

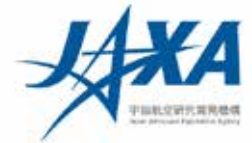
# 小惑星探査機「はやぶさ2」 記者説明会

2019年7月9日

JAXA はやぶさ2プロジェクト



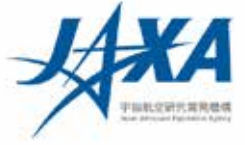
# 本日の内容



「はやぶさ2」に関連して、

- ・第2回タッチダウン運用

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. 第2回タッチダウン運用について
3. 第2回タッチダウンを行う科学的意義
4. JAXA/ISAS國中所長のメッセージ
5. 今後の予定

## ・参考資料



# 「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始的なタイプである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・有機物の相互作用を解明することで、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出来る。

## 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、サンプルの交換が取り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。



## 「はやぶさ2」主要精元 (イラスト 池下章裕氏)

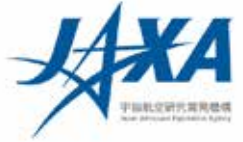
|         |                      |
|---------|----------------------|
| 質量      | 約 609kg              |
| 打上げ     | 平成26年(2014年)12月3日    |
| 軌道      | 小惑星往復                |
| 小惑星到着   | 平成30年(2018年)6月27日    |
| 地球帰還    | 令和2年(2020年)          |
| 小惑星滞在期間 | 約18ヶ月                |
| 探査対象天体  | 地球接近小惑星 Ryugu(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



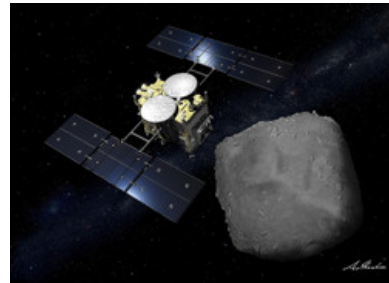
打ち上げ  
2014年12月3日



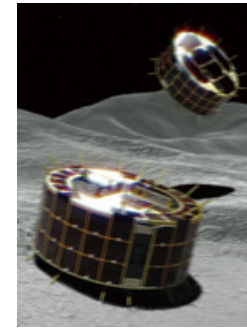
地球スイングバイ  
2015年12月3日



リュウグウ到着  
2018年6月27日



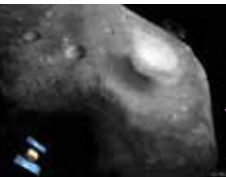
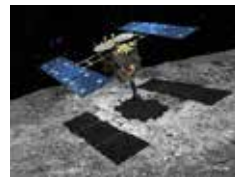
MINERVA-II1分離  
2018年9月21日



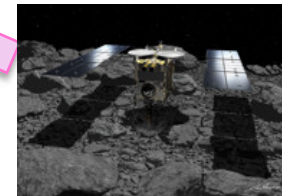
MASCOT分離  
2018年10月3日



リュウグウ出発  
2019年11月~12月



2019年2月22日



1回目のタッチダウン

衝突装置  
2019年4月5日

終了 →

安全を確認後、クレーターまたはクレーター周辺にタッチダウンを行い、地下物質を採取する。



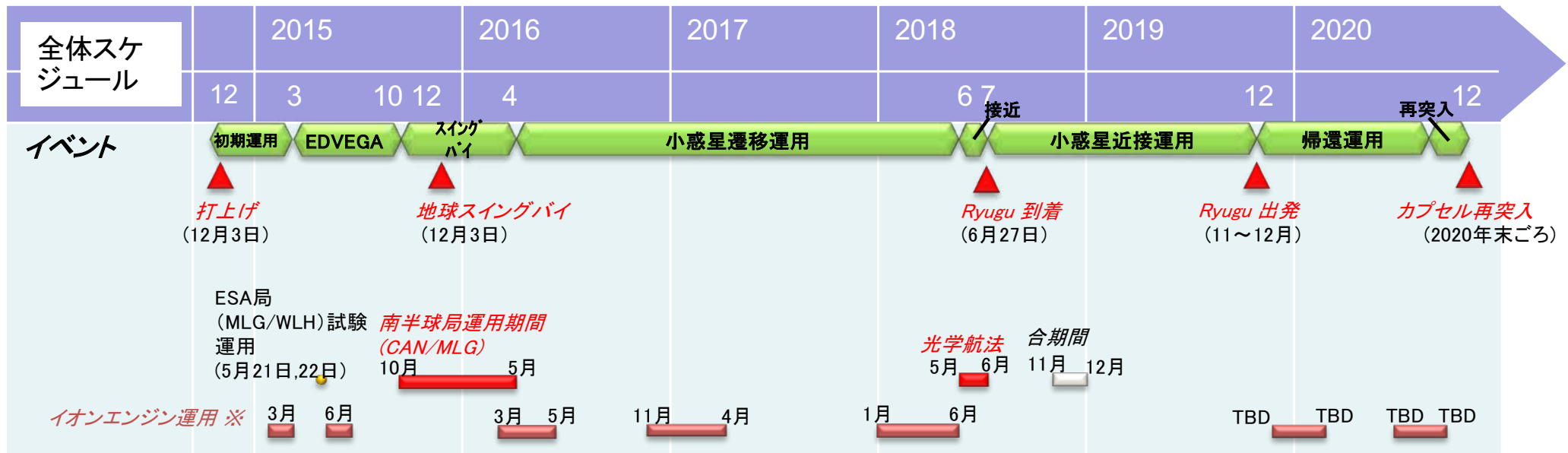
地球帰還  
2020年末ごろ

(画像クレジット: 探査機を含むイラストは 池下章裕氏、他はJAXA)



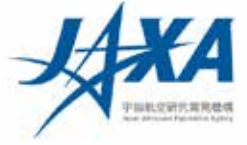
# 1. プロジェクトの現状と全体スケジュール

- 現状：
- 2回目のタッチダウンを7月9日から11日に行う。タッチダウン運用のための準備は完了。
  - 本日(7月9日)からはタッチダウン運用のためのシフトが開始した。本日は、降下のための最終準備を行っている。





## 2. 第2回タッチダウン運用について



- 第2回タッチダウン運用：7月9日～11日
- タッチダウン日時：7月11日、10:05 ～ 10:45 頃（機上、日本時間）
- タッチダウン場所：C01-Cb（ターゲットマーカ投下領域）

