407.8 |
| 電気計装 | 47.7 |
| 構造系 | 179.5 |
| 熱制御系 | 67.3 |
| DRY質量 | 1156.1 |
| 化学推進系燃料 | 93.5 |
| イオンエンジン系燃料 | 109.4 |
| WET質量 | 1359.0 |

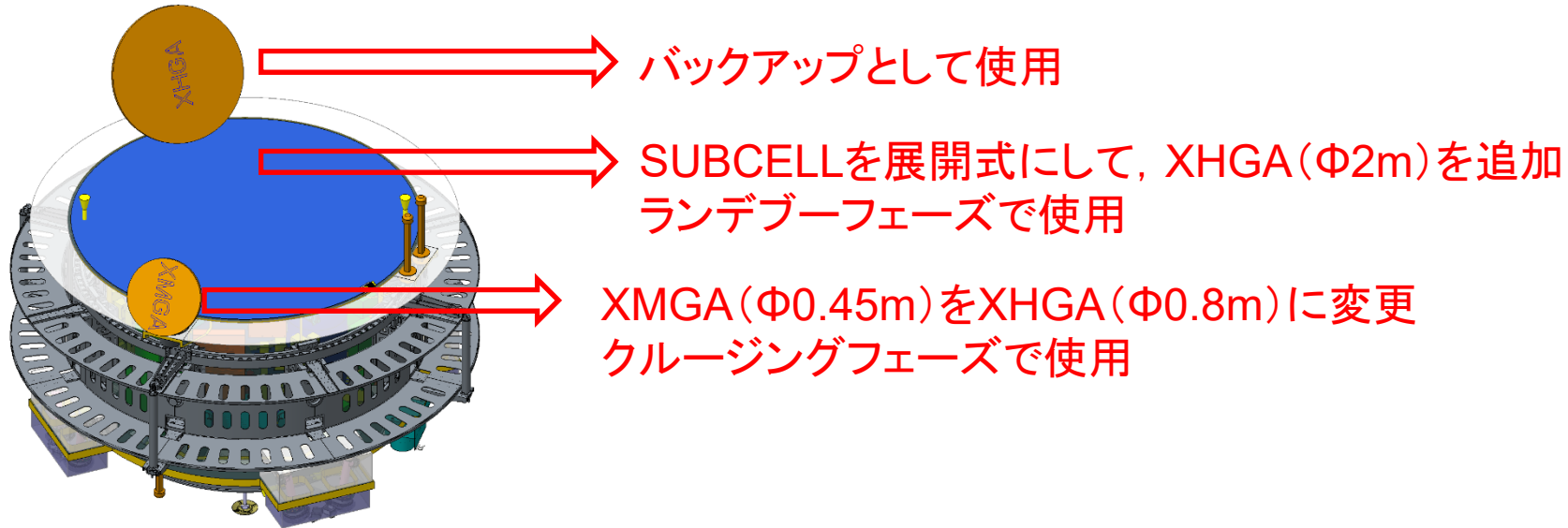
Plan-Aが成立することを確認済み. Plan-B, Plan-A'の成立性を確認中.

通信系の見直し(現状)



- ・テレメトリ
 ランデブーフーズ: XHGA(Φ0.8m), 1Kbps以上
 クルージングフェーズ: XMGA(Φ0.45m), 32bps以上
- ・コマンド
 XLGA(±Z面), 8bps以上

通信系の見直し(改善案)



・テレメトリ

ランデブーフーズ: XHGA(Φ0.8m), 1Kbps以上 → XHGA(Φ2m), 4Kbps以上

クルージングフェーズ: XMGA(Φ0.45m), 32bps以上 → XHGA(Φ0.8m), 1Kbps以上

・コマンド

XLGA(±Z面), 8bps以上

姿勢制御や送信出力も見直す.

ソーラー電力セイルの科学観測

■ クルージング中（片道13年）

深宇宙探査機を観測プラットフォームとして利用

⇒ 地球近傍では実現できない深宇宙観測、惑星間空間観測を実現

■ ランデブー期間中（1.5年）

リモートセンシングによるトロヤ群小惑星のグローバル観測

⇒ 地形・地質・物質（鉱物・有機物・氷）等の探査で天体像の理解
および着陸地点の選定

■ 表面着陸（～20時間）

トロヤ群小惑星の表面に着陸して表層物質にアクセス

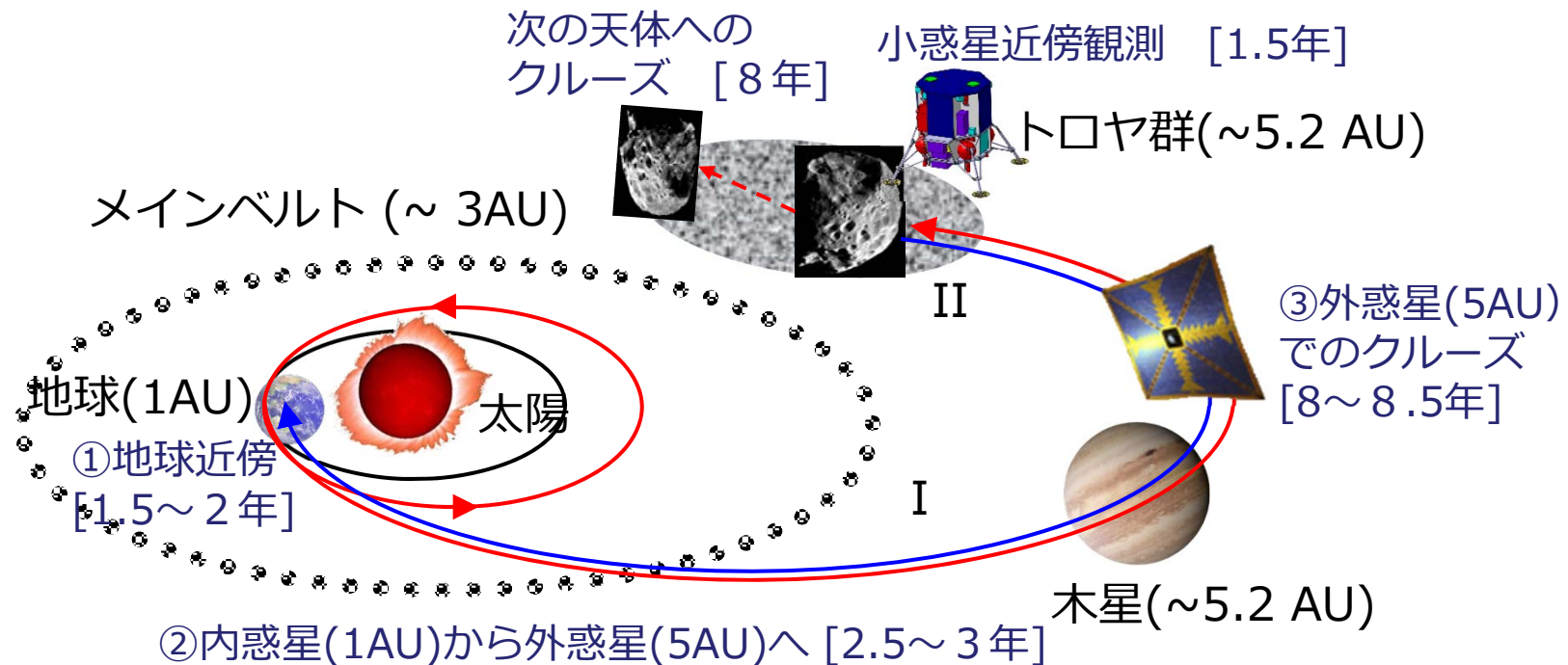
⇒ 「低温」太陽系史を紐解く揮発性成分の組成・同位体分析、
組織観察、物理状態計測等を実現

