

小惑星探査機「はやぶさ2」 記者説明会

2020年11月30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、

- TCM-3の結果
- カプセル分離・リエントリー詳細情報
- カプセル回収の準備状況

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. TCM-3の結果
- 3. カプセル分離・リエントリー詳細情報
- 4. カプセル回収の準備状況
- 5. アウトリーチ
- 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

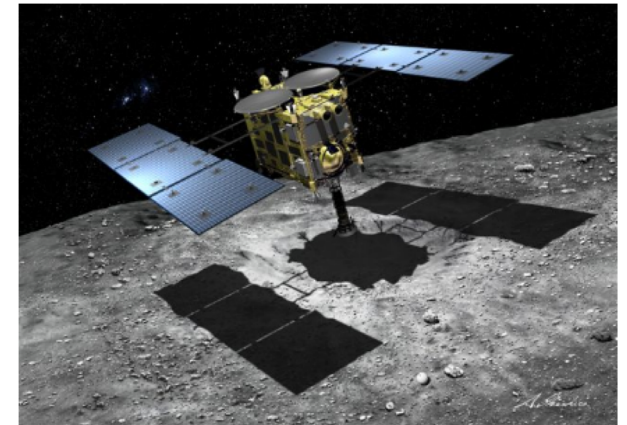
- ・水や有機物に富むC型小惑星の探査により、地球・海・生命の原材料間の相互作用と進化を解明し、太陽系科学を発展させる。
- ・衝突装置によって生成されるクレーター付近からのサンプル採取という新たな挑戦も行うことで、日本がこの分野において、さらに世界をリードする。
- ・太陽系天体往復探査の安定した技術を確立する。

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:令和5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。



(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)6月27日
小惑星滞在期間	約17ヶ月
小惑星出発	令和元年(2019年)11月13日
地球帰還(予定)	令和2年(2020年)12月6日
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



ターゲットマーカ分離
2018年10月25日



リュウグウ出発
2019年11月13日



地球帰還
2020年12月6日

(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)

