

眼視観測データを用いたペルセウス座流星群の傾向分析

東京都立立川高等学校 荻島侑大 大浪弘貴 藤井凜



研究背景・目的

本校天文気象部では、1953年からペルセウス座流星群の眼視観測を行っている。そのうち、欠測・記録の紛失を除いた**35年分の観測記録**を昨年発見した。そこで本研究では、観測記録の紛失を防ぐために記録をデジタル化し、これらのデータからペルセウス座流星群の傾向を分析する。

流星群の眼視観測について

本部の観測は、肉眼による計数・グループ観測であり、現在は4方向を4人が観測し、2名で記録する方法で、2〜3グループを作って観測している(図2)。過去には8人制、10人制で観測していたこともある。観測場所は、2011年から長野県入笠山(図3)であるが、過去には図4のような場所で実施してきた。

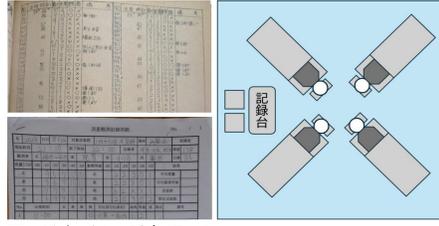


図1 過去(上)と現在(下)の観測記録 図2 現在の観測風景



図3 観測風景(長野県入笠山)

図4 観測場所(1969~現在)

©Google Map, 2024

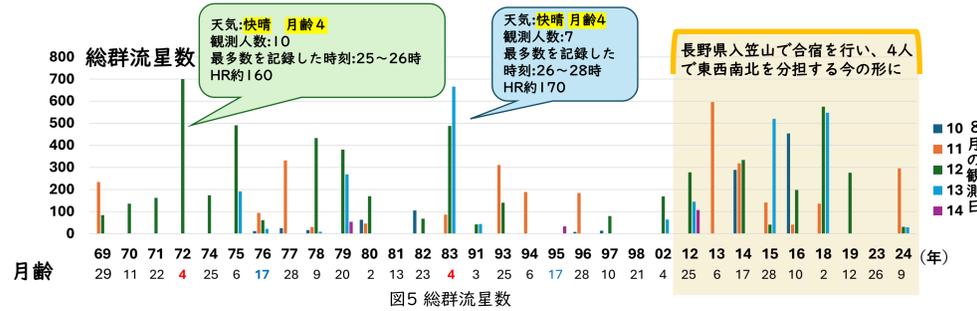
研究方法

- 紙データをExcel上に整理し、10分ごとに群流星数、最微等級、雲量、放射点高度をまとめる。
- 雲量8未満かつ放射点高度20°以上の時の記録のみを抽出し、一日の総群流星数と一人当たりのZHRを算出し、年代ごとの値を比較する(結果1)。
- 一時間ごとの流星数を、その時間の太陽黄経ごとにまとめ、ピークの分析を行う(結果2)。
- 本校の流星数データから光度比を計算し、日本流星協会の公表値との比較を行う。(結果3)
- 特定の年代において、高校生星の会、日本流星協会のデータと本校の、太陽黄経ごとの流星数の傾向を比較し、本校のデータの信憑性を検証する

結果1 一日の総群流星数と一人当たり算出したZHR

一日の総群流星数

快晴かつ月の影響が小さい時に観測数が600~700に達している日があった。観測される流星数は、天候と月齢に大きく左右されると分かる。



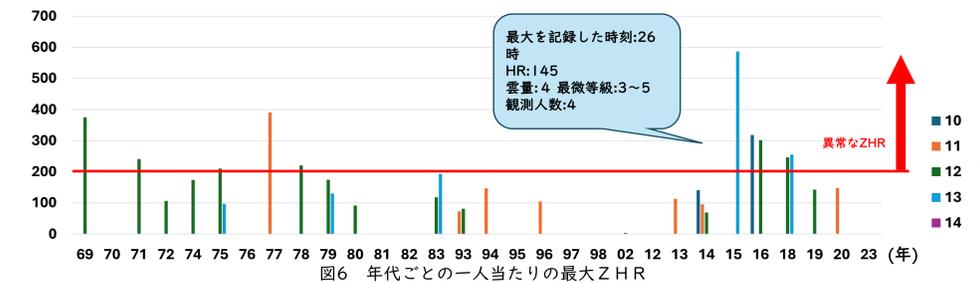
一人当たりのZHR

ZHR(天頂出現数)とは、1人の観測者が観測した群流星数を、理想的な条件下での数に補正したもので、これによって、観測環境や観測者の差を補正して、異なるデータを比較・分析できるようにする。しかし本部は複数人で観測を行っているため、下記の補正值(青部)を用いて一人当たりのZHRを算出した。

