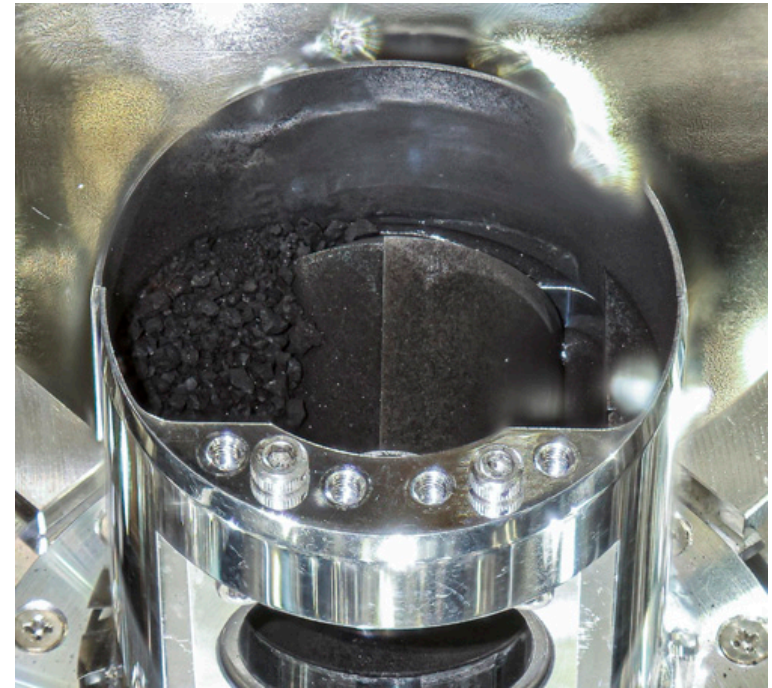


フォーリン・プレスセンター(FPCJ) プレス・ブリーフィング

「はやぶさ2」が解き明かす宇宙の謎



(イラスト 池下章裕氏)



(画像クレジット: JAXA)

2021年4月30日 @オンライン

吉川真 (JAXA はやぶさ2プロジェクト)

本日の内容

- プロジェクトの概要
- 地球帰還
- リュウグウのサンプル
- 今後の展開

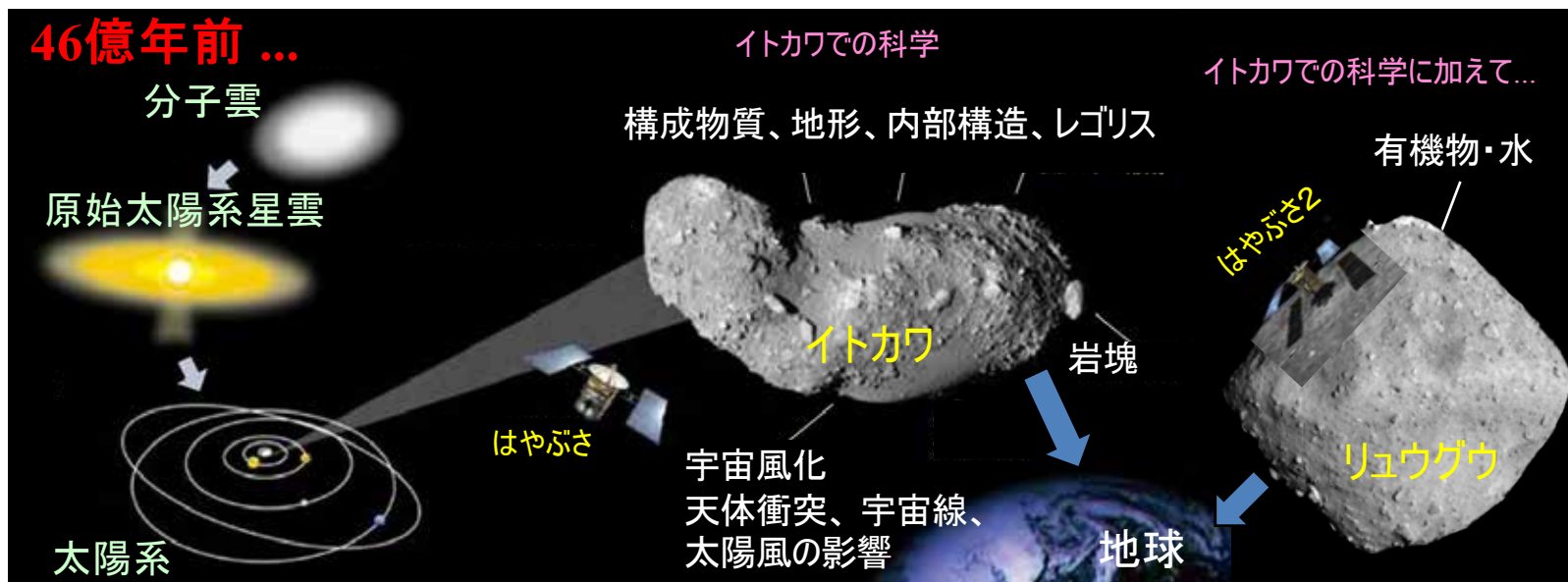
(2020年11月27日以降の進捗)



2020年11月27日のプレス・ブリーフィング

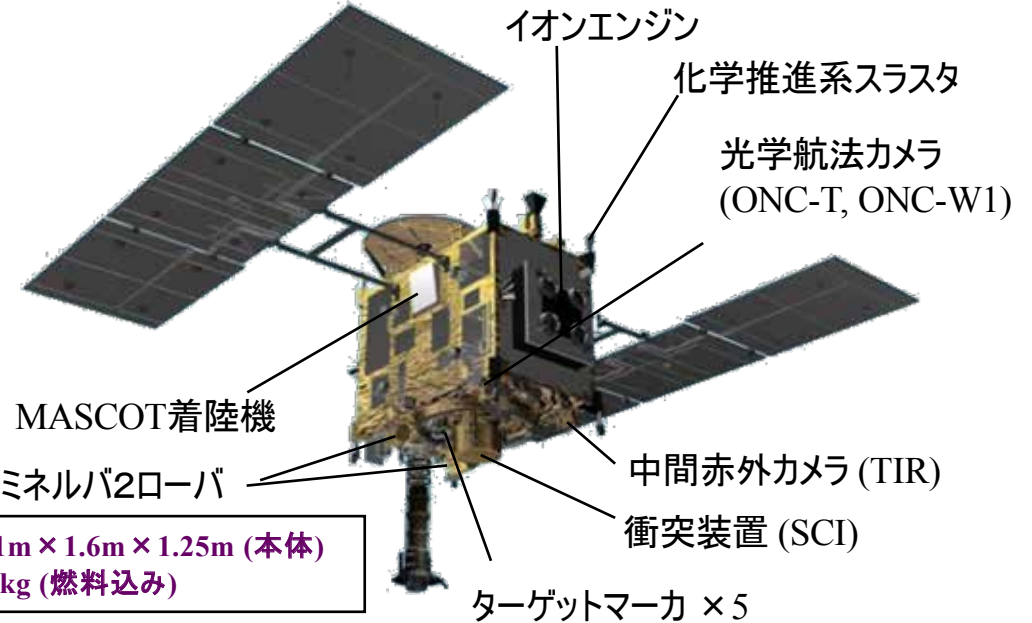
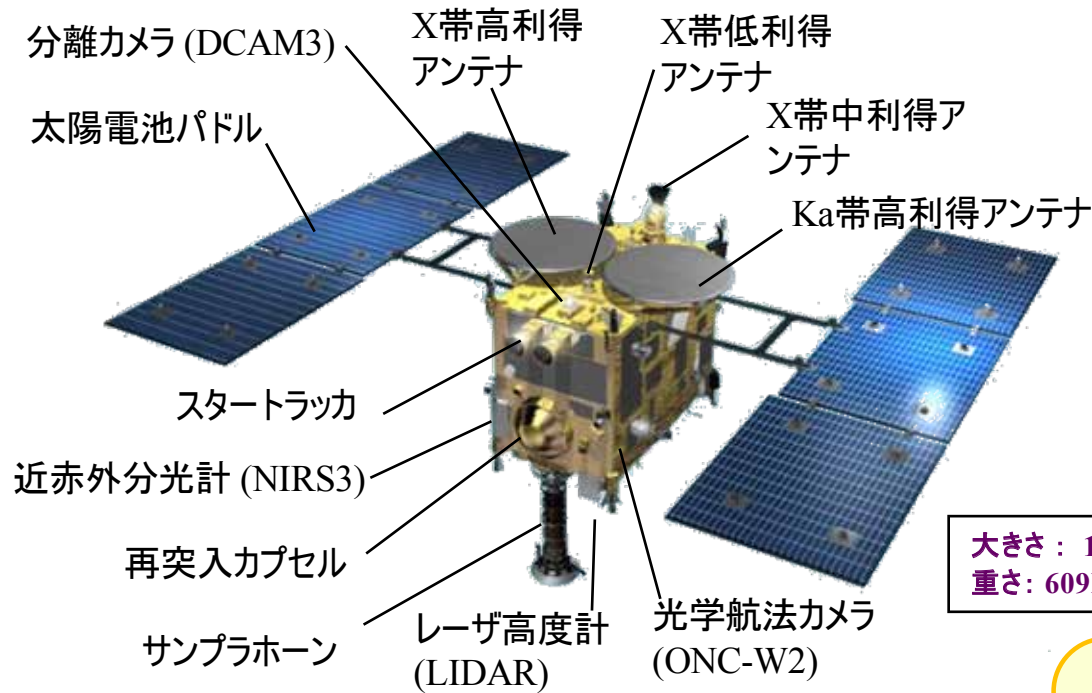
「はやぶさ2」ミッション

