

# 小惑星探査機「はやぶさ2」 記者説明会

2019年8月22日

JAXA はやぶさ2プロジェクト

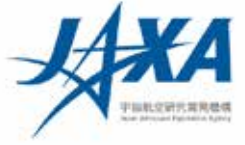


# 本日の内容

「はやぶさ2」に関連して、

- カプセル回収
- MINERVA-II
- 人工クレーター関連地名

などについて紹介する。



# 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. 再突入カプセルの回収計画
  3. MINERVA-II1の状況
  4. MINERVA-II2について
  5. 人工クレーター関連の地名
  6. 今後のアウトリーチの計画
  7. その他
  8. 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

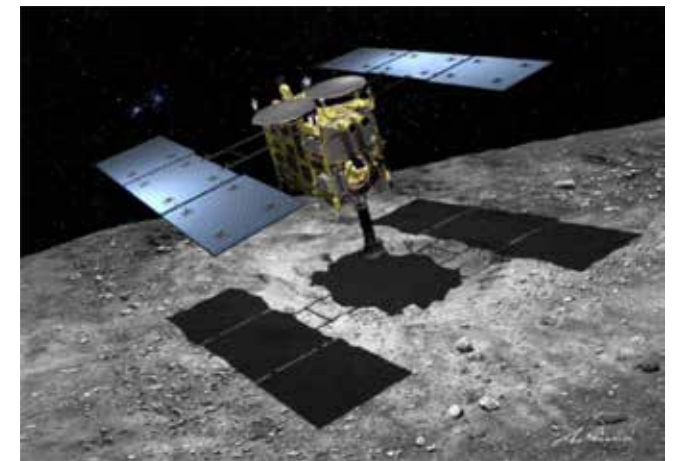
- ・水や有機物に富むC型小惑星の探査により、地球・海・生命の原材料間の相互作用と進化を解明し、太陽系科学を発展させる。
- ・衝突装置によって生成されるクレーター付近からのサンプル採取という新たな挑戦も行うことで、日本がこの分野において、さらに世界をリードする。
- ・太陽系天体往復探査の安定した技術を確立する。

## 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)

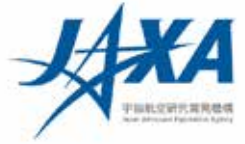
|         |                      |
|---------|----------------------|
| 質量      | 約 609kg              |
| 打上げ     | 平成26年(2014年)12月3日    |
| 軌道      | 小惑星往復                |
| 小惑星到着   | 平成30年(2018年)6月27日    |
| 地球帰還    | 令和2年(2020年)          |
| 小惑星滞在期間 | 約18ヶ月                |
| 探査対象天体  | 地球接近小惑星 Ryugu(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



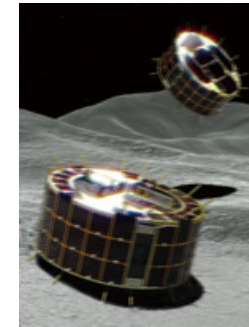
地球スイングバイ  
2015年12月3日



リュウグウ到着  
2018年6月27日



MINERVA-II1分離  
2018年9月21日



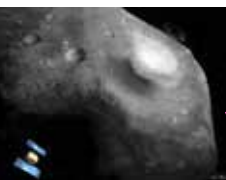
MASCOT分離  
2018年10月3日



リュウグウ出発  
2019年11月～12月

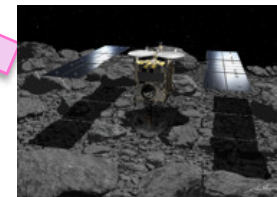


2019年7月11日



衝突装置  
2019年4月5日

2019年2月22日



2回目のタッチダウン

1回目のタッチダウン

(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)

