



# 小惑星探査機「はやぶさ2」の リュウグウ近傍における運用状況

2018年7月19日

JAXA はやぶさ2プロジェクト



# 本日の内容



「はやぶさ2」に関連して、

- ・ミッションの現状
- ・サイエンス(リモセン、サンプル、TIR)
- ・ミッションスケジュール

について紹介する。



# 目次

0. 「はやぶさ2」概要・ミッションの流れ概要
1. プロジェクトの現状と全体スケジュール
2. 期待されるサイエンス成果
3. サンプル分析への期待
4. 中間赤外カメラの初期観測結果
5. ミッションスケジュール
6. 今後の予定



# 「はやぶさ2」概要

## 目的

「はやぶさ」が探査したS型小惑星イトカワよりも始原的なタイプであるC型小惑星リュウグウの探査及びサンプルリターンを行い、原始太陽系における鉱物・水・有機物の相互作用の解明することで、地球・海・生命の起源と進化に迫るとともに、「はやぶさ」で実証した深宇宙往復探査技術を維持・発展させて、本分野で世界を牽引する。

## 期待される成果と効果

- ・水や有機物に富むC型小惑星の探査により、地球・海・生命の原材料間の相互作用と進化を解明し、太陽系科学を発展させる。
- ・衝突装置によって生成されるクレーター付近からのサンプル採取という新たな挑戦も行うことで、日本がこの分野において、さらに世界をリードする。
- ・太陽系天体往復探査の安定した技術を確立する。

## 特色:

- ・世界初のC型微小地球接近小惑星のサンプルリターンである。
- ・小惑星にランデブーしながら衝突装置を衝突させて、その前後を観測するという世界初の試みを行う。
- ・「はやぶさ」の探査成果と合わせることで、太陽系内の物質分布や起源と進化過程について、より深く知ることができる。

## 国際的位置づけ:

- ・日本が先頭に立った始原天体探査の分野で、C型小惑星という新たな地点へ到達させる。
- ・「はやぶさ」探査機によって得た独自性と優位性を発揮し、日本の惑星科学及び太陽系探査技術の進展を図るとともに、始原天体探査のフロンティアを拓く。
- ・NASAにおいても、小惑星サンプルリターンミッションOSIRIS-REx（打上げ:平成28年、小惑星到着:平成30年、地球帰還:平成35年）が実施されており、サンプルの交換が決められていることに加えて科学者の相互交流が行われており、両者の成果を比較・検証することによる科学的成果も期待されている。



(イラスト 池下章裕氏)

## はやぶさ2 主要緒元

質量	約 609kg
打上げ	平成26年(2014年)12月3日
軌道	小惑星往復
小惑星到着	平成30年(2018年)
地球帰還	平成32年(2020年)
小惑星滞在期間	約18ヶ月
探査対象天体	地球接近小惑星 Ryugu(リュウグウ)

## 主要搭載機器

サンプリング機構、地球帰還カプセル、光学カメラ、レーザー測距計、科学観測機器(近赤外、中間赤外)、衝突装置、小型ローバ



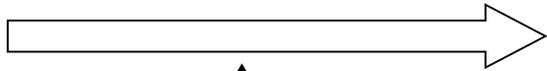
# ミッションの流れ概要



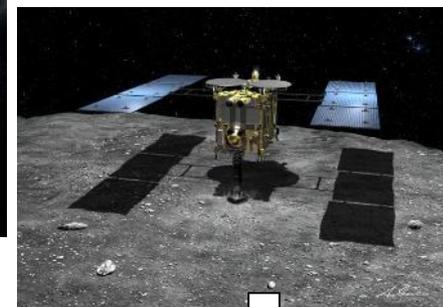
打上げ  
2014年12月3日



小惑星到着  
2018年6月27日



▲  
地球スイングバイ  
2015年12月3日

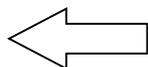


リモートセンシング観測によって、小惑星を調べる。その後、小型ローバや小型着陸機を切り離す。さらに表面からサンプルを取得する。

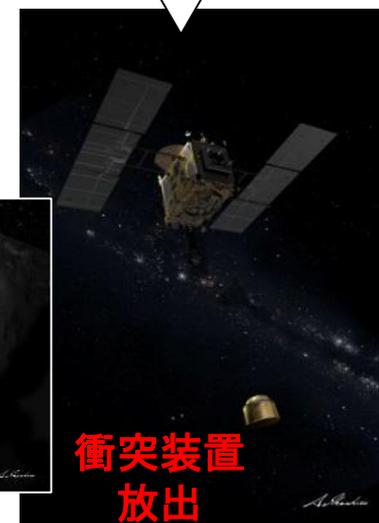
地球帰還  
2020年末ごろ



小惑星出発  
2019年11-12月



人工クレーター  
の生成



衝突装置  
放出

サンプル分析

安全を確認後、クレーターにタッチダウンを行い、地下物質を採取する。

衝突装置によって、小惑星表面に人工的なクレーターを作る。

(イラスト 池下章裕氏)



# 1. プロジェクトの現状と全体スケジュール

現状:

- リュウグウ到着 (2018年6月27日) 以降、探査機は高度約20kmのホームポジション (BOX-A) に滞在
- 観測機器 (ONC、LIDAR、NIRS3、TIR) による観測を継続
- 今週 (7/16~) はBOX-Aから低高度 (BOX-C) への移行の準備を行い、本日、降下中。

全体スケジュール:





## 2. 期待されるサイエンス成果

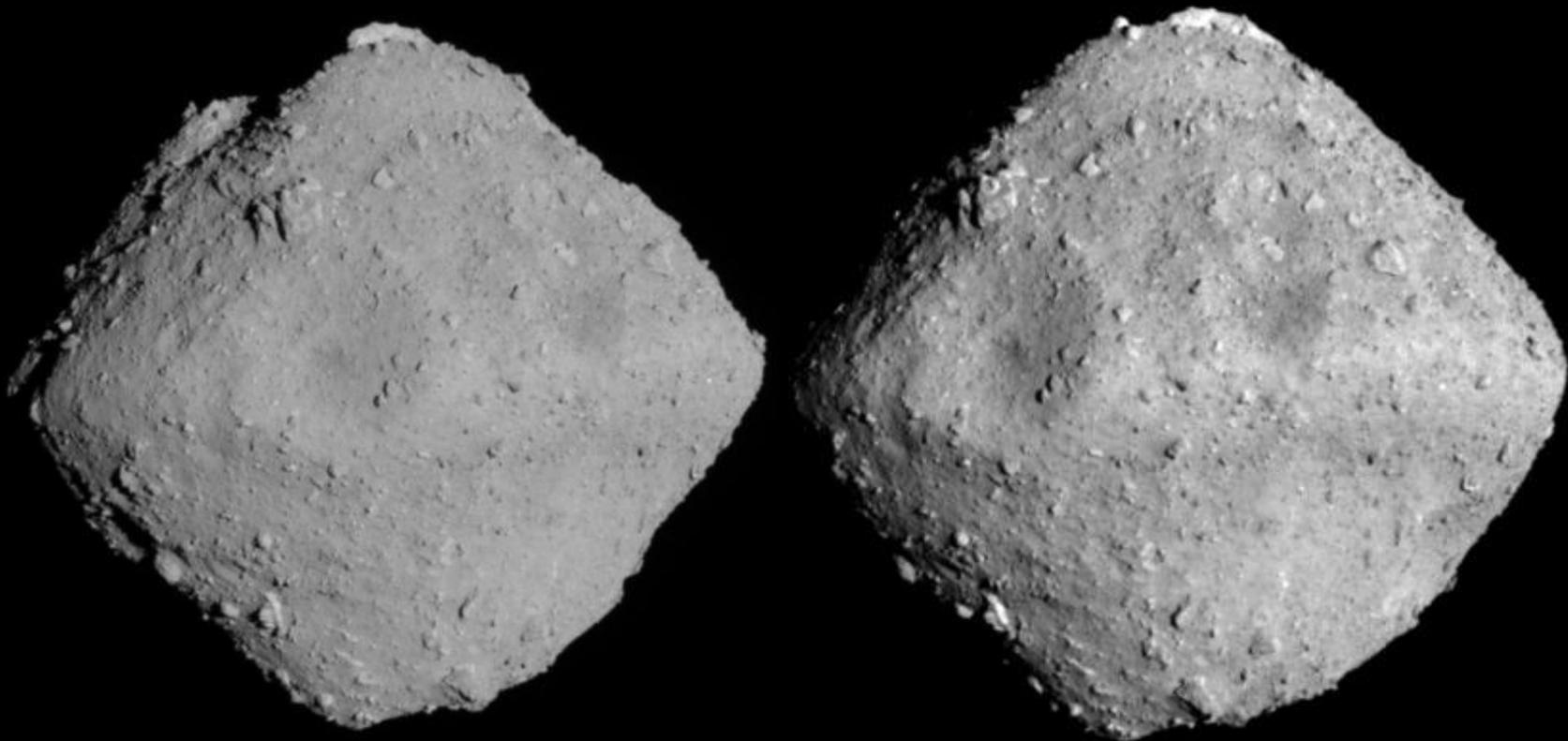


2018年6月27日 リュウグウ到着



## 2.1 見えてきたリュウグウの姿

- ・きわめて暗い表面を持つ。自転軸方向は軌道面に垂直に近い
- ・クレーター、多数の岩塊(130 mの大岩含む)、溝状地形など



UTC 2018-06-30 14:13

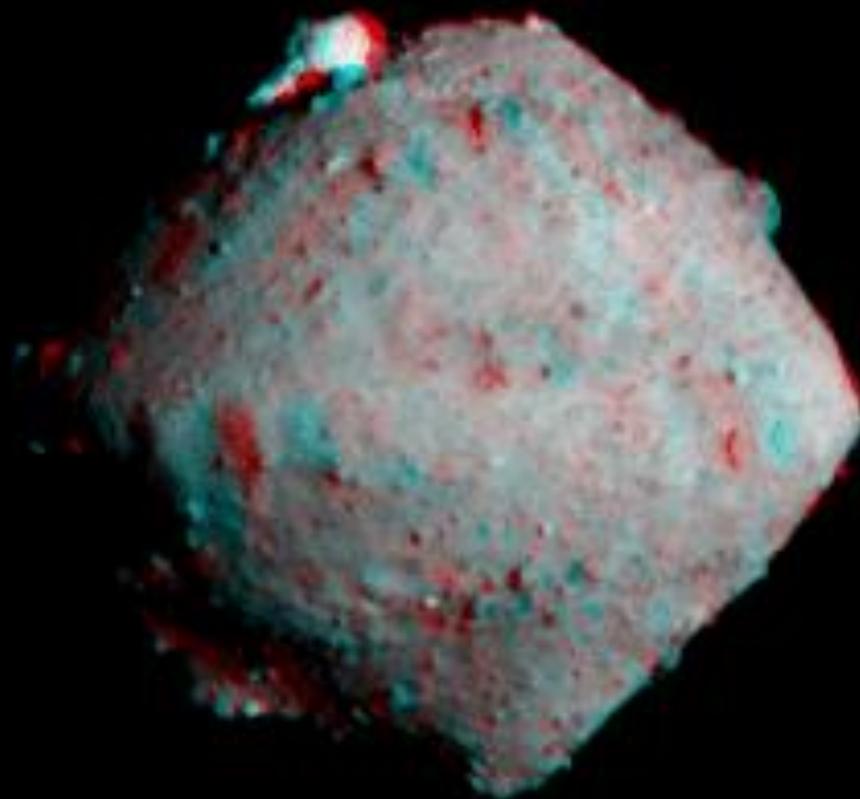
UTC 2018-06-26 03:50

(c) JAXA, U. of Tokyo, Kochi U., Rikkyo U., Nagoya U., ChibaTech, Meiji U., U. of Aizu

