

S5-002

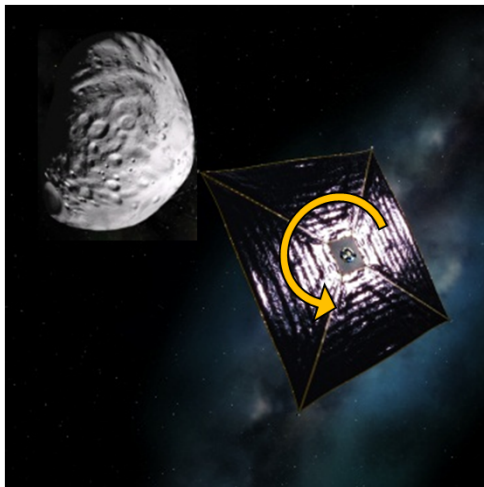
ソーラー電力セイル探査機による 外惑星領域探査の実証



○森 治(JAXA), ソーラーセイルWG

ソーラー電力セイル探査機

- スピン展開式(0.1rpm)大型ソーラーセイル(IKAROSの10倍以上の2500m²)のほぼ全面に薄膜太陽電池を貼り付けることで超軽量発電システム(1kW/kg)を構成し、外惑星領域で大電力(5kW@5.2AU)を発電する。
→ 木星探査機JUNOの太陽電池パネルの発電量(486W@5.2AU)の10倍以上である。仮にフレームのある薄膜太陽電池パネルを用いたとしても、ここまで大幅な軽量化・大面積化は達成できない。
- この大電力を用いて高比推力イオンエンジン(はやぶさの2倍以上の7000秒)を駆動し、外惑星領域で大きな ΔV を獲得可能である。
→ JUNOの化学推進による ΔV (1800m/s)をはるかに超える ΔV を行うが、その高い比推力によって燃料質量は極めて小さい。

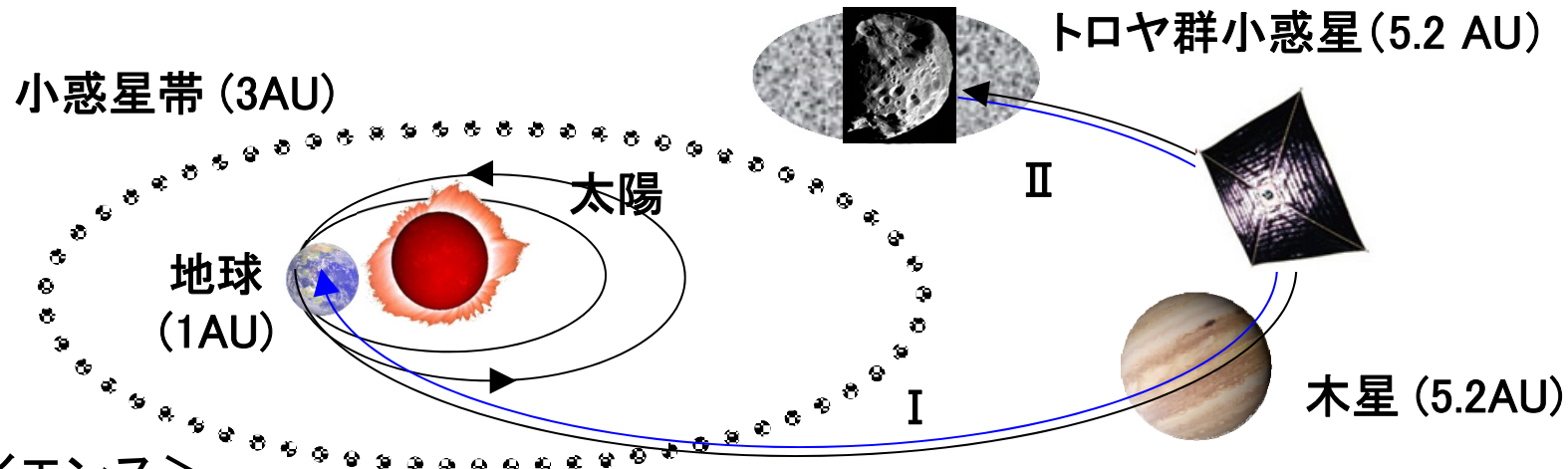


ソーラー電力セイル探査機



JUNO

ミッションシーケンス



<サイエンス>

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
- ・太陽系ダスト分布のその場計測
- ・ガンマ線バーストの偏光観測
- ・磁場観測

II. ランデブーフーズ

- ・トロヤ群小惑星の観測・試料分析

<スケジュール例>

- ・2022年09月: 打上げ
 - ・2024年07月: 地球スイングバイ
 - ・2026年12月: 木星スイングバイ
 - ・2033年10月: トロヤ群小惑星到着
- 子機による着陸・試料採取・その場分析
親機によるサンプルリターン(オプション)

- ※ 軌道設計を見直し、小惑星到着までの期間を飛躍的に短縮した(18→11年)。
Rosettaがトロヤ群小惑星より近傍の彗星に到着するまでの期間と同等とした。
- ※ クルージング観測は打上げ後すぐに開始し、木星スイングバイまでに
主な成果出しを行う。磁場観測を新たに追加し、統合サイエンスを立案中。

ミッション目的

- (1) 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) (1)を前提に、トロヤ群小惑星にランデブーして、子機を着陸させ、表面および内部試料を採取し、その場分析を行う(さらにオプションとしてサンプルリターンも行う)、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) (1), (2)を前提に、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。

本計画で実証する新規技術

| | |
|------------------|--|
| 膜構造物の収納・展開・展張 | ・・・▶ 大型化(2500m ²), 熱融着膜化, 軽量化, シングルスピン方式 |
| 薄膜発電システム | ・・・▶ 大電力化(5kW@5.2AU), CIGSの採用, 反り防止 |
| 姿勢制御デバイス | ・・・▶ 機能向上(スピン制御追加), 耐宇宙環境性向上, 長寿命化 |
| 低推力推進系による軌道操作 | ・・・▶ 光子推進と電気推進のハイブリッド航行 |
| 高比推力イオンエンジン | ・・・▶ 高比推力化(7000秒), 長寿命化(40000時間) |
| 低温2液推進機関 | ・・・▶ 低温動作(-40℃でも着火可) |
| USO・ΔVLBI軌道決定・航法 | ・・・▶ 遠距離高精度軌道決定技術 |
| サンプル採取 | ・・・▶ 表面 & 内部試料採取・その場分析, 親機への引き渡し |
| 航法誘導制御・ドッキング | ・・・▶ 子機の着陸・再結合 |
| 超高速リエントリー | ・・・▶ 高速化(再突入速度:13~15km/s, V_{inf} :10km/s), 軽量化 |

その他, 外惑星領域探査に対応するため熱制御系や通信系も抜本的な改良が必要となる.

ミッションの主な特徴

- ①**世界初**の光子推進と電気推進のハイブリッド推進
- ②**世界最高**性能のイオンエンジン
- ③**世界初**の小惑星帯以遠での宇宙赤外線背景放射の観測
- ④**世界初**のトロヤ群小惑星の観測
- ⑤**世界初**のトロヤ群小惑星の試料分析
- ⑥**世界初の外惑星領域往復**
- ⑦**世界最高速度の地球帰還カプセル**

戦略的中型計画の理念ともよく合致する。

「世界第一級の成果創出を目指し、各分野のフラッグシップ的なミッションを日本がリーダーとして実施する」

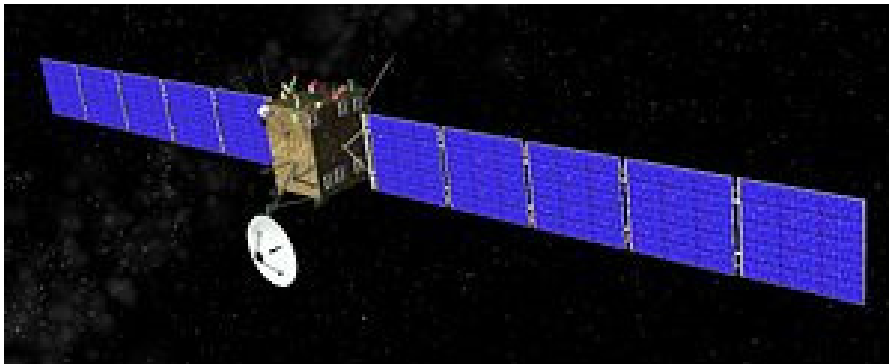
ミッションの背景・意義：航行技術

＜背景＞

- 外惑星領域の航行では、電力確保が厳しく、 ΔV も大きくなるため、従来の太陽電池パネルと化学推進系の組み合わせでは、小惑星帯以遠の小惑星の直接探査(着陸／サンプルリターン)は困難である。
- 彗星探査機Rosettaは約3tonで100kgの着陸機Philaeをトロヤ群小惑星より近傍の彗星へ輸送した。

