

チェリャビンスク大火球の発光メカニズム

Radiation mechanism of the Chelyabinsk superbolide

*柳澤 正久¹*Masahisa Yanagisawa¹

1.電気通信大学情報理工学研究科

1.The University of Electro-Communications

2013年2月15日3時20分(世界時)にロシア南西部の都市チェリャビンスク(Chelyabinsk)近郊で観測されたチェリャビンスク火球の爆発規模はTNT爆薬500 kton相当で(1 kton = 4.2×10^{12} J)、同じく天体衝突が原因と考えられている1908年のツングースカ爆発(約2000 kton)に次ぐ大きさだった。アポロ型小惑星の軌道を持つLL5コンドライト組成のメテオロイドの地球大気との衝突が原因だった。我々は、車載カメラによって撮影された動画を解析し、火球のRGB(赤、緑、青)の各バンドでの明るさの時間変化を調べた(Fig. 1)。そしてバンド間での明るさの比が黒体放射で説明できるかどうかを検討した。なお、このカメラでは、非常に強い光が入射した場合に、像が真白に飽和するのではなく、逆に黒くなるというCMOSイメージセンサ特有の性質が十分補正されていない。そのため、火球の最も明るい部分が暗い像として浮かび上がっており、その形状を知ることができた。結果は次のようにまとめることができる：(a) 光エネルギーの90%は、高度47 kmで始まったメテオロイドの分裂に伴う1-2秒間のフレア(光度が急激に増大する現象)で放出された；(b) 高度47 km以上での放射は、黒体放射ではなかった；(c) フレア時のスペクトルは約4000 Kの黒体放射と矛盾しない；(d) 放射領域は、最も明るい時には直径1 km、長さ7 kmに及んだ。結果(c)(d)は高度80 km以上での流星の発光とは異なる。流星では線スペクトルが卓越しており、また、主な発光領域の長さは直径に比べて2倍程度である。低高度(47 km以下)でのメテオロイドの分裂がその発光特性に大きな影響を与えたようである。なお、以上の結果の詳細については以下を参照されたい。M. Yanagisawa, Radiative characteristics of the Chelyabinsk superbolide, Planetary and Space Science., 118C, 79-89, 2015.

Figure 1. (a) Bandpass photometric intensities for the Chelyabinsk bolide plotted as functions of the bolide altitude. The thick, thin, and dotted lines respectively show the intensities in the R, G, and B bands. The black triangles indicate the altitudes at which meteor fragmentation occurred, with the upper two triangles corresponding to severe fragmentation events. (b) Color temperatures for the bolide as functions of altitude. The thick, thin, and dotted lines show the temperatures based on the R/G, G/B, and R/B intensity ratios, respectively. The error is expected to be about ± 400 K.

キーワード：チェリャビンスク、大火球、火球、流星、メテオロイド、自然災害

Keywords: Chelyabinsk, bolide, fireball, meteor, meteoroid, hazard

