

小惑星探査機「はやぶさ2」 記者説明会

2019年5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、

- ・低高度降下観測運用（PPTD-TM1 運用）の結果
- ・今後の運用方針

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. 低高度降下観測運用(PPTD-TM1)の結果
 3. 今後の運用方針
 4. 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



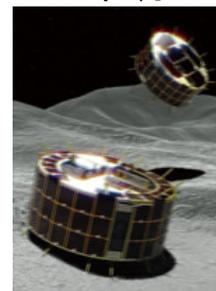
地球スイングバイ
2015年12月3日



リュウグウ到着
2018年6月27日



MINERVA-II-1分離
2018年9月21日



MASCOT分離
2018年10月3日

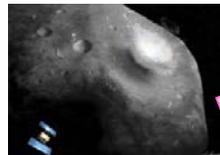


リュウグウ出発
2019年11月～12月

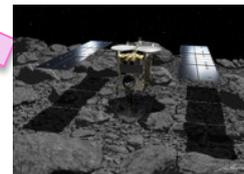


安全を確認後、クレーターまたはクレーター周辺にタッチダウンを行い、地下物質を採取する。

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

地球帰還
2020年末ごろ



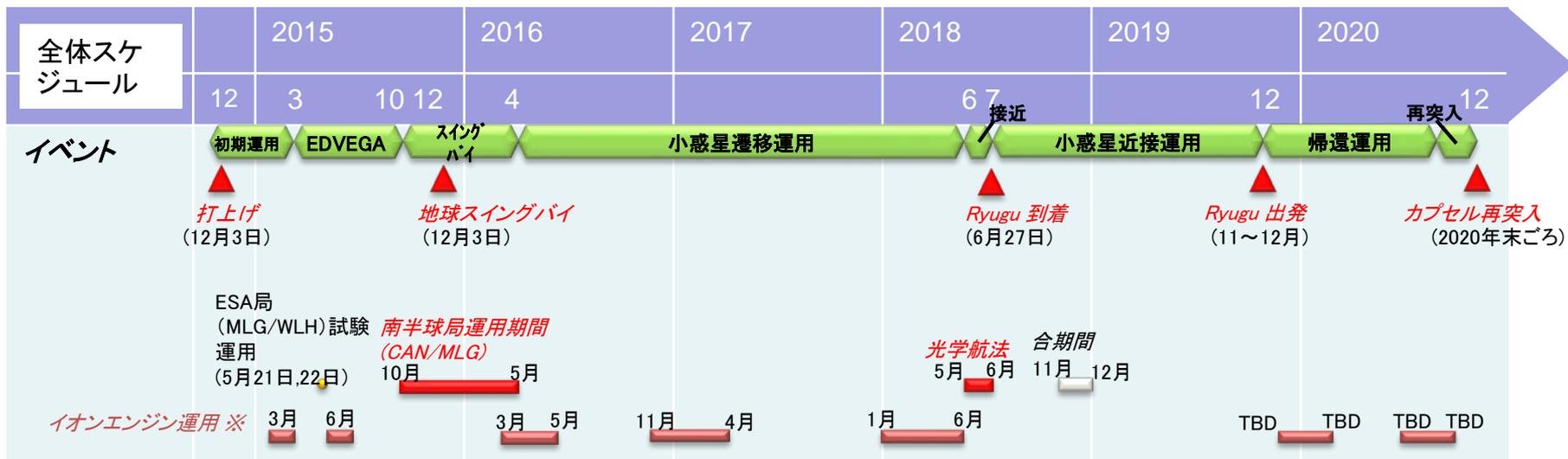
終了 →

(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：
- 5月14～16日に低高度降下観測運用(PPTD-TM1)を行った。高度約50mのところ、探査機は自律判断によりアボート(上昇)した。
 - 探査機は、5月17日にホームポジションに復帰した。
 - PPTD-TM1の結果を解析し、今後の運用の検討を進めた。





