

流星の観測法

観測部流星課長

小槇孝二郎

(和歌山縣有田郡金屋)

まえをき

流星の観測法はこれまで「天界」に二度許り(天界10號及31號に)記された事があり、中村要氏の著「趣味の天體観測」中にも書かれてゐるが、最近、會員の中に此の観測の趣味が盛に起りつゝあるので、観測法を上記の記事を敷衍して詳細に書く事とした。申すまでもなく此の観測の目的は流星の軌道及び流星そのものの諸性質の研究は勿論、或る場合は彗星の研究にも役立つ、更に進んでは星辰進化論の一素材ともなるのであるから甚だ重要なものである。然るに何の爲か流星天文學は他の天文學の各分科に比べて軽んじられた傾向があり、特に日本では組織的の観測は殆んごなされてゐないを云つてよい位である。これは甚だ残念な事である。故に出来る事なら此際數十名乃至數百名の観測者を得て(多ければ多い程よい)、此分野の發達に盡力したいと思つてゐる。第一の事業としては、我々で以つて英米あたりのものに比肩し得る立派な輻射點總目錄を作る事である。これは決して難事ではなく、観測者が観測法を正しく守つて努力して下さるならば數年の中に立派なものが出来ると思ふ。願はくは此事業の遂行を一日も早からしむる様多數此の企てに参加下さらむ事を希ふ次第である。

× × × × ×

1. 立場の色々

観測の目的と状況とに仍つて次の五つの場合に分けられる。

- (1) 既知の豊富なる流星群の出現數のみを數ふる事を目的とする場合。
- (2) 既知若しくは豫想流星群の出現の有無或ひは出現の多少及輻射點を確定するを目的とする場合。
- (3) 新流星群の發見を目的とする場合。

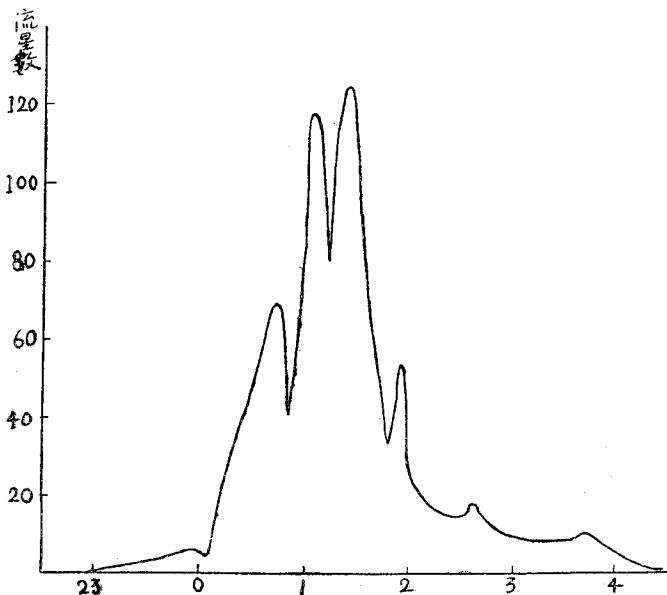
(4) 同時観測によりて流星の高度、速度、軌道等を求むるを目的とする場合.

(5) 晝間に於ける火球或は隕石落下の観測法.

以下この各立場に於ける観測法を順次述べ様と思ふ.

2. 流星観測法 (其の一)

三十三年毎に流星團の密集部を遭遇してすばらしい流星雨を起すところの獅子座群 (Leonids) やビーラ彗星 (Biela's Comid) 崩壊のあとに出現したものも考へられるアンドロメダ流星雨 (Andromedid) の如き特殊な出現を我々が見る場合には、(1)の場合を考へてよい. 一分間に數十はおろか数百に上る多数の流星が西に東に南に北に飛び交ふのであるから其の壯観は筆紙のよく盡くすところでない. 斯様な場合の観測は経路を星圖上に求めて輻射點を決定するよりも、此等の中には可成の停正流星があるのであるから、他の方法で輻射點を求め、全く其の出現の数を一分或ひは五分毎位に分ちて其の出現数を数へるのである. 輻射點は豫め天文書或ひは曆



表の如きものから調べて置いて其位置を天空に豫想しつゝ其の群のもののみを数へるのである。此次に來る獅子座流星雨の大出現は1932年乃至1935年(即ち昭和7年から同10年)頃と思はれる。

