

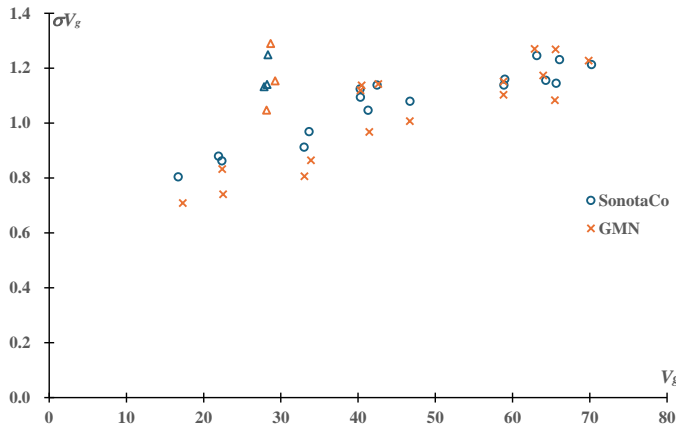
要旨

SonotaCo ネットと GMN とで共通するビデオ観測の特性、および相違点が20の流星群についての調査によって明らかになった。両者の輻射点と地心速度の決定精度はほぼ同等であるのに対して、流星の光度測定には大きな違いが認められた。GMN が捉えている流星の平均光度は SonotaCo ネットよりも約 0.5 等暗いが、GMN の光度推定の尺度は SonotaCo ネットよりも狭く、光度比を直接求めると GMN の場合には従来受け入れられていた値を遥かに超えてしまう。

輻射点の分散、地心速度の標準偏差、平均光度、発光点・消滅点の高度及び光度による変化等で流星群の特性を明らかにできることを示した。発光点高度の散在流星との差が小さい、或いは負の流星群は前田さんによる「Na 枯渇度」が高いことが見いだされた。

1. ビデオ観測の特性

地心速度とその標準偏差



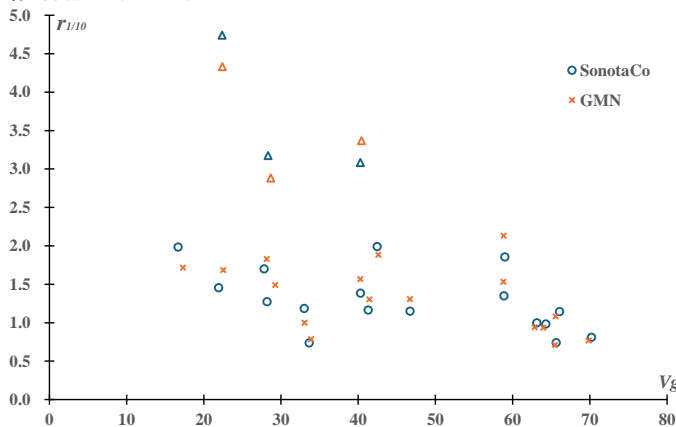
地心速度はここで取り上げる様々な物理量に影響を与える。まずは、地心速度の測定精度について考察する。

流星群の地心速度の標準偏差は左図に示すように地心速度と明らかに正の相関が認められる。この標準偏差の増加は、地心速度が大きいほど速度の測定誤差が大きくなることを示している。この全体的な傾向からのずれは、個々の流星群の空間的な固有の広がりによるものと考えられ、図中△で示した3つの「おうし群」は流星群の各論の中で触れたように、特殊な存在である。それらを除いた回帰直線から、地心速度の標準偏差は次表のように変化すると推定される。

地心速度が小さいときには GMN の方がやや SonotaCo ネットよりも標準偏差が小さいように思われるが、地心速度の測定誤差は全領域ではほぼ両者で同程度と考えられる。

V_g		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
σV_g	SonotaCo	0.77	0.81	0.84	0.88	0.92	0.95	0.99	1.02	1.06	1.10	1.13	1.17	1.21	1.24
	GMN	0.64	0.69	0.74	0.79	0.83	0.88	0.93	0.98	1.02	1.07	1.12	1.17	1.21	1.26

輻射点の広がり



輻射点の決定精度も当然、地心速度によって変化することが考えられ、地心速度の大きい場合には輻射点の決定精度が低下するように思われるが、単純にそういうわけではない。

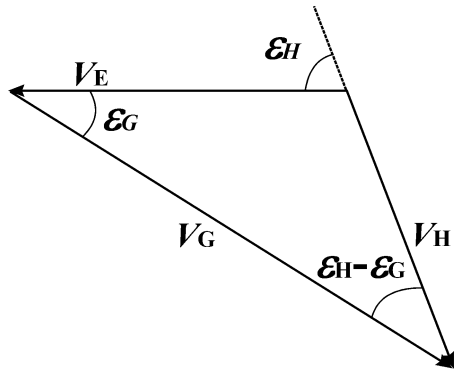
輻射点の密度が中心の 1/10 になる距離（輻射点の広がり）と地心速度との関係は次の図に示すように地心速度とは負の相関がある。流星群の各論の中で輻射点の広がりが特殊であるとした図中の△（左から、はくちょう座流星群、おうし座南流星群(STA_SE)、しぶんぎ座流星群）を除いて得られる回帰直線から輻射点の広がりには次のように見積もることができる。ほぼ GMN と SonotaCo ネットの結果は同等であると

考えられる

V_g		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
$r_{1/10}$	SonotaCo	1.74	1.69	1.63	1.57	1.52	1.46	1.41	1.35	1.30	1.24	1.18	1.13	1.07	1.02
	GMN	1.81	1.76	1.70	1.64	1.58	1.52	1.46	1.40	1.34	1.29	1.23	1.17	1.11	1.05

ここで輻射点の密度が中心の 1/10 になる距離（輻射点の広がり）と輻射点決定の精度との関係を考えるために輻射点の広がりを変化させる原因について考える必要がある。

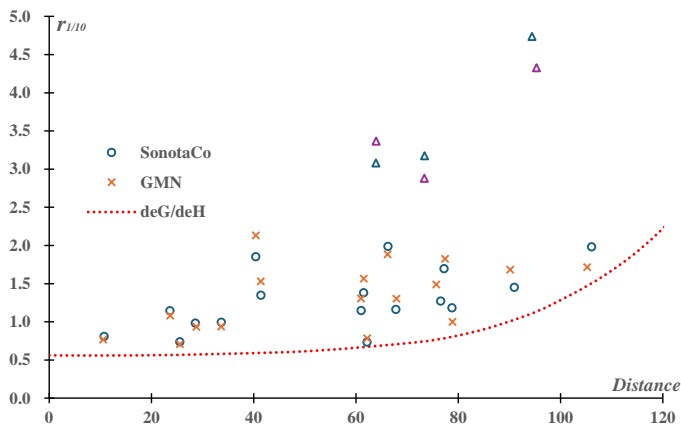
輻射点の広がり、幾何学的な理由から、流星群の空間での広がりと同じであっても、地球向点からの離角 (ϵ_G)によって、輻射点の広がりは見かけ上大きく変化する。



流星の日心速度、地球の軌道速度、流星の地心速度ベクトルは左図のように表すことができる。ここで日心速度が 38km/s というほぼ黄道型流星群に相当する流星が地球向点から様々な離角 (ϵ_H)で地球に衝突する場合について計算した結果を以下に示す。流星体が地球向点から正面衝突する場合 ($\epsilon_H = 0$)には $V_g = 68.0$ という高速であるが、地球の背面から追突する場合 ($\epsilon_H = 180$)には $V_g = 8.0$ になる。途中を考えると、 $\epsilon_H = 30$ になっても $V_g = 63.0$ 、 $\epsilon_G = 16.9$ であり、見かけ上は輻射点が地球向点からあまり離れず、速度もあまり変化しない。一方で $\epsilon_H = 170$ になると、 $\epsilon_G = 138.4$ と地球向点から大分離れてくる。この ϵ_G と ϵ_H との関係を示したものが $d\epsilon_G/d\epsilon_H$ であり、これは日心速度の方向が 1 度変化するとき、地心速度の方向が何度変化するかを表しており、ほぼ輻射点の広がり

の変化を表す指標と考えて差し支えない。 ϵ_G が 90 度を越える、はくちょう座流星群、アンドロメダ座流星群は他の流星群と軌道上の広がりと同じであったとしても、地球での観測者にとって見かけ上の輻射点の広がり は 2 倍以上になることがわかる。

ϵ_H	0	30	60	90	120	130	140	150	160	170	180
ϵ_G	0.0	16.8	33.9	51.7	71.5	79.2	87.9	98.7	113.7	138.4	180.0
V_g	68.0	63.0	56.7	46.7	33.9	29.2	24.5	19.9	15.6	12.2	8.0
$d\epsilon_G/d\epsilon_H$	0.56	0.56	0.58	0.62	0.73	0.81	0.96	1.24	1.85	3.26	4.75