MINERVA-II2
2019年10月3日



ターゲットマーカ分離
2019年9月17日



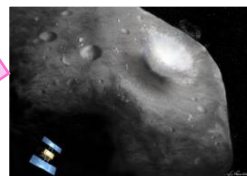
第2回タッチダウン
2019年7月11日



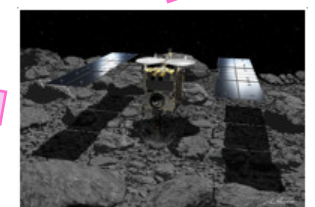
ターゲットマーカ分離
2019年5月30日



衝突装置
2019年4月5日



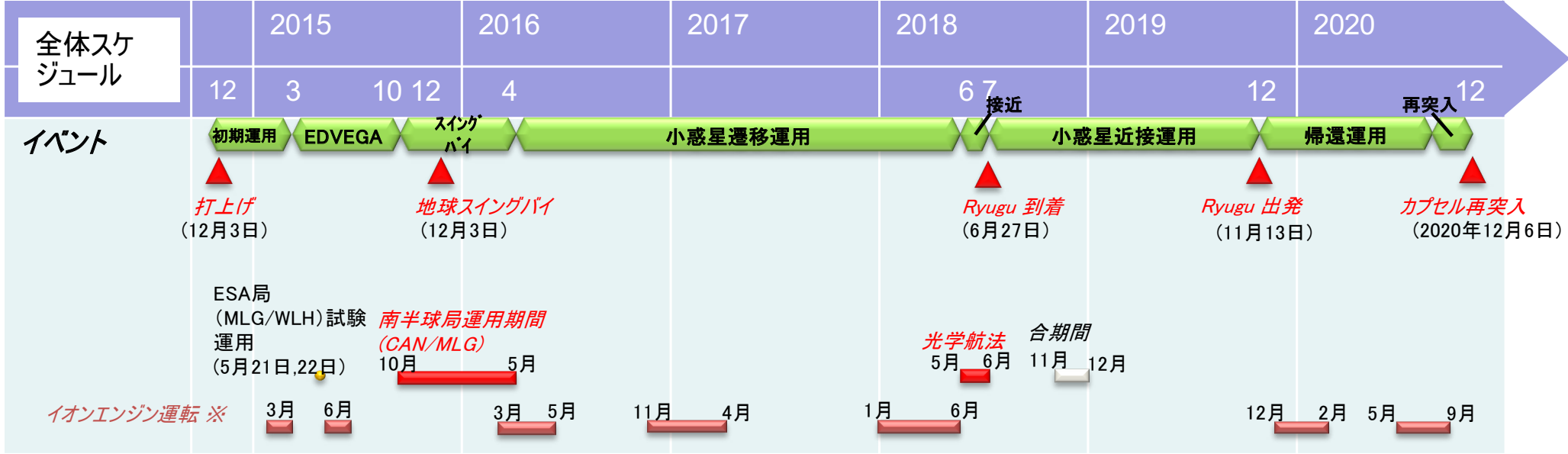
第1回タッチダウン
2019年2月22日





1. プロジェクトの現状と全体スケジュール

- 現状：
- 11月25日にオーストラリアから再突入軌道への遷移の許可を取得した。
 - 11月26日にTCM-3を行い、探査機をオーストラリア・ウーメラを目指す大気圏突入軌道に乗せる制御を終了した。
 - 軌道を精密に推定した結果、TCM-3自体の補正を行う必要はないことが判断され、次のTCM-4に向かうことになった。
 - ウーメラでは、再突入カプセル回収のための準備を継続中である。

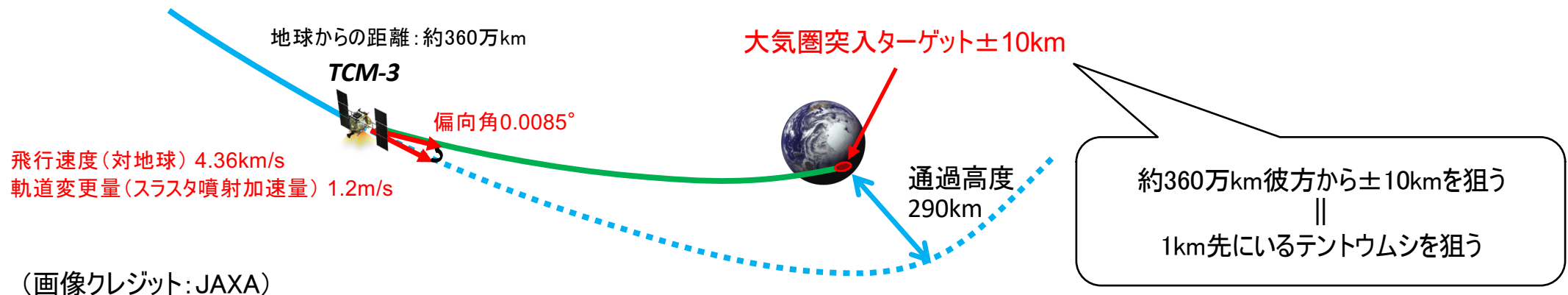


(画像クレジット: JAXA)



2. TCM-3の結果

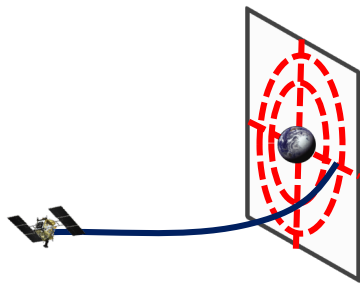
- 11月25日、豪州帰還安全責任者(CRSO: Commonwealth Return Safety Officer)から、「はやぶさ2」をオーストラリア・ウーメラ管理区域(WPA)への再突入軌道へ遷移させる許可を取得。(航法・誘導・計画・探査機・地上系いずれも問題なしとの判断)
- 11月26日、化学エンジン(RCS)による精密軌道制御の3回目となるTCM-3を行い、予定通りの軌道修正が達成。(TCM: Trajectory Correction Maneuver)
- TCM-3は、日本時間で16時頃に主要な制御を行い、17時頃に補正(トリム)の制御を行った。軌道制御量は約1.2m/sであった。