此場合の観測上の希望は次の様なものである。観測の時間は成るべく長い方が好ましい。出来る事なら十数人以上の観測者が時間及範圍(天空上の)を受持つてやつて貰ひたい。一人の観測者が見得る天空上の範圍は $\frac{1}{4}$ 位のものであるから多數の結果から良成績を得なければならない。特に観測は数へる事ばかりであるから全く經驗のないものでも容易に出来るのである。観測が終つたならば出現数を縦軸に、時間を横軸にこつてグラフを作るのである。前頁に挿入した圖は1866年11月13日→14日の獅子座流星雨出現の時グリニチ天文臺で数へられた出現数を示したものである。

此方法による観測は年々出現数の多いペルセウス流星雨や四分儀流星雨等の場合に當てはめてもよいであらう。週期流星群の軌道の大いさや形は、速度が正確に観測出来ない關係上出現の週期を求める事によつてのみなし得るのであるから、此他の流星群にても出現の多少を検出する意味に於て此方法を用ひる事は相當に役立つのである。甚だしい流星雨では困難であるが、光度、色、速力、痕の有無等の統計を取りたい希望を持つならば、適當な方法でやつて見るに面白からう。経路の記入を除外すれば、記録に要する時間は数秒間でやれるからペルセウス流星雨などに應用してもよからうと思ふ。

3. 流星観測法 (其の二)

(2)(3)(4) の場合は大體に於て共通であるから、一括して観測法をのべる事とする。先づ観測すべき事項を列記するこ

- I 経路の記入及精確度 (Track and Weight)
- II 出現時刻 (Time)
- III 繼續時間 (Duration)
- IV 光度 (Magnitude)
- V 速度 (Velocity)
- VI 色 (Colour)
- VII 経路の曲直 (Curvature)
- VIII 痕 (Train) の有無と其の持續時間

一個の流星についてこれだけ記録をする必要がある。以下順を追ふてのべる事とする。

第一に経路の記録であるが、これは輻射點を定める上に直接重大な役目を持つてゐるのだから出来るだけ注意して記さねばならぬ。出現の稀な流星群は例外であるが、あまり輻射點に遠ざかつてゐるものは充分正確と思はるゝ外は記入しないがよい。輻射點より 30° 乃至 40° 以内のもののみを記録する事が望ましき事である。方法は出現點と消滅點とを星々の間に見定めて星圖上に二點を求め、之を結び矢印で方向を示し、直ちに番號を附して置くのである。輻射點を求める事を直接の目的とする(2)及(3)の場合は、出沒位置よりも寧ろ方向の正確さが欲しいのだから特にこの點を注意して貰ひたい。出現の位置の記入は消滅點に比して著しく誤差の伴なひ易いものであるから一般には消滅點を先づ正確に定めて、方向を記入する方法をさるゝのがよからうと思ふ。併し速度の緩やかなものとか、光度の著しいものなどは誤差が比較的少ないので、直接に出沒の兩點を結んでよからう。曲つたものは其通り記入するのであるが、これはあまり正しくは行かぬものである。同時觀測即ち(4)の場合では上述の方法よりも出沒位置の正しき記入の方が望ましいのであるが、餘程精確でなければならぬ。然し輻射點より隨分離れてゐるものを觀測する場合も出來て來るので方向の正確は(2)及び(3)の如く直接的のものではない。二人の觀測したものが同一流星である事の條件は次の二つである。

A. 出現時刻の一致

B. 二人の見たる各出現點若しくは各消滅點をむすぶ地球上の大圓が一人の觀測地から他の觀測地へひける基線を延長して地球上に出合ひたる點を通過する事

此の外に色、速度、光度、痕の有無なきの比較を要するのであるが、それは第二義的のものである。上述の條件によつて時間と位置との重要な事を知つて戴きたい。

経路の記入が出來たら、其の精確度 (Weight) の記入を忘れてはならぬ。流星を輻射點の決定に用ひるか否かは主として此れに由るのであるからで

ある。其の標準は十點法を採用してもよいが、五階級位に分けた位で充分であらうと思ふ。即ち最良(5點), 良(4點), 中(3點), 不良(2點), 最不良(1點), の5點法によるのである。「最良」を云ふのは誤差全くなしと思はれるものとし、「良」は特に方向に於て殆んど間違なしと思はれる場合をさる。注意點(眼の方向)より 30° も離れてゐる所では4點以上は與へ難い。2點及び1點なごの流星はなるべくならば記入しない方がよい。しかし輻射點の決定に乗ねて出現數の多少を知らうとする場合は、(1)の場合の如く經路以外を記入するか又は其の群に屬すべしと思はるゝもののみの數を數ふるかして置く(時刻を要す)のである。自分は此方法で輻射點に近い正確なものだけ記入して他は出現時刻, 色, 光度等のみを記入し但し書を附するこゝしてゐる。

