

小惑星探査機「はやぶさ2」 記者説明会

2019年9月24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、

- ・ターゲットマーカ分離運用の結果
- ・MINERVA-II2(ローバ2)分離運用

等について紹介する。

※なお、大学コンソーシアム代表の東北大学からローバ2(MINERVA-II2)について説明する。



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. ターゲットマーカ分離運用の一時延期
3. ターゲットマーカ分離運用結果
4. MINERVA-II2(ローバ2)分離運用
5. アウトリーチ
6. 国際会議報告
7. 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

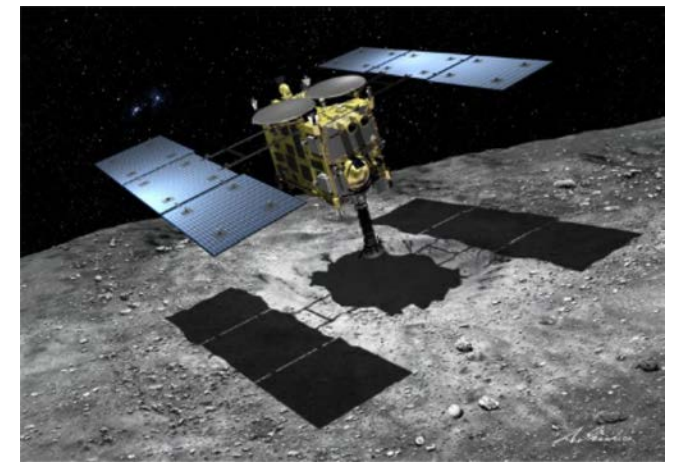
- ・水や有機物に富むC型小惑星の探査により、地球・海・生命の原材料間の相互作用と進化を解明し、太陽系科学を発展させる。
- ・衝突装置によって生成されるクレーター付近からのサンプル採取という新たな挑戦も行うことで、日本がこの分野において、さらに世界をリードする。
- ・太陽系天体往復探査の安定した技術を確立する。