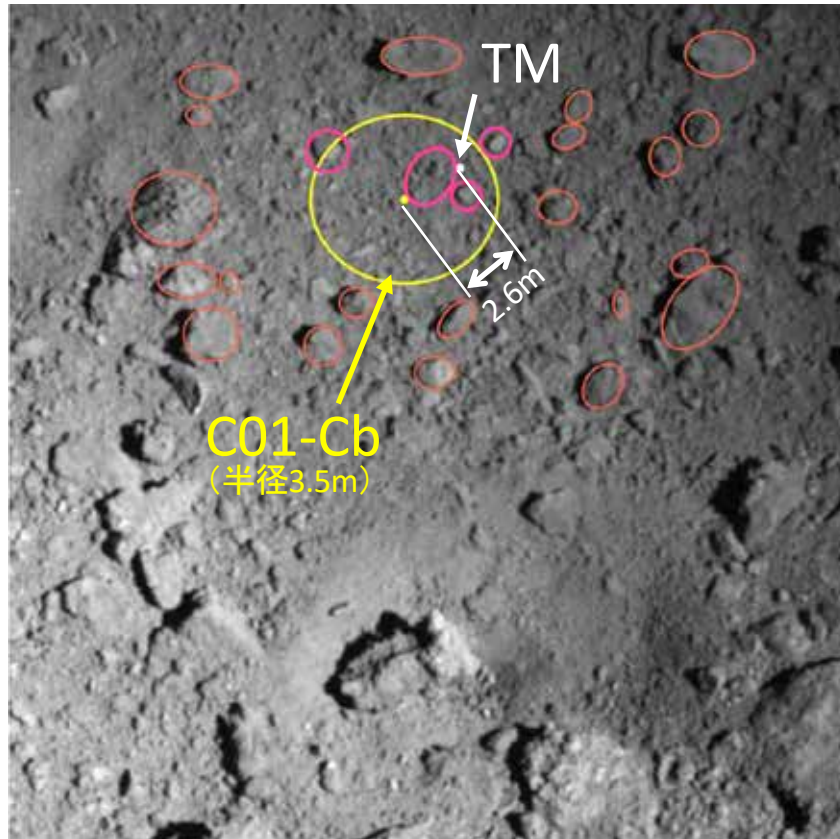
※名称は「第2回タッチダウン」とするが、運用の記号はPPTDとなる。



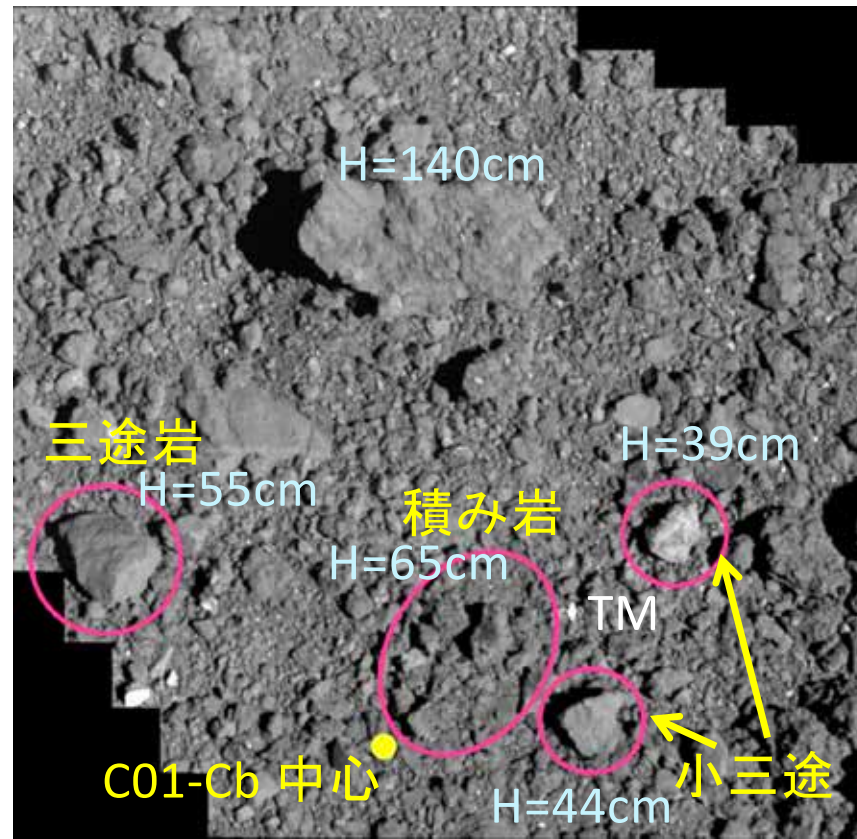
## 2. 第2回タッチダウン運用について



PPTD-TM1画像



PPTD-TM1B画像



Hは推定された高さの最大値 (最も高い推定値)

※岩の名称はニックネームであり、正式な名称ではない。

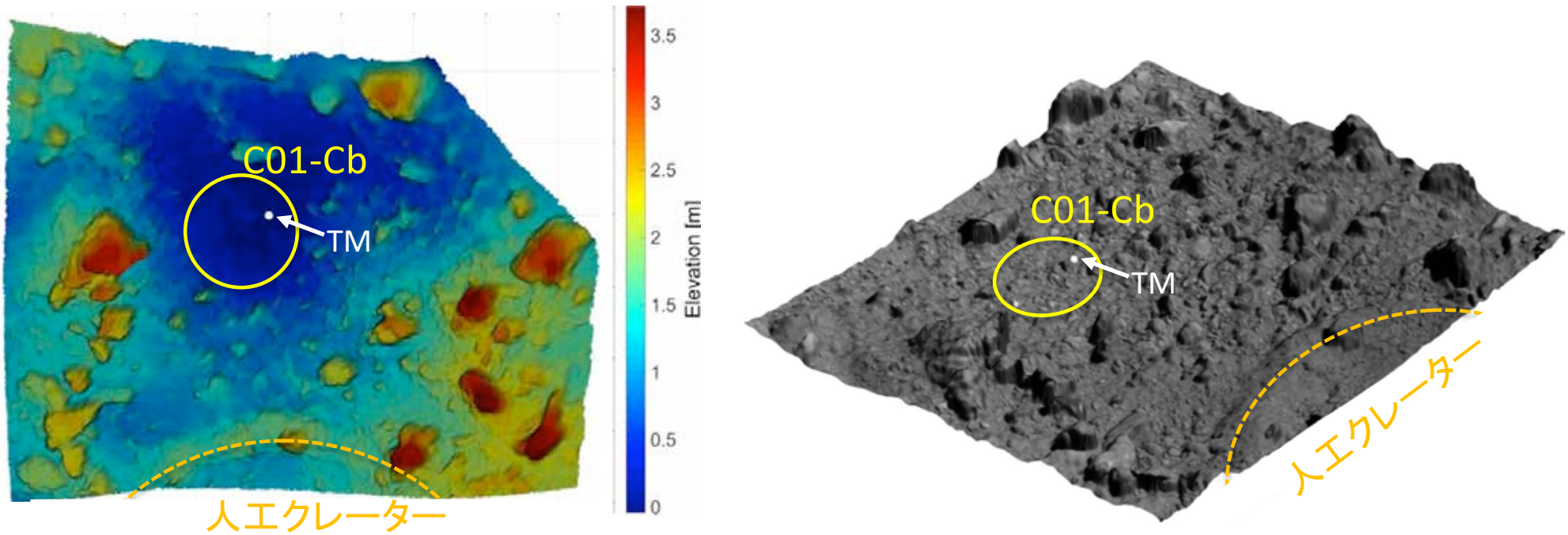
(画像のクレジット: JAXA、東京大、高知大、立教大、名古屋大、千葉工大、明治大、会津大、産総研)