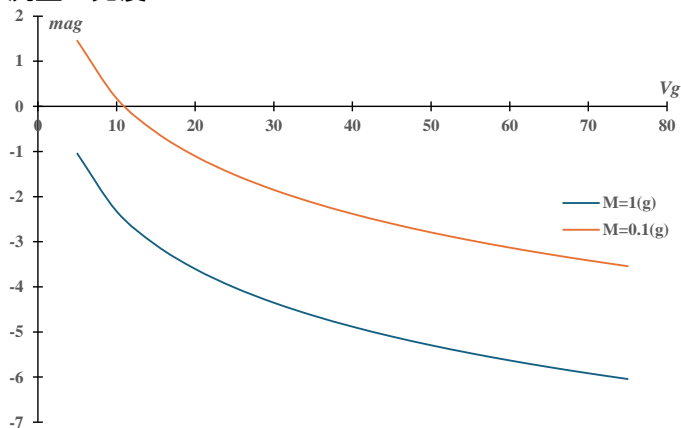


実際に流星群の地球向点からの離角と輻射点の密度が中心の 1/10 になる距離との関係は次に示す図のようになり、地球向点からの離角 ϵ_G と輻射点の広がりには正の相関があることが確認できる。図中の Δ は特異なものであり、左から、しぶんぎ座流星群、おうし座南流星群 (STA_SE)、はくちょう座流星群である。上の表からも明らかなように、離角 ϵ_G が小さくなると地心速度が大きくなるので、地心速度の大きな流星群で見かけの輻射点の広がり小さくなるのは幾何学的な理由が大きいことがわかる。輻射点の広がり と地心速度に負の相関があるのは、観測精度の問題ではない。輻射点の決定精度と地心速度に直接

の関係はなく、低速の流星も高速の流星もほぼ同じ程度で測定されていると考えることが妥当であろう。

従って、流星群の軌道を考察する際には、輻射点の決定精度が地心速度によらず、地心速度が大きいと地心速度の測定精度がやや低下することに留意する必要がある。地心速度の観測誤差によって、地心速度が大きい、地球向点からの離角が小さい流星群の軌道は広がっているようにみえてしまうのである。

流星の光度



Öpik によると流星の流星体の質量 m (g)、絶対光度 Ma と地心速度 v (cm/s)には、

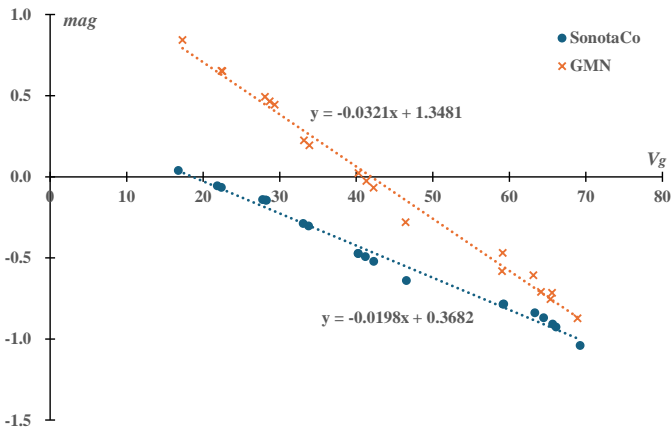
$$\log m = 10.97 - 1.7 \log v - 0.4Ma$$

という関係がある。これらの間の関係式は研究者によって様々な形で提示されているが、流星体の物理的性質をどのように推定するかで異なる。しかし、基本的に同じ質量の流星体でも地心速度によって絶対光度が変化することは、流星体の運動エネルギーが光のエネルギーに変換される以上当然のことである。ここで、Öpik の式により質量が 0.1(g) と 1(g) の流星体の絶対光度が地心速度によりどのように変化するかを左図でみておこう。

このことから、観測される流星の平均光度は地心速度が大きいほど明るいと考えられる。

SonotaCo ネットと GMN の光度による流星の捕捉率の違い

同じ質量の流星であれば、光度は地心速度の関数になることが理論的に推定されることを述べたが、20 の流星群の地心速度の平均から ± 3 (km/s) の散在流星について平均光度と地心速度の間には実際に極めて高い相

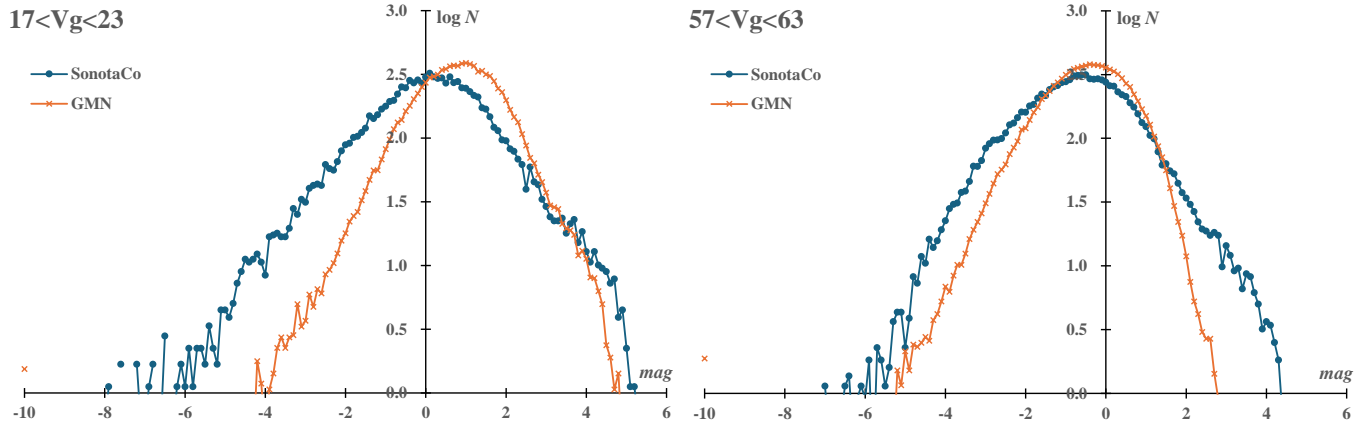


関が認められる (左図)。20 の流星群の地心速度と平均光度にも相関がみられるが、散在流星の平均光度と地心速度の直線からのずれは、それぞれの流星群に属する流星体の特性を示しているものと考えてよいであろう。この特性については流星群の各論でも触れたが、本稿でも後の項目で比較検討することとする

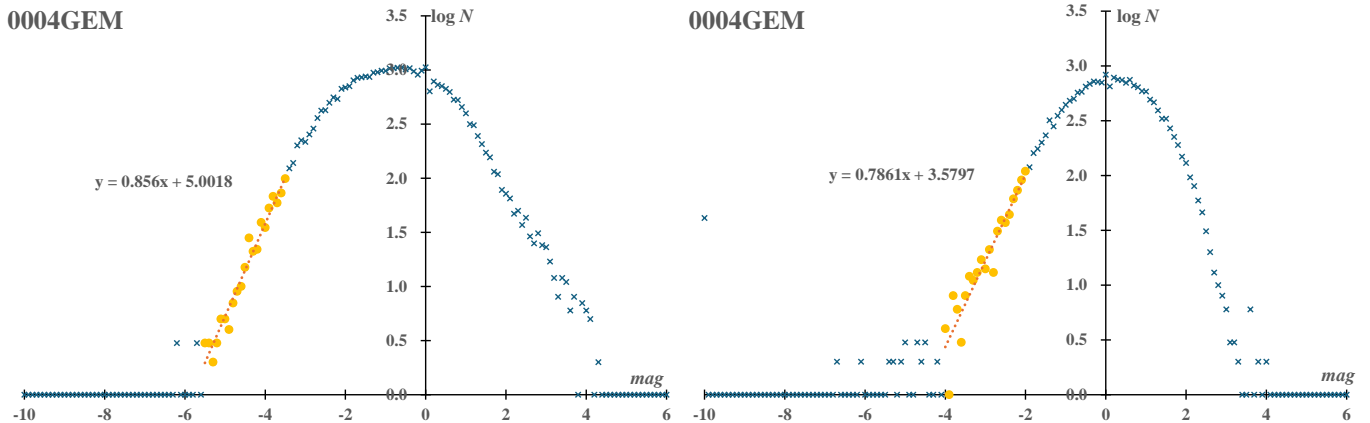
平均光度は地心速度と強い関係がみられるが、SonotaCo ネットの観測と GMN では左図に見られるように大きな差がある。同じ地心速度でも GMN の平均光度が常に SonotaCo ネットのものより上側にある。つまり、GMN の方が SonotaCo ネットよりも暗い流星を捉えていることを示している。

この傾向は地心速度が小さくなると強まることが示されている。これは、GMN に比べて SonotaCo ネットでは焦点距離の短いレンズが多く使用されているため、或いは光害によるノイズを避けるために低速で移動する光点を除外しているためとも考えられる。いずれにせよ、SonotaCo ネットに比べて GMN は低速の流星を多く捉えていることには留意すべきである。また、回帰直線の傾きの違いについては、次項で取り上げる両者での光度測定の違いが関係している。

