

Hayabusa-2 衝突実験観測用カメラ DCAM3 の開発状況 Development Status of Hayabusa-2 Deployable Camera (DCAM3)

小川 和律^{1*}, 荒川 政彦², 飯島 祐一¹, 白井 慶¹, 和田 浩二³, 本田 理恵⁴, 澤田 弘崇¹, 石橋 高³, 坂谷 尚哉⁵, 門野 敏彦⁶, 中澤 暁¹, 小林 正規³, 早川 基¹

Kazunori Ogawa^{1*}, Masahiko Arakawa², Yuichi Iijima¹, Kei Shirai¹, Koji Wada³, Rie Honda⁴, Sawada Hiroataka¹, Ko Ishibashi³, Naoya Sakatani⁵, Toshihiko Kadono⁶, Satoru Nakazawa¹, Masanori Kobayashi³, Hajime Hayakawa¹

¹ 宇宙航空研究開発機構, ² 神戸大学, ³ 千葉工業大学, ⁴ 高知大学, ⁵ 総合研究大学院大学, ⁶ 産業医科大学

¹Japan Aerospace Exploration Agency, ²Kobe University, ³Chiba Institute of Technology, ⁴Kochi University, ⁵The Graduate University for Advanced Studies, ⁶University of Occupational and Environmental Health

微惑星から惑星への成長過程において衝突は最も重要な物理プロセスである。現在太陽系に存在する小惑星は、より大きな天体への集積の途中か、成長した天体の破片(もしくは、その集合体のラブルパイル)であると考えられ、惑星集積過程の情報を残す化石であると見ることが出来る。小惑星の衝突現象を明らかにすることは、小惑星の衝突合体や破壊に関する衝突のスケール則の構築を通して、実際の惑星集積過程を推定するために不可欠である。

小惑星上における衝突現象の理解のため、Hayabusa-2 では SCI (Small Carry-on Impactor) と呼ぶ弾丸発射装置を用いて、対象天体である小惑星 1999JU3 上で天体衝突を模擬することを計画している。SCI は母船から分離した後の一定時間後に推進装置が起動する。これにより底面の銅盤が球殻状に変形しながら約 2 km/s まで加速され、小惑星に衝突する。これを観測することで微小重力下での衝突プロセスを明らかにし、また同時に表層構造の推定を行う。この SCI 衝突時の観測のために、母船から分離して可視光撮像を行うカメラ (DCAM3) を開発している。これはソーラーセイルミッション IKAROS で開発された分離カメラ DCAM をベースとするもので、分離カメラの筐体サイズは直径・長さともに約 80 mm 程度の小型機器である。Hayabusa-2 では、SCI 衝突時のイジェクタやデブリに衝突しないよう母船が安全区域へ回避している。分離カメラは、その際、衝突点の近傍 500 m 程度の位置に残って衝突の様子を観測し、データを母船に無線通信で送る。

DCAM3 は内部に DCAM3-A と DCAM3-D の独立した 2 系統のカメラを持ち、それぞれ母船へ撮像データを送信する。DCAM3-A は主に衝突実験のモニタ用として撮像データをリアルタイムに送信する機能を持つ。対して理学的観測は、空間分解能が高く広角視野を持つ DCAM3-D が主に担当する。DCAM3-D の理学目標は (1) 1999JU3 の表面構造の推定、(2) 特に微小重力下における衝突スケール則の構築である。これら目標のためには、衝突時のイジェクタ、生成されたクレータ、SCI 爆破位置(衝突角度)を詳細に観測することが必要となる。特にイジェクタについては、時間とともに広がるイジェクタカーテンのサイズと角度、広がり速度が重要な情報であり、これらを決定できる空間・時間分解能が求められる。また、衝突後数時間で DCAM3 近傍に飛来する低速のイジェクタ(ダスト)についても観測を行う。

DCAM3-D の開発としてこれまで、概念検討・設計より始めて試作モデル製作・検証試験を実施してきた。現在はフライトモデルの機能・性能評価試験を開始している。DCAM3-D のセンサは 2000 x 2000 ピクセル、8 bit の CMOS イメージャと 74 x 74 度の広角レンズで構成し、1 frame/sec のレートで可視光撮像を行う。取得したデータは分離カメラ内のメモリに一旦記録し、デジタル通信により 4 Mbps で母船側へ送信することができる。観測は分離カメラ内部の一次電池が切れるか、分離カメラが小惑星に衝突するまで継続し、数時間の観測で合計 5 Gbit 程度の画像データを取得することを計画している。

本発表では、科学観測機器としての DCAM3 について、そのサイエンスと開発状況について報告する。