

流星の観測 V

金光研究室
初等教育教員養成課程理科選修
260401 荒川佑樹

1. はじめに

夜空を彩る星々は、人々の心を魅了する。その中でも、流星には、幼い頃から人々が願い事を託してきた。特に流星群の時期には、流星を一目見ようと夜空を見上げる。特に、お盆の時期に訪れるペルセウス座流星群や、12月の中頃に訪れるふたご座流星群、年明け直後のしぶんぎ座流星群などはたいへん有名であり、流星群の活動が盛んな時には、ニュースや新聞を賑わせる。

本研究においては、ペルセウス座流星群に焦点を当て、先行研究と同様に電波での観測を用いて活動の様子を観測する。それに加え、全天カメラを用いた流星群の活動の様子も観測する。

2. 流星について

2-1. 流星とは

流星とは、宇宙空間に漂っている小さな粒子である。その大きさは、数mm～数cmであり、重さは明るいものでは10g程度のものがあるが、1g未満のものがほとんどである。

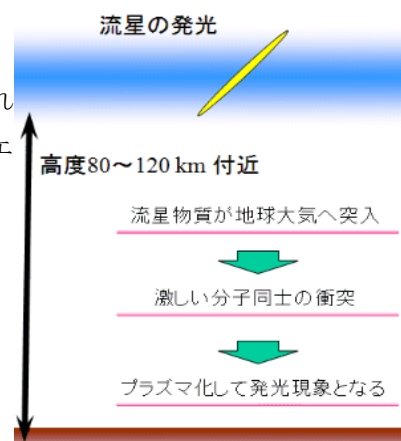
流星は、速いものでは秒速40kmであり、時速になおすと約14000kmとなる。また、地球は太陽の周りを365日かけて一周している。地球が宇宙空間を公転する速度が秒速30kmである。流星の速度と地球の公転速度を足し合わせた速度が、地球への突入速度として見られる。例えば、秒速40kmの流星物質と地球が正面衝突する場合には、秒速70kmで突入してくるように見える。

地球に高速で突入してきた流星物質は、地球大気中の原子や分子と衝突し、プラズマと呼ばれる状態になり、流星の発光現象が見られる。目で見られる流星はおよそ上空100km程度で発光しているが、流星速度や大きさによって90～110kmで発光している。まれに非常に明るい流星は90km以下で消滅することもある。

流星は、発光する際に、周辺の大気を一時的に電子とイオンとに分ける電離という状態を引き起こす。すると、その周辺は、瞬間的に電子の濃度が濃くなる。これを電離柱と呼んでいる。電離柱は、流星がそれを生成してからわずかな時間の間に大きく変化し、時間とともに拡散して消滅する。

2-2. 流星発光のメカニズム

流星が発光して見えるのは、流星物質や大気中の物質が励起されてプラズマ化し、励起状態から通常状態に戻る際に放出されるエネルギーで光っているからである。

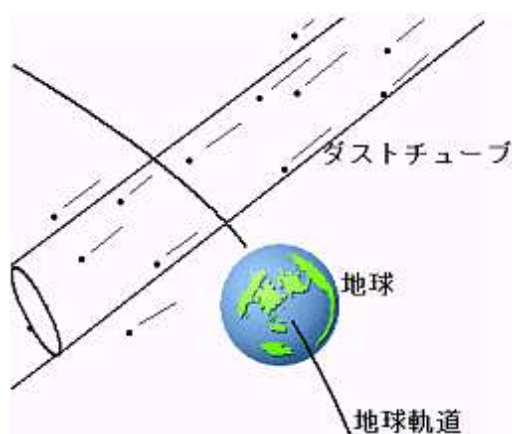


2-3. 流星群とは

流星観測を年間継続すると、ある特定の時期に多くの流星が見られる時期がある。その期間は場合にもよるが、大体一週間程度で、その一週間でも出現数の増減があり、ピークを迎えて減少するという出現を見ることができる。この流星の活動を流星群という。その時の流星経路を星図に記入していくと、流れた方向とは逆方向に延長したある一点に集中する。言い換えると、その一点を中心に四方八方に流れる流星の数が多い期間といえる。この時、ある一点を放射点、または輻射点と呼ぶ。この点がある星座の名前を用いて流星群と組み合わせ、〇〇座流星群と呼ぶ。また、流星群に属する流星を群流星と呼ぶ。流星を出現方向とは逆に延長した際に、空のある一点に定まらない場合、それらは散在流星と呼ばれ、流星群に属する流星とは区別して扱う。