クレジット: JAXA, 東京大, 高知大, 立教大, 名古屋大, 千葉工大, 明治大, 会津大, 産総研



## 2.1 見えてきたリュウグウの姿



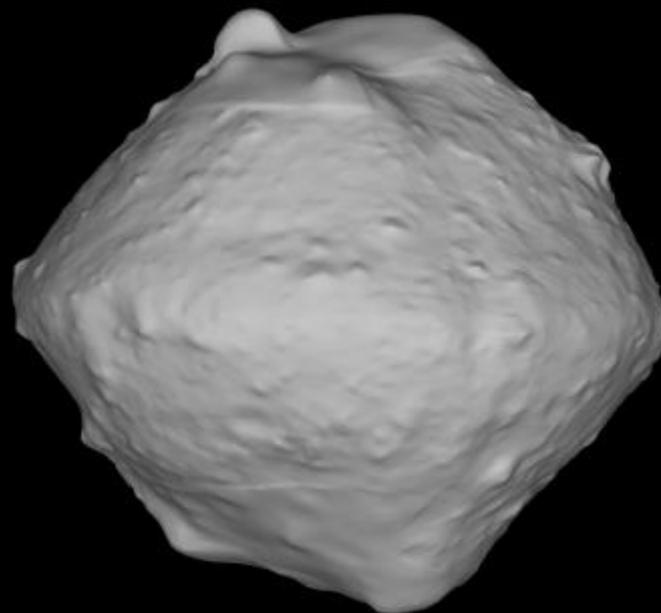
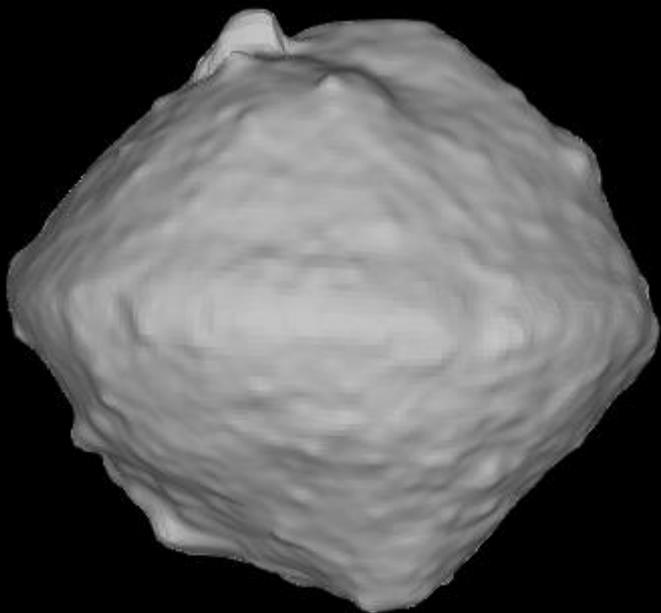
(動画)

クレジット: JAXA, 会津大, 東京大, 高知大, 立教大, 名古屋大, 千葉工大, 明治大, 産総研



## 2.2 リュウグウの形状モデル

別々の手法で形状モデルを作成したが、両者はよく一致している



(動画)

会津大による形状モデル(SfM)

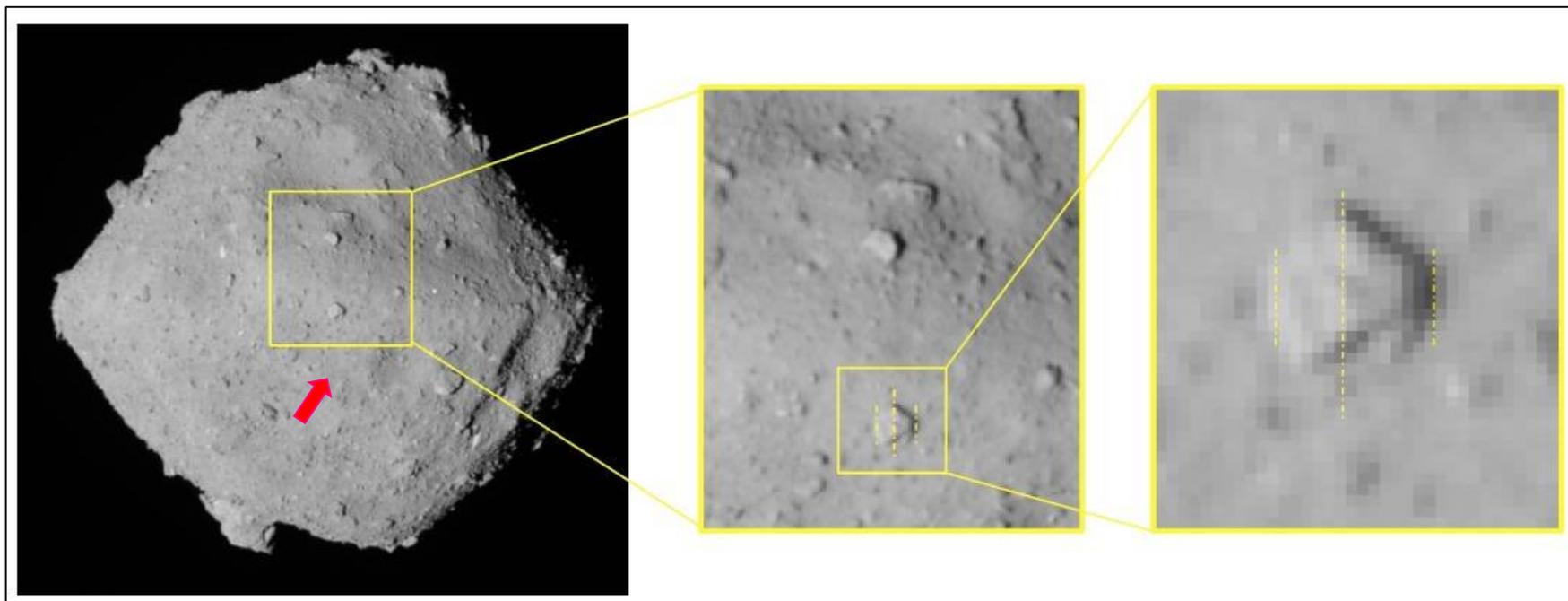
神戸大による形状モデル(SPC)

クレジット: 会津大, 神戸大(形状モデル), Auburn Univ. (動画), JAXA



## 2.3 リュウグウの経度ゼロ度の点

### 経度ゼロ度として選ばれた地点



クレジット : JAXA, 東京大, 高知大, 立教大, 名古屋大, 千葉工大, 明治大, 会津大, 産総研

経緯:

- ・プロジェクトメンバーが、初期段階から目立つ特徴として認識していた=2つの岩が上下に並んでいる
- ・写真で下の岩は赤道付近にあり、目印として適している。

注: 写真は上が小惑星の北極(公開されている画像と逆向き)

選定理由:

- ・視認性がよい
- ・中心が求めやすい
- ・起伏が顕著
- ・赤道に近い



## 2.4 20 km先の富士山とリュウグウ



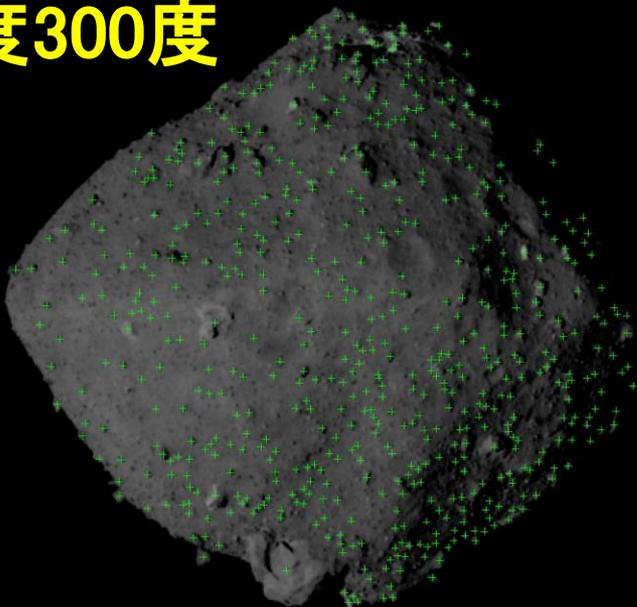
(動画)