＜意義＞

- 本計画では、ソーラー電力セイル探査機は約1.3tonでPhilaeと同じ100kgの子機をトロヤ群小惑星に輸送する(オプションとして往復も行う)。この差がソーラー電力セイルの優位性を示している。



Rosetta



Philae

ミッションの背景・意義：探査技術

＜背景＞

- 始原天体探査では着陸探査をより充実させ、宇宙風化を受けていないフレッシュな内部試料を採取することが科学的に求められる。
- 数10km以上の天体に着陸する場合には推進消費量が増大するため、子機が着陸すること，往復探査は長い年月を要するため、その場分析にて科学成果を引き出すことが必要となる。

＜意義＞

- 本計画では、子機を直径20km程度のトロヤ群小惑星に着陸させ、表面および内部試料を採取し、その場分析を行う（さらにオプションにてサンプルリターンも行う），というミッションシーケンスを実現するために必須となる技術実証をまとめて行う。

ミッションの背景・意義：科学観測

＜背景＞

- 世界の小天体探査のターゲットは、地球近傍のS型/C型小惑星から、より遠方の始原性の高いD型/P型小惑星等へ向かうと考えられ、特に、木星のトロヤ群小惑星は太陽系の残り少ないフロンティアとしても注目されている。
- 欧米で検討されているトロヤ群小惑星探査ミッションでは、着陸・往復を含む直接探査実現の見通しが得られていない。

＜意義＞

- 本計画で、彗星核と小惑星帯の狭間にあるトロヤ群小惑星を直接探査することにより、太陽系形成理論の最新仮説である巨大ガス惑星の惑星移動モデルを実証的に調べるミッションが可能となる。
- 深宇宙空間でのクルージング環境を利用した複数の科学観測は、いずれも往路の早い段階から成果を創出でき、第一級の科学成果が期待できる。
 - ・宇宙初期の天体形成の解明
→深宇宙・ダストフリー天文観測
 - ・惑星系一般の形成と進化の解明
→太陽系のダスト円盤構造の計測、トロヤ群小惑星内部試料の採取・その場分析

太陽系天体毎の国際動向

| | 月 | 水星 | 金星 | 火星 圏 | 彗星 | 小惑星 (外惑星領域 除く) | 木星 圏 | 土星 圏 | 天王 星 | 海王 星 | 冥王星、 EKBO |
|----------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------------|--------------------------------------|----------------|------------------|------------------------|---------------------|
| フライバイ | ● U, R, J | ● U | ● R, U | ● U, R | ● J, U, E, R | ● U, E, C ▲J: プロキオン | ● U ■J | ● U | ●U | ●U | ▲U: New Horizons |
| 周回・ランデブー | ● U, R, J, E, C, I | ●U ■E/J: BepiColombo | ● R, U, E ▲J: あかつき | ● U, R, E, I ■C, J | ● E | ●J, U, R | ●U ■E/J: JUICE ■U (エウロパ) | ●U | ■U | ▲運用中 ●実績 ■開発・検討中 | |
| 着陸 | ● U, R, C ■I, J | | ●R ■U | ●U ■E, J | ●E/G (CG彗星) | ●J, U ■E/G | ●U ■J (トロヤ群小惑星) | ●E (タイタン) | ■U | | |
| サンプルリターン | ● U, R ■U, C, I, J | | | ■U, E, R | ●U ■U (彗星核表面) | ●J: はやぶさ ▲J: はやぶさ2 ■U, E | ■J (トロヤ群小惑星) | ■J (エンケラドス) | * 2015年時点の最先端=黄色 | | |
| 有人往復 | ●U ■C | | | | | ■U: ARM | ソーラー電力セイル | | * 今後20年の最先端=橙色 | | |

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

ソーラー電力セイルが木星圏(トロヤ群小惑星)や土星圏(エンケラドス)の直接探査を可能にする現状唯一の解と考えられる。

長期計画の中での戦略的な位置付け

| 探査機 | 打上げ | 航行技術 | 探査技術 | 科学観測 |
|------------------|--------------|--------------------------|--|--------------------------------|
| はやぶさ | 2003年 | イオンエンジン | 親機着陸・ サンプルリターン (表面試料) | 地球近傍小惑星 (S型) |
| IKAROS | 2010年 | ソーラーセイル | — | クルージング観測 |
| はやぶさ2 | 2014年 | イオンエンジン | 親機着陸・ サンプルリターン (表面試料) | 地球近傍小惑星 (C型) |
| ソーラー電力 セイル探査機 | 2020年 代初頭 | 高比推力イオンエンジン 大型ソーラーセイル | 子機着陸・ その場分析・ サンプルリターン (表面・内部試料) | トロヤ群小惑星 (D型/P型) クルージング観測 |

ソーラー電力セイルは日本独自のアイデアであり、はやぶさシリーズ、IKAROSで実証した技術を発展させているため、日本の技術的優位性も活かされる。

軌道設計の見直し

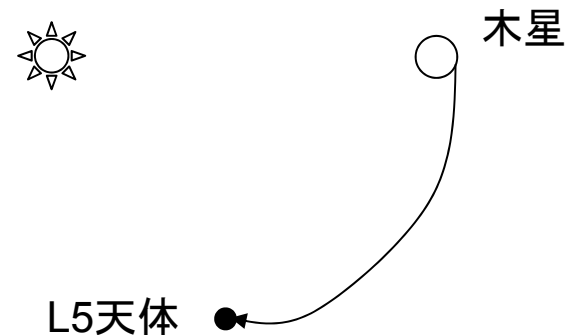
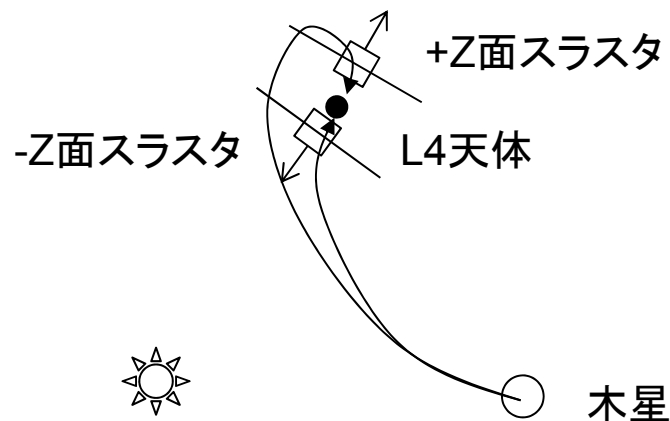
イオンエンジンスラスタを-Z面に配置し、目標天体をL4天体とすることで、往路の飛行時間を短縮することが可能となる。

＜L4天体の特徴＞

- 一般に、往路の飛行時間はL5天体より短い(幾何学的な関係)。
- 往路では木星距離より内側を飛行するため、発生電力が大きくなり、イオンエンジン推力を高く取れる。
- L4天体の方がL5天体よりも数が多い。
- サイエンスの観点からは、L4天体とL5天体のどちらでも可。

