

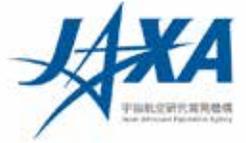
# 小惑星探査機「はやぶさ2」 記者説明会

2020年12月24日

JAXA はやぶさ2プロジェクト



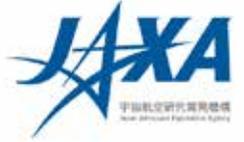
# 本日の内容



「はやぶさ2」に関連して、

- キュレーション作業
- カプセル回収班帰国報告
- 拡張ミッションターゲット天体観測
- その他

について説明する。

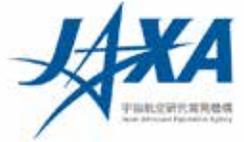


# 目次

0. 「はやぶさ2」概要
1. プロジェクトの現状と全体スケジュール
2. キュレーション作業
3. カプセル回収班帰国報告
4. 拡張ミッションターゲット天体観測
5. 広報・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

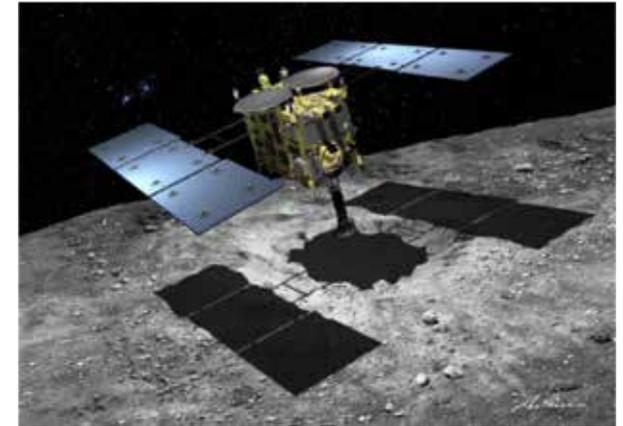
- ・水や有機物に富むC型小惑星の探査により、地球・海・生命の原材料間の相互作用と進化を解明し、太陽系科学を発展させる。
- ・衝突装置によって生成されるクレーター付近からのサンプル採取という新たな挑戦も行うことで、日本がこの分野において、さらに世界をリードする。
- ・太陽系天体往復探査の安定した技術を確立する。

## 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

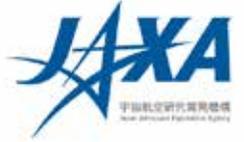
質量	約 609kg
打上げ	平成26年(2014年)12月3日
軌道	小惑星往復
小惑星到着	平成30年(2018年)6月27日
小惑星滞在期間	約17ヶ月
小惑星出発	令和元年(2019年)11月13日
地球帰還	令和2年(2020年)12月6日
探査対象天体	地球接近小惑星 Ryugu(リュウグウ)

## 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



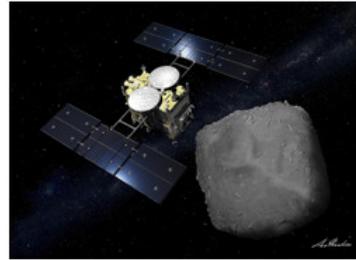
打ち上げ  
2014年12月3日



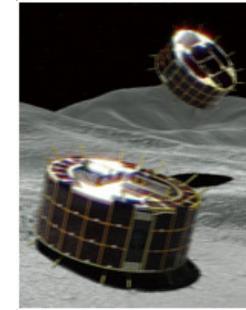
地球スイングバイ  
2015年12月3日



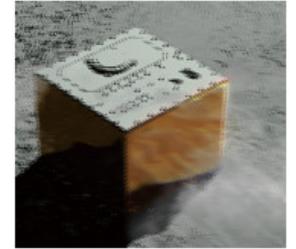
リュウグウ到着  
2018年6月27日



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

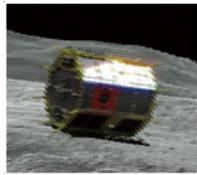


地球帰還  
2020年12月6日

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)

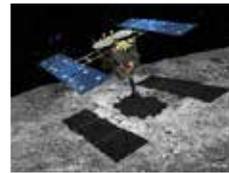
MINERVA-II2  
2019年10月3日



ターゲットマーカ分離  
2019年9月17日



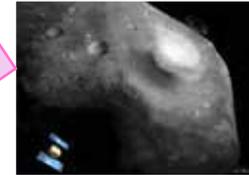
第2回タッチダウン  
2019年7月11日



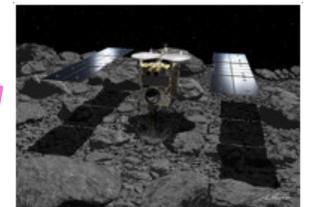
ターゲットマーカ分離  
2019年5月30日



衝突装置  
2019年4月5日



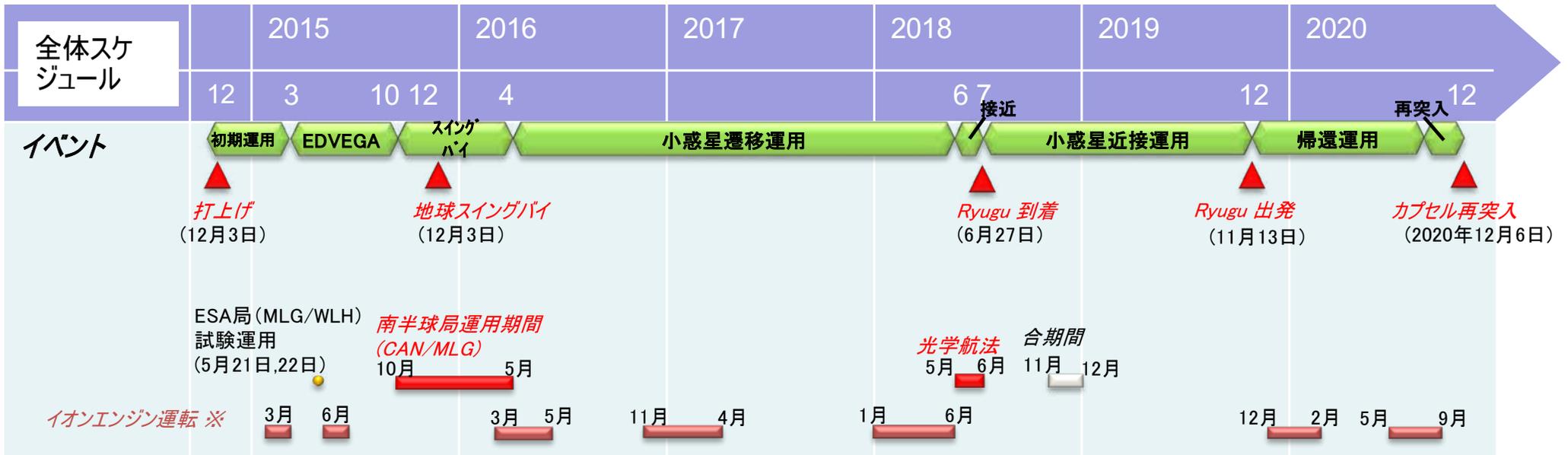
第1回タッチダウン  
2019年2月22日





# 1. プロジェクトの現状と全体スケジュール

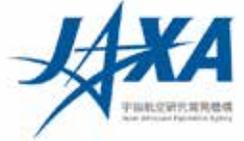
- 現状：
- キュレーション作業において、A室に加えて、B室、C室の開封が行われた。
  - 回収班は全員帰国し、現在は、隔離期間中(テレワーク中)。
  - 探査機は、順調に運用中。地球・月観測はほぼ終了。本日現在、地球からの距離は700万kmを超えている。
  - 拡張ミッションのターゲットとなる天体(1998 KY26)の観測が行われ、3カ所で観測が成功した。



(画像クレジット: JAXA)



## 2. キュレーション作業



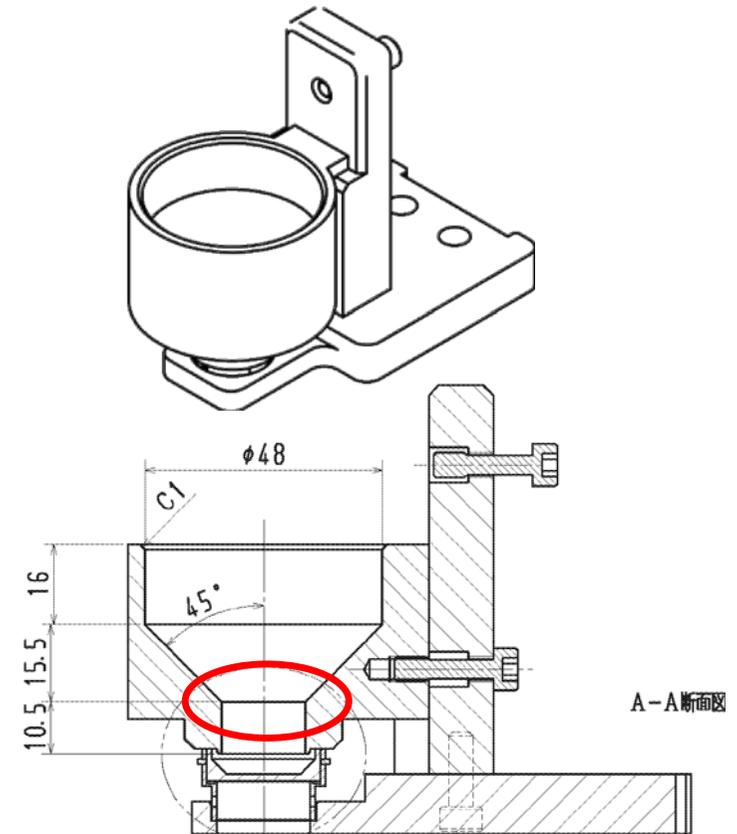
- キャッチャーA室(下図)・B室・C室を開封し、回収容器(右図)に移動後、顕微鏡観察を開始



