

斜め衝突による角運動量輸送効率に関する実験的研究

青木龍一¹, 荒川政彦¹, 保井みなみ¹

1. 神戸大学大学院理学研究科

背景

微小天体と小惑星の衝突によって非破壊的なクレーター形成が起こることがある。この時、微小天体の並進運動から小惑星の自転に角運動量輸送される。軌道角運動量がどれだけ自転に輸送するかは小惑星の回転進化についての重要なパラメータである。

本研究では斜め衝突における法線方向と接線方向の運動量輸送効率(η, ζ)と角運動量輸送効率(ζ_L)、並進方向の運動量輸送効率(ξ)について、標的依存性、速度依存性、角度依存性を調べる。

実験方法

衝突実験は神戸大学の横型一段式軽ガス銃を用いて行った。弾丸は直径 3 mm のナイロン球を用い、衝突速度は 200 m s^{-1} と 400 m s^{-1} とした。また、衝突角度は正面衝突(0°)から斜め衝突($15^\circ \sim 70^\circ$)とした。小天体模擬標的として $100 \text{ }\mu\text{m}$ 石英砂・石膏 8:1 混合標的(引っ張り強度 133 kPa , バルク密度 1.50 g cm^{-3})を作成し、回転を追跡できるようプロットを描いた。衝突の様子を標的の横方向と後ろ方向から高速度カメラで撮影し標的の変位と標的表面上の点の変位を計測し、並進方向と回転方向の運動量輸送効率を計算する。

結果

法線方向の運動量輸送効率(η)は 200 m s^{-1} では θ と正の相関が見られた。また、いずれの速度および角度でも運動量輸送効率は 1 より大きく、これは、標的が法線方向にイジェクタによる加速の効果のためであると考えられた。一方で、接線方向の運動量輸送(ζ)については速度が大きい場合に運動量輸送効率が悪くなったが、角度依存は見られなかった。回転方向の運動量輸送効率(ζ_L)は、 ζ 同様いずれの速度、角度でも 1 より小さかった。イジェクタが接線方向に噴出するため、イジェクタが運動量を持っていくためであると考えられた。並進の運動量輸送効率(ξ)は 200 m s^{-1} では $\sim 60^\circ$, 400 m s^{-1} では $\sim 45^\circ$ より小さい衝突角度では 1 より大きく、この角度より大きい衝突角度では 1 より小さくなり運動量輸送効率が悪くなる。これは、衝突角度が大きくなると弾丸が発射方向に跳弾し運動量を持っていくためであると考えられた。

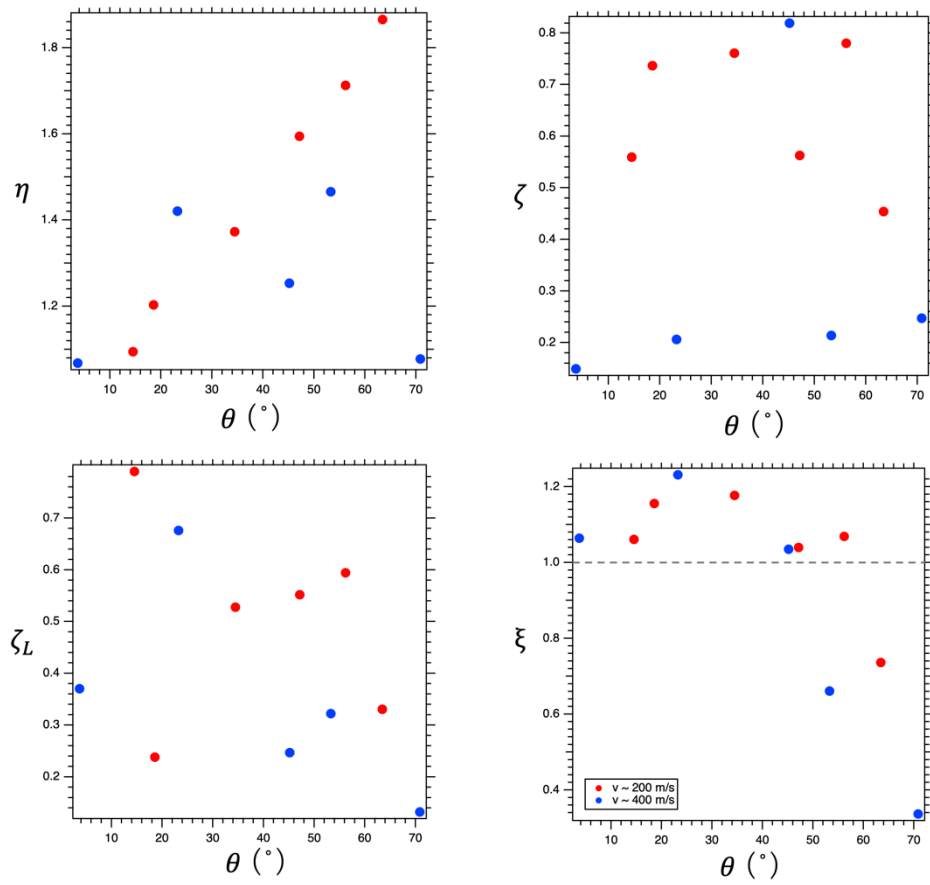


図 1 運動量輸送効率と角度の関係。(左上：法線方向，右上：接線方向，左下：回転方向，右下：並進方向)