

ソーラー電力セイルによる 木星トロヤ群小惑星への着陸探査と試料採取： 科学目標・技術検討・候補天体探索

矢野創¹、林直宏^{1, 2}、松本純^{1, 2}、浜崎拓^{1, 2}、菊池翔太^{1, 2}、大野剛^{1, 2}、青木順³、豊田岐聡³、
関根康人²、高遠徳尚⁴、Patryk Sofia Lykawka⁵、木下大輔⁶、中村良介⁷、
浦川聖太郎⁸、坂本強⁸、吉田二美⁴、吉川真¹、松浦周二¹、森治¹、
ソーラー電力セイルWG、次期太陽系小天体探査WG準備チーム

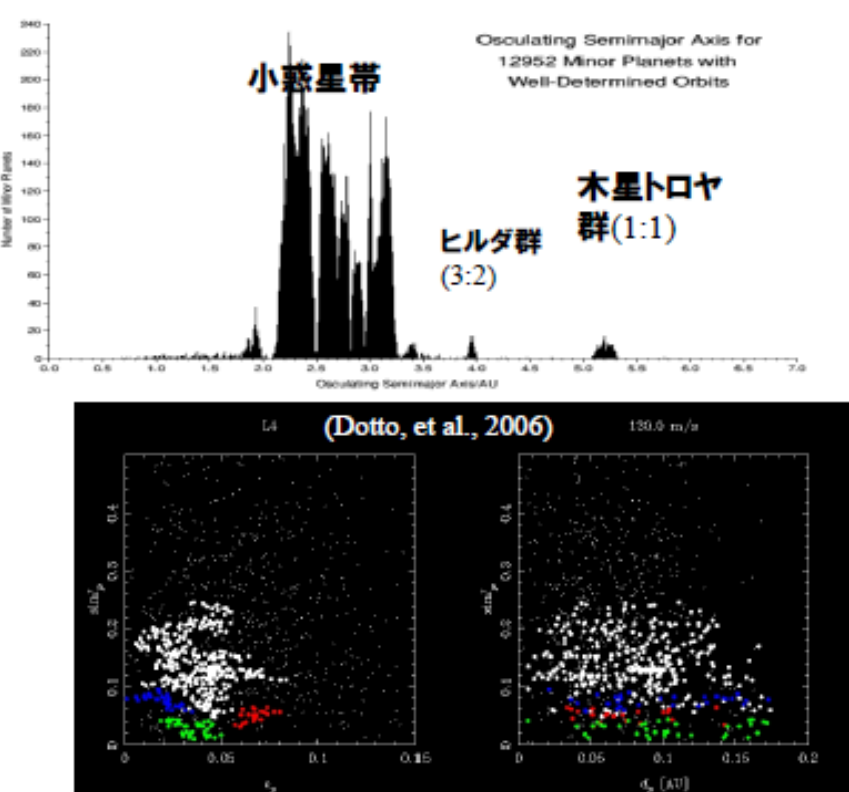
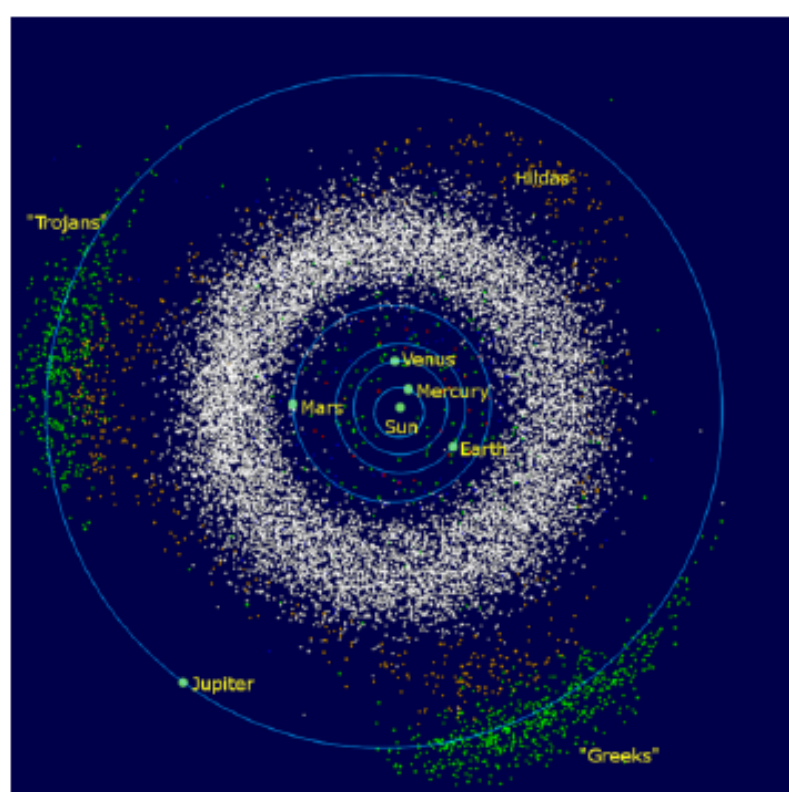
1：JAXA宇宙科学研究所、2：東京大学、3：大阪大学、4：国立天文台、5：近畿大学、
6：台湾中央大学、7：産業総合研究所、8：美星スペースガードセンター
(e-mail: yano.hajime@jaxa.jp)