■ サンプルリターン（オプション）

表層物質を地球に持ち帰り、最新技術で分析

⇒ 化学組成・微細組織・同位体比・年代測定など高精度・高解像度で実現

■ 打ち上げ後のクルージング期間



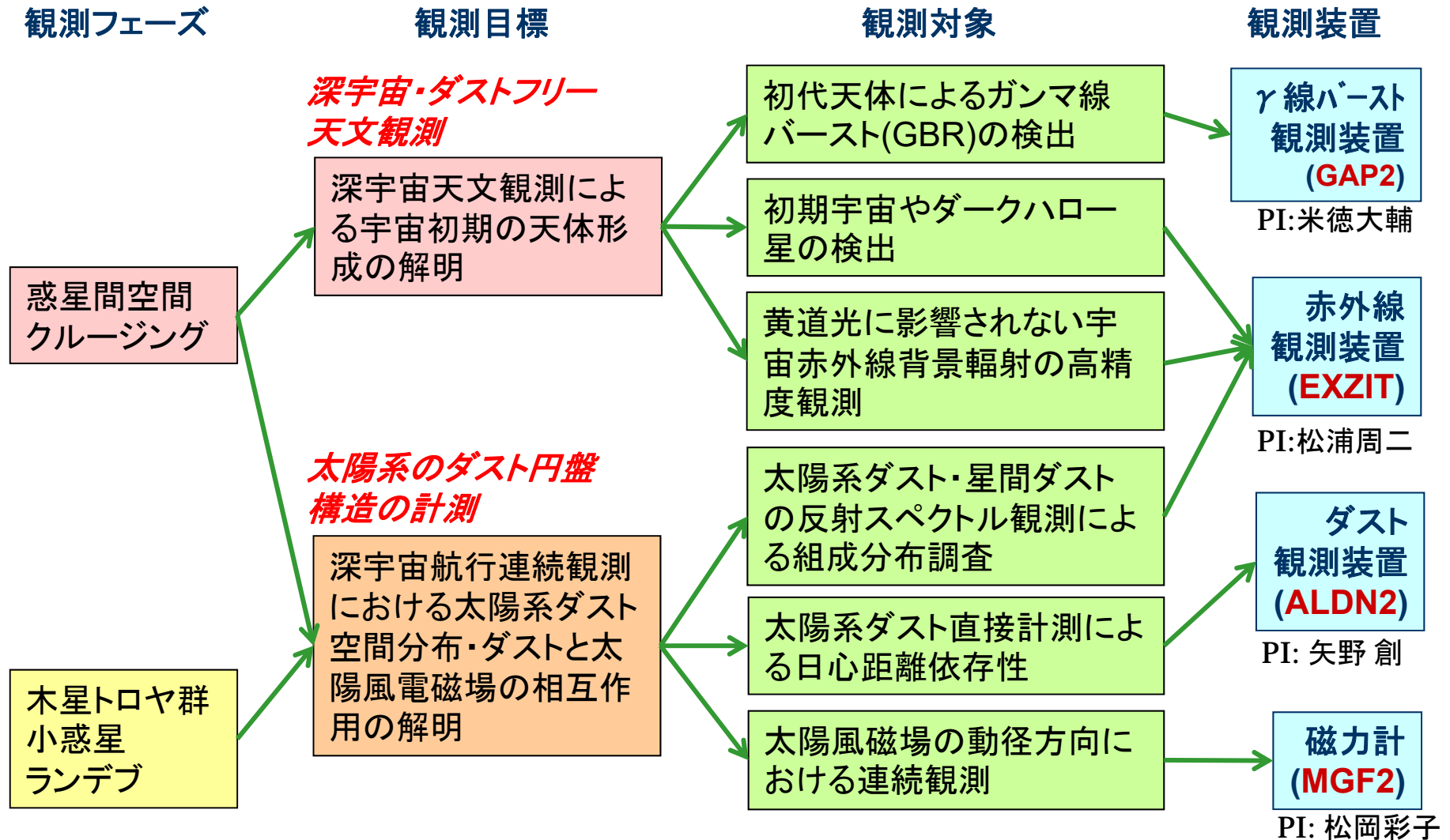
I. クルージング期間中

- (1) 赤外線天文観測(EXZIT)
- (2) ガンマ線偏光観測(GAP2)
- (3) ダスト計測(ALDN2)
- (4) 太陽風磁場観測 (MGF)

II. トロヤ群小惑星到着後

- (5) 全球リモセン
- (6) 着陸探査・その場分析
- (7) サンプル帰還 (オプション)

クルーミングフェーズの観測目標・対象

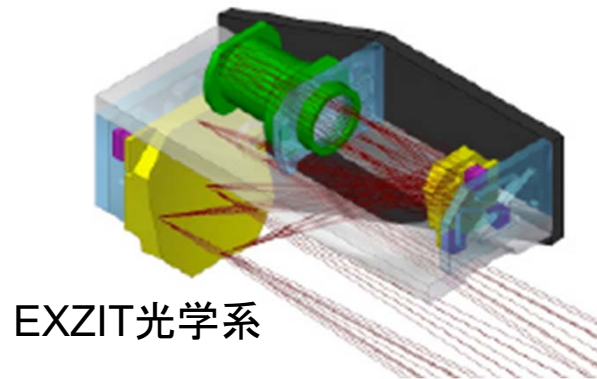


クルー징フェーズの観測機器

クルー징フェーズ観測の特徴:

- 長い観測期間 (> 4yr)
→ 高感度サーベイ
→ 長時間モニタ
- 長い観測基線 (6AU max.)
→ 高精度測位
- 広範囲カバレッジ
(地球軌道～木星軌道)
→ 太陽系の動径構造

赤外線観測装置
(EXZIT)



ガンマ線バースト
観測装置 (GAP2)

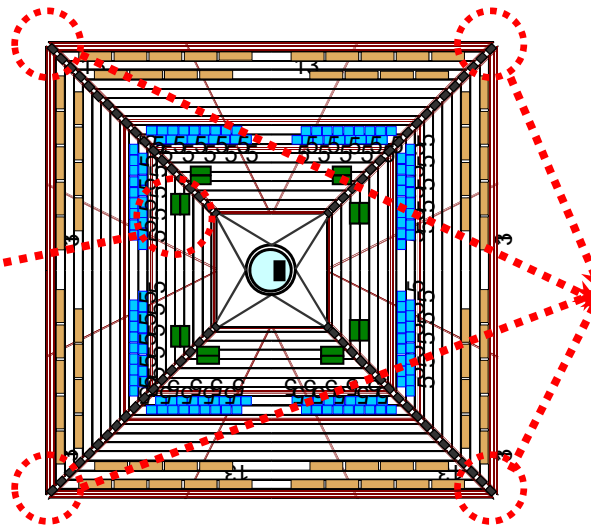


IKAROS/GAP

ダスト観測装置
(ALDN2)



ALDN2センサと
その搭載位置



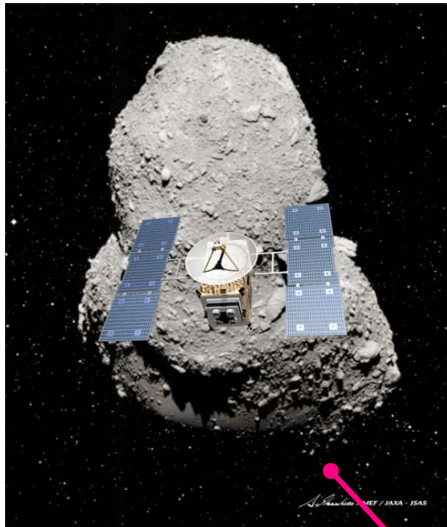
磁力計
(MGF)