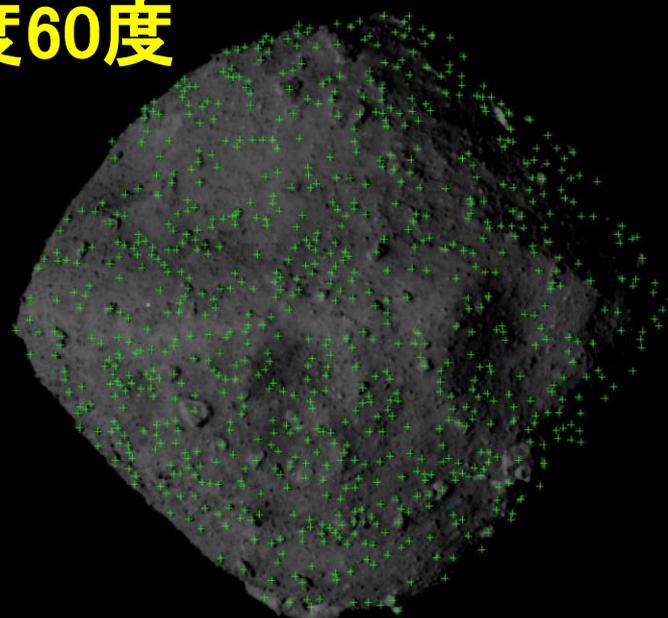
## 2.5 リュウグウ表面上の岩塊分布



経度300度



経度60度

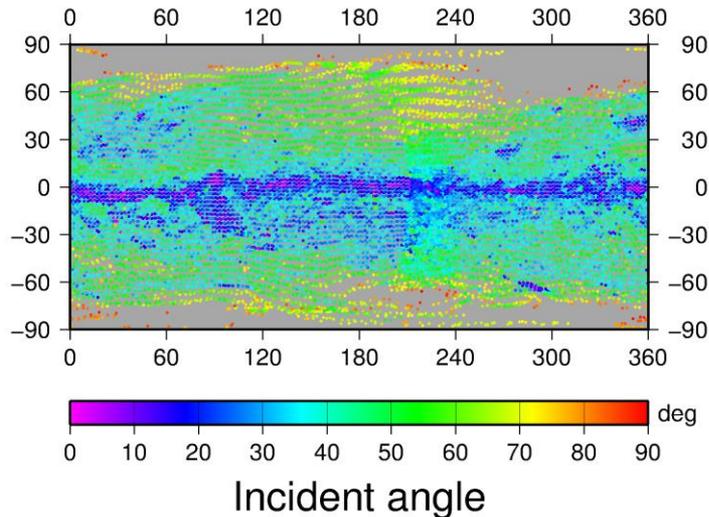


クレジット：近畿大/JAXA/東京大/高知大/立教大/名古屋大/千葉工大/明治大/会津大/産総研

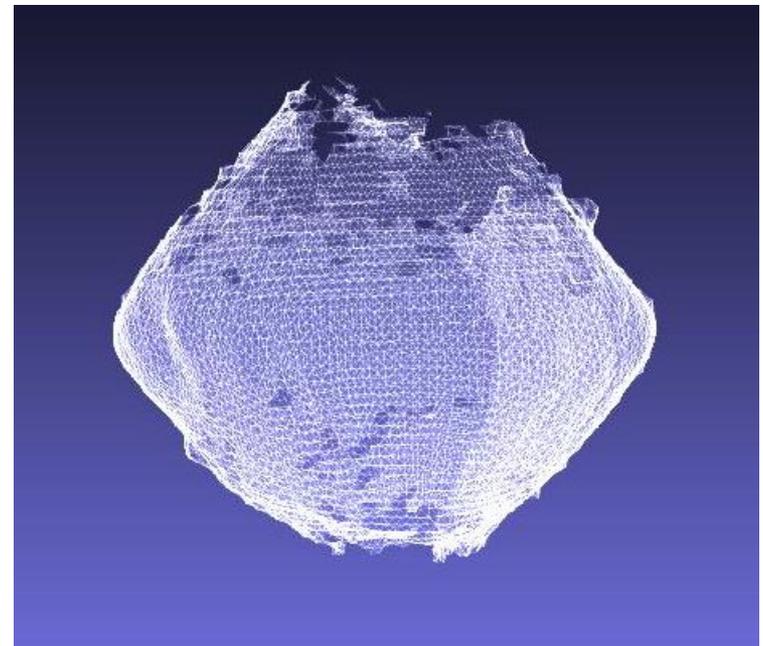
- ・小さい天体の割に大きな岩塊がある：母天体の破片を集めた天体の可能性を示唆
- ・岩塊の数密度（単位面積当たりの個数）は、場所により、大きな差が見られる。
- ・表面試料を採取するタッチダウン地点を決めるには、岩塊の分布が鍵となる。
- ・表面物質移動の確認と理解にも役立つと考えられる。



## 2.6 LIDARによる形状測定



- 7月11日のスキャン観測において、リュウグウ全体の地形データが取得された。
- (上) 地図上での観測点の分布。色はレーザー照射と小惑星表面のなす角度(真上からのレーザー照射が0度)。地形データは形状モデルから算出した。
- (右) レーザー高度計データから得られたリュウグウの形。形状モデルとほぼ一致している。



クレジット：国立天文台/JAXA/  
千葉工大/会津大/日本大/大阪大



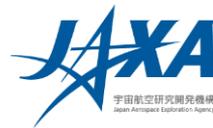
## 2.7 期待されるサイエンス成果



- 可視 (ONC)・近赤外 (NIRS3) 反射スペクトル: 暗くフラット
  - どの隕石とも異なるリュウグウ反射スペクトルの特徴
  - 一方で小惑星や彗星には類似のものあり
  - きわめて暗い表面: 炭素質物質の存在量が高い可能性.
  - ほぼ均質だが, 地域性もあり, 今後の精密解析が待たれる.
- リュウグウの母天体の再構成
  - 大きな岩塊は, リュウグウが母天体の破壊で形成されたがれきが集積した天体であることを示唆
  - 試料採取地点を観測結果をもとに絞り込む (LSS)
    - まずは安全性, そして科学的価値の評価
    - 試料の産状記載, 地質的なコンテキストの理解
  - 帰還試料による検証, OSIRIS-REx探査結果との比較



### 3. サンプル分析への期待



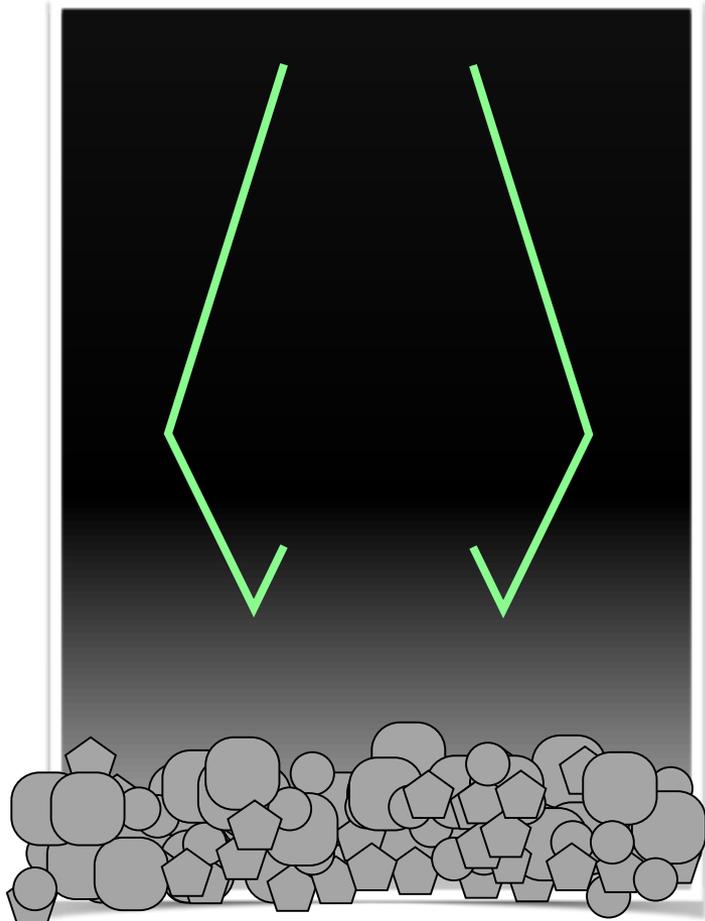
はやぶさ2 サンプラー:

科学分析に必要な最低量 100 mg を天体表面複数地点 (3箇所) で採取し地上での汚染がない状態で 2020年の最先端技術で速やかに分析を可能にするサンプラー

1. サンプラーホーン内で弾丸 (タンタル製 5 g) を発射し, 表面粒子を採取



### 3. サンプル分析への期待



(アニメーション)

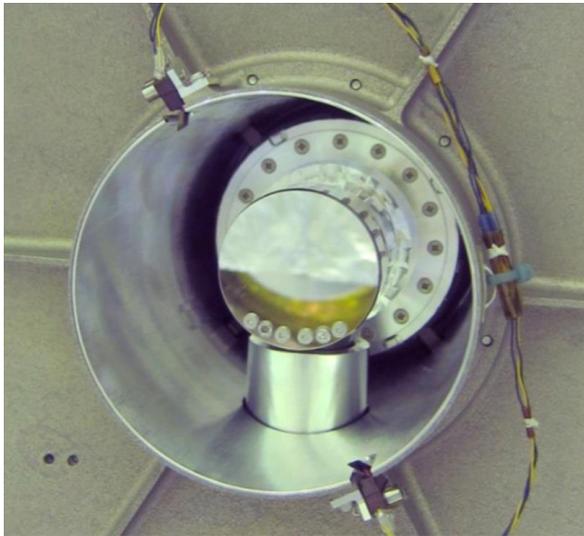
はやぶさ2 サンプラー:

科学分析に必要な最低量 100 mg を  
天体表面複数地点 (3箇所) で採取し  
地上での汚染がない状態で 2020年  
の最先端技術で速やかに分析  
を可能にするサンプラー

2. サンプラーホーン先端部の折り返し  
を利用して, 表面粒子を採取

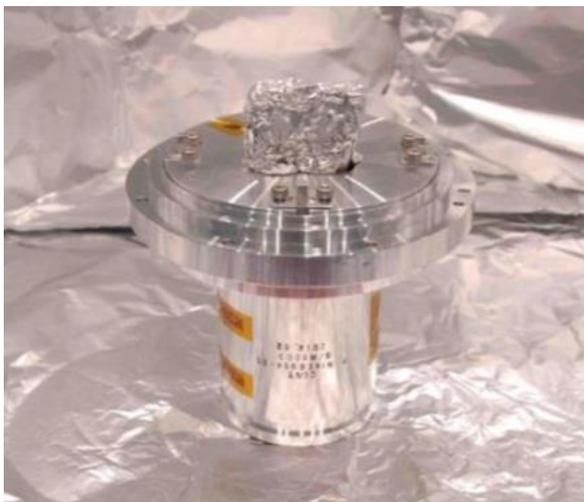


### 3. サンプル分析への期待



サンプルキャッチャー:

採取粒子を格納. 三部屋構造で表面三地点で採取した試料を個別に保管



サンプルコンテナ:

サンプルキャッチャーを密封して保管し, 地球に帰還. 試料から発生したガス成分(あれば)の分析もおこなうことが可能



# 3. サンプル分析への期待





# 3. サンプル分析への期待



## リュウグウ試料初期分析 (2021-)

- ・リュウグウ試料の科学的記載
- ・観測情報の物質科学的理解
- ・太陽系の起源, 初期進化 / 地球の海, 生命材料の進化の解明に繋がる情報の取得

### 6つのチーム体制

1. 化学分析チーム
2. 粗粒試料の岩石学・鉱物学チーム
3. 細粒試料の岩石学・鉱物学チーム
4. 揮発性物質分析チーム
5. 固体有機物分析チーム
6. 有機分子分析チーム

- ・リュウグウ試料のもつ科学的意義を提示



# 4. 中間赤外カメラの初期観測結果



## TIR観測概要

### ★TIRの観測運用の内容

06/06 TIR動作チェック

06/07 リュウグウ・ライトカーブ観測(1)@2000km, 直径~0.5画素

06/18 リュウグウ・ライトカーブ観測(2)@200km, 直径~5画素

06/09-22 リュウグウ・1ショット撮像(ほぼ毎日)

06/27 <リュウグウ到着>

06/29 ダーク観測(深宇宙指向)

06/30 リュウグウ全球観測(1)@20km, 直径~50画素

07/02 画像ゆがみ調査観測

07/03 TIR観測プログラム更新

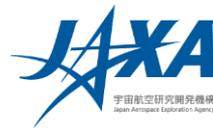
ライトカーブ公開済み

大きくなるリュウグウ公開(今回)!!