「停止流星」と呼んで視線の方向に飛來する爲、一點に出没する如く見ゆる流星が稀にある。この點は唯一個のみで輻射點を表はす重要なものである爲め慎重に其位置を定めるべきである。

火球等で分裂したり、白鳥座の流星群の如く爆發性のある流星なごでは分裂點, 爆發點なごを經路に記入せねばならない事は勿論である。

出現位置の讀み取りには赤經も赤緯も同様角度で表はすのが普通である。同時觀測なごで計算する場合なごは此の方が便利である。

出現時刻の記入は同時觀測の時は早くせねばならぬが、(2)(3)の場合には全部の記録が終つて後行つたらよい。一分位の違ひはあつても差支ない。時刻を求めるには郵便局或ひは停車場で合はせてもよいが、ラヂオの設備のある者は其れを利用するのが最良の方法である。ラヂオでは通常數秒にのほる誤はない。又別に太陽の南中を影で觀測して時刻を求める方法も馬鹿にならないもので、十秒以内の正確さは容易に得られる。其方法はこゝに述べる餘裕もないが、天界第一卷第9號(141頁—150頁)の佐々木哲夫氏の論文「時間と時刻」中にあるからそれを御覽になつたらおわかりにならうと思ふ。同時觀測を行ふ場合は時刻の記入を他の人にやつて貰ふか、自分のみでやる場合には分の $\frac{1}{10}$ まで記入する事が望ましい。

次に繼續時間の觀測であるが、この方法は一秒の $\frac{1}{10}$ までしか觀測し得

ない。ランニング用のストップウォッチを用ひるのは一法であるが、それよりも單に口唱法で充分間に合ふ。平常「ヒフミヨイムナヤコト」か或は「アイウエオアイウエオ」を一秒に唱へられる様に練習して置いて、出現の瞬間から唱へはじめ消滅までの時刻を計るのである。はじめは随分失敗して、飛終つて數へはじめるご云ふ滑稽を演じたりするが、慣れるご無意識に云ひ得る様になる。繼續時間は通常0.1秒から1秒まで位のもので一秒以上のものはめづらしい。火球なごでのろいものは10秒以上もかかる事もある。こんな場合にはストップウォッチがよいのであるが、脈搏を數へるのが都合のよい方法で1秒までは正確に測定し得る。痕の持續時間等も脈搏法によつたらよからうと思ふ。繼續時間の測定が $\frac{1}{100}$ 秒まで位正確に行けば流星速度の研究に大いに役立つのであるが、只今では此れ以上の良法はない様である。

次に流星の光度は恒星ご比較するのであるが、流星が尾をひいて動く爲一等級位の誤りはざらにある。慣れるご誤差は系統的になる様である。大光度の場合は比較の仕様が無いので「月の半分」ごか「金星の3倍位」ごか云つたふうにするよりしかたが無い。^{マイナス}負何等ごつけてもよいが此れは2等から3等位の間違ひの起る場合もあらう。光度は火球なごの如く出現から消滅まで同一光度を示さないものがある。その場合は初、中頃、終ご三段位に分けてする方法をこるがよい。即ち2→0→1の如くにして表はす。

次に速度であるが、これは見掛けの緩急を云ふので定つた標準はないが、出現した流星が、或る種の流星群に屬するか否かを見分けるに役立つから、不必要の様に思ふが是非やつてほしい。使用する略號は、急速 R (Rapid)、中 M (Moderate)、緩 S (Slow); 甚 V (Very)、稍 r (Rather)、を組合せて

VR, R, rR, M, rS, S, vS

の七階級位に分けて記すのを普通とする。特に速ごか、馬鹿にのろいごかのものが現はれたら VVR, VVS の如く V を二つ重ねて書いたらよい。

出現時の速度ご消滅時ご速度ごの差異を見出し得る場合が可成りある。熟練によつてこの關係から流星が輻射點から近いか遠いかを知る事が出来

る筈である。

或る流星群に屬す流星の色を統計して見れば系統的な関係のあることがわかる。仍て色の記録も重要なものであるが、淡い流星の色は誤が多いのでよき確かの場合の外は書かぬがよい。個人による差は光度や速度の場合より甚だしく、同じ流星を一人は赤と見、他の者は黄と見る如きは屢あるが、人によつて系統的なものとなるから心配は入らぬ。次の様な符號で記すを便利とする。