SonotaCo ネットと GMN の光度測定の違い

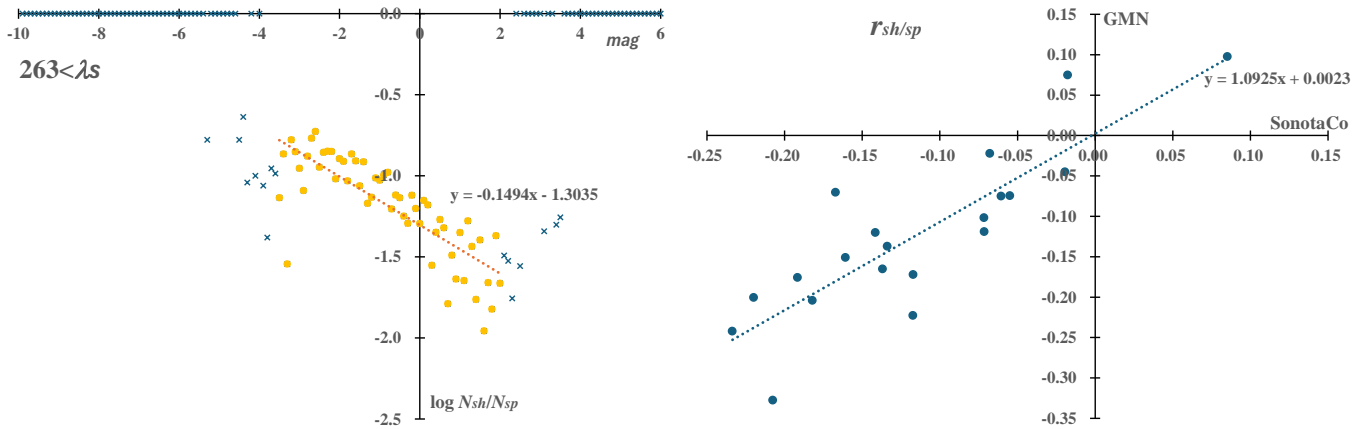


しかし、流星の光度についてはもう一つの重大な問題がある。上の2つのグラフは、 $V_g = 17\sim 23(\text{km/s})$ と $V_g = 57\sim 63(\text{km/s})$ の散在流星について、流星数を十万個として規格化し、SonotaCo ネットと GMN の流星の光度分布を示したものである。低速の流星について GMN の極値は SonotaCo ネットよりも暗い流星にあり、GMN が SonotaCo ネットよりも暗い流星を捉えていることがわかる。しかし、GMN は明るい流星が極端に少なくなっている点は注目される。また、高速の流星では GMN と SonotaCo ネットの極値が接近するとともに、GMN の分布が SonotaCo ネットの分布の内側に収まってしまっていることがわかる。これは両者において流星の光度測定に系統的な相違があることを示している。



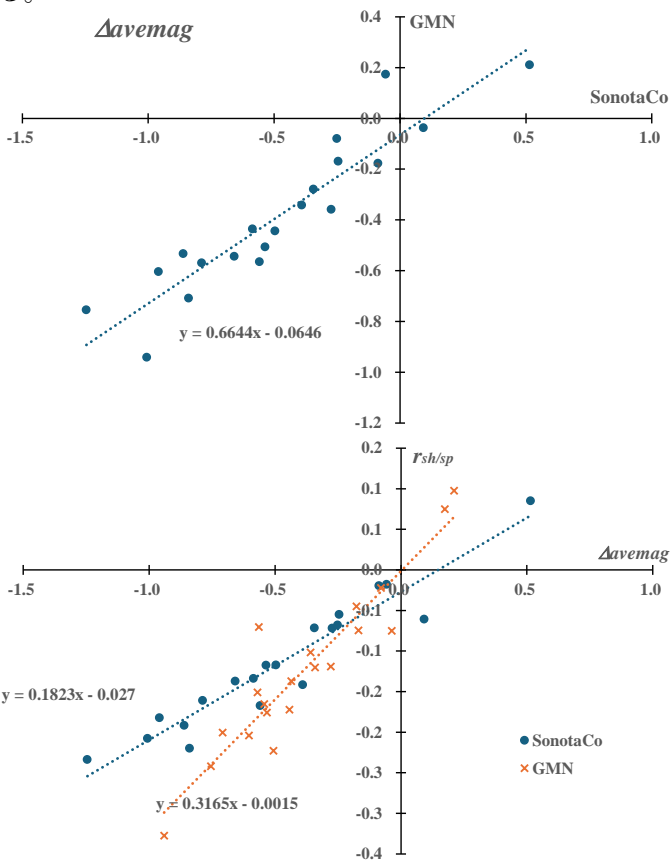
このことは流星の光度分布曲線から直接、光度比を求めることには重大な問題があることを意味する。上にあげたものは、左が SonotaCo ネット、右が GMN によるふたご座流星群の光度分布であるが、直線近似が可能な部分から求めた回帰直線の傾きは SonotaCo ネットが 0.8560、GMN が 0.7861 であり、これから光度比を計算すると、SonotaCo ネットでは 7.18、GMN では 6.11 となり、一般的に認められている 2~3 からは遠く離れてものになる。そこで、本稿では以下に述べる方法により、光度分布、光度比を推定し、流星群の特徴を把握することとする。

散在流星に対する流星群の光度分布の傾き



光度比は流星群の特徴を表す重要な指標であるが、上述のように光度分布から直接、光度比を推定することには問題がある。そこで、ほぼ同じ地心速度をもつ（流星群から $\pm 3\text{km/s}$ ）散在流星の光度分布との比を対数で示したものをを用いる($r_{sh/sp}$)。上図左は SonotaCo ネットによって、ふたご座流星群の流星数と散在流星数の比を $263 < \lambda_s$ の期間について光度分布として示したものである。先に示した光度分布から直接、光度比を推定する場合に比べて、暗い流星にまで範囲を広げて直線区間を得ることができている。これは、同じ光度の、同じ速度の流星であれば、群流星でも散在流星でも見落とし率が同じであるとの仮定が有効であることを示している。

これ($r_{sh/sp}$)を用いることにより、SonotaCo ネットと GMN の光度測定の違いという問題も回避できる。上図右は 20 の流星群それぞれで求められた光度分布の傾き($r_{sh/sp}$)を比較したものであるが、ほぼ $y = x$ という直線で表される。つまり SonotaCo ネットと GMN により得られる光度分布の傾き($r_{sh/sp}$)が等しいことを意味している。



散在流星の平均光度と地心速度の直線からの流星群の平均光度のずれ

SonotaCo ネットと GMN には光度測定の違いがあるので、流星の平均光度そのままでは流星群の特徴を表す指標としては使えない。しかし、前ページで示した、地心速度に対する散在流星の平均光度についての回帰直線と流星群の平均光度の差($\Delta avemag$)は有効な指標となりうる。左図は 20 の流星群についてこの差を SonotaCo ネットと GMN で比べたものである。回帰直線の傾きがおおよそ $2/3$ となっているのは、SonotaCo ネットに比べて GMN では前ページで示した光度分布曲線の幅が狭いことに対応していると考えられる。

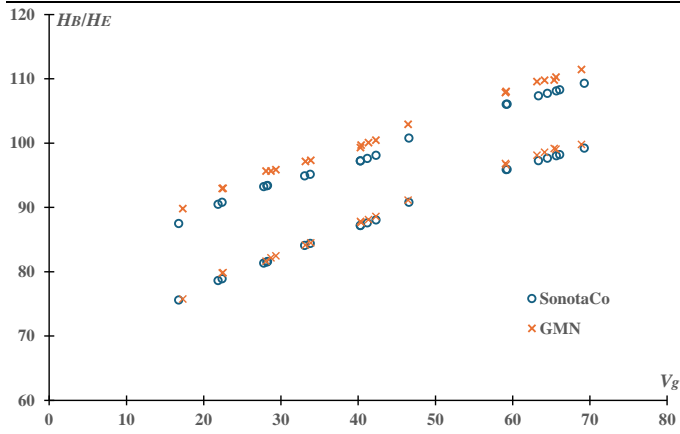
光度分布の傾きと平均光度の関係

散在流星に対する流星群の光度分布の傾き($r_{sh/sp}$)は流星群の平均光度の差($\Delta avemag$)と相関があるのは左図に示すように当然であるが、光度測定で SonotaCo ネットと GMN では違いがあるので、左図に見られるように傾き(比例定数)に違いを生じる。しかし、流星群の光度分布の特性を考察する上では光度分布の傾き($r_{sh/sp}$)または平均光度の差($\Delta avemag$)いずれを用いることも可能である。以下では、直感的な理解が容易な平均光度の差($\Delta avemag$)を用いて流星群の特徴を述べることにする。

発光点と消滅点の高度

前ページで見たように、地心速度が大きければ平均光度が明るくなり、発光点の平均高度が高くなるのも当然と考えられる。発光点が高くなれば、それに従って、消滅点も地心速度によって高くなる。次ページに示すように、地心速度が増加すると、発光点と消滅点は高くなる。しかし、明るい流星ほど発光点が高いというのは必ずしも正しくない。このことについては、この項の後半で詳しく論じることにして、まず、SonotaCo ネットと GMN で、光度 0 等の流星における発光点と消滅点の高度を比較する。

SonotaCo ネットと GMN の比較：地心速度と発光点・消滅点の高度

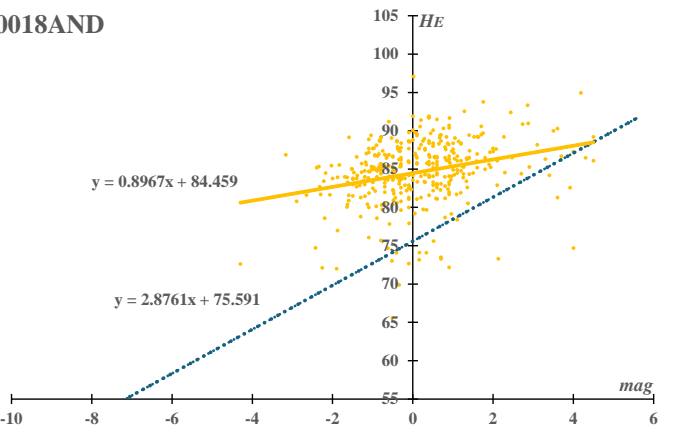
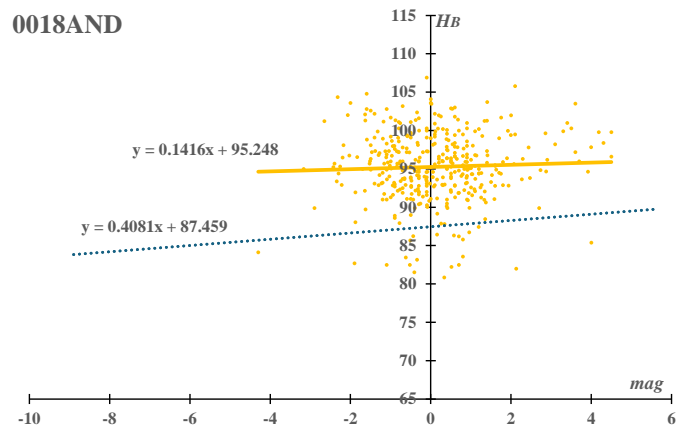