## 2. 第2回タッチダウン運用について

### C01-Cb領域



タッチダウン候補地点付近のDEM (Digital Elevation Map)

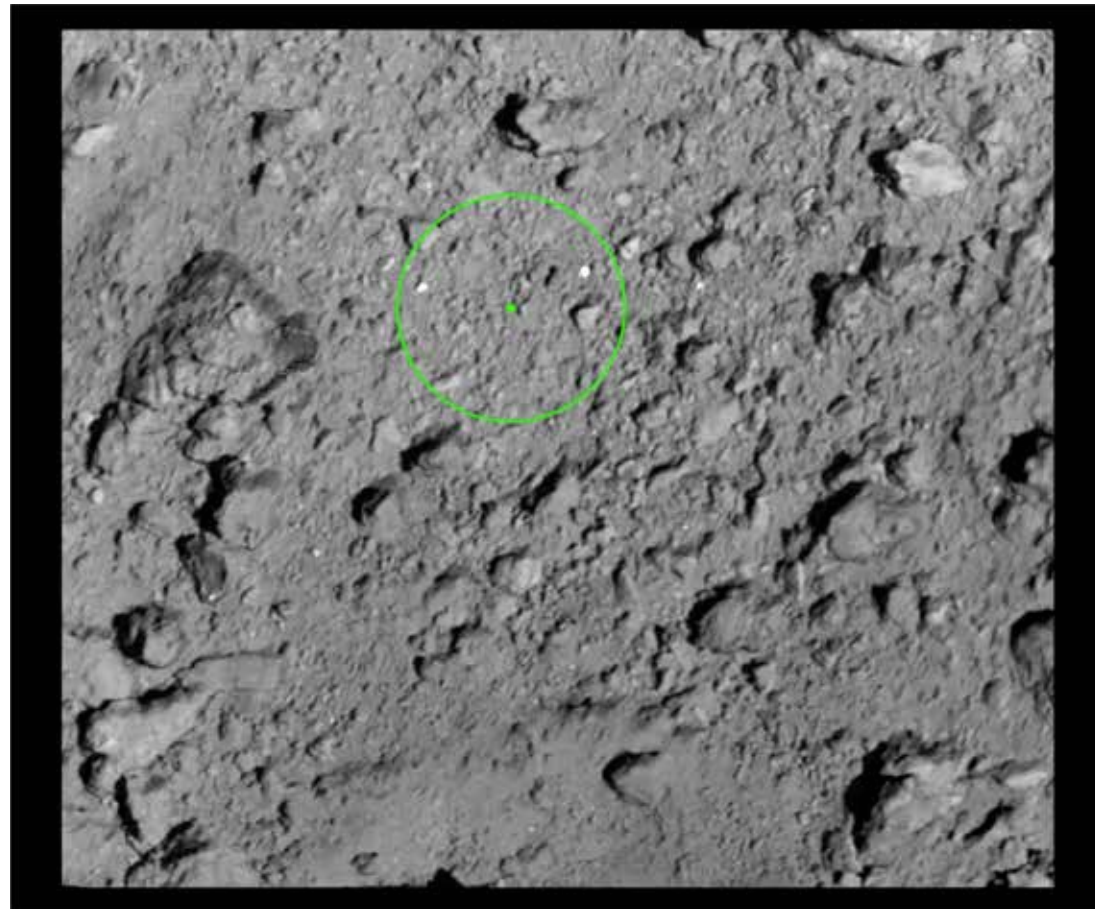
(画像のクレジット: JAXA)



## 2. 第2回タッチダウン運用について



C01-Cb領域



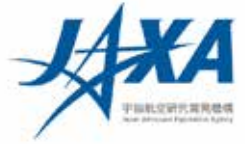
タッチダウン候補地点付近の  
DEM (Digital Elevation Map)

(動画)

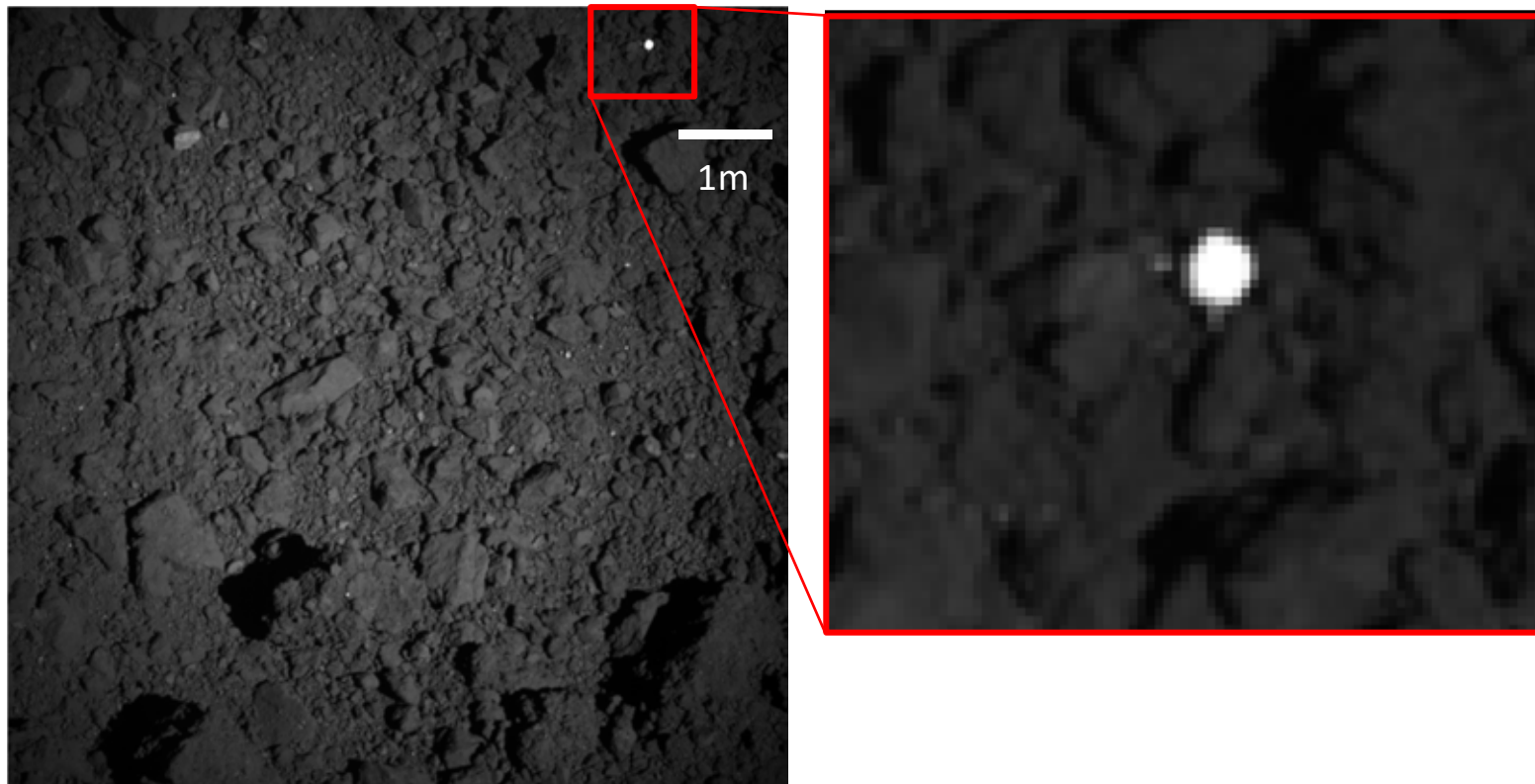
(画像のクレジット: JAXA、東京大、高知大、立教大、名古屋大、千葉工大、明治大、会津大、産総研、神戸大、産業医大)