2-4. ダストストリーム

彗星から放出された大量のチリは、彗星からの放出速度は、彗星が太陽の周りを回る速度(公転速度)に比べると大変小さなもので、彗星とほぼ同じ軌道を、群れをなして彗星と共に公転する。何度も公転を重ねると、放出速度や放出方向の微妙な差で、彗星本体からチリが離れていくことになり、チリは徐々に彗星軌道全体に分散していく。すると、彗星の軌道上には流星物質が常に流れていることになる。この流れをダストストリームと呼ぶ。



3. 流星の観測方法

3-1. 光学的観測と電波観測

流星の観測方法としては、大きく分けて、光学的な観測方法と電波を利用した観測方法がある。光学的な観測方法としては眼視観測、写真観測などがある。電波観測には FRO(FM 放送利用の観測)、HRO(アマチュア無線のピーコン波を利用した観測)などがある。光学的な観測方法では、観測が天気のよい夜間に限られる。一方、電波観測では、曇り、雨、日中でも観測することができる。パソコンを使うことで、24時間体制で流星を観測することができる。

3-2. 流星の電波反射のメカニズム

電波観測で使用する無線の電波領域は、通常宇宙空間へ突き抜けてしまう。しかし、流星が発光し、電子濃度が濃くなると、この電波も反射する。そもそも、自由電子には、超短波(VHF)帯の電波(30MHz~300MHz)を散乱させる性質があり、自由電子の濃度上昇によって電波の散乱がおこる。つまり、流星が出現すると電波が反射されるというシステムが完成する。

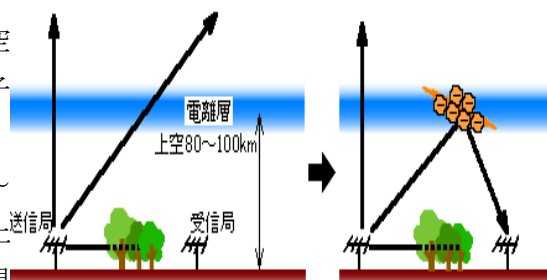


図5 電波反射の仕組み

そして、電波が反射してきた数を数えて流星の数を数えることができる。その反射してきた電波を流星のエコーという。

3-3. 電波観測のメリットとデメリット

電波観測メリットとして、主に以下の三つが挙げられる。

1. パソコンを使うと 24 時間体制で観測を行うことができ、突発の出現をとらえられること。
2. 手軽に、現地にも運ぶことができること。
3. 天候に左右されず、確実に流星群活動をとらえられること。

流星電波観測のメリットは、何といても、天候に左右されず、24 時間観測できることにある。世界中の電波観測結果を統合することで、流星群の観測時は、輻射点高度に左右されることなく観測を続けることができるようになり、流星群の全容解明ができる。また、上でも述べたように、突発流星群の監視も実現することができる。

一方で、電波観測のデメリットとして、主に以下の二つが挙げられる。

1. 流星群と散在流星の判断ができない
2. Es(スプラティック E 層)や飛行機のエコーも受信される。

4. 卒業研究での観測方法

4-1. 卒業研究における観測について

卒業研究では、光学的観測、電波観測を共に用いて、ペルセウス座流星群の観測を行った。それぞれの具体的な観測方法を以下に述べる。

4-2. 卒業研究における電波観測の観測方法

- ・アンテナを自然科学教棟の屋上に、24 時間電波を受信できるように設置
- ・HROFFT ソフトソフトを使用し、10 分ごとにパソコンに保存、記録
- ・HROFFT に記録された画像から、流星数を数える
- ・流星数の集計を行ったのは、2017 年 8 月 1 日～8 月 31 日