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

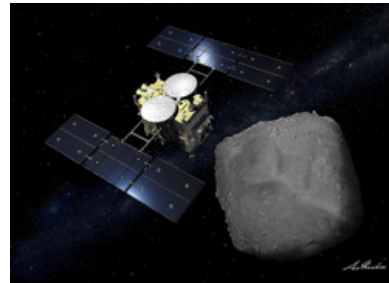
打ち上げ
2014年12月3日



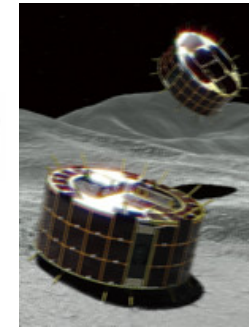
地球スイングバイ
2015年12月3日



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

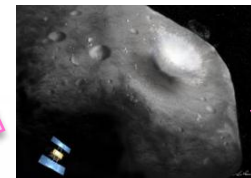


地球帰還
2020年末ごろ

終了 →
2019年7月11日

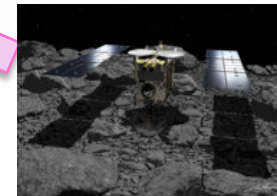


2回目のタッチダウン



衝突装置
2019年4月5日

2019年2月22日



1回目のタッチダウン

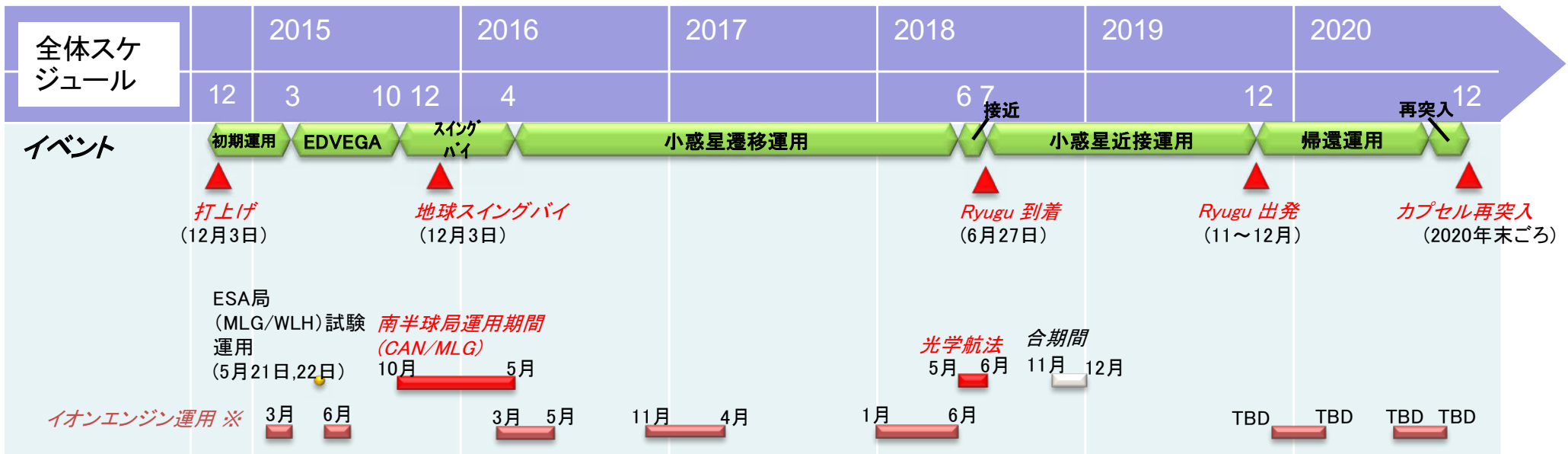
(画像クレジット: 探査機を含むイラストは 池下章裕氏、他はJAXA)



1. プロジェクトの現状と全体スケジュール

現状:

- 9月12日から17日にかけてターゲット-マーカ分離運用を行った。9月17日の01:17および01:24(日本時間)に、2個のターゲットマーカを予定通りに分離することができた。
- ターゲットマーカ分離後、探査機は上昇し、約20kmの高度から周回するターゲットマーカの撮影を行っており、撮影が成功していることは確認済み。今後、軌道を解析する。
- ローバ2(MINERVA-II 2)の分離のための運用計画を作成した。





2. ターゲットマーカ分離運用の一時延期

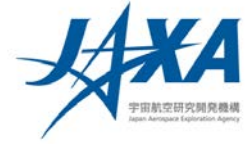


- ・ローバ2 (MINERVA- II 2) 分離運用のリハーサルとして、9月5日に予定していたターゲットマーカ分離運用を9月16日に延期した。
- ・理由は探査機がセーフホールド(※)状態になったため。

※ 探査機に何らかの異常を検出した際、太陽電池パネルを太陽に向けて発電量を保持しつつ、機体をスピン(回転)状態にすることで姿勢を安定させ、通信などの必要最小限の機器のみを作動させるモードのこと。このことで、機体の安全を最優先に確保する。現在の「はやぶさ2」の場合、リュウグウに衝突することを避けるためにリュウグウから離れる方向への加速も行う。

■セーフホールドとなった理由:

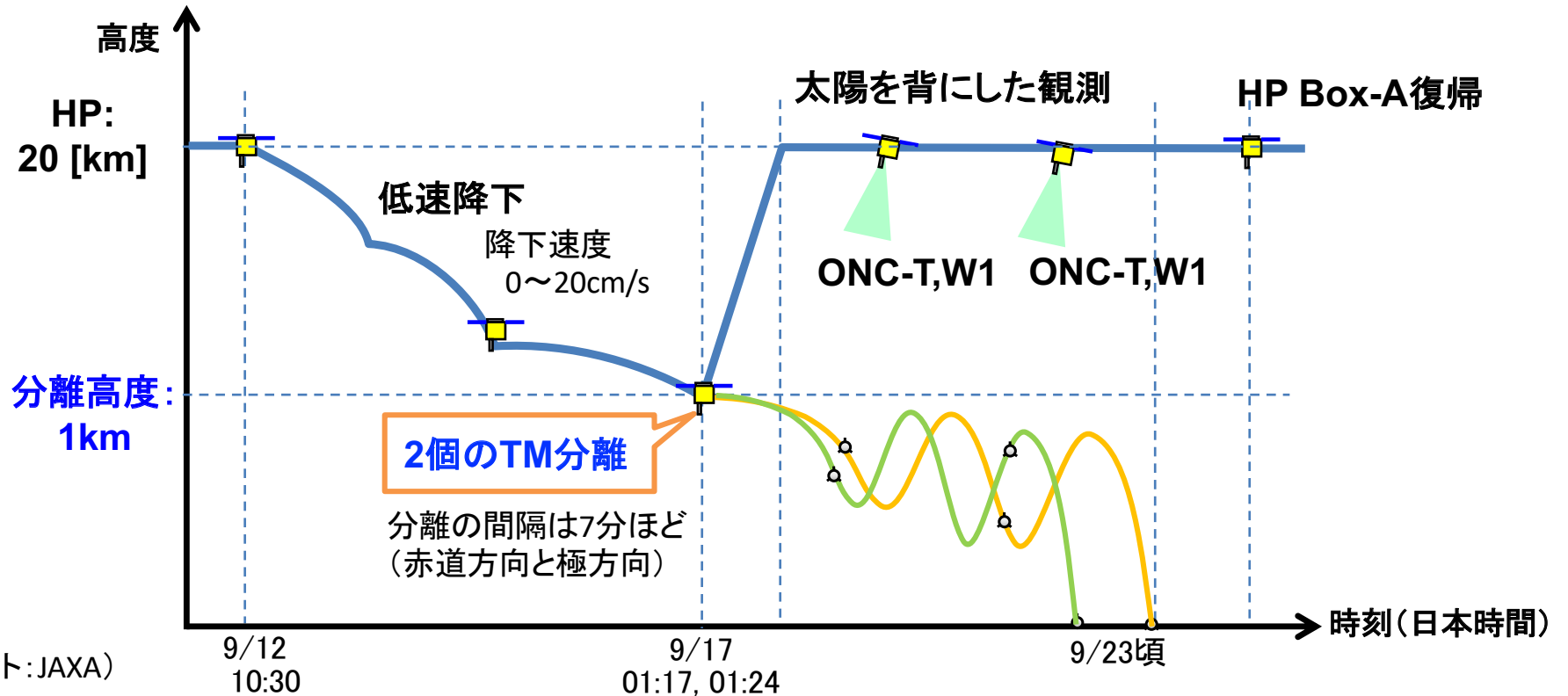
- ・予備のリアクションホイールを試験動作させたところ異常値を検出したため。
 - ・「はやぶさ2」は、姿勢制御のための装置として、リアクションホイールを4個搭載し、通常はそのうち3個を使う。残り1個は予備。
- ・8月29日に、地球帰還前に予定していた、予備のリアクションホイールの動作試験を実施したところ、異常値(トルク値の増加)を検出したため、探査機は自律的にセーフホールド状態に移行した。トルク値増加の原因は現在調査中。
- ・セーフホールド状態になることは探査機を安全に保つ機能が正常に動作したことを示している。