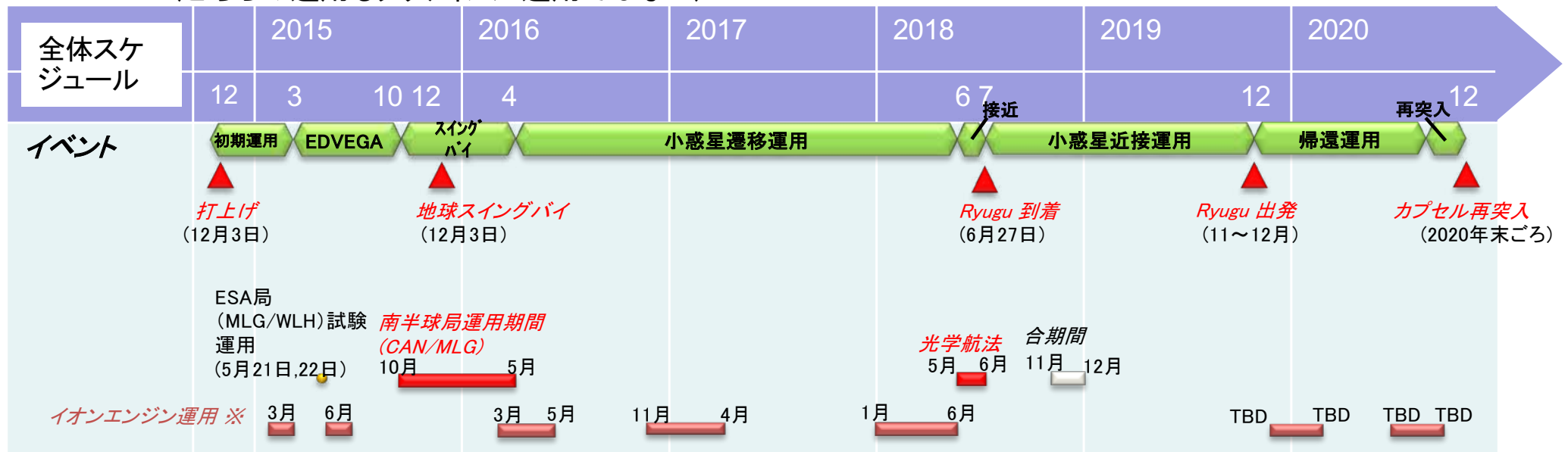


# 1. プロジェクトの現状と全体スケジュール

- 現状：
- 7月21日～31日にBOX-C運用を行った。最低高度は、リュウグウから約5km(7/25～27)。
  - BOX-B運用を8月8日から8月27日にかけて行っている。

※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にする運用

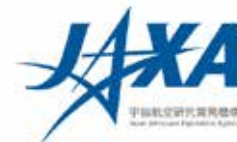
BOX-B運用:高度はほぼ20kmを保ちつつ、探査機の位置を定位置(地球-小惑星を結ぶ線上)からずらす運用(どちらの運用もクリティカル運用ではない)



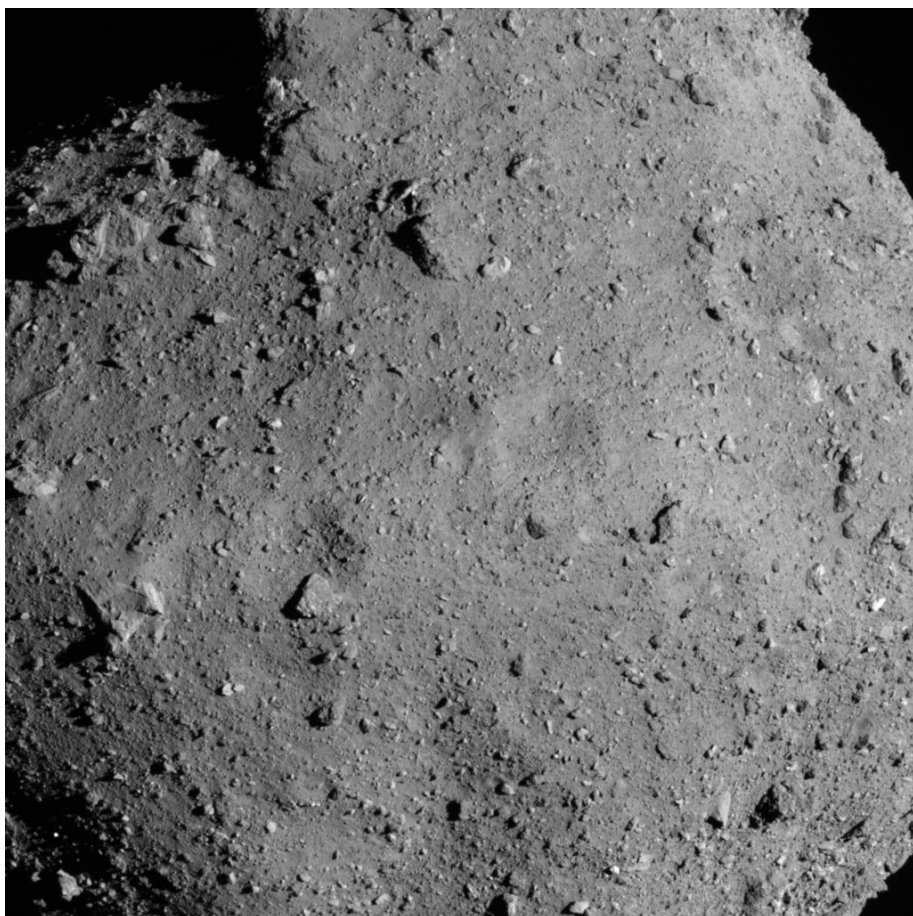




# 高度5kmから見た第2回タッチダウン地点



初公開

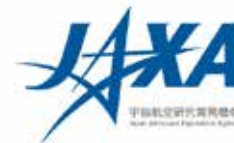


高度約5kmからONC-Tで撮影した第2回タッチダウン地点「うちでのこづち」周辺。撮影は、7月25日、17:01(機上、日本時間)に行われた。これまでより太陽位相角の大きい条件での撮像のため、岩塊の陰影や人工クレーターの凹みの様子もクッキリと見える。

