

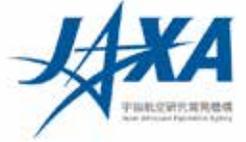
小惑星探査機「はやぶさ2」 記者説明会

2021年3月19日

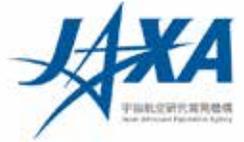
JAXA はやぶさ2プロジェクト



本日の内容



キュレーションと初期分析について、その概要とチームを紹介する。

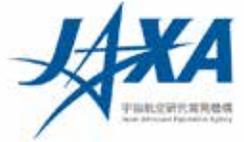


目次

1. プロジェクトの現状概要
2. キュレーションの概要・チーム紹介
3. 初期分析概要
4. 初期分析チーム紹介
5. 今後の予定



1. プロジェクトの現状概要



■ 探査機運用

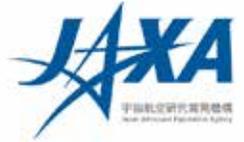
- 定常運用継続中。現在、太陽距離（探査機から太陽までの距離）がこれまでの運用では最短になっている（3/13に約1億2千万km）。探査機の温度が上がっているが、慎重な運用を行っており問題は生じていない。探査機の状態は良好。

■ キュレーション作業

- 引き続き、リュウグウより帰還した粒子・バルク集合体試料高精細な光学顕微鏡画像の取得および重量測定を進めている。



2. キュレーションの概要・チーム紹介



キュレーション：学術資料の記載・保管・管理・分配 + 技術研究開発

* JAXAでは**専門研究機関**との協力によりキュレーション活動を進めている*

Phase-1@宇宙科学研究所

試料の回収・初期記載（顕微鏡画像・重量・サイズ・形状など）・分配



sample

sample



Phase-2 責任者: 中村栄三
岡山大学 惑星物質研究所
高次の詳細記載データ・キュレーション技術の供与

- 地球惑星物質総合解析システム (CASTEM) による総合解析法の確立
- データ管理システム (DREAM) の開発・技術供与
- マルチ微量元素・同位体分析データの提供