## 2. 第2回タッチダウン運用について



PPTD-TM1A 上昇時にONC-Tで撮影した画像

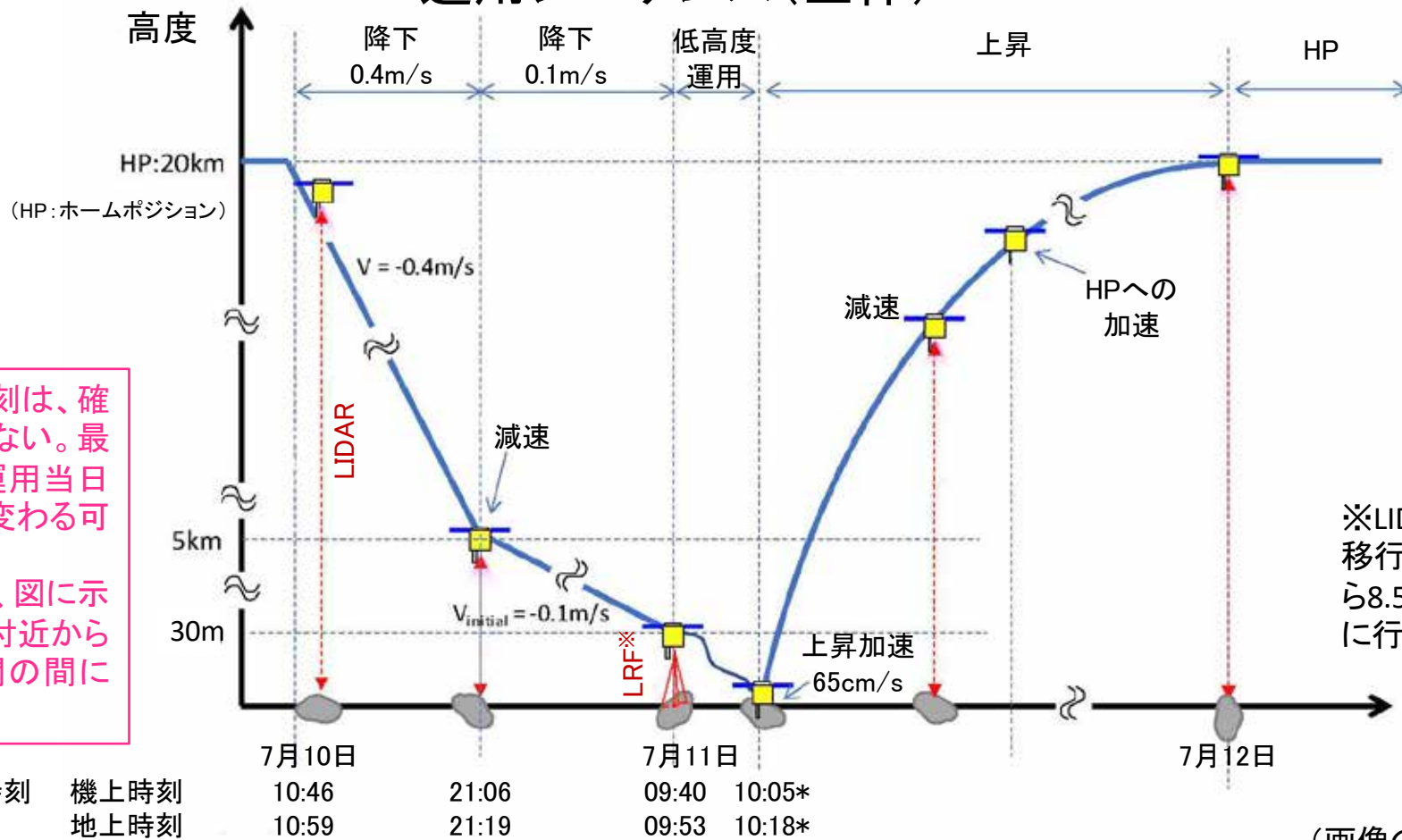


2019/05/30 11:26 (機上、日本時間)  
高度: 71 ~ 72m

(画像のクレジット: JAXA、千葉工大、東京大、高知大、立教大、名古屋大、明治大、会津大、産総研)



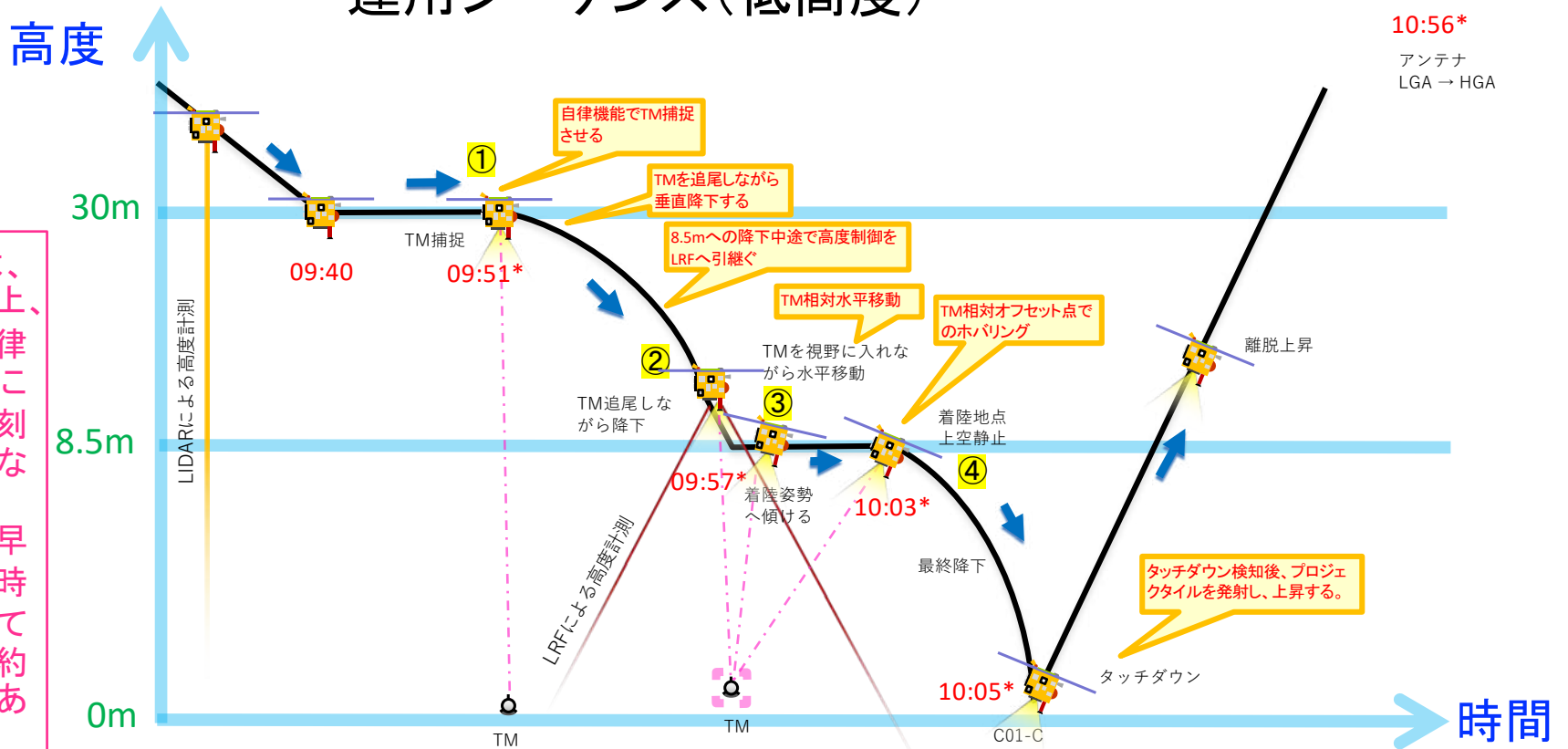
## 2. 第2回タッチダウン運用について 運用シーケンス(全体)