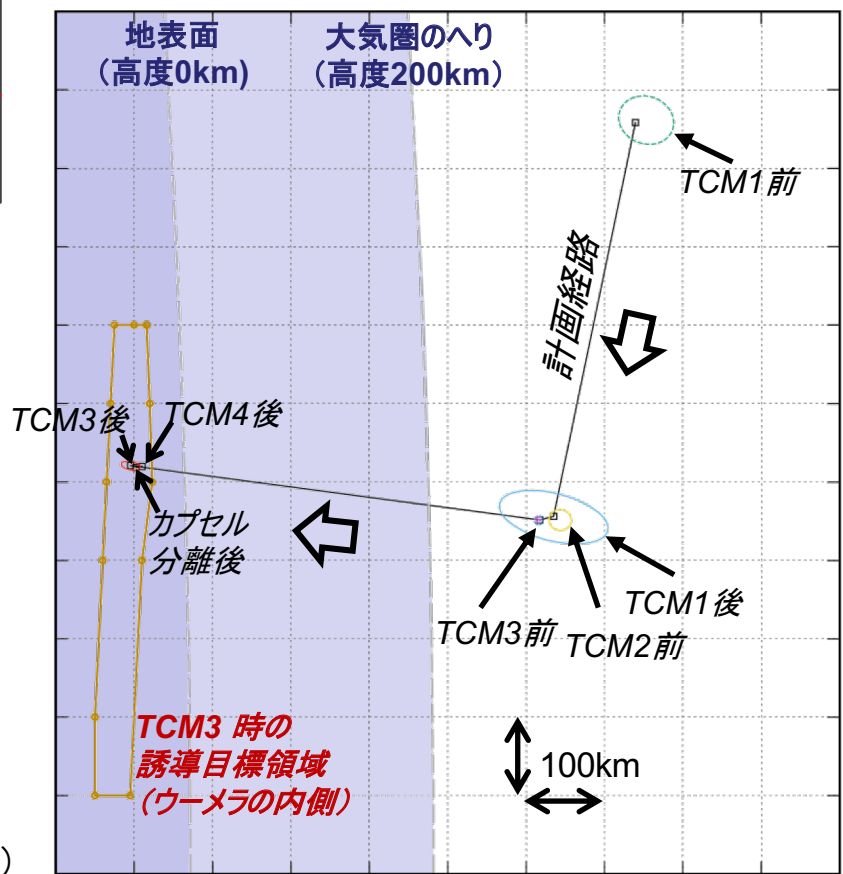


2. TCM-3の結果

TCMによる軌道誘導



精密誘導では、地球周りに仮想的な「的(まと)」を設定し、その的の特定の点を狙って、軌道制御を行う。



(画像クレジット: JAXA)

TCM4時のチームのうごき

※TCMごとに、練習・本番の2サイクルをまわす

11/30 1-12時

軌道決定... 探査機の飛行位置を計測し算出する (JAXA, 富士通, JPL)

11/30 13-14時

軌道評価... 飛行位置の算出結果を評価し、3つの解から1つを選ぶ (JAXA, 富士通, JPL, NEC)

11/30 14-19時

軌道計画... 軌道修正計画を立てる (JAXA, NEC)

11/30 17-22時

姿勢計画... 噴射のための姿勢計画, スラスタ噴射計画を立てる (JAXA)