A室開封後の画像

(画像クレジット: JAXA)

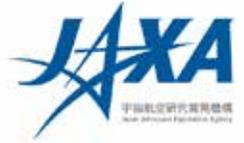
回収容器の外観



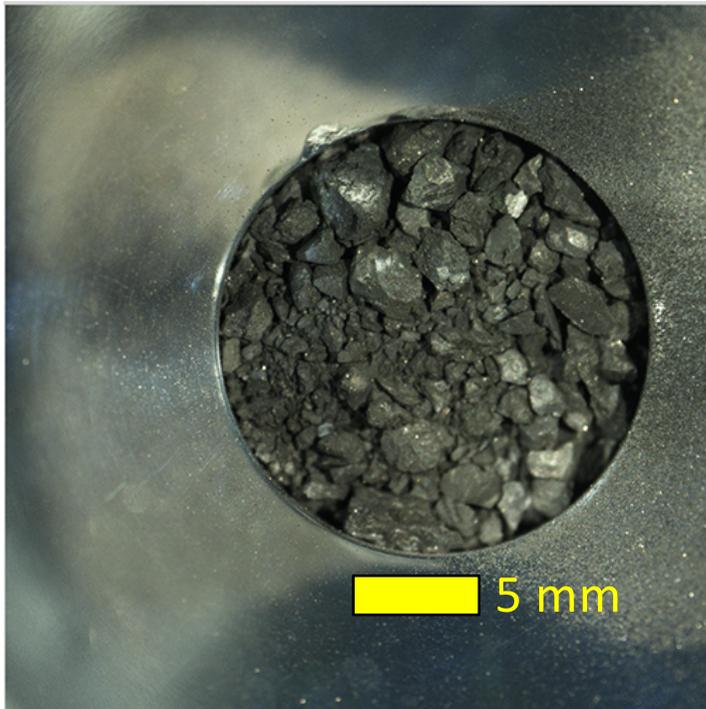
次頁の写真の範囲(内径17mm)



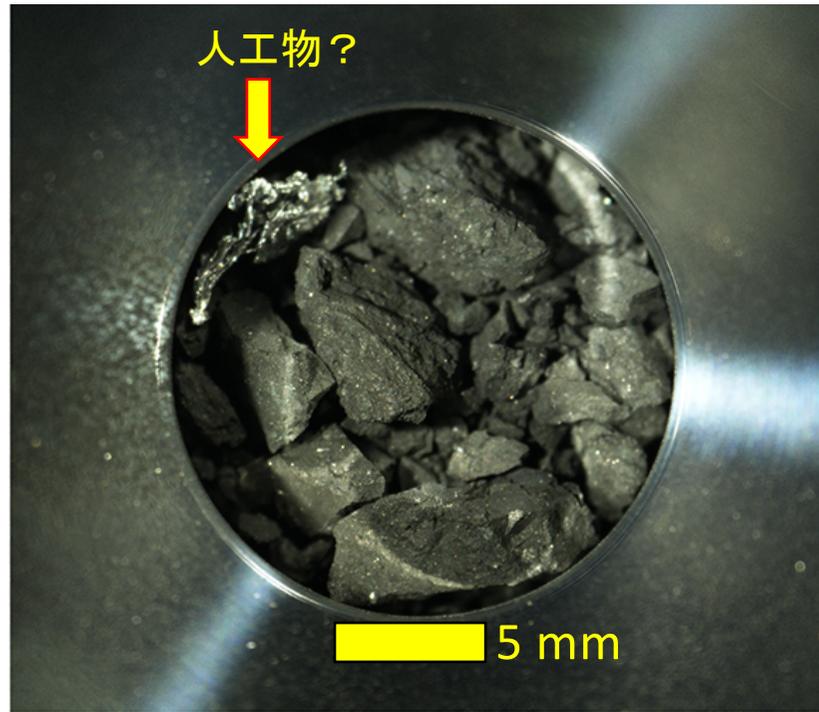
## 2. キュレーション作業



- A室・C室とも、1 mmを超える粒子の存在を多数、確認
- A室よりC室内の粒子の方が明瞭にサイズが大きい
- C室内に人工物のような物質を確認(現在、調査中)

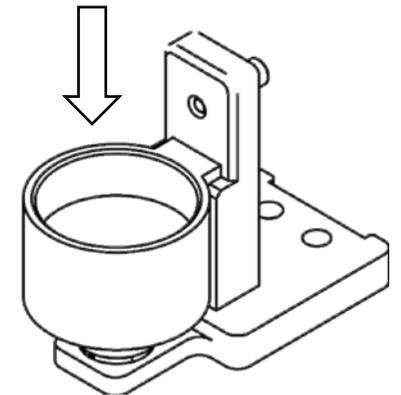


A室(回収容器内)の光学顕微鏡像



C室(回収容器内)の光学顕微鏡像

右図  
(回収容器上方から確認)

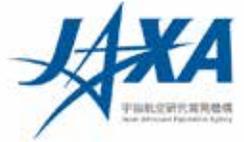


回収容器の外観

(画像クレジット: JAXA)



### 3. カプセル回収班帰国報告

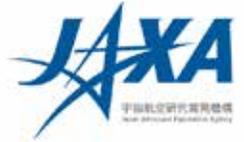


- カプセル回収の結果は説明したが、現場の具体的な作業、様子を各係から紹介する。
- 回収作業の流れに沿って以下の順で紹介。
  1. 光学観測係 (GOS)
  2. 方向探索係 (DFS)
  3. 方向探索係 (MRS)
  4. ドローン係 (DRONE)
  5. RHQ・ヘリコプタ係
  6. カプセル係



### 3. カプセル回収班帰国報告

# 光学観測係 (GOS)



## 1) 機器の開発と国内でのトレーニング

- 初号機での知見を踏まえ、星合わせカメラと追跡カメラを併用して、高精度で自動観測が可能な可動光学軌道決定システムを開発した(右図)。
- しかし、カプセルを模擬できる適切な高速移動光源が見当たらないため、十分な練習はできなかったことが不安だった。

## 2) ウーメラでの準備作業

- 昼の酷暑や明け方の寒さ、また昼間はハエの襲来、夜は蛾の襲来に悩まされる準備作業であった。巨大なあまめの出現にも恐怖した。
- 今回航空機観測を導入したとはいえ、最大の関心は天候であった。現地でのリハーサルにおいても「星が見えない」日が続き、光学軌道決定システムや望遠追尾システムの準備が完了したのはぎりぎりのタイミングとなった。

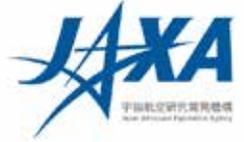
(画像クレジット: JAXA)





### 3. カプセル回収班帰国報告

# 光学観測係 (GOS)



## 3) カプセル帰還日

- 前日から強風が吹き雲多く、カプセルの観測に懸念があったところ、カプセル再突入時刻の30分前頃より、北西の空にわかには晴れ渡り風弱まり、絶好の条件となった。
- 地上局の光学軌道決定システムは完璧に動作し、軌道決定と着地点予測に成功した。望遠追尾システムもカプセルの捕捉に成功し、火球消滅直前まで追跡することに成功した(右映像)。
- 現地 DOD スタッフや NASA の多大なるご協力に感謝したい。

(動画)



N3 局



Cooper Pedy 局と COS3 局



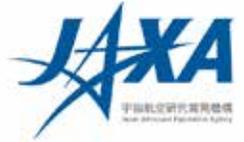
航空機チーム (NASA 観測者とともに)

(画像クレジット: JAXA)



### 3. カプセル回収班帰国報告

# 方向探索係(DFS)



#### ■概要

- ・150Km×100Kmの着地予想エリアを囲むように5局のビーコン方向探査局を配置し、三角測量の原理と風データによりカプセル着地点を予測する。【スライド「方向探索係」】

#### ■準備

##### 1. 隔離生活と灼熱下作業

- ・日豪合わせて3週間の隔離生活直後の、気温47°C、湿度5%、風速10m/sの砂漠での組立・調整作業。
- ・体力維持と体調管理。
- ・健康な心・モチベーションの維持。
- ※豪州隔離中毎日お昼の“DFS体操”。腰痛が無くなったメンバも出現。

##### 2. 多くの練習に裏打ちされた本番オペレーション

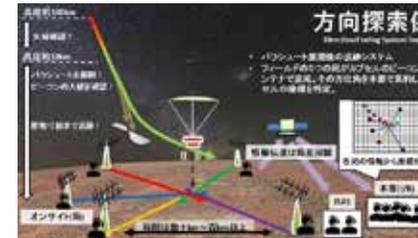
- ・日本で10回以上の練習
  - 8月に灼熱気候シミュレーション[相模原市のご支援]
  - 内之浦で気球追尾練習[串間市・都井岬のご支援]
  - DFSシミュレータで様々な事象を想定した追尾練習
- ※練習よりも、本番の方が簡単。本番も練習と何も変わらない時間の流れの中でのオペレーション。