# 2. 第2回タッチダウン運用について

## 運用シーケンス(低高度)



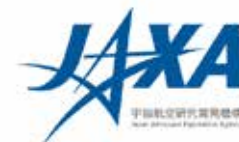
示されている時刻は、2019年7月11日の機上、日本時間である。自律制御になるため、ここで記載されている時刻通りになるとは限らないことに注意。  
 \*印の時刻は、最も早い場合のおおよその時刻であり、記載されている時刻より最大で約40分遅れる場合がある。

※①～④は「はやぶさ2」が次のシーケンスに進んでよいかの自律判断をするチェックポイント

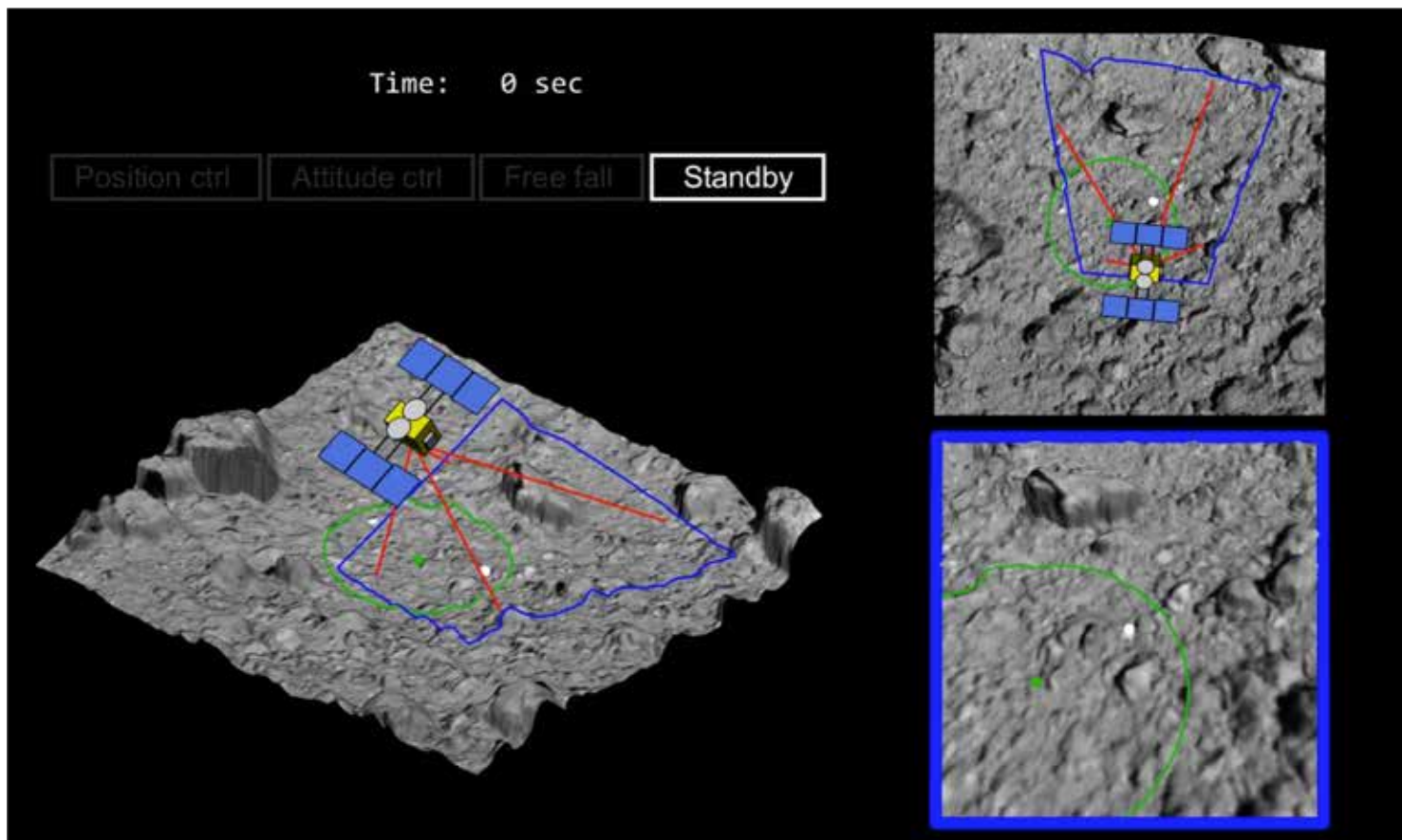
(画像のクレジット: JAXA)



## 2. 第2回タッチダウン運用について



高度8.5mからの探査機の動き

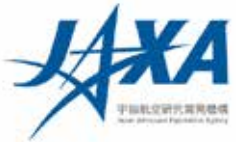


(動画、16×)

(画像のクレジット:  
JAXA)



## 2. 第2回タッチダウン運用について



### 運用途中での判断ポイント

### 情報発信

| 項目      | 地上時刻：JST<br>( )は探査機時刻                   | 判断項目                  |
|---------|-----------------------------------------|-----------------------|
| Gate 1  | 7月10日 09:46                             | 降下開始の可否判断開始(@20km)    |
| Gate 2  | 7月10日 21:19                             | 降下継続の可否確認開始(@5km)     |
| Gate 3  | 7月11日 08:41                             | 最終降下判断(GO/NOGO 判断) 開始 |
| HGA→LGA | 7月11日 10:01<br>(09:47)                  | アンテナ切り替え              |
| Gate 4  | 7月11日 10:01                             | LGA切り替えの確認            |
| TD2     | 7月11日 10:18*<br>(10:05*)<br>*この時刻より40分間 | タッチダウン                |
| LGA→HGA | 7月11日 11:09<br>(10:56)                  | アンテナ切り替え              |
| Gate 5  | 7月11日 11:09                             | 探査機状況確認開始             |
| Gate 6  | 7月11日 22:04                             | ホームポジション復帰ΔV確認開始      |