2. 低高度降下観測運用(PPTD-TM1)の結果

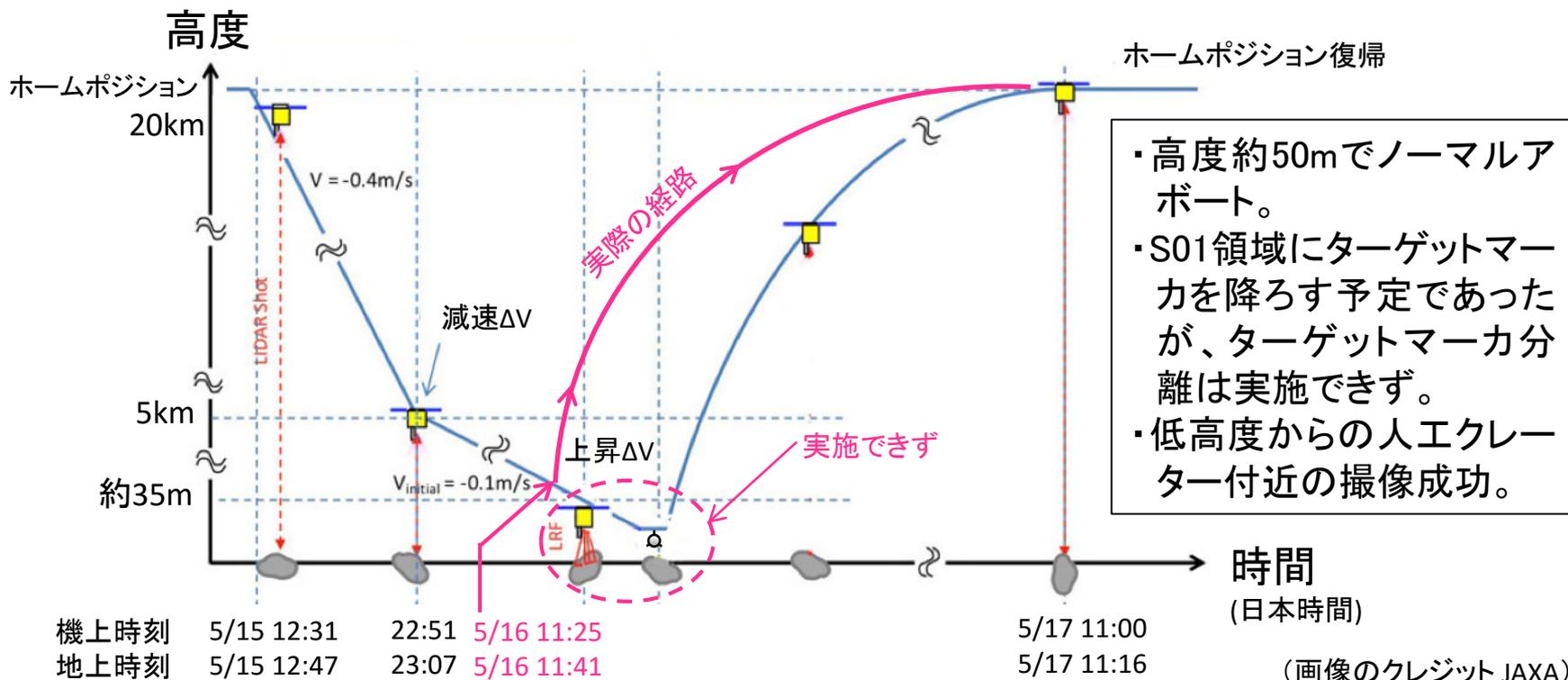


- 低高度降下観測運用(PPTD-TM1)を5月14日～16日に行った。
- 降下準備を行い(5月14日)、5月15日、12:31(機上、日本時間、以下同様)から降下を開始し、高度約50mまでは順調に降下した。
- 5月16日、11:41に高度約50mとなったときに、探査機の自律判断により降下を中止して上昇に転じた(ノーマルアポート)。
- 探査機は、5月17日、11:00にホームポジションに復帰した。探査機に異常なし。
- ノーマルアポートの原因は、LIDARの距離計測に問題が生じたためと判明した。
- ターゲットマーカ投下を行うことはできなかったが、人工クレーター付近の低高度撮影は成功した。