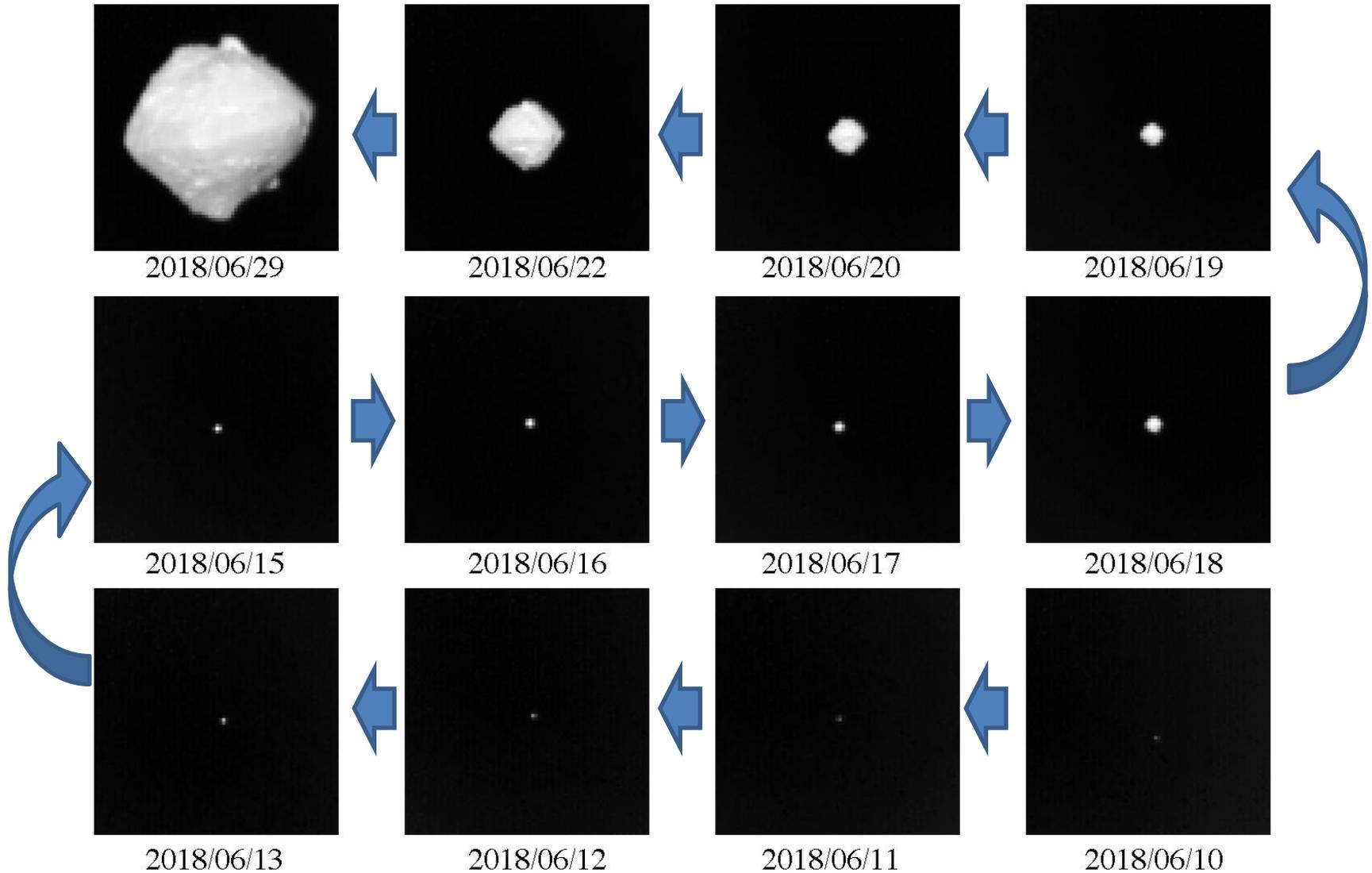
サーモグラフィ公開(今回)!!



# 4. 中間赤外カメラの初期観測結果



## 接近中～大きくなるリュウグウ



提供: JAXA / 会津大学 / 立教大学 / 千葉工業大学 / 足利大学 / 北海道教育大学 / 北海道北見北斗高校 / 産業技術総合研究所 / 国立環境研究所 / 東京大学 / ドイツ航空宇宙センター / マックスプランク研究所 / スターリング大学



# 4. 中間赤外カメラの初期観測結果

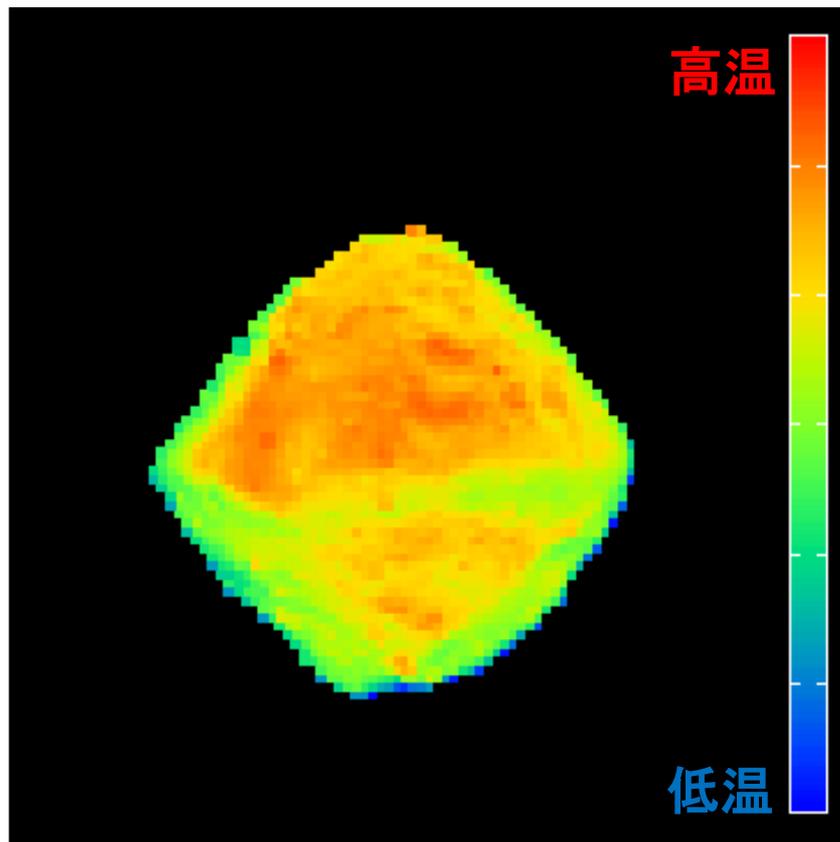


## TIRサーモグラフィ(1自転分)

撮像日時: 2018年6月30日7時2分~14時45分(UTC), 8分毎, 1自転分

撮像場所: リュウグウ上空20 km(ホームポジション), 約20m/pixel

太陽距離: 0.987AU(1AU: 太陽と地球の年平均距離: 約1.496億km)



(動画)

提供: JAXA / 足利大学 / 立教大学 / 千葉工業大学 / 会津大学 / 北海道教育大学 / 北海道北見北斗高校 / 産業技術総合研究所 / 国立環境研究所 / 東京大学 / ドイツ航空宇宙センター / マックスプランク研究所 / スターリング大学



# 4. 中間赤外カメラの初期観測結果

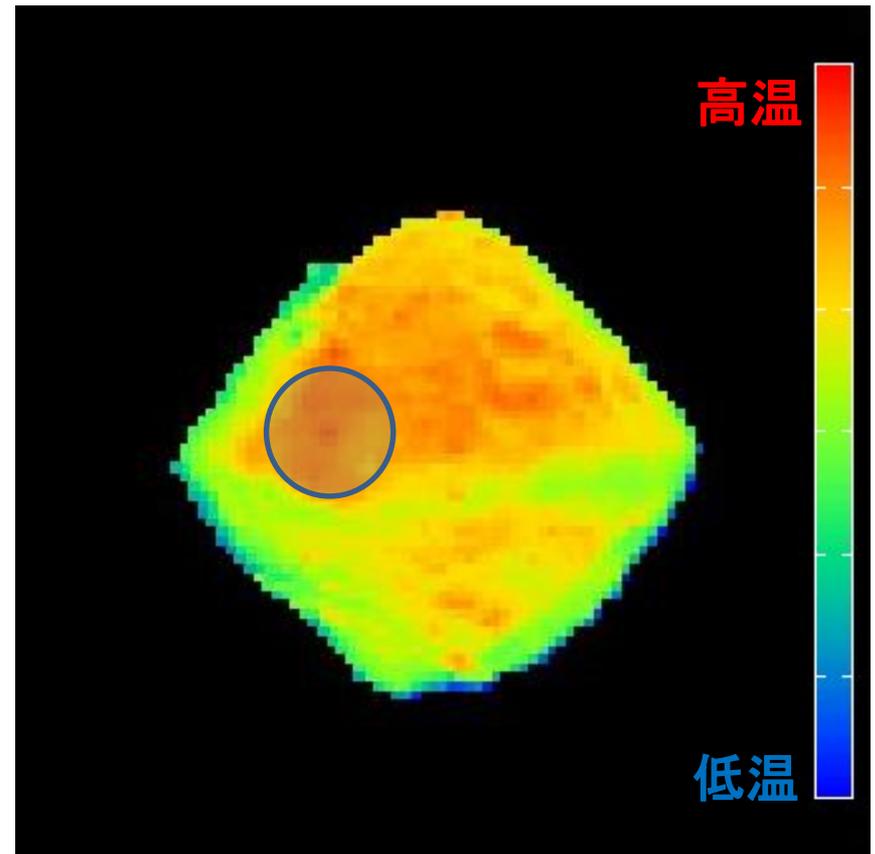


## TIRサーモグラフィ(特徴)

撮像日時: 2018年6月30日7時2分~14時45分(UTC), 8分毎, 1自転分  
撮像場所: リュウグウ上空20 km(ホームポジション), 約20m/pixel  
太陽距離: 0.987AU(1AU: 太陽と地球の年平均距離: 約1.496億km)

### ★主な特徴

- ・特徴的な地形を捉えている  
(全体形状, 巨大なクレータ・岩塊)
- ・南北温度差  
(自転軸傾きによる季節変化=夏冬)
- ・朝~昼~夕の温度サイクルあり
- ・絶対温度(精査中)