・ONC-W1によるリュウグウ画像配信  
・LIDARによる高度データ

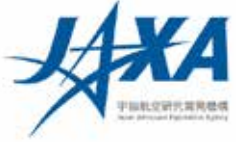
・ドップラデータによる確認

・テレメトリデータによる確認

※示されている時刻は、確定したものではない。最終的な計画や運用当日の状況によって変わる可能性がある。  
またGateに書かれている時刻は判断開始の時刻であり、判断結果が出るまでには時間がかかる場合がある。



## 2. 第2回タッチダウン運用について



### 第1回タッチダウンシーケンスからの変更点

- 探査機底面の光学系が曇っていることの対策として、TM追尾開始高度と、LRF使用開始高度をTD1の時よりも低くした。
  - 安全設計はTD1のレベルを維持ないし強化。結果として、サンプリング達成確率は若干低下。
- シーケンス短縮化のために、ヒップアップを高度8.5m到達後すぐに行うことにした。
  - TD1の経験を踏まえた合理化。TD1時には最終降下直前にヒップアップを実施した。
- 今回はTMと着陸目標点が非常に近いので、着陸のための最終降下は垂直降下となる。
  - これにより着陸精度が向上する。TD1時はTMが遠かったため、斜め下方へ最終降下した。

その他のタッチダウンシーケンス設計のハイライトについては、第1回タッチダウン前の記者説明会資料(2019年2月6日版 および 2019年2月20日版)を参照ください。

<http://www.hayabusa2.jaxa.jp/enjoy/material/>





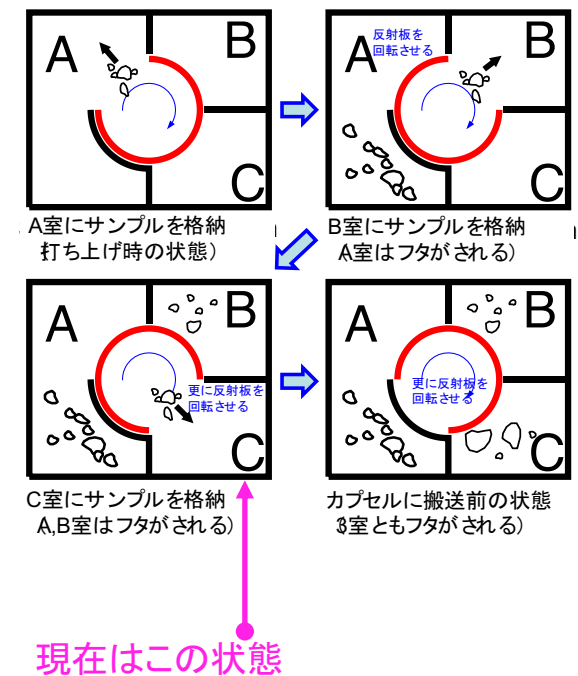


## 2. 第2回タッチダウン運用について



### キャッチャB室の閉鎖

- 6月24日の運用で、サンプルキャッチャを駆動させ、B室を閉鎖した。
- B室は、1回目のタッチダウン直後(2月22日)から開放されており、その後、衝突装置運用および合計7回の降下運用を行っている。
- 現在はC室が開放されている。

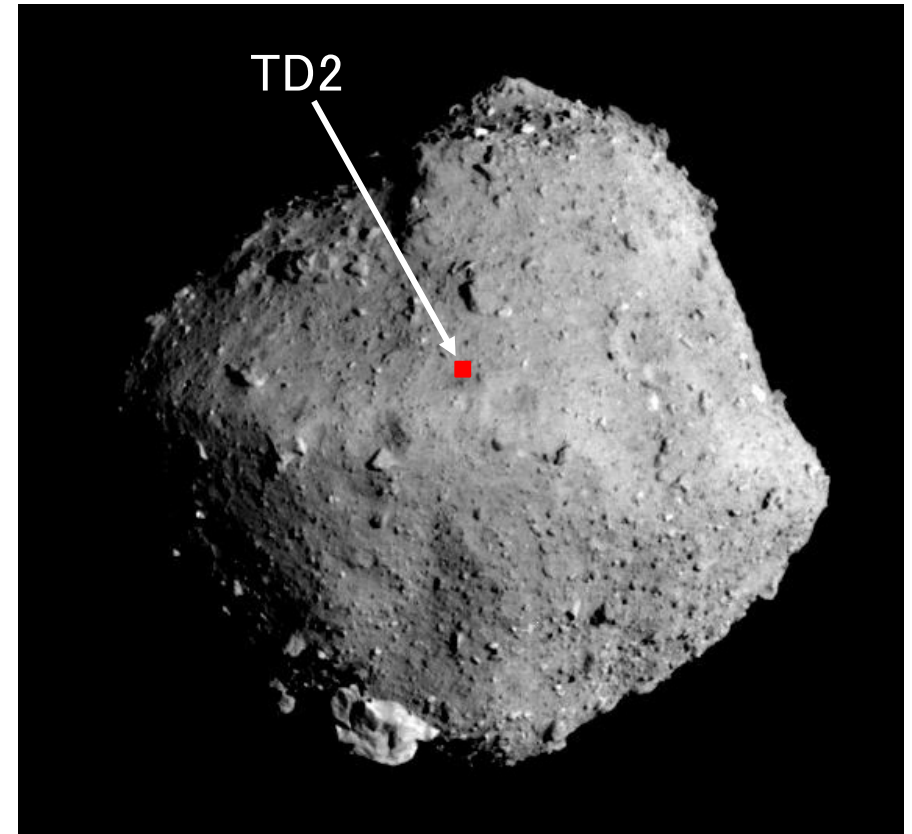
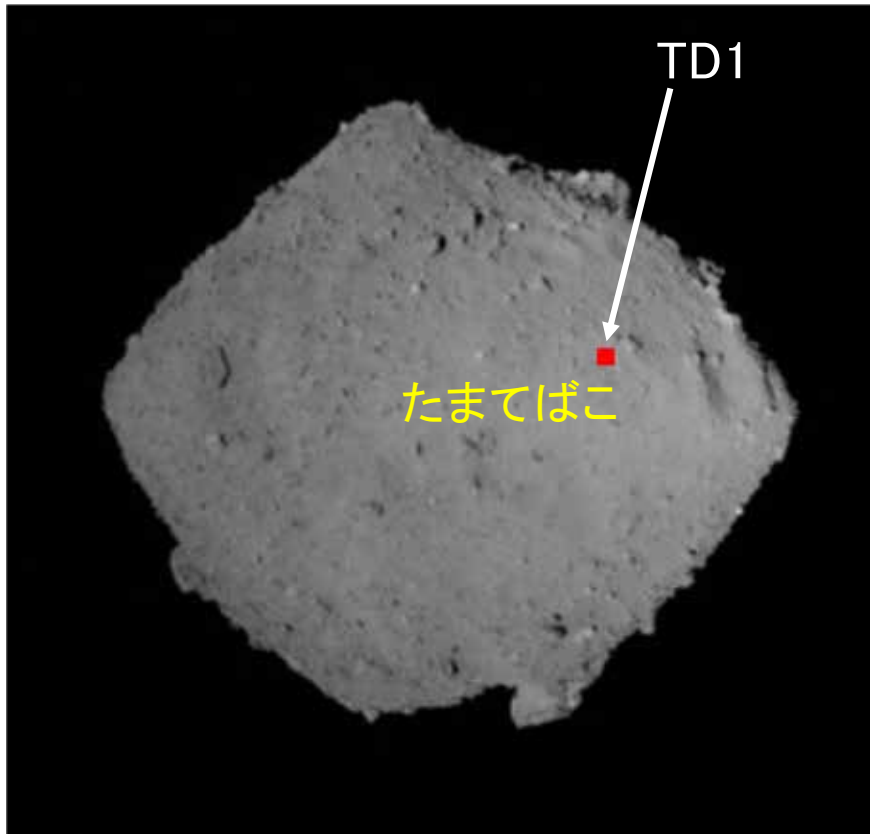


