

# 小惑星探査機「はやぶさ2」 記者説明会

2020年11月16日

JAXA はやぶさ2プロジェクト

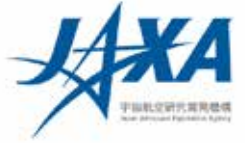


# 本日の内容

「はやぶさ2」に関連して、

- TCM-2の結果
- カプセル回収後の作業計画
- 帰還試料受入れ準備状況

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-2の結果
3. カプセル回収後の作業計画
4. 帰還試料受入れ準備状況
5. 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

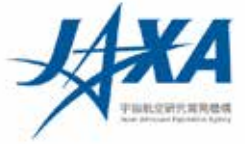
|          |                      |
|----------|----------------------|
| 質量       | 約 609kg              |
| 打上げ      | 平成26年(2014年)12月3日    |
| 軌道       | 小惑星往復                |
| 小惑星到着    | 平成30年(2018年)6月27日    |
| 小惑星滞在期間  | 約17ヶ月                |
| 小惑星出発    | 令和元年(2019年)11月13日    |
| 地球帰還(予定) | 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



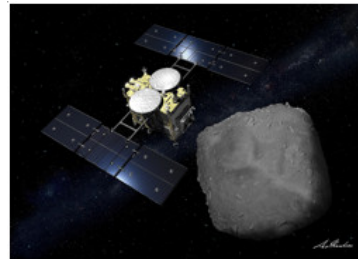
打ち上げ  
2014年12月3日



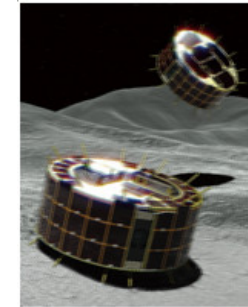
地球スイングバイ  
2015年12月3日



リュウグウ到着  
2018年6月27日



MINERVA-II1分離  
2018年9月21日



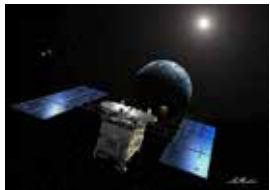
MASCOT分離  
2018年10月3日



ターゲットマーカ分離  
2018年10月25日



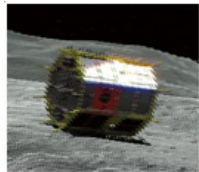
リュウグウ出発  
2019年11月13日



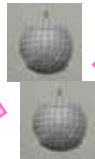
地球帰還  
2020年12月6日

終了 →

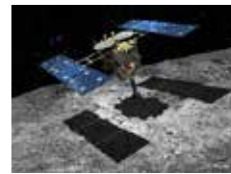
MINERVA-II2  
2019年10月3日



ターゲットマーカ分離  
2019年9月17日



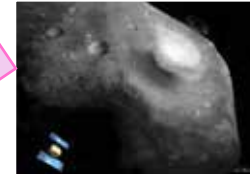
