

K7-97

2013 年ペルセウス座流星群の撮像・分光観測 Imaging and spectroscopic observation of 2013 Perseid Meteor Shower

○沼田宗一郎¹, 安田貴裕¹, 松田敏勝¹, 柴崎くりす¹, 首藤宙伸¹, 竹本拓真¹, 大島雅英¹, 阿部新助²
*Souichirou Numata¹, Takahiro Yasuda¹, Toshikatsu Matsuda¹, Chrisu Shibazaki¹, Hironobu Shuto¹, Takuma Takemoto¹,
Masahise Oshima¹, Shinsuke Abe²

Abstract: Spectroscopic observations of meteors were carried out using a newly developed imaging and spectroscopic camera during the maximum of the Perseid meteor shower on August 12/13, 2013. The TV observation of meteors has been recorded by using the NTSC standard TV system (720x480 TV lines, 29.97 frames/sec). In this study, a High-Definition TV (HDTV) system (1920x1080 TV lines, 59.94 frames/sec) equipped with a transmission grating (300/mm) was performed. We will present identified atomic and molecular lines (Na, Mg, Fe, O, N and N₂) of a Perseids' fireball and its time series of spectrum intensities which was observed during the Perseids' peak activity occurring at 2:30-3:00 JST on August 13.

1. 目的

流星 (meteor) とは、彗星や小惑星から放出された直径数ミリから数センチのメテオロイド (meteoroid) = 塵 (dust) が、秒速 12km~72km の超高速で惑星大気に突入する際、大気との衝突励起によって構成物質と上層大気に含まれる原子・分子の双方が輝く「アブレーション (ablation)」に伴うプラズマ現象である。また、流星群 (meteor shower) とは、彗星の軌道に延びたダスト・トレイル (dust trail) と地球が近接遭遇し、通常よりも多くの流星が発生する現象である。

流星群は、放射点 (radiant point) と呼ばれる天球上のある点から放射状に出現する^[1]。これまで、流星の放射点分布や軌道については多くの研究が行われてきたが、流星に含まれる物質や発光素過程については、十分な研究が行われていない。流星の分光観測を行うことにより、物質ごとの発光強度比の時間変化、組成比、プラズマ温度などの発光環境を調べることが可能となる。また、既に設置されている他機関の撮像カメラとの協力により、多点観測から流星軌道を推定することもできる。軌道に物質化学的な情報を加味し、地球大気に衝突するメテオロイドの惑星間空間における物質分布 (起源) を統計的に明らかにすることが、本研究の目的である。

2. 観測

現在、流星観測は NTSC 規格の高感度 TV カメラ (NTSC ; 解像度 720×480 ピクセル~35 万画素, 時間分解能 1/30 秒, 階調 8bit 白黒) を使用したものが主流であるが、本研究では HDTV 規格の高感度ハイビジョンカメラ (HDTV ; 解像度 1920×1080 ピクセ

ル, ~ 210 万画素, 時間分解能 1/60 秒, 階調 24bit カラー) を用いる。我々が使用する HDTV システムは、NTSC に比べて約 6 倍の解像度と 2 倍の時間分解能を持つため、これまでにない高精度 (高空間・時間分解能) での流星観測が可能となる。

本研究では、高感度 HDTV システムを構築する上での分光評価データを得るために、ペルセウス座流星群をターゲットに観測を行った。日本大学理工学部船橋キャンパスに従来型の NTSC 高感度 TV カメラ 2 台 (WAT902H2+8mm/f0.8 レンズ+透過型回折格子, WAT100N+6mm/f0.8 レンズ) を北北西、仰角 45 度方向に設置し、八海山セミナーハウスに撮像用 TV カメラ (WAT902H2+8mm/f0.8, WAT100N+6mm/f0.8) と分光用 HDTV カメラ (Panasonic DMC-GH3+Nokton 25mm/f0.95 レンズ+透過型回折格子) を持ち込み、2 点からの協定観測を実施した。観測から得られた同時流星の撮像データからは、流星の軌道計算を行い、分光カメラで得られたスペクトルからは、流星発光原子の強度比と時間変動スペクトルについて調べた。

3. 装置及び観測方法

観測装置の概略図を Figure 1, HDTV システムの仕様を Table 1 に示す。分光カメラは、市販のデジタル一眼レフのハイビジョン映像モードを利用し、内蔵の赤外線カットフィルターをクリアフィルターに交換する改造を施して、近赤外線の波長感度領域を延ばした観測を行った。カメラ・レンズの対物部にグレーティング (透過型回折格子; 溝数 300 本) を取り付けて、固定撮影を行った。HDTV 動画は、1920 x 1080 x 24bit x 60 frames/sec = 2.8 Gbps の高速通信と高速書き込みを

1 : 日大理工・学部・航宇 2 : 日大理工・教員・航宇

必要とするため、Apple 社 MAC mini の Thunderbolt (10Gbps) と、SSD (Flash Solid State Drive) の組み合わせた記録システムを用意した。また、記録ソフトには、HDTV に対応した動体監視記録ソフト「UFOCaptureHD」を利用した。一方、NTSC 動画は、転送速度・容量が小さいため、1 台の PC で 2 台のカメラの制御を行っている。