参考:ファクトシートより

# 科学: 太陽系の誕生と進化を解明する



## テーマ

### ①惑星を作った物質を調べる

原始太陽系円盤にはどのような物質があり、惑星が誕生するまでにどのように変化したのか？

### ②惑星への成長過程を調べる

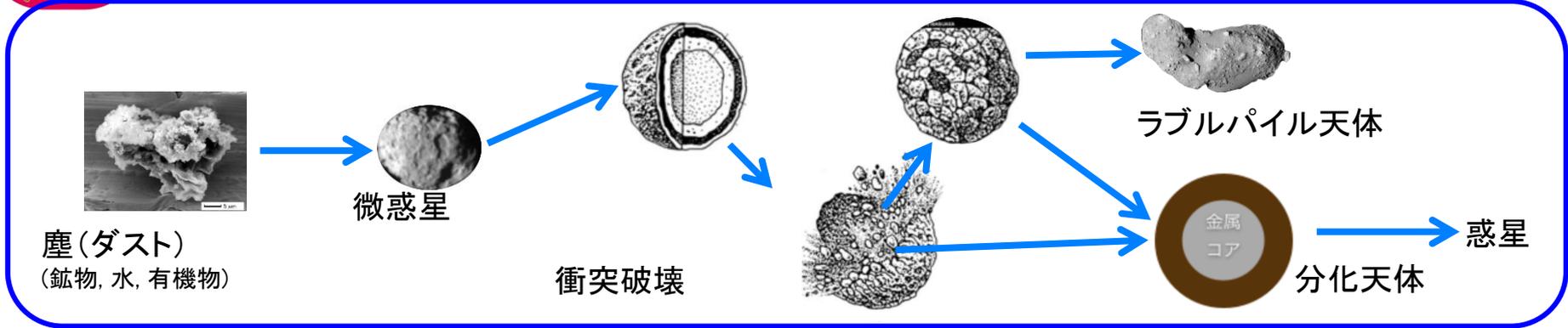
微惑星から惑星へ、天体はどのようにして成長していったのか？

断面図





## ②惑星への成長過程を調べる



- 惑星を作る元になった天体(微惑星)の構造を解明する。
- 天体の衝突破壊・衝突合体・再集積の過程でどのようなことが起こるのかを解明する。



### 微惑星から惑星までの成長を解明

#### キーワード:

- **ラブルパイル天体**: がれきの寄せ集めのような天体
- **衝突破壊・衝突合体**: 天体同士が衝突すると、互いに破壊しあう場合と合体して1つの天体になる場合がある
- **再集積**: 衝突によってばらばらになった破片が重力で集まること



# 4. 中間赤外カメラの初期観測結果



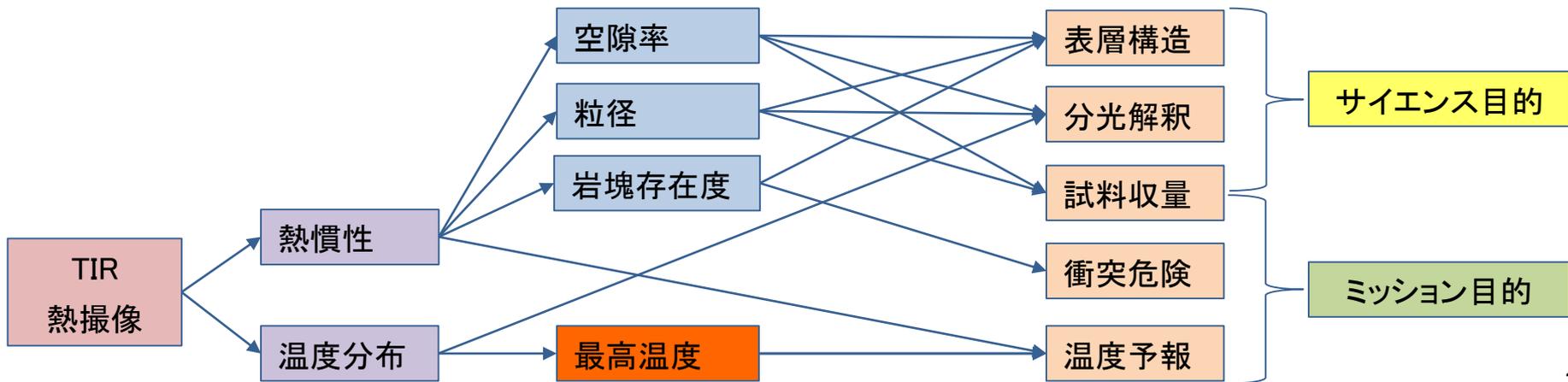
## TIRの着陸地点選定(LSS)への貢献

### ★サイエンス目的: 小惑星リュウグウの科学的な特徴

- ◆ 小惑星表層の地質的特徴の上空からの推定(岩盤, 砂利, 砂など)
- ◆ 分光データの解釈(粒径, 空隙や熱放射成分の影響の除去)
- ◆ 試料の組織と収量(多様な組織を含む粒径の試料の採れる地域を選定)

### ★ミッション目的: 探査機の安全かつ確実な運用の遂行

- ◆ 試料収量の増大(サンプルによる採取に適した粒径の地域を選定)
- ◆ 温度予報(探査機にとって熱すぎる地域を選定から除外)
- ◆ 障害物回避(探査機にとって危険な岩塊の少ない地域から選定)





# 4. 中間赤外カメラの初期観測結果



## TIR観測:まとめ

- TIRによる小惑星リュウグウの全球(極域の一部を除く)の熱撮像に成功!  
小天体の $10\mu\text{m}$ 帯の2次元撮像では史上初
- 小惑星リュウグウの特徴的な地形や季節変化を熱撮像により検知!  
全体形状, 巨大なクレータや岩塊, 南北温度差
- 母天体内部を起源とする「岩塊」の熱物性特徴を測定! ⇒今後の詳細な調査に期待  
小惑星リュウグウの形成や内部進化の過程の解明へ!
- 着陸地点の選定に必要な科学およびミッション遂行上の情報を取得!  
粒径分布, 温度環境, 衝突回避など





# 5. ミッションスケジュール



## 直近の運用計画

- 通常は高度約20kmのホームポジションから観測  
= BOX-A
- 高度を下げる運用
  - BOX-C運用 : 7月17-23日、最低高度約6km(7/20~22)
  - 中高度降下運用: 8月1-2日、最低高度約5km(8/1)
  - 重力計測降下運用 : 8月6-7日、最低高度約1km(8/7)
- ツアー観測
  - BOX-B運用: 8月下旬

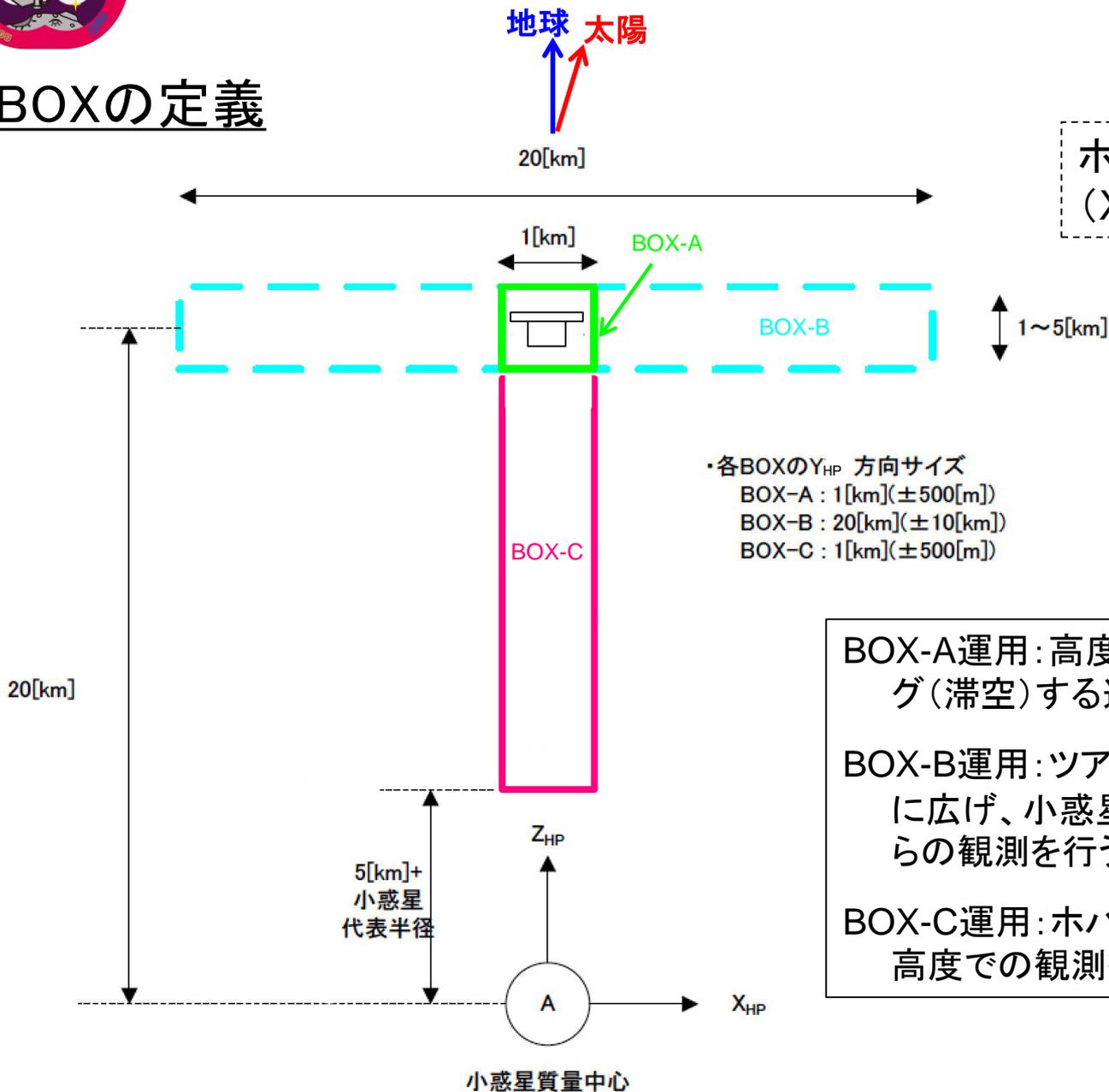
※BOXについては以下のページで説明する



# 5. ミッションスケジュール



## BOXの定義



ホームポジション座標系  
( $X_{HP}$ ,  $Y_{HP}$ ,  $Z_{HP}$ )  
(参考資料参照)

- ・各BOXの $Y_{HP}$  方向サイズ
- BOX-A : 1[km](±500[m])
- BOX-B : 20[km](±10[km])
- BOX-C : 1[km](±500[m])

