

はやぶさ2の統合サイエンス Interdisciplinary science of Hayabusa 2 mission

渡邊 誠一郎^{1*}, 小林 直樹², 藤本 正樹², はやぶさ2 統合サイエンスチーム³

Sei-ichiro WATANABE^{1*}, Naoki Kobayashi², Masaki Fujimoto², Hayabusa 2 Interdisciplinary Science Team³

¹名古屋大学, ²宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所, ³はやぶさ2 サイエンスチーム

¹Nagoya University, ²JAXA/ISAS, ³Hayabusa 2 Science Team

はやぶさ2 ミッションはC型の地球接近小惑星 1999 JU3 を探査対象天体とし、ランデブー観測と宇宙衝突実験、およびサンプルリターンを行うため、2014年12月の打ち上げをめざして開発が進められている。はやぶさ2には理学機器（一部はバス機器を兼ねる）として、近赤外分光計 (NIRS3)、中間赤外線カメラ (TIR)、可視カメラ (ONC-T)、レーザ高度計 (LIDAR)、サンブラ (SMP)、衝突装置 (SCI)、理学観測用分離カメラ (DCAM-D)、小型ランダ (MASCOT) などが搭載される。ONC-Tは7バンドのフィルタ（うち1つはNaD線検出用狭帯域フィルタ）による分光観測が可能である。MASCOTに搭載された分光顕微鏡 (MicrOmega) は分解能 20 μm で波長 0.9 - 3.5 μm を分光する。はやぶさ2の観測・実験・サンプリングでは、個々の機器に閉じない統合的なサイエンスを展開する必要がある。

宇宙科学研究所宇宙理学委員会の下に設置されたはやぶさ2 タスクフォースでの横断的な検討を継承する形で、はやぶさ2 プロジェクトでは2012年末に統合サイエンスチームを立ち上げ、(1) サイエンスの全体像の構築、(2) 各機器の科学データの統合により構築できる横断的テーマの拾い出し、(3) ミッションシナリオに対する理学的制約条件の明確化、(4) プロジェクトの科学の裾野を広げる「小惑星からの惑星科学」を推進、といった目標を掲げて検討を開始している。

検討の一例を挙げよう。より始原的な試料を捕獲するためには、サンプリング前にリモートセンシングデータを用いて天体表面の不均一性を把握して着地点を決めることが必須である。このためには、表面温度の日変化、表面地形や粒子粒径分布、含水量（含水鉱物）分布、宇宙風化度、不溶性有機炭素 (IOC) 量などといった情報が重要であり、これらを制約する指標を NIRS3, TIR, ONC, LIDAR などの機器観測データから計算して、グローバルマッピングすることが求められる。

表面温度は TIR が主担当だが、高温時は NIRS3 の 2.5 μm 付近の熱放射の観測と組み合わせで解析すべきである。表面地形や粒径は ONC, LIDAR, TIR が独立な情報を与えるため、それらの統合が必要となる。含水率（含水鉱物）推定のためには NIRS3 による 3 μm 帯の吸収の深さと形状の観測と、ONC-T による w 帯（波長 0.70 μm）の吸収深さの観測を組み合わせで議論することが有効であろう。C型小惑星の宇宙風化度は未解明な点が多いが、NIRS3 による近赤外反射スペクトル勾配の他、ONC の多色分光や LIDAR レーザ光（波長 1.064 μm）の幾何アルベドデータなどが関わると予想される。IOC 量推定には ONC-T による v 帯（0.55 μm）の絶対反射率が有効であるが、NIRS3 や TIR などからの制約も検討すべきである。

サンプリングのための着地は3回予定されており、天体の自転軸の方向によっては事前解析に充てられる時間はかなり短くなるため、迅速な解析が求められる。事前に的確な戦略を構築する必要がある。そのため、地上での炭素質コンドライト試料を用いた宇宙風化や熱変性の模擬実験と反射スペクトルの取得やはやぶさ初号機のイトカワデータを使った模擬解析などを検討している。

統合サイエンスチームで検討すべき他のテーマとしては、想定される天体表面状態に応じたサイエンス戦略、SCI で形成された人工クレーターへの観測計画、地上分析戦略、理学的見地からのミッションシナリオの詳細化、1999 JU3 の起源と進化のモデル構築（地上観測と天体力学の組み合わせ）、小惑星メインベルトからの物質供給メカニズムの解明などがある。

講演では、統合サイエンスチームの検討の現状を紹介する。

キーワード: 小惑星, 1999 JU3, リモートセンシング, 宇宙惑星物質科学, 衝突の科学, 惑星探査

Keywords: asteroids, 1999 JU3, remote sensing, cosmic and planetary material science, science of collision phenomena, planetary exploration