

高速度カメラによる衝突閃光の測光

青井 宏樹¹、石樽勇介¹、田中慎一郎¹、柳澤正久¹、長谷川直²

¹電気通信大学、²ISAS/JAXA

1. はじめに

流星体が月面に衝突する際、閃光が生じることが知られている。これは運動エネルギーの一部が光エネルギーに変わっているということである。しし座流星体による月面衝突閃光における流星体の運動エネルギーから可視光エネルギーの変換効率は約 0.2 % と見積もられている。これは室内実験で得られる値よりも一桁以上も大きい。この差は月面閃光 (数十 km/s) と室内実験 (数 km/s) における衝突速度の違いから生じるものと考えられる。また、流星体は多孔質であることもその原因の一つではないかと考えられている [1]。月面での衝突現象を地球上において模擬するのは困難である。室内実験では飛翔体を微小なターゲットに対して十分大きく、強い加速に耐えうるものを用いて実験を行い、発光効率を求める。

2. 実験方法

実験は JAXA の二段式軽ガス銃を用いて行った。飛翔体には直径 7[mm] のナイロン 66 を用い、衝突速度は約 6[km/s] とした。チャンパー窓の外に高速度カメラを設置し、衝突閃光を撮像し、得られた画像から測光を行った。今回、ターゲットには多孔質ナイロン (空隙率 50 %) と緻密ナイロンの 2 パタン用いた。

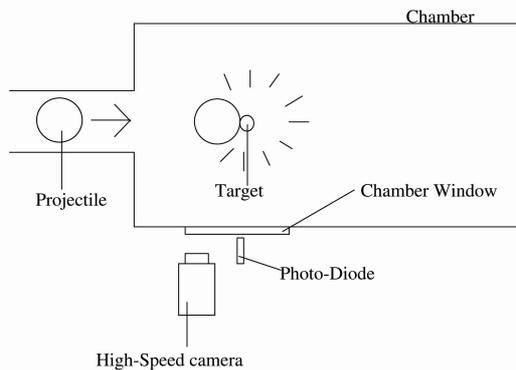


図 1: 実験図概要

3. 発光エネルギーの算出

高速度カメラのデータ (各イメージのカウント値) を衝突閃光と標準光源 (電球) で比較し、閃光エネルギーを求

表 1: 表 1. 算出された発光効率

shot #	Target 特徴	可視光エネルギー [J]	運動エネルギー [J]	発光効率
shot # 352	多孔質	1.70×10^{-4}	6.39	2.66×10^{-5}
shot # 353	多孔質	1.23×10^{-4}	6.29	1.96×10^{-5}
shot # 354	多孔質	3.76×10^{-5}	6.15	6.11×10^{-6}
shot # 359	緻密	1.50×10^{-6}	12.08	1.24×10^{-7}
shot # 362	緻密	2.46×10^{-6}	11.99	2.05×10^{-7}

める。衝突位置と同じ位置に電球を置き、高速度カメラの設定をショット時と同じにし、撮影を行った。電球でのカウント値 n 、電球の光出力を W とする。電球の光出力は LASER POWER METER(LP1, Sanwa) で測定した。LP1 の受光面積を S とする。衝突閃光カウント値を k 、時間幅 Δt 、高速度カメラまでの距離を r 、透過率補正を x とすると、全光エネルギー $E_{\text{光}}$ は、

$$E_{\text{光}} = \sum (W \times \frac{k}{n} \times \frac{4\pi r^2}{S}) \times \Delta t \times x$$

として表すことができる。得られた可視光エネルギー $E_{\text{光}}$ と、運動エネルギー E_k から発光効率 ($\frac{E_{\text{光}}}{E_k}$) から発光効率を求めた。各ショットの発光効率を表 1 に示す。

4. 結果と考察

高速度カメラにより求めた可視光エネルギーはフォトダイオードから求めたものよりも一桁程度大きかった。原因として、高速度カメラの方が広視野であったことが考えられる。今回の実験ではフォトダイオードはターゲット周辺に絞っていた [2]。発光効率について、空隙率 50[%] ターゲットの場合の方が緻密ターゲットの場合よりも一桁程度高くなっている。これは表面積の大きさが関係しているのかもしれない。また、空隙率が高ければ、それだけ衝突の際に内部に光をため込む可能性があるのかもしれない。

参考文献

- [1]. 柳澤正久, 池上裕美, スペースプラズマ研究会 (JAXA 宇宙科学研究会), pp. 68-71, 2007
- [2]. 石樽勇介, 日本惑星科学会, 秋季講演会予稿集, pp. 308, 2009