第2回タッチダウン  
2019年7月11日



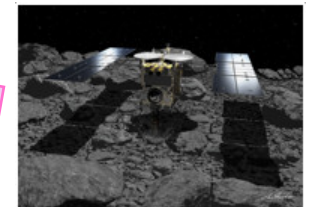
ターゲットマーカ分離  
2019年5月30日



衝突装置  
2019年4月5日



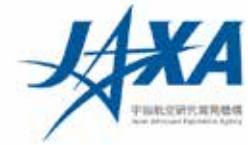
第1回タッチダウン  
2019年2月22日



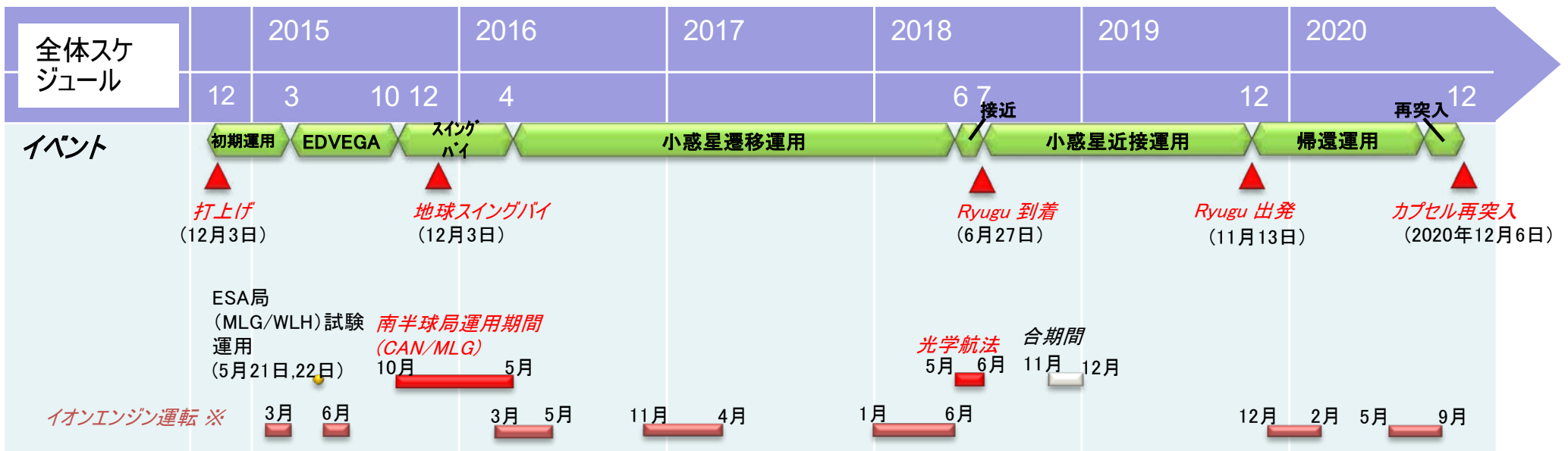
(画像クレジット: 探査機を含むイラストは 池下章裕氏、他はJAXA)



# 1. プロジェクトの現状と全体スケジュール



- 現状： – 11月12日にはTCM-2を行い、予定通りの軌道修正を行った。  
 – カプセル回収班の先発隊は、11月1日にオーストラリアに入国、11月16日にウーメラに移動する。後発隊(本隊)は、11月9日にオーストラリアに入国し、現在アデレードにて隔離期間中である。



(画像クレジット: JAXA)



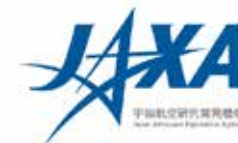
## 2. TCM-2の結果

- 化学エンジン(RCS)による精密軌道制御の2回目となるTCM-2を11月12日に行い、予定通りの軌道修正が達成できた。(TCM: Trajectory Correction Maneuver)
- 軌道修正は、日本時間で15:45頃および16:45頃(トリム=補正)に行われた。
- 軌道制御量は約1cm/sであり、地球への最接近高度を約310km※から約290kmに変更した。
- 探査機の様子は正常である。

※10月29日の記者説明会資料でTCM-1によって地球への最接近高度が330kmになったと報告したが、これは310kmの誤記であるので訂正する。



# 3. カプセル回収後の作業計画



～カプセルを回収してから日本に空輸するまで～

## 発見後の作業フロー(ノミナルケース)

1. 発見したカプセル関連機器のうち、本体であるインストゥルメントモジュール(I/M)を最優先で回収する。
2. 回収現場にてI/Mの安全化処理をした後にヘリコプターにてQuick Look Facility (QLF)まで輸送する。
3. QLFにてI/Mを分解し、中からリュウグウサンプルが密閉された容器、サンプルコンテナを取り出す。
4. ガス採取装置に接続し、サンプルコンテナの中からリュウグウのサンプルから放出されたと考えられるガスを取り出し簡易分析を行う。(「はやぶさ2」で新規開発した装置)
5. 専用の密閉型輸送ボックスに収納し、日本に空輸する。



(画像クレジット: JAXA)

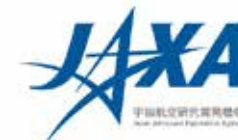
カプセル発見後の作業の流れ(一部は「はやぶさ」の時の写真)