- 世界で2番目の小惑星サンプルリターンミッション（「はやぶさ」に続く）
- 目標天体：小惑星リュウグウ — C型の地球接近小惑星
- 科学目的：太陽系や生命の起源・進化、太陽系初期の水・有機物
- 工学目的：往復探査を確実に実行する技術



（画像クレジット：JAXA）

「はやぶさ2」探査機



大きさ: 1m × 1.6m × 1.25m (本体)
重さ: 609kg (燃料込み)



ONC-T

LIDAR

NIRS3

TIR

科学観測機器

MASCOT



(DLRとCNES製作)

MINERVA-II-1



MINERVA-II-2

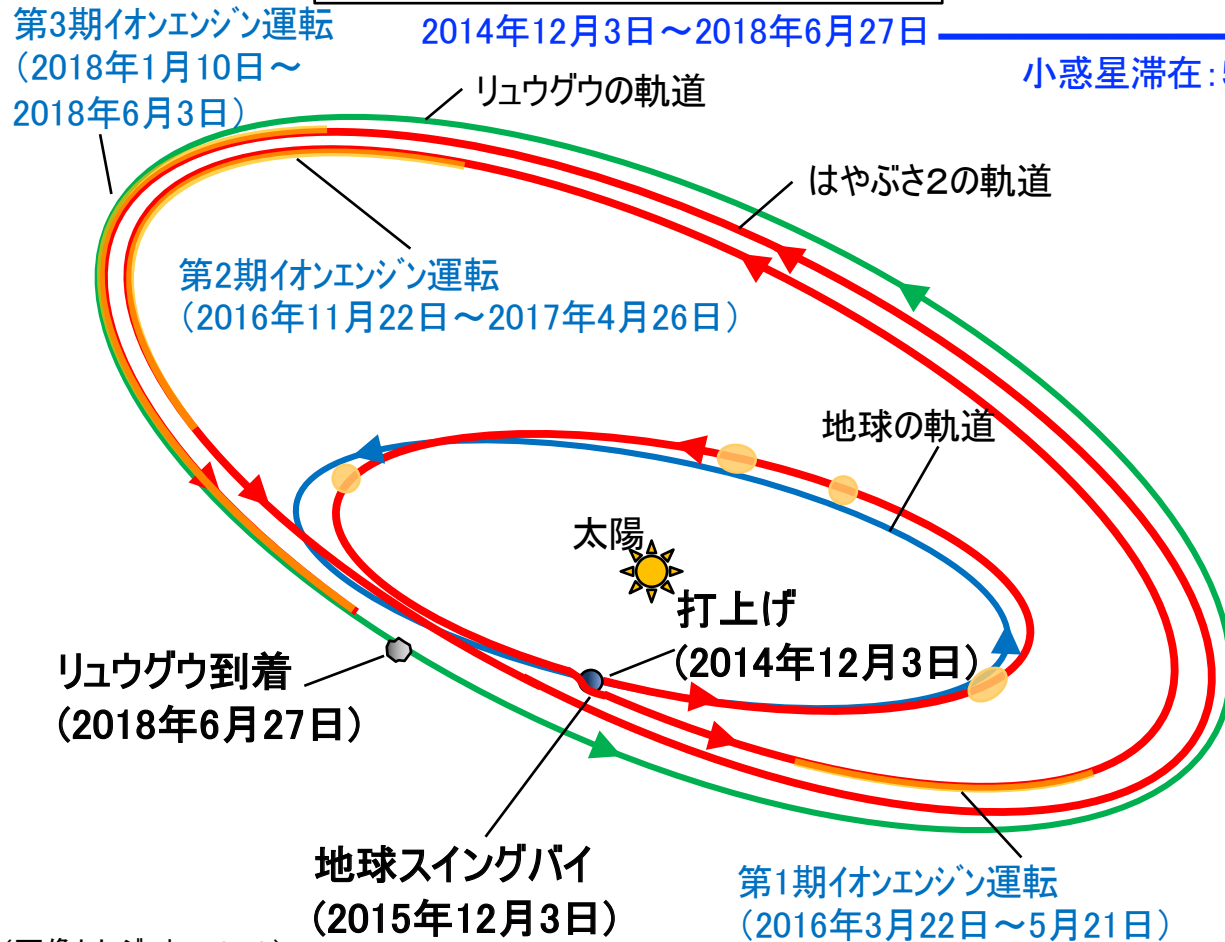


(東北大およびミネルバ2コンソーシアムによる)