##### 3. Woomeraでの活動

- ・100Km四方に散らばった通信環境の貧弱な6カ所の拠点と国内拠点との連携の難しさ。【スライド「DFS各局のメンバー」】
- ・1日に500km超の測量行脚。[みちびきのMADCOCA補強信号が効率化に貢献]【スライド「みちびき/MADCOCAを用いた測量の様子」】
- ・DoDエスコートの協力(道案内、動物との衝突回避、発電機、水、車)。
- ・貨物到着遅延などによる活動の再スケジュールリングや再考。
- ・5局ある受信局のうち1局が強風により倒れ、アンテナ損傷するも、練習一日分を修理に振替え無事復活。【スライド「受信局倒壊と復活」】
- ※多様性による臨機応変な対応が窮地を救う。

##### 4. “ちゃんこ”チーム

- ・研究者・技術者(電気、バッテリー、電波、地質、航空機、複合材、有人宇宙、コンピュータ)、調達部門、事業推進部門等、全JAXAから来たメンバでチームを編成。
- ・全体練習の日程確保、専門分野の異なるメンバ間の目標共有とチームとして一体化したオペレーションの確立が課題。
- ・次期プロジェクトへの布石。電話(Voice)による情報集約のみならず、データ通信(Network)による情報集約も試行し着地点予測に成功。
- ※人との出会い、プロジェクトの醍醐味。



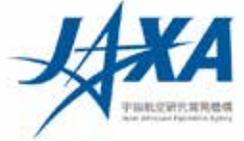
(画像クレジット: JAXA)

(地図はオーストラリア空軍のWebより。p.34参照)



### 3. カプセル回収班帰国報告

# 方向探索係(DFS)



#### ■ 方向探索結果

・システム要求3Kmのところ、約200mの誤差でカプセル着地点を予測できた。

#### ■ DFS高精度着地点予測の理由

・練習と校正に裏打ちされた本番オペレーション

– 精度を左右する受信局組立ノウハウを共有:使っている部品はアマチュア無線仕様のもの。それを組み合わせたシステムで如何に高精度の方向探索を実現するか、という視点。

– 豊富な練習で培った高精度アンテナ操作の実現:ギアのバックラッシュを考慮したアンテナの動かし方、確実なビーコンのロックオン実現。

– 20分間のビーコン受信のために校正4時間:測定系の特性は時間と共に変化する。実際のビーコン受信時の測定系の特性を把握するために校正を何度も実施した。

– 測量精度:1か所あたり、受信局、コリメーション局、チェックアンテナ局の3か所の測量が必要で、この経度・緯度・高度決定が方向探索の精度に大きく寄与する。

・日本での練習から本番直前までの継続的な高精度化

– 校正式の改良

– 三角測量交点決定高精度化のための地図改良

– 内之浦宇宙空間観測所での気球追尾練習、大気球実験グループの風予測等、JAXA全体の知恵や知見を総動員して成功に貢献。

※11月30日のヘリコプターを使った試験で、ヒト・モノのブラッシュアップの成果を実感し、安心して本番を迎えることができた。

#### ■ 方探業務を振り返って

・取材陣のいるI/Bと探査機管制班のいるISASへ、誰もいない砂漠の真ん中から方位角を伝達する経験。

各地の熱気とは裏腹に淡々と時が流れた。

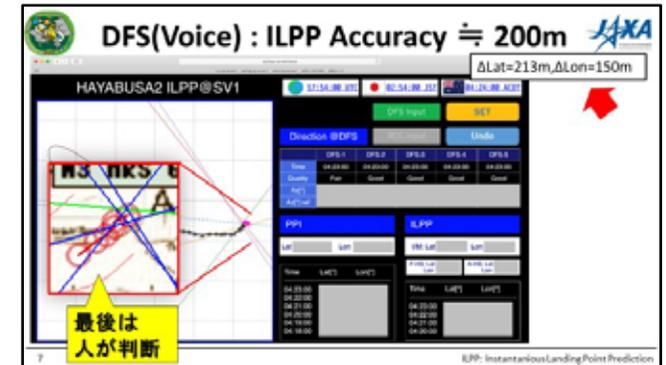
・カプセル大気圏突入確認のための火球目視、予測通りの場所に、ふわ〜とだんだん明るくなっていく光と、

それに続く白い尾が出現。時刻ドンピシャ！来たな！次はビーコンだ！さぁ行くぞ！

・方位角送ります。着地点予測ゴッドハンドでよろしくお願ひします！システムと人の連携【スライド「DFS(Vpice):ILPP Accuracy ≒ 200m」】

・探査機本体は次の目標天体へ。カプセル届けてくれてありがとう。

・参考スライド【「DFS(Voice)の電話による情報伝達」、「DFS(Voice)キャラバン内オペレーションの様子」、「DFS最北端局から見たカプセル火球」】

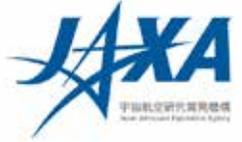


(画像クレジット: JAXA)



### 3. カプセル回収班帰国報告

# 大気中の飛行軌道解析と方探



5,000ケース解析 / 1条件  
3自由度 : 1時間  
6自由度 : 8時間くらい

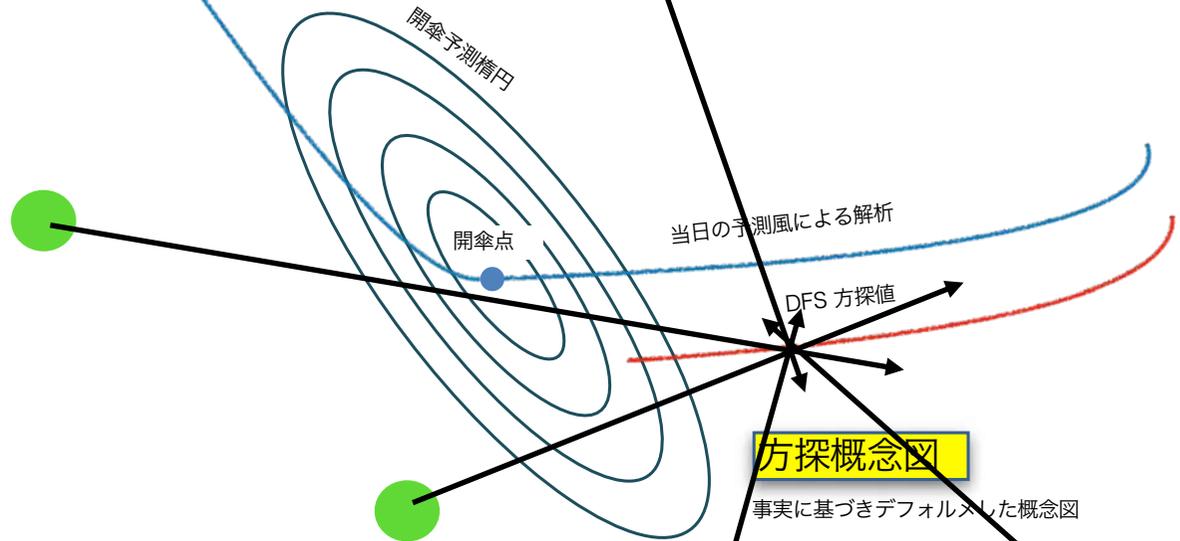
TCM-4 OD結果  
+ 当日の予測風 による着地点解析

高度10-15kmのジェット気流が強めで  
想定内だが東に大きく移動する軌跡。

- 12/3(R-2d) 17:30 :  
TCM-4 OD1 + 予測風  
12/4未明にDFSチームへ送付
  - ・カプセルパラメータの確認  
(開傘トリガ、アンカ分離、REMM等)
  - ・TCM-5許可のため

- 12/5(R-1d) 夜 :  
TCM-4 OD2 + 予測風  
に基づく飛行解析 → DFSサーバへ
  - ・最新データでの方探準備のため

- 12/6(R) 02:30過ぎ : DFS AOS



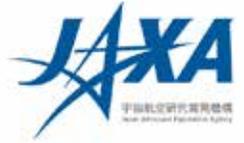
#### 安心材料 :

- ・ 5局が綺麗に交点を作る。
- ・ 予測と同じ形状で、飛行を継続、十分な時間信号受信 (約25分)



### 3. カプセル回収班帰国報告

# 方向探索係 (MRS)



## 概要

- 船舶用レーダを用いた探索システム  
DFSのバックアップとしてビーコン信号を用い  
ずに探索
- 民間企業主体のチーム  
運用は光電製作所が担当  
(JAXA3名、光電6名の混成チーム)

## 準備

幾度もの試験・訓練を重ねてきたので準備に不安はなし

### 【活動実績】

- 2018年: 回収チームに参加
- 2019年: 内之浦(2月)・ウーメラ(12月)で追尾試験、国内訓練(9~11月)
- 2020年: 国内訓練(7~10月)、回収オペレーション(12月)



(画像クレジット: JAXA)