＜イオンエンジンスラスタ配置の影響＞

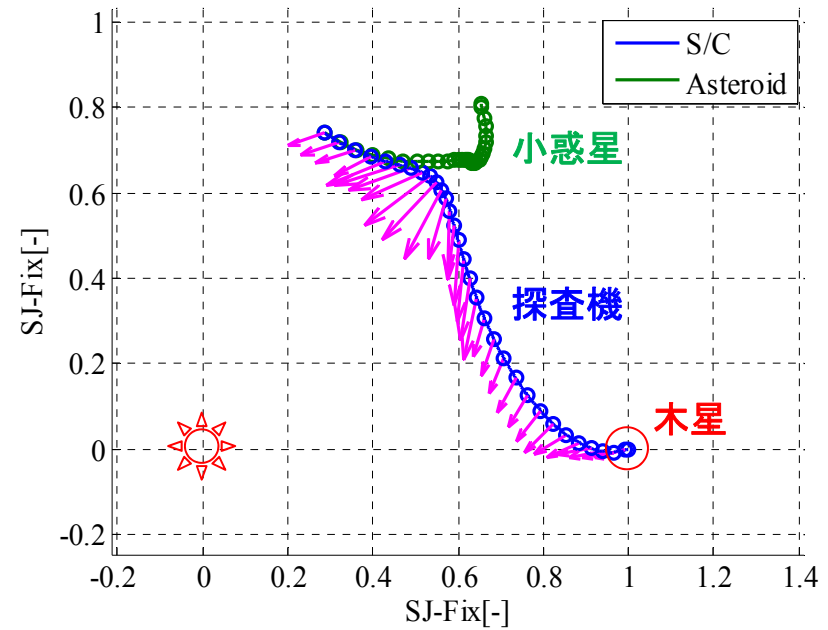
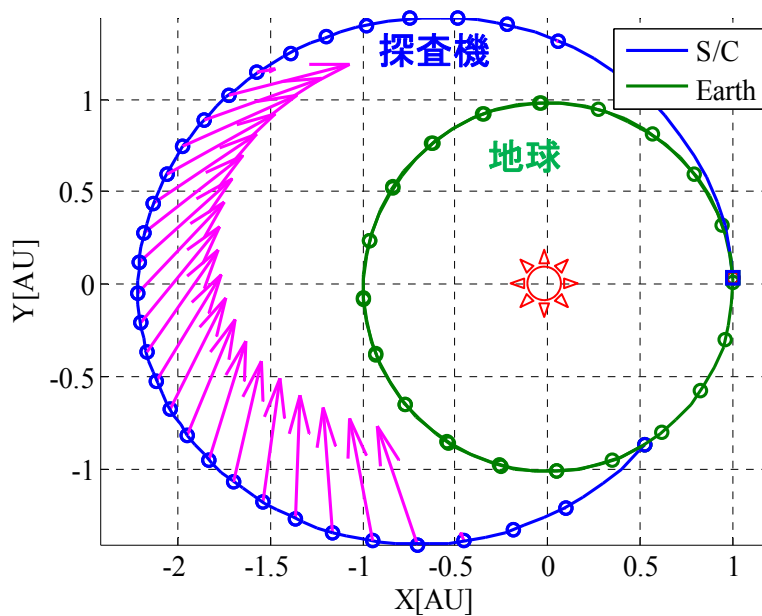
- +Z面スラスタ: 往路 L5天体有利, 復路 L4天体有利
- -Z面スラスタ: 往路 L4天体有利, 復路 L5天体有利



軌道例

目標天体: 2001 DY103(L4)

| Phase | departure | arrival | IES dV[m/s] | Tf |
|---------------------|------------|------------|-------------|---------------|
| 2yr EDVEGA | 2022/9/20 | 2024/7/24 | 1358 | 673d, 1.84yr |
| Earth to Jupiter | 2024/7/24 | 2026/12/22 | - | 881d, 2.41yr |
| Jupiter to Asteroid | 2026/12/22 | 2033/10/22 | 4004 | 2496d, 6.83yr |
| Total | | | | 4050d, 11.1yr |

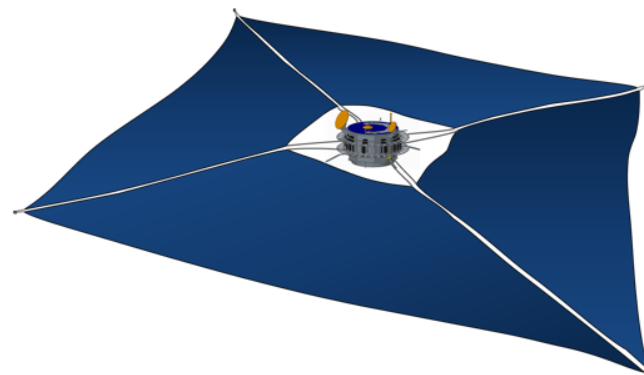


探査機質量

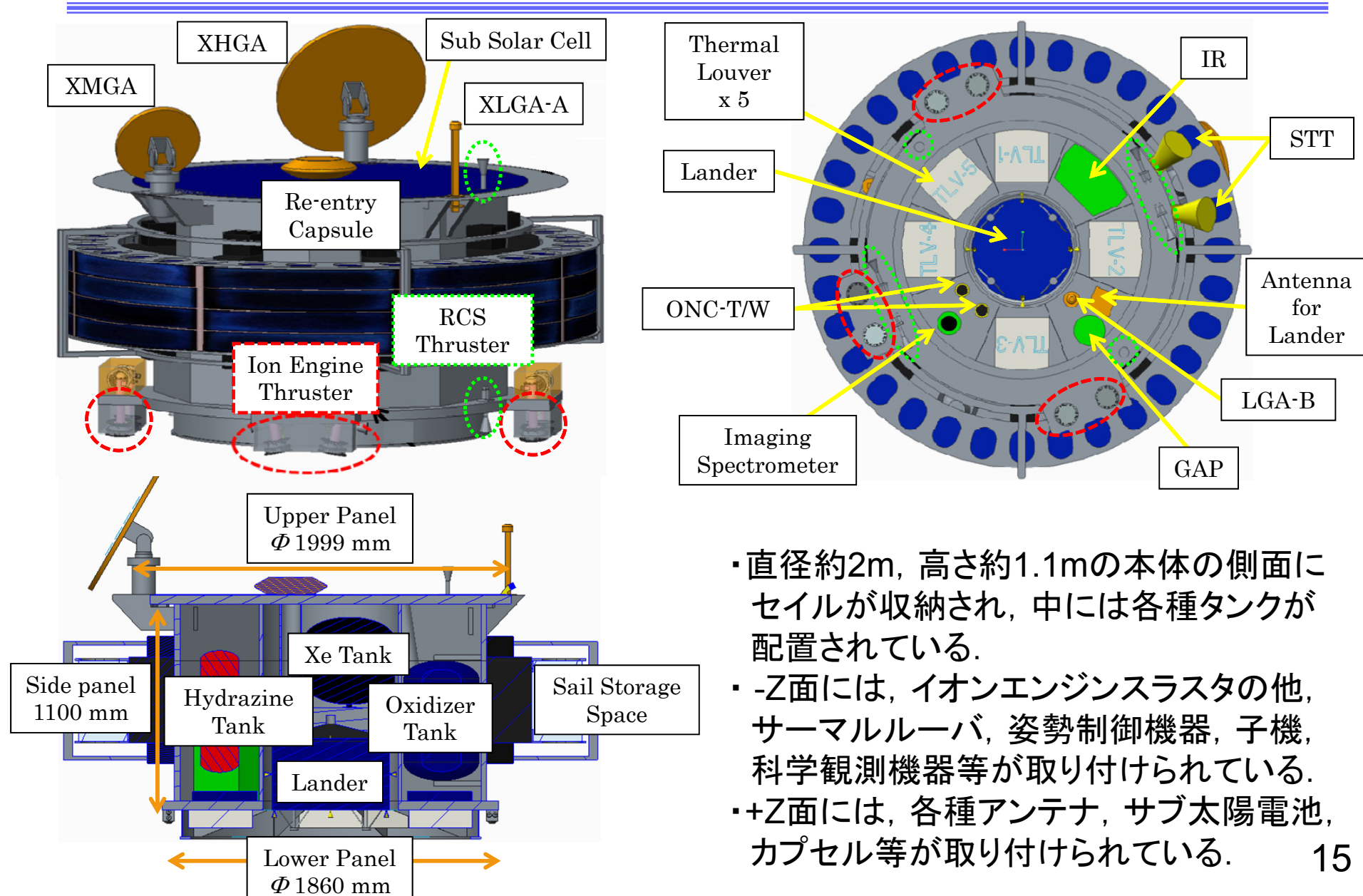
- DRY質量: 1035kg (子機100kg)
- WET質量: 1285kg (IES燃料 85kg, RCS燃料 165kg) ※ 軌道要求1.3ton以下を満足