2. 低高度降下観測運用 (PPTD-TM1) の結果

PPTD-TM1運用(実績)





2. 低高度降下観測運用 (PPTD-TM1) の結果



ノーマルアポートについて

■ 事象

- LIDARの高度値異常を探査機が検知して、自律判断でノーマルアポート状態に移行した（降下を中止し上昇に転じた）。
 - 「ノーマルアポート」は、軽微な異常の際に発動されるモード（例：一部のセンサー出力の異常等）。

■ 高度値異常の原因

- LIDARのレーザ光の受信感度は高度に応じて調節できるようになっている。今回、高度50m通過時に自動シーケンスにて受信感度を切り替えた。そのタイミングでノイズデータが混入したため、LIDARが異常な高度値を出力した。
 - 受信感度切り替えを低高度で実施したのは、今回が初めて。「はやぶさ2」の降下精度が当初想定より高いことから、LIDARのレーザ光がターゲットマーカに当たった場合においても、強い反射でLIDARが狂わないようにするための対策であった。
 - ノイズデータがどのように混入するかは、リュウグウの環境や「はやぶさ2」の状況に応じてケースバイケースであり、事前に予測することが困難であった。

■ 今後の対応策

- 本事象発生後、ノイズの混入を確実に防げる切り替え方式を見出した。次回以降、その方式を採用する。



2. 低高度降下観測運用(PPTD-TM1)の結果

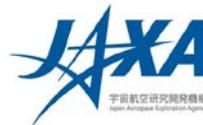


探査機上昇時の撮影

- アボートによって小惑星から離脱(上昇)するときにも、小惑星表面の撮影ができるように設定している。
- 小惑星表面のどの領域が撮影されるかはアボートの状況によって異なるが、幸いにも人工クレーター付近の撮影ができた。
- 取得されたデータは、タッチダウンの可能性の検討のために有効なものである。
- アボートによりターゲットマーカは投下できなかったものの、人工クレーター付近が撮影できたので、今後の運用計画に遅れは生じない。

