

高速度衝突閃光の発光効率 II

○石樽 勇介¹, 柳澤 正久¹, 田中 慎一郎¹, 青井 宏樹¹, 長谷川 直²

¹電気通信大学, ²ISAS/JAXA

しし座流星体による月面衝突閃光では、流星体の運動エネルギーの約 0.2%が可視光エネルギーとして放出されたと見積もられている(発光効率)。この値は室内実験で得られた発光効率よりも一桁以上大きい。この違いの原因の一つとして、月面閃光(数十 km/s)と室内実験(数 km/s)の衝突速度の差が考えられる。

ところで流星体は彗星を起源としている。彗星は時々分裂することがあり、強度の極めて低い多孔質物質できていると考えられている。空隙率の違いが月面閃光と室内実験の発光効率の違いの原因となっている可能性も高い。ところが、これまでにターゲットに多孔質物質を使った実験はあるが、飛翔体に多孔質物質を使った実験はない。加速時に破壊されてしまうからである。

我々は、加速に耐えられない多孔質物質を微小なターゲットとして設置し、そこにターゲットより十分大きな飛翔体を加速し、衝突させる。このような実験は、大きな物体に対して多孔質な物質を衝突させる実験と等価になる。微小ターゲットとして空隙率の高いものと、緻密なものを用いて実験を行い、発光効率の比較をおこなう。

実験装置は ISAS/JAXA の二段式軽ガス銃を使用した。チャンバー内の気圧(真空度)は 8Pa 程度である。緻密な微小ターゲットは底面の直径約 1mm、高さ 1mm の円柱(約 1mg、ナイロン 66)、多孔質ターゲットは底面の直径約 1mm、高さ 1mm の円柱(約 0.3mg、空隙率 50%、ナイロン 66)である。飛翔体にはサイズφ7mm 球(ナイロン 66)を使用した。飛翔体の速度はすべて約 6km/s にした。フォトダイオード(浜松ホトニクス、S3071、受光面φ5mm)の先に集光レンズを接続し、アンプ(浜松ホトニクス、負荷抵抗 1kΩ)で光電流を電圧に変換し、衝突閃光を測定した。フォトダイオードには波長感度特性があるが、衝突閃光のスペクトルが不明なため、波長感度は一定(0.4A/W)と仮定した。

実験の結果、緻密なターゲットを使用したときの発光効率は $10^{-6} \sim 10^{-8}$ の間に収まった。また、多孔質なターゲットを使用したときの発光効率は $10^{-6} \sim 10^{-7}$ の間に収まった。発光効率に 2 桁ほど幅があるのは、衝突角が安定しないためだと考えられる。空隙率の異なったターゲットの発光効率を比較すると、ターゲットが多孔質の場合、可視光の発光効率が 10 倍程度高くなる可能性が高いといえる。しかし実験回数が少ないため、断言はできない。

過去のナイロン同士の衝突の例($10^{-5} \sim 10^{-4}$)(Kadono and Fujiwara 1996)と比較すると二桁ほど変換効率が小さい。違いができる要因として次の二つが考えられる。一つ目は測定方法の違いである。先行研究では、衝突閃光を黒体放射と仮定して三点の波長帯で測定を行い、黒体放射温度を決めることにより黒体放射の光エネルギーを求めている。しかし、ナイロン同士の衝突で生じる閃光が黒体放射のみであるとは限らないので間違った値を示している可能性がある。二つ目にフォトダイオードに波長による感度特性が、全波長帯で 100%でないことが原因となっている可能性が考えられる。つまり、我々の実験では、全可視光域で測定していないことが違いの原因かもしれない。