| 機器構成 | 略称 | 数 | 質量[kg] | | サイズ | 備考 |
|---------------------------------|-------------|---|--------|-------|------------------------|---------------------------------|
| | | | 単体 | 合計 | | |
| ミッション | | | | 171.8 | | |
| ミッション機器 | | | | 171.8 | | |
| 赤外線観測機器 | IR | 1 | 12.0 | 12.0 | 350 x 485 x 383 (図面あり) | |
| γ線バースト偏光観測機器センサ部 | GAP-S | 1 | 5.0 | 5.0 | 200 x 200 x 150 | |
| γ線バースト偏光観測機器電源部 | GAP-P | 1 | 0.2 | 0.2 | 60 x 60 x 30 | IKAROS相当 |
| Imaging Spectrometer | IS | 1 | 12.0 | 12.0 | 500 x 250 x 500 | |
| ダストカウンタ(エレキ部) | ALDN2-E | 1 | 0.3 | 0.3 | 112 x 100 x 30(TBD) | |
| 再突入カプセル(分離機構/本体) | CPSL | 1 | 20.0 | 20.0 | φ400 | |
| 子機分離・ドッキング機構 | LANDER-IF | 1 | 20.0 | 20.0 | φ750 | MMO分離機構の質量を参考 |
| 子機 | LANDER | 1 | 100.0 | 100.0 | φ650x400 | |
| Xバンド送受信機 | XTRP-C | 1 | 1.2 | 1.2 | 120 x 120 x 120 | XMGA付近構体内部 |
| Xバンド中利得送受信アンテナ | XMGA-C | 1 | 0.4 | 0.4 | 200 x 200 x 10 | 観機-2面 |
| XバンドGaNパワーアンプ | XPA-C | 1 | 0.4 | 0.4 | 270 x 150 x 80 | XMGA付近構体内部 |
| ダイフレクサ | XDIP-C | 1 | 0.4 | 0.4 | 100 x 100 x 50 | XMGA付近構体内部 |
| 熱制御系 | | | | 0.0 | | |
| 熱計装 | - | 1 | - | - | | |
| バスシステム | | | | 863.7 | | |
| 電源系 | | | | 50.8 | | |
| 太陽電池セル | SUBCELL | 1 | 3.6 | 3.6 | φ1999 | |
| バッテリー | BAT | 1 | 21.8 | 21.8 | 263x344.5x213mm(6セル) | 高機能セル42Ahを想定 |
| 電力制御器 | PCU | 1 | 5.0 | 5.0 | 190 x 220 x 190 | |
| Array Power Regulator | APR | 1 | 4.2 | 4.2 | 254 x 384 x 49.8 | |
| IPPU用SolarArrayBlockingDiode | SBD-1,2,3,4 | 4 | 0.4 | 1.6 | 155 x 130 x 55 | |
| バス機器用SolarArrayBlockingDiode | SBD-5,6 | 2 | 0.4 | 0.8 | 155 x 130 x 55 | |
| SUBCELL用SolarArrayBlockingDiode | SBD-7 | 1 | 0.4 | 0.4 | 155 x 130 x 55 | |
| IPPU用リレーボックス(50A) | IPPU-RLBX | 1 | 7.0 | 7.0 | 250 x 548 x 59 (構体外配置) | サイズはAPRを基に質量比から推算 |
| バス機器用リレーボックス(25A) | BUS-RLBX | 1 | 3.5 | 3.5 | 239 x 361 x 47 | サイズはAPRを基に質量比から推算 |
| 火工品点火BOX | IG-BOX | 1 | 2.9 | 2.9 | 290 x 300 x 60 | HAYA2 IG-BOX |
| 通信系 | | | | 41.3 | | |
| X帯高利得アンテナ | XHGA | 1 | 2.4 | 2.4 | φ800 | |
| アンテナポインティングメカニズム | APM | 2 | 5.1 | 10.2 | W335 x D148 x H160 | MMO APM |
| アンテナデスバンメカニズム | ADM | 2 | 8.0 | 16.0 | φ220 x H217 | MMO ADM |
| X帯低利得アンテナ | XLGA-AB | 2 | 0.5 | 1.0 | W188, φ102 | HAYA2 |
| X帯中利得アンテナ | XMGA | 1 | 0.8 | 0.8 | φ450 | |
| Xバンドトランスポンダ | XTRP-AB | 2 | 2.5 | 5.1 | W181 x D161 x H159 | |
| XPA | XPA-AB, C | 3 | 1.2 | 3.6 | W201 x D143 x H70 | |
| バンドパスフィルタ | BPF | 1 | 0.3 | 0.3 | W171 x D56 x H62 | |
| X帯ダイフレクサ | XDIP-AB | 2 | 0.6 | 1.2 | W388 x D96 x H62 | |
| X帯スイッチ1 | XSW1 | 1 | 0.2 | 0.2 | W84.1 x D64.3 x H44.9 | |
| X帯スイッチ1-B | XSW1-B | 0 | 0.2 | 0.0 | W84.1 x D64.3 x H44.9 | |
| X帯スイッチ2-A/B | XSW2-A/B | 2 | 0.2 | 0.4 | W92.5 x D64.3 x H44.9 | |
| X帯ハイブリッド | XHYB-AB | 2 | 0.1 | 0.2 | W69 x D68.4 x H20 | |
| 導波管 | WG | 1 | 2.0 | 2.0 | | |
| データ処理系 | | | | 18.8 | | |
| システムマネジメントユニット | SMU | 2 | 2.0 | 4.0 | W220 x D71 x H175 | SPRINT-A SMU (SpaceCube2)(NML) |
| SpWルータ | SWR | 1 | 1.7 | 1.7 | W160 x D142 x H97.4 | 28port (ASNARO/SPRINT-A/ASTRO-) |
| 姿勢軌道制御プロセス | AOCP | 2 | 2.0 | 4.0 | W220 x D71 x H175 | HAYA2 AOCP (SpaceCube2) |
| TM/TCインタフェースモジュール | TCIM | 2 | 2.1 | 4.3 | W142 x D150 x H107 | SPRINT-A TCIM |
| データレコーダ | DR | 1 | 2.1 | 2.1 | W142 x D150 x H114 | HAYA2 DR |
| デジタルエレキ | DE | 1 | 2.7 | 2.7 | W220 x D98 x H170 | HAYA2 DE |
| 化学推進系 | | | | 55.6 | | |
| スラスタ | THV | 8 | 0.7 | 5.6 | - | |
| 弁類 | HLV/FDVS/CV | 1 | 15.0 | 15.0 | - | |
| 配管 | TUBE | 1 | 2.5 | 2.5 | - | |
| 気密器 | HTK | 1 | 3.4 | 3.4 | φ198球形 | ATK気密器80345-1 |
| 燃料タンク | TKF | 1 | 16.3 | 16.3 | φ419 x 688 | |
| 酸化剤タンク | TKO | 1 | 12.8 | 12.8 | φ419 x 485 | |
| ヒータ | RCS-HTR | - | - | - | | |