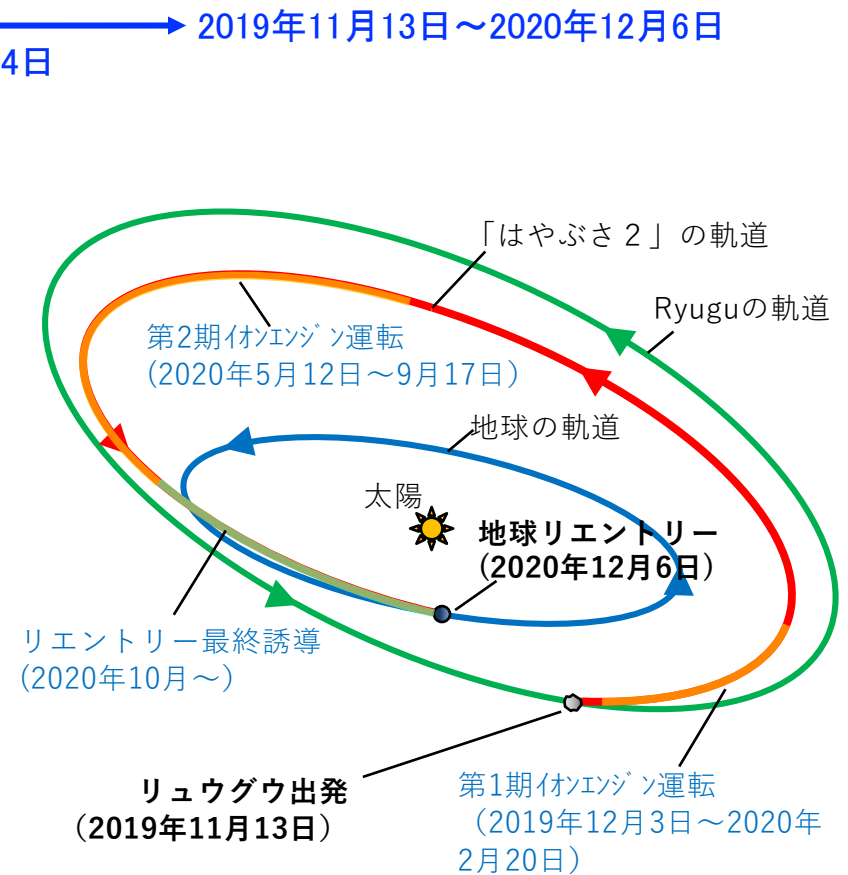
小型着陸機・ローバ

打ち上げから地球帰還まで

打ち上げ→リュウグウ到着

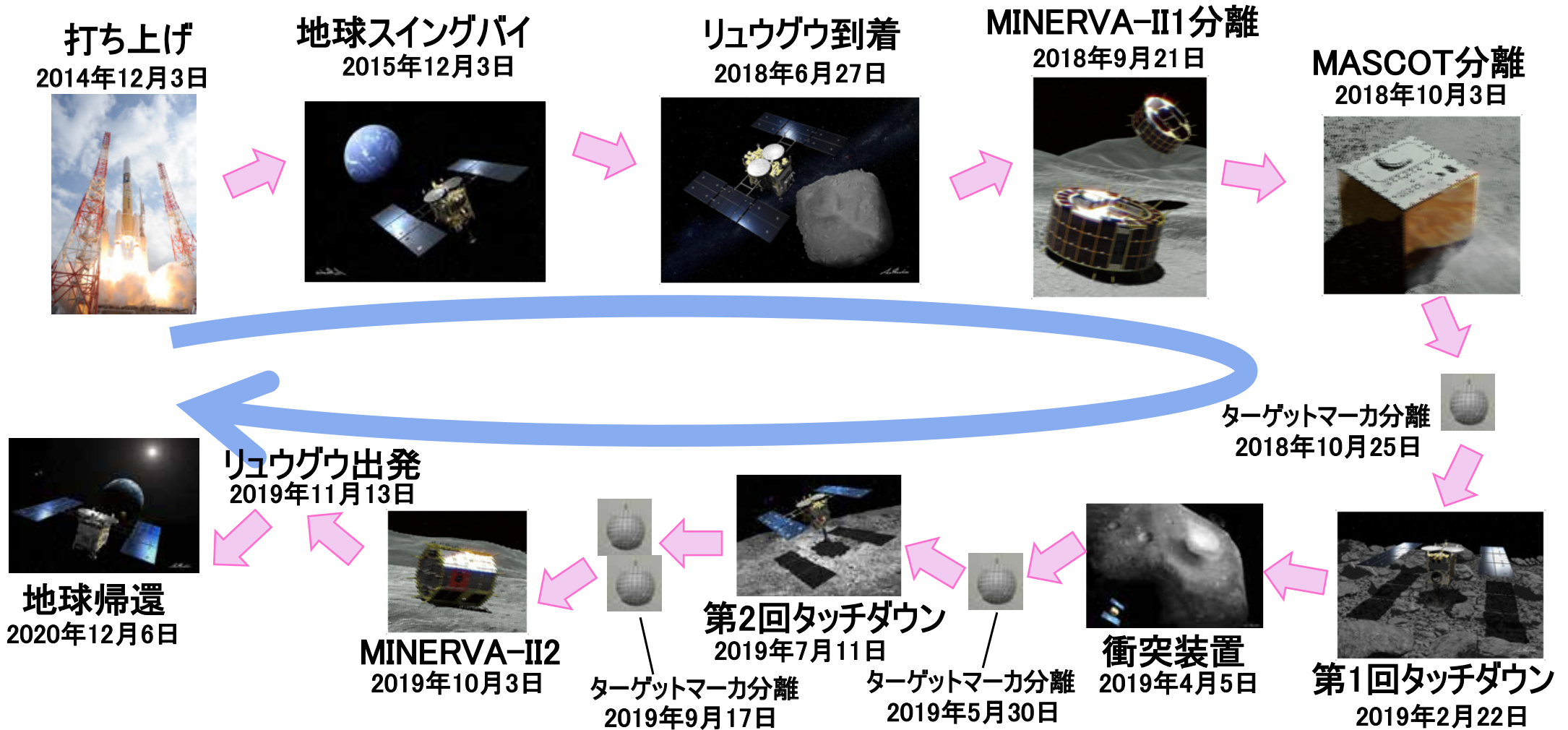


リュウグウ出発→地球帰還



(画像クレジット: JAXA)

ミッションの流れ概要



(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)