BOX-A運用: 高度20km付近に留まりホバリング(滞空)する運用。定常運用の基本。

BOX-B運用: ツアー観測。ホバリング領域を横に広げ、小惑星正面から少しずれた方向からの観測を行う運用。

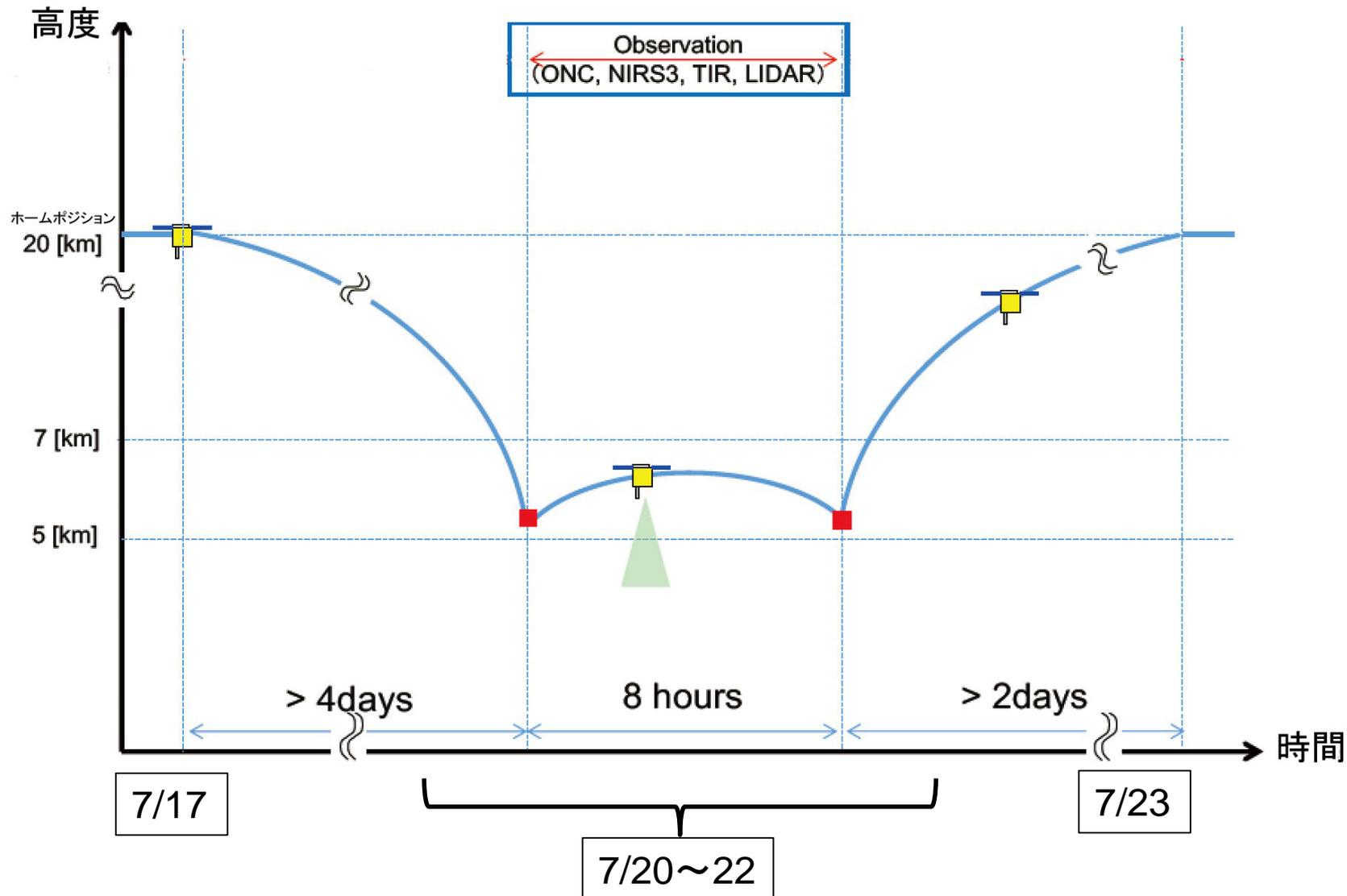
BOX-C運用: ホバリング領域を縦に広げ、低高度での観測を可能とする運用。



# 5. ミッションスケジュール



## BOX-C運用概要

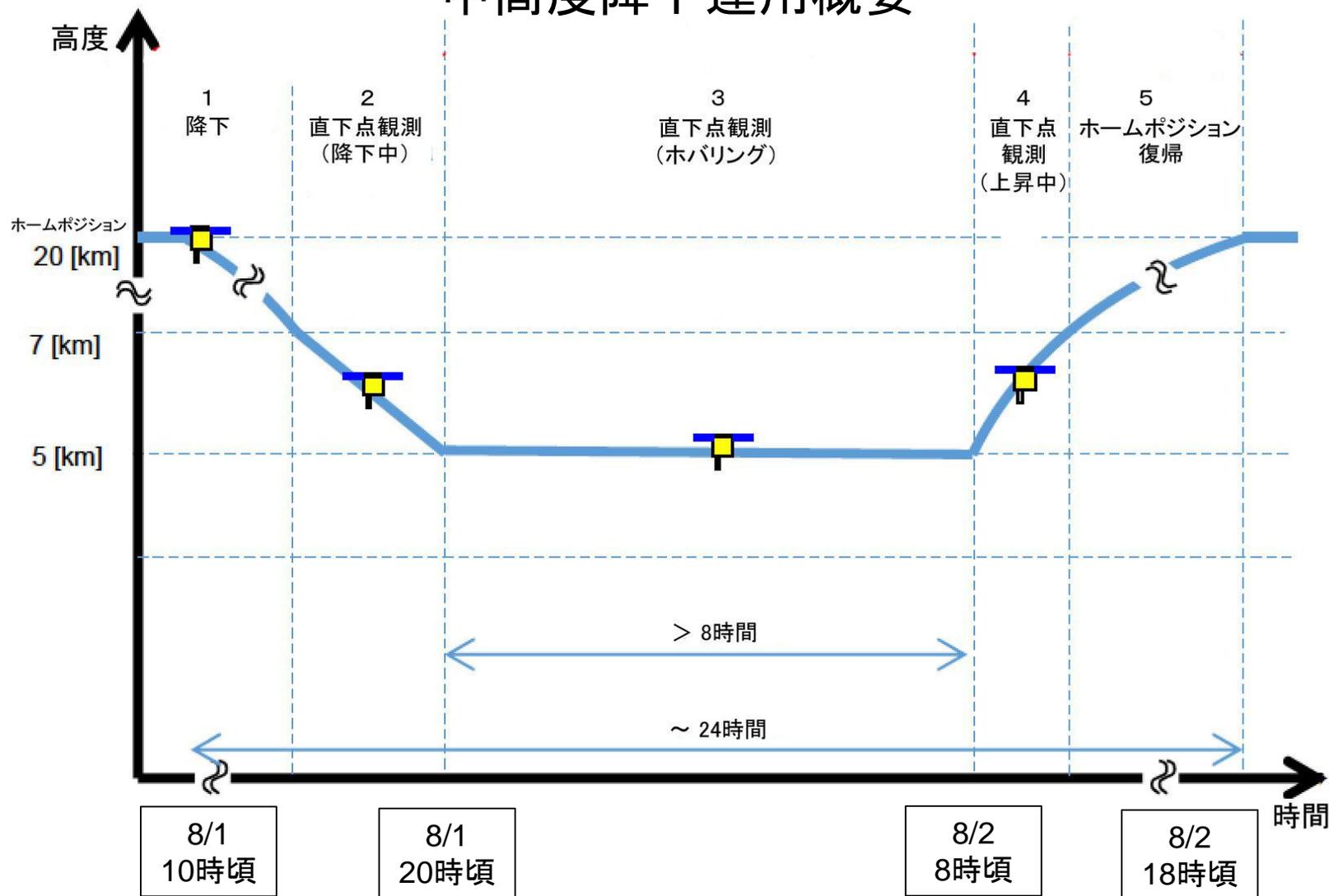




# 5. ミッションスケジュール



## 中高度降下運用概要



※時刻は日本時間。運用計画や運用状況によって変更もありうる。



# 5. ミッションスケジュール



## 中高度降下運用概要

No	フェーズ	概要	高度
1	ホームポジションから降下	ホームポジションから降下。タッチダウンと同じ降下手法(GCP-NAV)を用いる。NIRS3はON。	20~7 km
2	直下点撮像(降下中)	ONC-T、TIRの観測開始。直下点の撮像を行う。	7~5 km
3	直下点撮像(ホバリング)	高度5kmを維持しつつ、直下点の撮像を行う。	5 km
4	直下点撮像(上昇中)	上昇のための加速を行い、その後も7kmまで上昇しながら直下点の観測を行う。	5~7 km
5	ホームポジション復帰	上昇しつつデータのダウンリンクを開始する。	7~20 km

※GCP-NAVについては次ページを参照



# 5. ミッションスケジュール

## 中高度降下運用とBOX-C運用の比較

フェーズ	中高度降下運用	BOX-C運用
降下時間	半日程度	数日かけて降下
降下中の位置制御	GCP-NAV	HPNAV
観測中の位置制御	GCP-NAV HPNAVによるホバリング	事前 $\Delta V$ によるフリーモーション
観測時間	8時間	10時間程度
観測姿勢	+Z地球指向	スキャン運用を実施
運用コンセプト	高度を下げ、狙った地点を狙ったアングルで観測する。 (着陸と同じ方法で精密誘導しながら狙った地点に降りる)	ホバリングを維持しながら、高度を下げる。(ホバリングと同じ技術の延長でラフに高度を下げる)

注: GCP-NAV (Ground Control Point Navigation)

→小惑星表面の特徴点を観測することで、探査機の位置・速度を求める手法

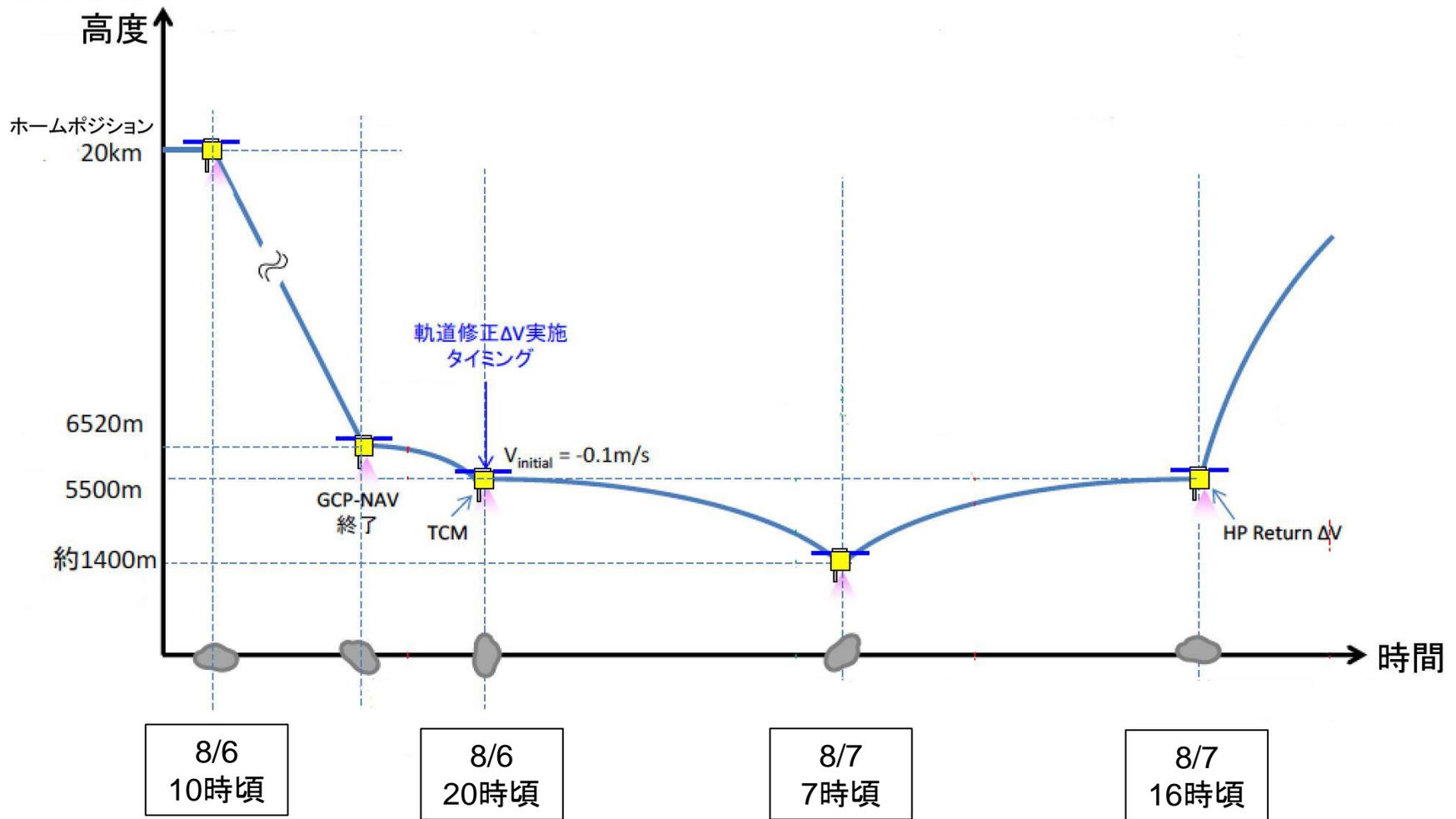
HPNAV (Home Position Navigation)