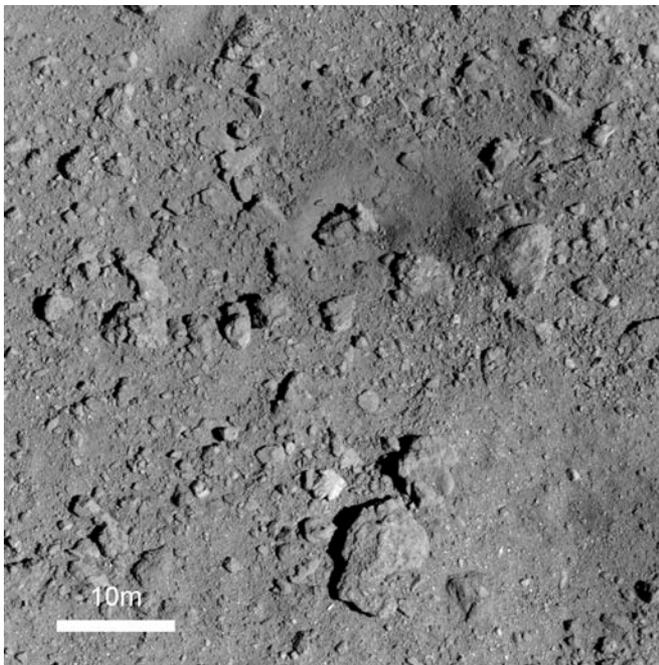


2. 低高度降下観測運用 (PPTD-TM1) の結果 探査機上昇時の撮影



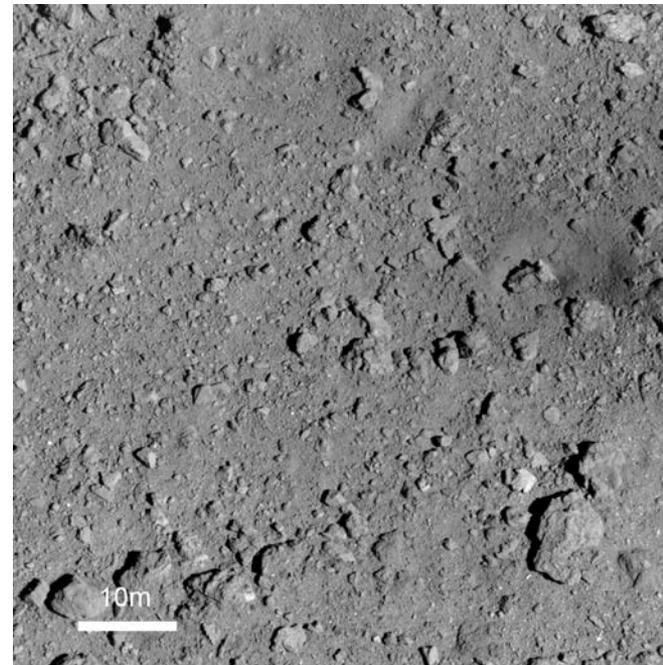
本日公開

高度約0.5kmより



撮影時刻: 2019年5月16日、11:36 (機上、日本時間)

高度約0.6kmより



撮影時刻: 2019年5月16日、11:39 (機上、日本時間)

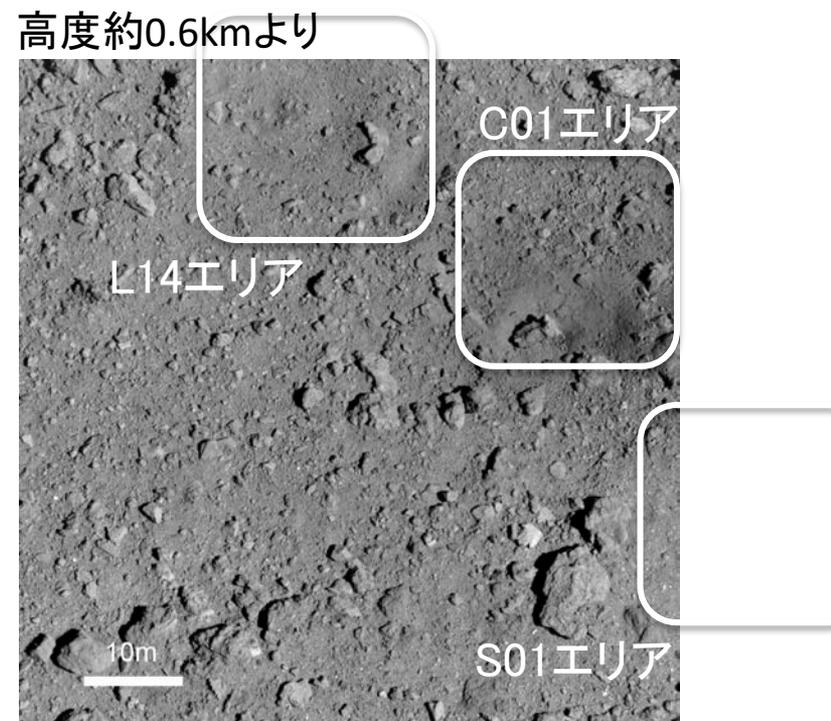
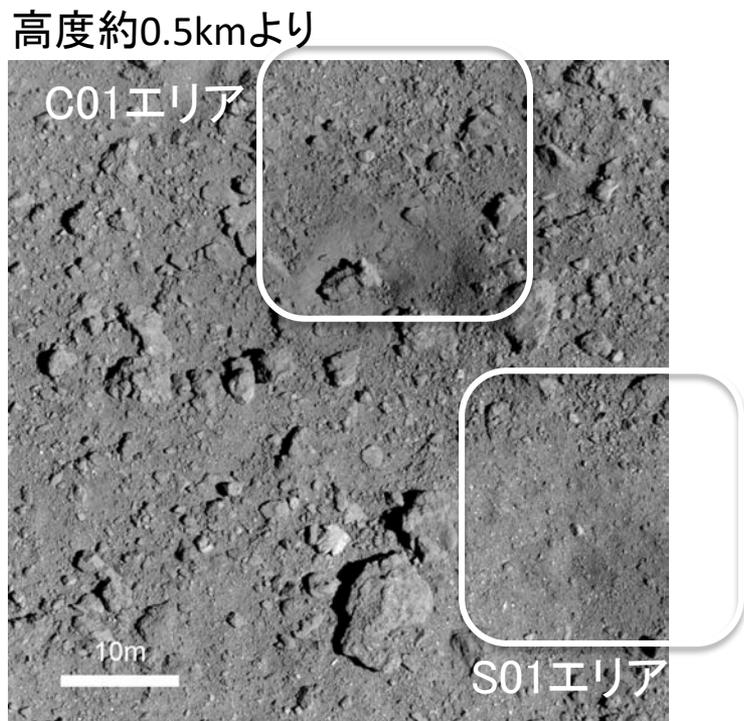
(画像のクレジット: JAXA、東京大、高知大、立教大、名古屋大、千葉工大、明治大、会津大、産総研)