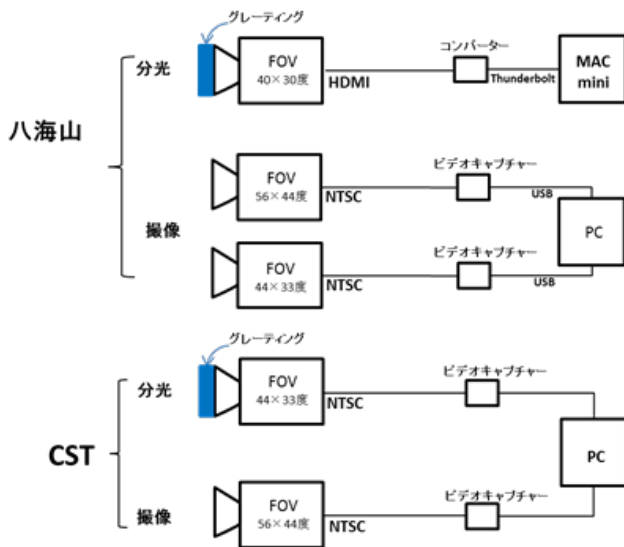


Figure 1 . The schematic view of observational system

Table 1 . HDTV Spectroscopic Camera System

カメラ	Panasonic DMC-GH3 赤外線透過仕様に改造
レンズ	NOKTON 焦点距離 25mm / f=0.95
視野角(FOV)	40×30 度
回折格子	溝数 300 本/mm, ブレーズ角 17.5°
制御 PC	MAC mini + Windows8 + UFOCaptureHD

4. 観測結果及び考察

観測データは、2013 年 8 月 12 日 22:00(以下全て日本時)から 13 日 4:00 にかけて所得した。観測したペルセウス座流星群の流星数が最も多かったのが 2:30~3:00 であった。今後、八海山と船橋キャンパス間で捉えた同時流星の撮像観測データを用いて、流星の速度軌道計算を行う。

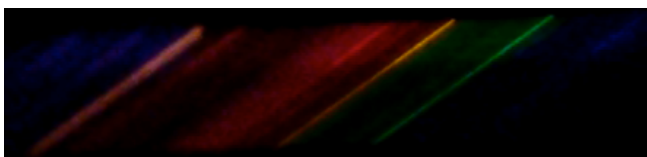


Figure 2 . Color HDTV Spectrum of Perseids' Fireball.

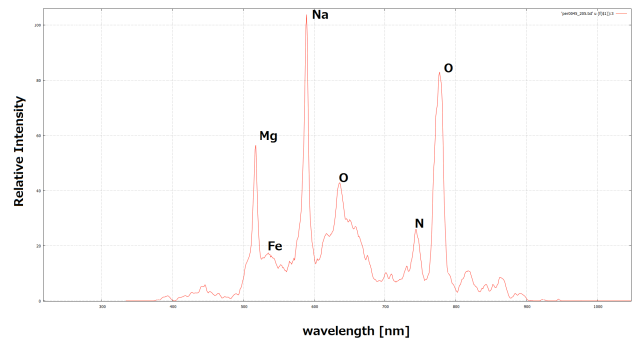


Figure 3 . Relative Intensity of Observed Spectrum.

ペルセウス座流星群の HDTV 分光スチル画像を Figure 2, そのスペクトル解析結果を Figure 3 に示す。Na I(589 nm), Mg I(518nm), Fe I(527-543nm), O I(646nm), N I(744-747nm), O I(777nm)及び窒素分子バンド^[2]が含まれていることが分かった。酸素原子と窒素原子の輝線が強く現れているが、これは流星が大気突入した際、高度 100km 付近の地球大気に含まれる原子が励起されたためである。また、後方のフレームには、酸素の禁制線[O I] (558nm)が受かっていた。対地速度が秒速 59km と超高速のペルセウス座流星群は、平均自由行程が長い高度 100km 付近の酸素原子の禁制遷移の発光を生じさせたと考えられる。

5. まとめ

ペルセウス座流星群の撮像・分光観測から以下の結果を得た。

- ・HDTV 流星分光カメラ(改造後)の感度領域; 380-800nm
- ・流星同定輝線; Na I(589 nm), Mg I(518nm), Fe I(527-543nm), O I(646nm), N I(744-747nm), O I(777nm), N₂ (600-800nm)及び[O I] (558nm)
- ・活動ピーク; 8 月 13 日 2:30~3:00 (JST)

今後は、全天候型 HDTV 撮像・分光カメラ・システムを 3 号館屋上に常設し、定常観測を開始させる。また、2 点観測による軌道計算、発光原子の時間変動 (原子ライトカーブ) や組成比の解析を進めていく。

6. 参考文献

- [1] 渡部潤一:「アマチュアのための太陽系天文学」, pp.50-54, 1995
- [2] 阿部新助, PhD thesis, p56, 2001