

「はやぶさ2」初期分析チーム 2021年6月より試料の分析開始

1. 発表者：

橘 省吾（東京大学大学院理学系研究科附属宇宙惑星科学機構 教授／
JAXA 宇宙科学研究所 太陽系科学研究系 特任教授）
坂本 尚義（北海道大学大学院理学研究院 教授）
中村 智樹（東北大学大学院理学研究科 教授）
野口 高明（京都大学大学院理学研究科 教授／九州大学基幹教育院 教授）
岡崎 隆司（九州大学大学院理学研究院 准教授）
藪田 ひかる（広島大学大学院先進理工系科学研究科 教授）
奈良岡 浩（九州大学大学院理学研究院 教授）

2. 発表のポイント：

- ◆ 「はやぶさ2」初期分析チームは2021年6月より、地球帰還カプセル内部の粒子分析を開始する（一年間）。
- ◆ 初期分析チームには14カ国、109の大学と研究機関、269名が参加予定である。
- ◆ 初期分析チームは研究対象や手法の異なる6つのチームで構成される。

3. 発表概要：

小惑星探査機「はやぶさ2」（注1）は2020年12月に小惑星リュウグウ（注2）から帰還し、サンプルリターンに成功した。サンプルコンテナの内部の粒子は、本年6月以降、「はやぶさ2」プロジェクト初期分析チームが一年間、分析を行い、プロジェクトの科学目標である太陽系の起源と進化、地球の海や生命の原材料物質に関する成果をあげることをめざす。

初期分析チームは、化学分析、石の物質分析、砂の物質分析、揮発性成分分析、固体有機物分析、可溶性有機物分析の6つのチームから構成され、14カ国、109の大学と研究機関、269名が参加予定である。

4. 発表内容：

「はやぶさ2」が持ち帰った粒子は宇宙科学研究所キュレーション施設での初期記載の後、2021年6月ごろより、プロジェクト内の初期分析チームで詳細分析される。一年間の分析で、プロジェクトの科学目標である太陽系の起源と進化、地球の海や生命の原材料物質に関する成果をあげることをめざす。

初期分析は、日本を中心に14カ国、109の大学と研究機関、269名が参加する国際チームで進めていく。初期分析チームは6つのサブチームに分かれ、詳細は以下の通りである。全体の統括は東京大学の橘 省吾 教授が担当する。

1. 化学分析チーム

チームリーダー：北海道大学 塚本 尚義 教授

研究内容：「はやぶさ 2」が持ち帰った小惑星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、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。

2. 石の物質分析チーム

チームリーダー：東北大学 中村 智樹 教授

研究内容：粗粒な粒子（およそ 1 mm 以上）の物質分析を行う。水を含む鉱物である「含水鉱物」に着目する。粒子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、リュウグウの形成過程をモデル化する。

3. 砂の物質分析チーム

チームリーダー：京都大学/九州大学 野口 高明 教授

研究内容：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、小惑星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に特に注目して研究を行う。

4. 揮発性成分分析チーム

チームリーダー：九州大学 岡崎 隆司 准教授

研究内容：「はやぶさ 2」サンプルコンテナに封入された揮発性物質と小惑星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、希ガスなどさまざま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めざす。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ことでイリジウムなどの微量元素分析と Ar-Ar (アルゴン-アルゴン) 年代など、さまざま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。

5. 固体有機物分析チーム

チームリーダー：広島大学 藪田 ひかる 教授

研究内容：初期太陽系における有機物の起源と進化を解明するために、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、有機物形成の多様性の理解をめざす。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、リュウグウがどのような天体であるかを特徴づける。

6. 可溶性有機物分析チーム

チームリーダー：九州大学 奈良岡 浩 教授

研究内容：小惑星リュウグウにどのような可溶性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。これらの分析は日本・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。

6. 用語解説：

(注1) 小惑星探査機「はやぶさ2」：

日本の小惑星サンプルリターン探査機。2014年12月に打ち上げ、2018年6月に小惑星リュウグウに到着し、約17ヶ月の近傍観測期間中に小惑星表面に2回の着地に成功した。着地の際に弾丸を発射し、舞い上がった粒子が今回、持ち帰られたと考えられる。2020年12月6日に豪州に地球帰還カプセルを着地させ、現在は拡張ミッションとして、小惑星1998 KY26に向けて、飛行中である。

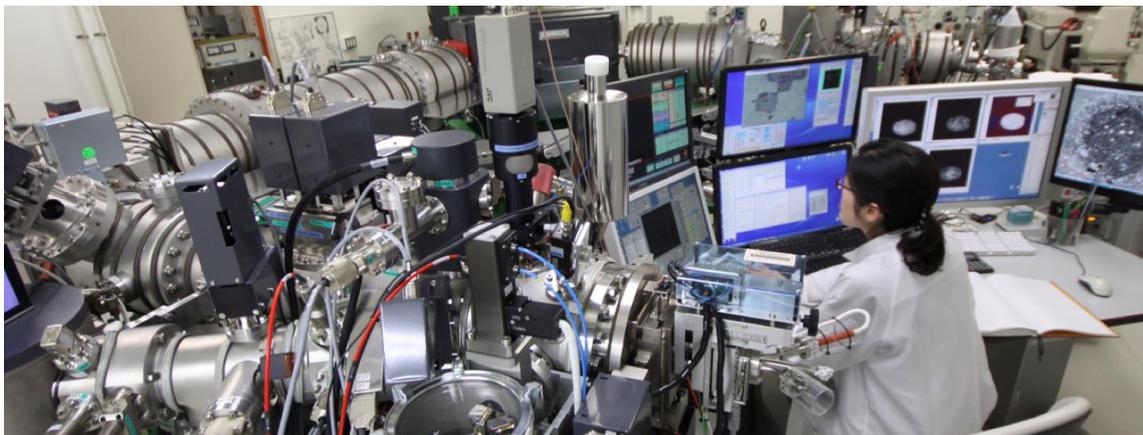
(注2) 小惑星リュウグウ：

そろばん玉のような形状をしたC型小惑星。「はやぶさ2」による探査の結果、元天体が破壊され、その破片が再度集まったような天体であることや表面には含水鉱物（構造中に水を含む鉱物）が存在することが明らかとなった。反射スペクトルの類似性から、始原隕石である炭素質コンドライトとの類似性が指摘されており、帰還試料分析によってその詳細が解明される。

7. 添付資料：



「はやぶさ 2」 サンプルキャッチャ内の粒子 ((c) JAXA)。第一回目のタッチダウン時に採取されたものと考えられる。キャッチャ円筒の直径は 48 mm。



[化学分析チーム] 元素分布・同位体分布を観察する同位体顕微鏡（北海道大学）



[石の物質分析チーム] 非破壊の物質分析をおこなう放射光施設 **Spring-8**、高エネルギー加速器研究機構。米国、フランス、ドイツの放射光施設も利用する。



[砂の物質分析チーム] 小惑星試料を観察・分析・加工するプラズマ集束イオンビーム試料加工観察装置（九州大学）。



【揮発性成分分析チーム】 コンテナから採取されたガスや固体粒子中のガスに含まれる希ガスを分析する質量分析装置（九州大学）。



【固体有機物分析チーム】 高エネルギー加速器研究機構に設置された軟 X 線顕微鏡。固体有機物の構造や分布を明らかにする。



【可溶性有機物分析チーム】 九州大学地球外有機物専用クリーンルームでの分析リハーサル。