概要： H-IIAで打ち上げ、3000m²の有効面積を持つソーラー電力セイル構想では、クルージング観測ののちに、木星トロヤ群小惑星ヘランデブー、全球リモートセンシングをした後、小型着陸機を降ろして、天体表面の直接探査を行う案を検討している。その際には表面ないし地下物質のその場質量分析、多波長分光による化学組成や同位体比の計測の実現を目指す。また採取試料を親機が地球へ持ち帰るサンプルリターンオプションの技術可能性の検討も進めている。本稿では、木星トロヤ群小惑星への着陸探査と試料採取に関する科学目標とこれまでの技術検討をまとめるとともに、探査候補天体の探索活索の現状、および天体選定に関する科学・工学双方からの優先順位も議論する。

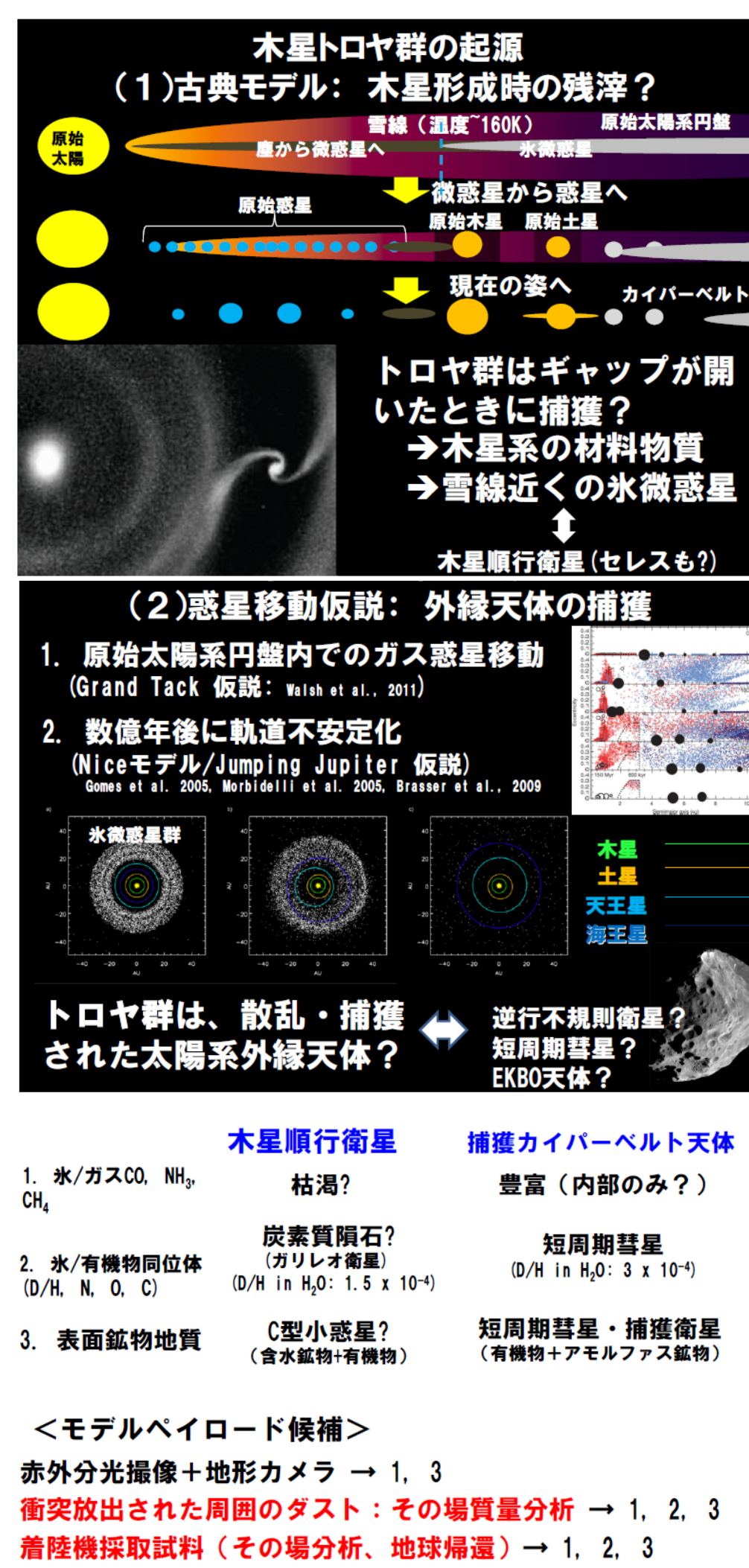
木星トロヤ群小惑星探査の科学目標

- 木星トロヤ群小惑星は、雪線より遠い領域で小惑星帯に匹敵する小天体数を持つと推定されながらも、アナログ隕石が特定されていない、太陽系に残された「未知未踏」の領域。
- ここにある小惑星の起源・進化の理解は、系外惑星系発見以降、仮説が林立する惑星系形成論の行方を左右する。