2. 低高度降下観測運用 (PPTD-TM1) の結果

探査機上昇時の撮影

説明図



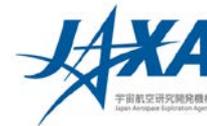
撮影時刻: 2019年5月16日、11:36 (機上、日本時間)

撮影時刻: 2019年5月16日、11:39 (機上、日本時間)

(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)



3. 今後の運用方針



■ 5～7月の運用計画の考え方

- 現在、リュウグウは太陽へ近づいている(近日点は9月)。今後小惑星表面温度が高くなるため、着陸可能な時期は7月上旬まで。
- クレーター周辺の地形と、探査機の状態を6月中旬までに精査した上で、実際に6月下旬～7月上旬にタッチダウン運用を実施するかを決める。
 - 目標地点: 人工クレーターからのイジェクタ(飛散物)がある地域
 - 運用名: 「ピンポイントタッチダウン」(PPTD)
- PPTD運用実施前、5～6月に2回ないし3回の低高度降下観測運用を実施する。それにより、着陸候補地点の詳細な地形観測をするとともに、状況に応じて着陸への布石としてターゲットマーカを投下する。
 - 1回目: 5/14～5/16 運用名: PPTD-TM1→ターゲットマーカは投下できず
 - 2回目: 5/28～5/30 運用名: PPTD-TM1A
 - 3回目: 6/10の週 運用名: PPTD-TM1B(仮)
- PPTD-TM1A運用にて、着陸候補地点のひとつにターゲットマーカを投下する。投下地点は、今回得られた詳細画像に写っている中から最良のエリアとして、C01を選定した。