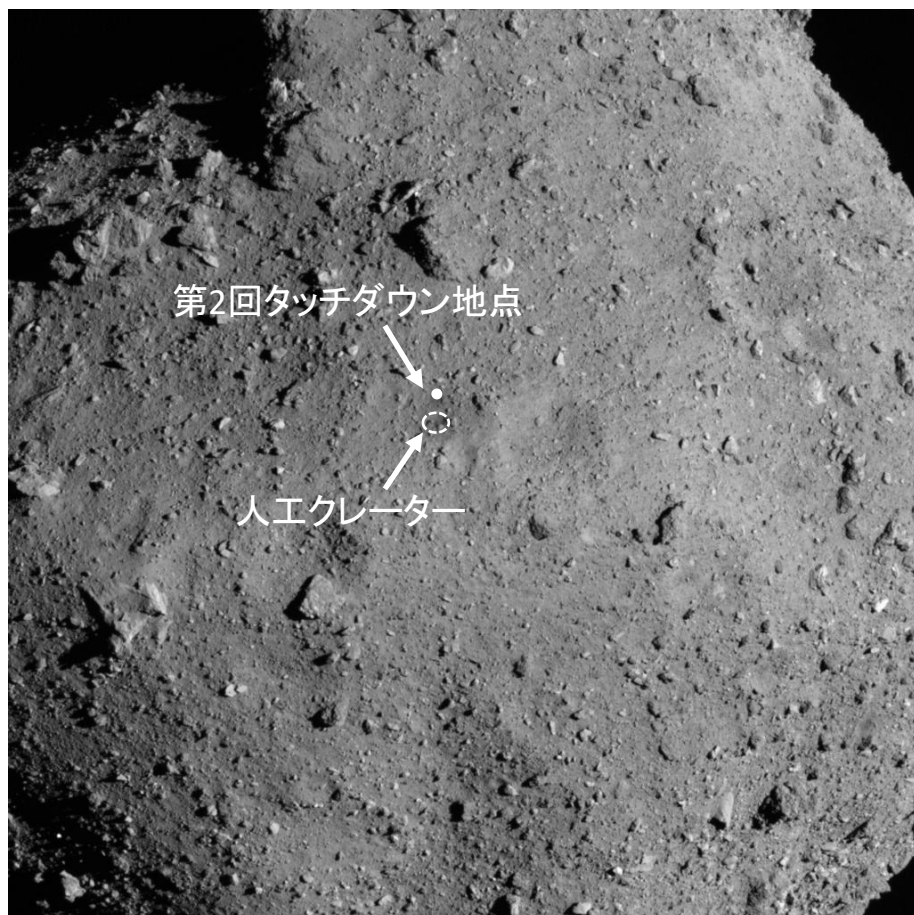
(画像のクレジット: JAXA、東京大、高知大、立教大、名古屋大、千葉工大、明治大、会津大、産総研)



# 高度5kmから見た第2回タッチダウン地点



初公開



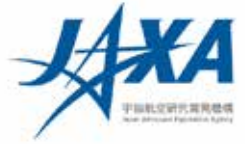
高度約5kmからONC-Tで撮影した第2回タッチダウン地点「うちでのこづち」周辺。撮影は、7月25日、17:01(機上、日本時間)に行われた。これまでより太陽位相角の大きい条件での撮像のため、岩塊の陰影や人工クレーターの凹みの様子もクッキリと見える。

(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. 再突入カプセルの回収計画



- 2020年末頃に「はやぶさ2」は地球近傍に戻り、搭載している再突入カプセルを地上へ向けて分離、カプセルを大気圏に再突入させる予定。
- カプセルが到達する候補地域はオーストラリアのウーメラ管理区域で、2010年に地球に帰還した「はやぶさ」のカプセル回収を行ったところとほぼ同じ場所である。カプセル回収作業を行うことについてオーストラリアの宇宙機関等と調整・準備を進めている。



候補地域の様子  
(2018年12月撮影)

(画像のクレジット: JAXA)



## 2. 再突入カプセルの回収計画



### ＜調整・準備の経緯と今後の計画＞

- 2018年11月 カプセル回収に関する同意書締結
  - JAXAとオーストラリア連邦政府は、「はやぶさ2」の帰還および回収にむけた活動を行う。JAXAの関係者のウーメラ立入制限区域へ立入および利用を許可する。
- 2018年12月 現地調査
  - 着陸エリアの土壌、植生、天候を確認
  - 方向探査局、光学観測局の候補地調査
- 2019年度中
  - カプセルの着陸許可 (AROLSO\*: 宇宙物体の帰還に関する許諾) を申請する予定

