



## 成果に関連して出版、もしくは印刷、投稿中の論文リスト

### (1) このプロジェクト（同様の過去のプロジェクトも含む）での成果

#### 論文：

Mass dispersal and angular momentum transfer during collisions between rubble-pile asteroids, Takeda, T. & Ohtsuki, K. 2007, *Icarus*, in press, DOI: 10.1016/j.icarus.2006.12.017

#### LPSC 2007 においてポスター発表：

Angular Momentum Transfer Efficiency in Collisions Between Rubble Pile Objects [#1473]

### (2) これまでのプロジェクトの今年度中の成果

## 成果の概要

衝突は小惑星の自転の状態を変化させるので、小惑星の自転分布はその形成過程、衝突進化の過程の情報を残していると考えられる。現在、小惑星 ( $100\text{m} < R < 100\text{km}$ ) の多くは一つのまとまった塊ではなく、ラブルパイルと呼ばれる破片の緩やかな集合体ではないかと考えられている。そのような小惑星の衝突過程において、衝突した天体がどれだけの角運動量をターゲット天体の自転へと受け渡すかは、よくは分かっていない。

我々は、N 体計算によって [1,2]、ラブルパイル天体同士の衝突で、どれだけの角運動量がターゲット天体の自転にまわるのかについて詳しく調べた。ラブルパイル天体は数多くの球によって表現され、相互作用として相互重力と法線方向の反発力、エネルギー散逸を与えている。初期に自転していない天体に対する斜め衝突の計算の結果は、衝突天体と同程度の質量が失われる衝突、すなわちターゲット天体が質量増加も質量の喪失もしない程度の衝突では、大部分の角運動量は破片と共に失われて、自転にはあまり角運動量がまわらないことが明らかになった。特に、半分程度の質量が失われる程の激しい衝突では、角運動量輸送効率は非常に低くなった。これは、破片が重力によって再集積する際には、角運動量の少ない部分の破片が選択的に集積されているためだと考えられる [3]。

この選択的な集積の効果は、自転している天体に対する衝突でより顕著に見られる。初期に自転している天体に対する衝突の計算を行い、衝突による自転速度の減少 (Angular Momentum Splash [3]) を数値計算で初めて確認した。Fig.1 は典型的な正面衝突のスナップショットである。初期の自転によって、非対称に破片が飛び散っていることが確認できる。正面衝突においては、自転速度は衝突が激しくより質量を失うほど、ほぼそれに比例して自転速度が失われ、質量の約半分を失うほどの衝突によって、30-50%ほどの自転速度の減少が起きることが明らかとなった。また、初期の自転に対して順方向の斜め衝突においても同じ効果が見られ、自転していない天体への斜め衝突に比べ、自転に受け渡される角運動量は少なかった。特に、自転への角運動量の受け渡しが効率的でない場合には、順方向の衝突であっても自転速度の減少が起きた。こうした結果は、中程度の規模の破壊においては天体の自転速度が減少することを示唆しており、小惑星帯におけるサイズ-自転速度の関係を説明するメカニズムの一つとなる可能性がある。

**References:** [1] Leinhardt, Z.M., et al. (2000) *Icarus*, 146, 133. [2] Leinhardt, Z.M., & Richardson, D.C., (2002) *Icarus*, 146, 133-151. [3] Cellino, A., et al. (1990), *Icarus*, 87, 391.

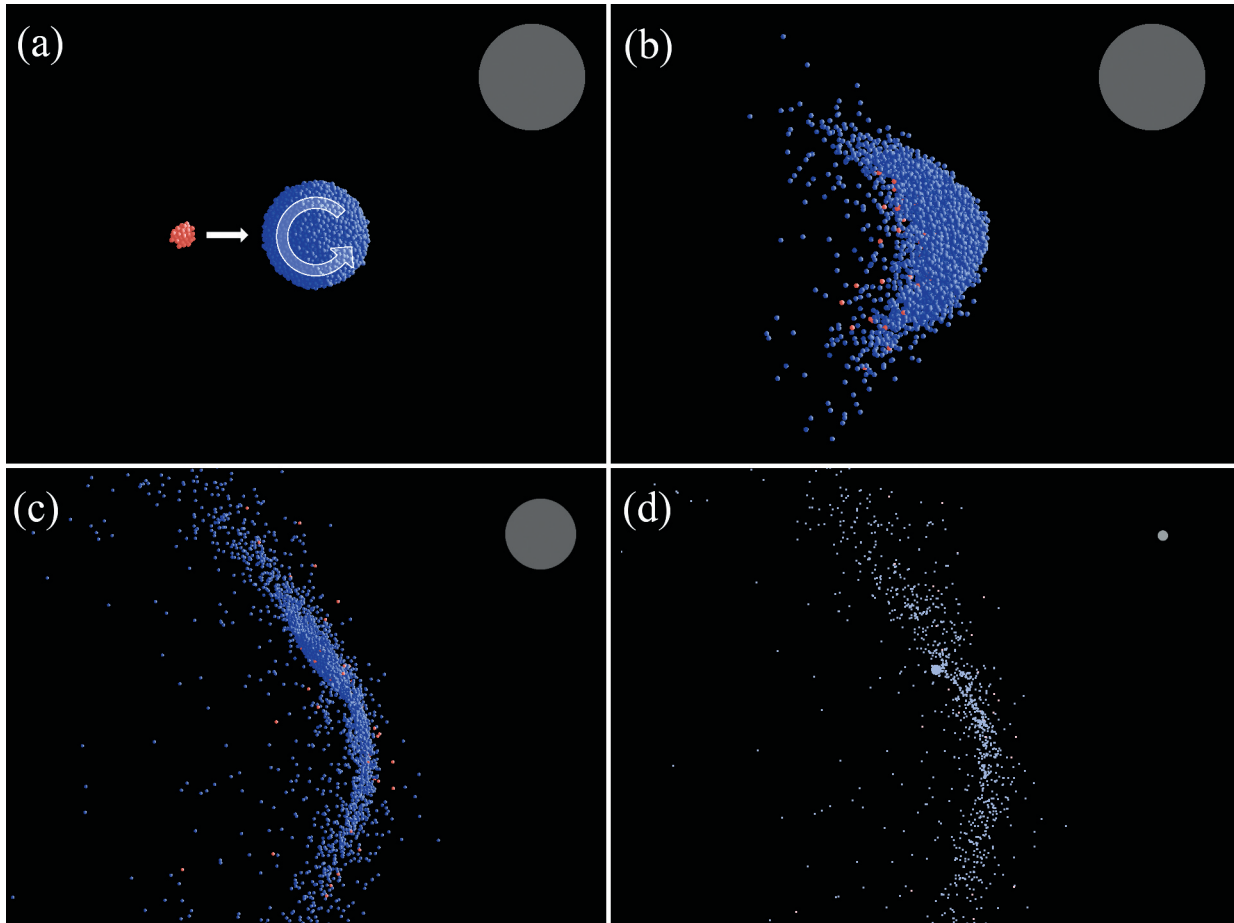


図 1: 回転している天体に対する正面衝突のスナップショット画像。画像の中心位置やスケールは、衝突後に残った塊がほぼ中央に位置するように手動で調整してある。非対称に破片が飛び散り、自転方向に加速されている破片が選択的に失われ、結果として自転は遅くなる。