11/30夜 22-23時

計画確認... 最終確認会議 (TCM Go/No Go)
※TCM3時はこの後豪州許可を取得

12/1日中

実運用

2020/11/30

「はやぶさ2」記者説明会



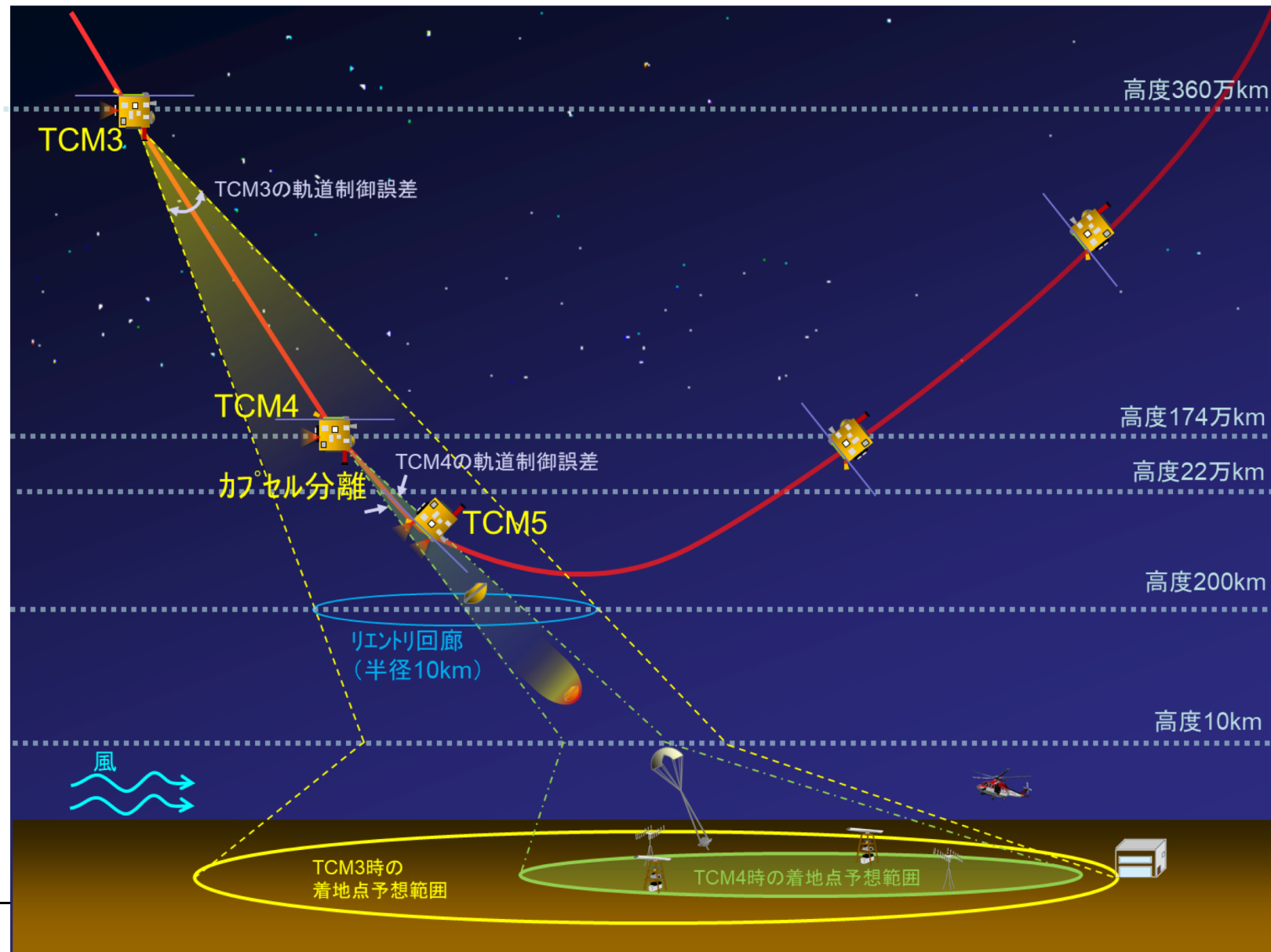
2. TCM-3の結果

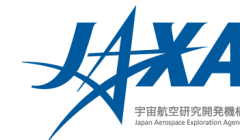
TCM3、TCM4の考え方

- ✓TCM3によって、ウーメラ上空へ大気圏突入するコースに乗せる。
- ✓TCM4は、より近くでより精度よく、回収隊の待ち受ける地域へ着陸するよう、軌道を修正する。

(画像クレジット: JAXA)

