

# 分化天体の衝突破壊条件の解明

岡本千里<sup>1</sup>，荒川政彦<sup>2</sup>，長谷川直<sup>1</sup>

1. 宇宙航空研究開発機構(JAXA)， 2. 名古屋大学大学院環境学研究科

近年，小惑星に関して大望遠鏡による観測や惑星探査衛星による探査が行われ，様々な表面組成，内部構造を持つ小惑星が見つまっている．例えば，V-type 小惑星であるベスタは，その内部に金属コアを保持した層構造天体であるとされ，M-type 小惑星や鉄隕石は，このような分化天体の金属コアを起源とすると考えられている．しかし，分化天体の金属コアを砕き，鉄隕石を放出できるような衝突破壊条件はほとんど知られていない．そこで，本研究では，M-type 小惑星や鉄隕石形成条件を明らかにするために，それらの母天体である分化天体を模擬した層構造試料の衝突破壊実験を行った．金属鉄は温度依存性を持つが，今回は常温実験を行った．

天体模擬試料として，球形の金属鉄の周辺を石膏で覆った球形 2 層構造とし，試料の内部構造（コア質量/試料全量； $R_{CM}$ ）を変化させ，様々な内部構造を持つ層構造試料を作成した．コア物質として，鉄球を，マントル物質には，高空隙率石膏を用いた．石膏は空隙率  $\phi=53\pm 4\%$ ，密度  $\rho=1200\text{ kg/m}^3$ ，鉄は  $\phi=0\%$ ， $\rho=7800\text{ kg/m}^3$  であった．JAXA に設置された二段式軽ガス銃を用い，衝突条件（衝突速度 4 - 6 km/s，試料質量 20 - 60 g）を変化させ，試料を破壊させた．用いた弾丸は，ナイロン球で弾丸質量は 0.2g であり，試料に正面衝突させた．破壊の様子は，光源を背後からあて，高速度ビデオカメラにより撮影した．衝突実験後，試料室内のすべての破片を回収し，それらの質量を計測した．

均質物質の破壊様式は，平均エネルギー密度( $Q_t$ )に依存する．本研究の層構造試料では，金属コアが破壊する場合としない場合の 2 種類の破壊様式が観察された．層構造試料中の金属コアを破壊するのに必要な  $Q_t$  は，金属球単体を破壊する  $Q_t$  よりも大きく，その内部構造( $R_{CM}$ )に依存した．

Okamoto and Arakawa (2008)では，熱進化初期段階に形成したと考えられる圧密コア・高空隙率マントルを持つ 2 層構造天体の衝突破壊条件を調べることで，衝突破壊を支配するパラメーターがコア・マントルへのエネルギー分配率であり，エネルギー分配率は内部構造に大きく依存することを明らかにした．このエネルギー分配率が，本研究の分化天体模擬試料へも適用できるのか調べたところ，金属コア-石膏マントル試料において，エネルギー分配率と内部構造の関係に非常によい相関を示すことが分かった．この結果から，層構造試料中の金属コアが破壊する条件を明らかにした．本研究により，エネルギー分配率の見積もりは，層構造を持つ様々な天体の衝突破壊の結果に適用できることが明らかになった．