Phase-2 責任者: 伊藤元雄
JAMSTEC 高知コア研
高次の詳細記載データ・キュレーション技術の供与

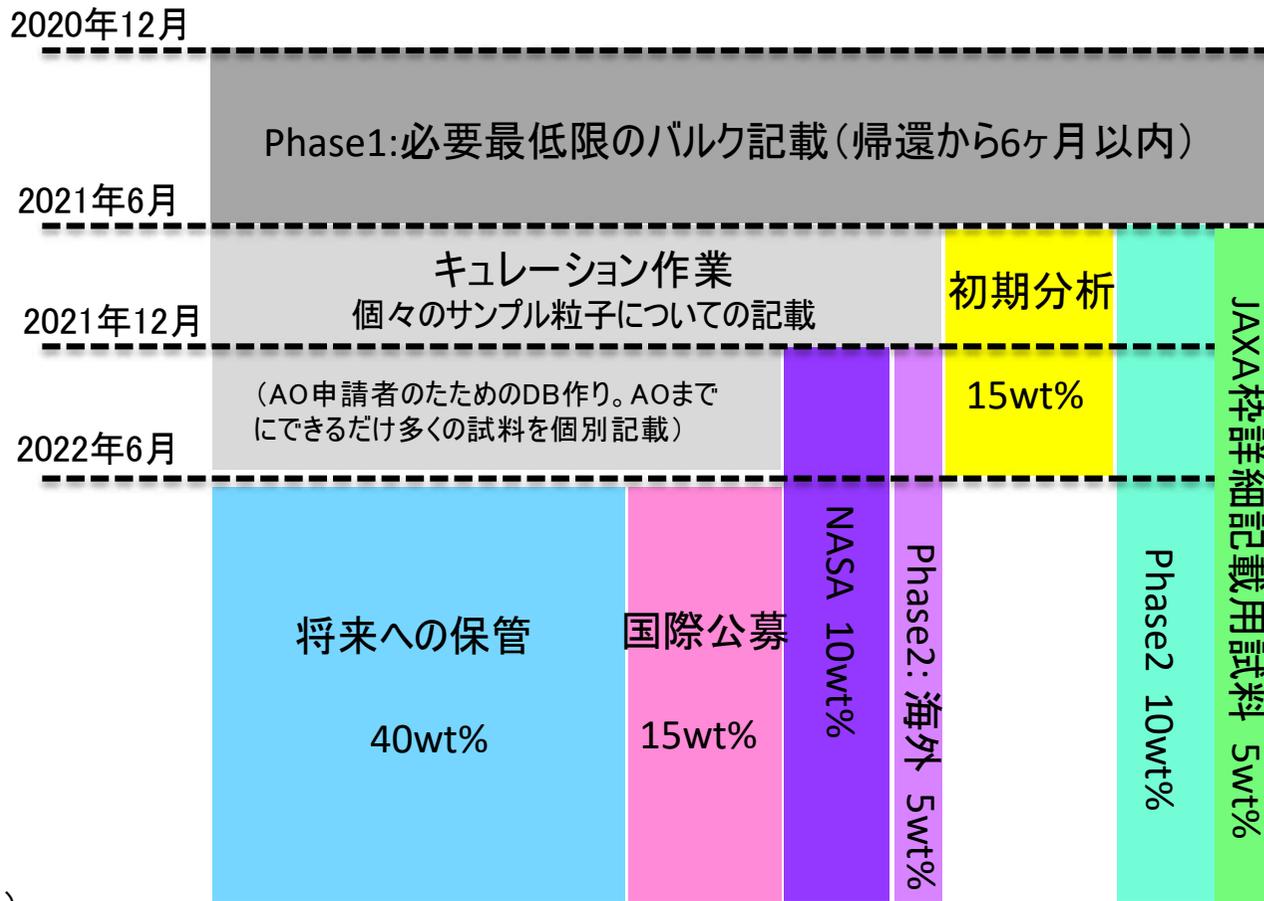
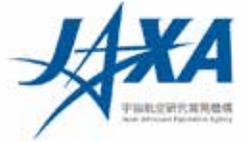
- 大気非曝露用ユニバーサル試料ホルダーの開発・技術供与
- 大気非曝露環境下におけるリュウグウ試料の詳細な物質科学的データ取得
- 多研究機関連携 (NIPR, UVSOR, JASRI/SPring-8など) による地球外物質リンケージ分析手法の開発と評価

初期・詳細記載、カタログ作成
分配等の技術・研究開発
保管

初期・詳細記載、カタログ作成
分配等の技術・研究開発
保管

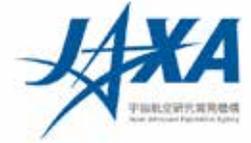


参考：試料分配スケジュール(予定)