2020/11/30





3. カプセル分離・リエントリー詳細情報

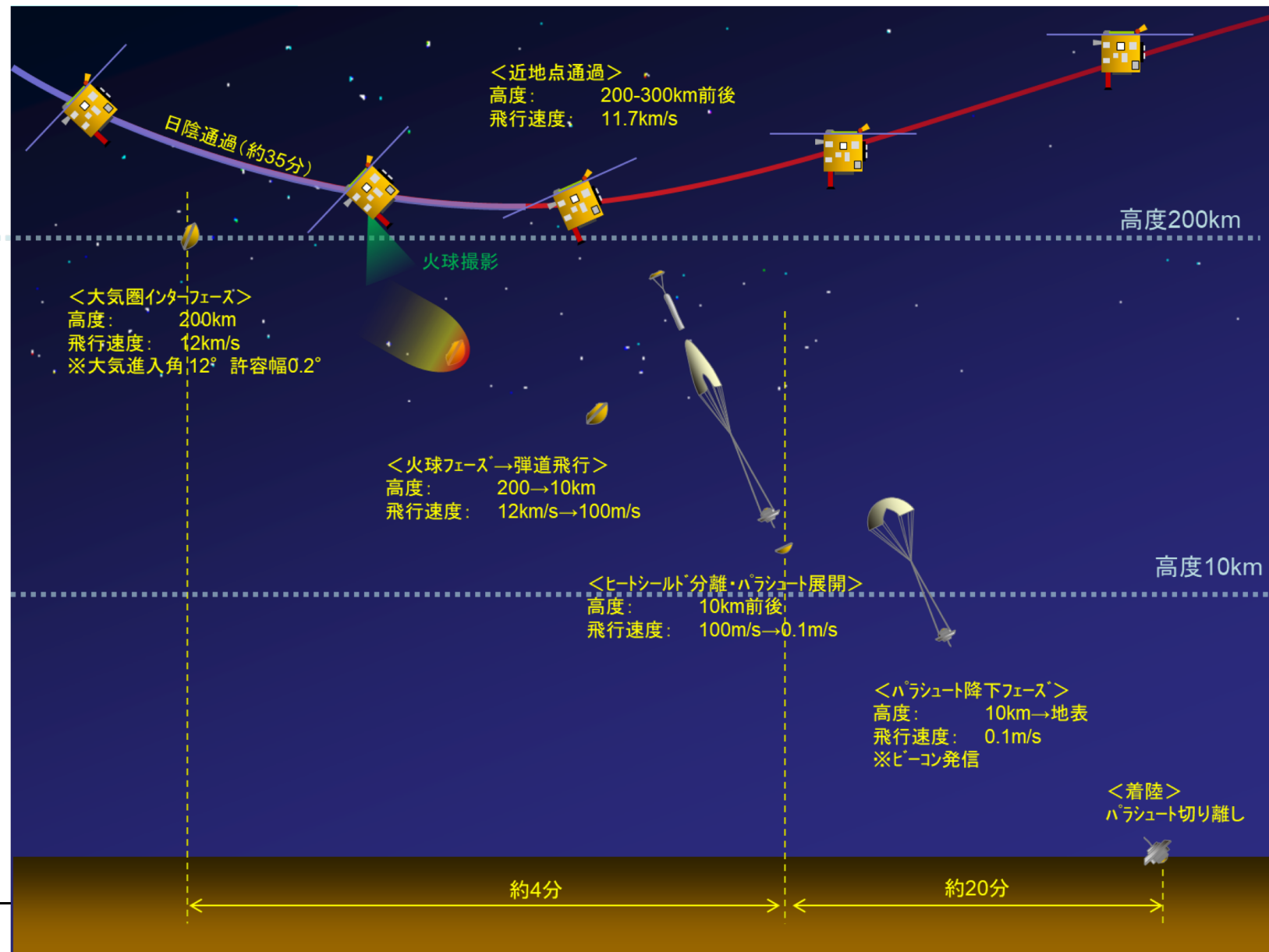
スケジュール

事項	時刻(日本時間)	地球距離(高度)
TCM-4(補正の軌道修正)	12月1日 16時前後	174万km
カプセル分離	12月5日 14時30分	22万km
TCM-5(地球圏離脱の軌道修正)	12月5日 15時30分～18時00分	20万～16万km(探査機)
探査機、日陰に入る	12月6日 1時57分	12000km(探査機)
カプセル撮像	12月6日 2時28～30分	700km～300km(探査機)
カプセル大気圏突入	12月6日 2時28～29分	120km(カプセル)
探査機、日陰から出る	12月6日 2時31分	350km(探査機)
パラシュート展開	12月6日 2時31～33分	11～7km(カプセル)
カプセル着地	12月6日 2時47～57分	0km(カプセル)



3. カプセル分離・リエントリー詳細情報

リエントリー説明図 ▶



(画像クレジット: JAXA)

