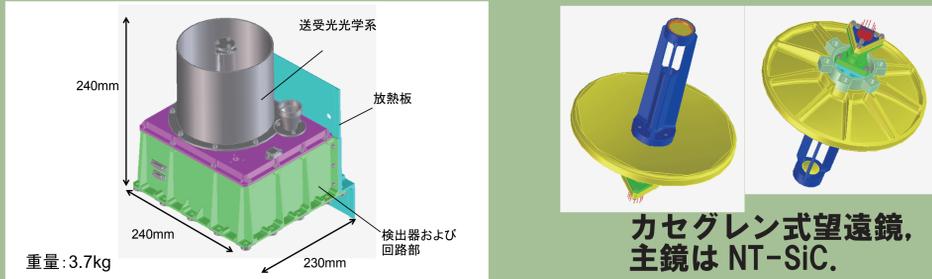




# LIDAR の科学目標

並木則行, 水野貴秀, 平田成, 野田寛大, 千秋博紀, 山田竜平, 池田人, 阿部新助, 松本晃治, 押上祥子, 佐々木晶, 荒木博志, 田澤誠一, 清水上誠, 小林正規, 和田浩二, 石原吉明, 宮本英昭, 出村裕英, 木村淳  
 千葉工業大学, ISAS/JAXA, 会津大学, 国立天文台, 国立中央大学, 産業技術総合研究所, 東京大学, 北海道大学

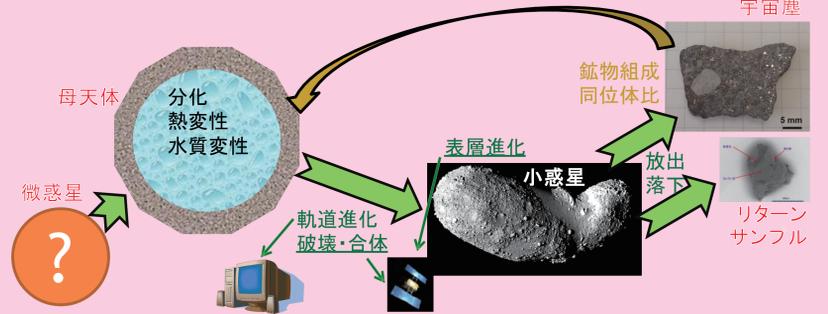
## 01 はやぶさ 2 LIDAR 仕様



測距範囲	30 m ~ 25 km 以上
分解能	0.5 m
精度 (1σ)	±1 m 以下 (at 30 m) ±5.5 m 以下 (at 25 km)
サンプリングレート	1 Hz
送受光光学系	カセグレン式 Φ127 mm
レーザ発振部	出力: 10 mJ 以上 パルス幅: 10 nsec 以下
視野	1 mrad
検出器	Si-APD
消費電力	18.5 W (サバイバルヒータを除く)

はやぶさ初号機のレーザ高度計を元に設計。レーザ発振器は Nd-YAG タイプ (波長 1064 nm)、パッシブ Q スイッチ。

## 02 グラウンドヴィジョンとリンク

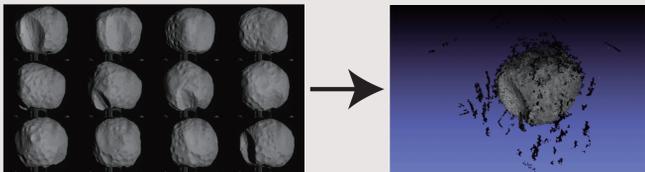


② 衝突破壊・合体のプロセスを含めた小天体物理進化の謎解き + Itokawa 探査の科学成果を発展させる

- 1993JU3 の分光スペクトル観測 (AMICA, NIRS3, アルベド) から, collisional family を同定する。
- 形状と重力から空隙率の平均と偏りを決定し, rubble pile 天体の衝突破壊・合体の歴史を推定する。
- リターンサンプルの宇宙線照射年代, 太陽風インプラントーションから軌道進化を制約する。その解釈に重要な小惑星ダストの移流・攪拌をその場観察する。

## 03 形状モデル

- ONC 画像で無次元の『形』を決め, LIDAR データでスケール
- Structure-from-Motion の手法により粗な点群モデルを作成
- バンドル手法で撮像位置も同時に推定。→ LIDAR データでスケール
- Multi-View Stereo や Structure-from-Shading を併用して密な点群
- ポリゴンモデル化

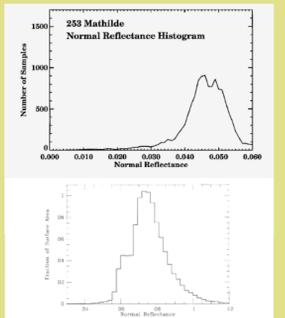


- LIDAR 測線プロファイルから粗い形状モデルを作成
- ONC 画像とは独立な検証データ
- 小惑星と探査機, それぞれの軌道決定には 1 ~ 10 km の誤差
- 軌道制御が無ければ, 伝搬誤差は 3 ~ 30 mm/s.



## 04 アルベド (反射率) 計測

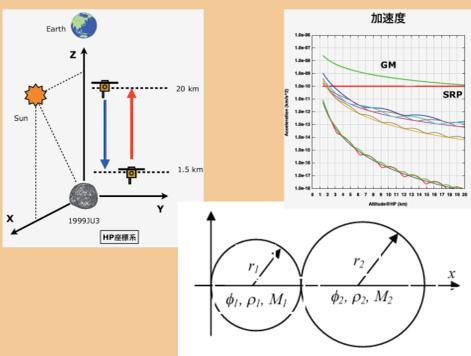
- 唯一のアクティブな観測装置
- はやぶさ初号機からの改良
- 送信エネルギーと受信エネルギーの同時観測。
- C 型小惑星の反射率分布は不明
- 253 Matilde では 6 % (平均 0.047)
- Phobos では 20 % (平均 0.071)
- 宇宙風化による可能性



- 観測精度
- 設計精度 (アルベド絶対値): 平均 0.07 に対して 28.8 %
- 相対誤差: ~ 10 %
- 誤差要因
- 主要因は量子化誤差 → 高度が下がって受光エネルギーが上がるほど, 誤差は小さくなる
- 高度 8 km でゲインが切り替わると, 再び誤差は大きくなる
- 理想の観測高度は 8 ~ 10 km : 誤差 ~ 4 %

## 05 重力モデル

- 簡単な二球の組み合わせから, 重心ずれの観測目標を設定
- 10 m 以下
- シミュレーション計算で必要回数を推定
- 2 パス: 41 m
- 4 パス: 11 m
- 6 パス: 3 m
- 落下, 打ち上げは問わない



## 06 ダスト観測

- 目的: 小惑星ダストをその場観察で実証する
- 傍証は多い
- イトカワサンプルの起源
- 初号機に於ける LRF の不可解な挙動
- 月の horizontal glow
- Eros のダストポンド
- 数値計算ではどんどん逃げていく
- 未知量はもっと多い
- カラム密度, 空間的・時間的分布, サイズ分布
- 観測条件の設定は困難
- ベスト エフォートでの観測
- 表層進化に有意なダスト空間密度の見積もり
- クレーター生成に影響しうるフラックスは 1 個 / cc 以上の感度
- ライダー方程式による受信光強度の見積もり
- ◎ (ただし, APD の雑音レベルに強く依存)
- 単一光子検出 (シングルフォトンカウンティング) ができれば理想的
- 疑似フォトンカウンティング機能を追加