# 3. カプセル回収後の作業計画

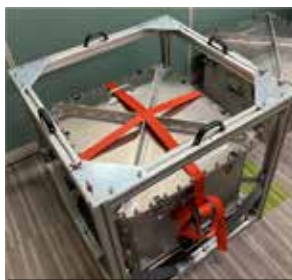
～キュレーションのクリーンチャンバーに導入するまで～



(画像クレジット: JAXA)

## 発見後の作業フロー続き(ノミナルケース)

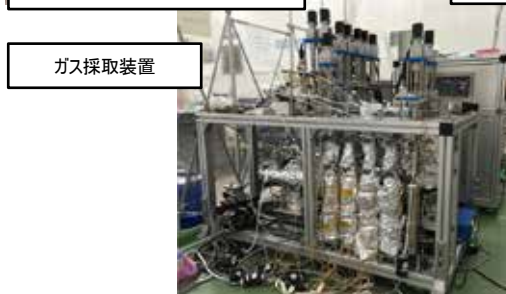
- 羽田空港から陸路でISASまで運用し、キュレーション施設のクリーンルーム内に搬入する。
- アプレータを取り外す等、一部分解作業を実施する。
- “サンプルコンテナ開封機構”に取り付け、密閉を保ったままクリーンチャンバーに接続するための分解作業を実施する。
- クリーンチャンバーの3-1室(CC3-1)に接続し、真空環境にする。
- 真空環境下でサンプルコンテナの中からサンプルキャッチャを取り出し、蓋を外す。
- リュウグウサンプルをいくつかピックアップして真空環境で保管する。※CC3-1以降の詳細はキュレーション作業を参照



ヘリで1/Mを輸送するための輸送箱



日本にサンプルコンテナを輸送するための輸送ボックス



ガス採取装置



ガス採取装置に接続された  
サンプルコンテナ



サンプルキャッチャ



コンテナ開封機構とCC3-1への接続(リハーサルの様子)



## 4. 帰還試料受入れ準備状況



### キュレーションの観点から

- キュレーションとは、ここでは、「はやぶさ2」帰還試料の受入れおよび初期記載と後段の詳細分析への配分および将来に向けた保管作業のことを指す。
- キュレーション作業は、サンプルコンテナのクリーンチャンバーへの接続作業後からスタート。それまではサンプルチームの所掌。
- 帰還試料受入れ後、6か月間の作業を1次キュレーション作業と呼び、以下に示す作業を行う。
  - サンプルコンテナのクリーンチャンバーへの接続
  - サンプルキャッチャからの一部試料の取り出しおよび保管(真空環境)
  - サンプルキャッチャ各室からのバルク試料の取り出しと、初期記載(窒素環境)
  - 個別試料のピックアップと集合体試料のより分け
  - 初期分析チームおよびPhase2チームへ分配する試料の選定と提案
  - 分配試料の個別初期記載と分配容器(輸送容器)への梱包および分配(発送)。



# 4. 帰還試料受入れ準備状況



## キュレーションの方針

- 1次キュレーション作業では以下の制約範囲で初期記載を行う。
  - 試料を地球大気環境に晒さない
  - 試料を故意に破壊(破損)しない
  - 試料を無くさない
- 初期記載項目としては以下の内容を準備する
  - 光学観察(光学顕微鏡観察)
  - 秤量測定
  - 分光観察(FTIR及びMicrOmega(※)による観察)
- 初期記載内容は、データアーカイブ化し、分配試料選定に供するとともに、試料分配や国際公募研究時に提供できるよう整備する。