白 W (White), 青 B (Blue), 赤 R (Red), 黄 Y (Yellow)
及び混色では WB, WR, YB, RY 等。

流星の色は出現時と消滅時と必ずしも同じでない。仍て此場合には W→Y とか Y→R の如くにして表はして欲しい。観測者が若し色盲であつたら、その事をつけ加へて置いて貰ひたい。面白い研究材料にならうと思ふ。

経路の曲直は星圖に記入するので無用の様であるが記入して置いた方が便利である。直線の場合ば記入しないでよい。爆發とか、分裂があれば同様に記すのである。

痕が残ればそれを記し持續時間を口唱若しくは脈搏法で観測して記して置かねばならぬ。

しばしば経験する如く、火球の著しいものでは音を發するものがある。音響の達する時間を測定し得れば、同時観測と同様、其の實距離を知り得る筈である。適宜の方法で測つてもらひたい。

以上は一個の流星について観測すべき事柄であるが、連続して數時間観測する場合は、以上の外に次の諸項を記録して置く必要がある。

(イ) 観測開始時刻、(ロ) 同終了時刻、(ハ) 観測時間數、(ニ) 観測個數、(ホ) 一時間平均數、(ヘ) 時刻の正確の程度、(ト) 使用時計、(チ) 空の良さ、(リ) 雲量(十分間毎位でよい)、(ヌ) 月の有無(有る場合は月齡)、(ル) 観測方向、(ヲ) 目的等。

空の良さと云ふのは透澄の程度で上、中、下位でよからう。霧や霞なごの多い時は別に雲はなくても3等星位さへ見えないと云ふ事がある。雲量は全天皆曇つた時を10として、半分の時は5、他は之に準じて書いたらよい。観測の方向は東西南北等の方法でよいわけであるが、それよりも目あての

星座位を書いたらよいと思ふ。

同時観測の場合は観測地の位置の正確が欲しいから参謀本部の5萬分の一の地圖によつて経緯度を求めて記して置かねばならぬ。

下に観測例として本年八月のペルセウス流星群観測の一部を挿入して置く。これを参照して方法を知つて頂きたい。

NO: 1 流星観測用紙 観測者: 小横 観測地: 岡山縣津山

年月日	1928. 8, 12,	観測個數	38	使用時計	目覺時計							
開始時刻	0h 0m	一時間平均數	19.0	時刻の正確度	± 1m							
終了時刻	2h 0m	天氣ノ良サ	上	観測方向	ペルセウス座							
観測時間	2h 0m	平均雲量	0	月齡								
番號	時刻	確度	繼續時間	光度	速サ	色	其他	出現點		消滅點		流星群
								α	δ	α	δ	
1	0h 0m	3	0.3 ^s	3.5 ^m	R	W	痕	53	+46	53	+41	P
2	13	3	0.3	3.5	R			10	+18	19	+28	
3	16	4	0.4	1	R	W	痕(2 ^s)	358	+43	343	+30	P
4	18	4	0.6	0	M	WR	痕	46	+32	48	+22	P
5	28	4	0.3	2	R	W	痕	58	+45	63	+41	P
6	33	3	0.3	2	R	W		11	+57	13	+51	
7	36	4	0.7	0.5	rR	W	痕(4 ^s)	351	+57	318	+43	P
8	40	3	0.4	3	R	W		80	+72	117	+74	P
9	42	4	0.7	3	M	Y		30	+64	47	+58	
10	44	4	0.4	2.5	rR	W		43	+61	41	+65	P
11	49	3	0.4	3.5	R			355	+78	310	+80	P
12	50	2	0.4	4.5	R			45	+54	65	+56	P?
13	52	1	0.3	3.5	R			270	+86	170	+78	
14	55	4	0.4	2	R	W		46	+39	46	+33	P
15	1h 0	4	0.6	-0.5	rR	W	痕(2 ^s)	25	+30	20	+14	P

4. 晝間に於ける火球又は隕石落下の観測法

この観測位難しいものは無からう。委托すべき背景がないのだから正確を期する事は望まれないが、多數の観測者の結果から導びけば誤差を少くする事は出来る。端的に云へば出沒の方位角及高度と其時刻とがわかれば二人以上の観測から軌道を求められるのである。依つて我々はその方位