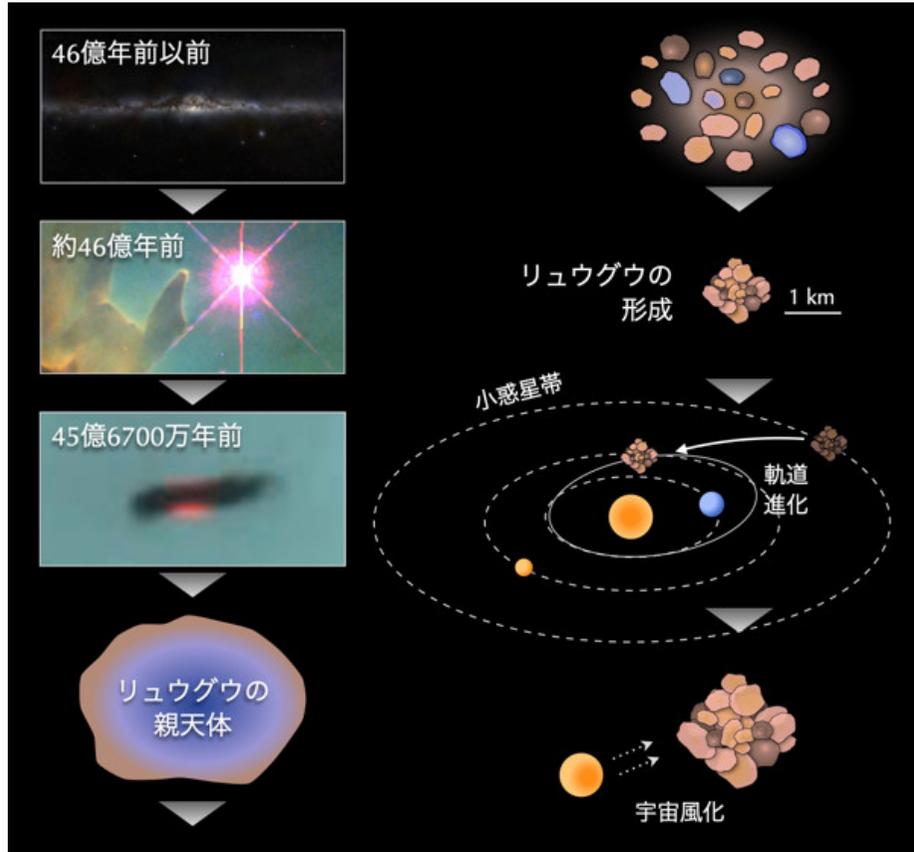


(画像クレジット:JAXA)

* 分配分量は参考値であり、今後、決定される



3. 初期分析概要



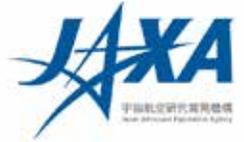
- ・統括 橘 省吾 (東京大学)
- ・化学分析チーム 塚本 尚義 (北海道大学)
- ・石の物質分析チーム 中村 智樹 (東北大学)
- ・砂の物質分析チーム 野口 高明 (京都大学/九州大学)
- ・揮発性成分分析チーム 岡崎 隆司 (九州大学)
- ・固体有機物分析チーム 藪田 ひかる (広島大学)
- ・可溶性有機物分析チーム 奈良岡 浩 (九州大学)

14カ国・109の大学と研究機関・269名

(画像クレジット: 橘省吾)



4. 初期分析チーム紹介



化学分析チーム

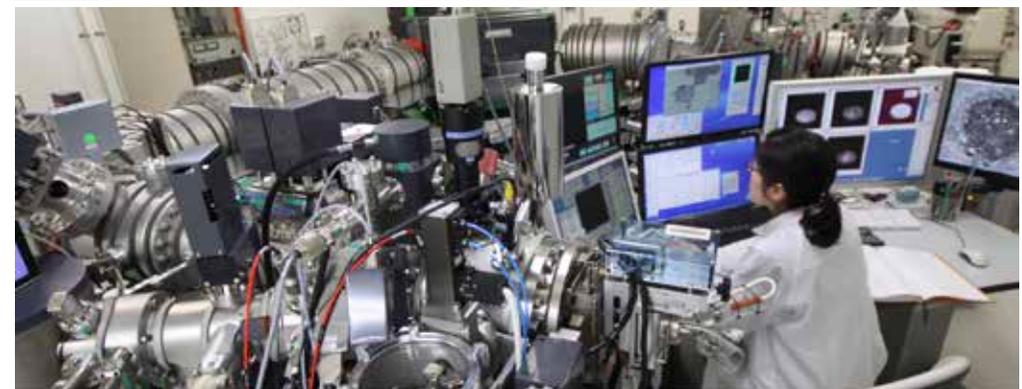
「はやぶさ2」が持ち帰ったリュウグウ試料の化学的特徴を明らかにする。そのため平均的な化学組成と元素の同位体組成を分析する。また、試料構成要素の同位体組成変動と形成年代を求める。