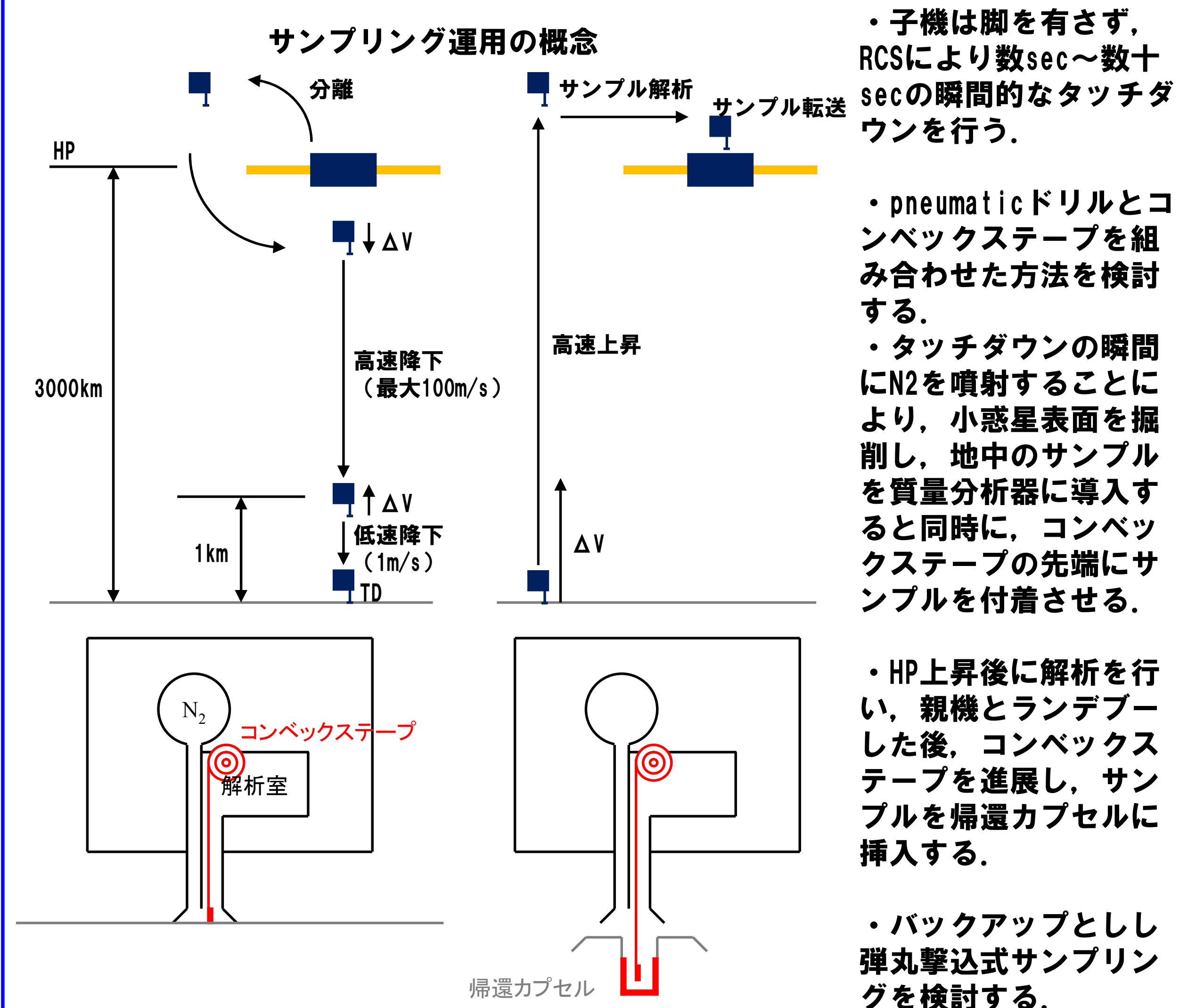
木星トロヤ群小惑星：太陽系の最後の「フロンティア」



* 惑星移動の証拠をつかむ
* 雪線より遠い場所の材料と構造を解き明かす
→太陽系形成論の決定打。
→カイパーベルト天体と直接訪問することになるか？



試料採取・技術検討

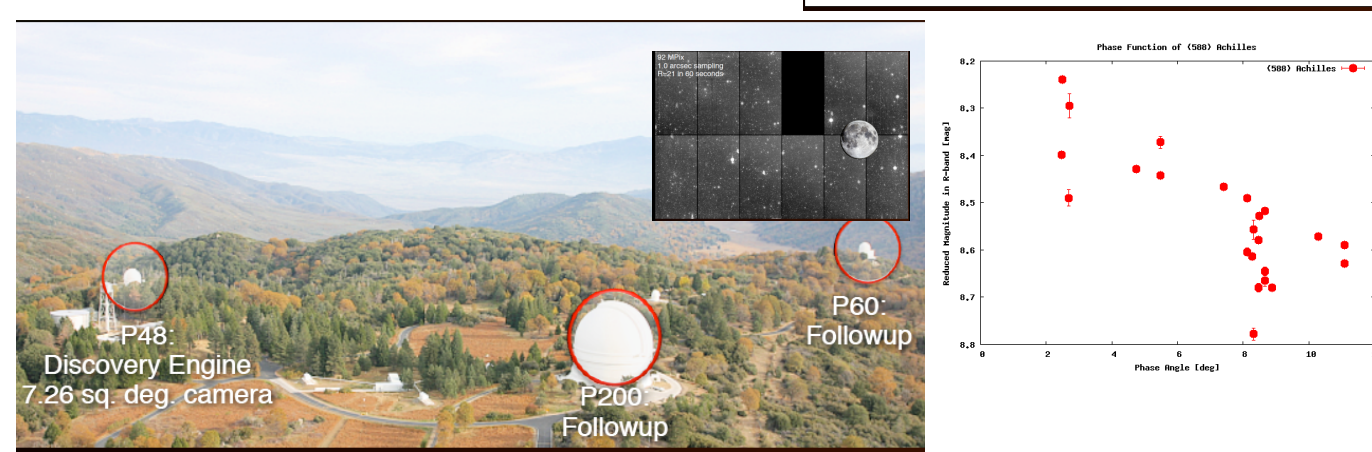


候補天体探索

- トロヤ群形成時からの「生き残り」であるためには、軌道進化計算上不安定（Intruderではない）、衝突寿命が>40億年と推定される直径80km以上で、内部構造と氷成分の存否確認のためには二重小惑星であることが「理想」の探査候補天体である。
- 木星トロヤ群は5AU付近と太陽から遠く、P、D型主体のアルベドが暗い天体が大半であり、小型天体の分光や衛星探索には、地上観測方法を工夫する必要がある。
- 候補天体およびその物理情報を増やす方策

(1) Palomar Transient Factoryでのデータマイニング
>21等程度までの候補天体の位相角光度分布の統計
(2) 絞り込んだ大型候補天体の国内外測光
・分光観測キャンペーン

1868 Thersites (2008 P-L) ... L4
2363 Cebriones (1977 TJ3) ... L5
5028 Halaesus (1988 BY1) ... L4
(実施時期： 2013年12月～2014年7月)