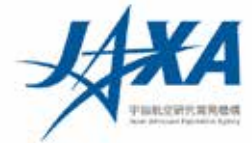
### ＜オーストラリアにて支援いただいている機関＞

- |  |   |
|--|---|
| • ASA (Australian Space Agency)<br>カプセル着陸許可に関する支援<br>各省庁との調整窓口 | • DOD (Department of Defence)<br>ウーメラ管理区域の管理、回収作業に対する支援   |
|  | • DSTG (Defence Science and Technology Group)<br>再突入の科学観測 |

\*AROLSO : Authorisation of Return of an Overseas Launched Space Object



### 3. MINERVA-II1の状況



- 2019年8月2日13時15分から13時25分(日本時間)において、アウルより、テレメトリデータを取得。
- 太陽距離が近くなり、冬眠から目覚めた。
- 運用計画を検討中。

イブー(HIBOU)  
(ミミズクの伝説から)

Rover-1A

(画像のクレジット: JAXA)

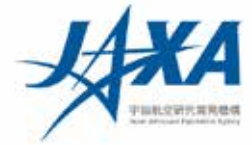


アウル(OWL)  
(ふくろうの英語から)

Rover-1B



## 4. MINERVA-II2について



- MINERVA-II2 ローバ2(大学コンソーシアム開発)について、有意義な成果を得る計画として、比較的高い高度(約1km)から分離し、時間をかけて小惑星表面への降下を行い、降下軌道による小惑星の重力場の推定等を行う予定である。
- 運用の詳細は、9月24日(予定)に開催する記者説明会にて説明を行う。

### ※ターゲットマーカ分離運用

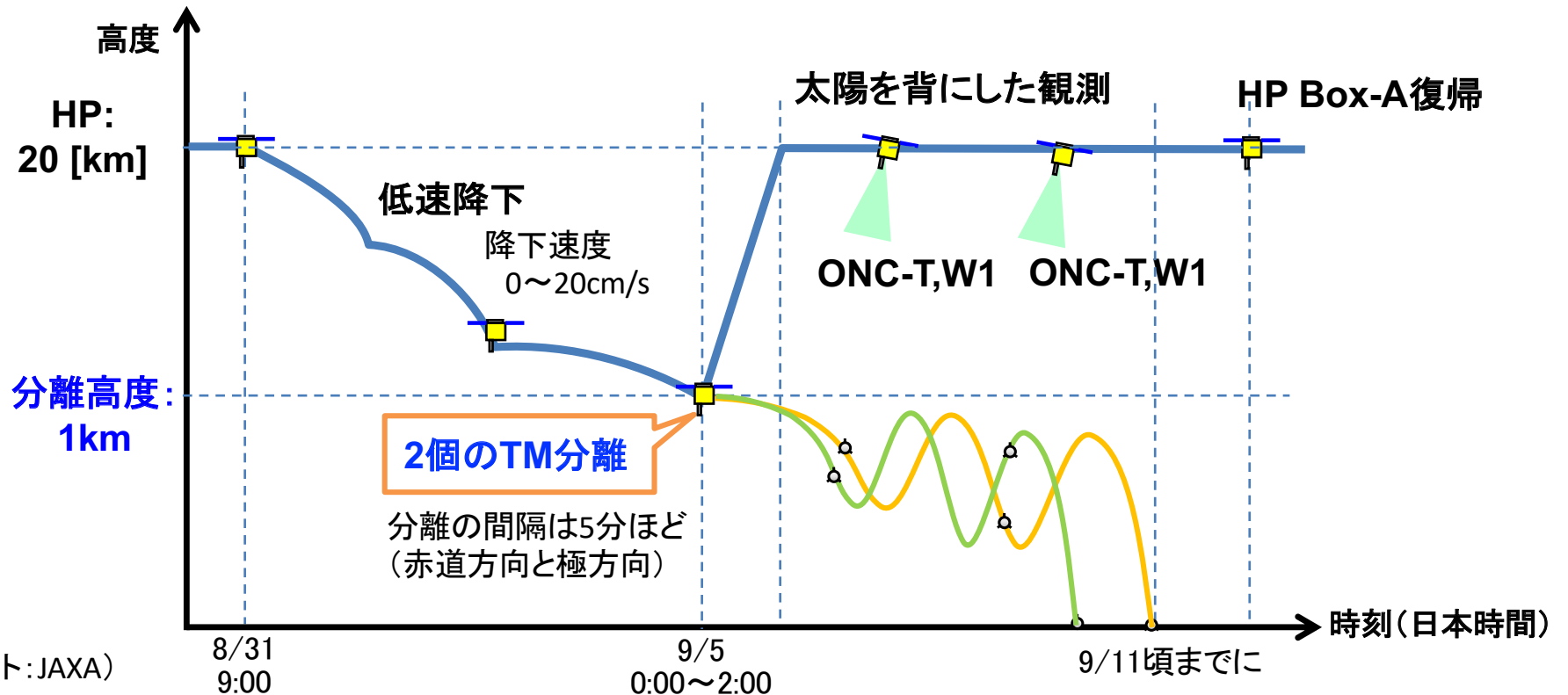
- ローバ2の分離運用に先立って、リハーサルを9月5日に行う予定。「はやぶさ2」に搭載しているターゲットマーカをローバ2に見立てて、実際に分離する運用を行う。
- 2個のターゲットマーカを高度約1kmで分離する予定。