(画像のクレジット: JAXA)



## 2. 第2回タッチダウン運用について

1回目 (TD1) と2回目 (TD2) のタッチダウンの場所

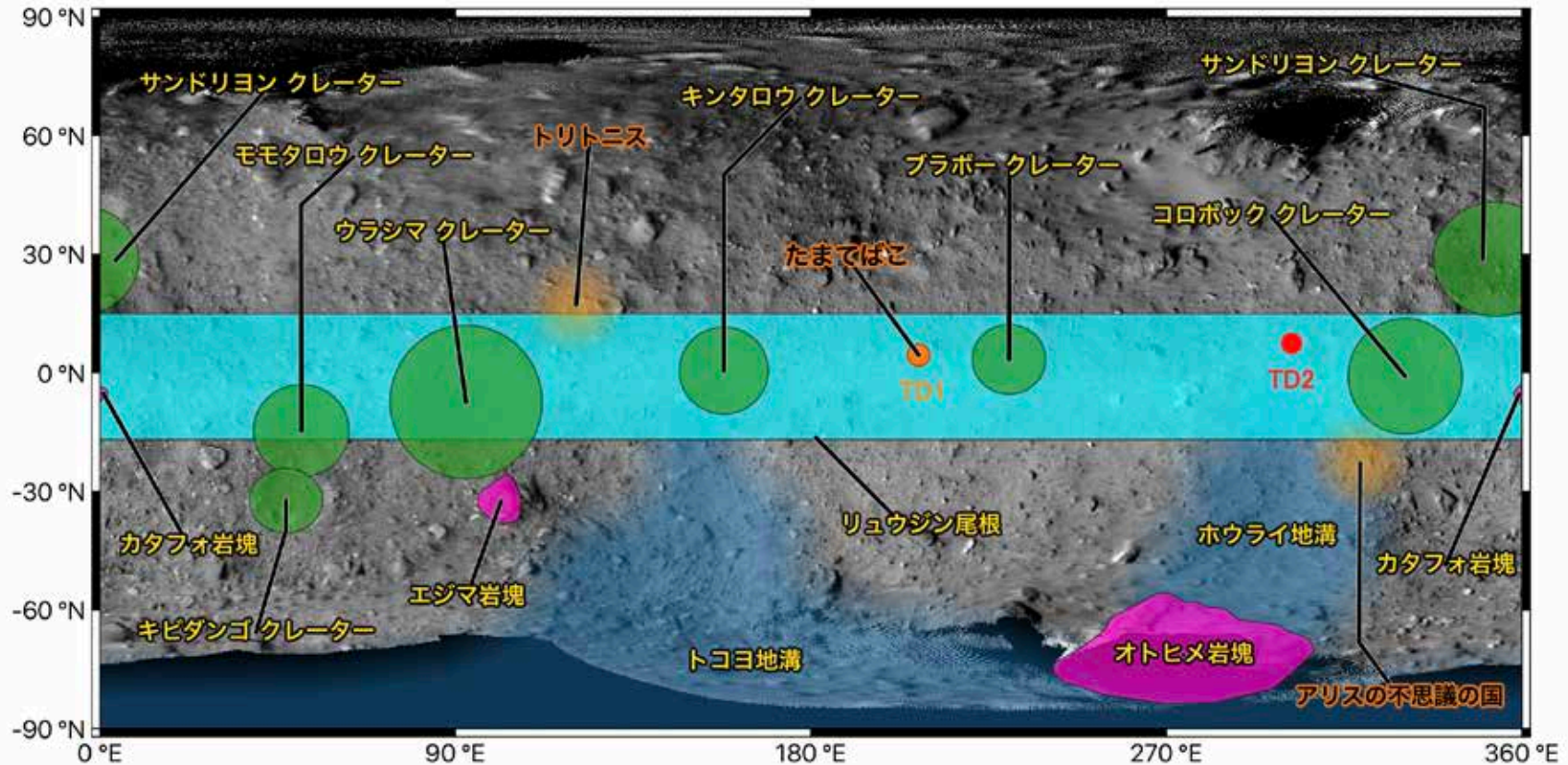


(画像のクレジット: JAXA, 東京大, 高知大, 立教大, 名古屋大, 千葉工大, 明治大, 会津大, 産総研)



# 2. 第2回タッチダウン運用について

## 1回目 (TD1) と2回目 (TD2) のタッチダウンの場所



注:トリトニス (MINERVA-II1の着陸地)、アリスの不思議の国 (MASCOT着陸地)、たまたまぼこ (1回目のタッチダウン地点) はニックネーム (愛称) で、国際天文学連合 (IAU) に認められた地名ではない。他の地名はIAUで認められた正式名称である。

(画像のクレジット: JAXA)



### 3. 第2回タッチダウンを行う科学的意義



#### ■ 地下物質の採取

- リュウグウの黒い物質
- 小惑星表層での太陽風や宇宙線などによる変性
- 小惑星表面での混合過程とそのタイムスケール

#### ■ 複数箇所からの採取

- 天体の地域的不均質性
- サンプル量の増大



## 4. JAXA宇宙科学研究所 所長からのメッセージ



「はやぶさ2」はこれまでに、1) 小惑星ランデブー、2) 探査ロボットの分離放出と表面データ取得、3) 第1回タッチダウン、4) 人工クレーター生成と多くの成果を創出しました。第1回タッチダウンによりサンプル取得は概ね達成したと考えています。第2回タッチダウンの実施可否を考えるに当たり、第2回タッチダウンをキャンセルし地球帰還を優先させる考え方は、達成した成果を早期に刈り取り着実に成功を収める安全で確実な選択肢と言えました。これとは逆に第2回タッチダウンに成功すれば、内部物質を採取して科学成果をより充実させることができるでしょう。しかし、地球帰還を危うくする重大な損傷や危機が発生する可能性を伴います。