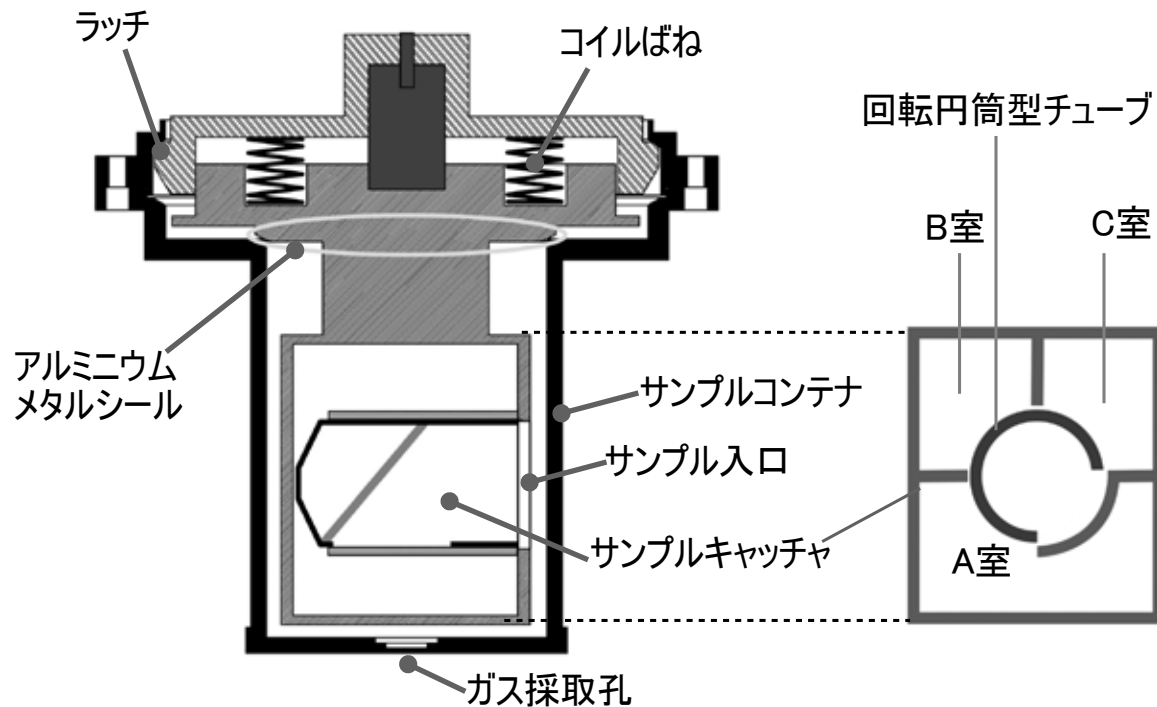
※MicrOmegaはCNES/JAXAの取決めによりIASより提供された観測装置

[https://www.jaxa.jp/projects/int/topics\\_j.html#topics14887](https://www.jaxa.jp/projects/int/topics_j.html#topics14887)



# 4. 帰還試料受入れ準備状況

## サンプルコンテナの構造



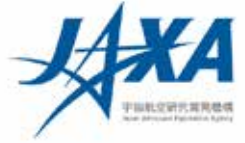
### サンプルコンテナの特徴

- 密封を保つためのメタルシール構造を有する
- サンプルコンテナ内ガス採取のためのインターフェースを有する
- サンプル収納室を3部屋有する。A室にTD1のサンプル、C室にTD2のサンプルが収納されている。