| | | | | | | |
|------------------------|--------------|---|-------|--------|---|----------------|
| イオンエンジン系 | IES | | | 81.3 | | |
| IonThrustorControlUnit | ITCU | 1 | 4.8 | 4.8 | W220 x D202 x H165 | HAYA2 ITCU |
| Oscillator | OSC | 1 | 0.3 | 0.3 | W135.7 x D59.7 x H68.9 | HAYA2 OSC |
| Ion Thruster Head | ITH | 6 | 2.6 | 15.6 | φ150 x 390 | HAYA2 |
| 中和器 | NEUT | 6 | - | - | - | HAYA2 |
| Coupler Box | CPBX | 6 | 0.5 | 2.7 | W124 x D60 x H121 | HAYA2 |
| MicrowavePowerAmp TWT | MPA-TWT | 6 | 0.8 | 4.8 | W381 x D58.4 x H56.9 | HAYA2 |
| EPC | MPA-EPC | 6 | 1.3 | 7.8 | W177.8 x D80 x H102 | HAYA2 |
| Shield Cable | MPA-SHLD-CBL | 6 | 0.1 | 0.9 | N/A | HAYA2 |
| Power Processor Unit | IPPU | 4 | 5.6 | 22.4 | W460 x D357 x H53.5 | |
| Xe Tank | Xe Tank | 1 | 14.1 | 14.1 | | |
| Valve | VLV | 1 | 6.5 | 6.5 | | |
| Relay Box | RLBX | 1 | 1.5 | 1.5 | W156 x D135 x H74 | HAYA2 |
| 姿勢制御系 | AOCS | | | 29.6 | | |
| 姿勢制御ユニット | AOCU | 1 | 5.4 | 5.4 | 150 x 150 x 140 | |
| スタートラッカ | STT | 2 | 3.3 | 6.6 | 170 x 144 x 147 (本体のみ) 360 x 158 x 147 (フード含む) | |
| スピン太陽センサ | SSAS | 1 | 1.0 | 1.0 | 66 x 33 x 25 (sensor) 51 x 82 x 89 (Electronics) | LITTON製 LN-200 |
| 慣性センサ | IRU | 2 | 0.8 | 1.5 | φ89 x H84 | |
| 光学航法カメラ 望遠 | ONC-T | 1 | 2.1 | 2.1 | W155 x D490 x H95 | HAYA2 |
| 光学航法カメラ 広角 | ONC-W | 1 | 1.3 | 1.3 | W155 x D248 x H95 | HAYA2 |
| 光学航法カメラ アナログエレキ | ONC-AE | 1 | 1.3 | 1.3 | W220 x D220 x H50 | HAYA2 |
| 光学航法カメラ エレキ | ONC-E | 1 | 2.7 | 2.7 | W97.7 x D220.5 x H170.5 | HAYA2 |
| ドライバ | DRV | 1 | 7.8 | 7.8 | W287 x D252 x H200 | HAYA2 |
| ソーラー電力セイル系 | | | | 347.3 | | |
| ソーラー電力セイル | Solar Sail | 1 | 224.0 | 224.0 | 約50 m x 約50 m | |
| セイル展開機構 | SS-DEP | 1 | 118.7 | 118.7 | 図面参照 | |
| 液晶デバイスIF | RCD-IF | 1 | 3.0 | 3.0 | 200 x 200 x 80 | |
| モータードライバ | MDRV | 1 | 0.6 | 0.6 | 120 x 100 x 40 | |
| NEADドライバIF | NDRV-IF | 1 | 1.0 | 1.0 | 150 x 150 x 80 | |
| ヒータ | SS-HTR | - | - | - | | |
| 電気計装 | WHN | 1 | 47.7 | 47.7 | | |
| 構造系 | | | | 125.3 | | |
| 構造 (SED/機械計装含む) | STR | 1 | 125.3 | 125.3 | | |
| 熱制御系 | | | | 66.0 | | |
| ヒータ制御装置 | HCE | 1 | 6.0 | 6.0 | W244 x D168 x H213 | HAYA2 |
| 熱計装 | T-INT | 1 | 60.0 | 60.0 | | |
| 小計 | DRY | | | 1035.6 | | |
| 燃料 | MMH/MON/Ghe | | | 165.0 | | |
| | Xe | | | 85.2 | | |
| 質量総計 | WET | | | 1285.8 | | |



機器配置



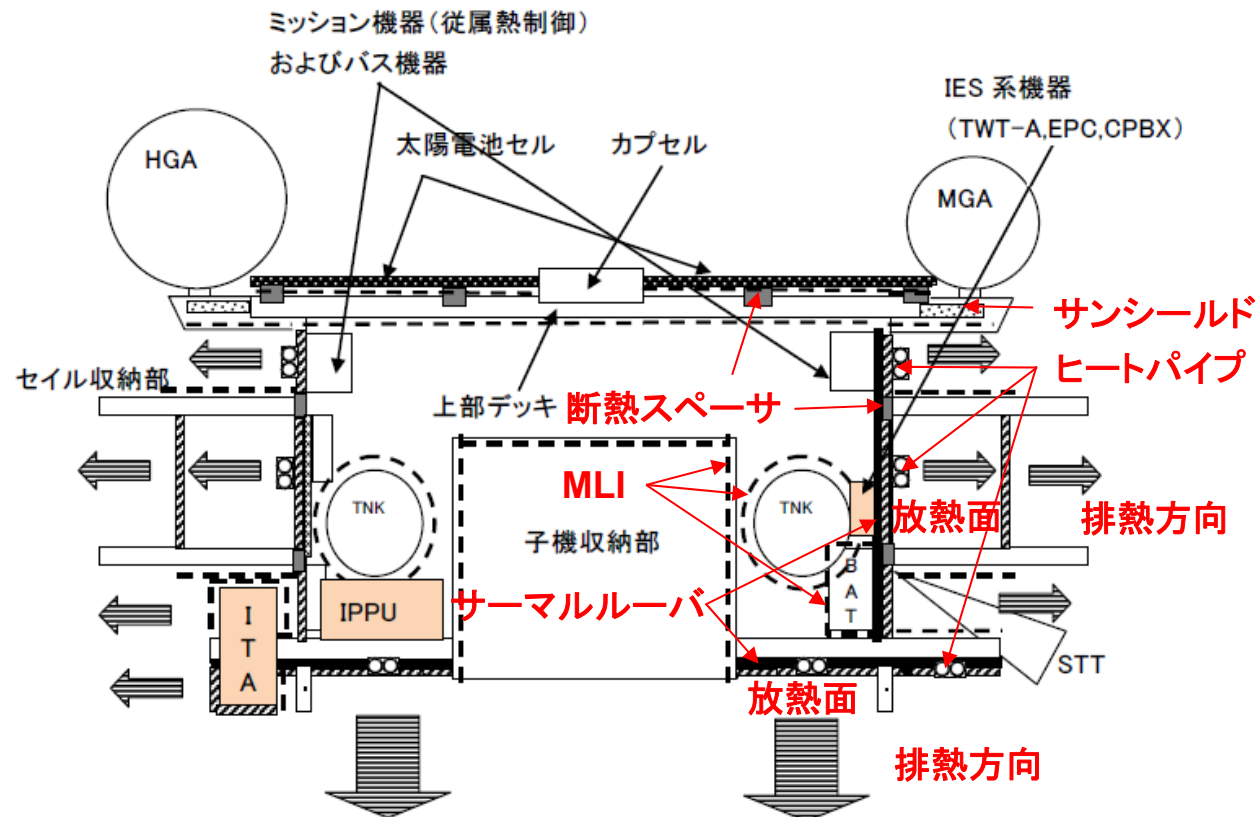
- ・直径約2m, 高さ約1.1mの本体の側面にセイルが収納され, 中には各種タンクが配置されている.
- ・-Z面には, イオンエンジンスタスタの他, サーマルルーバ, 姿勢制御機器, 子機, 科学観測機器等が取り付けられている.
- ・+Z面には, 各種アンテナ, サブ太陽電池, カプセル等が取り付けられている.

熱制御系

＜熱制御方針＞

- 探査機-Z面を主たる放熱面とし, IPPUを探査機-Z面に搭載する.
- 側面からの放熱も使用する.
- サンシールド, ヒートパイプ, サーマルルーバ等により, 大きく変化する熱環境に対応し, ヒータ電力を削減する(ヒータ電力的にはセイル展開前が厳しい).