3. ターゲットマーカ分離運用結果

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、探査機のカメラにより高度20kmにて光学観測する。

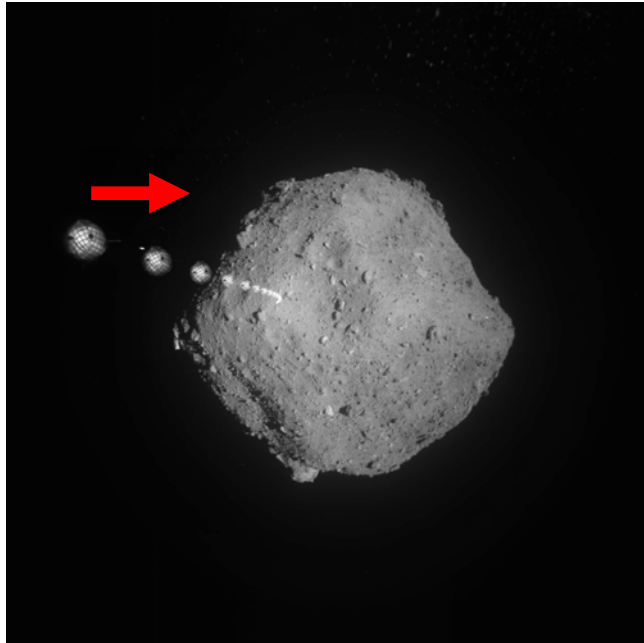


(画像のクレジット: JAXA)

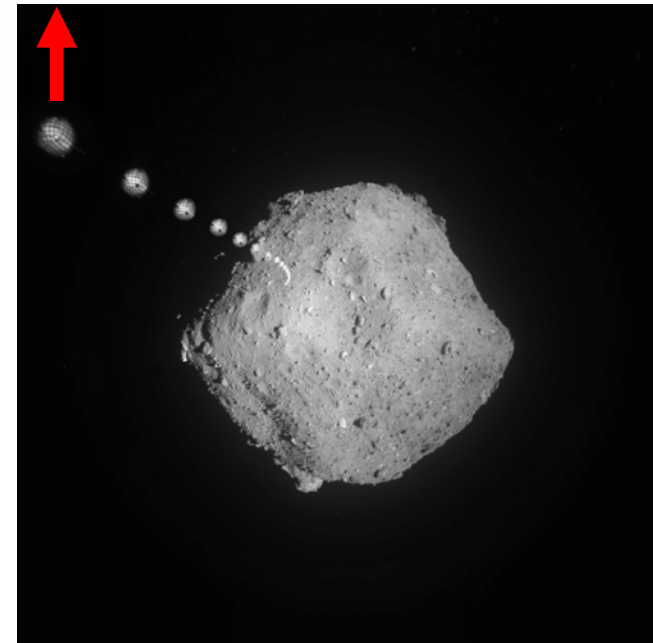


3. ターゲットマーカ分離運用結果

ターゲットマーカEの分離
(分離時刻: 2019/9/17 01:17JST)



ターゲットマーカCの分離
(分離時刻: 2019/9/17 01:24JST)



高度約1kmで分離。4秒毎の連続画像(約1分)を重ね合わせて表示したもの。探査機が11cm/sで上昇しながら撮影。ターゲットマーカは、横方向に約12cm/sで分離(おおよその分離の方向は赤い矢印で示す)。降下速度はほぼゼロであるが、探査機が上昇しながら撮像したので、ターゲットマーカが小さくなっていくように見える。

(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)



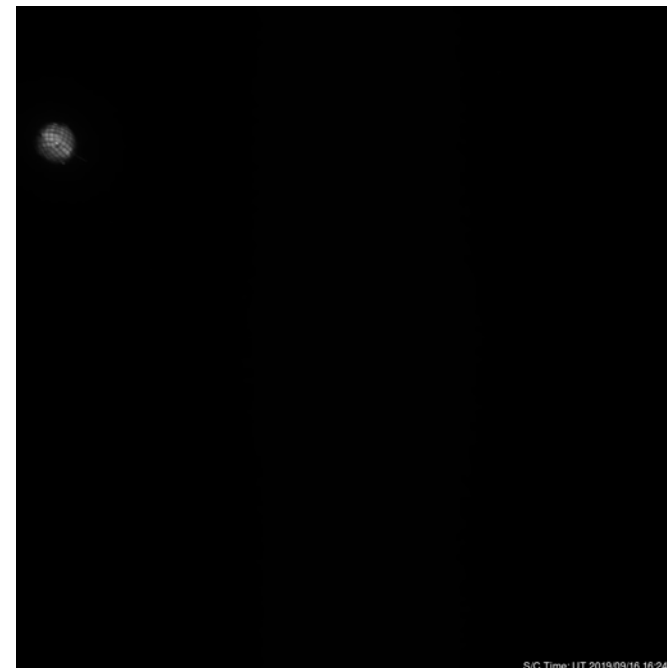
3. ターゲットマーカ分離運用結果



ターゲットマーカEの分離
(分離時刻:2019/9/17 01:17JST)