3. 今後の運用方針



※5月9日の記者説明会での説明から変更なし

■今後のタッチダウン運用への見通し

以下の点を精査した上で、実際にタッチダウン運用を実施するかを決める。

(1) 第2回タッチダウン実施の科学的・工学的価値

- タッチダウン運用のリスクが十分小さく、第2回タッチダウン実施の価値が十分高いといえるか？
- 人工クレーターのイジェクタを採取できる確度が高いといえるか？

(2) タッチダウン運用の成立性

- タッチダウンに必要な地形情報が得られ、十分安全なタッチダウンシーケンスが設計できるか？
- ターゲットマーカがタッチダウン目標点の近くに落とせたか？

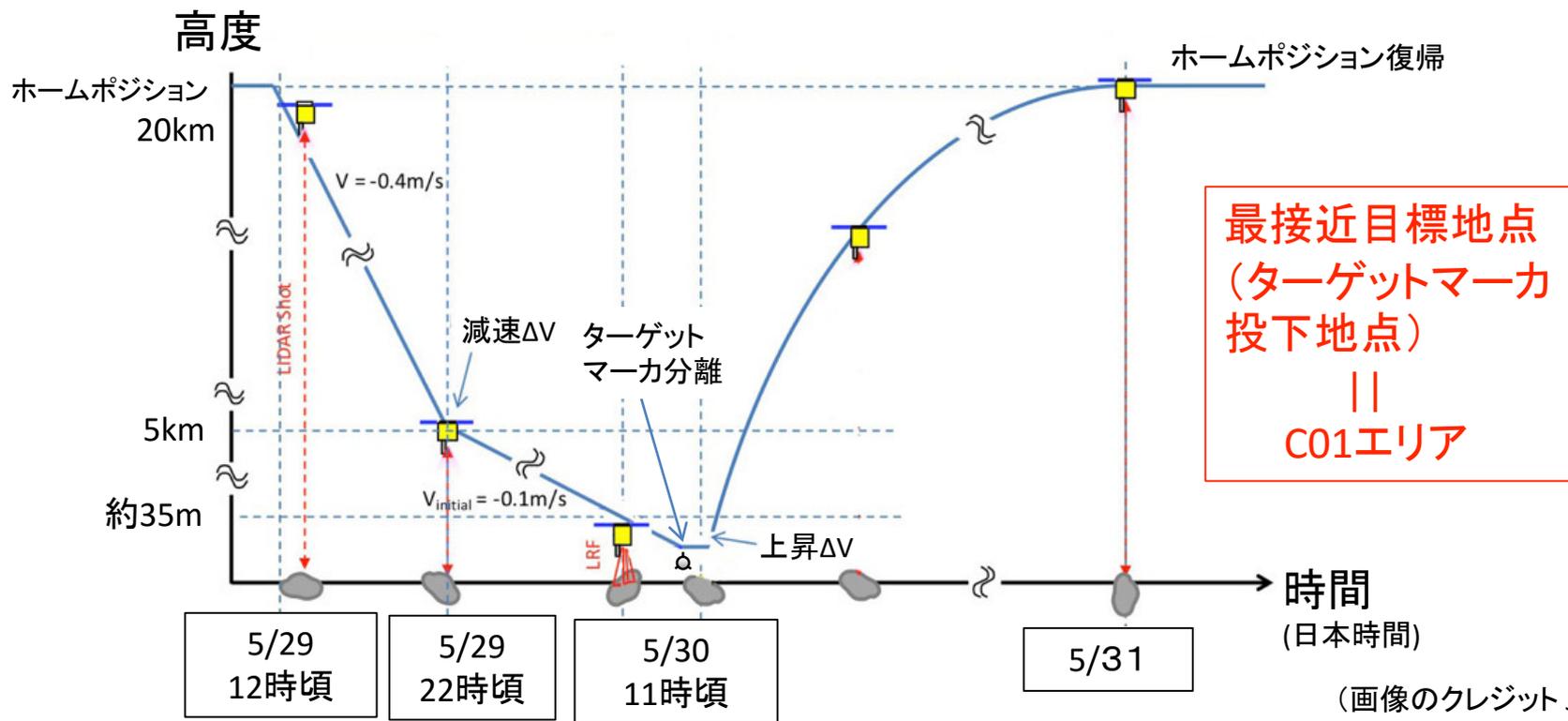
(3) 探査機の状態

- 第1回タッチダウンの際、光学系が砂塵により曇ったことが判明しているが、その状態で支障なくタッチダウンできることが確認できるか？



3. 今後の運用方針

PPTD-TM1A運用 ※運用の仕方は、PPTD-TM1と同じ



(画像のクレジット JAXA)

