

## Hayabusa2 DCAM3 による衝突実験観測の計画と準備状況

○小川 和律<sup>1</sup>, 澤田 弘崇<sup>2</sup>, 荒川 政彦<sup>1</sup>, 和田 浩二<sup>3</sup>, 白井 慶<sup>2</sup>, 本田 理恵<sup>4</sup>,  
石橋 高<sup>3</sup>, 門野 敏彦<sup>5</sup>, 坂谷 尚哉<sup>2</sup>, 畠生 有理<sup>2</sup>, 中澤 暁<sup>2</sup>, 早川 基<sup>2</sup>

<sup>1</sup>神戸大学, <sup>2</sup>宇宙航空研究開発機構,

<sup>3</sup>惑星探査研究センター/千葉工業大学, <sup>4</sup>高知大学, <sup>5</sup>産業医科大学

小惑星探査機 Hayabusa2 は 2018 年 7 月に C 型小惑星 Ryugu に到着して、以降 2018 年 12 月現在も小惑星近傍でのリモートセンシング観測を継続して行なっている。今後、サンプル採取のための表面タッチダウン、人工衝突実験などを経て小惑星を離脱し、地球に帰還する軌道に投入する予定である。

人工衝突実験では、探査機本体から衝突装置 (SCI: Small Carry-on Impactor) が分離され、この装置が内部の爆薬により 2 kg の銅の弾丸を速度 2 km/s で小惑星に向かって射出・衝突させ、直径 1-10 m 程度の人工クレータを生成する。この時、探査機本体は SCI 爆破の高速破片を避けるために小惑星の裏側に退避するので、衝突の瞬間を観測できない。そのため分離カメラ (DCAM3: Deployable Camera 3) を衝突予定地点の側面約 1 km 遠方の空間に分離しておく (図 1)。DCAM3 は大きさ 10 cm 程度の超小型・分離式のカメラユニットで、衝突の瞬間とその前後の様子を撮影し、画像データを探査機本体に無線送信する役目を持つ。DCAM3 は筐体の中にリアルタイム性を重視した低解像度カメラ (DCAM3-A) と、科学観測用の高解像度カメラ (DCAM3-D) の 2 つのカメラを内蔵し、それぞれが独立かつ自動的に撮影を行う。本発表では、このうち主に DCAM3-D について報告する。

DCAM3-D の観測目的は次の 3 点である。

(1) 小惑星の表面構造の推定: 衝突時のイジェクタカーテンのサイズ、放出速度、低速イジェクタ (ダスト) の量はターゲットの物理状態に依存するため、これらを観測することにより SCI 衝突地点の表層の物理状態を推定する。(2) クレータ形成の物理とスケーリング則の構築: イジェクタ速度分布、クレータサイズ、弾丸入射角を観測することにより、実際の小惑星上の実スケール・無重力環境で既存のクレータスケール則を検証する。(3) 衝突地点の位置の同定: 衝突実験で新しく生成したクレータを探査機本体が探索するた

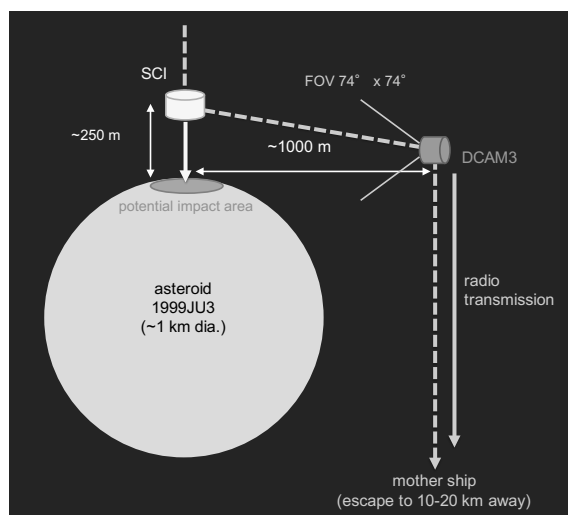


図 1: 人工衝突実験時の小惑星、SCI、DCAM3、Hayabusa2 の位置関係。

め、SCI 爆破座標と小惑星上の衝突地点を同定する。以上の目的を達成するため、DCAM3-D は衝突の様子を広角 ( $74^{\circ} \times 74^{\circ}$ )、高空間解像度 (1 m/pixel 以下)、高結像性能 ( $2 \times 2$  ensquared energy  $> 50\%$ ) で観測できるようになっている。

DCAM3 は分離時に内部の一次電池が電力供給を開始し、それ以降は打ち上げ前に完全にプログラムされたシーケンスに従ってカメラ撮像と無線通信を自動的に行う。衝突は DCAM3 分離から 1300 秒後を予定しており、DCAM3-D カメラはその衝突時刻の前後を含む 30 秒間を 1 fps で撮像し、それ以外の時間帯は概ね 100 秒ごとに 10 秒間 1 fps で撮像する。この際、小惑星、イジェクタ、SCI ユニットのそれぞれ明るさが異なるため、撮像ごとにゲインと露光時間を周期的に変化させることで、それぞれの観測対象の視認性を確保する。撮像データは順次デジタル無線通信により探査機本体側の受信アンテナ・受信機に送信されるが、分離後しばらくは探査機本体が比較的近い位置にいるので高速通信モード (4 Mbps) を用い、分離から 3000 秒に遠距離通信での S/N を担保するため低速通信モード (1 Mbps) に自動移行して通信を継続する。これらの動作は DCAM3 内部の一次電池を消耗しきるまで続き、寿命は分離から約 2-3 時間を見込んでいる。

2014 年 12 月の Hayabusa2 探査機の打ち上げ以降、DCAM3 は数ヶ月～半年の間隔で健全性確認のための運用を行ってきており、現在まで機能・性能上の大きな問題は生じていない (ただし分離される側のカメラユニットは分離時まで内部電池が接続されず電源を投入できないため、健全性が確認できるのは主に探査機本体側に搭載している制御ユニットと受信機のみ)。現在は、2019 年前半に予定する衝突実験に向けて、運用とデータ解析のための準備を進めている。