それぞれの流星群の光度 0 等の流星について、地心速度の平均から $\pm 3(\text{km/s})$ の散在流星の発光点、消滅点の平均高度を左図に示す SonotaCo ネットの場合も GMN の場合も地心速度と強い相関を示す。従って、それぞれの流星群の発光点・消滅点の高度と散在流星の高度差は散在流星に対する流星群の特性を示すものと言える。これについて流星群の各論で触れているが、後の項目で詳しく論じることとする。

ここで注目されるのは、GMN の発光点は常に SonotaCo ネットのものより 2km ほど高いことである。一方で消滅点はわずかではあるが、SonotaCo ネットの方が低いところまで捕捉している。より高いところからより低いところまで追跡できるというのであれば、先に述べた GMN の方が暗い流星を捉えることができるということの説明できるが、SonotaCo ネットの方がわずかであっても低いところまで光跡を追うことができるということの説明できない。これは、両者に流星の検出手法違いがあるためだと考えられる。

流星の光度と発光点・消滅点の高度

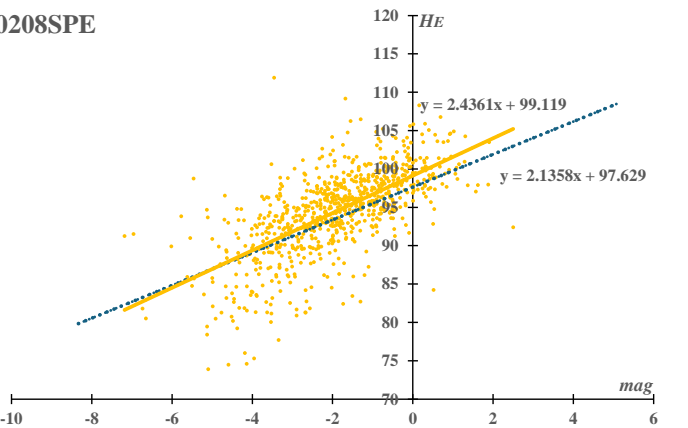
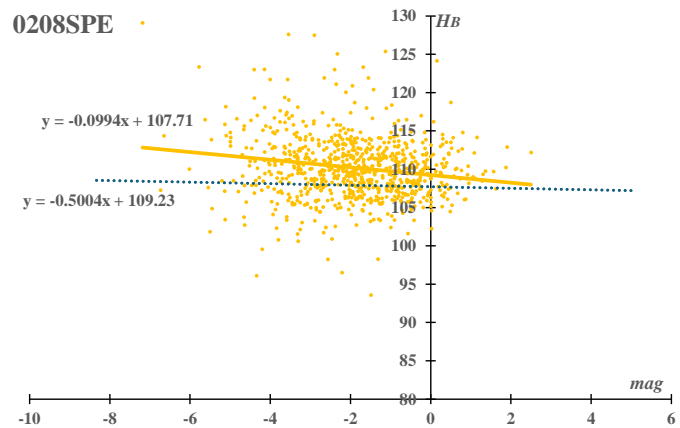
流星の光度と発光点・消滅点の高度



上図左に掲げたものはアンドロメダ座流星群の発光点高度を SonotaCo ネットの観測によって示したものである。わずかではあるが、アンドロメダ座流星群の発光点高度は暗い流星の側で高くなっており、 $y = 0.1415x + 95.248$ となっている。同様にアンドロメダ座流星群の地心速度の平均から $\pm 3(\text{km/s})$ の散在流星の発光点高度も $y = 0.4081x + 87.459$ と暗い側の流星ほど高い。このようにアンドロメダ座流星群のように低速の流星では明るい流星よりも暗い流星の発光点が高くなる傾向がみられる。常に明るい流星ほど発光点が高いわけではない。発光点高度の回帰直線の傾きは地心速度によって変化する。

同様にアンドロメダ座流星群の消滅点高度を SonotaCo ネットの観測によって示す。アンドロメダ座流星群も散在流星も暗い流星ほど消滅点高度が高くなっているが、この回帰直線の傾きも発光点高度の場合と同様に地心速度によって変化する。

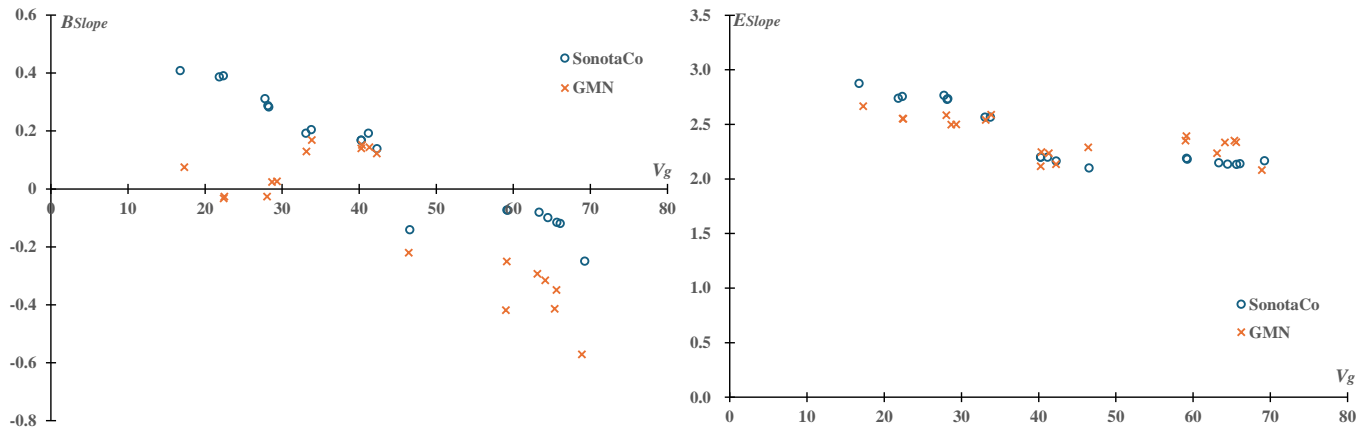
発光点・消滅点の高度変化の傾き



アンドロメダ座流星群と比較のため、高速である 9 月ペルセウス座 ϵ 流星群の発光点、消滅点のグラフを再掲する。地心速度の大きい 9 月ペルセウス座 ϵ 流星群では、発光点のグラフが右下がりになり、明るい流星ほど発光点が高いという一般的な理解に沿うものとなっている。明るい流星ほど発光点が高いというのは、ペルセウス座流星群やしし座流星群のように高速の流星群での現象である。

散在流星についての消滅点のグラフの傾きがアンドロメダ座流星群の散在流星のものに比べてやや小さくなっていることがわかる。消滅点のグラフの傾きも地心速度によって変化することがわかる。

ここで SonotaCo ネットと GMN のデータにより、散在流星の発光点及び消滅点についての回帰直線の傾き(それぞれ B_{Slope} 、 E_{Slope} と略す)と地心速度の関係を以下に示す。

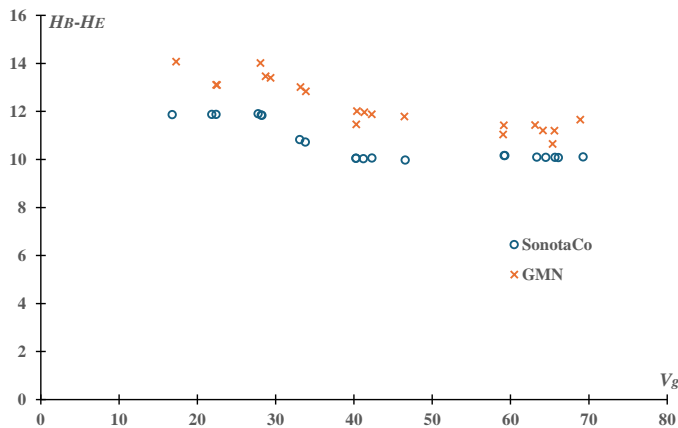


アンドロメダ座流星群と9月ペルセウス座ε流星群の比較で既に触れているが、発光点のグラフの傾き (B_{Slope})は地心速度とともに減少し、正(右上がり)であったものが負(右下がり)になる。SonotaCo ネットの場合では、 B_{Slope} がほぼ直線的であるのに対して、GMN の場合には地心速度 30~45(km/s)あたりでいったん上昇し、45km/s を境に急減する。この境は SonotaCo ネットでは傾きが0になるところの境界に相当する。この境界については後で論じることにするが、基本的には地心速度が大きくなると発光点の高度は暗い流星ほど低く、地心速度と発光点のグラフで傾きは右下がりになることがわかる。低速の流星で暗い流星の方が明かる流星よりも発光点が高くなる現象が流星体の物性によるものなのか、流星の光度測定による見かけのものなのか、今後の検討が必要である。

