

始原的微惑星の衝突特性: 内部変形によるエネルギー散逸が合体条件に与える影響

○山田 理央奈¹ 小林 浩¹ (1.名古屋大学)

惑星形成過程において、微惑星同士の衝突は固体成長を左右する重要な過程である。従来の衝突計算では微惑星を岩石化した天体として扱うことが多いが、形成直後の若く小さい微惑星では、放射性核種による加熱や自己重力による圧密が十分に進まず、空隙を多く含むダスト集合体が大きくなった天体として存在する可能性が高い。このような始原的な微惑星の衝突特性は、岩石天体とは異なる。内部構造を構成するダスト集合体の塑性変形と微粒子間相互作用に由来する凝集性によって生じる運動エネルギー散逸が衝突結果に大きな影響を及ぼす。本研究では、ダスト集合体で構成された始原的微惑星の衝突を扱うため、圧縮時の反発圧力と引張時の凝集圧力を非対称な応力応答として取り入れたSPH衝突計算モデルを構築した。このモデルを用いて、衝突速度、衝突角度、質量比を変えたパラメータ計算を行い、最大破片質量に基づいて合体、ヒットエンドラン、破壊を分類した。その結果、正面衝突に近い衝突角 30° 程度では接触領域が大きいため、塑性変形散逸が効率的に起こり、相互脱出速度 v_{esc} の2倍以下の衝突速度で合体が促進されることがわかった。一方、より高速衝突($> 3 v_{\text{esc}}$)では破壊が起こりやすい。しかし、衝突角 45° 以上の斜め衝突では接触領域が小さく、同程度の衝突速度でも破壊には至らず、ヒットエンドランになりやすい。また、質量比のある衝突では凝集性が引張破壊を抑制し、インパクト物質の取り込みを促進することが示された。さらに、散逸エネルギーを解析した結果、衝突速度が $10 v_{\text{esc}}$ 以下では塑性変形散逸、より高速衝突では衝撃波散逸が支配的となる傾向が得られた。これらの結果は、岩石微惑星に対して議論されてきた古典的な破壊障壁が、始原的微惑星には必ずしも適用できないことを示し、ダスト集合体微惑星の微細構造が衝突成長の新たな経路を開く可能性を示唆している。