

# 2007 ふたご座流星群に伴う月面閃光の2色測光

柳澤正久（電通大）

## 1. 背景と目的

メテオロイドの月面への衝突による閃光(月面衝突閃光)の観測は、おもに、宇宙を 10 km/s を越す速度で飛び交うメテオロイドのフラックスを調べるために行われている。月面を大きな検出器として使うという発想である。なお、ここでは質量数グラムから数トンの太陽系小天体をメテオロイドと呼ぶことにする。また、月面衝突閃光は、将来の月震(月の地震)による月内部探査で、メテオロイド衝突による月震の発震時刻と位置を正確に知る方法として役立つであろう。更に、その研究は実験室では難しい 10 km/s を越す速度での衝突現象の解明にも寄与するであろう。

メテオロイドのフラックスを調べるという目的では、観測された月面衝突閃光の明るさ(ある波長範囲での放射エネルギー)を発光効率で割って衝突エネルギーを推定する。そして、単位時間、単位面積当たり何個のメテオロイドが衝突するかを衝突エネルギーの関数として求める[1]。発光効率は 0.15-0.20%とされているが[2, 3]、詳しいことは分かっていない。そのため、衝突エネルギーを精度よく求めるためには、発光の起こるメカニズムをしっかりと理解する必要がある。発光のスペクトルが観測できれば、発光のメカニズムについて多くの情報が得られる。しかし、月面上のどこでいつ起こるか分からない、しかも 0.1 秒も継続しない閃光のスペクトルを観測するのは難しい。そこで、異なる 2 つの波長範囲(バンド)での同時観測を行った。

## 2. 観測システム

電気通信大学(東京都調布市)に設置された口径 450 mm(焦点距離 2025 mm)のニュートン式反射望遠鏡に、プリズムビームスプリッタを取り付け、2つに分けられた光を2台のカメラ(共にワテック WAT100N)に入射させる(図1)。可視光域では、ビームスプリッタを透過する光と反射する光の強度はほぼ同じであるが、近赤外光では、より多くの光が透過し反射光は少なくなる。カメラの分光感度特性と典型的な大気の透過率まで考慮した分光感度特性を図2に示す。

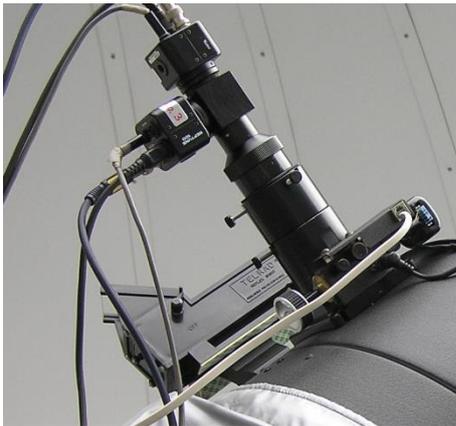


図1. 望遠鏡に取り付けたビームスプリッタ(立方体の箱内)と2台のカメラ。

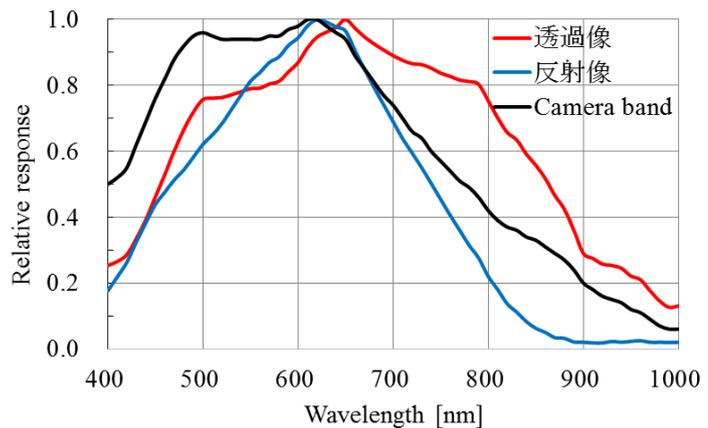


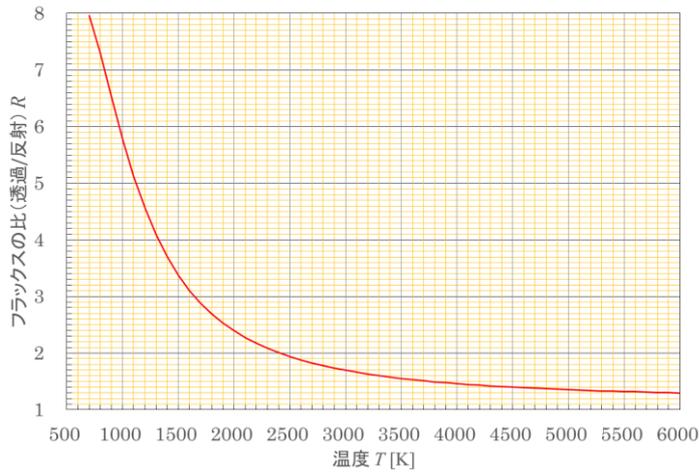
図2. 観測システムの分光感度特性(相対値)。典型的な大気吸収も含んでいる。赤:透過像、青:反射像、黒:ビームスプリッタを使わない場合。