# 4. MINERVA-II2について

## ターゲットマーカ分離運用の概要

- ターゲットマーカ(TM)を2つ分離後、探査機は高度20kmへ上昇。
- 周回しつつ降下するTMの軌跡を、母船のカメラにより高度20kmにて光学観測する。

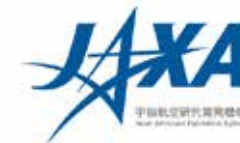


(画像のクレジット: JAXA)



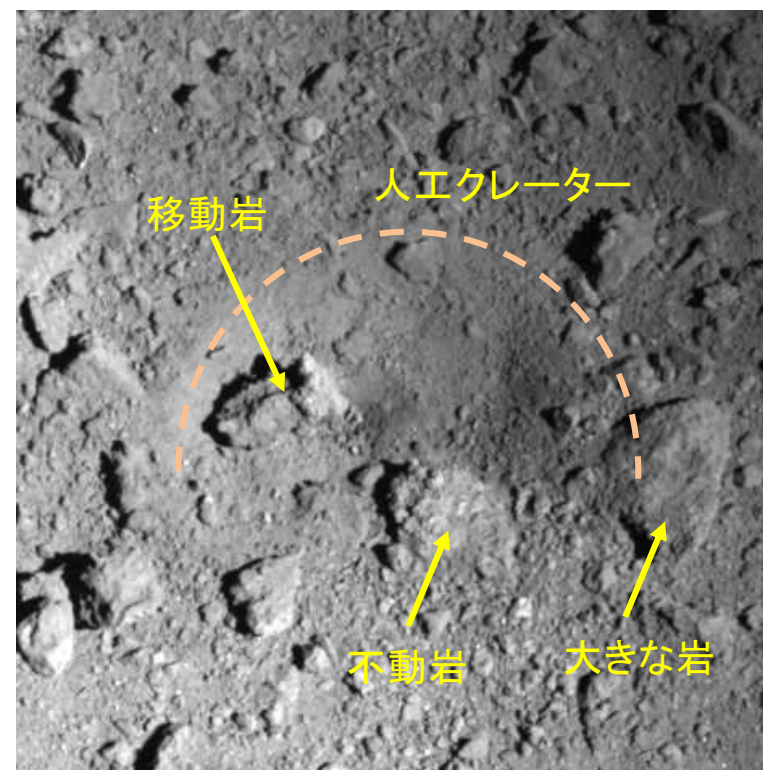


## 5. 人工クレーター関連の地名



人工クレーターに関連して、以下の名称（愛称）を付けた。

- 人工クレーター
  - おむすびころりんクレーター  
（SCIクレーター）
- 移動岩
  - イイジマ岩
- 不動岩
  - オカモト岩
- 大きな岩
  - おにぎり岩

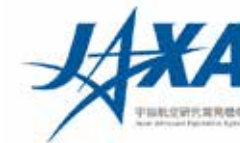


注：人工クレーターの範囲は現在検討中であり、図での位置はおおよその範囲を示したものである。

（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）



## 5. 人工クレーター関連の地名



名称の由来

「おむすびころりんクレーター（SCIクレーター）: Omusubi-kororin crater (SCI crater)」

おとぎ話の「おむすびころりん」より。付近にある“おにぎり”のような形の岩が転がり落ちそうな窪地であるため。なお、これまで使用していた「SCIクレーター」という名称も場合に応じて用いる。

「イジマ岩: Iijima boulder」

飯島祐一氏のメモリアルとして。飯島氏は、「はやぶさ2」のプロジェクト立ち上げ時期に、JAXA 外の大学等から協力が得られるように奔走し、プロジェクト成功の礎を築いた。特に衝突実験の科学成果を最大化するため、分離カメラ (DCAM3) の理学観測用デジタルカメラの提案とその開発を中心に、各分野で尽力した。2012年12月7日に逝去された。

「オカモト岩: Okamoto boulder」

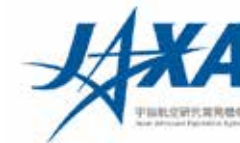
岡本千里氏のメモリアルとして。岡本氏は、「はやぶさ2」のサンプラー開発の中心メンバーの一人であり、リュウグウ上でのサンプル採取のため、精力的に室内実験を繰り返していた。また、インパクターによる宇宙衝突実験のメンバーでもあり、神岡でのインパクター実射実験などでは小惑星表面状態の模擬などの中心的役割を果たしていた。2018年7月25日に逝去された。