MGF2センサと、
その搭載位置

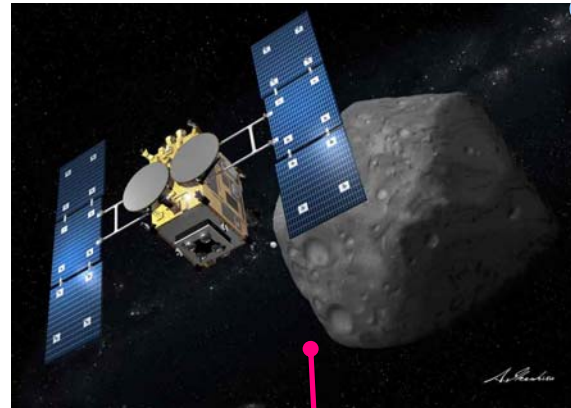
日本の始原天体ミッション ～ トロヤ群へ

理学：地球がどのように誕生したのか？ 地球の生命や海はどうやってできたのか？
工学：太陽系の未踏の地まで探査機を飛ばし、新しい時代を開拓する！

はやぶさ
イトカワ = S型



はやぶさ2
リュウグウ = C型

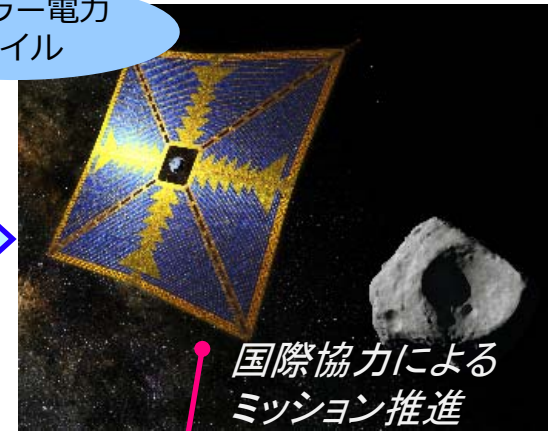


火星衛星
MMX

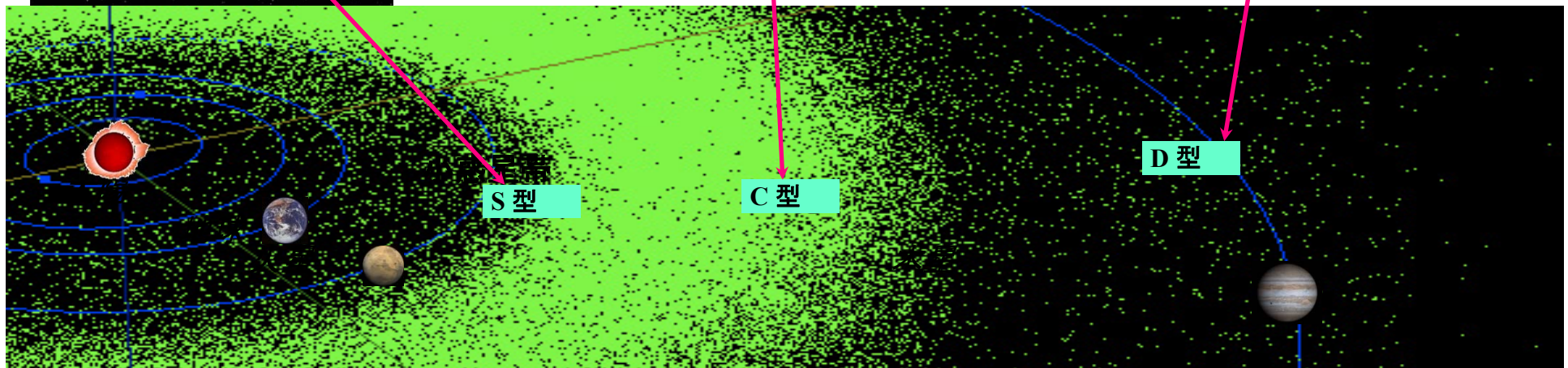
はやぶさX
D型, 活動的な小惑星
木星トロヤ群小惑星

フェイトン
Destiny+

ソーラー電力
セイル



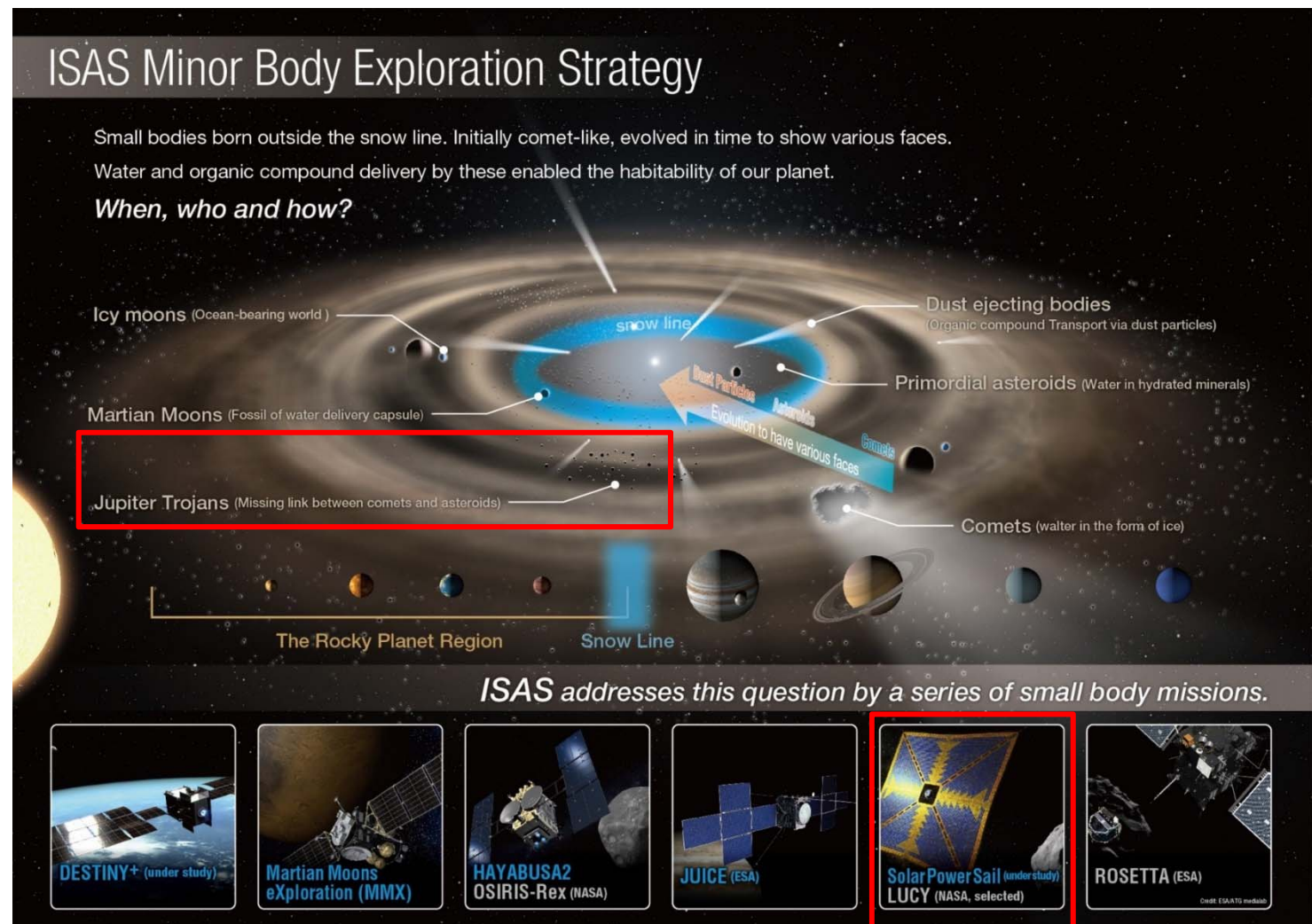
国際協力による
ミッション推進



なぜ、木星トロヤ群を目指すのか？

なぜ、地球は生命の宿る惑星になったか？ 材料の供給源は？

- ◆ 位置：
 - 木星軌道
 - ラグランジュ点
- ◆ 物質：
 - D型 or P型
- ◆ 規模：
 - 中間(~20km)
- ◆ 起源
 - 小惑星/彗星？
→太陽系形成

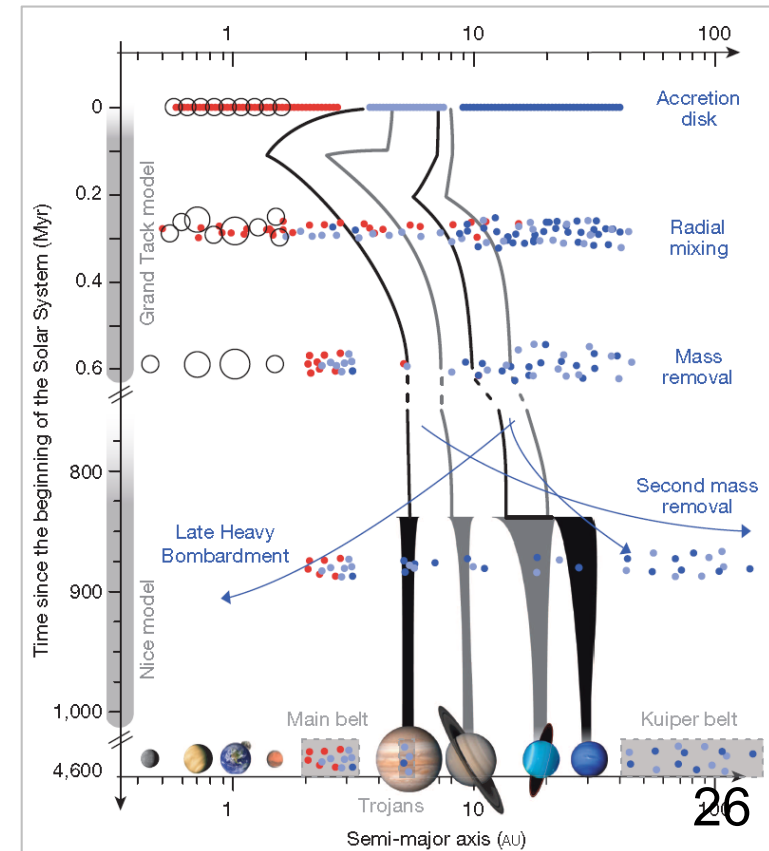
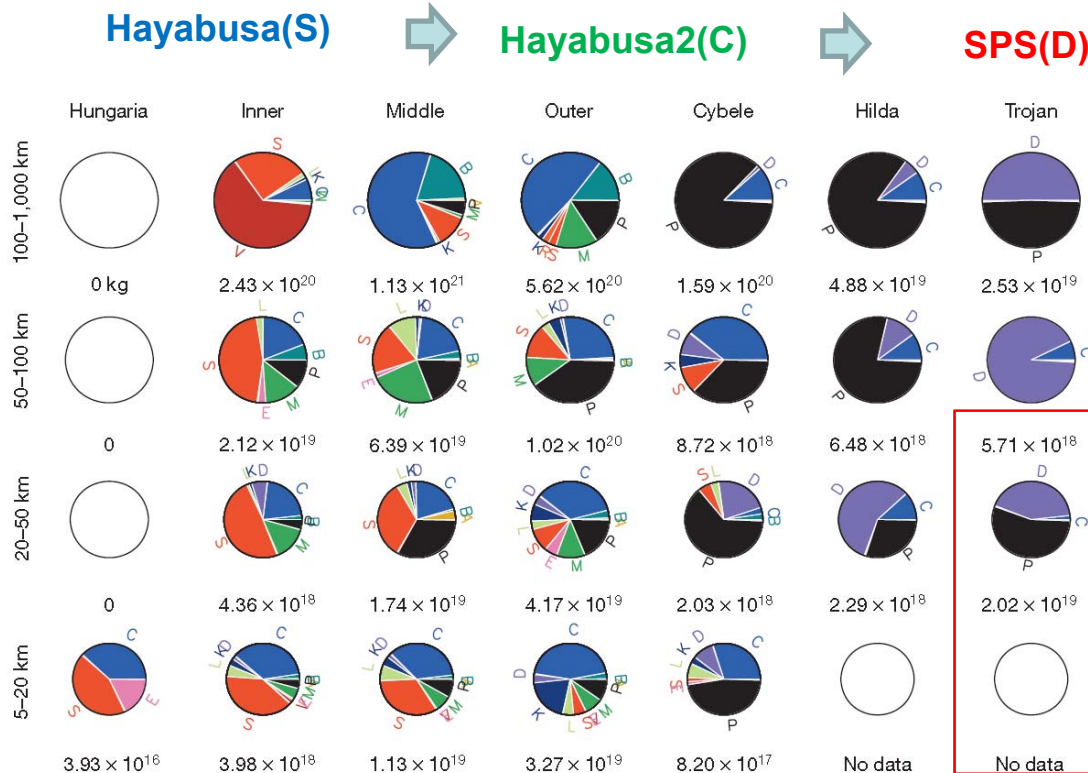


木星トロヤ群小惑星とは？

- ◆ 太陽・木星のラグランジュ点：長期安定軌道
- ◆ D/P型小惑星：揮発性成分豊富（氷、有機物）
- ◆ RedとLess-Red：多様性（H₂Sの雪線の内外）
- ◆ 3μm吸収帯：Red：なし、Less-RedでN-H吸収？
- ◆ サイズ分布がメインベルト小惑星と相違：起源が別
- ◆ 形成過程：巨大惑星の移動によるEKBO起源？