(画像クレジット: 光電製作所)

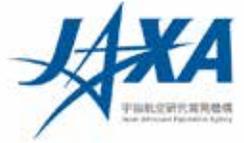
船舶用レーダは光電製作所と  
JAXA宇宙探査ハブが共同開発





### 3. カプセル回収班帰国報告

# 方向探索係 (MRS)



## 現地作業

### 船舶用レーダを4箇所配備

- 猛暑 (最高47°C)  
よりによって機材設置の2日間が最も暑かった...
- ダート走行 (往復4時間・160kmの通勤)

## 本番運用

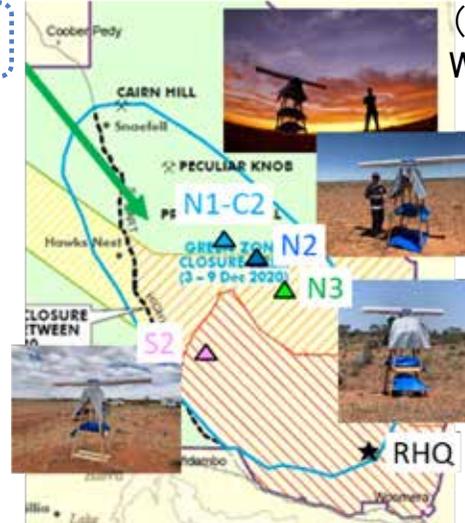
### 各サイト個別に探索。結果を集約して、最終結果のみを本部 (RHQ) へ報告

- 迅速な集約・報告が必要  
衛星電話の呼出音が耳から離れない...

## 探索結果

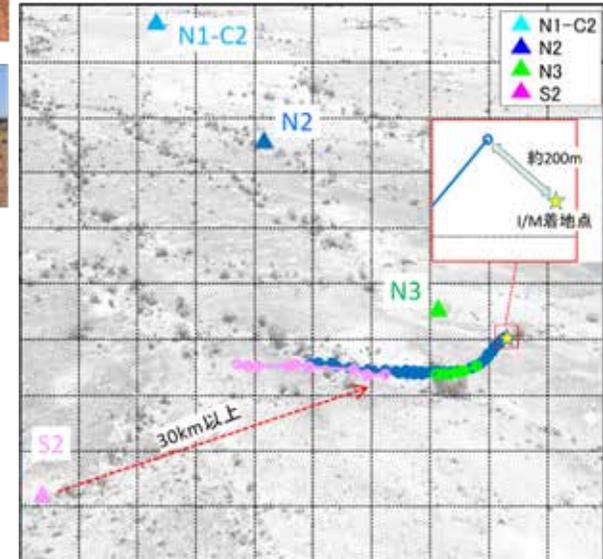
- ✓ 3局で追尾成功 (最長30km以上)
- ✓ 着地点近傍約200mまで探知

## 機材配置

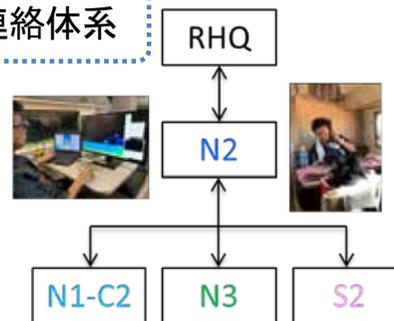


(地図はオーストラリア空軍のWebより。p.34参照)

## 探索結果概要



## 連絡体系



(画像クレジット: JAXA)

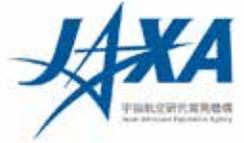


株式会社光電製作所



### 3. カプセル回収班帰国報告

# ドローン系 (DRONE)

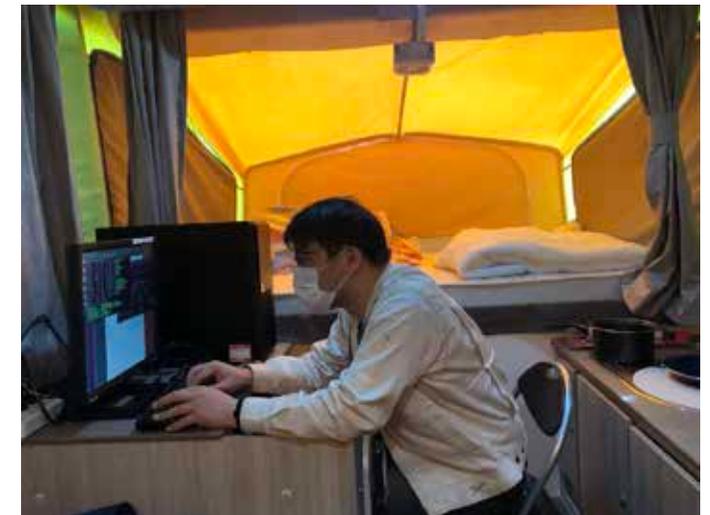


- 無人航空機による空撮写真＋高速画像認識技術→カプセル検出  
→高精度位置決定＋空撮撮像によるカプセル状況確認  
→カプセル発見の最終手段
- 結果：前側のヒートシールドをサンプルカプセル回収作業中に検出し、位置と状況を報告。その後のヒートシールドの迅速な回収に貢献
- フジインバック(無人航空機)、朝日航洋、スカイマティクス(空撮、オンボード画像解析)、JAXA(画像解析)の協力にて実現

(動画)



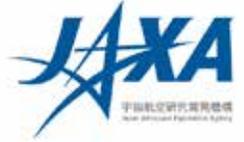
(画像クレジット: JAXA)





### 3. カプセル回収班帰国報告

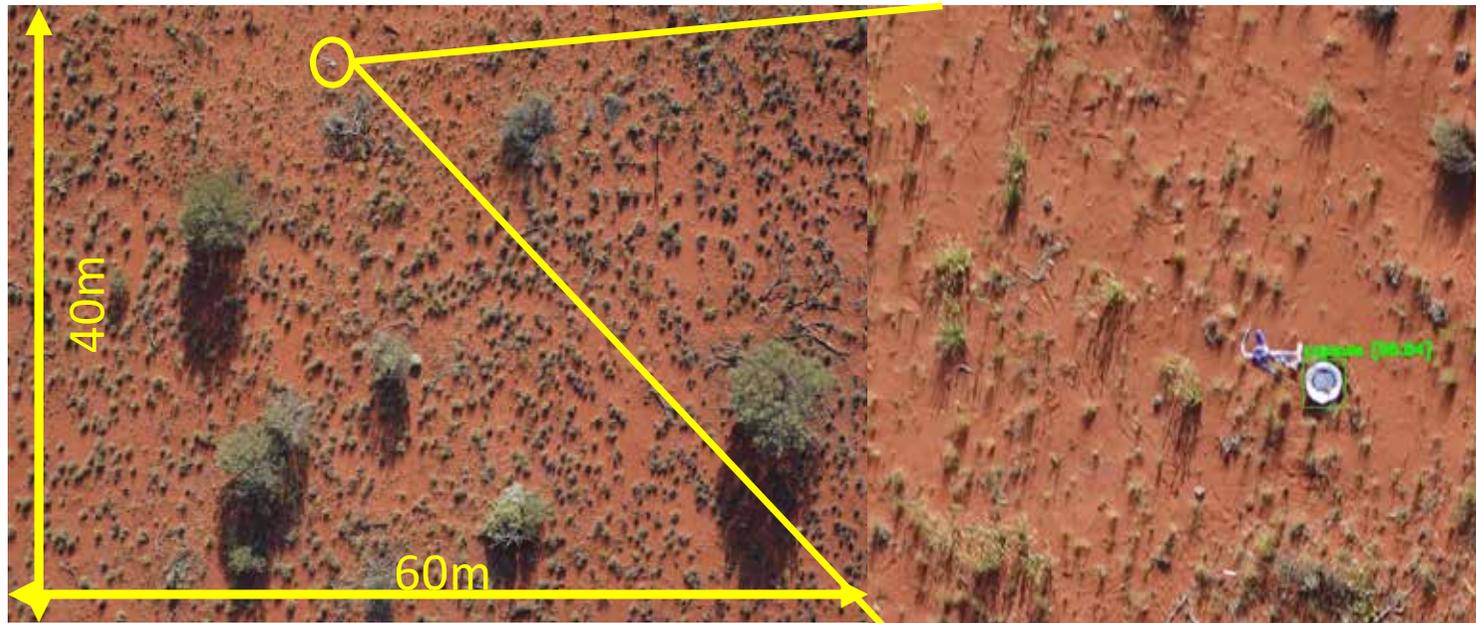
# ドローン係 (DRONE)



- 6:30頃に着陸予想地点を本部から連絡
- 前面ヒートシールドを探索のターゲットとして7:20頃に離陸
- およそ2km×2kmの領域を空撮→約2500枚の写真を撮像
- 8:50頃に着陸し、解析を開始
- 9時前にはカプセルを認識し位置と状況を報告

(ここでの時刻は現地時刻)

前面ヒートシールド

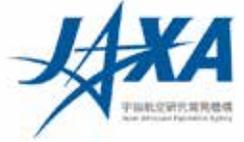


(画像クレジット: JAXA)