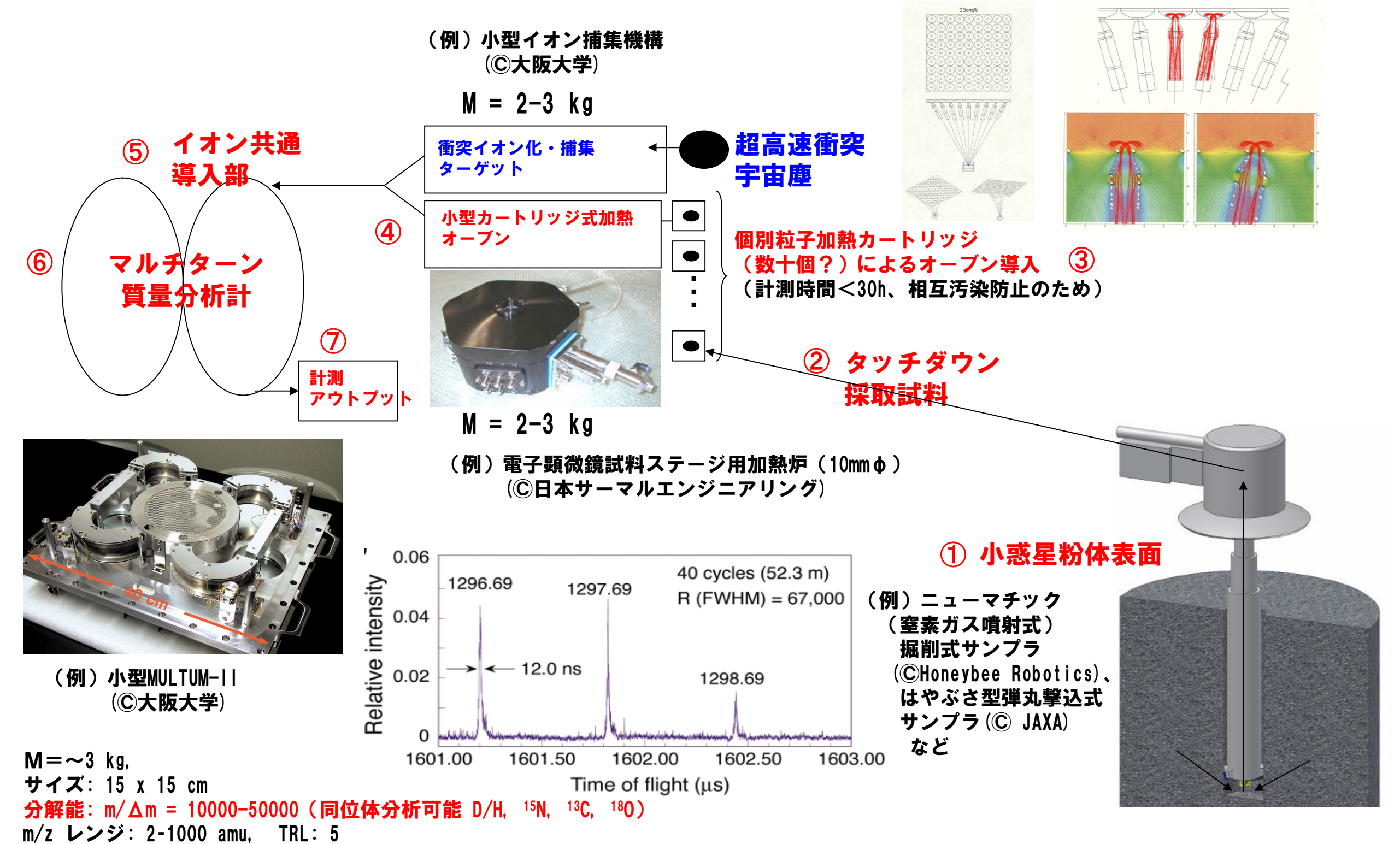


その場計測・試料採取のミッションデザイン上の制約

- 高度3000kmをHPとする親機から1m³、200kg級の子機を分離し、子機がサンプリング、現地でのサンプル解析、親機へのサンプル転送を行う。
- 子機のサンプリング方法ははやぶさをベースとするが、小惑星規模（直径80～100km）、太陽距離、地球距離の観点から変更する。
- 小惑星重力が大きい（ホバリングの燃料重量が大きいこと）ことによる制約
 - 長時間、低高度のホバリングを行うことができない。
 - 高解像度の全球マッピングを行うことができない。
 - リハーサルを行うことができない。
 - HP～高度1kmにおいて、最大100m/sの高速降下を行い、急減速した後、高度1km～地表において1m/sの低速降下に移行する。
 - 上昇も高速上昇を行う（その場試料解析は上昇後に行う（30W、30時間））。
- 太陽距離が大きいことによる制約
 - 数m²級の太陽電池パネルでは十分な発電を行うことができない。
 - 分離からサンプリング転送まで全シーケンスの電力を1次電池で供給する。
- 地球距離が大きいことによる制約
 - 伝搬遅延が大きいため自律的に障害物回避、着陸、サンプリングを行う。
- 小惑星表面を掘削し、地中のサンプリングを行うため、pneumaticドリルを検討する。

着陸探査・技術検討

既存の地上分析技術を応用した、着陸採取試料のその場質量分析システム概念
～計測目標：氷中のD/H比、有機物・含水鉱物中のC、H、O、N比～



(例) その場質量計測による木製トロヤ群小惑星の表面からの放出ダストの物質測定