→小惑星の画像中心方向および探査機姿勢データより探査機の位置・速度を求める手法



# 5. ミッションスケジュール

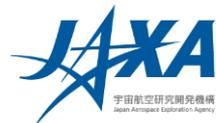
## 重力計測降下運用概要



※時刻は日本時間。運用計画や運用状況によって変更もありうる。



# 5. ミッションスケジュール



年	月日	事項	状況
2018	1月10日	第3期イオンエンジン運転開始	済み
	6月 3日	イオンエンジン運転終了	済み
	6月 3日	小惑星接近誘導開始(距離3100km)	済み
	6月27日	小惑星到着(高度20km)	済み
	7月末	中高度降下運用1(高度5km)	予定
	8月	重力計測降下運用(高度1km)	予定
	8月下旬	着陸地点決定	予定
	9月～10月	タッチダウン運用スロット1	予定
	9月～10月	ローバ投下運用スロット1	予定
	11月～12月	合運用(通信不可の期間)	予定
2019	1月	中高度降下運用2(高度5km)	予定
	2月	タッチダウン運用スロット2	予定
	3月～4月	クレーター生成運用	予定
	4月～5月	タッチダウン運用スロット3	予定
	7月	ローバ投下運用スロット2	予定
	8月～11月	小惑星近傍滞在	予定
	11月～12月	小惑星出発	予定

このスケジュールは、リュウグウ到着後様々な要因で変更される可能性がある



## 6. 今後の予定



### ■メディアの方の取材、情報公開について:

- 8月における記者説明会の予定: 8月2日、8月23日

### ■アウトリーチ・イベント

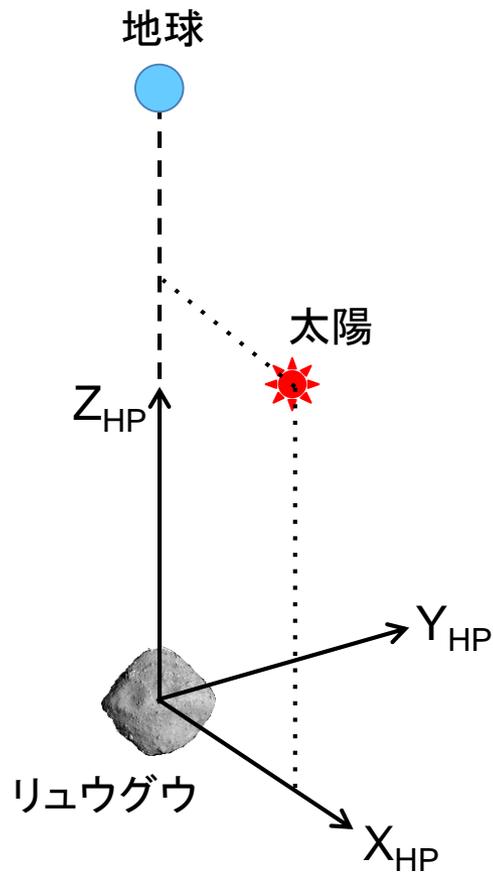
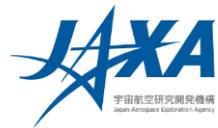
- JAXA相模原キャンパス特別公開
  - 7月27-28日、「はやぶさ2」のコーナーあり
- 子供向けイベント
  - “なぜなに「はやぶさ2」何でも質問教室”
  - 9月2日(日)14時～16時
  - 相模原市立博物館
  - ネット中継等も行う予定



# 参考資料

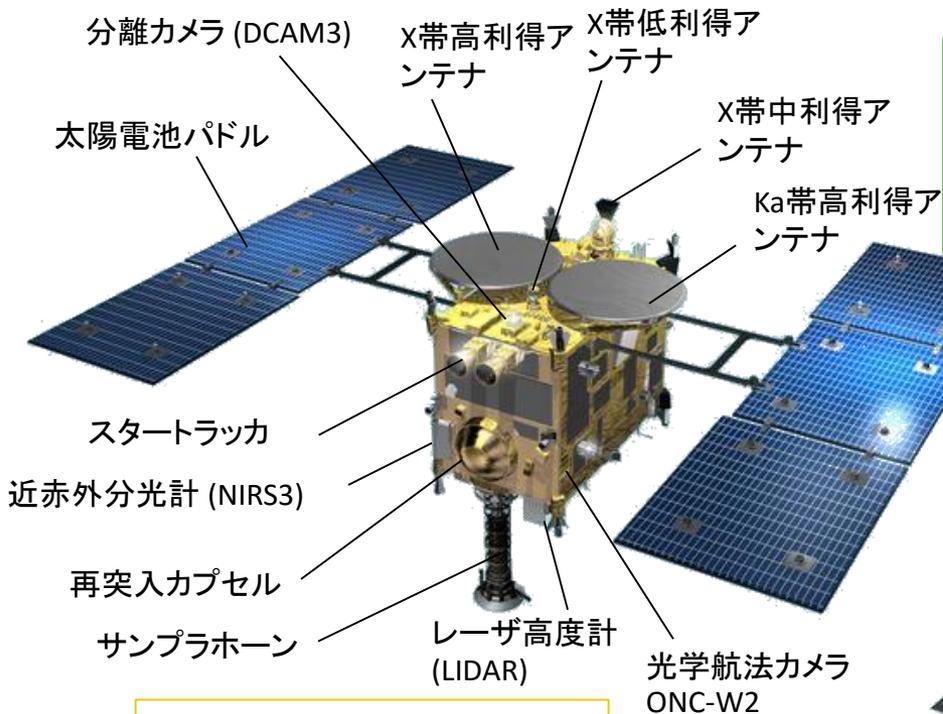
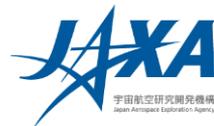


# ホームポジション座標系

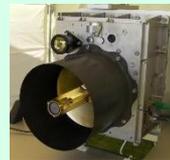




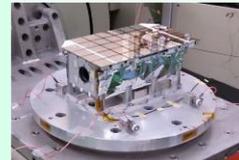
# 探査機概要



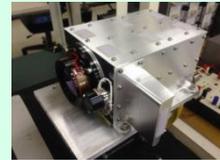
光学航法カメラ ONC-T



レーザ高度計 LIDAR



近赤外分光計 NIRS3



中間赤外カメラ TIR

## 科学観測機器

## 小型着陸機・ローバ

### MASCOT

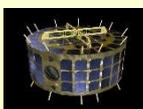


DLRとCNES製作

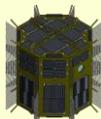
### ミネルバ2



II-1A



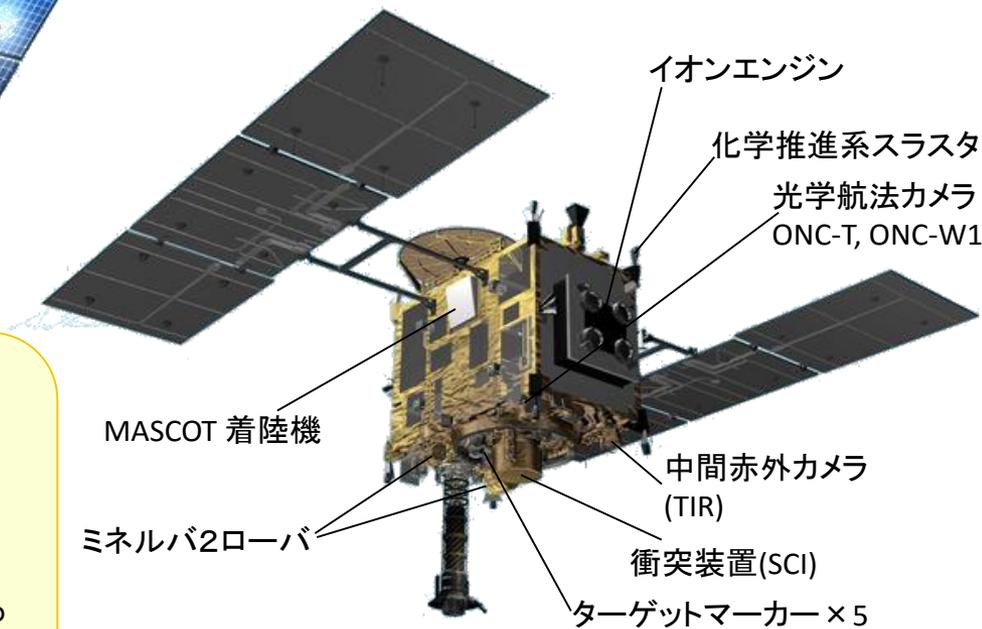
II-1B



II-2

II-1 : JAXA MINERVA-II チームによる

II-2 : 東北大およびミネルバ2コンソーシアムによる



大きさ: 1m × 1.6m × 1.25m (本体)  
太陽電池パドル展開幅6m  
重さ : 609kg (燃料込み)



# リモートセンシング機器



## 光学航法カメラ(ONC)



ONC-T(望遠)      ONC-W1,W2(広角)