### 3. カプセル回収班帰国報告

# ドローン係 (DRONE)

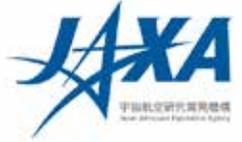


- 無人航空機とAI技術をハイブリッドに組み合わせ実利用に成功  
→限られた時間、条件で成果を挙げることに価値
- 将来のコストエフェクティブ、かつ迅速なサンプル回収の可能性を示唆  
→今回の経験でさらに効率的な検出にむけて知見が得られた
- 機材到着が非常に遅れる中、リハーサルにも参加できない状況での迅速なスケジュールリカバリー  
→今回に向けた入念な訓練
- 必ずしも良好でない滑走路条件、現地での想定外の風条件などに柔軟に対応すべく、さらにいくつかの不具合も克服した上で本運用で成果  
→熟練したオペレータ技術、改良を重ねた画像認識技術



### 3. カプセル回収班帰国報告

# RHQ・ヘリコプタ係



RHQ係: サンプルリターンカプセル(SRC)が再突入してから、その回収物を相模原キャンパス構内のキュレーションルームに届けるまでの全体計画の立案、実行、及びその作業支援

ヘリコプタ係: SRCの構成品(I/M、パラシュート、前面H/S、背面H/S)の探索、及びその輸送  
探索用ヘリ: AW139, 輸送用ヘリ: Bell412

#### (1) 本番までの準備

試験日	試験名	内容
8月6日	国内ヘリコプター試験 (朝日航洋(株)の協力)	探索高度(約100m)からの視認性の確認 ヘリコプター内部の振動環境の計測
11月30日 午前	探査ヘリの機能確認試験	テストビーコン送信機を用いた、探査ヘリ搭載の方向探査装置(DF)のパフォーマンス試験
11月30日 午後	ヘリコプターを用いた地上システム(DFS, MRS)の評価試験	テストビーコン送信機を搭載したヘリコプターをカプセルと仮定し、トラッキング試験を実施
12月1, 2日	リハーサル	オペレーション手順の確認 探査ヘリによる夜間探索訓練及び手順の確認

国内ヘリ試験の様子

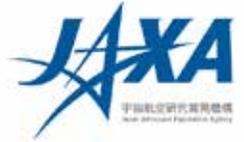


(画像クレジット: JAXA)



### 3. カプセル回収班帰国報告

# RHQ・ヘリコプタ係



## (2) エピソード

- 探査ヘリの機能確認試験は同年9月に豪州にて実施する予定であったが、国間の移動制限が厳しかったため、豪州での事前検証を断念。回収オペレーションの1週間前に実施する1回の試験結果をもって本番に臨むこととした
- 初号機の回収オペでは、探索専用のフライトと回収のフライトを完全に分けて実行した。今回は回収までの時間を節約するために探索用と回収部隊の輸送を兼ねたフライトとした。結果として、非常に短時間でSRCを回収することが出来たが、ヘリコプター航続時間の観点からはギリギリの運用であった

## (3) 本番の様子、結果

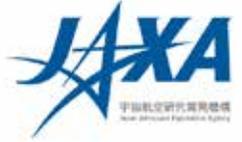
- 事前のヘリ試験、及びリハーサルの甲斐があり、実際のオペレーションは非常に落ち着いた状態で行うことができた
- 探査ヘリ離陸から約20分後にI/Mから発せられるビーコン信号を受信。その後、時間を要したが、日の出時刻に相当する午前0600頃に上空からI/Mを目視確認
- その結果をもって、輸送用ヘリが離陸しI/M着地点における回収作業が開始した
- 電波を用いた方向探査のセンサー源として、DFS、MRS、豪州のレーダを使用した。今回のオペレーションでは上空の風が強かったが、非常に高い精度で着地点の位置を特定するに至った。方向探査の手法としては確立できたと言える
- 発信源を有さないヒートシールドの探索において、UAV(有翼機)を用いた光学探索を初めて試みた。実際の着地点との誤差は50m以下であり、有力な探索手法として技術実証することが出来た
- リエントリから僅か11時間で全てのSRC構成品を回収し、QLFへ届けることが出来た



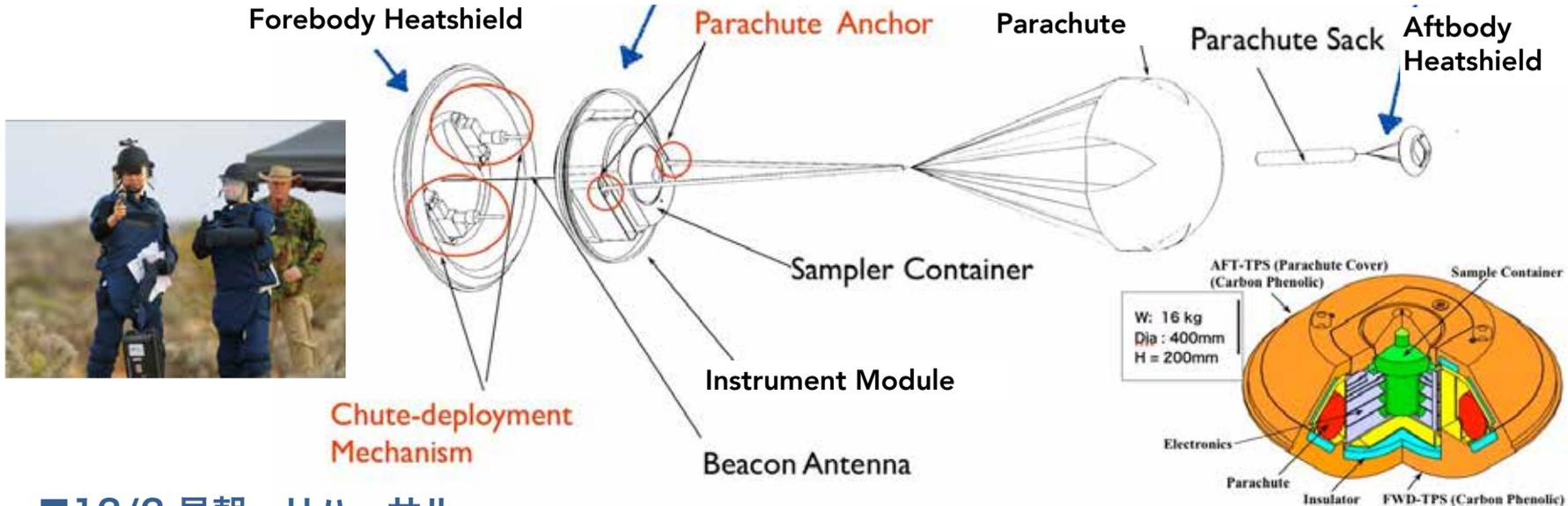
(画像クレジット: JAXA)



### 3. カプセル回収班帰国報告



# カプセル係 カプセルの回収・安全化処理



## ■12/2 早朝 リハーサル

- ・アンカー非分離の不測の事態ケースを練習（アドリブ）
- ・数々の安全化処理課題を識別し、本番に反映（手順書、作業着と作業）  
※特に豪州DoDのとの議論は、課題の克服、本番の成功に繋がった。

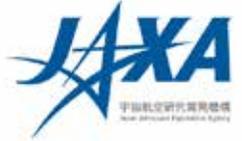
## ■12/6 早朝 本番

- ・リハの再来？ パラシュートの残るI/M、アンカー正常作動（地上無風）
- ・完璧な回収安全化作業



### 3. カプセル回収班帰国報告

# QLFでのサンプルコンテナ内音確認について



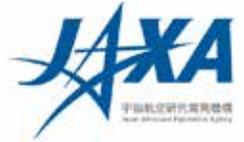
## ～QLF裏話～

- QLFでのカプセル安全化処理、インストゥルメントモジュール分解、サンプルコンテナをガス採取装置に接続する過程で、サンプルコンテナの上下をひっくり返す行程が数回ある
- ひっくり返す過程で内部の音(振動)を計測すれば、内部にサンプルが入っている場合には何か聴こえるかもしれないという期待があり、高性能マイクをサンプルコンテナのフランジ面に貼り付け計測してみた
- サンプルコンテナ内はほぼ真空のため、音は金属部品を伝導してでしか伝わらず非常に小さく耳で直接聴くことはできない
- 録音した音を聴いてみると、小さな硬い粒子が移動する音がした(ガラスビーズのような音byカプセル系の個人的感想)
- 一般的なC型隕石分析の経験から、このような硬い音がするとは想定しておらず、後日改めて解析することとした(QLF作業は非常にタイトな計画で実施していたため、その場で議論する余裕はなかった)
- キュレーションのクリーンチャンバ内でキャッチャ内の粒子を直接観察。また、真空保管粒子をピックアップした感触などから硬い粒子も含まれていることが判明。QLFで聴いた音はリュウグウサンプルの音だったと考えられる
- 今回、みなさんにもリュウグウサンプルの音を聴いて頂きたく公開することにしました。





## 4. 拡張ミッションターゲット天体観測



- 2020年の年末は、拡張ミッションの目的地である小惑星1998 KY26の観測好機(ただし明るさは25等程度)であったので、大型望遠鏡に観測の依頼をした。観測の目的は、軌道の精度向上のため。
- 国立天文台のすばる望遠鏡(ハワイ、口径8.2m)、VLT、GTCで観測成功。
- これらの観測により、1998 KY26の軌道の精度が向上する予定。このことで、より確実な軌道計画を行うことができる。