小惑星リュウグウ

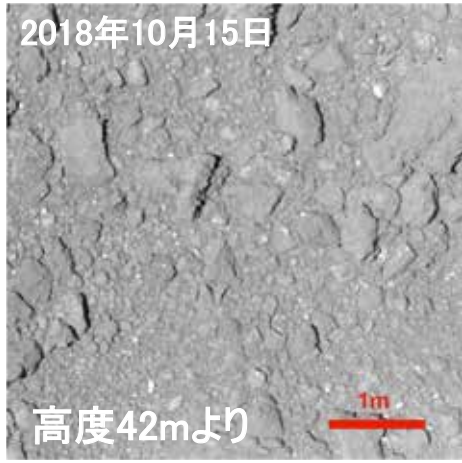
2018年6月30日



2018年7月20日



2018年10月15日



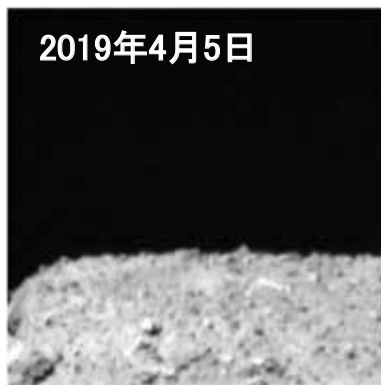
2018年9月23日



2019年2月22日

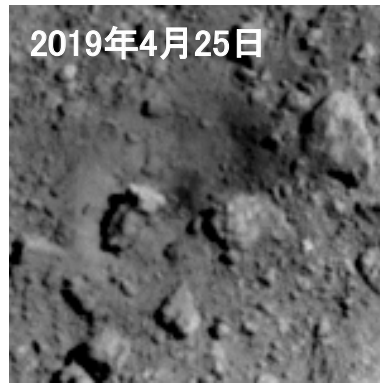


2019年4月5日



©Arakawa et al.,
Science 2020

2019年4月25日



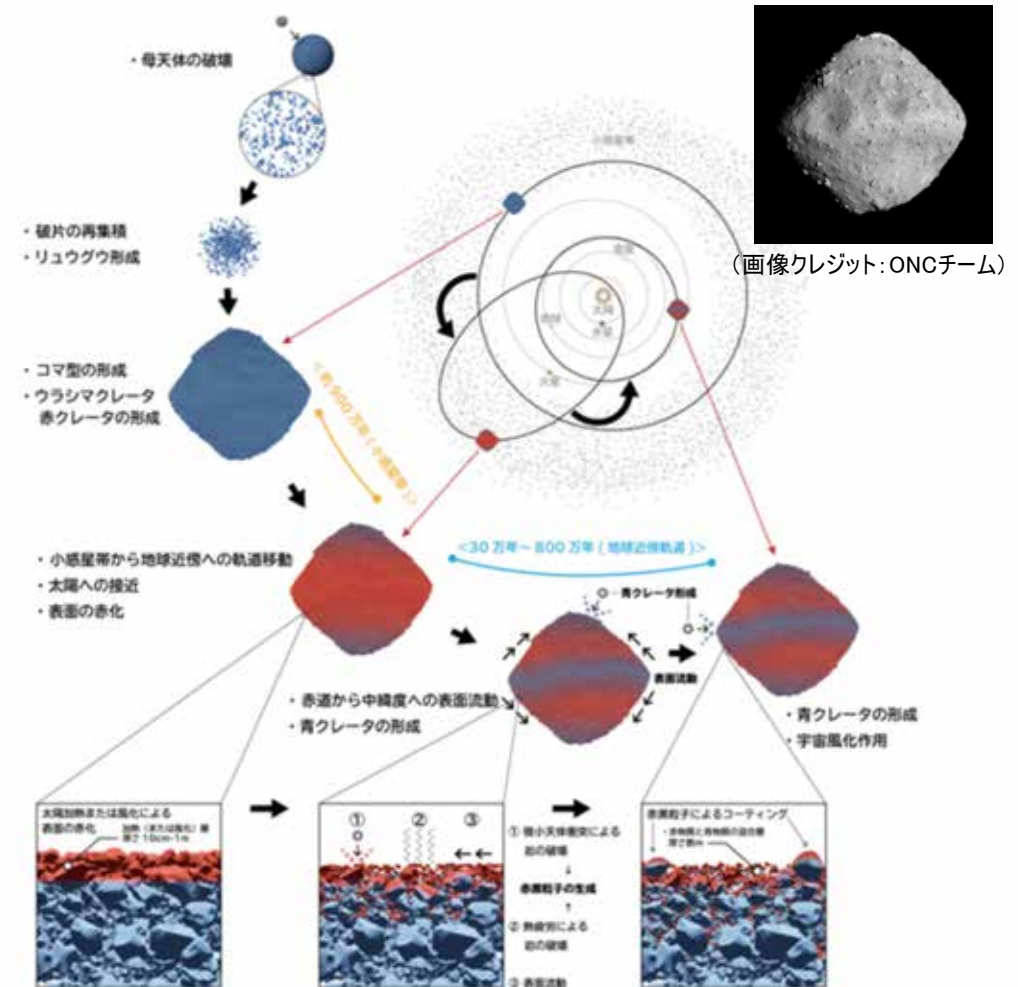
2019年7月11日



(画像クレジット 小惑星の画像: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 タッチダウン:JAXA)

探査機からの観測でリュウグウについて分かったこと

- 密度が小さい(1.19g/cm^3) → リュウグウはラブルパイル天体(空隙率50%以上)
- 形がコマ型 → 過去の自転周期は3.5時間程度であった可能性が高い(現在は7.6時間)
- $2.72\mu\text{m}$ の微弱な吸収 → 含水鉱物が存在
- 黒い(反射率が小さい) → 炭素を多く含む
- 大きな人工クレーター → 表面強度が小さい
- 暖まりやすく冷めやすい → 多孔質の岩
- 表面物質が変質 → 一時的に太陽に接近



Morota et al. (2020)掲載図を一部改変(©東大、JAXA)

リエントリー最終誘導運用

※TCM: Trajectory Correction Maneuver (軌道修正)

イオンエンジンによる軌道修正
(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)
(10/22, 地球距離約1700万km)

軌道微調整
(11/12, 地球距離約900万km)

ウーメラに向けた軌道変更
(11/26, 地球距離約360万km)

軌道微調整
(12/1, 地球距離174万km)

カプセル分離
(12/5 14:30JST,
地球距離22万km)

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

カプセル着地
(12/6 2:54JST頃)

15cm/s
通過高度:
400km→310km

1cm/s
通過高度:
310km→290km

1.2m/s
ウーメラに向かう軌道

約360万km彼方から
±10kmを狙う
||
1km先にいる
テントウムシを狙う

4.6cm/s
ウーメラに向かう軌道

カプセルの着地予定領域
を南東に33km移動

12m/s
地球圏離脱

通過高度
290km

TCM-0,1,2時に狙う軌道
地球圏離脱軌道

(画像クレジット: JAXA)

再突入カプセルの 地球帰還

2020年12月6日

(動画)

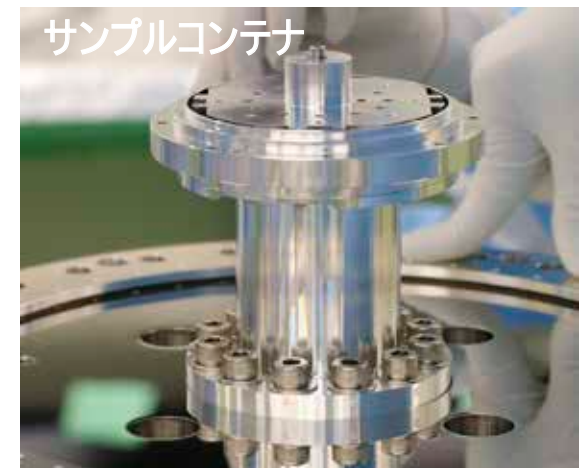
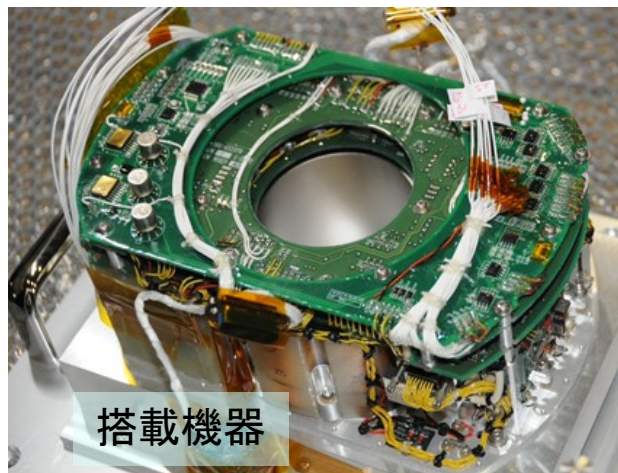
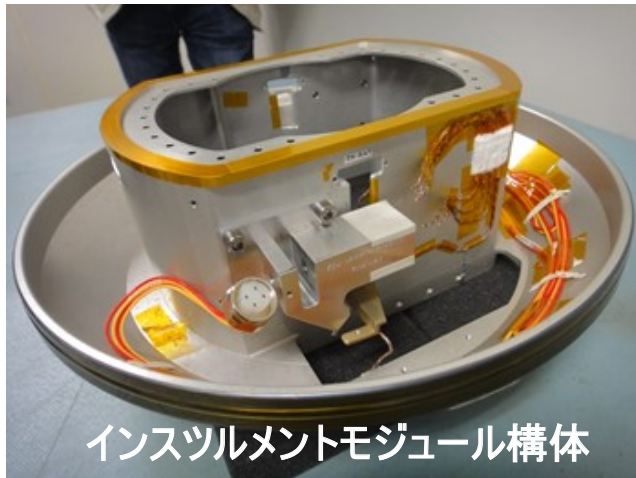
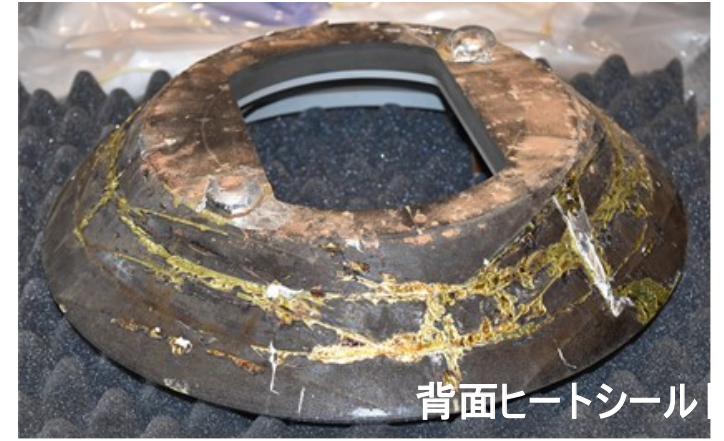
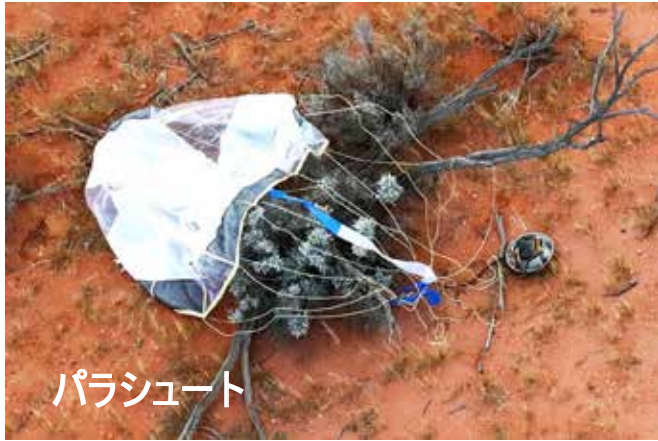