2020/11/30



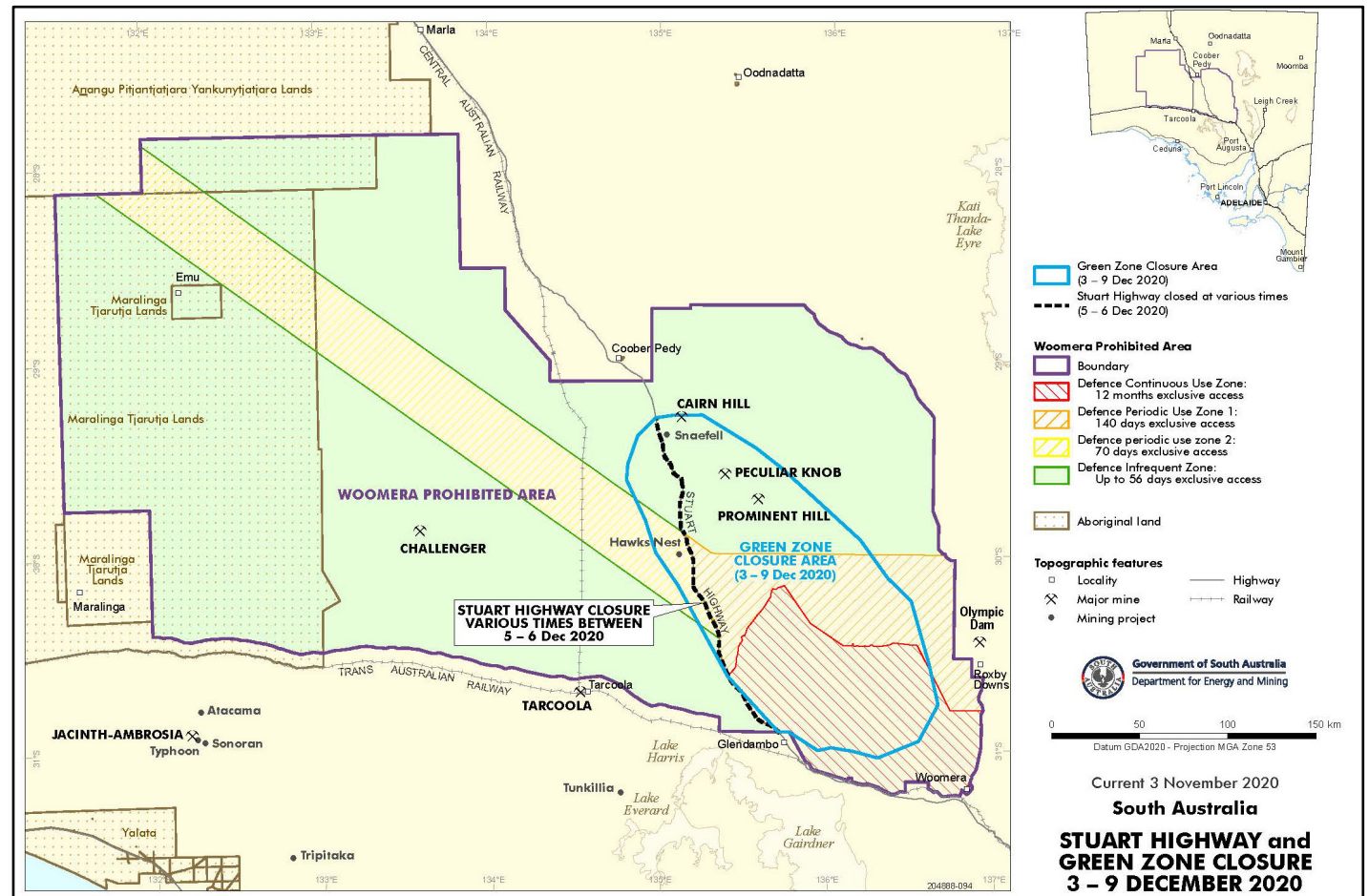
3. カプセル分離・リエントリー詳細情報



Australian Air Forceが
公開している閉鎖領域

出典:

https://www.airforce.gov.au/sites/default/files/attachment_a_-_map_-_access_zones_plus_stuart_highway_and_partial_green_zone_exclusion3-9_december_2020.pdf?utm_source=mira-genews&utm_medium=miragenews&utm_campaign=news