$$ZHR = \frac{r^{6.5-Lm} \times HR}{(1 - \frac{cl}{10}) \times \sin \theta}$$

一人当たり ZHR = 補正值

HR: 一時間あたりに観測された流星数
r: 光度比 等級が1小さくなるごとに増加する流星数の割合
Lm: 最微等級 光害と観測者の視力などを補正する
cl: 雲量 空の見えている範囲を補正する
θ: 放射点高度(輻射点高度)
※複数人で観測を行った場合、以下に示した人数の補正值で割り、一人当たりの値にする
人数 2 3 4 5 6 7 8 (人)
補正值 1.8 2.4 2.9 3.2 3.5 3.8 3.9 9人以上の補正值は不明



通常、ZHRは大きくても百数十であるが、これを超える年があった。これは、最微等級・雲量の記録・群流星と散在流星の判別が正確でなかったことなどが原因だと考えられる。

そこで分析手法を見直し、観測者によって変わる要素のあるZHRの代わりに、**信頼できる放射点高度の補正のみを行った群流星数を用いて分析した。**

まとめ

本校天文気象部の観測データ35年分の分析を行った結果、ペルセウス座流星群の一般的な傾向(太陽黄経140度でピークを迎える)と一致した。

- 総数: 快晴かつ月齢の小さい時に多くの流星を捉えており、流星数は天候と月に左右されていた。
- 一人当たりの最大ZHR: 200を超える大きい値の年があった。原因として、最微等級、雲量の記録、群散判別が正確でなかったことが考えられる。
- 太陽黄経ごとの高度補正HR: 太陽黄経140度でピークを迎え、ペルセウス座流星群の一般的な傾向と一致した。また、流星数増減の変化はほとんどの年で似た傾向をたどると分かった。
- 光度比: 等級2までは理論値とほぼ一致した。3等級を超えると、流星が暗いため観測することが難しく、理論値と大きく離れたと考えられる。
- 本校の観測記録の信憑性: 外部のデータとの比較数が不足しており懸念点は残るものの、太陽黄経や光度比の特徴が捉えられており**一定の信憑性は確保されている。**

今後の展望

- 今後もペルセウス座流星群の観測を継続し、傾向を長期的にとらえる。
- 一人当たりのZHRが大きくなりすぎる原因をつきとめ、本校の流星観測の精度上昇につなげる。
- 4人観測時以外の人数補正值の検証ができていないため、出典を調べて検証する
- 好条件時のみのデータで分析を行い、分析を行う。

謝辞

本研究を行うにあたり、国際流星機構(IMO)の小川宏さんをはじめ、日本流星研究会(NMS)、国際流星機構の皆さまに流星群の分析手法についてご指導、観測データの提供をして頂きました。ご協力頂き感謝申し上げます。

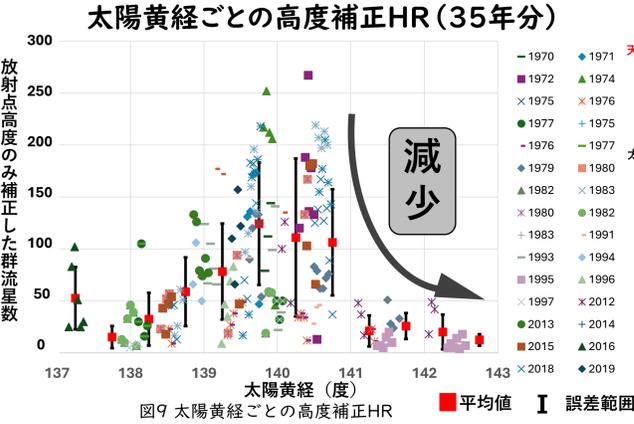
参考文献

- 日本流星会事務局(2005)、『流星眼視観測マニュアル』
- 斎藤肇見,長沢工(1984)、『流星I 観測の実際』恒里社厚生閣
- 斎藤肇見,長沢工(1984)、『流星II 解析と理論』恒里社厚生閣
- FAS 府中天文同好会『太陽黄経計算 ver.2』.(http://fas.kaicho.net/tenshow/cgi-bin/lis20.cgi)
- 西村裕次郎,杉山直(2022)、『スクエア最新図説地学』第一学習社
- 誠文堂新光社『天文年鑑 1989』・『天文年鑑 2002』
- 長沢工(2001)、『流星と流星群』地人書館
- FAS 府中天文同好会『太陽黄経計算 ver.2』.(http://fas.kaicho.net/tenshow/cgi-bin/lis20.cgi)
- 国立天文台『流星群』.(https://www.nao.ac.jp/astro/basic/meteor-shower.html)
- こよみのページ『月齢カレンダー』.(https://koyomi8.com/moonage.html)