クーバーペディで観測された火球となったカプセル

(画像クレジット: JAXA)

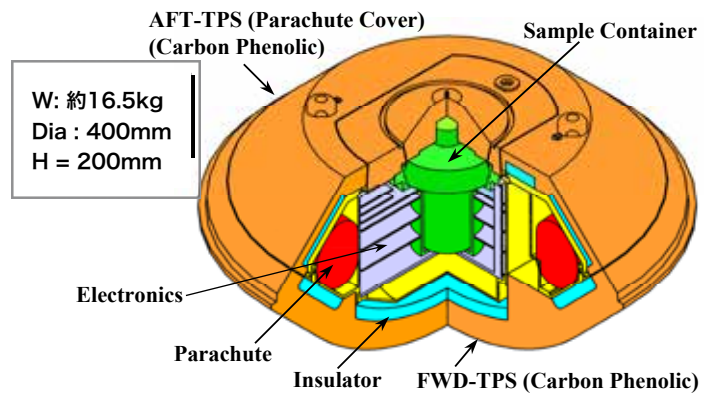


再突入カプセル(はやぶさ2)

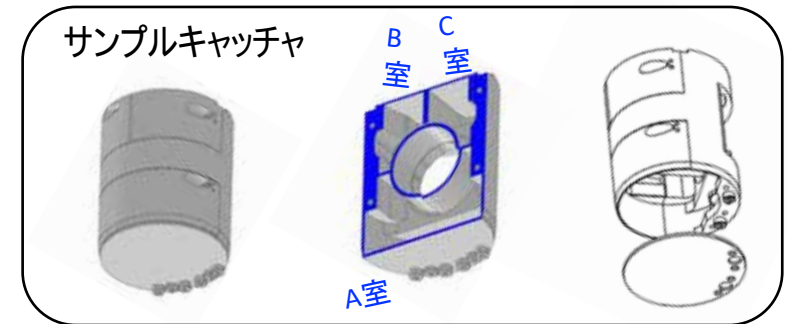
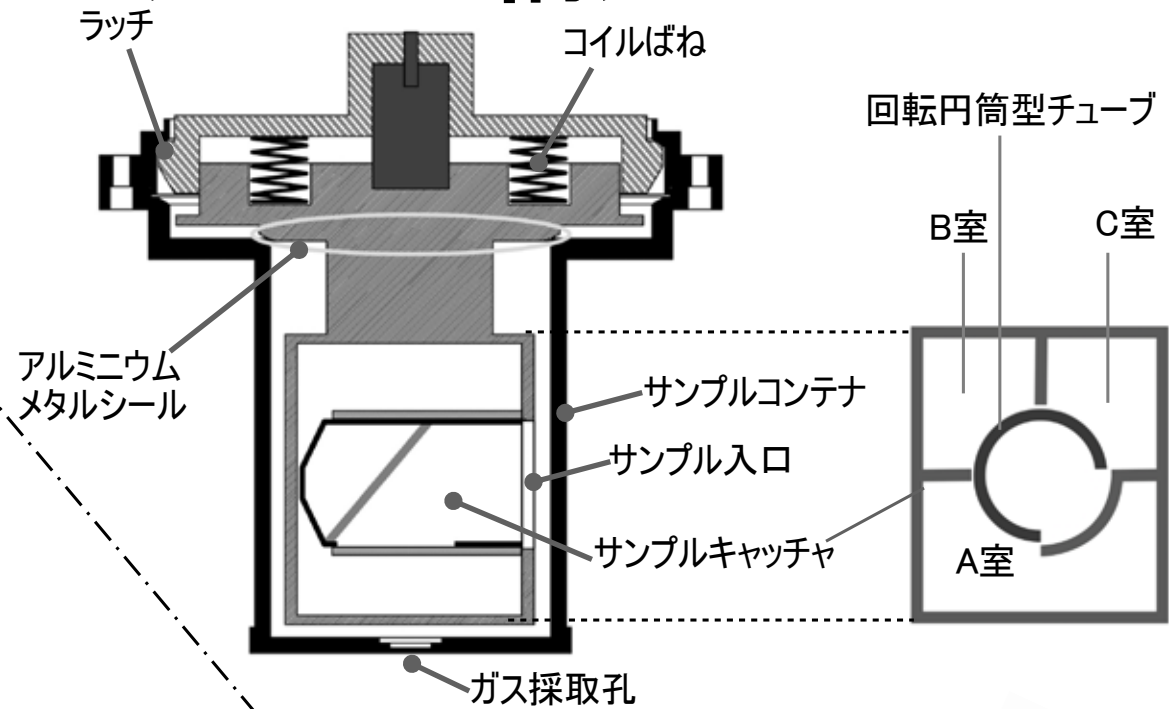


(画像クレジット:JAXA)

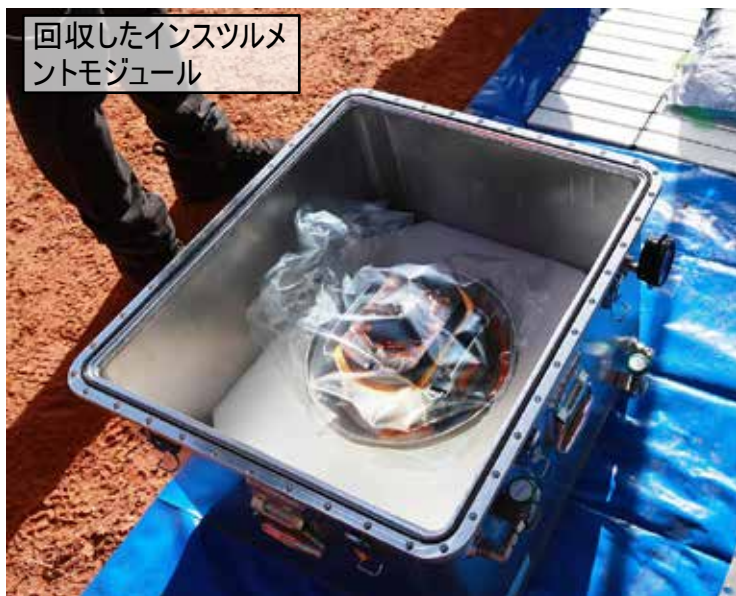
再突入カプセルの構造



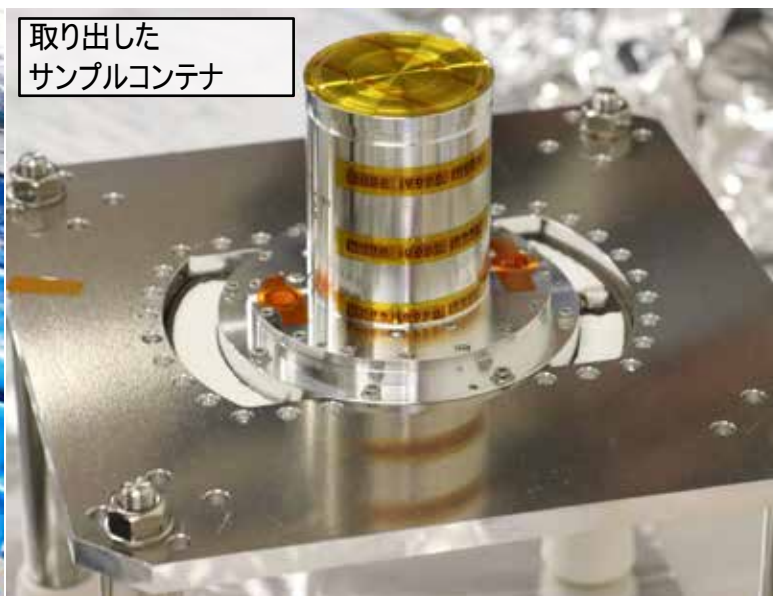
(画像クレジット: JAXA)