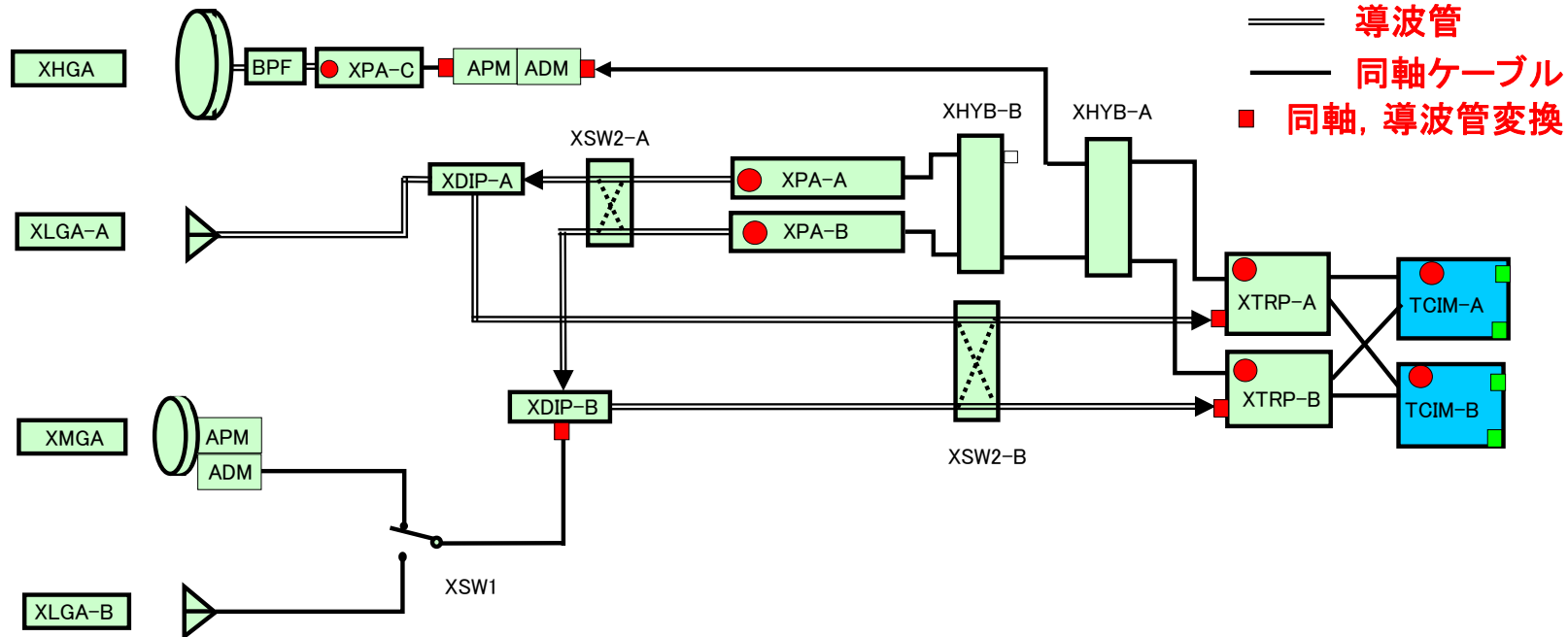
※ すべてのフェーズにおいて, 熱制御が成立することを確認した.



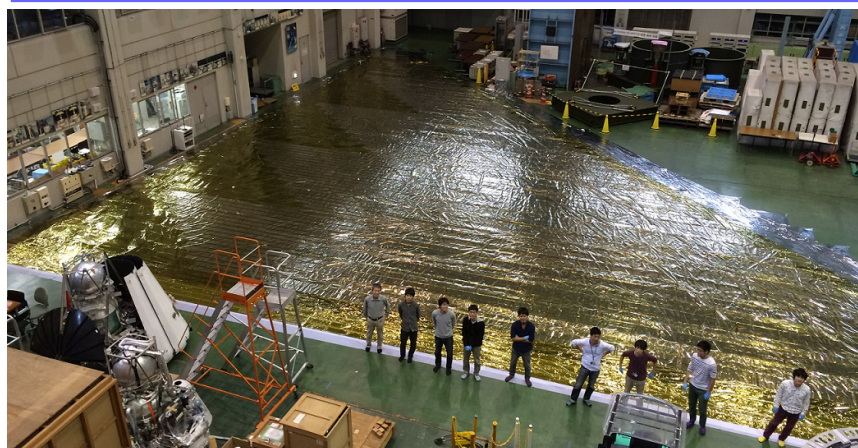
通信系

＜通信系方針＞

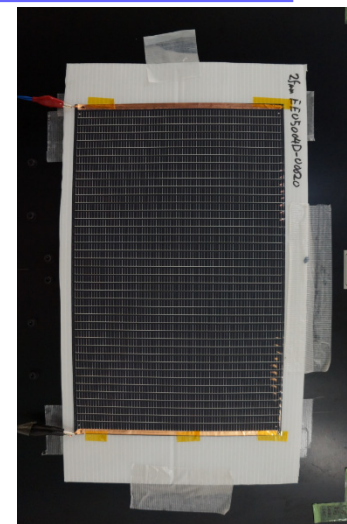
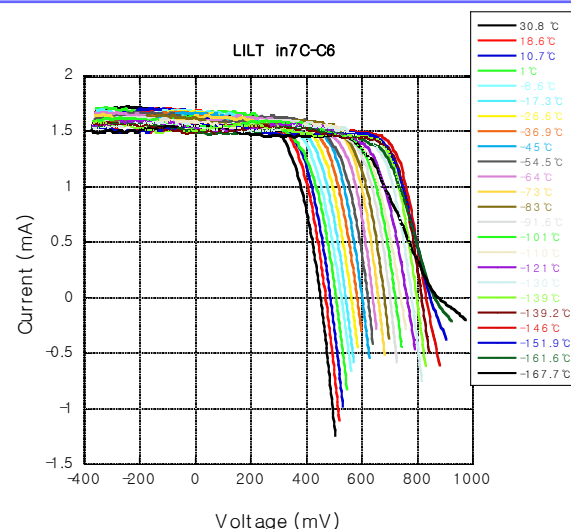
- 木星圏からも高い通信レートが確保できる構成とする。
→ **導波管, 同軸ケーブル**による伝送路ロス削減
 - UDSC使用で木星圏2Kbps(従来設計だと512bps), DSN使用で木星圏16Kbpsを目指す。
- ※ システム要求値 ランデブーフーズで1Kbps
(はやぶさと同等に必要なサイエンスデータも十分獲得できる)



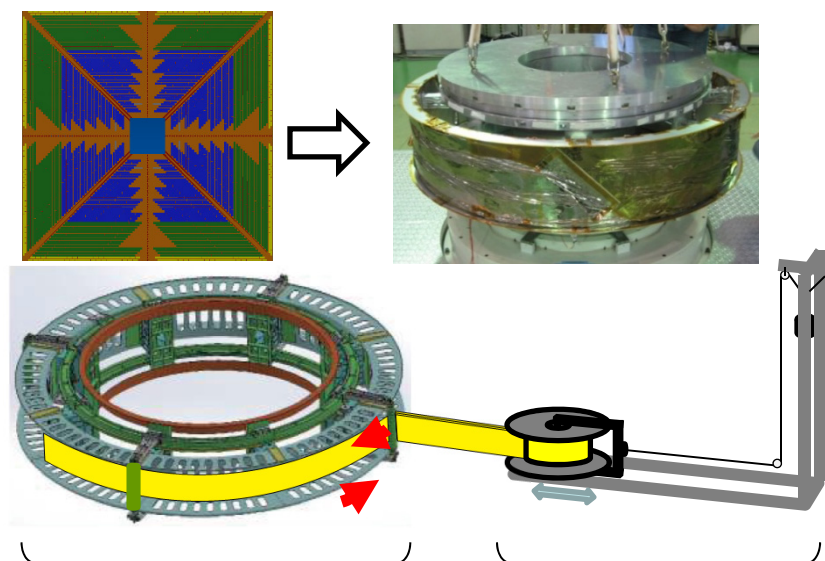
セイル



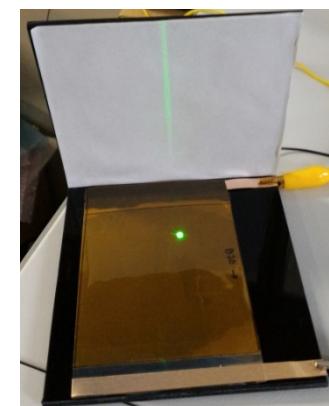
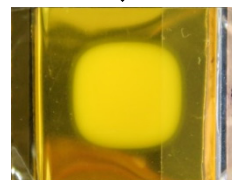
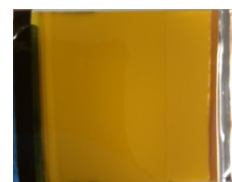
実スケールのセイル製作(1/8)