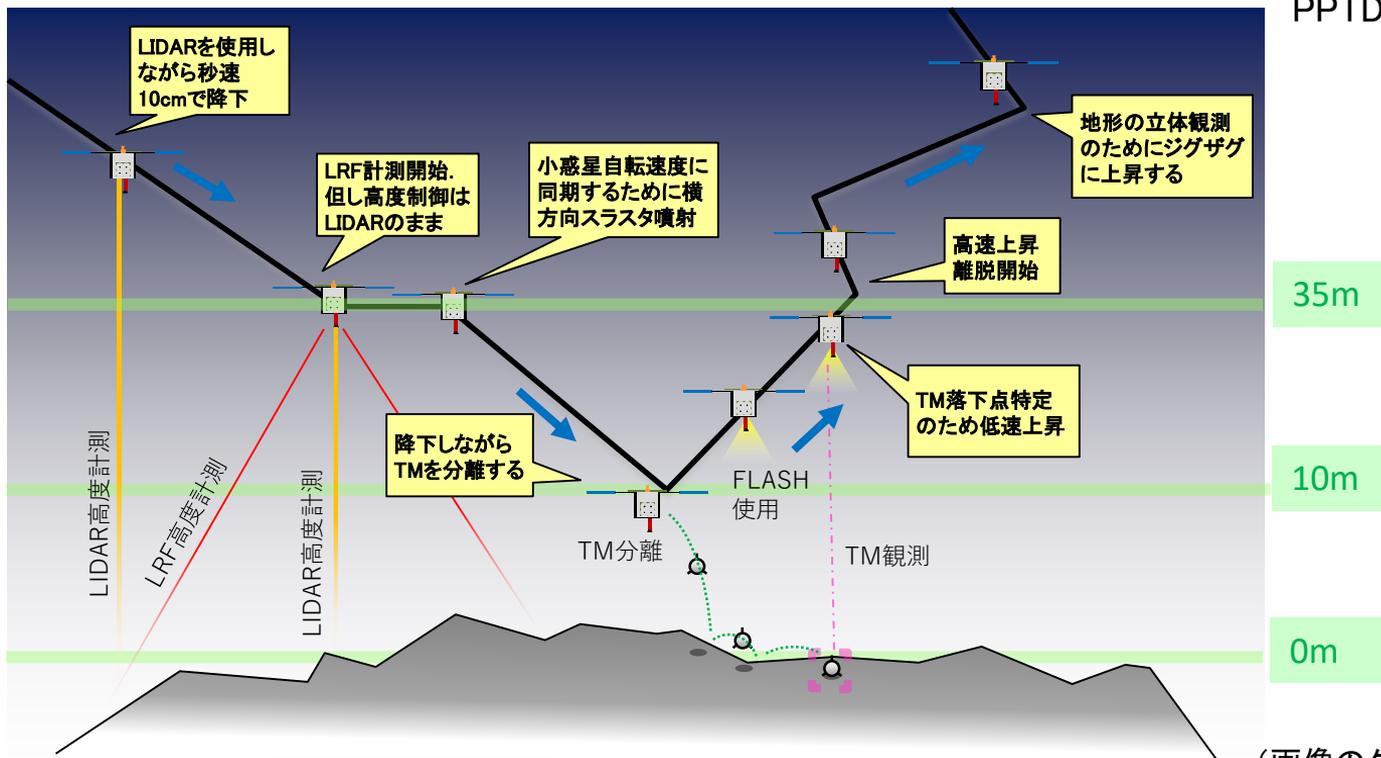


3. 今後の運用方針

PPTD-TM1A運用の低高度シーケンス



※運用の仕方は、
PPTD-TM1と同じ



(画像のクレジット JAXA)



4. 今後の予定



■運用の予定

- 5月28日～30日 : 降下・ターゲットマーカ分離運用 (PPTD-TM1A)