ガス採取



回収したインスツルメントモジュール



取り出したサンプルコンテナ

- ❑ 回収したインスツルメントモジュール(I/M)をQLF(Quick Look Facility)に輸送し、安全化の後に分解。
- ❑ サンプルコンテナを取り出し、ガス採取装置に接続。
- ❑ サンプルコンテナからガスを採取し、質量分析を実施した。

(画像クレジット: 回収されたインスツルメントモジュール: JAXA

取り出したサンプルコンテナ、ガスを採取している様子: JAXA/東京大学/九州大学/JAMSTEC)



ガス採取をしている様子

小惑星リュウグウのサンプル取得成功！

5.4g!



キャッチャーA室の蓋を外し、A室内の粒子を確認した。
2020年12月15日、11:10頃

(画像クレジット: JAXA)

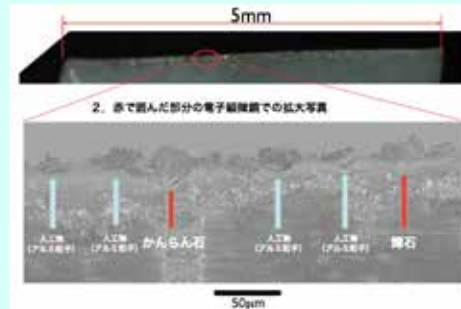
「はやぶさ」のとき(2010年)は.....



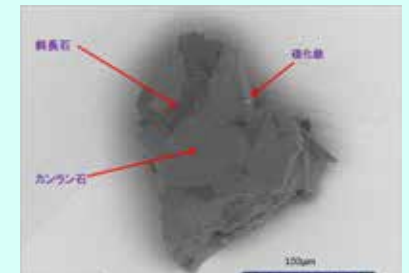
サンプルキャッチャーの内部

細い針で拾い上げる

幅5mmのヘラで掃き集める



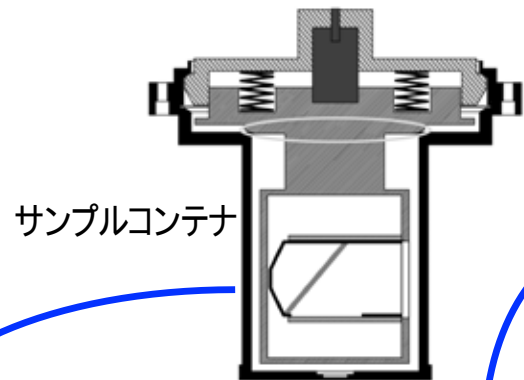
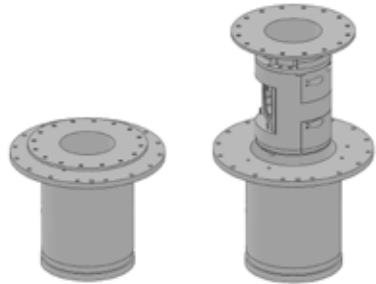
イトカワ物質の確認(2010.11.16)



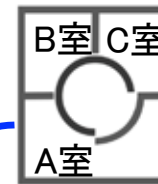
アメリカで行われたLPSC(第42回月惑星科学会議)で報告
(2011.03.11)

リュウグウのサンプル

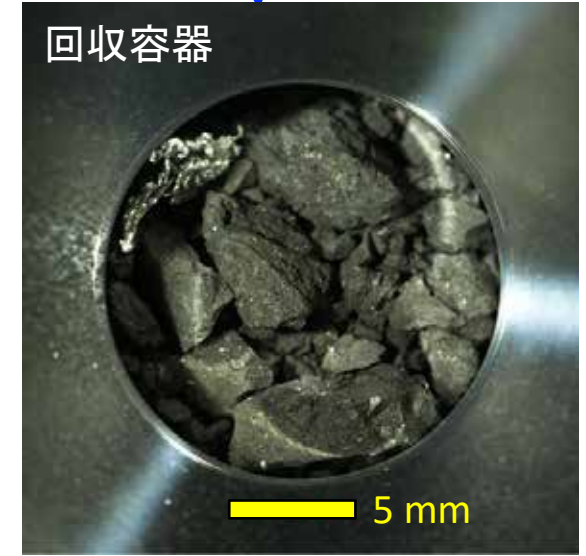
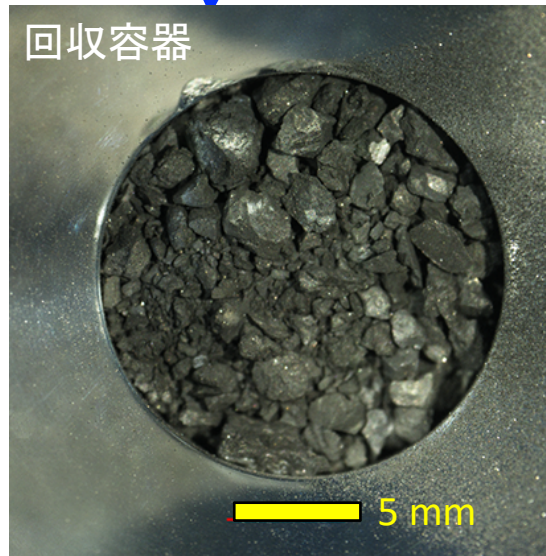
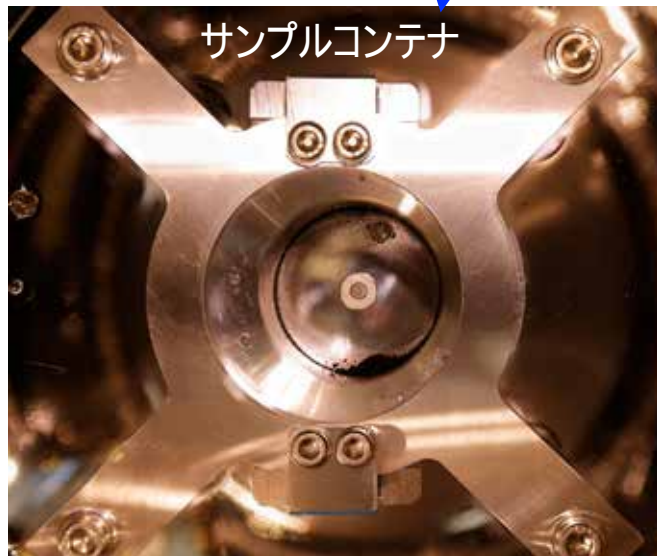
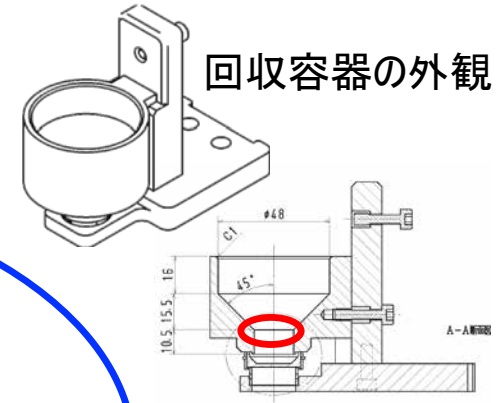
CC3-1内でサンプルコンテナからキャッチャを引き上げる模式図