角及高度を求め得れば問題はないのである。

附近に山さか樹木さか何かのものがあればスケッチに依つて出沒位置なるべく精確に記入する。次に経緯儀 (Theodolite) の如き器械で方位角及高度を測量するのであるが、少からざる誤差を伴ふことを覺悟せねばならぬ。此の場合はまだよい方で、附近に委託物の全く無い時は更に困難を感じやう。この場合には出沒の位置を見定めて、其場で粗略ではあるが手をつかつて方位角及高度の概略の値を求めるより方法はない。自分は通常右手を充分伸ばした際小指から人差指まで四本の指を揃へた時、兩端の挟む位角が9°となることを知つてゐるので、黄道光なきの長さを目測する時なきこれを使つてゐる。これによれば數度の誤差はあらうが多數の觀測から誤差を少くし得やうと思ふ。

以上の方法で方位角さ高度を測れば出現の日時より出沒の天球上の位置は容易に計算し得るから目的を達する事が出来る。音響さか爆發分裂等の觀測は前出の方法で行ふべき事は勿論である。

5. 觀測に關する諸注意

觀測者の服装は、夜時特に屋外で行ふのであるから充分注意を拂はねばならない。冷たい夜の空氣にひたる爲め風邪を引くおそれがあるから、たさひ夏の夜でも浴衣一枚でやる様なことは避けなければならぬ。必ず適當な防寒準備をし、夜露や霜等を除ける爲に、帽子 (烏打帽子の様なものがよい) をかぶつてをく事である。

觀測時間は三時間以上はなるべくやらないがよい。身體に相談して行ふべきであつて、無理な事をして健康を害する様な事があつてはならない。冬季の觀測は殊に注意を拂ふ必要がある。

觀測用の燈火は直接眼を刺戟せぬ弱いものが理想的である。赤玉のついた懐中電燈なきは適當なものであらう。風が吹いても消える心配もないし、經濟的の様に思はれる。

觀測は晴夜であれば何時やつてもよい。何時新しい流星群が見つかるかわからないのであるから、二月さか三月さかの流星數の少ない時でも注意して頂きたい。重要な流星群は月夜でも觀測の必要がある。流星群觀測の

場合は輻射點の近傍を中心とすべきであるが、他の場合は何所を目當てにしても宜しい。收獲の多いのは午前2時頃か3時頃であるが、流星群を發見する目的なれば時をえらばない方がよからう。

同時観測の場合には各観測者の時刻を正確に一致させる。事が特に大切である。基線は100軒内外が適當であるが必ずしも此制限を要しない。

次に観測用の星圖であるが、これは天文同好會で自由に得られる流星観測専用のもを用ひるべきである。この圖は大圓を直線で書き得る様に出來てゐるので輻射點の決定に至便である。「天界」にも度々述べられた通り殆んど無制限に得られる星圖だから、こゝでも観測をおすすめする次第である。

6. む す び

流星観測はそれ獨自の目的を達する外、副産物として星をよく覚えられる利便がある。星圖を索引で星を覚えるのは苦痛をこもなふが、流星を相手にするに、いつの間にか星を覚えてしまつて何處にあらはれた流星でもすらすら記入出来る様になる。星を覚える結果、流星観測者はよく新星を發見する。(白鳥座第三新星の發見者である英のデニングや本邦の神田氏は共に熱心な観測家である。) 故に観測中に銀河を一度しらべる事は無用ではなからう。

観測結果を整理して輻射點を求むる事は軌道の決定法の中に記して置いた。仍て其處を参照して戴きたい。

既知の流星群の主要なものは同好會發行の天文年鑑中に「輻射點の表」にて載せてあるから御覽を願ひたい。 (1928. 9. 3)

「天界」紙上の流星に關する記事一覽表

特殊記事 第3號第42—頁(古川)、第7號第106頁(山本)、第10號第181—頁(山本)、第31號第223—頁(中村)、第76號卷頭寫眞及び 第412—頁(山本)、第84號第103—頁(小横)、第85號第158—頁(Y)、第37號第247頁(山本)、第88號第295—頁(小横)、第89號第337—頁(小横)、同第370—頁及び 第375頁(山本)、第91號第426頁及び第461頁(山本)、第92號第18—頁(村上)、第94號第86號(小横)、
雜報記事 第53號第433頁、第87號第292頁、第92號第17頁、
観測部報告 第83號第85頁、第85號第192頁、第86號第232頁、第87號第289頁、第91號第464頁、第92號第30頁、第93號第63頁、