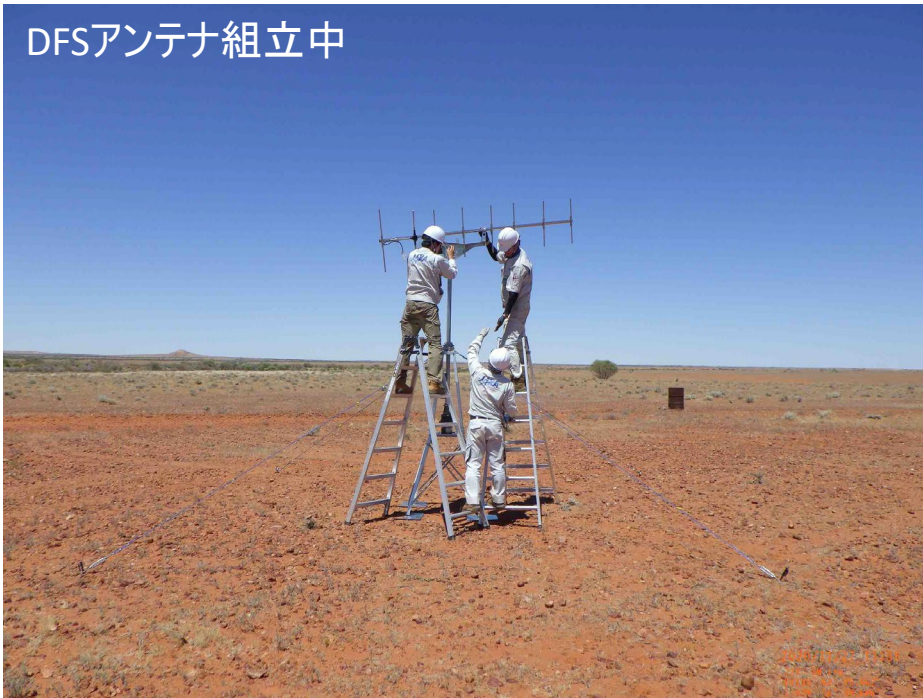




4. カプセル回収の準備状況

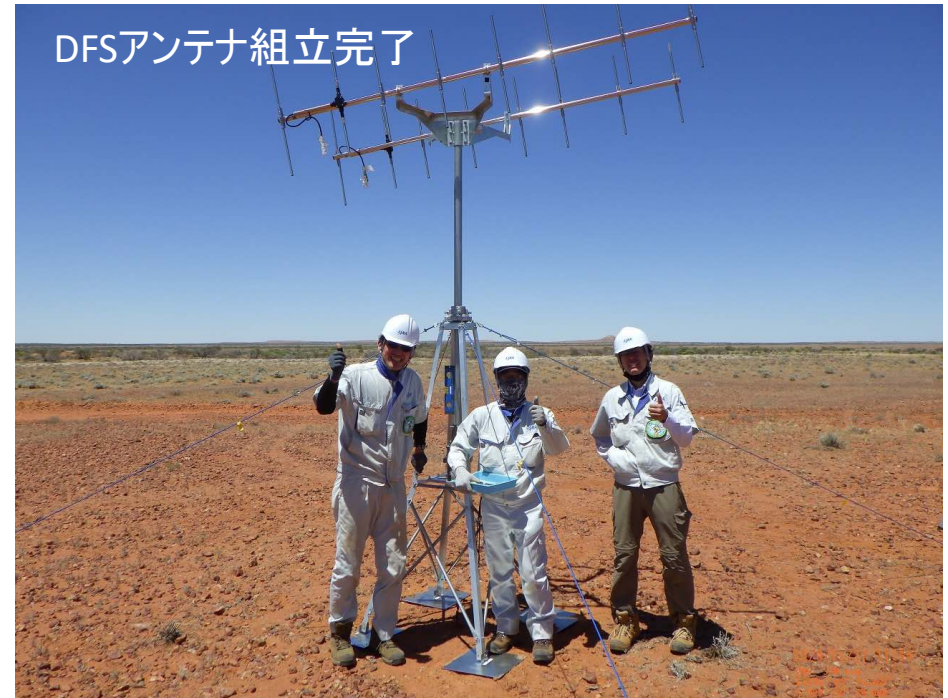
- 11/24に本隊はウーメラに到着し、アンテナ等の設営作業を開始。
- 設置時の気温は40℃超。熱中症予防しながら炎天下で作業。

DFSアンテナ組立中



(画像クレジット: JAXA)

DFSアンテナ組立完了





4. カプセル回収の準備状況

- 11/24に本隊到着し、アンテナ等の設営作業を開始。
- 設置時の気温は40℃超。熱中症予防しながら炎天下で作業。



MRSアンテナ組立完了



MRSアンテナ組立完了

(画像クレジット: JAXA)



4. カプセル回収の準備状況

- QLFのクリーンブースを設営完了し、試運転中。



(画像クレジット: JAXA)



5. アウトリーチ

リュウグウ&「はやぶさ2」お帰り観測キャンペーン

- キャンペーン登録件数: 135件
- リュウグウの観測については、すでに多数報告あり(11/26の時点で28件)
- リエントリー直前の「はやぶさ2」の観測のために、登録者には観測のためのデータを提供
- 登録観測者の中で特別観測チーム(愛称「ハヤブサン2」)を結成し、観測に成功した場合には位置や光度を測定していただくことになった。また、分離されたカプセルの観測にも挑戦していただく。(11/26の時点で、24チーム)

※すばる望遠鏡では、11月20日(ハワイ時間)に「はやぶさ2」の撮影に成功。

- 主催:「はやぶさ2」プロジェクト、日本公開天文台協会(JAPOS)、日本惑星協会(TPSJ)
- キャンペーンのURL

JAPOS <https://www.city.himeji.lg.jp/atom/planet/info/campaign/haya2return/index.html>