★太陽系の惑星形成・進化のモデル
DeMeo & Carry, 2012

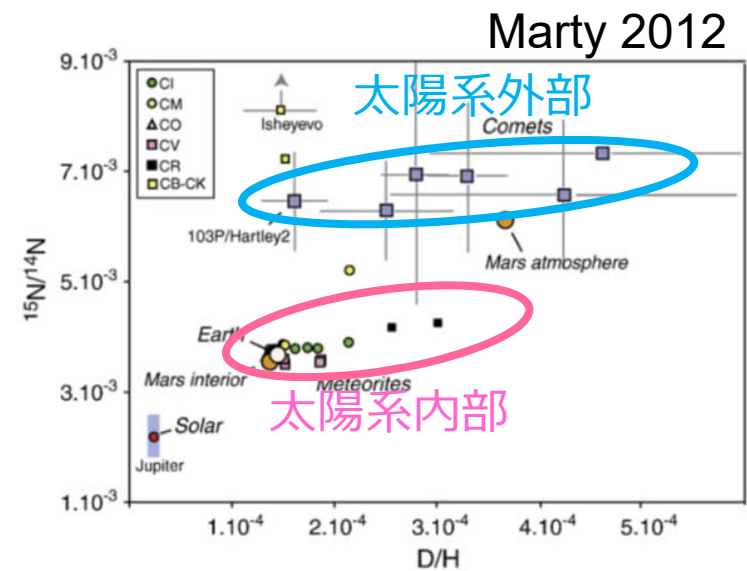
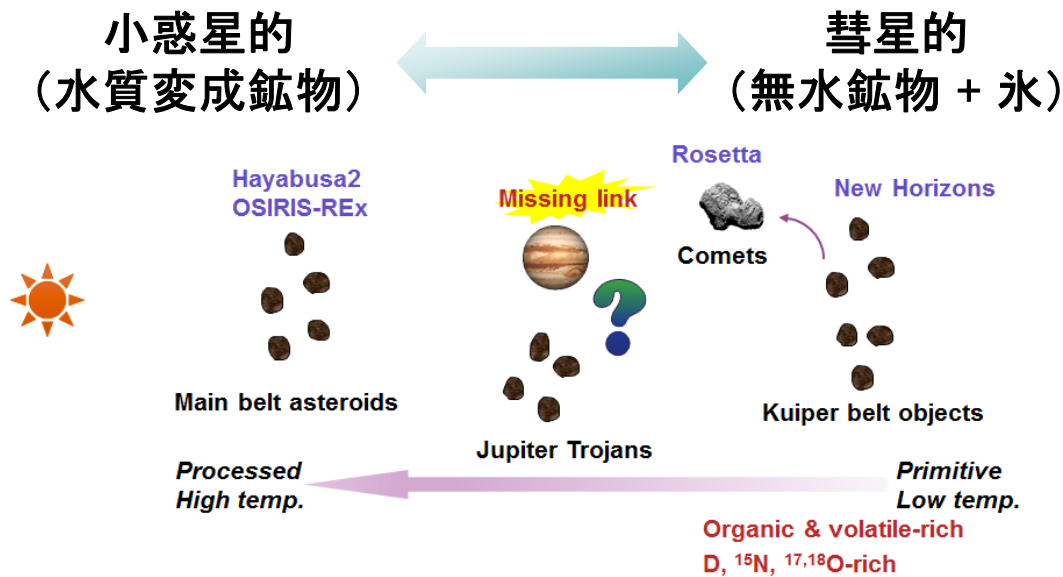
★スペクトル型 vs. サイズ・日心距離



木星トロヤ群小惑星とは？

- ◆ 太陽・木星のラグランジュ点：長期安定軌道
- ◆ D/P型小惑星：揮発性成分豊富（氷、有機物）
- ◆ RedとLess-Red：多様性（ H_2S の雪線の内外）
- ◆ $3\mu m$ 吸収帯：Red：なし、Less-RedでN-H吸収？
- ◆ サイズ分布がメインベルト小惑星と相違：起源が別
- ◆ 形成過程：巨大惑星の移動によるEKBO起源？

■ 物質分布と進化

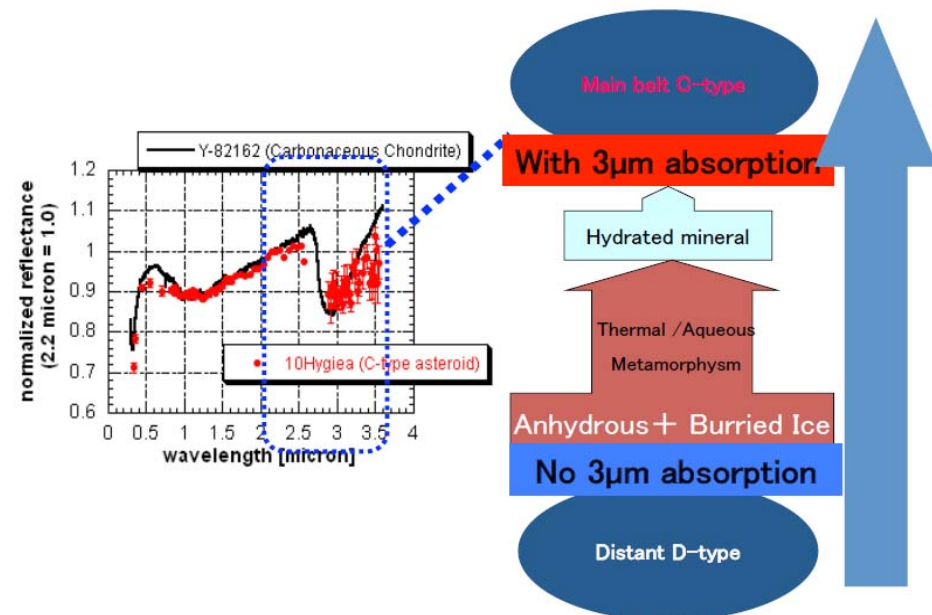
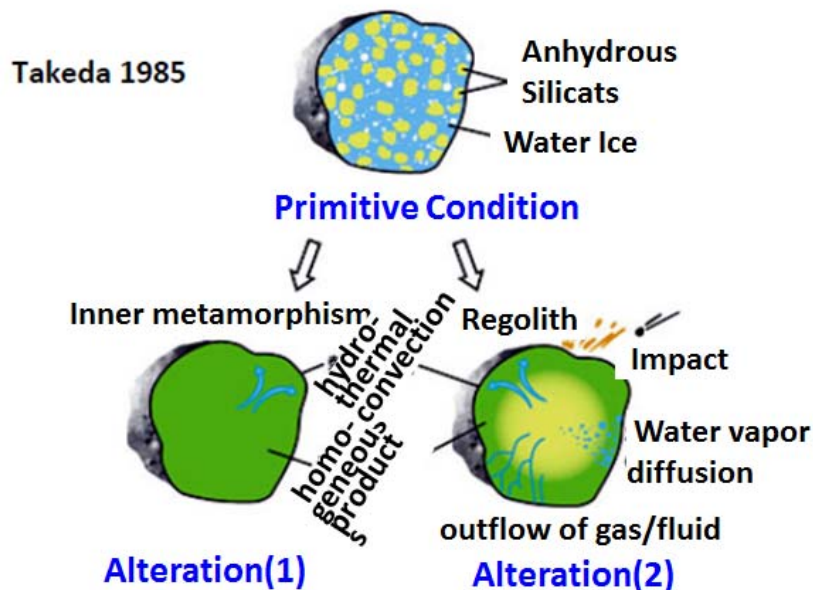


木星トロヤ群小惑星とは？

- ◆ 太陽・木星のラグランジュ点：長期安定軌道
- ◆ D/P型小惑星：揮発性成分豊富（氷、有機物）
- ◆ RedとLess-Red：多様性（H₂Sの雪線の内外）
- ◆ 3μm吸収帯：Red：なし、Less-RedでN-H吸収？
- ◆ サイズ分布がメインベルト小惑星と相違：起源が別
- ◆ 形成過程：巨大惑星の移動によるEKBO起源？

■ 熱進化

ケイ酸塩 - 氷 - 有機物 の相互作用

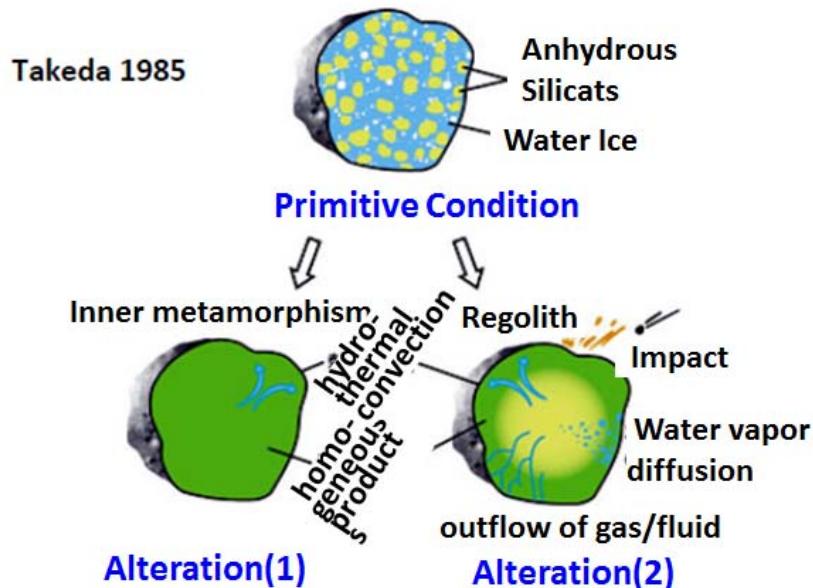


木星トロヤ群小惑星とは？

- ◆ 太陽・木星のラグランジュ点：長期安定軌道
- ◆ D/P型小惑星：揮発性成分豊富（氷、有機物）
- ◆ RedとLess-Red：多様性（H₂Sの雪線の内外）
- ◆ 3μm吸収帯：Red：なし、Less-RedでN-H吸収？
- ◆ サイズ分布がメインベルト小惑星と相違：起源が別
- ◆ 形成過程：巨大惑星の移動によるEKBO起源？

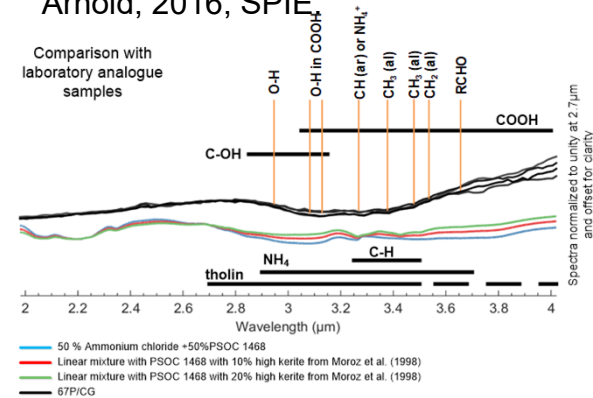
■ 熱進化

ケイ酸塩 - 氷 - 有機物 の相互作用



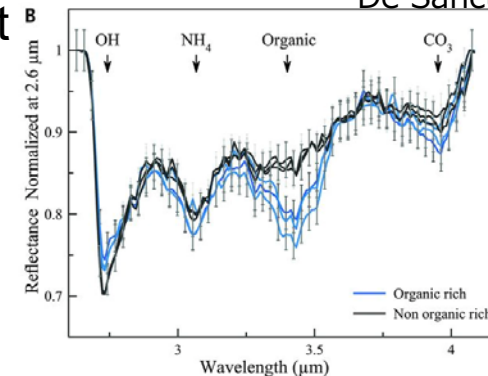
Quirico et al., 2016, Icarus 272, 32-47.