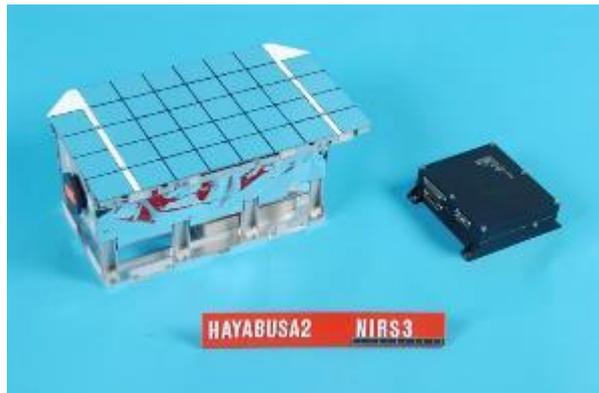
科学観測や航法のための写真を撮影する

## 中間赤外カメラ(TIR)



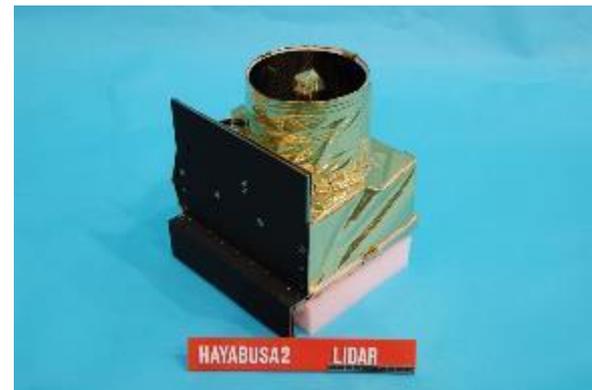
8~12 $\mu$ mでの撮像:小惑星表面温度を調べる

## 近赤外分光計(NIRS3)



3 $\mu$ m帯を含む赤外線スペクトル:小惑星表面の鉱物の分布を調べる

## レーザ高度計(LIDAR)



30m~25kmの範囲で、小惑星と探査機との距離を測定する



# 光学航法カメラ(ONC)

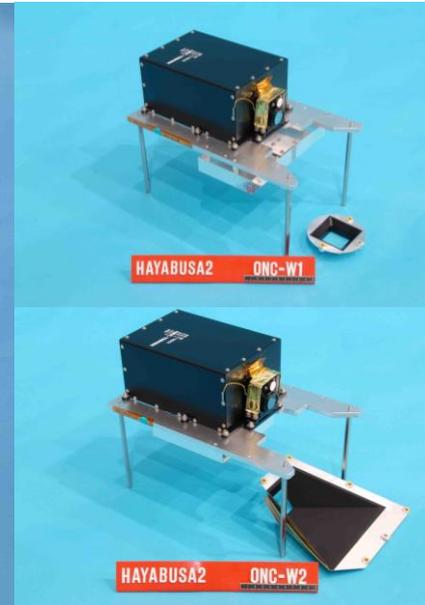


## ONC: Optical Navigation Camera

**目的:** 探査機誘導と科学計測のために  
恒星と探査小惑星を撮像する。

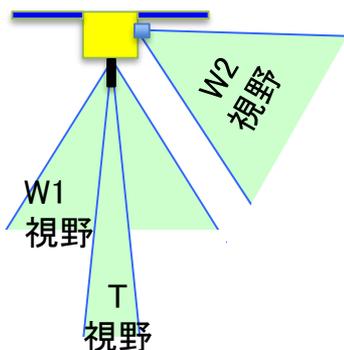
### 科学観測項目:

- 探査小惑星形状・運動の観測  
直径、体積、慣性主軸方向、章動運動
- 表面地形の全球観測  
クレーター、構造地形、礫、レゴリス分布
- 表面物質の分光特性の全球観測  
含水鉱物分布、有機物分布、宇宙風化度
- 試料採取地点付近の高解像度撮像  
表面粒子の大きさ、形状、結合度、不均一性  
サンプラー弾痕や接地痕の観測



### 探査小惑星の素性解明

- 含水鉱物や有機物の分布、宇宙風化、巨礫
- サンプル採取地点選定
  - 小惑星どこから試料採取すべきかの基本情報
- サンプルの産状把握
  - 試料採取地点の高分解能の撮像



	ONC-T	ONC-W1	ONC-W2
検出器	二次元 Si-CCD (1024 x 1024 ピクセル)		
視野方向	直下 (望遠)	直下 (広角)	側方 (広角)
視野角	6.35° × 6.35°	65.24° × 65.24°	
焦点距離	100m ~ ∞	1m ~ ∞	
空間分解能	1m/pix @高度10km 1cm/pix @高度100m	10m/pix @高度10km 1mm/pix @高度1m	
観測波長	390, 480, 550, 700, 860, 950, 589.5nm, および Wide	485nm ~ 655nm	



# 中間赤外カメラ(TIR)

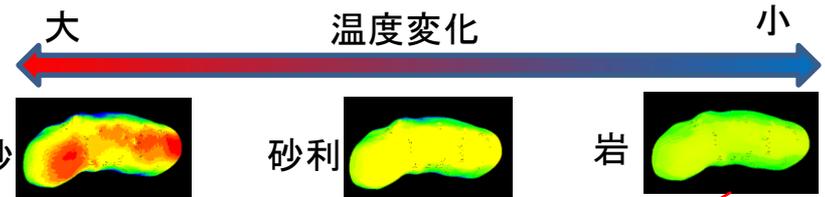
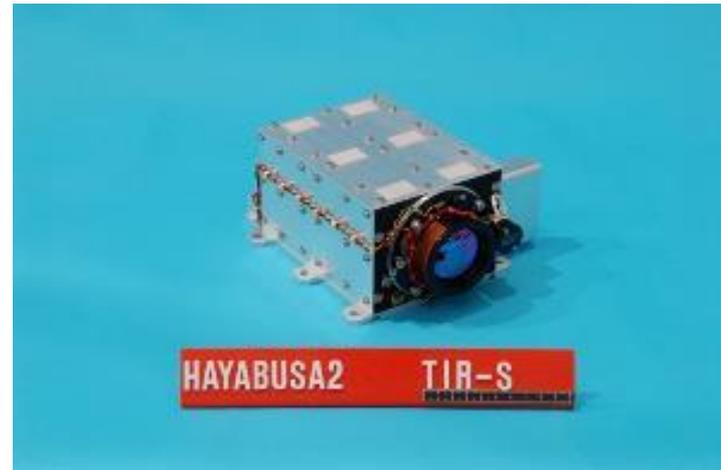


TIR=Thermal Infrared Imager

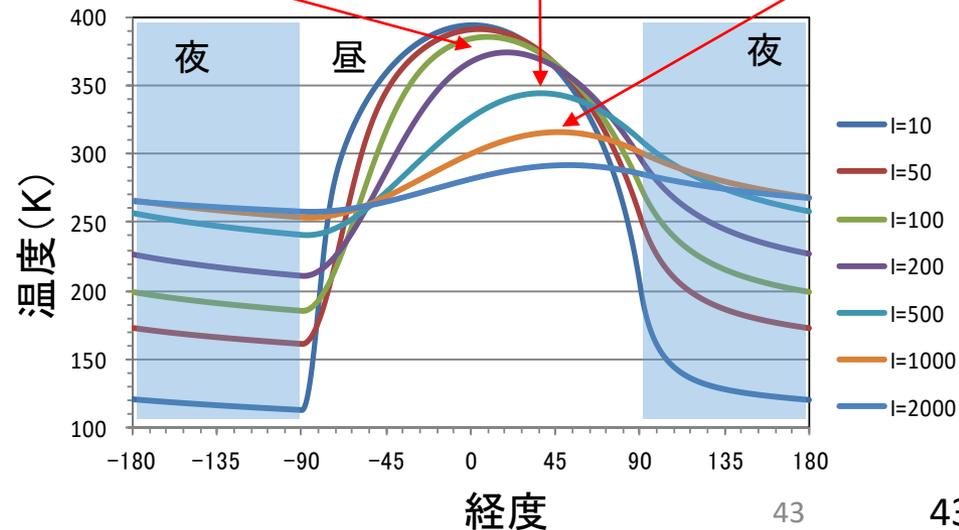
小惑星の表面温度は太陽に照らされる昼間は上昇、夜間は低下するという日変化をする。

砂のように細粒の土質や、空隙の多い岩石では表面温度の日変化は大きく、中身の詰まった岩石は日変化が小さい。

小惑星からの熱放射の2次元撮像(サーモグラフィ)することによって、小惑星表面の物理状態を調べる。



- ・検出器 2次元非冷却ボロメータ
- ・観測波長 8~12 μm
- ・観測温度 -40~150°C
- ・相対温度精度 0.3°C
- ・画素数 328 × 248 (有効)
- ・視野角 16° × 12°
- ・解像度 20m (高度20km)  
5cm (高度50m)

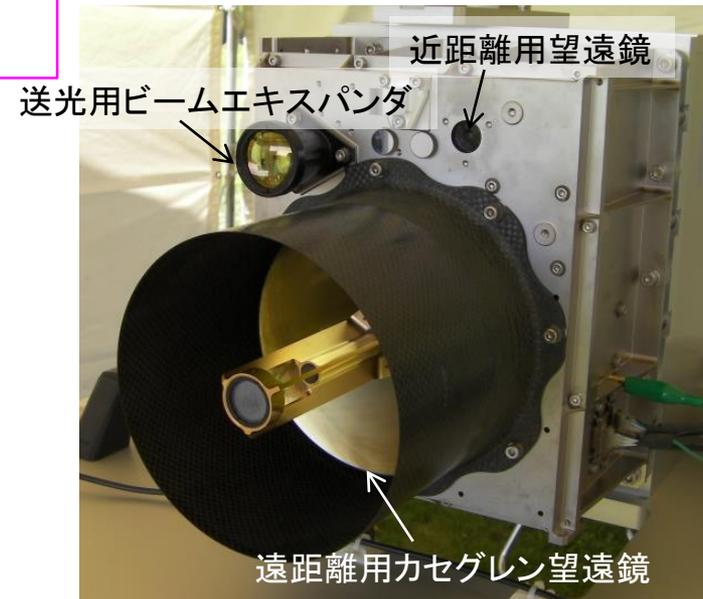




# レーザ高度計 (LIDAR)

## LIDAR: Light Detection And Ranging

- ・パルス方式のレーザ高度計。
- ・対象天体に向けて波長 $1.064\mu\text{m}$ のパルスYAGレーザを発射し、レーザ光の往復時間を測定することにより、高度を測定する。
- ・「はやぶさ2」のLIDARは、距離30m～25kmで測定することが可能である。
- ・LIDARは対象天体への接近、着陸時に用いられる航法センサであるとともに、形状測定、重力測定、表面特性測定、ダスト観測に用いられる科学観測機器でもある。
- ・また、トランスポンダ機能も備えており、地上LIDAR局との間でSLR(Space Laser Ranging)実験を行うことができる。



レーザ高度計エンジニアリングモデル

### 科学目標

- ・探査小惑星の地形・重力場の観測
- ・表面各地点のアルベド分布の観測
- ・小惑星周囲に浮遊するダスト観測



- ・小惑星の形状・質量・空隙率とその偏り
- ・小惑星表面のラフネス
- ・ダスト浮遊現象



# 近赤外分光計 (NIRS3)



NIRS3: Near InfraRed Spectrometer  
(‘3’は3  $\mu$ mより)

近赤外線領域の3 $\mu$ m帯の反射スペクトルには水酸基や水分子の赤外吸収が見られる。NIRS3では、3 $\mu$ m帯の反射スペクトルを測定することで、小惑星表面の含水鉱物の分布を調べる。

- 観測波長範囲: 1.8–3.2  $\mu$ m
- 波長分解能 : 20 nm
- 視野全角 : 0.1°
- 空間分解能 : 35 m (高度20km)  
2 m (高度1km)
- 検出器温度 : -85°C ~ -70°C
- S/N比 : 50以上 (波長2.6 $\mu$ m)