TPSJ <http://planetary.jp/Haya2-Special/projects/hayabusa2-serv.html>



6. 今後の予定



■運用の予定

2020年12月1日	TCM-4
2020年12月5日	TCM-5
2020年12月6日	リエントリー

■記者説明会等

2020年12月4日	16:00～	記者会見@JAXA相模原キャンパス
2020年12月6日	16:30～	記者会見@JAXA相模原キャンパス

■ネット中継

2020年12月5日	13:30～16:40 (17:30まで延長あり)	カプセル分離
2020年12月6日	02:00～03:10	カプセル火球

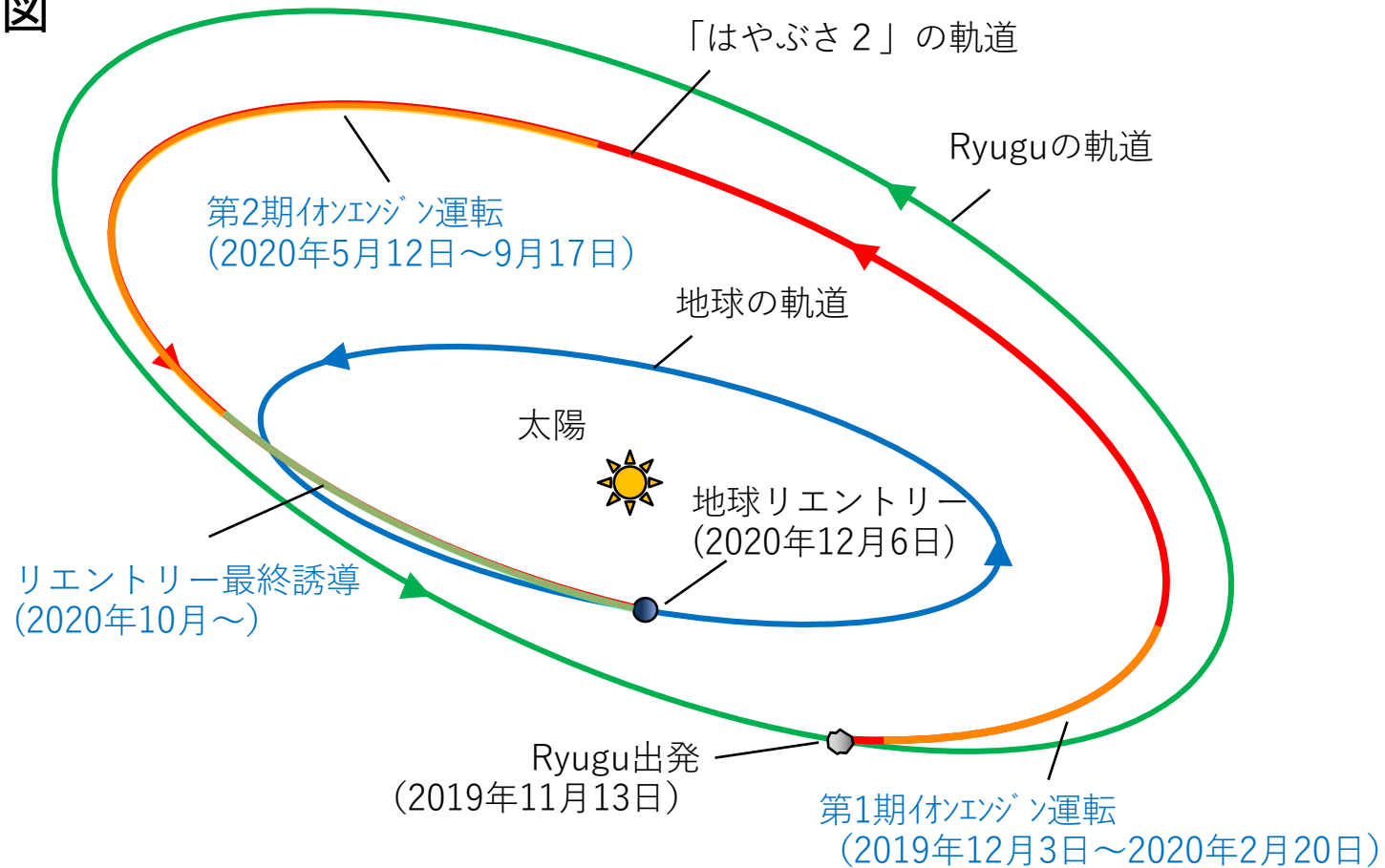


参考資料



帰還巡航運用計画

帰還フェーズ軌道図



(画像クレジット: JAXA)



リエントリー最終誘導の運用計画

※TCM: Trajectory Correction Maneuver (軌道修正)

イオンエンジンによる軌道修正 済
(9/17, 地球距離約3600万km)

軌道微調整 (化学推進系使用, 以降同様) 済
(10/22, 地球距離約1700万km)

軌道微調整 済
(11/12, 地球距離約900万km)

ウーメラに向けた軌道変更 済
(11/26, 地球距離約360万km)

軌道微調整
(12/1 16:00JST 前後,
地球距離約174万km)

カプセル分離
(12/5 14:30JST,
地球距離約22万km)

地球圏離脱軌道変更
(12/5 15:30-18:00JST,
地球距離20~16万km)

カプセル着地
(12/6 2:47-2:57JST)

最終誘導フェーズ
(10月以降)

- ・飛行状況により変更となる場合がある
- ・TCM-0,1,2時は、地球から200km以上離れた点を通る軌道に入れる。
- ・カプセル分離後、TCM-5によって探査機本体は地球圏を再離脱する。

(画像クレジット: JAXA)



リュウグウ & 「はやぶさ2」お帰り観測キャンペーン観測地



(画像クレジット:リュウグウ & 「はやぶさ2」お帰り観測キャンペーンチーム)