サンプルキャッチャ



回収容器の外観



(画像クレジット: JAXA)

観察用容器に移されたサンプル

A室

(1回目のタッチダウン)



C室

(1回目のタッチダウン)

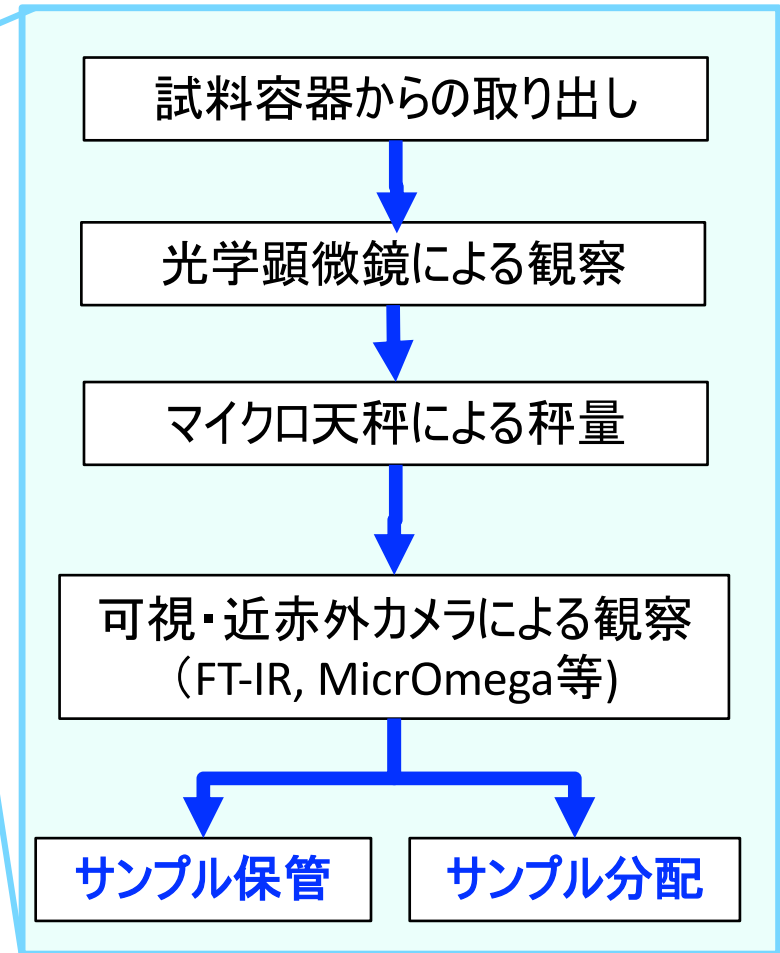
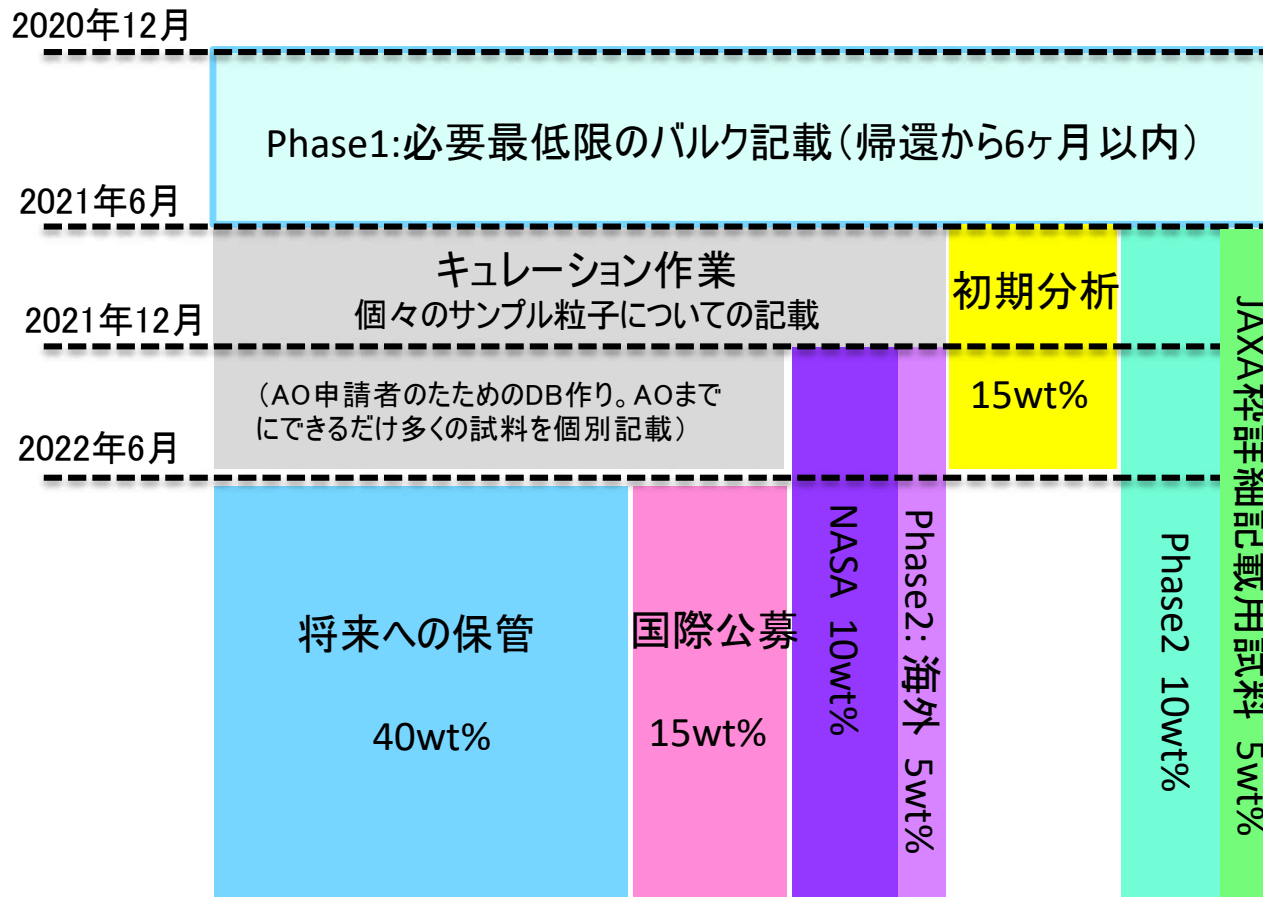


容器の内径は21 mm

(画像クレジット: JAXA)

* 重量(下記)は各観察容器内の試料の重さ。個別に分取した粒子の重さは含まれない。

サンプルのキュレーション作業と今後の予定



リュウグウ試料の分光観測結果

- 2021年1月より帰還サンプルの非破壊・非汚染での初期記載の一環としてバルク試料の分光観察を開始
- FTIR(連続赤外分光)及びMicrOmega(赤外分光顕微鏡)で測定
- 共通する特徴
 - $2.7\mu\text{m}$ 付近の吸収 → 水に関連する特徴(NIRS3でも観測された特徴)
 - $3.4\mu\text{m}$ 付近の吸収 → 有機物($-\text{CH}$)や炭酸塩($-\text{CO}_3$)などに関連する特徴
- リュウグウからの帰還試料である確たる証拠
- 水や炭素を含む始原的物質であることを示唆(⇒今後の高精度・高解像度分析に期待)