ターゲットマーカCの分離
(分離時刻:2019/9/17 01:24JST)

(動画)



探査機から撮影したターゲットマーカの動画。4秒間隔で撮影。最初の画像ではターゲットマーカまでの距離は約1mであるが、最後の画像では約9mである。(ターゲットマーカが降下しているのではなく、探査機が上昇することでターゲットマーカから離れていく。)

(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)



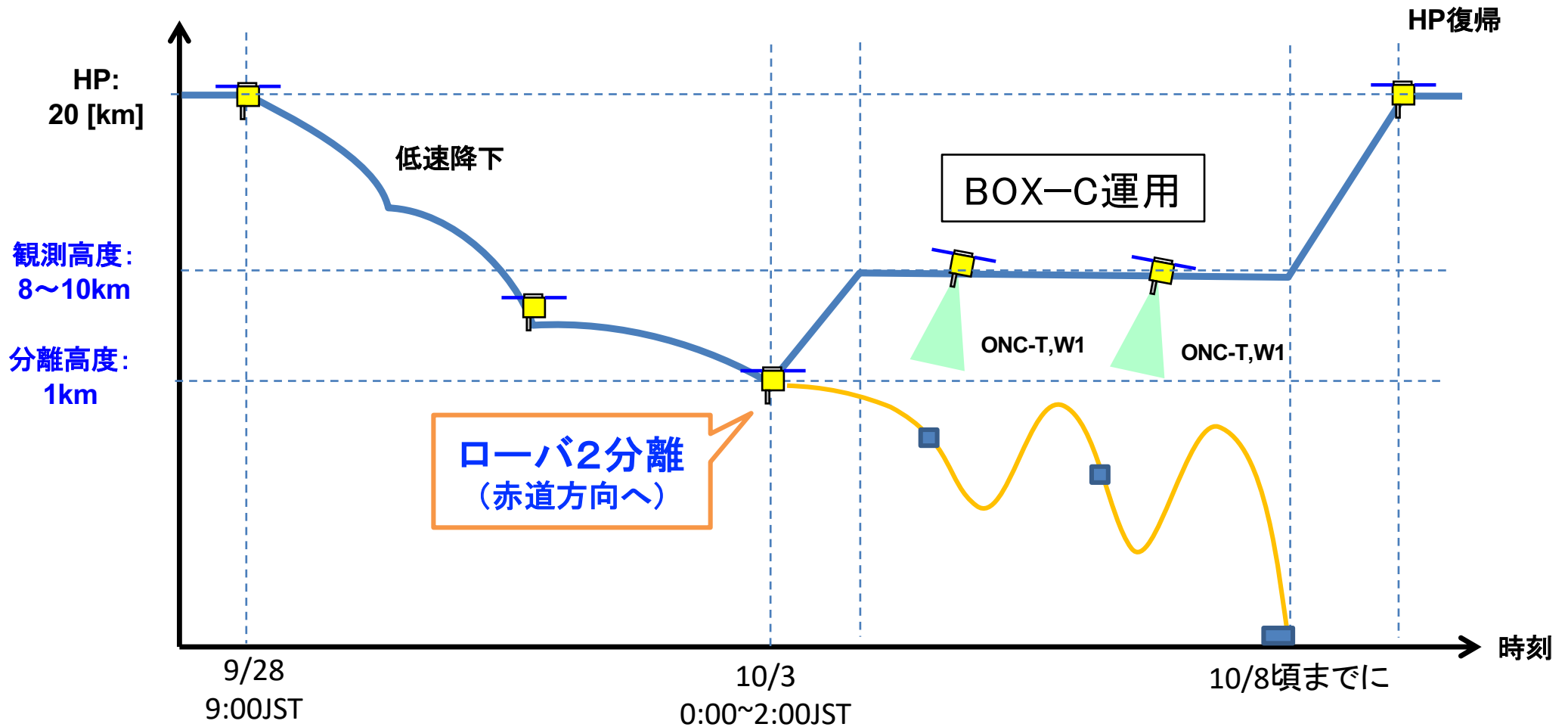
4. MINERVA-II2 (ローバ2) 分離運用



- 2018年11月8日記者説明会にて、MINERVA-II2 (ローバ2) の状況を東北大が発表。
「有意義な成果を得るための検討をJAXAと実施」
- 検討会を「はやぶさ2」プロジェクト、東北大、九工大、米国コロラド大にて実施。
- コンソーシアムの方針：
「小惑星表面への着陸」「小惑星表面への降下中に有用な科学的成果を取得する」
 - 期待される成果：
理学成果：リュウグウの重力場推定の高精度化に寄与
工学成果：小型機の高高度からの分離・着陸、その飛行軌跡解析
 - 運用方針 (東北大と合意済み)
 - ローバ2を高高度 (~1km) で、赤道方向に分離する。
 - 東北大情報にて分離装置による分離速度は、13cm/s ~ 17cm/s。
 - この条件で分離シーケンスを組み、分離後のローバ2を、「はやぶさ2」の光学観測にて可能な限り追跡する。



4. MINERVA-II2 (ローバ2) 分離運用





5. アウトリーチ



■「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”

- 8月25日に相模原市立博物館で行い、プロジェクト外の方約30名の参加があった。
- プロジェクトから公開するデータや、今後の活動についての様々な意見交換がなされた。