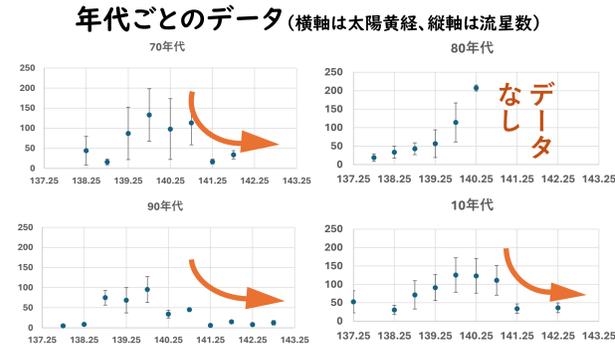
結果2 流星数と太陽黄経

地球の公転周期は365.2422...日なので、異なる年の同じ日の同じ時間であっても、太陽に対する地球の位置は一定でない。しかし、流星の存在するダストトレイルは太陽に対してほぼ同じ位置にあるため、日付で分析を行うと位置にずれが生じて正確に分析できない。

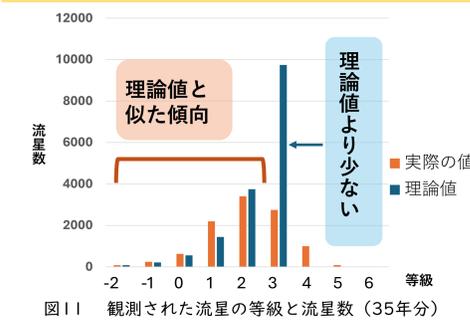
そこで、黄道座標(黄道を、春分点を起点にして分割した座標系)上での太陽の位置を表す**太陽黄経**ごとに流星数をまとめ、分析を行った。



流星数は太陽黄経が増すごとに増加し、**140.3度でピークを迎える。その後141度を超えると急激に減少する。**



結果3 光度比の比較



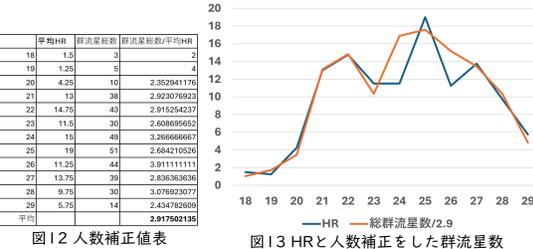
本校の観測データから光度比を算出し、日本流星研究会の値との比較を行った。ペルセウス座流星群の光度比は、一般的に2.6といわれている。この値から導かれる流星数が図12の理論値である。

- 等級2までは理論値と同じように増えている
- 等級が3より暗くなるも理論値との差が大きい
- 本校の-2から2等級の光度比は、2.65と、理論値と近い値になった。

暗い流星は肉眼での観測が難しく、実際の値と理論値が大きく乖離してしまったと考えられる。

結果4 人数補正值について

ZHR算出時の人数補正值に関して、2025年ふたご座流星群の観測データを用いて検証を行った。一人当たりのHRは右の式から得られる。

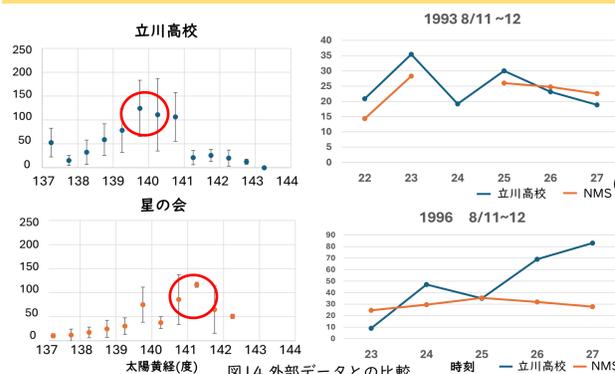


1人当たりHR=グループでの群流星数/人数補正值

よって、グループでの群流星数を一人当たりHRで割った値が人数補正值に近づけば、その人数補正值は妥当だと考えられる。

一晩分の群流星数/平均HRを平均すると、2.9となった。4人観測時の人数補正值2.9は、本校の観測方法に適していると考えられる。

結果5 観測記録の信憑性



高校生星の会 1989~1997年までのペルセウス座流星群のデータのHRを放射点高度で補正し、太陽黄経ごとに集計した。

NMS(日本流星研究会) 時刻(1時~4時)ごとに集計した。

星の会との比較では、ピークの時刻が異なっていたが、NMSとの比較では傾向をある程度捉えられていた。よって、本校のペルセウス座流星群の観測は、**懸念が残る。**