これらの結果から、小惑星リュウグウと地球に降り注ぐ隕石の種類との関係を明らかにし、リュウグウの起源と成因を探る。

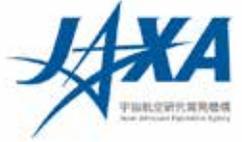
化学組成分析を行う蛍光X線分析装置(©リガク, ホリバ)



同位体分析・年代分析を行う精密質量分析装置(©東工大)



元素分布・同位体分布を観察する同位体顕微鏡(©北大)



4. 初期分析チーム紹介

石の物質分析チーム

粗粒な回収試料の光の反射スペクトルを取得し、小惑星リュウグウ表面の物質分布を推定する。放射光高エネルギービームを使った非破壊の物質分析を行い、回収試料の3次元の内部構造や元素分布を求める。高分解能電子顕微鏡を用いた微細組織観察を行う。熱伝導率などの物性測定も行う。

すべてのデータを統合し、小惑星リュウグウの形成過程をモデル化する。



Team Stone

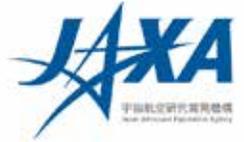
石サイズのリュウグウサンプル解析
物質分析とリュウグウ形成シミュレーション

World-wide synchrotron network

(画像クレジットは各機関)



4. 初期分析チーム紹介



砂の物質分析チーム

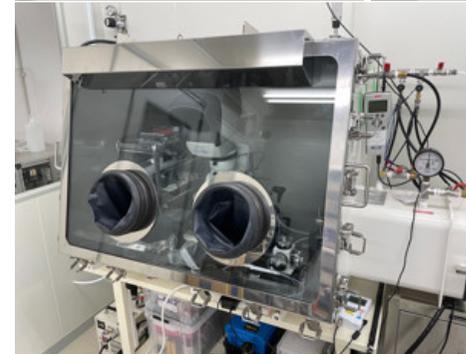
大気のない天体の表面はじかに宇宙空間にさらされている。太陽からは太陽風というプラズマの流れが常に吹き出しており、リュウグウの表面はそれをずっと浴び続けている。また、とても小さな隕石がライフル銃よりもずっと速い速度で衝突してきていたりしている。

砂の物質分析チームでは、そのような厳しい環境にさらされてリュウグウを作っている物質の表面がどのように変化しているかということに特に注目して研究を行う。

試料の加工は九大と京大で行い、自ら試料の透過電子顕微鏡観察を行うと共に、国内外の研究者に試料を配付し、研究を進めていく。



左：最新型のプラズマFIB試料加工観察装置。小惑星試料を観察・分析・加工する。
右：リュウグウの物質がどのような物質からできているかを調べるために用いる走査透過型電子顕微鏡。
両装置共、大気に触れることなく試料を出し入れすることができる。

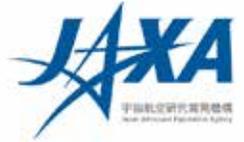


大気に直接試料に触れさせずに取り扱うためのグローブボックス。純化した窒素ガスを満たして使用する。

© 野口(京大/九大)



4. 初期分析チーム紹介



揮発性成分分析チーム

「はやぶさ2」キャッチャコンテナに封入された揮発性物質とリュウグウ固体試料中の揮発性物質の元素組成と同位体組成を分析する。水素、窒素、酸素、希ガスなど様々な揮発性物質を分析して、リュウグウの材料物質の起源や地質学的年代情報を得ることを目標としている。