Arnold, 2016, SPIE



Dawn at Ceres

De Sanctis et al., 2017



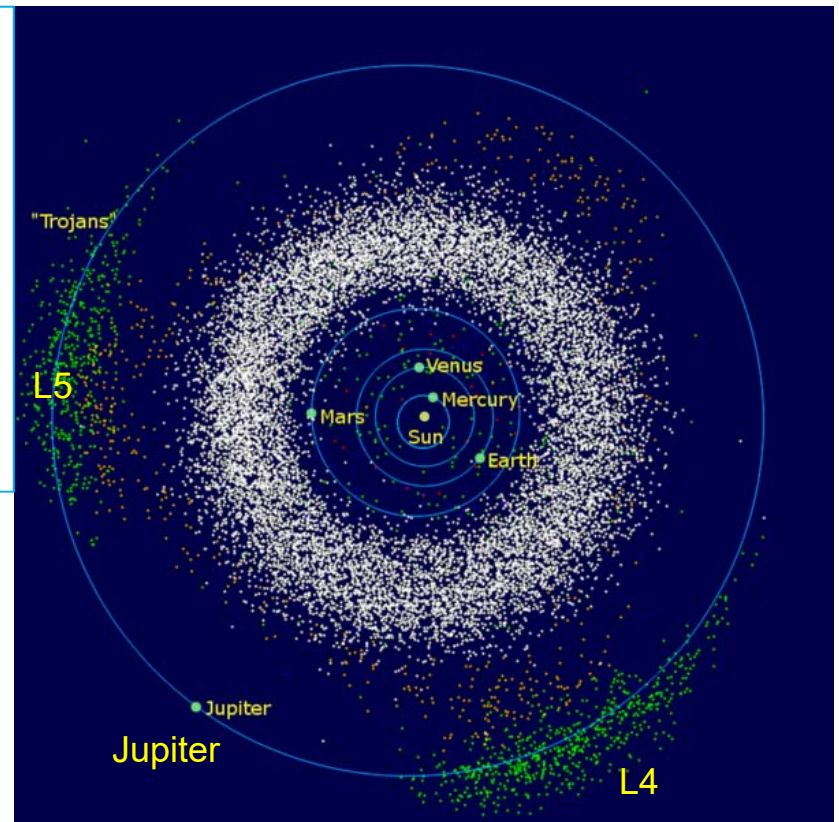
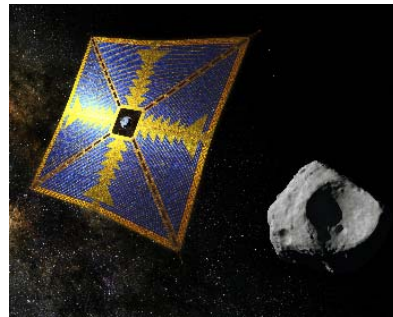
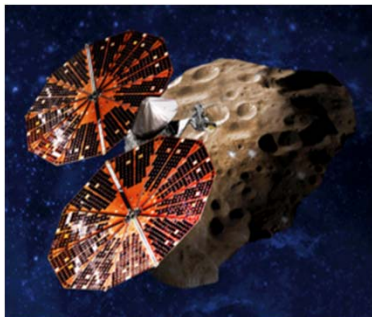
木星トロヤ群小惑星とは？

- ◆ 太陽・木星のラグランジュ点：長期安定軌道
- ◆ D/P型小惑星：揮発性成分豊富（氷、有機物）
- ◆ RedとLess-Red：多様性（ H_2S の雪線の内外）
- ◆ $3\mu m$ 吸収帯：Red：なし、Less-RedでN-H吸収？
- ◆ サイズ分布がメインベルト小惑星と相違：起源が別
- ◆ 形成過程：巨大惑星の移動によるEKBO起源？

- ◆ LUCY：トロヤ群マルチフライバイ
 - トロヤ群の多様性の探査（6天体）
（L4/L5、D/P/C型、サイズ、連星）



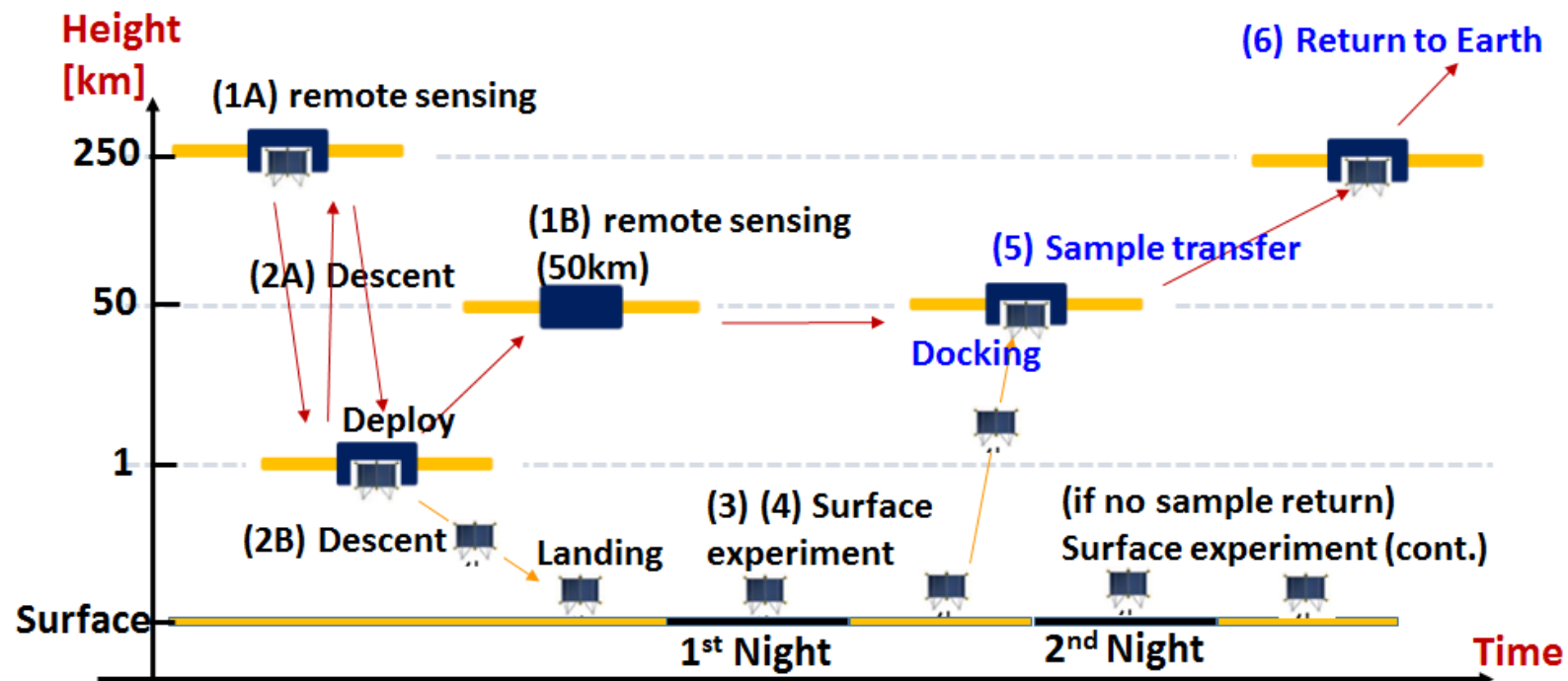
- ◆ OKEANOS：ランデブー＆着陸（&SR）
 - マルチスケールでの物質・物性・ガスや同位体など化学的性質の精査



トロヤ群小惑星近傍探査概要

■ ミッション概要 (天体サイズ：20 ~ 30 km)

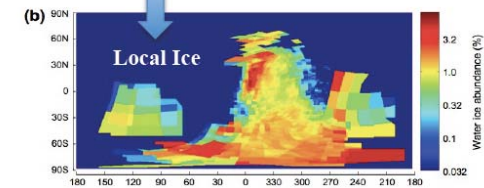
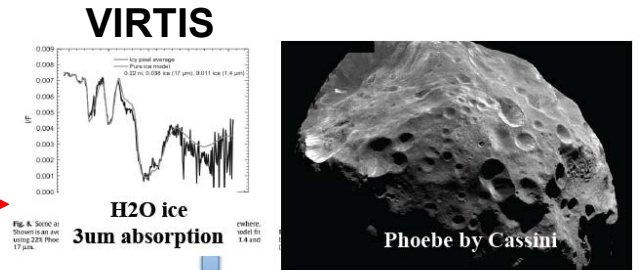
- (1) リモセンによるグローバル探査 (望遠撮像、NIR・TIR分光撮像 (A:250km, B:50km))
- (2) リハーサル降下・分離運用：低高度からの高解像度撮像、レーダ観測 (A:1km, B:1m)
- (3) 着陸後の周辺撮像、産状把握
(全方位撮像、直下撮像、NIR分光、ラマン分光、熱放射、磁場、他)
- (4) 表面&地下 (~1m) サンプリング (分光顕微鏡観察、高精度質量分析)
- (5) 次の天体ランデブー (option), or サンプル受け渡し&サンプルリターン (option)



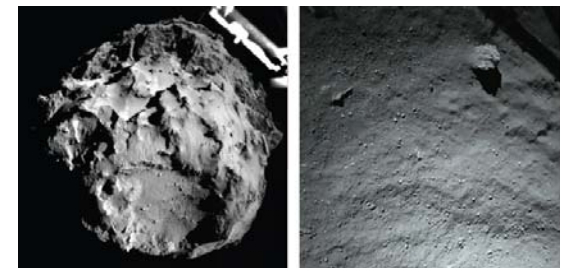
トロヤ群小惑星サイエンス観測

■ トロヤ群小惑星のサイエンス観測

- 遠隔観測(地形、鉱物、水質変成度、有機物)
- 低高度からの表層探査(撮像、レーダー探査)
- 着陸後の周辺観測・産状把握(撮像、分光、物性)
- 表面・地下(~1mまで)サンプリング
- 分光顕微観察(試料中の鉱物、水質変成度、有機物)
- 高精度質量分析(同位体比、有機物)