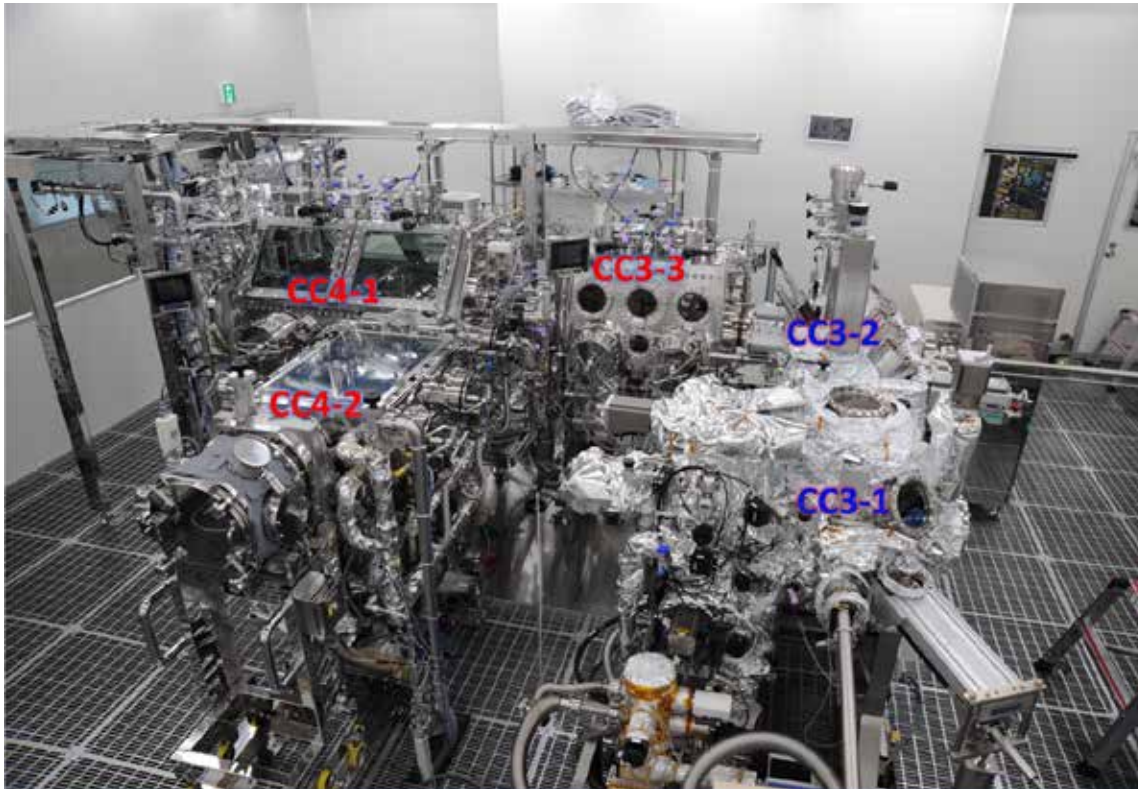
(画像クレジット: JAXA)



# 4. 帰還試料受入れ準備状況



## クリーンチャンバーの構成



- CC3-1 : サンプルコンテナの開封 (真空環境)
- CC3-2 : サンプルキャッチャの開封および一部試料の取り出し (真空環境)
- CC3-3 : 真空環境から窒素環境への置換
- CC4-1 : サンプルキャッチャの分解およびバルク試料回収 (窒素環境)
- CC4-2 : 個別試料回収および初期記載 (窒素環境)

(青:真空環境 赤:窒素環境)

(画像クレジット:JAXA)



## 4. 帰還試料受入れ準備状況

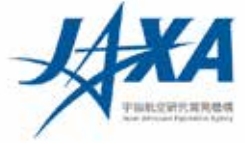


### 試料取り出しまでの作業フロー

- サンプルコンテナCC3-1への接続
- サンプルコンテナ開封
- サンプルキャッチャCC3-2への搬送
- サンプルキャッチャA室蓋開封
- キャッチャA室一部サンプル回収・保管
- サンプルキャッチャCC3-3への搬送
- キャッチャハンドリング治具取り付け
- サンプルキャッチャCC4-1への搬送
- サンプルキャッチャ分解およびバルク試料回収



# 4. 帰還試料受入れ準備状況



## 試料取り出し後の作業フロー

- バルク試料のCC4-2への搬送
- バルク試料の秤量
- バルク試料の光学観察
- バルク試料のFTIR観察
- バルク試料のCC3-3への搬送
- バルク試料のMicrOmega(※)観察(※国際協同のもとIASより提供された装置)
- バルク試料のCC4-2への搬送
- 個別試料のピックアップ
- 個別試料の初期記載(光学観察、秤量、FTIR観察、MicrOmega観察)
- 配分試料の選定
- 配分試料の輸送容器への梱包、発送



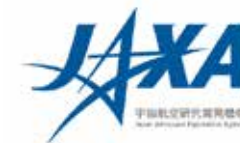
## 4. 帰還試料受入れ準備状況



作業スケジュール(予定)