### VLT (Very Large Telescope)

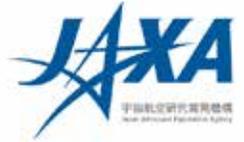
ヨーロッパ南天天文台(ESO)がチリのパラナル天文台に建設した口径8.2mの望遠鏡(4台)。

### GTC (Gran Telescopio Canarias)

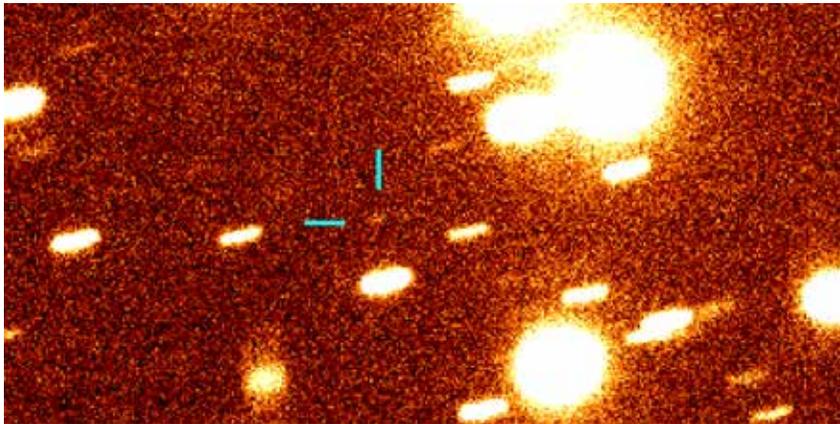
カナリア天体物理学研究所 (Instituto de Astrofísica de Canarias) が主導してスペイン領カナリア諸島ラパルマ島に建設された口径10.4mの望遠鏡。



## 4. 拡張ミッションターゲット天体観測



### 1998 KY26の観測画像



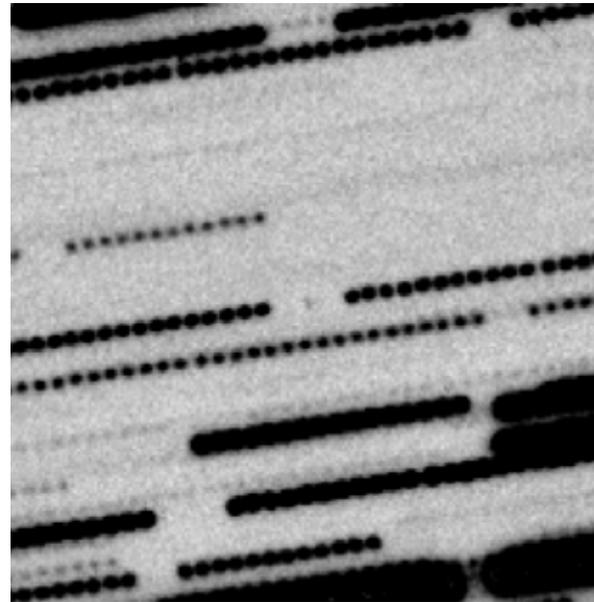
#### すばる望遠鏡による観測

観測時刻: 2020年12月10日 12:04-12:16 UTC

25.4等

(画像クレジット: 国立天文台)

<https://www.nao.ac.jp/news/topics/2020/20201218-subaru.html>



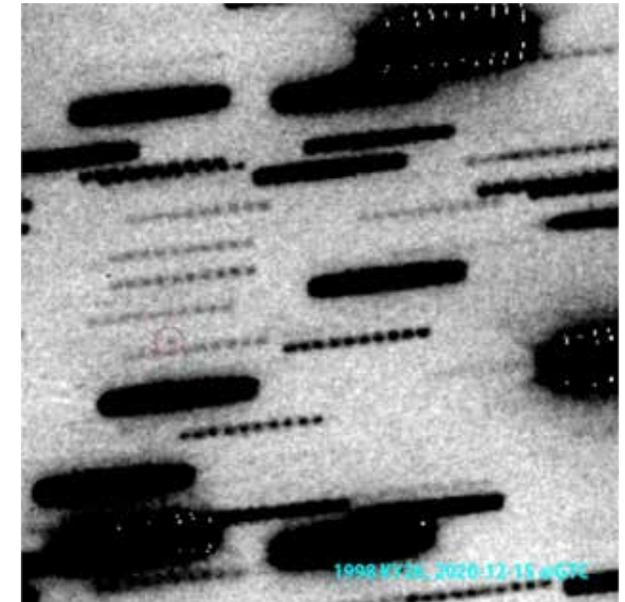
#### VLTによる観測

観測時刻: 2020年12月10日

26.1等

(画像クレジット: ESO / ESA NEOCC)

<http://neo.ssa.esa.int>



#### GTCによる観測

観測時刻: 2020年12月15日

1:00-3:08 UTC

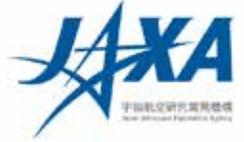
45秒観測 × 70イメージ

(画像クレジット: M. Popescu

(Astronomical Institute of the Romanian Academy) / GTC/IAC)



## 5. 広報・アウトリーチ



### カプセルの火球の写真について

- 火球の出現時間:  
2:28:48～2:29:22 (JST)
- カプセルの飛跡の隣に撮影されている飛跡は、Starlink-1190である模様

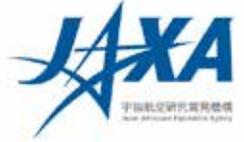


(画像クレジット:JAXA)

クーバーペディでの撮影



## 5. 広報・アウトリーチ



### 「行ってきます。地球」観測キャンペーン

- 遠ざかる「はやぶさ2」からみた惑星・地球。ONC-Tによる撮影。
- 撮影：日本時間：12月6日～12日撮影（距離：約20万 km～250万 km）
- データは豊富な水と生命（植物）の存在を示している。地球画像は搭載センサの健全性確認に役立てられる。

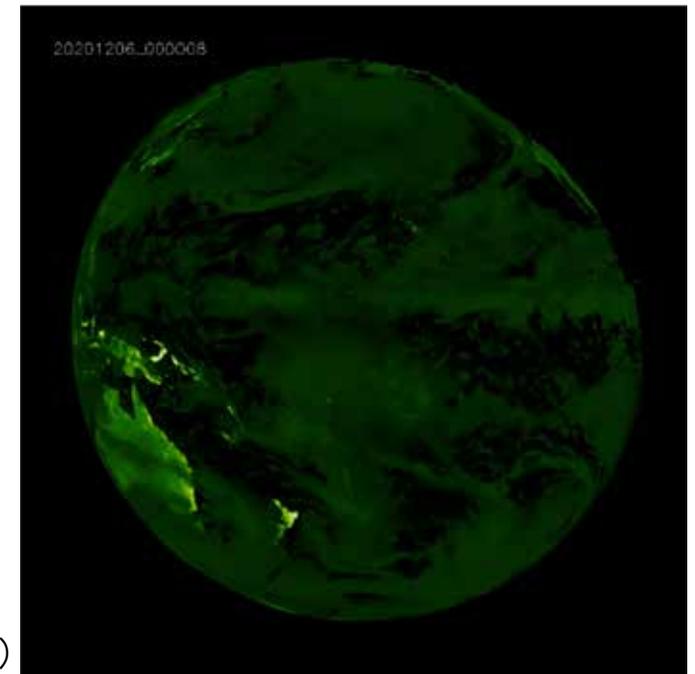
左：カラー合成  
右：植生の強調画像

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

（動画）

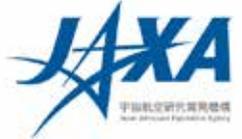


（動画）





# 5. 広報・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 報告

- 登録件数: 135件
- 77地点で「はやぶさ2」探査機の観測成功  
(うち10カ所はカプセルの観測も成功)

### 再突入カプセルの観測にも成功した機関

岡山県	京都大学岡山天文台	せいめい望遠鏡
長野県	東京大学木曾観測所	
兵庫県	兵庫県立大学天文科学センター	西はりま天文台
鳥取県	鳥取市さじアストロパーク	
東京都	国立天文台天文情報センター	
北海道	なよろ市立天文台・北海道大学附属天文台	
愛媛県	久万高原天体観測館	
宮城県	仙台市天文台	
岡山県	美星天文台	
京都府	京都産業大学	神山天文台

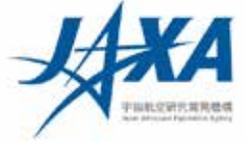


(画像クレジット: JAXA, JAPOS, TPSJ)