「おにぎり岩: Onigiri boulder」

形がおにぎりに似ているため。



## 6. 今後のアウトリーチの計画

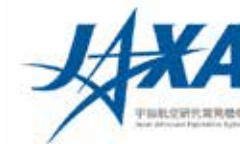


### ■「はやぶさ2」を利用したアウトリーチ・教育活動についての意見交換会 “その2”

- 目的：  
「はやぶさ2」を使った教育・アウトリーチとして今後何ができるかを議論する
- 場所、日時：  
相模原市立博物館（8/25、10:00～）  
大阪市立科学館（9/29、10:00～）
- 情報：  
[http://www.hayabusa2.jaxa.jp/topics/20190807\\_Outreach/](http://www.hayabusa2.jaxa.jp/topics/20190807_Outreach/)



## 6. 今後のアウトリーチの計画



### ■「はやぶさ2」トークライブ 番外編

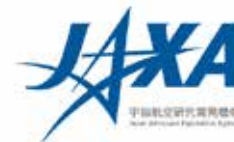
- 相模原市立博物館(8/25、14:00～) ※参加申し込み開始日に満席  
<http://sagamiharacitymuseum.jp/blog/event/201908haya2talk-bangai/>
- 大阪市立科学館(9/28、17:30～)
- 伊丹市立こども文化科学館(9/29、14:30～)

### ■「はやぶさ2」トークライブ シーズン2

- 地球帰還フェーズの2020年1月から10月くらいまでの期間で、トークライブの2回目のシリーズを行う (※1回目のシリーズは、2016年2月から2018年4月にかけて、合計14回のトークライブを相模原市立博物館で行った)
- 全国展開:開催地を募集中
- 詳細: [http://www.hayabusa2.jaxa.jp/topics/20190807\\_TalkLive/](http://www.hayabusa2.jaxa.jp/topics/20190807_TalkLive/)



## 7. その他



### 星雲賞受賞

- 第58回日本SF大会にて、第50回星雲賞「自由部門」を受賞
- 自由部門はSF作品に限らず科学技術上の成果等もノミネートされるとのこと（過去にはH-IIAロケットや、「はやぶさ」もノミネートされ、受賞している）
- 受賞理由：「MINERVA-II1のリュウグウ着地及び小惑星移動探査」
- 受賞式：2019年7月27日



(画像のクレジット: JAXA)