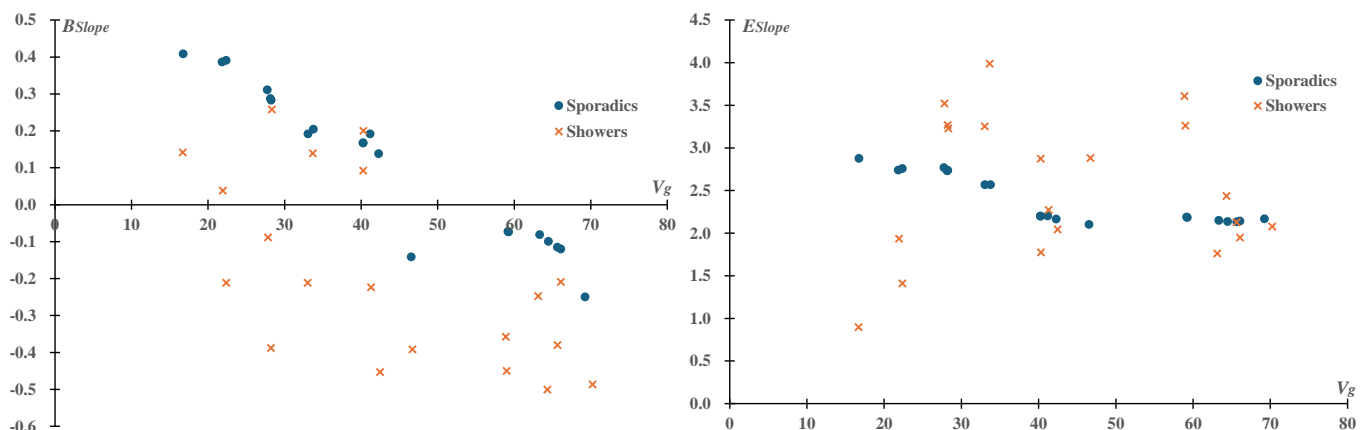
また、消滅点のグラフの傾き(E_{Slope})は地心速度とともに減少し、グラフはやや緩やかになる。ここでも地心速度との関係は直線的というよりも、45km/sあたりからは一定になり、二分化されるように見える。

グラフの傾きの不連続性：地心速度

散在流星における発光点と消滅点の高度差 $H_B - H_E$ (ここでは単純に経路長と称する)を SonotaCo ネットと GMN で比べると、発光点での差が大きく影響し、GMNの方が2km程度高い。この差は地心速度が大きくなるとやや縮まる傾向がみられるが、それよりも注目されるのは、地心速度 30~40km で経路長に段差を生じていることである。SonotaCo ネットでみると、地心速度 30(km/s)以下では経路長が12kmであるのに40(km/s)以上では10kmに短縮されている。ここでも B_{Slope} 、 E_{Slope} でみられた地心速度 45km/sにおける境界が存在している。この地心速度 40~45km/sの境界というのは流星の起源にかかわる問題と考えられ、後の項で論じることにする。

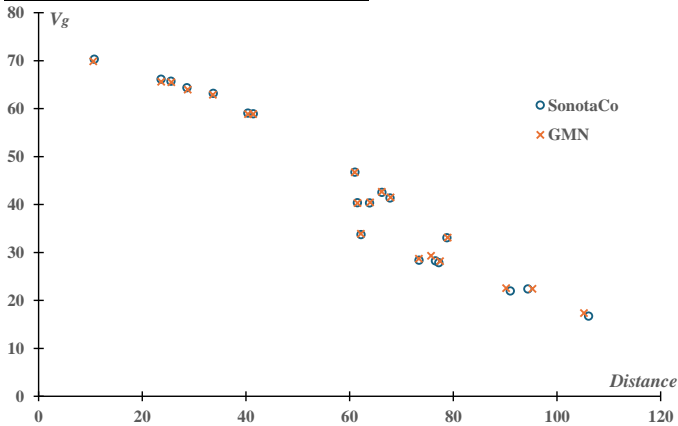


上に示した地心速度と発光点・消滅点高度の回帰直線の傾き(それぞれ B_{Slope} 、 E_{Slope})のグラフは SonotaCo ネットのデータによるものであるが、散在流星はほぼ連続的に変化しているが、下図で見ると流星群ではかなりのばらつきがみられる。グラフの傾き(B_{Slope} 、 E_{Slope})における散在流星との差は、それぞれの流星群の特性を示していると考えられる。



2. 比較から見てくる流星群の特徴

長周期彗星型と短周期彗星型

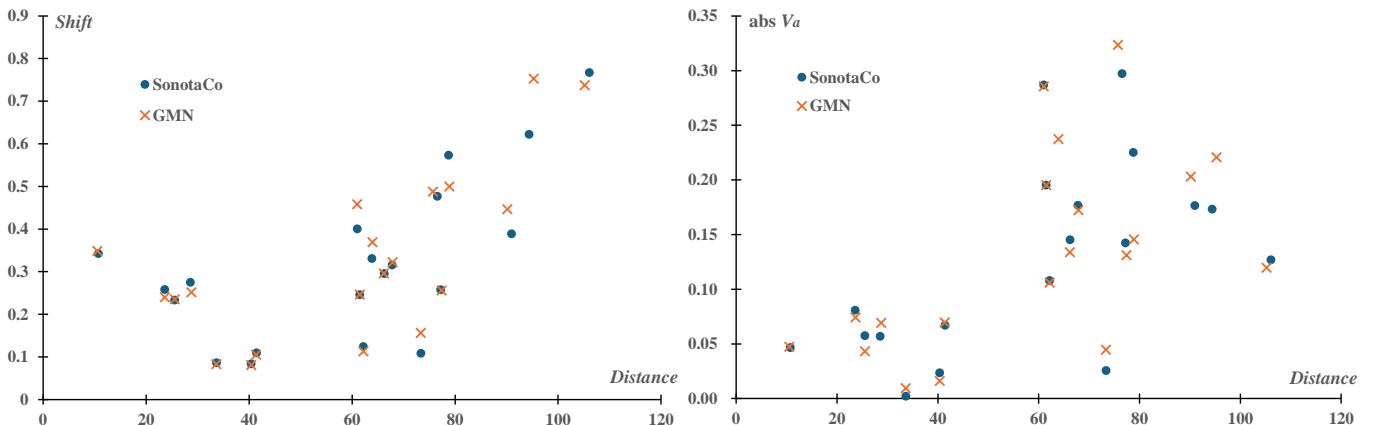


ここで取り上げている 20 の流星群について地球向点からの離角($Distance$)と地心速度の関係を示すと左のようになる。離角が 50 度、地心速度が 45(km/s)のあたりで二分される。この二分化は流星全般で起きることであり、起源にかかわるものと考えられる。

みずがめ座 η 流星群、ペルセウス座流星群、9月ペルセウス座 ϵ 流星群、オリオン座流星群、しし座流星群、うみへび座 σ 流星群、かみのけ座流星群が左図で左上の集団を形成する。これらは長周期彗星型(ハレー彗星型)の軌道を持っている。残りの流星群は短周期彗星(木星族)あるいは小惑星型の軌道になる。この基本的な分類を念頭に流星群の特徴を考察する

(以下では、それぞれ長周期型、短周期型と略称する)。

下の図は流星群の帰属判定の際に求めた太陽黄経 1 度の変化に対する($\lambda-\lambda_s, \beta$)座標系における移動量(左)と地心速度変化の絶対値(右)である。いずれも地球向点からの離角($Distance$)が 50 度を境界として変化の様子が異なっている。離角が 50 度までは輻射点の移動量が減少し、その後は増加している。また、地心速度の



変化は、離角が 50 度まではほぼ一定であるが、その後は増加している。これらは流星群の軌道と地球軌道の交差条件の違いを表していると考えられる。離角が 50 度までの流星群の輻射点の移動量が($\lambda-\lambda_s, \beta$)座標系において小さいことは、流星群の軌道が地球軌道に沿って平行移動している、すなわち、軌道が黄道の極を軸として回転しているためと考えられる。一方で離角が 50 度以上のものは軌道面が黄道の極を軸として回転するだけでなく、流星群の近日点方向を軸として回転する傾向があることによるのであろう。近日点の方向と軌道半長径が一定で地球軌道と交差する条件では、($\lambda-\lambda_s, \beta$)座標系における輻射点の移動量と地心速度の変化が大きくなるのである。

地心速度の標準偏差

3つの「おうし群」を除いた回帰直線から推定される量との差を以下に示す。3つの「おうし群」の他では、11月オリオン座流星群、しぶんぎ座流星群の標準偏差がやや大きい、3つの「おうし群」は際立っている。いずれも短周期型であり、惑星からの摂動を大きく受けていることを示している。

$\Delta\sigma/g$

Code	LYR	ETA	CAP	SDA	PER	KCG	SPE	STA_SE	ORI	STA_SF	NTA
SonotaCo	0.01	-0.07	-0.01	0.07	0.00	-0.03	-0.05	0.31	0.02	0.20	0.20
GMN	-0.03	-0.14	-0.07	0.14	0.00	0.02	-0.03	0.42	0.05	0.28	0.18
Code	AND	LEO	NOO	GEM	MON	HYD	URS	COM	QUA		
SonotaCo	-0.05	-0.03	0.10	-0.01	0.01	-0.02	-0.06	0.05	0.10		
GMN	-0.05	-0.03	0.14	-0.05	-0.02	-0.05	-0.10	0.08	0.16		