リュウグウ固体試料は大気非暴露での分析を国内外の研究所で行い、リュウグウの「生」の情報を得ることを目指す。これに加えて、京都大学・複合原子力科学研究所で中性子照射を行う事でイリジウムなどの微量元素分析とAr-Ar年代など、様々な物質科学情報を貴重な試料から同時に取得する計画である。

中性子照射・微量元素分析
(©京大・複合原子力)



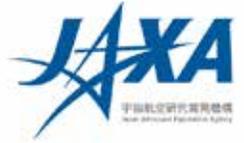
軽元素同位体分析
(©東大・海洋研)



希ガス同位体分析
(©九大・理)



4. 初期分析チーム紹介



固体有機物分析チーム

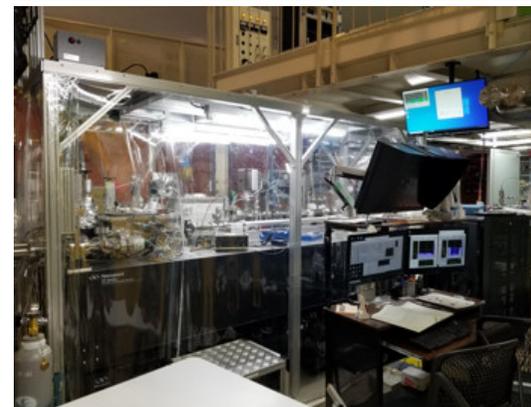
初期太陽系の歴史における生命材料物質の形成過程を解明するために、さまざまな顕微分光法(赤外、ラマン、放射光軟X線)、電子顕微鏡、同位体顕微鏡を複合して、小惑星リュウグウ試料中の固体有機物の分子・同位体組成と形態およびそれらの分布を明らかにする。

未加工の試料からは固体有機物の化学組成の不均一性を明らかにし、地球外有機物の起源と進化の多様性の理解を目指す。

酸処理により分離・精製される不溶性有機物の分析からは固体有機物の平均組成を明らかにし、小惑星リュウグウがどのような天体であるかを特徴づける。



炭素質隕石の酸処理により分離精製された固体有機物。有機物総量の主要な割合を占める。黒色で複雑な分子構造に、初期太陽系の歴史が記録されている。(撮影: 藪田)

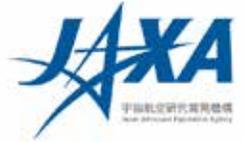


放射光軟X線顕微鏡 (BL19A, Photon Factory, KEK, 茨城県つくば市)

約30ナノメートルの高い空間分解能を持ち、微小領域中の有機物の化学状態を明らかにすることができる。(撮影: 藪田)



4. 初期分析チーム紹介



可溶性有機物分析チーム

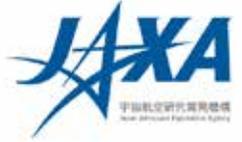
小惑星リュウグウにどのような有機化合物が含まれているかを明らかにする。

試料を種々の溶媒を用いて抽出し、主にクロマトグラフィー質量分析によって有機分子を同定・定量する。主な対象化合物はアミノ酸や含窒素環状化合物などであるが、検出可能な分子を超高分解能質量分析によって網羅的に解析する。また可溶性有機化合物の空間分布や炭素・窒素・イオウなどの存在量・同位体比分析も行う。日本・アメリカ・ドイツ・フランスの国際共同研究チームで実施する。



分析を行う九州大学のクリーンルームと液体クロマトグラフ高分解能質量分析計(上)およびリハーサル分析の様子(下)

(画像クレジット: 九州大学)