薄膜太陽電池の性能評価・反り対策



セイル展開機構
実スケールのセイル収納・展開試験



反射方向が変更可能な液晶デバイスの開発・性能評価

子機的设计

＜国際協力＞

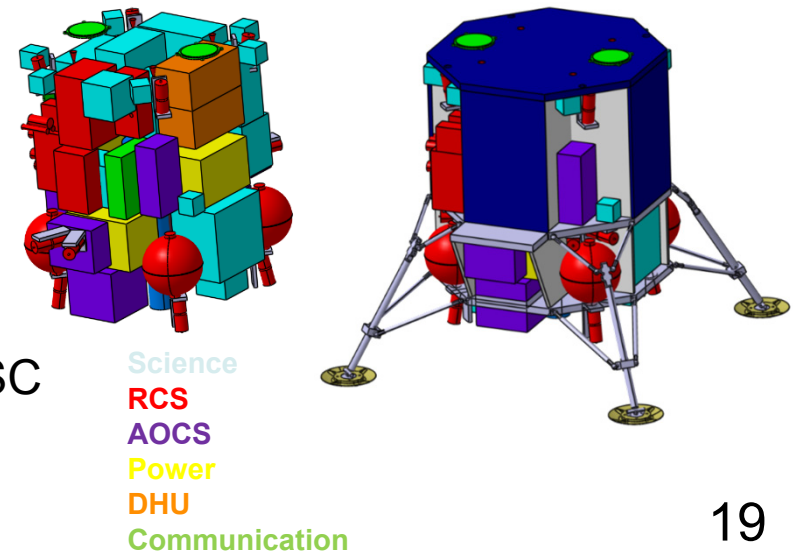
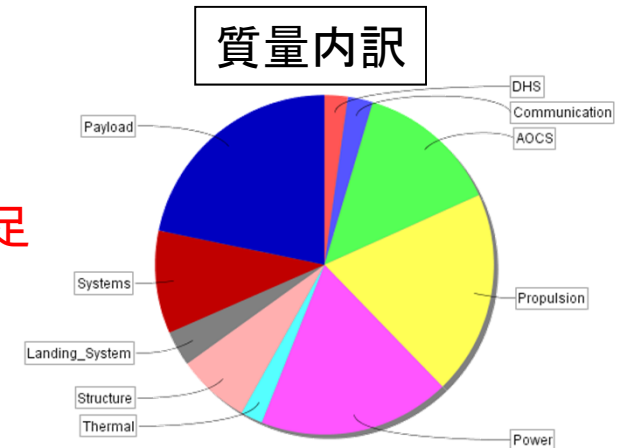
- DLRとの共同開発を目指し, 2015年5～10月に2回目のJoint Studyを実施.

＜設計結果＞

- DRY質量: 91.89kg (サイエンス機器20kg)
- WET質量: 95.02kg (RCS燃料 3.13kg)
- システムマージン: 5.24% ※ 質量要求100kg以下を満足

＜サブシステムの検討内容＞

- DHS: 機器間のデータI/F, 通信量の見積もり
- 電力: 運用シーケンスに基づくBATサイズ
- 通信: 通信機器やアンテナの選定
- AOCS: 運用方法に基づくセンサ類の選定
- 推進: JAXA提示の推進機構から選定, スラスタ配置
- コンフィギュレーション: 機器配置
- 熱: 機器配置に基づく簡易熱解析, ヒータCh数
- 構造: 機器配置に基づく簡易構造解析
- Landing SYS: 前提条件に基づく脚の設計
- システム: 質量, 電力プロファイル, データBudget, MSCとのI/F, リスク抽出



トロヤ群小惑星のサイエンス

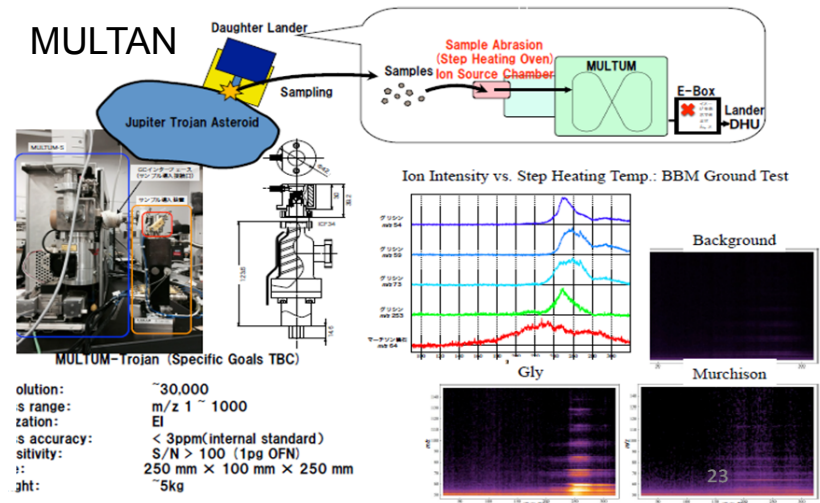
<国際協力>

- 日欧Joint Science Teamを結成し、サイエンス機器の議論を行った。
- DLRの他、Rosettaのサイエンス機器の開発を行ったIASやCNESのメンバーも参画。

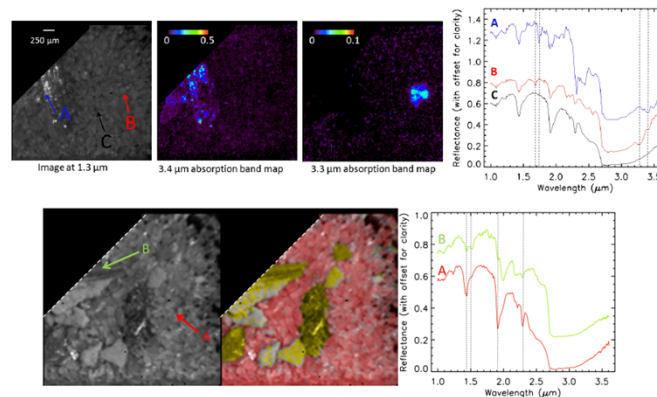
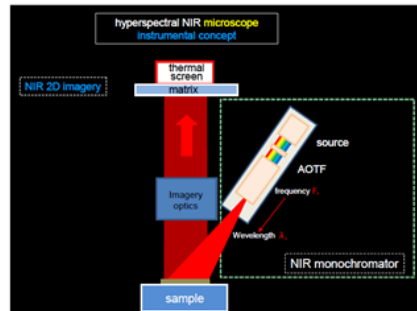
<検討協力>

- 搭載機器案を調整し、質量・電力・サイズ・データ要求を満足する解の見通しを得た。

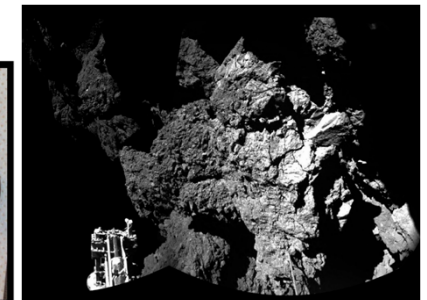
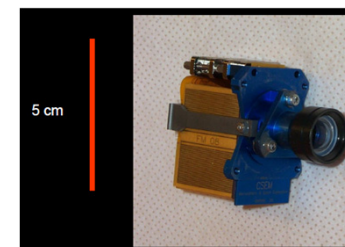
| Instruments | Mass [kg] | Pk Power [W] | Energy [Whr] | Raw Data [MByte] | Size [cm] |
|---|---------------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------|--|
| Sampling/Distribution: (Horn, Pneumatic drill, revolver, + ...) | 7.0 | ↓ | 36 | HK only | Φ15 x 51 |
| HRMS: (IE, GC, MS, HV, E-Box) | 4.9 (+0.9) | 60? | 236 | 1000? | 18x18x10 (core) 22x22x20 (E-box) |
| Microscopic Instruments (MicrOmega / Raman) | 2.5 (+0.1) | 40? | 45 | 200? | 10x12x15 |
| Panoramic Instruments Vis Camera (x6) IR Spectrometer + (periscope) | 0.9 2.5 | 30 40 | 14 22.5 | 100 100 | 10x15x15 10x12x15 + φ10x10 |
| Others: Magnetometer (MAG) Radiometer (MARA) Closeup Imager (CAM) VISTA Raman (Mini-Raman) | 0.2 0.3 0.5 0.1 1.9 | 1 3 10 1 10 | 17 41 15 10 2 | 1 1 20 1 1 | 10x10x10 + BE 10x10x10 + BE 10x10x10 + BE 5x5x5 + BE 20x15x20 + BE + |
| Total | 20.9 (22.5) | < 80 | 440 (587 for 75% DC/DC) | | |