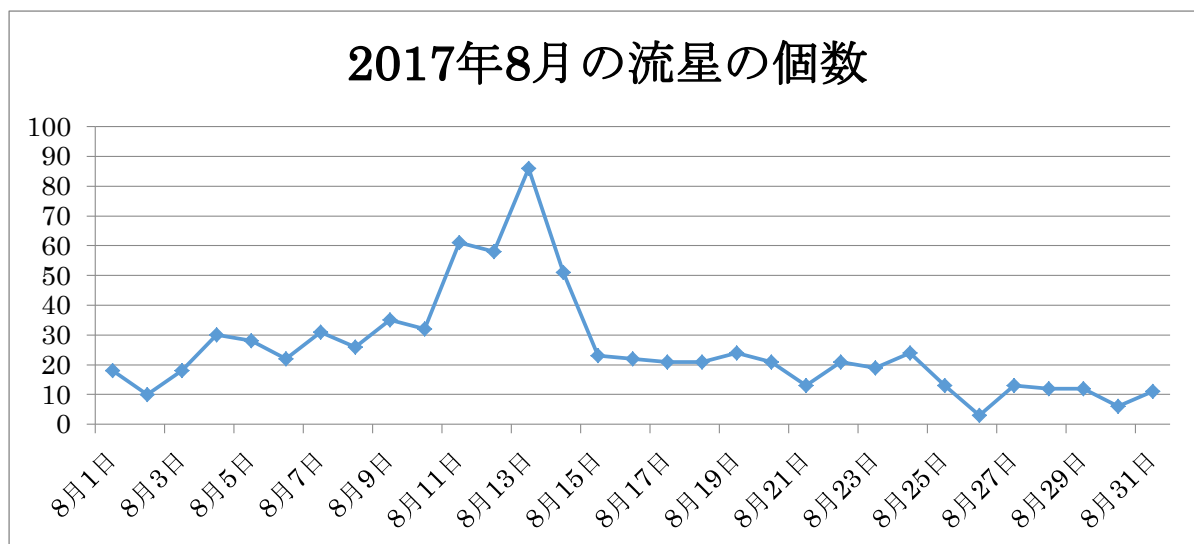
4-3. 卒業研究における光学的観測の観測方法

- ・観測場所・・・自然科学教棟屋上
- ・観測日時・・・2017 年 8 月 12 日 22 時～24 時
- ・観測方法・・・右図のように全天カメラを設置し、30 秒に一度自動撮影
撮影された全天写真を、全天写真用のソフト (RICOH THETA) によって、画像処理を行う



5. 観測結果

5-1. 電波観測による観測結果



(8月27日2時から15時までデータなし)

5-2. 光学的観測による観測結果

光学的観測においては、二時間の観測で、8枚の流星の写真を撮影することができた。

右の写真の、楕円で囲んだ部分に映っているものが流星である。



6. 考察

電波観測の結果から、この度観測したペルセウス座流星群も、一般的な流星群の特徴と同様に、8月14日をピークとした数の増減をしたことがわかる。

電波観測の結果から、光学的観測を行った8月12日の22時～24時の間の流星の数は、13個であった。また、光学的観測において撮影することのできた流星の写真は8枚であった。そのため、この度の流星の光学的観測方法では、おおよそ13個に8枚程度と、非常に高い割合で流星を撮影することができることがわかる。

光学的観測で撮影された8枚の流星の写真の、流星の軌跡を延長すると、全て写真の左下の方向に伸びる。また、この写真の左下にあたる方角には、ペルセウス座が存在している。このことから、この度の光学的観測において撮影された流星は、全てペルセウス座流星群に属する流星であったことがわかる。

先行研究(「流星の観測(田上, 2002)」「流星の観測Ⅱ(岡本, 2003)」「流星の観測Ⅲ(老岐, 2012)」「流星の観測Ⅳ(津田, 2015)」)から、過去のペルセウス座流星群の活動の様子(ペルセウス座流星群時期の流星数)と比較すると、流星の数の増減の様子、流星の数は近い。このことから、2017年のペルセウス座流星群の規模は、例年とほぼ同じであったことがわかる。