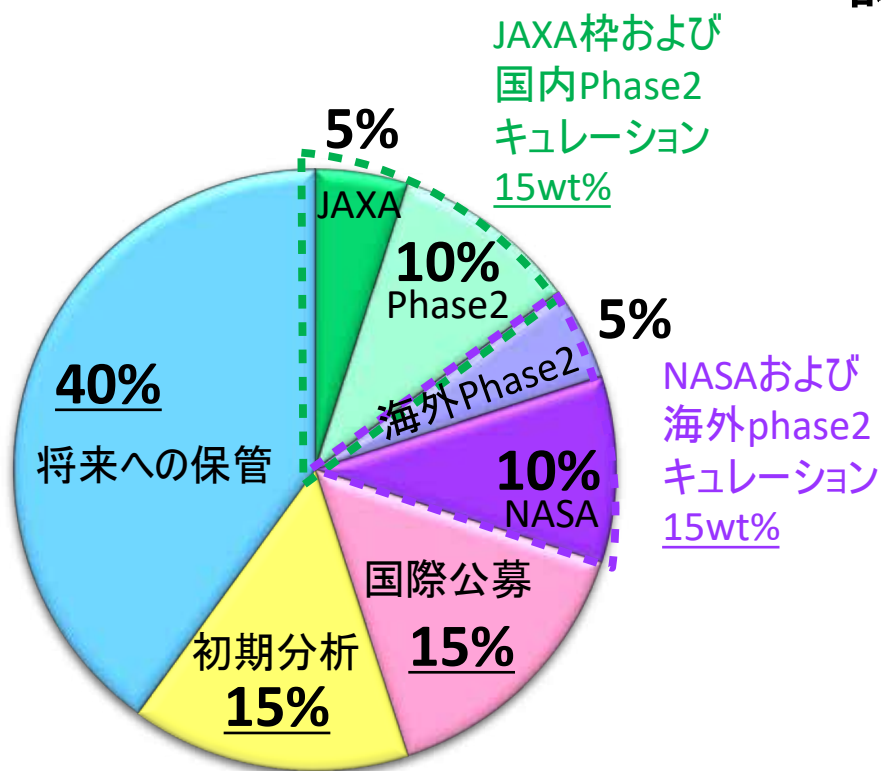
- 12月上旬: 帰還カプセル相模原到着
- 12月中旬: サンプルコンテナのクリーンチャンバー接続
- 12月下旬～: バルク試料取り出し、初期記載開始
- 1月中旬～: 個別試料ピックアップ開始





## 4. 帰還試料受入れ準備状況

### 試料分配方針



- JAXA 枠詳細記載用試料としての配分は5wt%
- 国内Phase2 curationへの配分は10wt%
- 海外Phase2 curationとしての配分は5wt%
- NASAへの配分は10wt%
- 第1回国際公募分析への配分は15wt%
- 初期分析チームへの配分は15wt%
- 残り40wt%の試料は将来への保管試料とすると同時に、第2回以降の国際公募分析用試料とする。