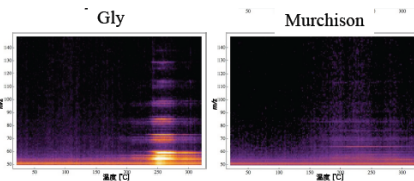
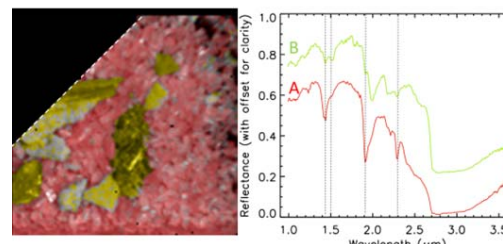
ROLIS



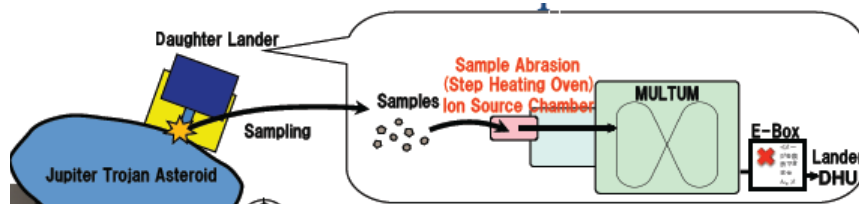
SIVA-P



MicrOmega

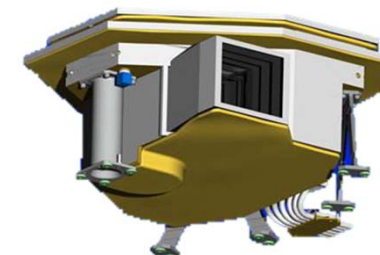


MULTAM

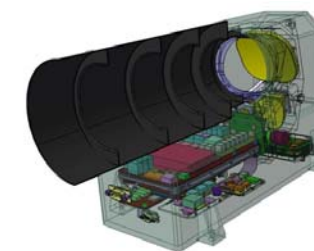


母船搭載リモセン機器

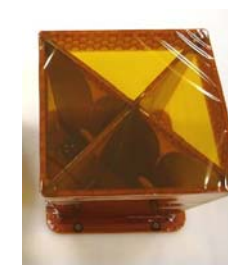
| 機器 | 特徴 | 質量 | TRL |
|---------|---------------------|-------|----------------------|
| MASTER | ・近赤外望遠鏡 (分光撮像) | < 6kg | 5-6, VEX, Dawn等 |
| TROTIS | ・熱赤外マルチバンド撮像・放射計 | < 3kg | 5-6, BepiC/MERTIS |
| RADAR | ・地下レーダサウンディング | < 3kg | 5-6, Rosetta/CONCERT |
| ONC-T/W | ・可視カメラ. 望遠/広角(AOCS) | < 4kg | 5-6, Hayabusa2 |
| LIDAR | ・レーザ距離計 (AOCS機器) | < 4kg | 5-6, Hayabusa2 |
| 電波科学 | ・レンジ・ドップラ計測 (通信機器) | N.A. | 6-7, Hayabusa2 |



MASTER(Italy)



TROTIS (Germany)



RADAR(France)

全球観測

- ・形状、地形、岩塊
- ・重力・凹凸
- ・氷・鉱物・有機物
- ・水質変成度
- ・熱慣性・粒径・空隙率

局所観測

- ・地形、岩塊分布
- ・氷・塩・有機物
- ・熱慣性・粒径・空隙率
- ・地下構造

レーザ高度計(LIDAR)

電波科学(Radio Science)

光学航法カメラ(ONC-T/-W)

NIR分光撮像(MASTER)

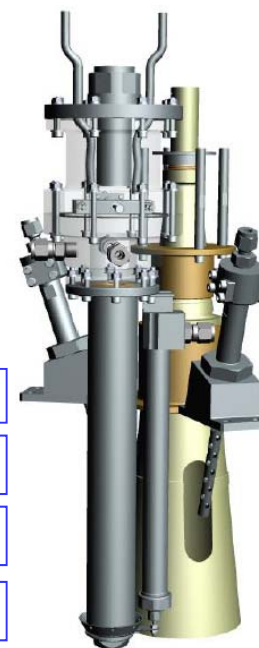
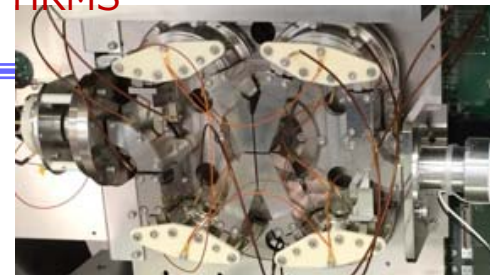
TIR 多色撮像・放射計(TROTIS)

地下探査レーダ(RADAR)

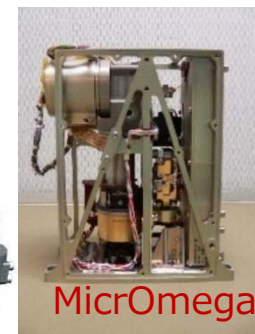
着陸機搭載機器

| 機器 | 特徴 | 質量 | TRL |
|-----------------------|---------------------------------|---------|-------------------------|
| SMP パッケージ | ・ガス銃型表面サンプラ+ 伸張式ガスブロー型地下サンプラ | 12 kg | 3-4 |
| HRMS | ・高精度質量分析計/MULTUM型 | ↑ | 3-4 |
| MicrOmega +ExOmega | ・分光顕微鏡/パノラマ分光撮像 | 3.5 kg | 5-6, Hayabusa2, ExoMars |
| CAM | ・マクロカメラ, LED照明付 | 0.4 kg | 6, Hayabusa2, Rosetta |
| Mini-RAD | ・6波長熱放射計 | 0.25 kg | 6, Hayabusa2 |
| MAG | ・3軸フラックスゲート磁力計 | 0.25 kg | 8, Hayabusa2, Rosetta |
| Raman | ・ラマン分光計 | 1.9 kg | 4-5, ExoMars |
| APXS | ・α線X線分光計 (展開機構も必要) | 0.5 kg | 6-7, MER, Curiosity |
| その他 | ・温度計, 加速度計, モニタカメラ | n.a. | |

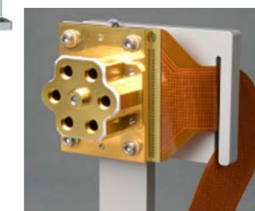
HRMS



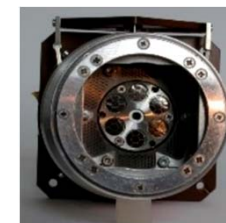
Sampler



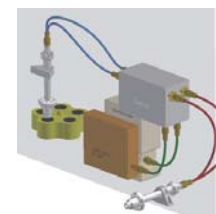
MicrOmega



Mini-RAD



APXS



RAMAN

表層周辺・直下観察

- ・周辺地形・地質構造・変成
 - ・直下詳細観察
- ・物性観測 (熱慣性, 磁性)
- ・土壌分析 (元素, 鉱物, 有機物)

採取試料詳細観測

- ・表面&地下物質採取
- ・粒径・鉱物・有機物
- ・揮発性成分組成・同位体

- パノラマ分光撮像(ExOmega)
- 広角カメラ (CAM)
- 多バンド熱放射計 (MARA)
- 磁力計 (MAG)
- α線X線分光 (APXS)
- ラマン分光 (RAMAN)
- サンプリング装置 (SMP)
- 分光顕微鏡 (MicrOmega)
- 質量分析計 (HRMS)