輻射点の広がり (輻射点の密度が中心の 1/10 になる距離)

はくちょう座流星群、しぶんぎ座流星群、おうし座南流星群(STA_SE)を除いて得られる回帰直線から推定されるものからの差を以下に示す。これら3群の他では、ペルセウス座流星群、11月オリオン座流星群、ふたご座流星群の輻射点の広がりが大きい。ペルセウス座流星群を除けば、いずれも短周期型であり、惑星からの摂動を大きく受けていることを示している。逆に短周期型であっても、ふたご座流星群の広がりは小さく密集

している。

$\Delta r/10$

Code	LYR	ETA	CAP	SDA	PER	KCG	SPE	STA_SE	ORI	STA_SF	NTA
SonotaCo	-0.13	-0.33	-0.10	0.03	0.71	3.19	-0.10	1.69	0.08	-0.21	0.21
GMN	-0.02	-0.39	0.08	0.17	0.95	2.72	-0.19	1.35	-0.02	-0.04	0.28
Code	AND	LEO	NOO	GEM	MON	HYD	URS	COM	QUA		
SonotaCo	0.37	-0.21	0.66	-0.69	-0.18	0.21	-0.25	-0.10	1.73		
GMN	0.05	-0.28	0.51	-0.69	-0.08	0.35	-0.48	-0.19	1.97		

流星の光度

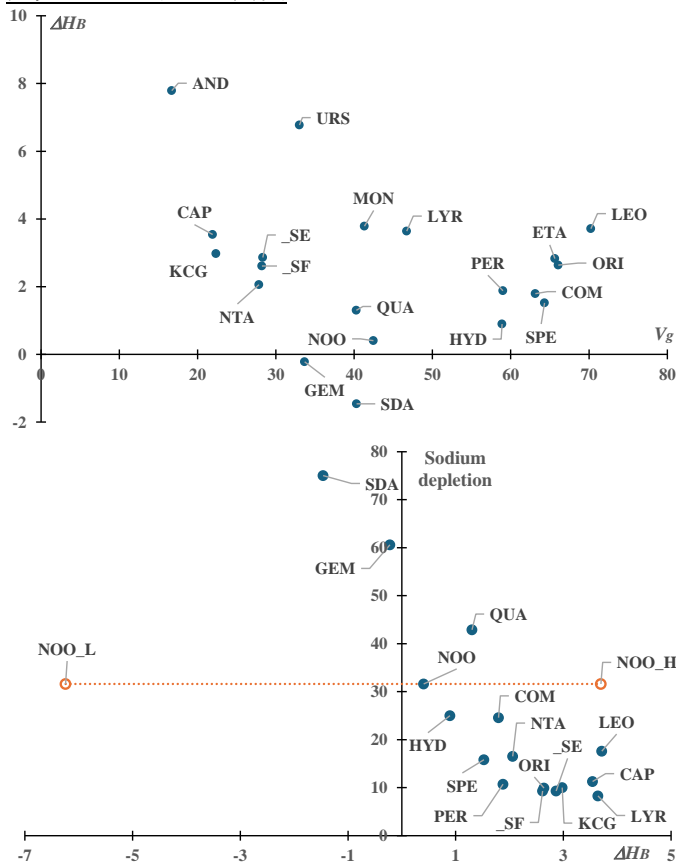
20 の流星群の地心速度の平均から $\pm 3(\text{km/s})$ の散在流星についての平均光度と地心速度の関係から求められる回帰直線により推定される値とそれぞれの流星群の平均光度の差を以下に示す。先に述べたように SonotaCo ネットと GMN では流星の光度測定に系統的な違いが存在するが、回帰直線からの差(Δavemag)を用いることにより、流星群の特徴を浮かび上がらせることができる。

Δavemag

Code	LYR	ETA	CAP	SDA	PER	KCG	SPE	STA_SE	ORI	STA_SF	NTA
SonotaCo	-0.79	-0.06	-0.96	-0.39	-0.84	-1.25	-1.01	0.51	-0.25	-0.66	-0.25
GMN	-0.57	0.17	-0.60	-0.34	-0.71	-0.75	-0.94	0.21	-0.08	-0.54	-0.17
Code	AND	LEO	NOO	GEM	MON	HYD	URS	COM	QUA		
SonotaCo	0.09	-0.86	-0.09	-0.56	-0.59	-0.34	-0.27	-0.54	-0.50		
GMN	-0.04	-0.53	-0.18	-0.56	-0.44	-0.28	-0.36	-0.51	-0.44		

この表で正の値のものは散在流星に対する光度分布の傾き $r_{sh/sp}$ も正であり、散在流星よりも暗い流星が多いことを意味する。逆に負になればなるほど明るい流星の割合が大きいことを意味する。みずがめ座 η 流星群、おうし座南流星群(STA_SE)、アンドロメダ座流星群は Δavemag が正で、散在流星よりも暗い流星の割合が大きく、やぎ座 α 流星群、ペルセウス座流星群、9月ペルセウス座 ε 流星群、しし座流星群は明るい流星の割合が大きいことがわかる。この表の値は平均光度そのものではなく、地心速度による平均光度の変化を考慮に入れたものであり、一般に高速の流星群では明るい流星が多いとされるが、ペルセウス座流星群、9月ペルセウス座 ε 流星群、しし座流星群は地心速度を考慮に入れてもなお明るい流星が多いのである。

発光点・消滅点の高度



流星群の発光点・消滅点の高度とそれぞれの流星群の地心速度の平均から $\pm 3(\text{km/s})$ の散在流星の発光点・消滅点の平均高度との高度差はそれぞれの流星群の特性を示すものと言える。SonotaCo ネットも GMN もほぼ同様の傾向を示すので、以下この項では SonotaCo ネットによる発光点と消滅点の数値を用いる。左に示したものは各流星群の発光点の散在流星との高度差(ΔH_B)と地心速度の関係である。発光点の高度差が正の値になる流星群は同程度の地心速度の散在流星より高いところから発光することを意味し、負のものは散在流星よりも発光点が低いものである。アンドロメダ座流星群とこぐま座流星群の発光点が高く、みずがめ座 δ 南流星群とふたご座流星群は散在流星よりも発光点がわずかではあるが低いという特徴がある。

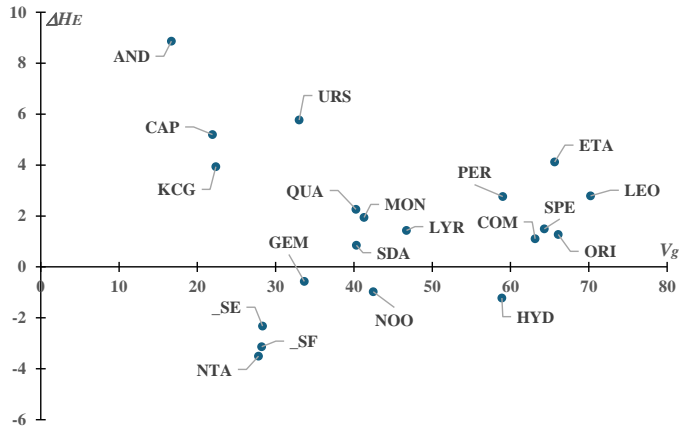
発光点の高度差(ΔH_B) は前田さんが 2959 個の流星スペクトルから求めた「Na 枯渇度」と密接な関係がある。左図に示すように高度差(ΔH_B)が負のものは「Na 枯渇度」(Sodium depletion)が高く、正のものは低いという明確な関係がある。散在流星よりも発光点が低い、みずがめ座 δ 南流星群とふたご座流星群の「Na 枯渇度」は極めて高いことがわかる。11月オリオン座流星群(NOO)は発光点高度により二分されることを流星群の各論で指摘している。図中で NOO_L は発光点が 96km 以下のもの、NOO_H は 96km 以上のものである。「Na 枯渇度」の表では NOO を二

NOO_L は発光点が 96km 以下のもの、NOO_H は 96km 以上のものである。「Na 枯渇度」の表では NOO を二

分していないので、表中の NOO を仮に両方に当てはめている。他の流星群の傾向から推定すれば、NOO_H は他の流星群並みであり、NOO_L はほぼ「Na 枯渇度」が 100% であろうことが推測される。

ナトリウムを豊富に含む流星体が高い高度から発光を始め、枯渇度の高いものはナトリウム以外のマグネシウム等が発光する高度にならなければ観測されないというのは極めて自然である。