## 8. 今後の予定

### ■ 運用の予定

- 9月5日に、MINERVA-II2分離のリハーサルとしてターゲットマーカ分離運用を行う。

### ■ 記者説明会等

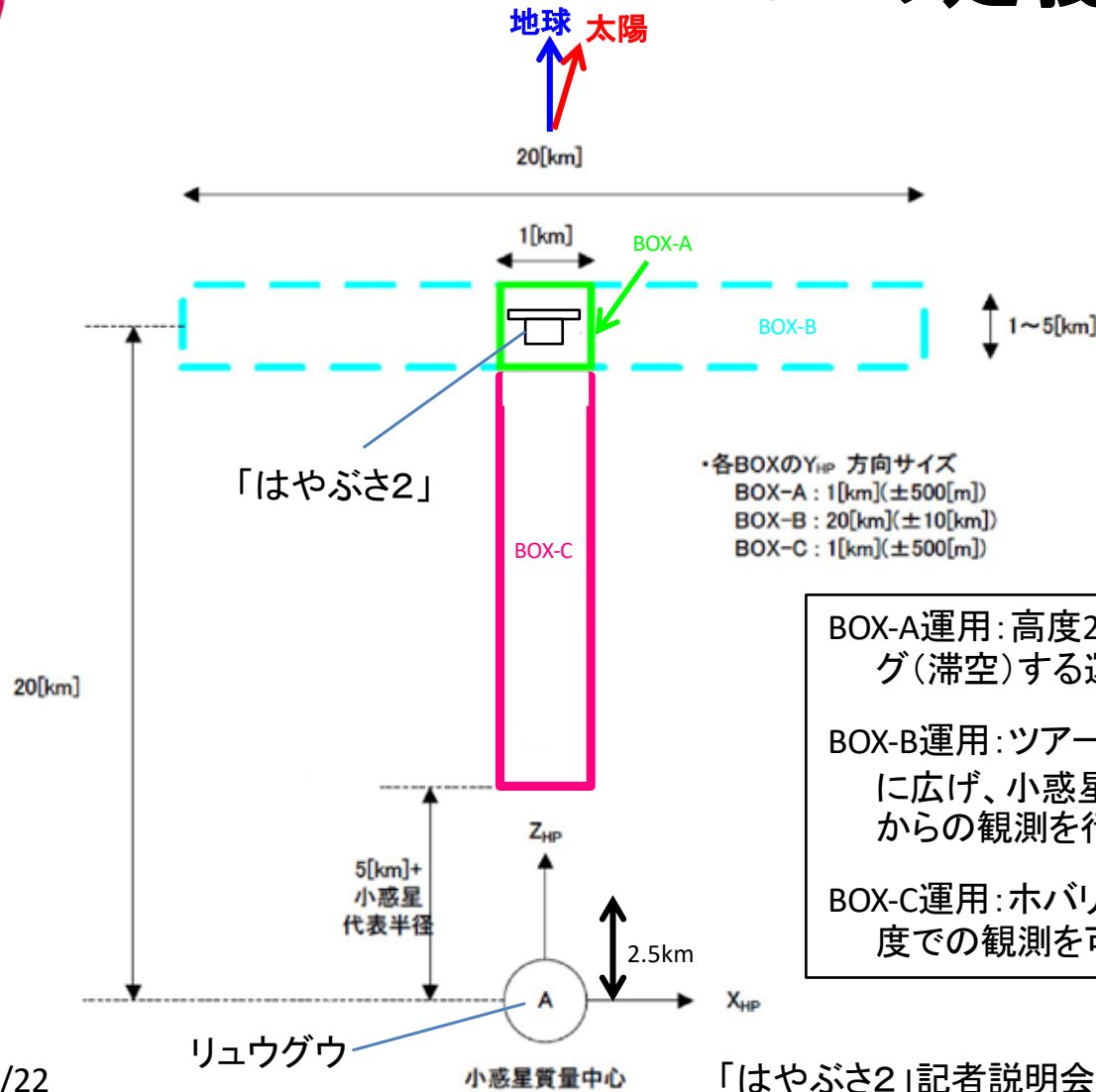
- 9月24日(火) (予定) 定例記者説明会@東京事務所



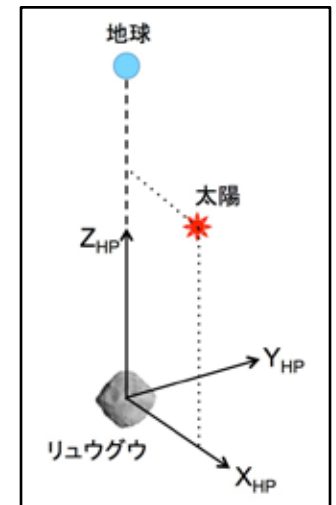
# 参考資料



# BOXの定義



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

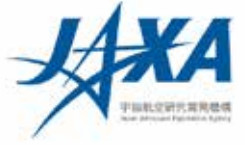


BOX-A運用: 高度20km付近に留まりホバリング(滞空)する運用。定常運用の基本。

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。

(画像のクレジット: JAXA)

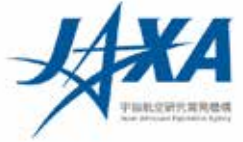


# カプセル回収地の要件

- 南半球であること。
  - 「はやぶさ2」の地球帰還軌道の近地点が南半球であるため
- 人口密度が低い地域であること
  - 長手方向約150km以上の楕円区域が人口密度が低い陸域
  - 安全確保に係る十分かつ適切な措置(アクセス制限や退避等)が実行可能であること
- その他
  - 地形(平坦)、アクセス性、植生等
  - 安全確保の観点から、政情不安その他重大な危険要因がないこと