そこで、第2回タッチダウンの精度要求や探査機性能が、第1回タッチダウンの条件内に収まるか否かを定量的に精査しました。その結果、第1回タッチダウンを成功させた「はやぶさ2」本体とチームの現在の実力で、安全性を担保した上で第2回タッチダウンを成し得ることが極めて高いことを確認しました。よって宇宙科学研究所は、合理的な判断の下「挑戦」と「安全」の双方を兼ね備えた第2回タッチダウンを、最善の注意を払いつつ実行に移します。この挑戦への成功が、今後の多くの宇宙科学・探査計画を推し進める契機になると信じています。

宇宙科学研究所 所長 國中均



## 5. 今後の予定



### ■ 運用の予定

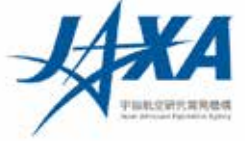
- 7月9～11日：第2回タッチダウン運用

### ■ 記者説明会等

- 7月11日 8:30～17:30 プレスセンター開設@相模原キャンパス
- 7月11日 14:00～15:00

タッチダウン実施にかかる記者会見@相模原キャンパス

(プレスセンター及び記者会見への参加お申込みは、6月25日に締め切りました。)



# 参考資料



## 第2回タッチダウン運用実施可否判断経緯

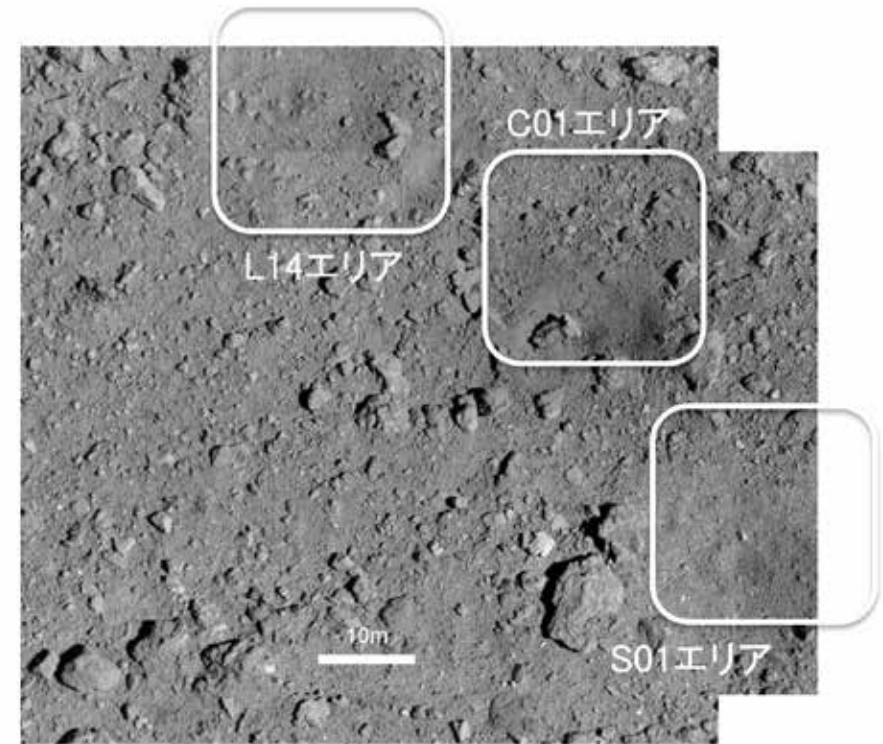
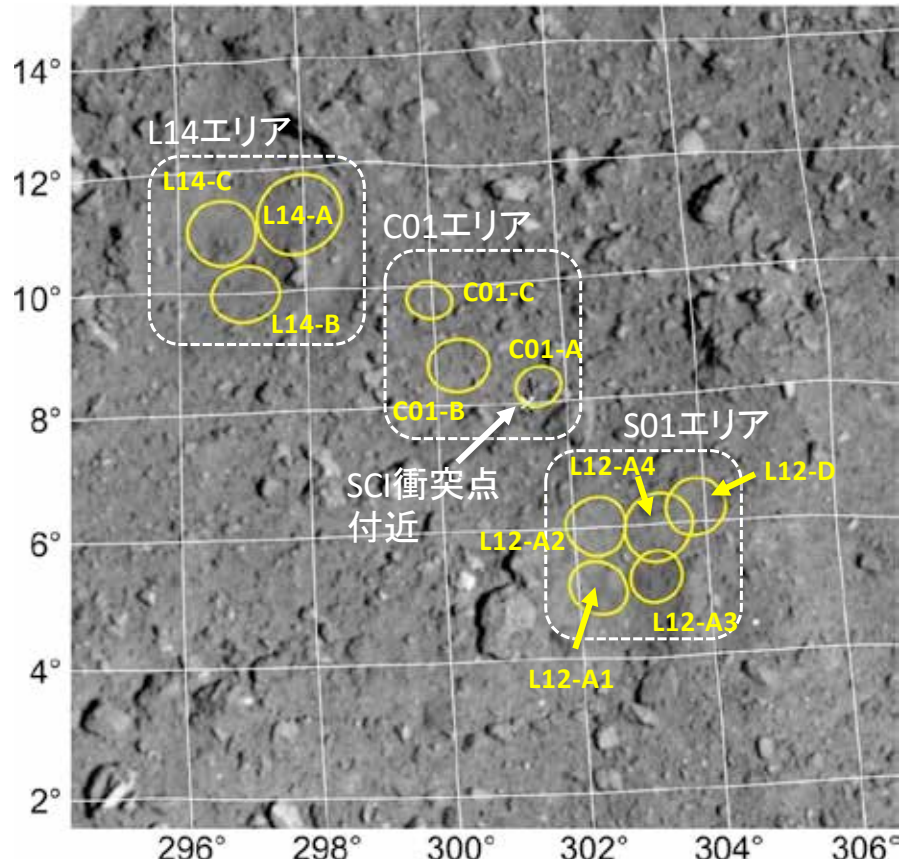


- JAXA/ISASは、2019年5月～6月にかけて、「はやぶさ2」プロジェクトとともに、第2回タッチダウン実施について、科学的意義、探査機の状態、シーケンス確認、信頼性・リスクについて議論を重ねてきた。
- 2019年6月20日までに、はやぶさ2の検討結果をまとめ、チーム内で議論
- 2019年6月21日に、宇宙科学研究所として判断
- 2019年6月25日に、JAXA経営層に報告
- タッチダウン実施の判断
  - 地下物質採取の科学的意義が高いこと
  - 現状の探査機で十分安全なタッチダウン運用の成立性を確認
  - 2回目のタッチダウンにより、光学系の受光量がさらに低下した場合でも、その後の運用に支障がないことを確認





# タッチダウン候補地点



(画像のクレジット: 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)