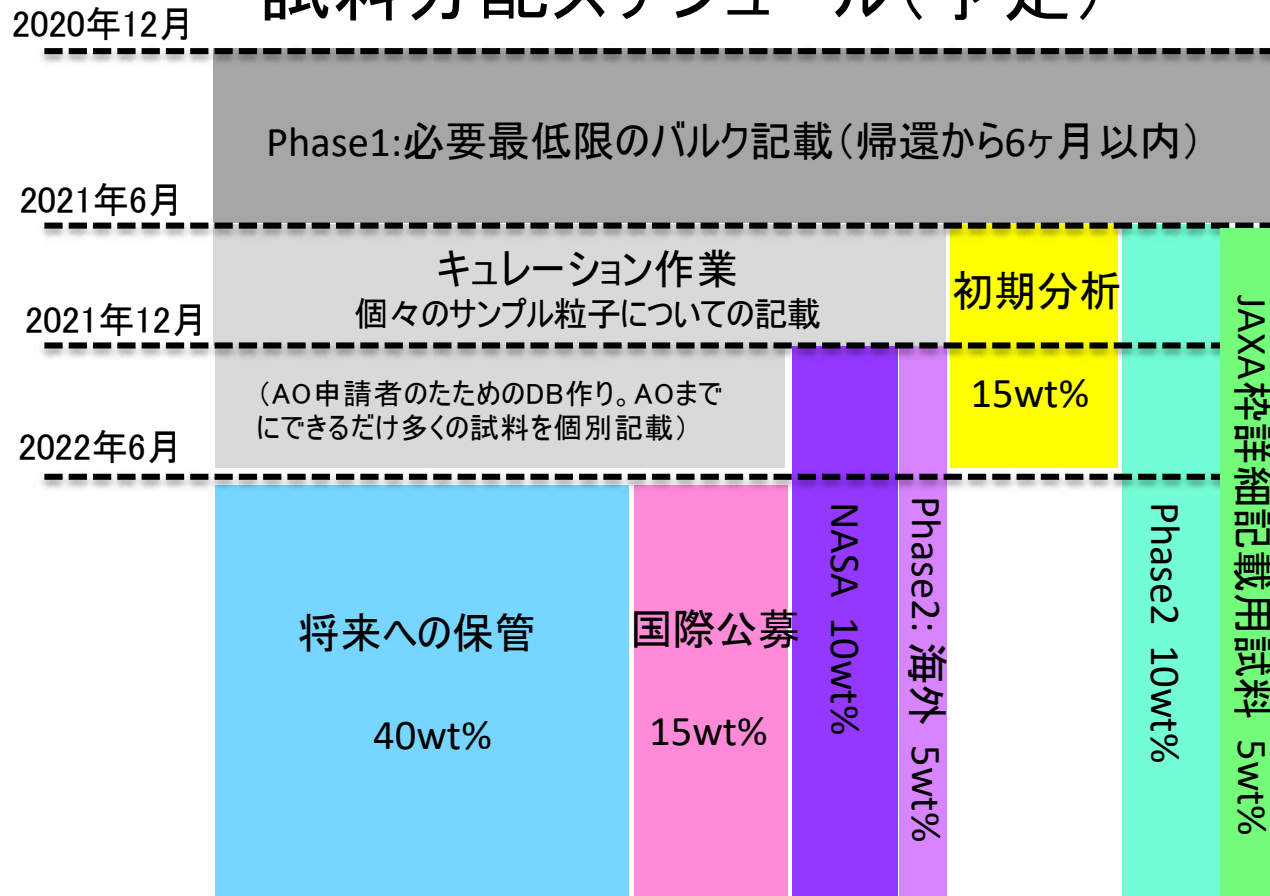
※試料の分配比率については最終的にはHayabusa2 Sample Allocation Committee(HSAC)で決定される予定である。

(画像クレジット: JAXA)



# 4. 帰還試料受入れ準備状況

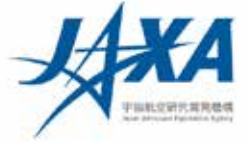
## 試料分配スケジュール(予定)



(画像クレジット:JAXA)



## 5. 今後の予定

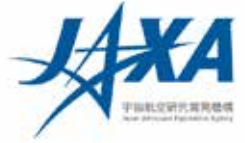


### ■運用の予定

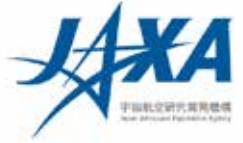
|                 |        |
|-----------------|--------|
| 2020年11月26日(予定) | TCM-3  |
| 2020年12月6日      | リエントリー |

### ■記者説明会等

|               |                  |
|---------------|------------------|
| 2020年11月(TBD) | 記者説明会@オンライン(TBD) |
|---------------|------------------|