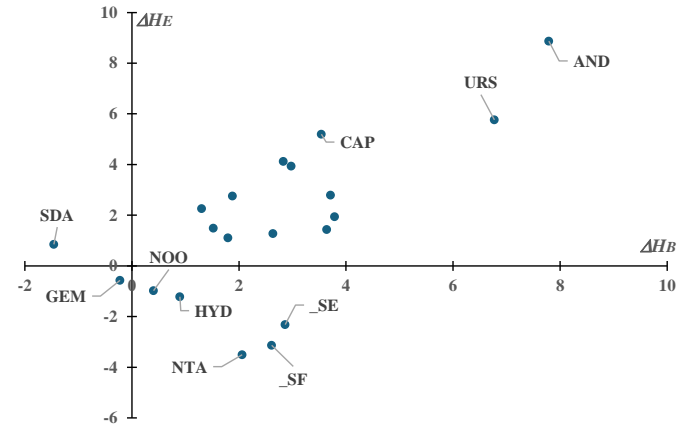
出現数が少ないのでやむを得ないが、高度差(ΔH_B)がそれぞれ 7.79km、6.77km となるアンドロメダ座流星群(AND)、こぐま座流星群(URS)が「Na 枯渇度」の表にないのは残念である。これらのスペクトルが得られれば発光点の高度差(ΔH_B)と「Na 枯渇度」との相関をより確実なものにできるであろう。また、「Na 枯渇度」の表に 1 2 月いっかくじゅう座流星群(MON)が含まれていないのは、NOO に近接するため分離されなかったものと推測される。従って、NOO_L は「Na 枯渇度」は枯渇度が極めて高いが、NOO_H とほぼ同じ高度差(ΔH_B)3.78km の MON は他の流星群と同等の「Na 枯渇度」であろう。



以下で述べる発光点の高度差(ΔH_B)と相関性がある諸要素にも「Na 枯渇度」との弱い相関が現れるが、それらは高度差(ΔH_B)が「Na 枯渇度」に依存していることによる見かけのものと考えられる。

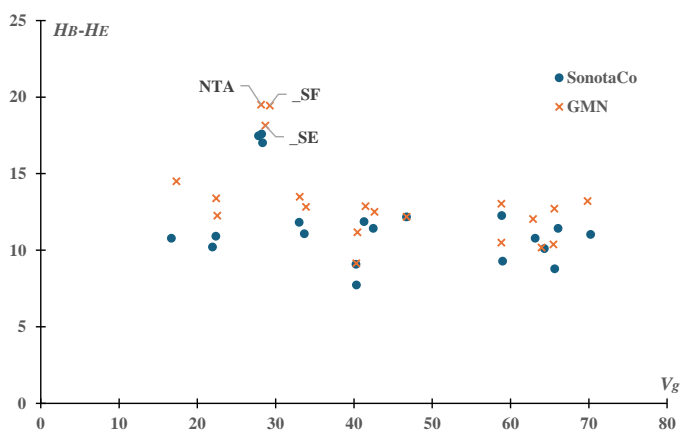
また、左図において、消滅点の高度差(ΔH_E)が正のものは散在流星よりも消滅点が高く、負のものは低いことを表している。アンドロメダ座流星群、こぐま座流星群、やぎ座 α 流星群、はくちょう κ 座流星群、は消滅点がかかなり高く、3つの「おうし群」は目立って低いことがわかる。

ΔH_B を横軸に、 ΔH_E を縦軸にとると、両者には相関があることがわかり、散在流星よりも発光点が高いものは消滅点も高いことがわかる。アンドロメダ座流星群、こぐま座流星群などは脆く、ナトリウムに富む流星体から構成されていると推定される。また、座標の原点(散在流星)に近い、みずがめ座 δ 南流星群、ふたご座流星群、1 1 月オリオン座流星群、うみへび座 σ 流星群などはナトリウムが枯渇しかけた、比較的粉砕(fragmentation)の起きにくい流星体であろうと推測される。また、3つの「おうし群」は特殊で、発光点の高さに対して消滅点が低く、他の流星群に比べてかなり頑丈な流星体と考えられる。



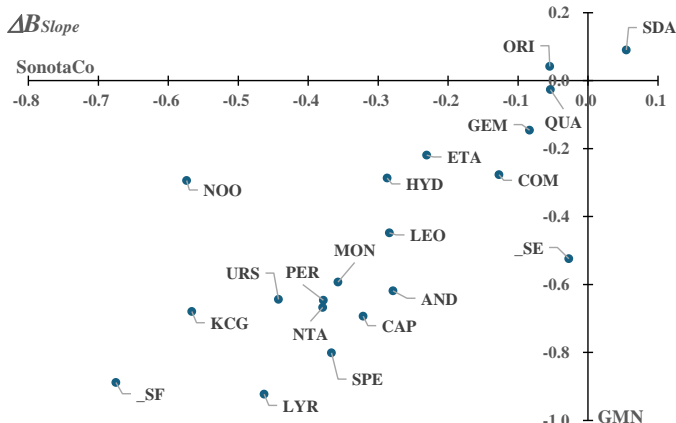
一致していることがわかる。これからも3つの「おうし群」は特殊であることが確認される。

$\Delta H_B \Delta H_E$	LYR	ETA	CAP	SDA	PER	KCG	SPE	STA_SE	ORI	STA_SF	NTA
SonotaCo	-1.98	1.47	1.88	2.24	1.00	1.15	0.07	-5.00	-1.20	-5.58	-5.44
GMN	-0.08	0.55	1.16	1.63	0.57	-0.01	0.97	-4.29	-1.27	-5.74	-5.23
Code	AND	LEO	NOO	GEM	MON	HYD	URS	COM	QUA		
SonotaCo	1.55	-0.69	-1.35	-0.35	-1.61	-2.05	-0.59	-0.57	1.05		
GMN	0.77	-1.15	-0.81	-0.35	-0.62	-1.75	0.39	-0.62	0.61		



発光点と消滅点の高度差(単純に経路長と称する)は左図に示すように、地心速度とほぼ無関係のように見える。経路長を SonotaCo ネットと GMN で比べると、わずかに GMN の方が長い。これは先に述べたように、GMN の方の発光点が高いためである。しかし、左図で見られるように各流星群相互の大小関係は SonotaCo ネットと GMN で同じとみることができ。ここでも3つの「おうし群」は他の流星群に比べて経路長が 5km 近くも長く、際立った存在だということがわかる。

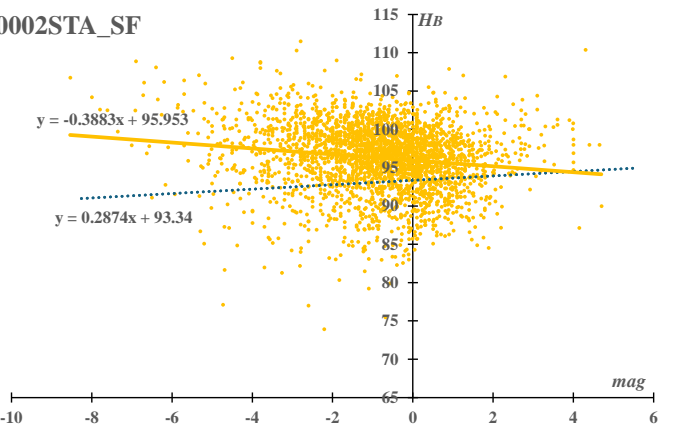
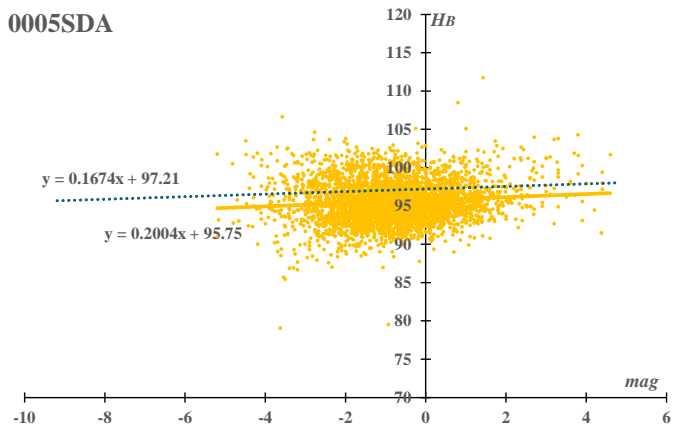
発光点高度と消滅点高度の光度に対する傾き



先に示した、発光点・消滅点高度の回帰直線の傾き(それぞれ B_{Slope} 、 E_{Slope})と地心速度とのグラフで、いささか乱暴であるが、散在流星についての回帰直線を求める。それと各流星群の傾き(B_{Slope} 、 E_{Slope})の差を SonotaCo ネットと GMN それぞれで求め、比較したものを ΔB_{Slope} (左図)、また、 ΔE_{Slope} (ページ中左)として示す。

右上の SDA (みずがめ座δ南流星群) は ΔB_{Slope} が正であり、発光点高度が光度により増加する割合が散在流星よりも大きく、左下の SF (おうし座南流星群(SF)) は ΔB_{Slope} が負で発光点高度が光度により減少する割合が散在流星よりも大きいことを意味する。