# カプセル回収方法の概要

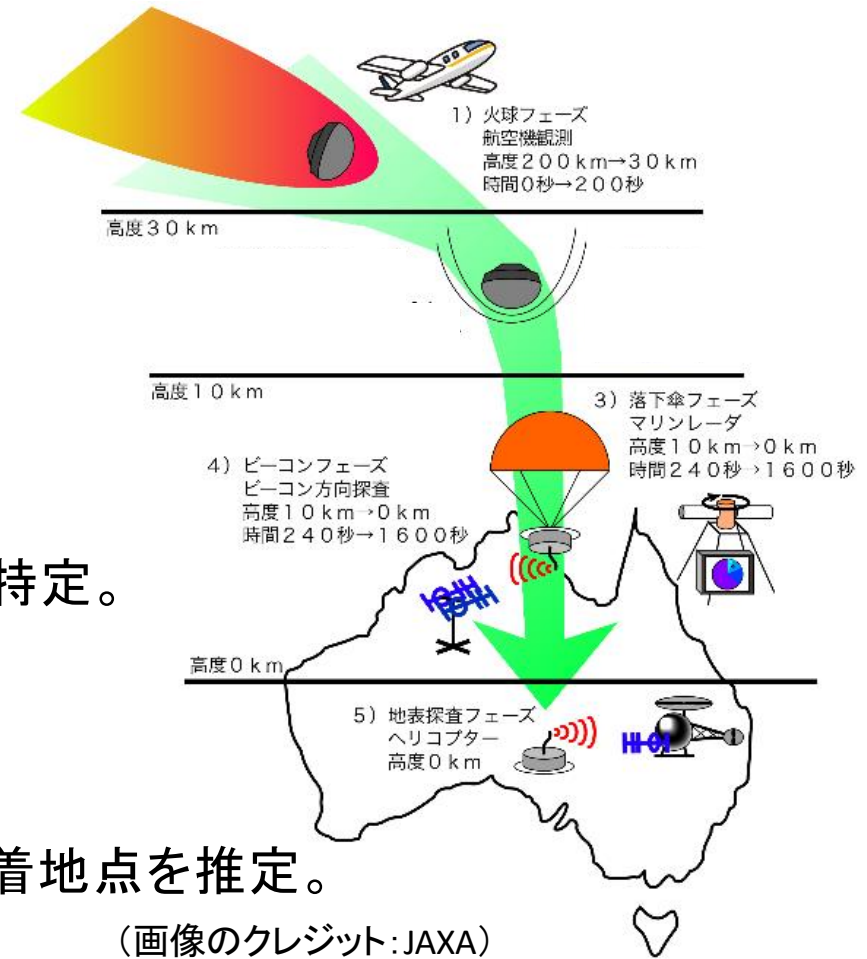


## ＜カプセル再突入シーケンス＞

- 地球近傍にてカプセル分離
- 高度100-40kmで空力加熱により光条
- 高度約10kmでパラシュート開傘、ビーコン発信

## ＜回収方法＞

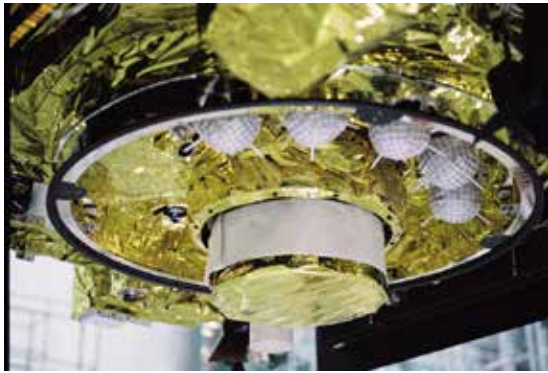
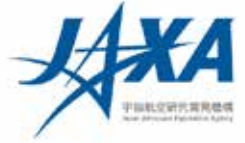
- 着陸エリアに方向探索局(アンテナ局)を配備。  
降下中のビーコンを受信し、三角測量の原理で位置特定。
- 着地後のビーコンをヘリ搭載のアンテナで探索。  
(目視、赤外線カメラも活用予定)
- パラシュート非開傘時のバックアップ:  
航空機と地上から光条を三角測量し、再突入軌道と着地点を推定。  
マリンレーダによる探索も検討中。



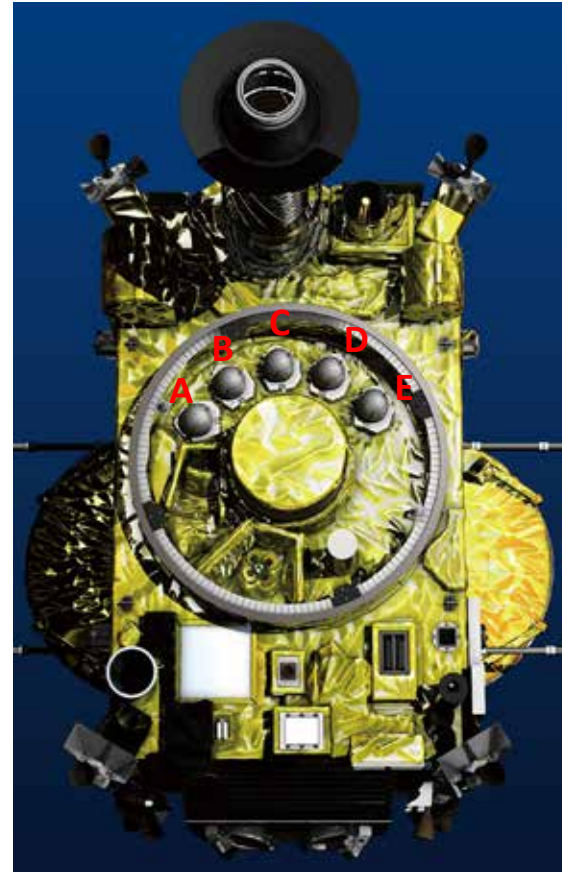




# ターゲットマーカ



- 本体(ボール)の大きさ:直径約10cm
- 表面には再帰性反射フィルム
- 4本の棒:転がり防止
- 内部にはポリイミド小球が多数
- 分離の順序:B→A→E→C→D
- 2018/10/25にBを投下済
- 2019/05/30にAを投下済



(画像のクレジット:JAXA)