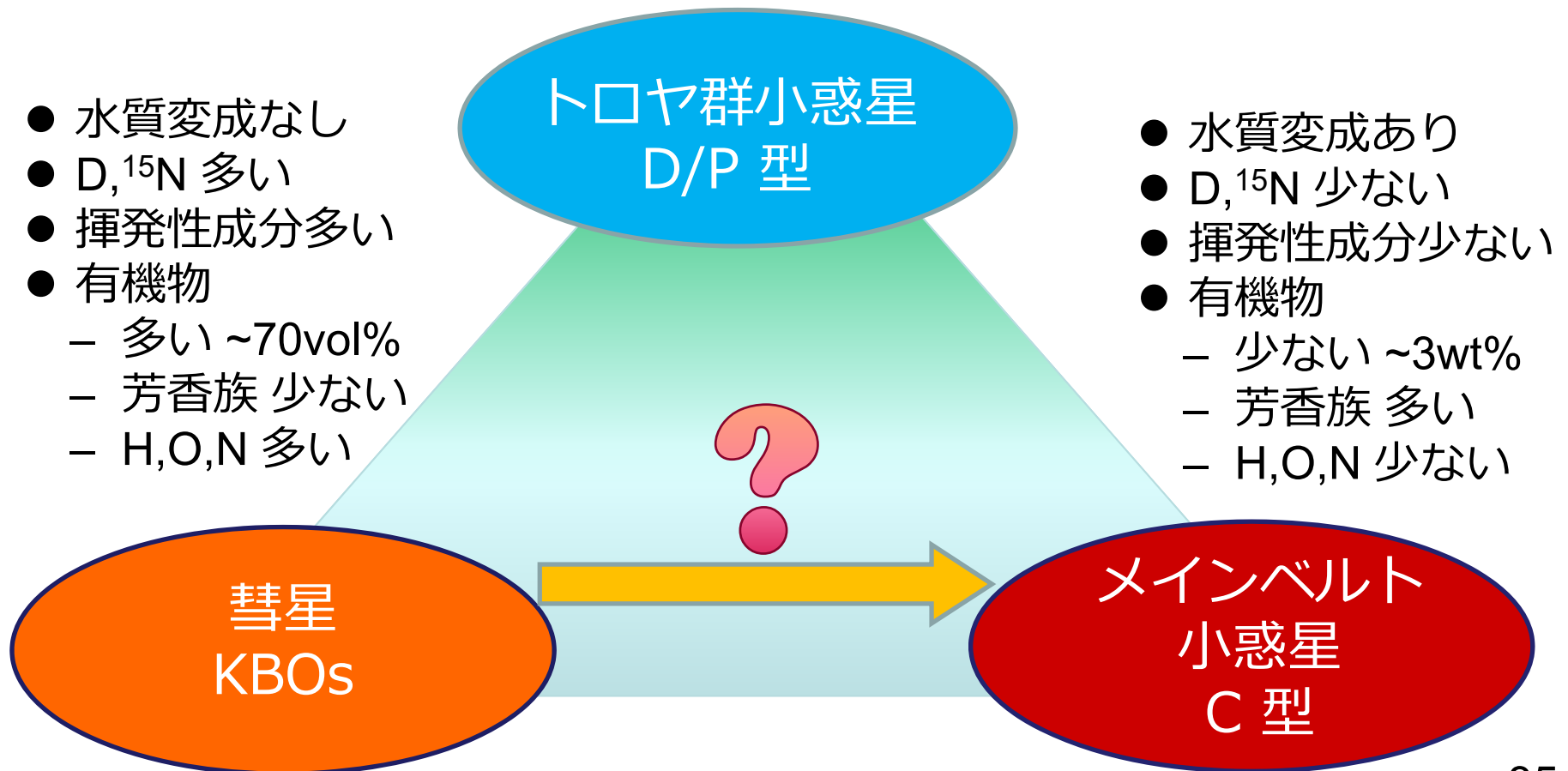
HRMS : 質量分析の目的と測定対象

目的

- ▶ 惑星形成過程の制約
- ▶ 「雪線」以遠の太陽系の起源と進化の解明

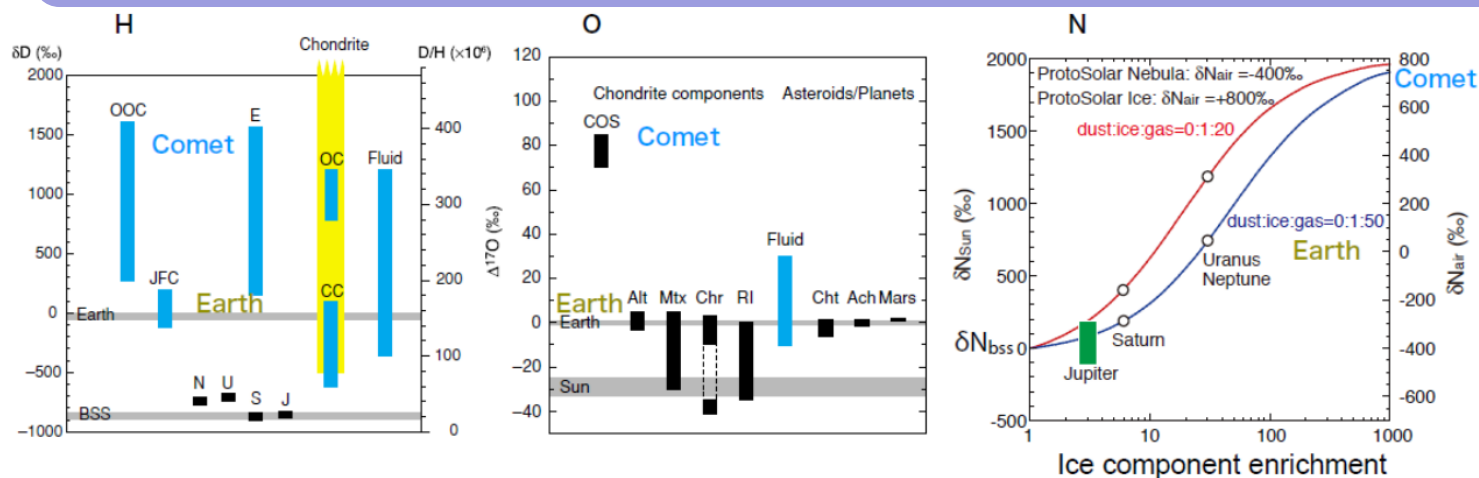
測定対象

- ▶ 有機物と揮発性物質
- ▶ 分子形態と同位体比



HRMSの必要精度

◆ 現状のスペック： 水素、窒素同位体については実現可能
揮発性成分の種類は特定可能



必要精度

H: 100‰ (10%)

O: 10‰ (1%)

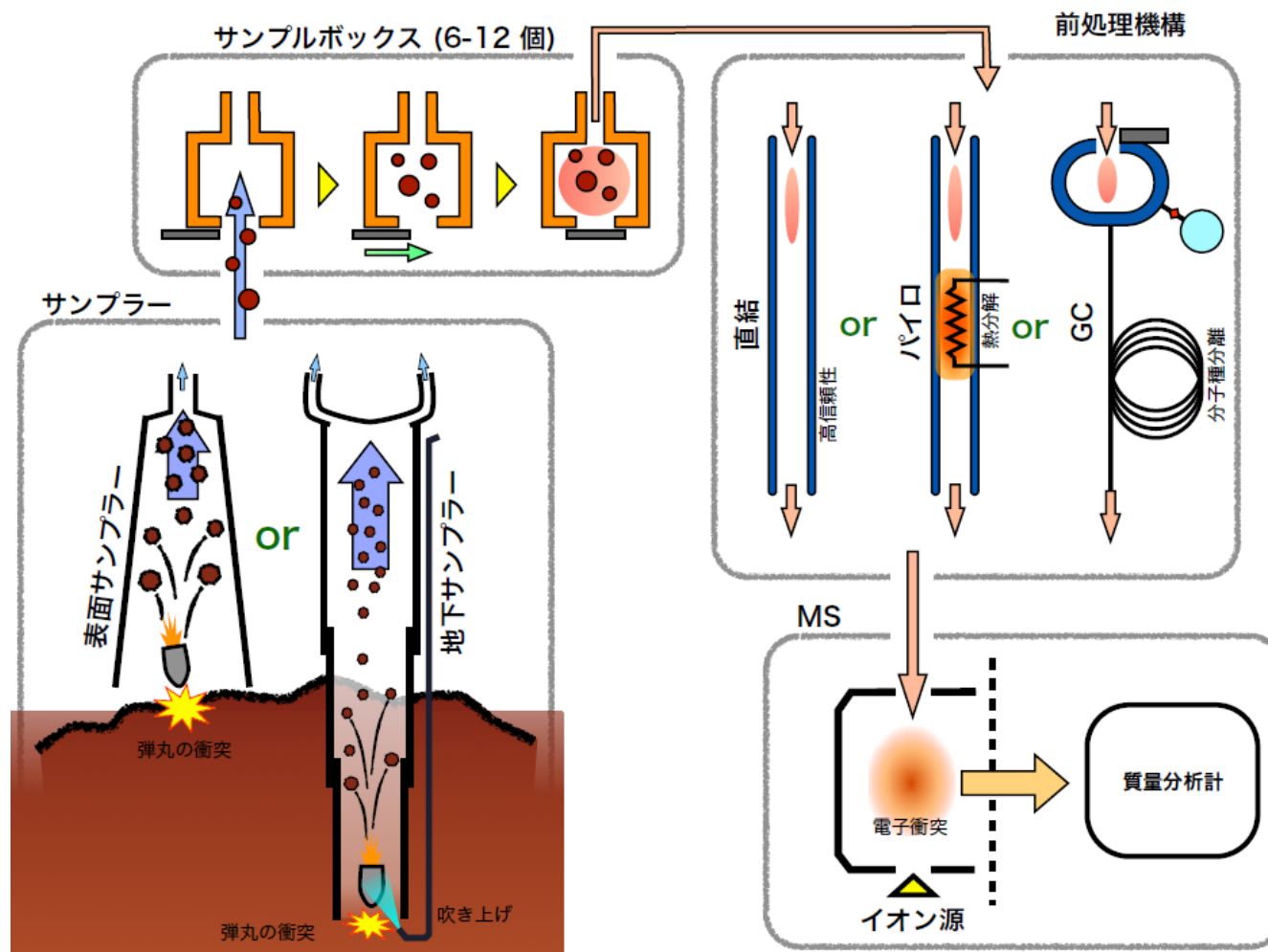
N: 50‰ (5%)

C: 10‰ (1%) from CO by Lyon (2017)

| 対象 | M/Z | M/ΔM | Remarks |
|----------------------|--------|----------|--|
| 同位体比 (H, H, O, C) | 1~45 | > 34,000 | 同位体比精度： H < 10%, O < 1%, C < 1%, N < 5% |
| 分子式 (段階加熱) | 10~300 | < 10ppm | 各質量精度は50%程度でOK |
| 分子式 (GC) | 10~300 | > 3,000 | 各質量精度は50%程度でOK |
| 分子式 (アミノ酸) | 10~400 | > 3,000 | D/L精度 < 1% |

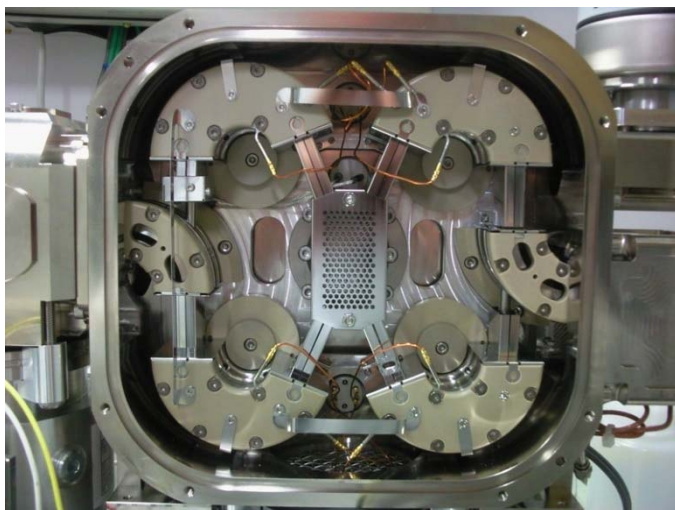
採取サンプルの分析の流れ

◆ 高分解能な質量分析計（HRMS）を活かして簡易な前処理で各種分析を実現

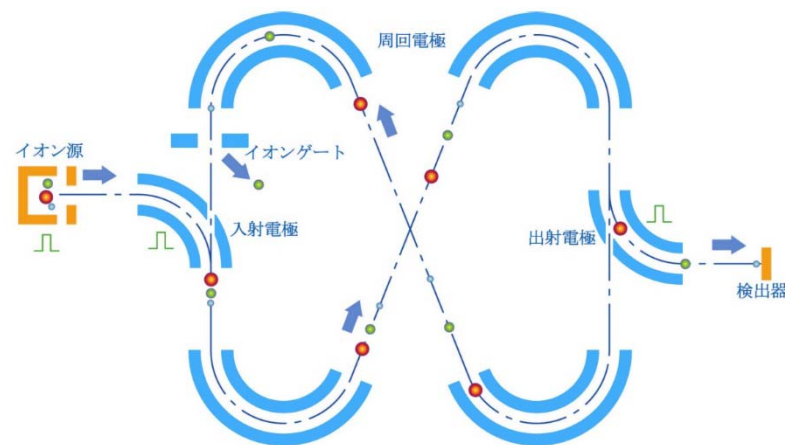


マルチターン infi-TOF 質量分析計 (MULTUM)

