

## C型小惑星模擬物質への衝突実験

岡本千里<sup>1</sup>, 池崎 克俊<sup>2</sup>, 今榮 直也<sup>3</sup>, 矢野 創<sup>1</sup>, 橋 省吾<sup>4</sup>, 土山 明<sup>5</sup>,

澤田 弘崇<sup>1</sup>, 長谷川直<sup>1</sup>, 中村 昭子<sup>6</sup>, 富山 隆將<sup>7</sup>

<sup>1</sup>宇宙航空研究開発機構, <sup>2</sup>大阪大学, <sup>3</sup>国立極地研究所, <sup>4</sup>北海道大学, <sup>5</sup>京都大学, <sup>6</sup>神戸大学,  
<sup>7</sup>海洋研究開発機構

現在, はやぶさ2探査機によるC型小惑星からのサンプルリターンが計画されており, 太陽系形成初期や生命の起源についての重要な情報が得られることが期待される. はやぶさ2計画では, サンプラーと呼ばれる試料採取機構が搭載されている. 試料採取の方法は, はやぶさ1号機と同様, 火薬銃を用いた弾丸射出法と呼ばれる手法であり, これは, 小惑星表面に金属製弾丸を加速して打ち込み, 表面にクレータを作ることで, 破壊, 放出された小惑星破片を回収する方法である. 小惑星表面状態は未知であるが, 本手法は様々な小惑星表面状態に対応できると考えられる. 小惑星からの試料採取効率を明らかにするためには, 小惑星上でのクレータ形成過程の解明が重要となる. C型小惑星は炭素質コンドライトのような始原的な物質からなるとされ, 例えば, はやぶさ2のターゲット天体である1999JU3の表面反射スペクトルはCMコンドライトに類似している. また, 太陽系形成初期にはC型小惑星が多く存在し, 互いに衝突を繰り返すことで, 惑星系を形成していったと考えられている. よって, C型小惑星の天体衝突によるクレータ形成・破壊過程を調べることは惑星形成過程を知る上で重要である. 本研究では, C型小惑星の衝突現象を解明するために, C型小惑星模擬物質を用いた衝突実験を実施した.

C型小惑星アナログ物質である炭素質隕石は, 主にコンドリュールとマトリクスと呼ばれる組織から構成される. 実験では, このコンドリュールとマトリクスを模擬するため, それぞれ隕石中で観察されるサイズに近い $\phi$ 300ミクロン(コンドリュール)と $\phi$ 20ミクロン以下(マトリクス)のガラスビーズを用いた. 隕石中にコンドリュールは体積比20vol%~50vol%を占める. そこで,  $\phi$ 300ミクロンガラスビーズを模擬試料中に20vol%, 50vol%(マトリクスとして $\phi$ 20ミクロン以下のガラスビーズをそれぞれ80vol%, 50vol%)含有した2種類のガラスビーズ混合物を作製し, これらを電気炉中にて温度610°C~635°Cで焼結させた. このとき, 焼結時間を調整し, 試料の引張強度を0.1MPa~1.0MPaとなるように調整を行った. これらの模擬試料を用い, 火薬銃を用いた衝突実験を実施した. 弾丸は直径8mm, 質量5gのステンレス製弾丸を用い, 衝突速度は100~250m/sで実験を実施した. チャンバー内真空度は~10Paであった. 衝突現象は高速度カメラでその場観測され, 破片放出過程が調べられた(撮影速度:  $6 \times 10^3$ ~ $1 \times 10^4$ f. p. s.).

本研究では, 試料のコンドリュール比(20%~50%), 引張強度(0.1MPa~1.0MPa)を変化させた. 試料に形成されたクレータサイズは特に引張強度が影響を及ぼすことが分かった. 引張強度が強い試料(1MPa)では, 弱い試料(0.1MPa)と比較してクレータ直径はおよそ1/2程度小さくなり, 破片の総質量も少なかった. これは, 引張強度1.0MPaの方が焼結によるネック密度やネックの成長が進み, これにより, ネックを破壊するのに必要なエネルギーが大きくなるためと考えられる. また, 放出破片質量の合計は, 引張強度0.1MPaの方が, 1MPaの試料に比べ, 同程度の衝突エネルギーでは, およそ3~4倍多い結果となった. 破片サイズ分布に関しても, 各サイズでの破片数は引張強度が小さい方が破片数が多かった. このとき, 模擬コンドリュールである300ミクロンガラスビーズは特に引張強度が小さい試料で割れずに破片となったものが多かった. 以上より模擬コンドリュールの存在・強度が破片サイズに影響を及ぼす可能性がある. また, 本研究では, 模擬試料サイズの違いによる破片サイズ, 放出の振る舞いの影響についても調べている. 小惑星上に存在する試料サイズ(一枚岩, ボルダーなど)により, 放出破片量や破片サイズ分布などの衝突破壊の結果が大幅に異なることが分かった. これにより, はやぶさ2による試料回収地点の選定に制約を与えることを目指す.