- 次回は、9月29日に大阪市立科学館にて開催する。



5. アウトリーチ

■「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～) ←済み(約170名が参加)
- ・大阪市立科学館(9/28、17:30～) ←相模原市立博物館以外では初めての開催
<http://www.sci-museum.jp/>
- ・伊丹市立こども文化科学館(9/29、14:30～)
<http://business4.plala.or.jp/kodomo/>

■「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/



6. 国際会議報告



■ EPSC-DPS Joint Meeting 2019

- EPSC (European Planetary Science Congress: 欧州惑星科学会議)
- DPS (AAS Division for Planetary Science: 米国天文学会の惑星部門)
- 2019年9月15-20日、ジュネーブ国際会議場
- 「はやぶさ2」とOSIRIS-RExの共同セッションが9/17に開催(「はやぶさ2」関連の口頭発表: 16件)
- 「はやぶさ2」の記者説明会を9/17に行った。約10人のメディアが参加



「はやぶさ2」の発表が行われた広い会場。
(「はやぶさ2」プロジェクト撮影)



記者説明会の様子。
(「はやぶさ2」プロジェクト撮影)



7. 今後の予定

■運用の予定

9月28日(土) 9:00～ ローバ2の分離運用のための降下開始

10月3日(木) 0:00～2:00 ローバ2の分離予定

(分離状況などは「はやぶさ2」公式twitterでお知らせ予定)

■記者説明会等

10月2日(水) 14:00～ 定例記者説明会@相模原キャンパス

(MASCOTチームによる科学成果の説明、同時通訳あり)