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

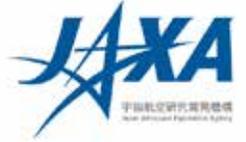
2021年1月上旬

イオンエンジン運転開始

### ■ 記者説明会等

2021年1月 TBD

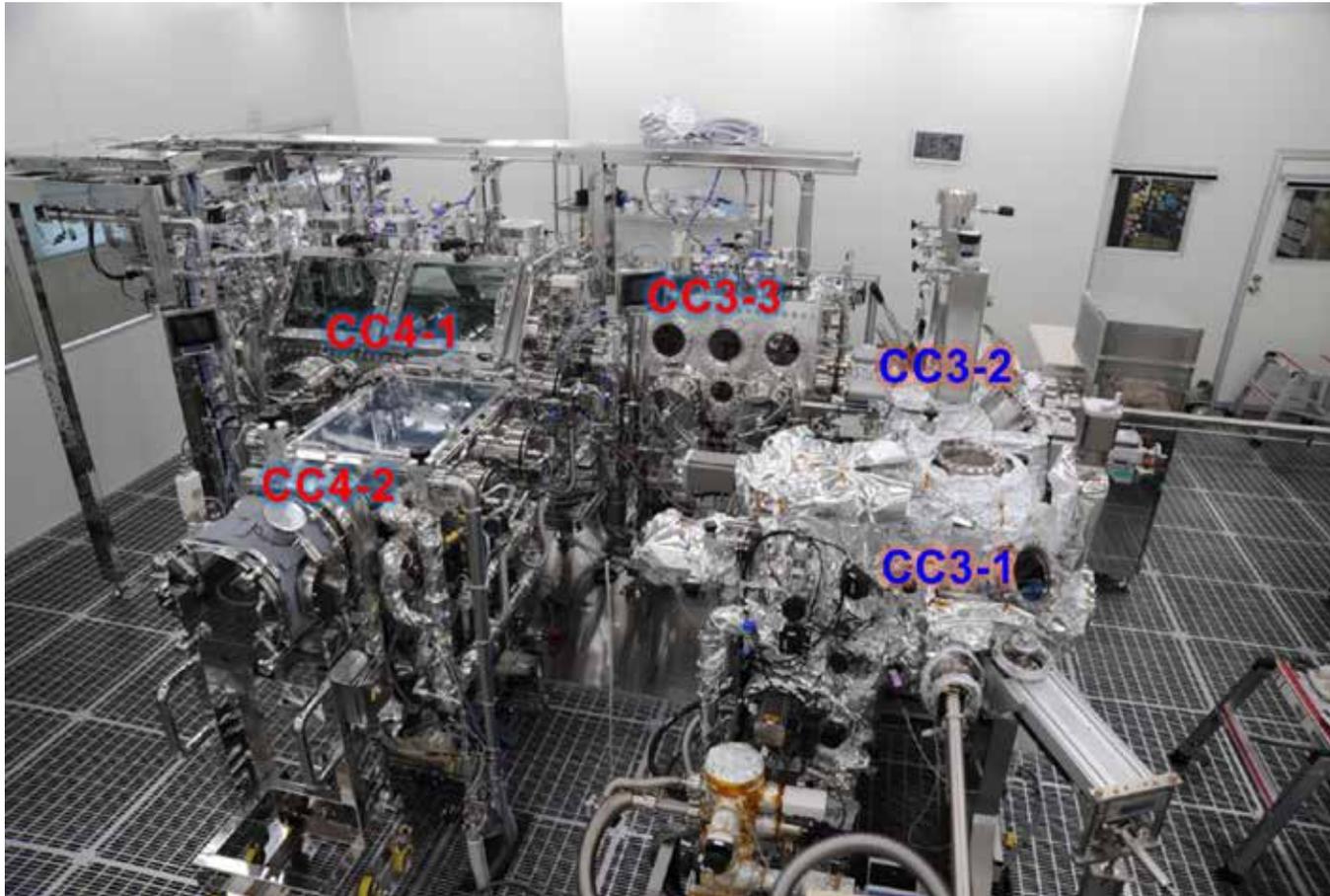
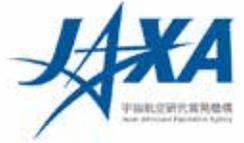
記者説明会 @オンライン



# 参考資料



# クリーンチャンバー概要



**CC3-1 :**  
真空下でのサンプルコンテナの  
開封

**CC3-2 :**  
真空下でのサンプル採取

**CC3-3 :**  
真空から窒素環境への移行

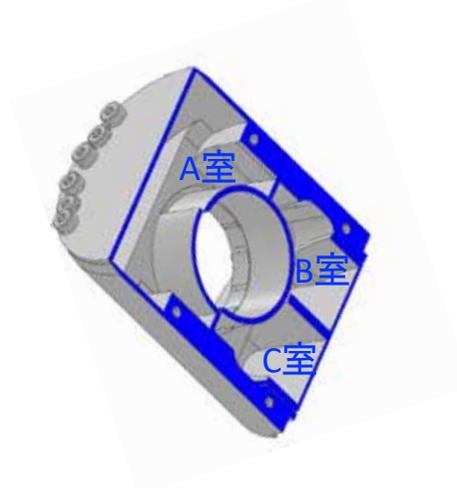
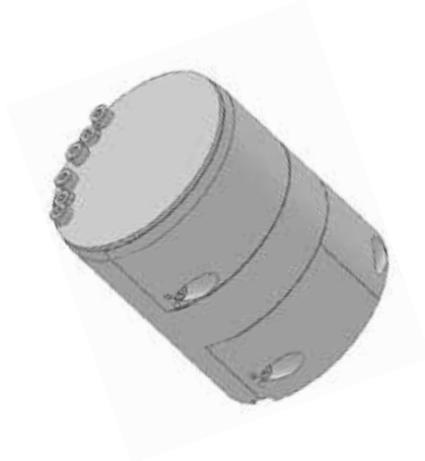
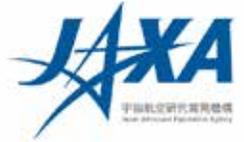
**CC4-1 :**  
サブミリサイズ粒子の処理

**CC4-2 :**  
比較的大きな粒子 (> mm) の  
処理・観察・選別

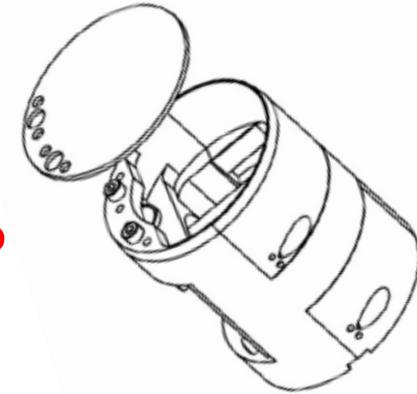
(画像クレジット: JAXA)



# 参考資料：キャッチャー開封作業



↓  
A室上方から  
粒子を確認



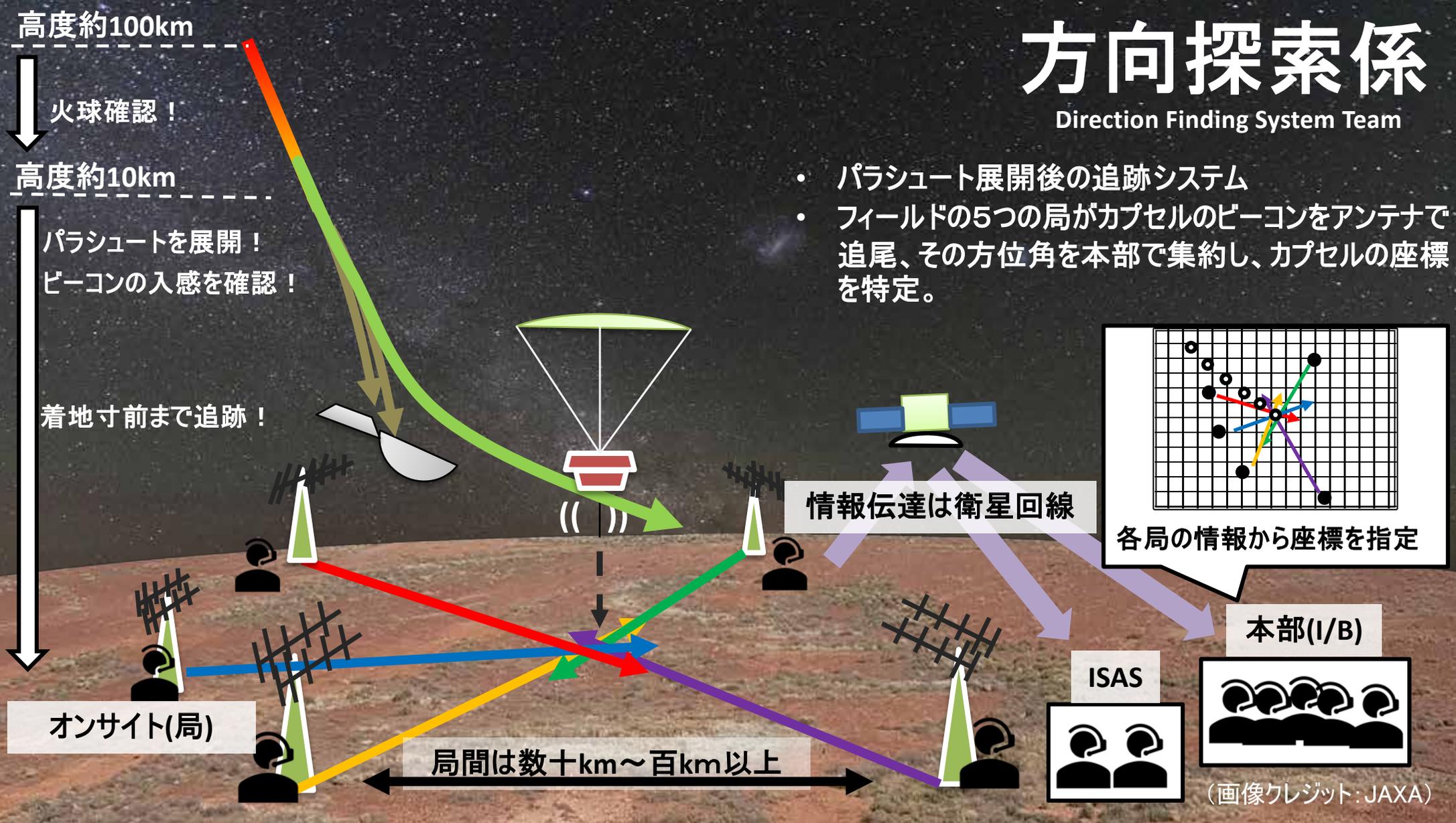
- サンプルキャッチャをクリーンチャンバCC3-2室に移動し、サンプルキャッチャA室の蓋を真空中で開封。
- A室内に多数の粒子を確認。タッチダウン#1で採取したリュウグウのサンプルと考えられる。
- A室からいくつかのサンプルをピックアップ。そのまま真空中で保管。
- その後、CC3-3室に移動し、窒素環境下でA室・B室・C室の開封を行った。