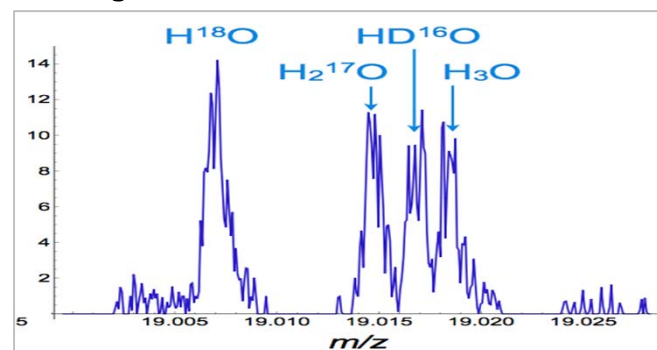
- ◆ MULTUMの地上製品を改良：小型化、一体型加工
- ◆ 高速データ処理：機上での積算などS/N改良
- ◆ 高速パルス高圧電源：宇宙仕様化



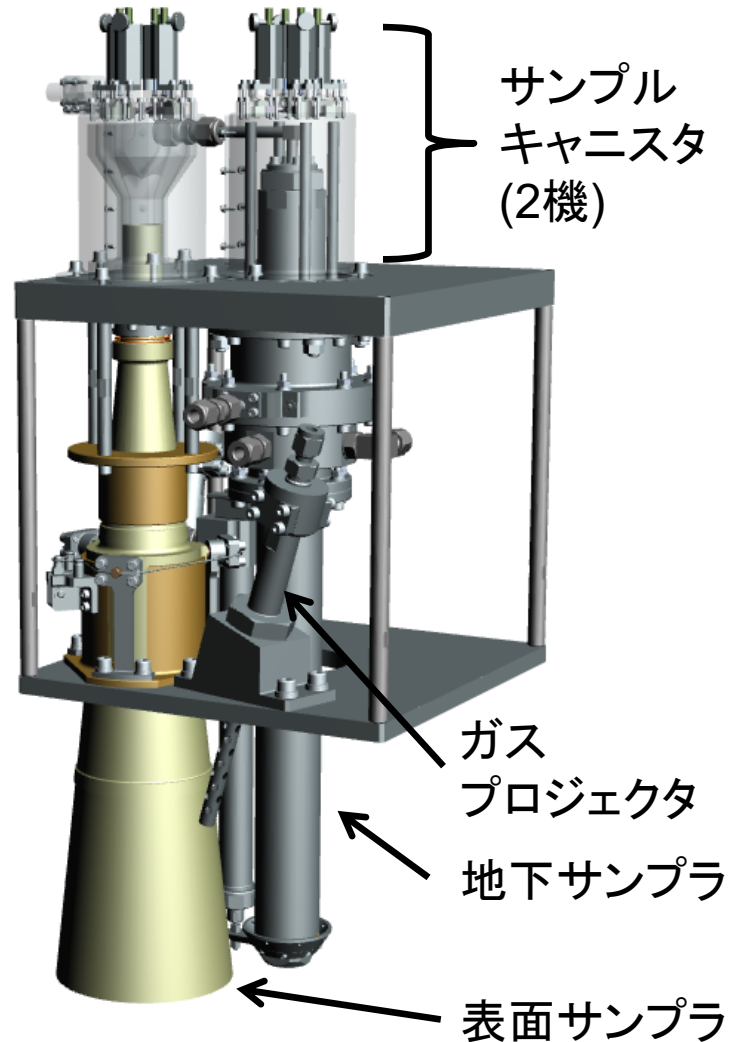
200 x 200 mm²



- ▶ 18 x 18 x 10 cm³ (core) + 22 x 22 x 20 cm³ (E-box)
- ▶ ~5 kg



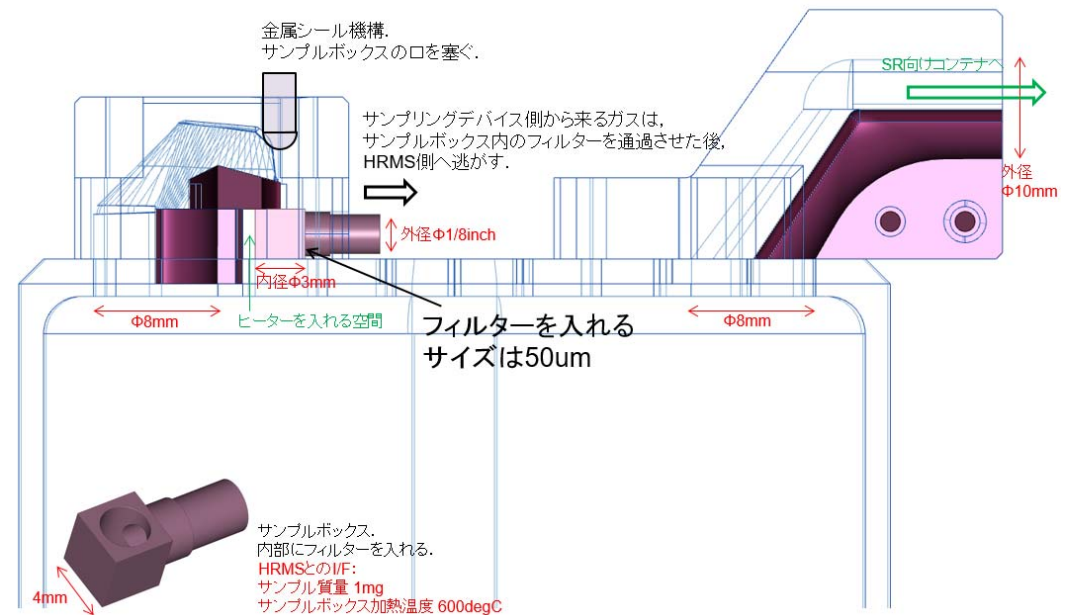
サンプリングパッケージ



サンプリング機能要求

- 表面サンプルを1mg採取すること
- 最大深さ1mの地下サンプルを1mg採取すること

サンプルキャニスタの内部構造



サンプリングデバイス

(1) 表面サンプリングデバイス: 「はやぶさ」と同様の弾丸射出サンプリング方式

- サンプラーホーン
- ガスプロジェクタ (2機): 高圧の希ガスを用いて, 2gのタンタル製弾丸を130m/sec程度まで加速する.

(2) 地下サンプリングデバイス: 最大深さ1mまで掘削して, 地下サンプルを採取する

- 掘削ドリル: 高圧の希ガスを用いて, 最大深さ1mのデバイス伸展+掘削を行う
- ガスプロジェクタ(1機): 同上. 掘削後に弾丸を射出する.
- サンプリングドリル: 掘削後に高圧の希ガスを噴出させることで, サンプリングを行う (Pneumatic方式)

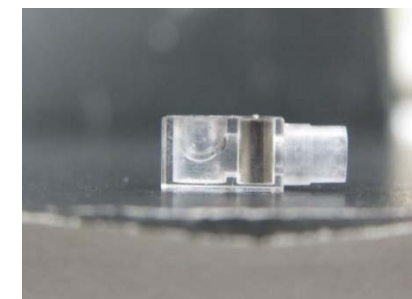
各デバイスでサンプリングされたサンプルは, サンプルキャニスタ内のサンプルボックスに格納される. その後, サンプルを加熱し, 分析シーケンスに移行する.

高圧ガスシステムは, バルブの代わりにラプチャーディスクを使用することで, 原理的にリークを回避する.

地上試験の結果

様々なターゲットでサンプリング試験を行い、表面・地下共に1mgのサンプルが採取できることを確認済。1mの掘削機能も確認済。

| | ターゲット | サンプル量 [mg] |
|--------------|---------|-------------------------|
| 表面 サンプリング | ガラスビーズ | ~ 150 |
| | 月模擬レゴリス | ~ 60 |
| | 耐火レンガ | ~ 1 |
| | 一枚氷 | ~ 4 (参考) |
| | かき氷 | ~ 8 (参考) |
| 地下 サンプリング | ガラスビーズ | ~ 500 (全量) |
| | | ~ 10 (サンプル キャニスタ) |



まとめ

■ まとめ

- ソーラー電力セイルはPhase-A1の開発およびフェージビリティ検討中である。
- 呼称を **OKEANOS** とする方針。
- システム検討として、昨年度にPlan-A（着陸）、今年度にPlan-A'（着陸&マルチ・ランデブ）、Plan-B（着陸&サンプルリターン）について実施中である。
- 長期間のクルージング期間中に、探査機を深宇宙プラットフォームとしたサイエンス観測を計画している。
- 木星トロヤ群探査用の着陸機、リモセン機器、着陸機搭載機器について国際協力で計画している。
- サンプルリターンの技術的・科学的検討を理工合同で進めている。

■ ポスター

P-062: ソーラー電力セイルによる木星トロヤ群小惑星およびクルージング中のサイエンス

P-063: ソーラー電力セイルによる木星トロヤ群小惑星探査ミッションおよび探査機システム

P-064: ソーラー電力セイルの高比推カイオンエンジン系と電源系

P-065: ソーラー電力セイルミッションにおけるセイル及びセイル展開機構検討状況

P-066: ソーラー電力セイルミッションにおけるサンプルその場分析手法