## 3. 観測とその解析

観測は 2007 年 12 月 15 日に行った。5 つの閃光が観測されたが[4]、今回は 19:08:10(UT)に観測された閃光の解析結果を報告する。

月面衝突閃光のスペクトルがプランク関数で表せる黒体放射であると仮定する。すると、2つのカメラで撮像した透過像と反射像での月面衝突閃光の明るさの比  $R$  は(1)式で表せる。ここで、 $B(T; \lambda)$  はプランク関数で温度  $T$ 、波長  $\lambda$  での黒体放射強度を表す。 $f_t(\lambda)$  と  $f_r(\lambda)$  は、図2で透過光、反射光について示された分光感度特性である。

$$R = \frac{\int_0^\infty f_t(\lambda)B(T;\lambda)d\lambda}{\int_0^\infty f_r(\lambda)B(T;\lambda)d\lambda} \quad (1)$$



温度の関数としての  $R$  を図 3 に示す。この図から月面衝突閃光の温度を推定できる。図 4 に透過光、反射光それぞれについての観測されたフラックス、その比、図 3 から求めた温度を示す。閃光開始直後の温度は、閃光像が飽和しているため精度が悪い。しかし、その後の温度は、2000 K 程度のものである。

図 3. 透過像と反射像での明るさの比(1式)と温度の関係。

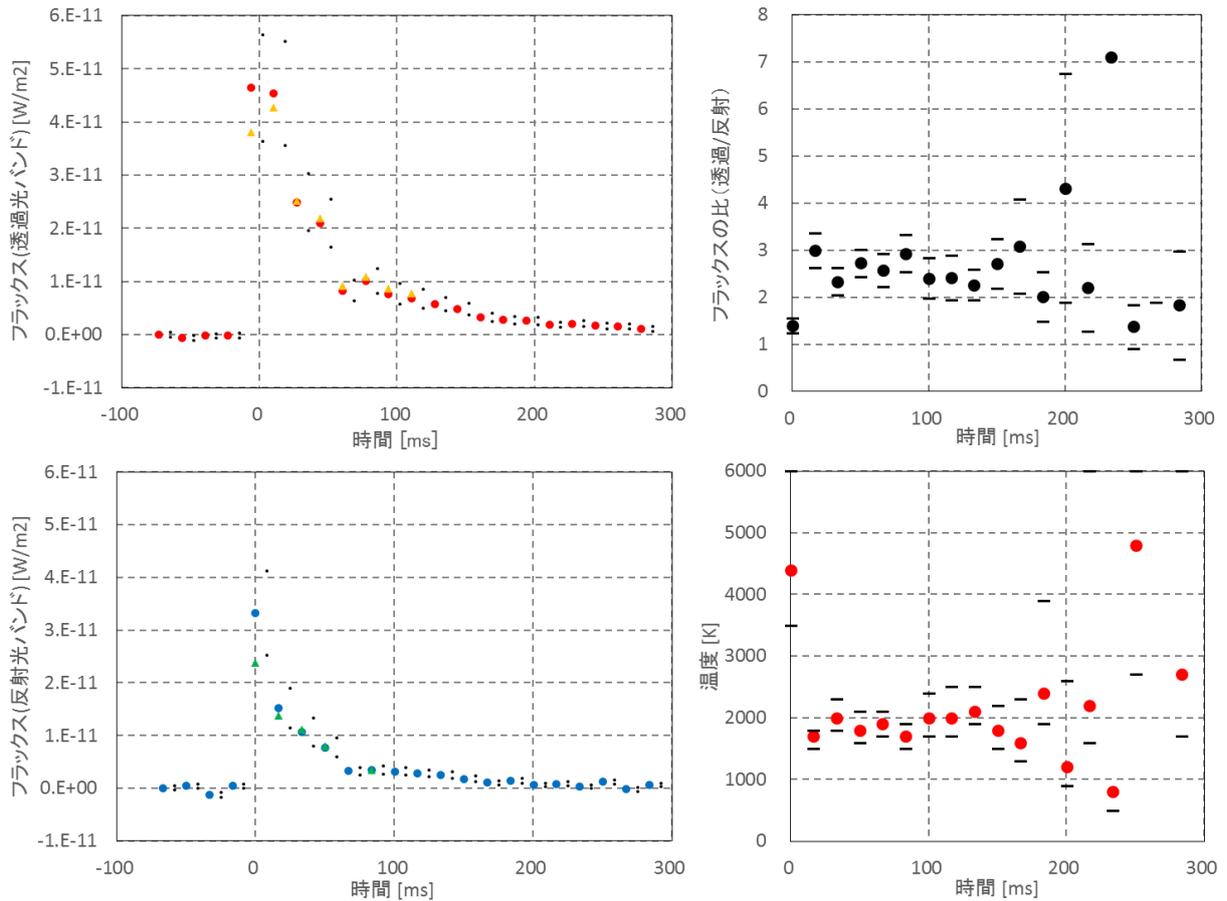


図 4. 2007 年のふたご座流星群に伴う月面衝突閃光の 2 つの波長バンドでのフラックスとその比、および推定された温度。飽和画像は補正してフラックスを求めた(●プロット)。▲はその際の下限值で、黒い小点は  $1\sigma$  エラー。比と温度のプロットの上下のバーは  $1\sigma$  エラー。

参考文献：[1] Suggs et al., *Icarus*, **238**, 23-36, 2014. [2] Bellot Rubio et al. *Earth Moon Planets*, **82-83**, 575-598, 2000. [3] Moser et al., in *Meteoroids: The Smallest Solar System Bodies*, NASA/CP-2011-216469, 142-154, 2011. [4] Yanagisawa et al., *Earth Moon Planets*, **43**, Issue S7, Abstract 5169, 2008.

謝辞：柳澤は当研究会参加に関して北大・低温研究所の支援を受けた。