リュウグウ試料の分光観測結果

MicrOmegaによる3Dモデル(動画)

- 1mm以下の構造も観察可能
- 別の組成の破片が含まれる

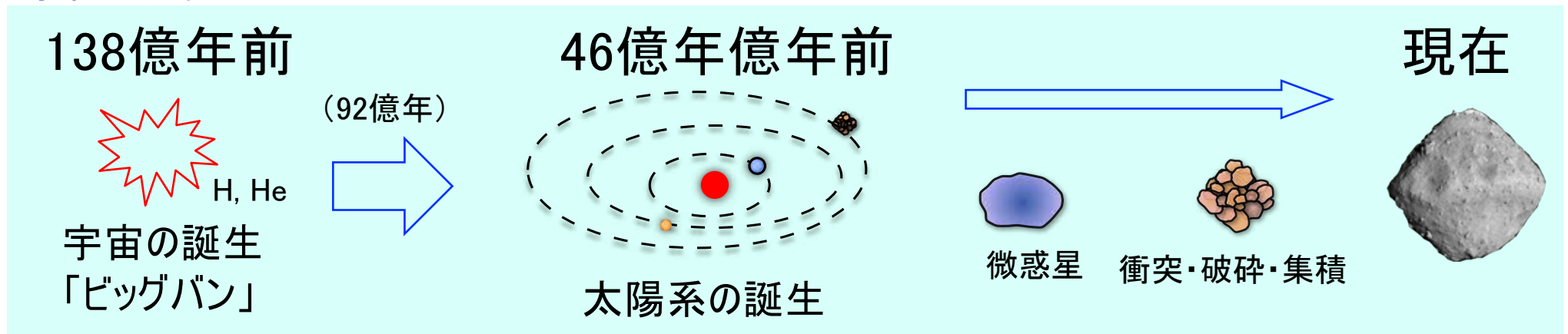


特殊な組成の粒子を強調した
3D画像:
(赤色粒子) OH基の多い粒子

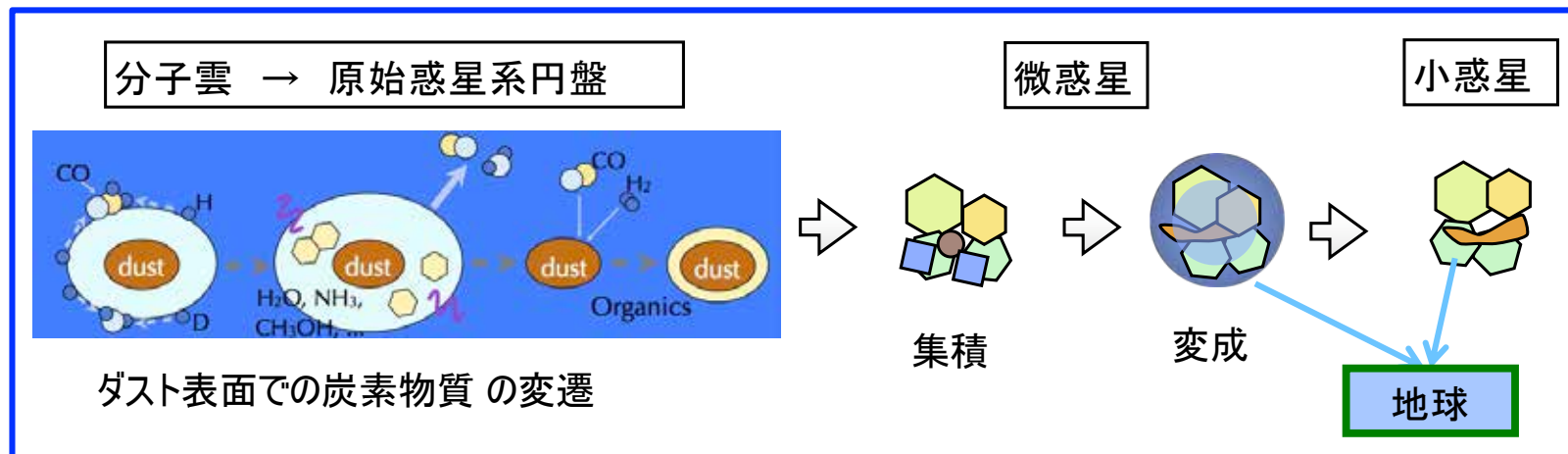
© MicrOmega/IAS/CNES

サンプル分析で調べたいこと

宇宙の歴史



物質の変化



生命の起源への手がかり

アミノ酸の立体構造
キラリティー(鏡像異性体)

左手型(L体)と右手型(D体)のアミノ酸

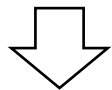
地球上の生命は、左手型(L体)のアミノ酸を用いている。→なぜか？

(画像クレジット: JAXA)

拡張ミッション

「はやぶさ2」ミッション(2014-2020)

- ・探査機はまだ運用できる状態
- ・イオンエンジンの燃料であるキセノンは50%残っている

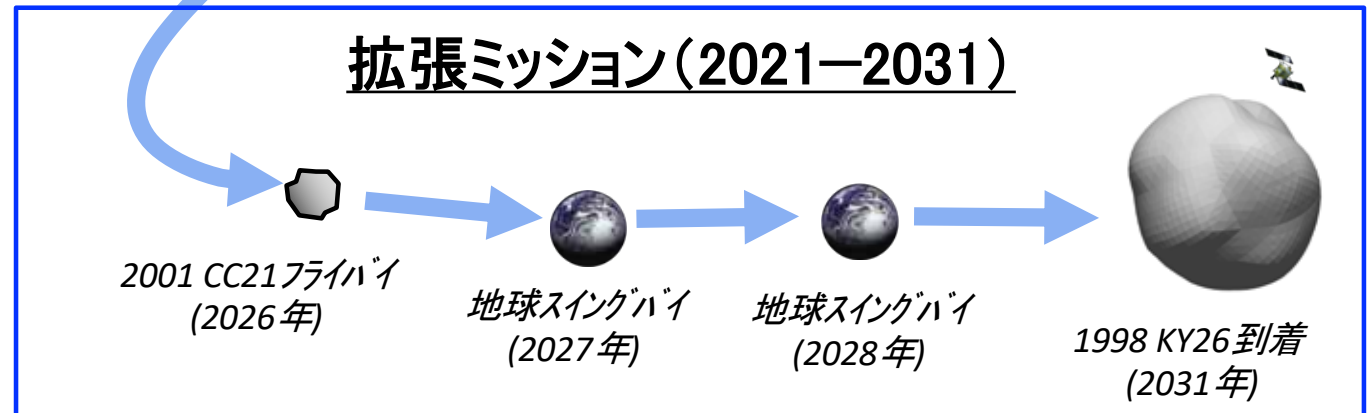


更なる探査へ

- ・長期宇宙航行という技術的な挑戦
- ・これまで探査されたことがない種類の天体(大きさ30m、自転周期10分)
- ・プラネタリーディフェンスに関連した科学と技術

(画像クレジット: JAXA)

拡張ミッション(2021-2031)



1998 KY26	
発見	1998年5月28日、スペースウォッチ・プロジェクト
形状	球状(レーダ観測より)
平均直径	約30 m程度
自転周期	10.7 分(0.178hr)
スペクトル型	炭素質小惑星の可能性あり
軌道長半径	1.23 天文単位
公転周期	1.37年(500日)

まとめ

- 再突入カプセルは、2020年12月6日にオーストラリア・ウーメラに着地した。＝6年間のミッションが無事に終了
- 取得されたサンプルは、約5.4g。これは、予定していた0.1gを大幅に上回る。
- 現在、キュレーション作業が進行中であり、本格的な分析である初期分析は今年の6月から開始さえる予定。
- 探査機は次の目的地である1998 KY26に向けて、運用を継続中。到着は10年後の2031年の予定。