10月後半(TBD) 定例記者説明会@東京事務所



参考資料



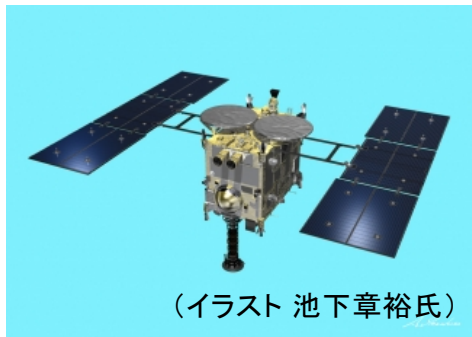
「はやぶさ2」のリアクションホイール



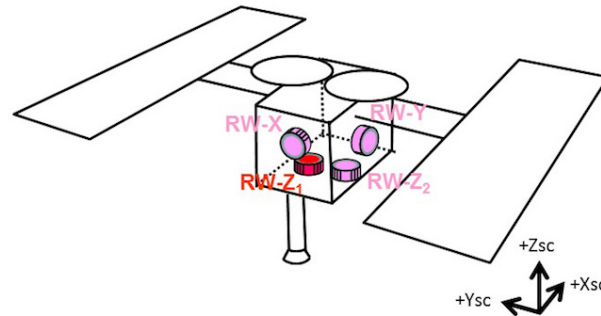
リアクションホイールは人工衛星や探査機の姿勢をコントロールするために用いる機材。中には高速に回転する金属の円盤が入っている。例えば、遊具のコマを回すと立ったまま安定して回るように、宙に浮いている状態で回っているコマはずっと同じ方向を向く性質がある。この性質を利用して、探査機の中で円盤を回転させ続けると、探査機はずっと同じ方向を向き続けることができる。さらに、円盤を加速させたり減速させたりすると、その反力で探査機本体を回転させたり、停止させたりすることができ、探査機は自分の好きな姿勢を取ることができる。



「はやぶさ2」のリアクションホイール



(イラスト 池下章裕氏)



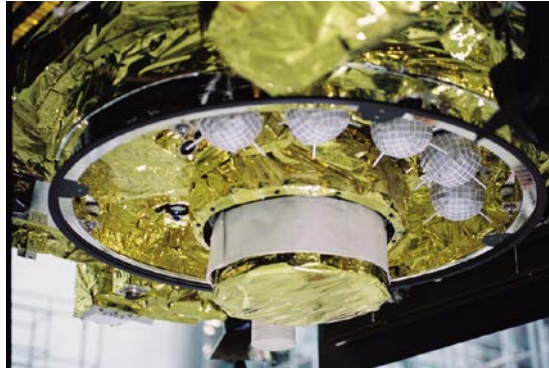
「はやぶさ2」のCG(左)と、リアクションホイールの配置の模式図(右)。
今回動作試験を行った予備のリアクションホイールは右図で赤で示している場所にある。



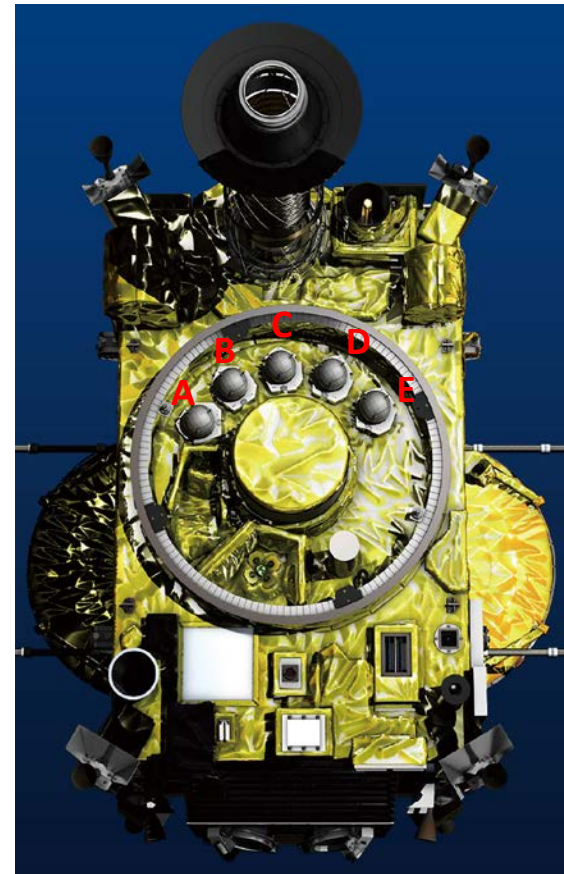
リアクションホイールについての解説動画 https://fanfun.jaxa.jp/c/jaxaclub/cgi-bin/index3857.html?MODE=NEWS_DETAIL&ID=821



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
- 2019/09/17にEとCを投下済



(画像のクレジット: JAXA)