(画像クレジット: JAXA)

# 方向探索係

Direction Finding System Team

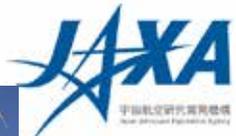
- ・ パラシュート展開後の追跡システム
- ・ フィールドの5つの局がカプセルのビーコンをアンテナで追尾、その方位角を本部で集約し、カプセルの座標を特定。





# DFS各局のメンバー

(写真クレジット: JAXA)



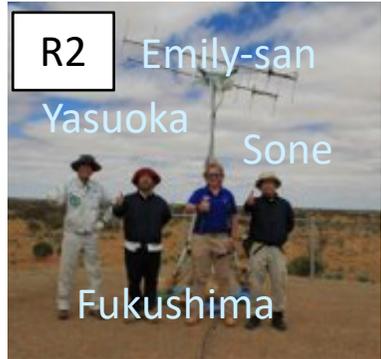
S1



N1



S2



R2



S3B



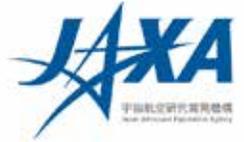
I/B



ISAS@Japan



# みちびき/MADOCAを用いた測定の様子

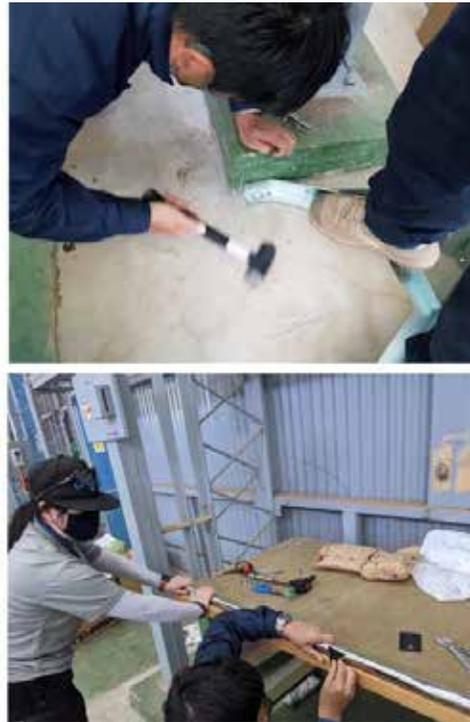
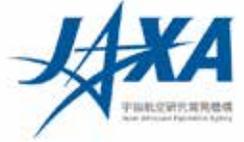


(画像クレジット: JAXA)



# 受信局倒壊と復活

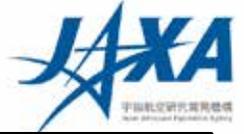
(画像クレジット: JAXA)



- 砂漠の強風で根元から架台が倒れ、アンテナも曲がってしまいました。
- しかし、R2のオンサイトや本部のメンバーの協力により翌日には修理が完了。帰還当日も問題なく動作し、高い精度で追尾できました。



# DFS(Voice) : ILPP Accuracy $\approx$ 200m



hy2top-server1.local

rcc @ server1 setting @ server1 HALO @ server1 WRC-1157052 衛星モニター

$\Delta\text{Lat}=213\text{m}, \Delta\text{Lon}=150\text{m}$

## HAYABUSA2 ILPP@SV1

17:54:00 UTC
 02:54:00 JST
 04:24:00 ACDT

DFS Input
SET

Direction @DFS
RCC Input
Undo

	DFS-1	DFS-2	DFS-3	DFS-4	DFS-5
Time	04:23:00	04:23:00	04:23:00	04:23:00	04:23:00
Quality	Fair	Good	Good	Good	Good
Az[°]					
Az[°] ref					

### PPI

Lat  Lon

Time	Lat[°]	Lon[°]
04:23:00		
04:22:00		
04:21:00		
04:20:00		
04:19:00		
04:18:00		

### ILPP

I/M: Lat  Lon

F-HS: Lat  Lon 
A-HS: Lat  Lon

Time	Lat[°]	Lon[°]
04:23:00		
04:22:00		
04:21:00		
04:20:00		

最後は  
人が判断

ILPP: Instantaneous Landing Point Prediction

(画像クレジット: JAXA)



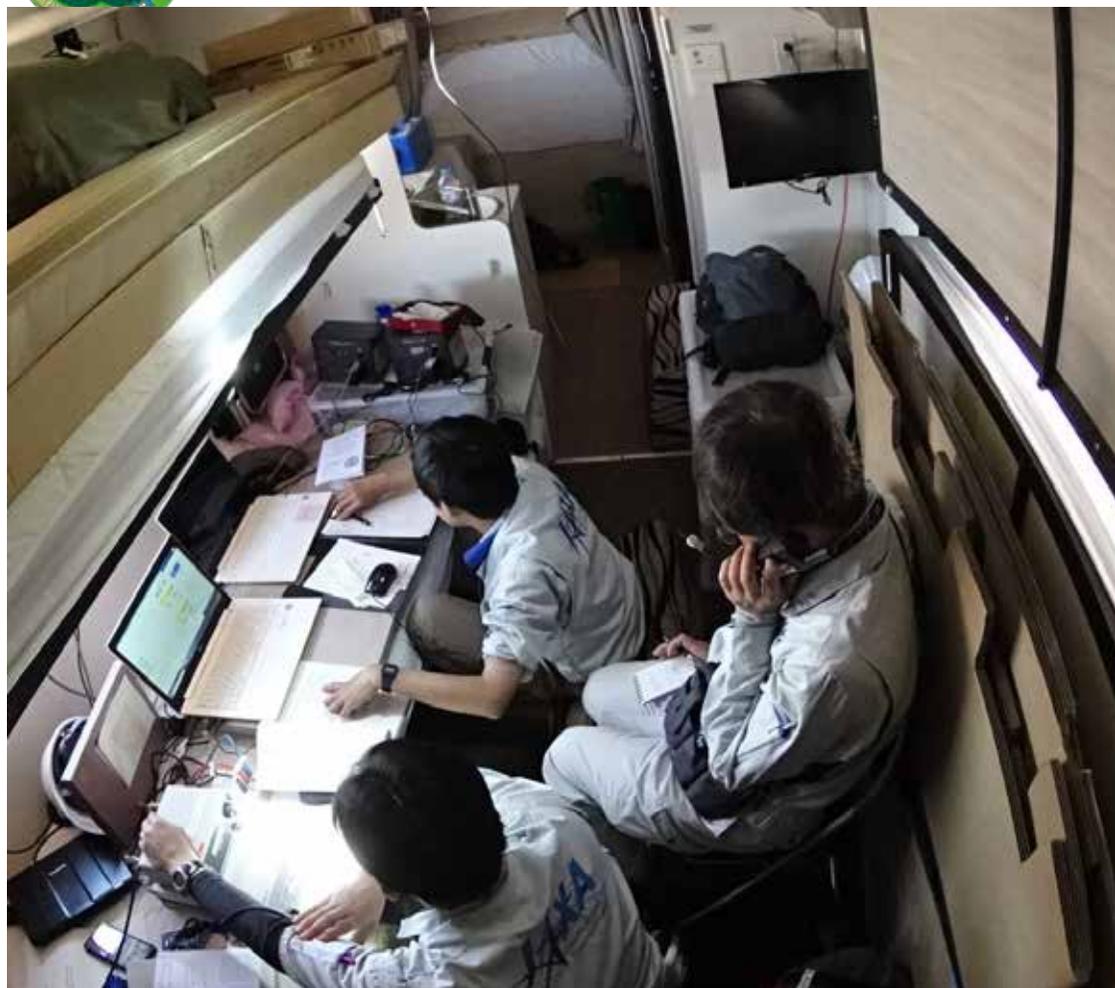
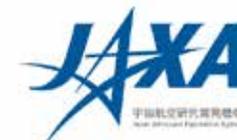
# DFS(Voice)の電話による情報伝達



(画像クレジット: JAXA)



# DFS(Voice)キャラバン内オペレーションの様子



(画像クレジット: JAXA)



# DFS最北端局から見たカプセル火球

(画像クレジット: JAXA)