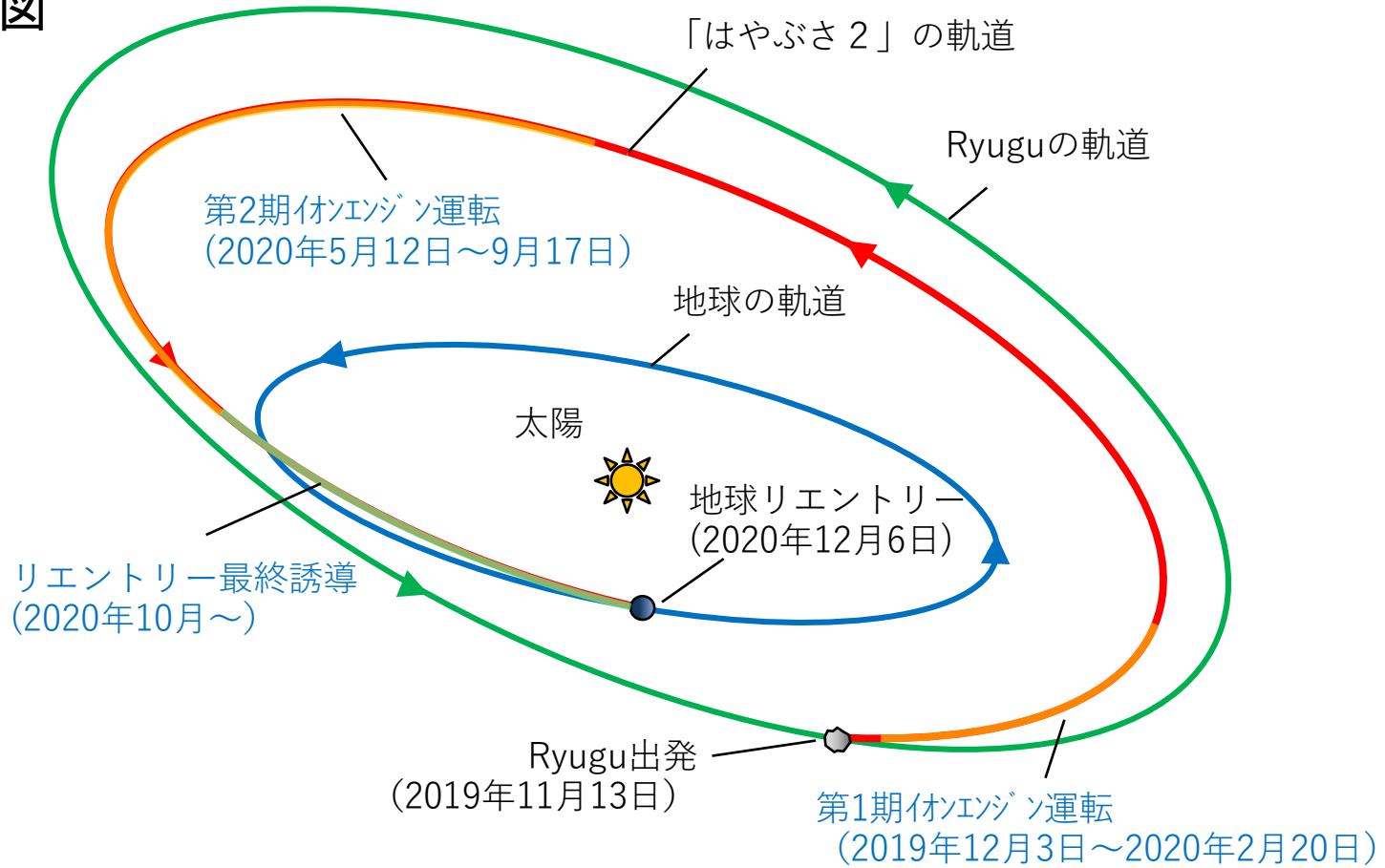


# 参考資料



# 帰還巡航運用計画

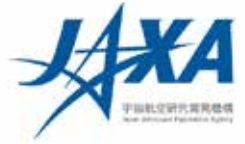
## 帰還フェーズ軌道図



(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  
(11/25-29 頃, 地球距離約350万km)

軌道微調整  
(12/1 頃, 地球距離約180万km)

カプセル分離  
(12/5 14:00-15:00JST 頃,  
地球距離約22万km)

地球圏離脱軌道変更  
(12/5 15:00-17:00JST 頃,  
地球距離約20万km)

カプセル着地  
(12/6 2:00-3:00JST 頃)

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)