

国立天文台 天文学データ解析計算センター
成果報告書 (平成17年度)

提出期限：平成18年3月20日(月)17:00 必着

応募カテゴリ（いずれかを選択） A ・ ○ B ・ C
システム（いずれかを選択） VPP ・ ○ GRAPE

プロジェクト ID:g05b07

研究代表者（現在のユーザ ID : takedatk）

氏名	武田 隆顕	
所属機関名	国立天文台 4D2U プロジェクト	
連絡先住所	〒 181-8588 三鷹市大沢 2-21-1	
電話番号	0422-34-3836	
E-mail	takedatk@cc.nao.ac.jp	
職または学年	PD	
研究代表者が学生の場合には指導教官の氏名		

研究課題名

(和文)	自己重力が支配的な領域での rubble pile 天体の破壊現象
(英文)	Collisional disruption of rubble pile objects in gravity-dominant regime

研究分担者

[illegible]

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

今年度中に出版された論文、国際会議集録、国際会議、学会、研究会発表、その他出版物（印刷中、投稿中の場合はその旨を記載すること）

□ 研究会発表：

Protostar and Planet V : Angular Momentum Transfer Efficiency in the collision between rubble objects. T.Takeda and K. Ohtsuki

9th Asian-Pacific Regional IAU Meeting 2005: Angular Momentum Transfer Efficiency in the collision between rubble objects. T.Takeda and K. Ohtsuki

2005 年度秋季惑星科学会: ラブルパイル天体同士の衝突における角運動量輸送効率

武田隆顕、大槻圭史

(2) これまでのプロジェクトの今年度中の成果

今年度中に出版された論文、国際会議集録、国際会議、学会、研究会発表、その他出版物（印刷中、投稿中の場合はその旨を記載すること）

評価資料として利用いたしますので、様式・順序は任意ですが、学術論文については題名、著者、発行年月、雑誌名、巻、ページが記載されていること。

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。SPH によるシミュレーション [1] では、衝突実験による結果よりも更に小さい角運動量輸送効率が得られている。

我々は、N 体計算によって [2,3]、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。

Fig.1 は典型的な衝突のスナップショットである。(a) は比較的低速の衝突、(b),(c),(d) は、比較的高速で破壊的な衝突の場合の時間進化の様子である。一旦ばらばらになった後に (b)、自己重力でまとまって再度塊が形成されている (c,d)。

Fig.2 は、衝突パラメータを $0.70(r_{\text{tgt}} + r_{\text{imp}})$ とした場合の結果である。横軸は重力的に束縛されずに失われた質量 (M_{disp})、縦軸はそれと共に失われた角運動量 (L_{disp}) であり、それぞれ総質量と総角運動量との比で表してある。より破壊的な衝突になり M_{disp} が増えるに従い、飛び散った破片と共に角運動量も失われて、 L_{disp} も増加してゆく。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も、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っていない。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 [4]。我々は、角運動量輸送効率と失われる質量の間には相関があることを発見した。この関係

は、シミュレーション内における散逸のパラメーターを変更しても、ほとんど変化しなかった。

また、こうした選択的な再集積による回転速度の減少は、衝突による自転速度の減少 (Angular Momentum Splash [4]) が効くことを示唆している。この報告書を書いている時点では、更に一般的な天体の自転進化に対する衝突の影響を調べるべく、自転している天体に対する衝突シミュレーションを開始している。

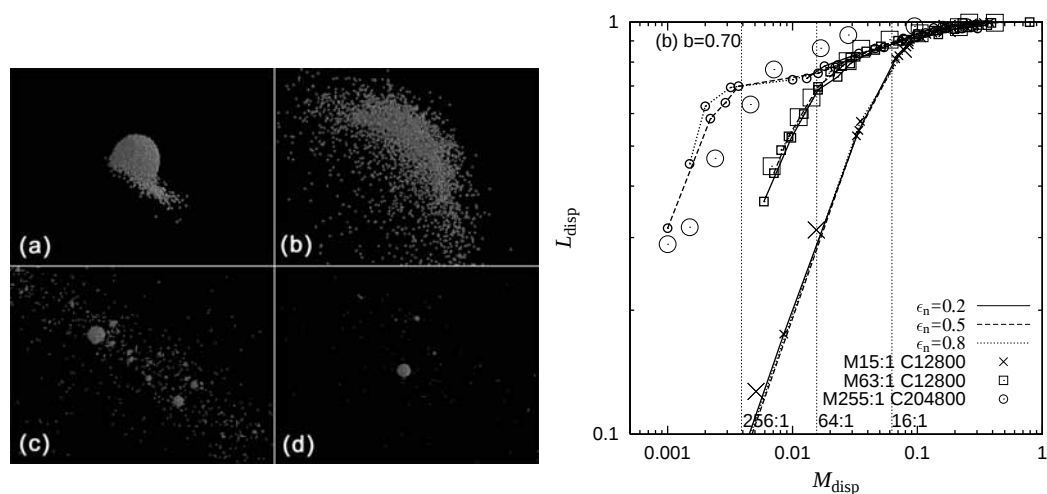


図 1: (左図) 典型的な衝突のスナップショット画像。画像の中心位置やスケールは、衝突後に残った塊がほぼ中央に位置するように手動で調整してある。 Figure 2: (右図) 衝突後、重力的に束縛されずに系から失われた質量と、それとともに失われた角運動量の関係。

References: [1] Love, S.G. & Ahrens, T.H., (1997) *Nature*, 386, 154-156. [2] Leinhardt, Z.M., et al. (2000) *Icarus*, 146, 133. [3] Leinhardt, Z.M., & Richardson, D.C., (2002) *Icarus*, 146, 133-151. [4] Cellino, A., et al. (1990), *Icarus*, 87, 391.