■記者説明会等

- 6月11日 15:00～ : 記者説明会 @ 東京事務所



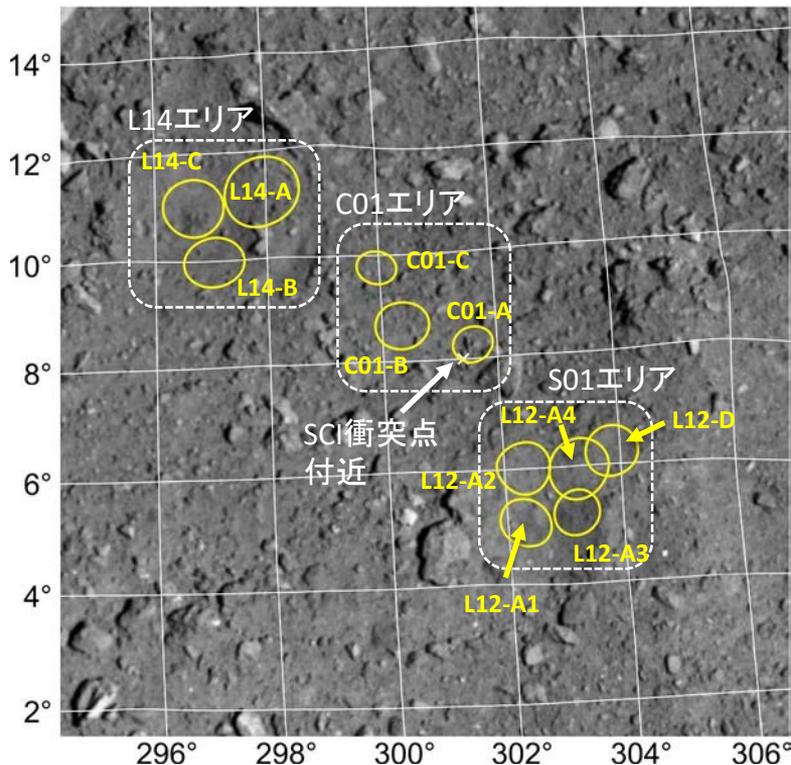
参考資料



低高度降下観測運用（PPTD運用）



■現在抽出されているタッチダウン候補地点



- C01は人工クレーターが作られたエリア
- S01は事前に今年3月にバックアップ候補地点として観測していたエリア
- L14は昨年8月までに実施した着陸点選定作業（第1回タッチダウン用）の時に抽出されていたエリア
- 黄色い円の領域（おおよその位置）が、現状抽出されているタッチダウン候補地点（いずれも直径6～12m）

（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）



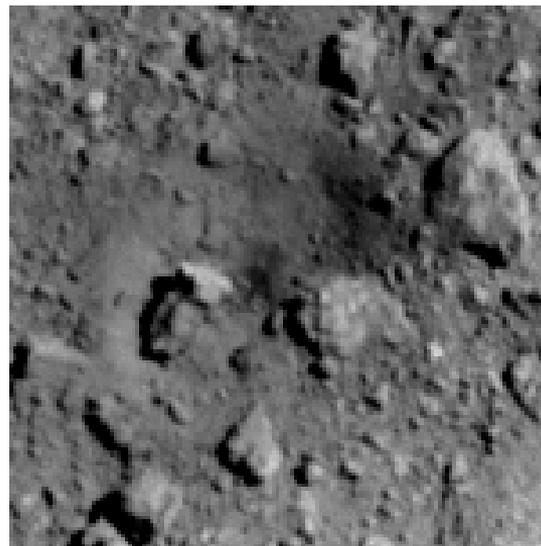
SCI衝突前後の地形変化



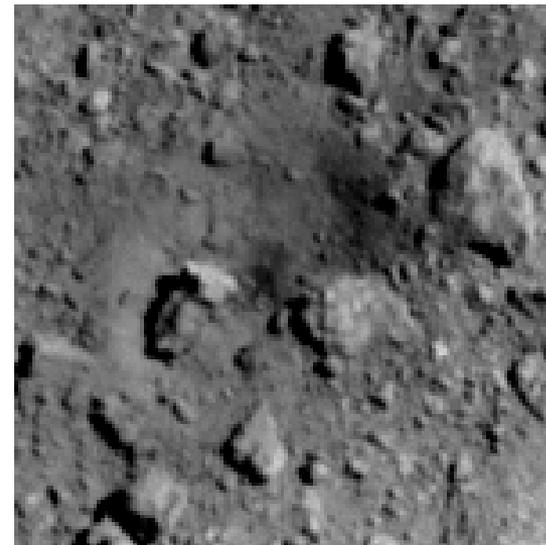
SCI衝突前 2019/03/22



SCI衝突後 2019/04/25



前後の比較(ブリンク画像)



(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)