

低価格モノクロ高感度ビデオカメラによる流星分光観測システムの構築

Construction of a meteor spectroscopic observation system using multiple low-cost monochrome high-sensitivity video cameras

1245040 谷 優希 (宇宙地球探査システム研究室)
(指導教員 山本 真行 教授)

1. 背景

流星とは、宇宙空間に漂う数 mm 程度のチリ(流星体)が地球大気に約 12~71 km/s の高速で突入する際に空力加熱により表面から蒸散し、さらに流星体を構成する原子が励起され、あるいは大気中の分子と衝突し発光する。分光観測はこの光を回折格子などの分光器を用いて観測する手法である。流星の分光観測は、1860 年代に A.S. Hershel により眼視観測が始められ、19 世紀末に写真技術、1971 年には高感度ビデオ技術を用いた観測が始まった[1]。近年、カメラの性能向上や観測用ソフトウェアの発展などで流星観測の分野でも分光観測は注目を集めている。著者が在籍する研究室では、これまで流星電波観測等が行われてきたが、流星分光観測は初の試みとなる。

2. 目的

本研究では、低価格モノクロ高感度ビデオカメラを用いて、主にふたご座流星群、しぶんぎ座流星群の観測を行う。得られた流星スペクトルから Mg I、Fe I、Na I の強度比を三角組成図で表し、構築した流星分光観測システムの評価を行うことを目的とする。

3. 観測システム

機材の組み合わせと実売価格を表 1 に、観測システムの概略を図 1 にそれぞれ示す。カメラで撮影した映像は USB3.0 接続で同じ PC に取り込み、2つのソフトウェアを用いて記録した。

表 1 観測機材の組み合わせと実売価格

| カメラ | ZWO ASI178MM ¥39,100 | ZWO ASI183MM ¥71,900 |
|--------|--|--|
| レンズ | Edmund Optics TS C シリーズ固定 焦点レンズ 8.5mm ¥34,650 | Edmund Optics 1 型センサー対応固定 焦点レンズ 12.5mm ¥74,800 |
| 回折格子 | Edmund Optics 透過型 ブレード回折格子 VIS 300GPM 50 × 50 ¥25,050 | Edmund Optics 透過型 ブレード回折格子 VIS 300GPM 50 × 50 ¥25,050 |
| ソフトウェア | UFOCaptureHD2 ¥26,400 | Sharp Cap ¥0 |
| 視野角 | 45.9° × 34.6° | 55.7° × 38.8° |
| 合計金額 | ¥125,200 | ¥171,750 |

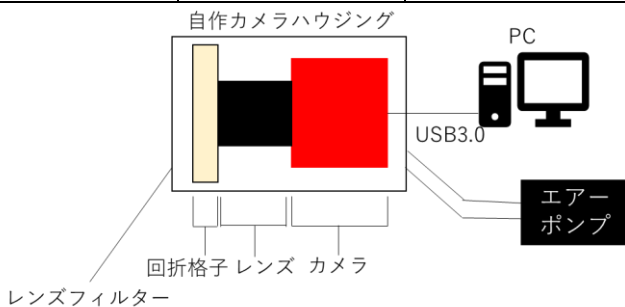


図 1 観測機材の概略図

4. 解析

解析は分光解析ソフトウェア RSpec を用いて行った。事前

準備として、使用している光学系の周波数特性を求めた。RSpec には分光標準星のライブラリが備わっており、恒星のスペクトルを撮影し、式(1)により使用した光学系の機械レスポンス(周波数特性)を求めることができる。

$$\text{機械レスポンス(周波数特性)} = \frac{\text{撮影した恒星のスペクトル}}{\text{ライブラリのスペクトル}} \dots (1)$$

以下に流星スペクトル解析の手順を①~④で示す。

①波長校正: 波長校正は、流星スペクトルの最も一般的な輝線である Mg I(518.2 nm)と大気発光成分である O I(777.4 nm)を用いた。

②式(2)による補正を行う。

$$\text{補正された輝線強度} = \frac{\text{流星スペクトル}}{\text{機械レスポンス}} \dots (2)$$

③②で求めた輝線を Mg I, Fe I, Na I に含まれる 8つの輝線の正規分布関数の重ね合わせにより再現する。補正した値が輝線強度比となる[2]。

5. 結果及び考察

5.1 結果

2種類の分光システムを用いて 2021/12/8~12/16、12/30~2022/1/5の期間に観測を行った

図2は解析を行って得られた5例の流星スペクトルによる相対強度比の図である。

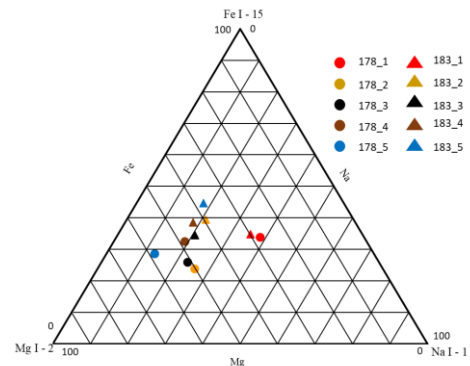


図 2 求めた相対強度比

5.2 考察

図3の組成比から、過去に報告されている Na Iの成分比が低いふたご座流星群の特徴を2つの観測システムで求められた [1]。

6. 結論

二つのカメラによる分光観測例から流星スペクトルの相対強度比を三角図で表すことができた。また、構築したそれぞれの分光観測システムの評価を行い、流星スペクトル観測を行う十分な性能を持っていることがわかった。ほかの流星群の解析を行うことが今後の課題となった。

参考文献

- [1] J. Borovička, P. Koten, P. Spurný, J.Boček, R. Štork, "A survey of meteor spectra and orbits: evidence for three populations of Na-free meteoroids", Icarus, 174, 15-30, 2004.
[2] 永井 和男, 流星スペクトル, オンライン流星物理セミナー, <http://msswg.net/CD/MSS19-spectrum.pdf> (2022年2月10日参照).