5. 今後の予定

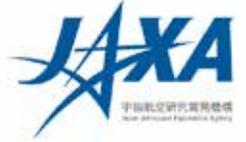
■ 運用の予定

2021年3月～ 定常運用を継続

4月末くらいからイオンエンジン運転開始予定

■ 記者説明会等

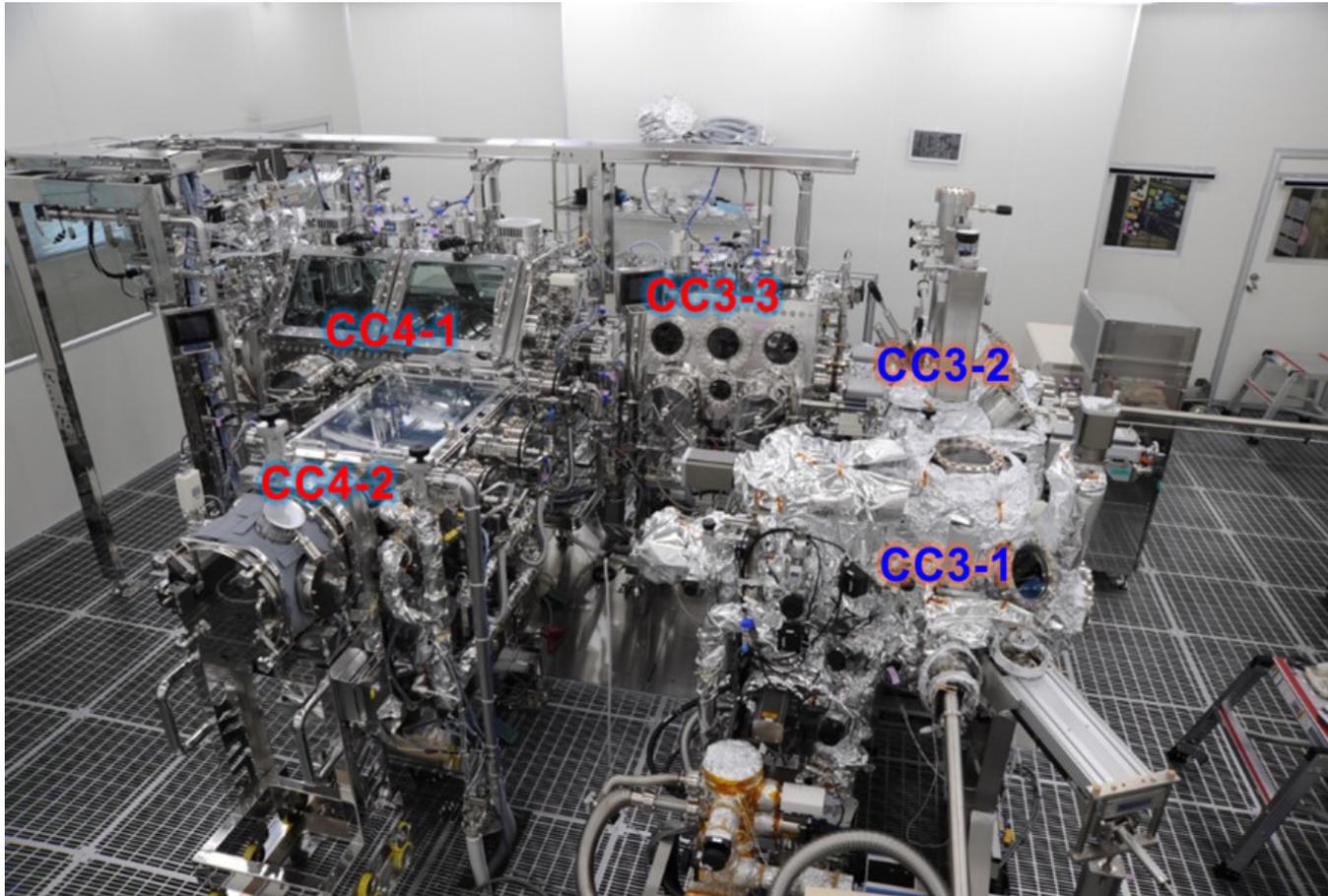
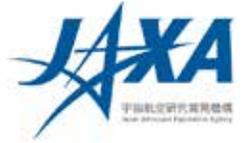
2021年4月 TBD 記者説明会



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)