広角カメラ (ROLIS)

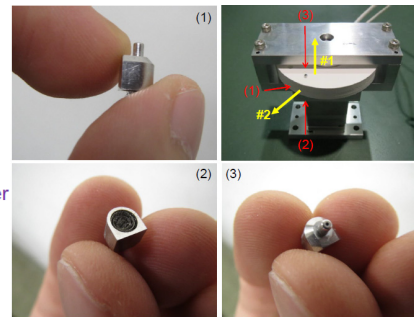
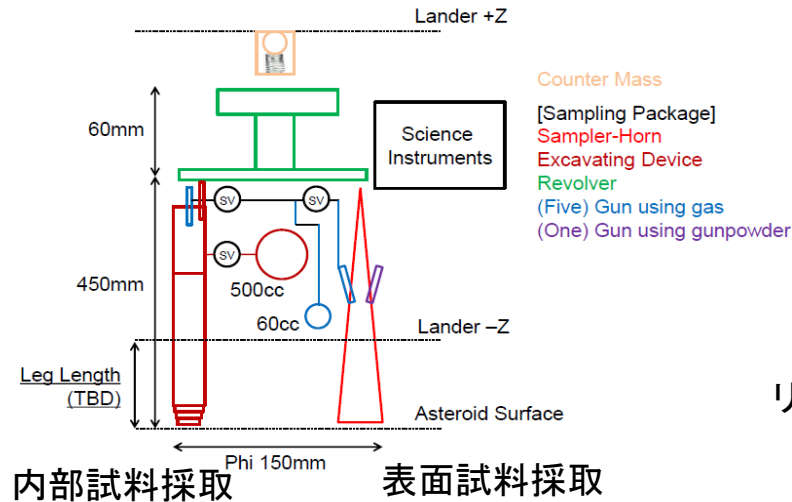


広角カメラ (ROLIS)

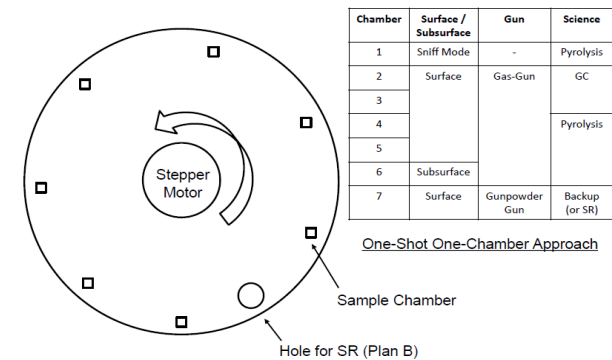


試料採取・その場分析

- ①表面試料: サンプラーホーン内に弾丸を撃ち込み、サンプルをリボルバー装置に引き込む。
- ②内部試料: ニューマチックドリルによって、ガス圧で小惑星表面を掘削した後、①を行う。



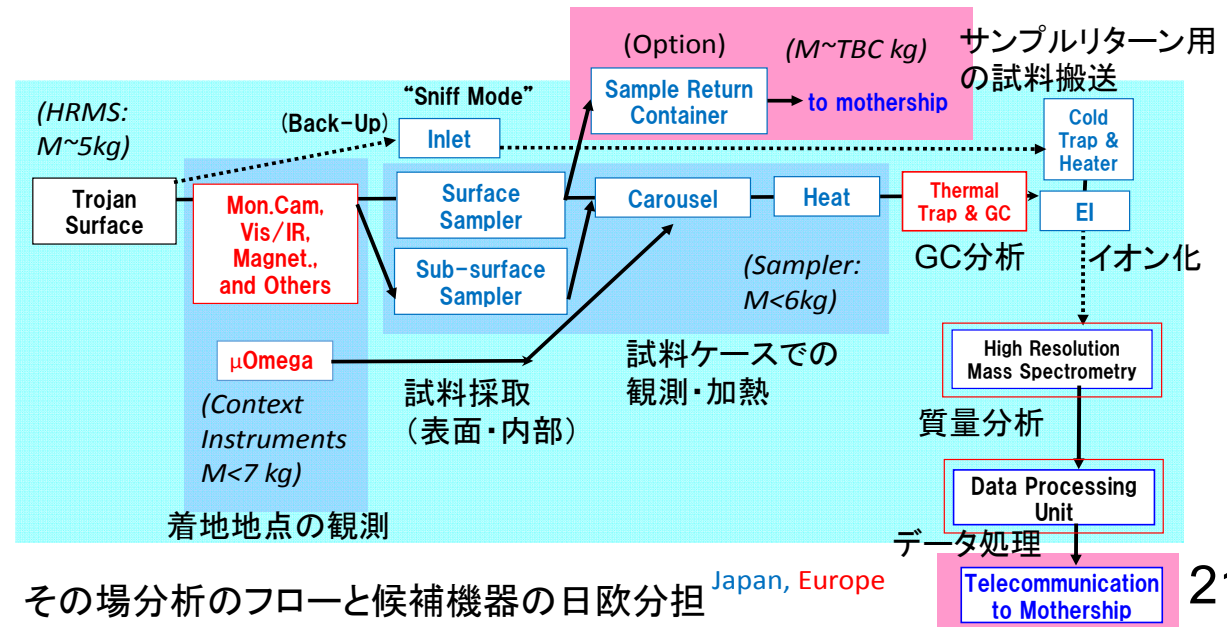
リボルバー装置 & 試料ケース



試料採取・その場分析の順番



ニューマチックドリルによる掘削



その場分析のフローと候補機器の日欧分担

昨年の実績と今後のスケジュール

| | 2014 | 2015 | | | | | | | | | | | | 2016 | | | | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|---|-------------------------|--------------------|---|---|----------|---|---|---|---|----|----|--|-----------|---|---|-------------------------------------|------------------------------------|------|-----------------|------|------|-----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 4 | 7 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| JAXA | | | | | | | | | | | | | | | | | △ SRR | △ SDR | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ISAS | ▲ RFI | | | | | ▲ MDR | | | | | | | | △ 計画審査 | | | △ Project Readiness Review | △ Project Approval Review | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Project | Fundamental Mission Scenario, Spacecraft System Design | | | | | | | | | | | | Shortened Flight Scenario, Altered Ion Engine Config, Preliminary Thermal & Structural Analysis. | | | | | | | | | | | | 所内準備チーム Pre project Project Preliminary Design, Protoflight model Flight Model launch | | | | | | | | | | | |
| Community | | ▲ Letter of interest | ▲ Plan, Roadmap | | | | | | | | | | | | | | | | | Critical Design | | | Integrated Test | | | | | | | | | | | | | |

- 2015年2月にロードマップを示し、中型計画のミッション提案を行った。
 - 2015年3月にMDRを実施し、工学委員会に最優先で実施すべきミッションと判断され、強く推薦された。
 - 2015年9月にミッション評価結果が出され、Phase-A1(所内準備チーム)に移行することを推奨された。
 - 2020年代初頭の打ち上げを目指し、今年度中にPhase A1へ移行する準備中。
 - 来年度に本ミッションの科学観測の議論を深めることを念頭に国際会議を開く。
トロヤ群小惑星に限らず、クルージングサイエンスについても議論する。
他のミッションも含めた小惑星探査全体についても議論する場としたい。
- ※ DLR Joint Study, 日欧Joint Science Teamの議論を継続し、国際協力の調整も進める。

発表リスト(ソーラーセイルWG関連)

- P-163: ソーラー電力セイルのクルージング・ランデブー・着陸フェーズにおける科学観測
- P-164: ソーラー電力セイルのシステム設計
- P-165: ソーラー電力セイル用高比推力イオンエンジン
- P-166: ソーラー電力セイル用薄膜太陽電池膜面展開構造の研究開発
- P-167: ソーラー電力セイル用ランデブードッキングおよびカプセル技術の検討
- P-168: ソーラーセイルへの応用を目指したシリコン単結晶薄膜上の標準CMOS素子微細加工による高耐压化スイッチング回路