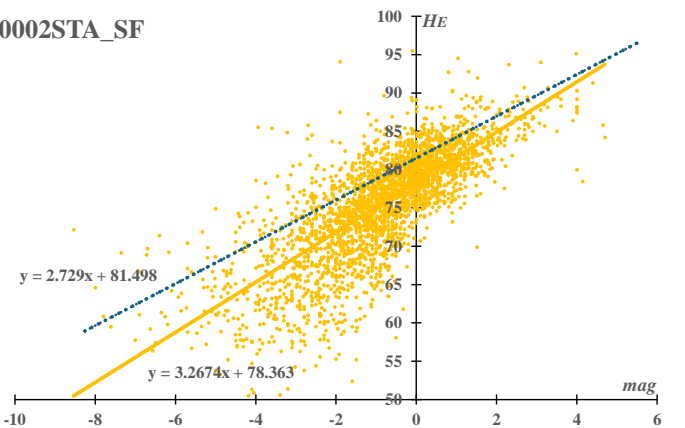
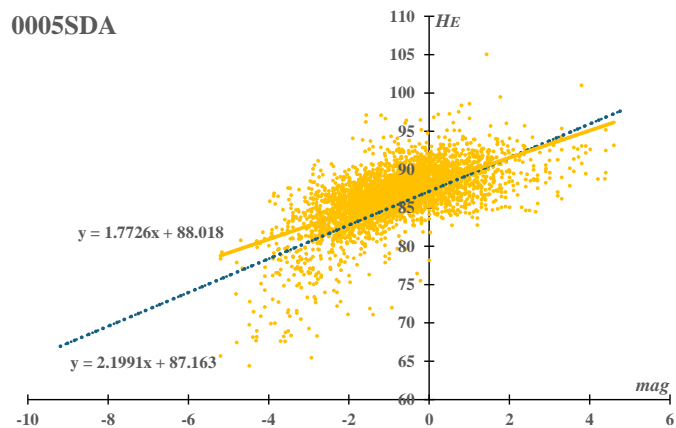
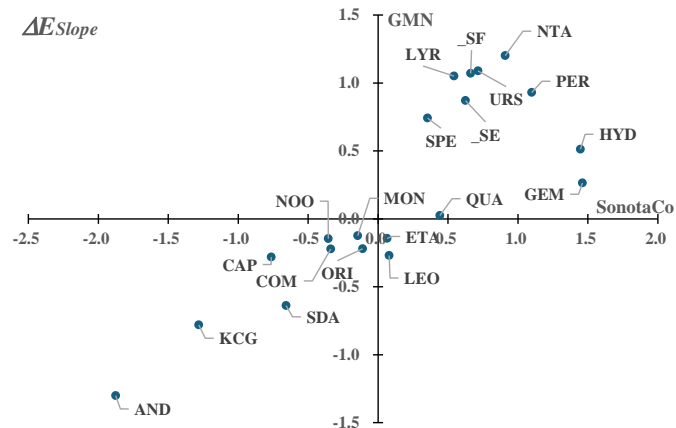
B_{Slope} と E_{Slope} の話に似ているが、多少わかりにくいので、上図右上の SDA (みずがめ座δ南流星群) と左下の SF (おうし座南流星群(SF)) を例として発光点高度の光度による変化を下の図に示す。いずれも SonotaCo



ネットの観測を使用し、個々の散在流星の分布は省略し、回帰直線のみ記している。みずがめ座δ南流星群は発光点高度が散在流星より低いという大きな特徴を持つとともに、回帰直線が右上がりである(暗い流星ほど発光点高度が高い)だけでなく、散在流星の回帰直線よりも傾きが大きいという特徴も併せ持っている(微妙な差なので、図中の回帰直線の傾きで確認されたい)。

これに対して、おうし座南流星群(SF)では発光点高度が散在流星より高く、回帰直線が右下がりとなり(暗い流星ほど発光点高度が低いことを意味する)、散在流星の回帰直線の傾きとは逆になっている。

同様に消滅点高度の光度によるグラフの傾きを散在流星によって補正したものを ΔE_{Slope} を左に示す。SonotaCo ネットと GMN の値がほぼ比例関係にあることがわかる。ここで注意が必要なのは、消滅点高度の光度によるグラフの傾き E_{Slope} は基本的に正であり、左の図の正負は消滅点高度の回帰直線の傾きそのものではないことである。散在流星の光度分布の傾きを基準にしているため、右上で ΔE_{Slope} が正のものは散



在流星の回帰直線よりも傾きが大きく、負のものは散在流星の回帰直線よりも傾きが小さいことを意味している。

発光点の場合に合わせて ΔE_{Slope} のグラフの左下側のSDA（みずがめ座 δ 南流星群）と右上側の_SF（おうし座南流星群(SF)）について消滅点高度の光度による変化を例として示す。 ΔE_{Slope} が負であるみずがめ座 δ 南流星群は消滅点高度が散在流星よりも高いという特徴とともに、回帰直線の傾きが散在流星よりも小さい特徴がある。みずがめ座 δ 南流星群の明るい流星では散在流星よりもより高い高度で消滅するのである。 ΔE_{Slope} が正であるおうし座南流星群(SF)では回帰直線の傾きが散在流星よりも大きく、明るい流星ではより低い高度まで侵入している。おうし座南流星群(SF)では-2等よりも明るい流星の消滅点が回帰直線よりさらに低高度になるものが存在する。この現象は ΔE_{Slope} が大きく正となる流星群では目立っている。ふたご座流星群はその典型的な例である。

まとめに替えて：各流星群の特徴寸評

4月こと座流星群：短時間の突発出現がある。明るい流星がやや多い。

みずがめ座 η 流星群：暗い流星が多い。

やぎ座 α 流星群：明るい流星が多い。消滅点が高い。活動が活発化する傾向。

みずがめ座 δ 南流星群：発光点が低い。暗い流星ほど発光点が高い。

ペルセウス座流星群：明るい流星が多い。

はくちょう座 κ 流星群：輻射点の広がり大きい。明かる流星でも消滅点が高い。活動が7年ごとに活発化する。

9月ペルセウス座 ε 流星群：明るい流星が多い。

オリオン座流星群：活発化した2007~9年は明るい流星が多かった。

おうし座南流星群(SE)：暗い流星が多い。地心速度の標準偏差が大きい。輻射点の広がり大きい。消滅点が高い。経路長が長い。

おうし座南流星群(SF)：地心速度の標準偏差が大きい。消滅点が高い。経路長が長い。活動が活発化する年がある。活発化する年は明るい流星が多い。

おうし座北流星群：地心速度の標準偏差が大きい。消滅点が高い。経路長が長い。

しし座流星群：明るい流星が多い。活動は減少中。地心速度が正規分布から外れて速いものが多い。

アンドロメダ座流星群：暗い流星が多い。発光点が高い。明るい流星でも消滅点が高い。2021年に突発出現した。

11月オリオン座流星群：発光点高度で2つのグループに分けられる。暗い流星が多い。

うみへび座 σ 流星群：活動は減少中。明るい流星は消滅点が高く、経路長が眼視観測の領域では短くなる

12月いっかくじゅう座流星群：11月オリオン座流星群よりは明るい流星が多い。

ふたご座流星群：発光点が低い。明るい流星は消滅点が高くなる。明るい流星の割合が少ない。輻射点の広がり小さい。極大から0.8日ほど遅れて明るい流星の割合が大きくなる。光度分布と消滅点高度から-2等で流星体は二分化される。

かみのけ座流星群：活動が12月上旬から2月中旬まで続く。

こぐま座流星群：発光点が高い。消滅点が高い。活動が活発化する年がある。

しぶんぎ座流星群：輻射点の広がり大きい。極大にやや遅れて明るい流星が増える。活動の変動がある。

3. 資料編

基礎データ

各流星群を2行で表しているが、上の行が SonotaCo ネット、下の行が GMN についての値である。Code は IAUMDC による通番と略号、 λ_{s0} から β は輻射点移動の推算に用いた値で、計算結果を示すものではない。 λ_{s0} は基準とした太陽黄経、 Δr は帰属判定に用いた輻射点半径、 $\Delta \lambda_s$ は太陽黄経での計算範囲 ($\Delta \lambda_s = 5$ は λ_{s0} で与えた太陽黄経の前後 5 度を計算に用いたことを意味する)、 $\lambda - \lambda_s$ と β は太陽を中心とした黄道座標での輻射点の初期位置である。 x_a から V_b は回帰分析による計算結果である。 $(\lambda - \lambda_s, \beta)$ を原点として観測された輻射点の位置を (x, y) に読み替えて回帰分析を行い、 x_a と x_b は輻射点の x 方向の移動を $x = a * \lambda_s + b$ で表した時のそれぞれ、傾き a と切片 b である。同様に y_a と y_b は y 方向の移動についての傾き a と切片 b である。 V_a と V_b は地心速度について同様の回帰分析を行った際の傾き a と切片 b である。なお、この回帰分析には得られた地心速度の推算値から $\pm 3\text{km/s}$ の輻射点のみを用いている。 MAX は太陽黄経 1 度幅の移動平均による $DR15$ または $DR20$ による活動曲線における極大の概算値で、 max は輻射点移動の推算に用いた流星の年間観測総流星数に対する割合(%)の最大値である (流星群の年変化で示したグラフの最大値である)。

Code	λ_{s0}	Δr	$\Delta \lambda_s$	$\lambda - \lambda_s$	β	x_a	x_b	y_a	y_b	V_a	V_b	MAX	max
0006LYR	32	3	5	240.88	56.84	-0.224	7.13	-0.332	10.67	0.287	37.39	880	0.77
				240.70	56.82	-0.297	9.51	-0.349	11.16	0.286	37.42	540	0.45
0031ETA	50	3	20	292.56	7.98	0.226	-11.40	0.058	-2.90	0.058	63.01	1100	1.98
				292.61	7.93	0.228	-11.48	0.059	-2.94	0.043	63.49	910	0.72
0001CAP	125	2	10	179.72	9.54	0.375	-46.70	0.104	-12.90	-0.177	44.44	230	0.43
				179.73	9.59	0.431	-53.81	0.117	-14.64	-0.203	48.03	135	0.51
0005SDA	130	3	12	207.62	-7.71	0.221	-28.78	-0.108	14.04	-0.195	65.06	520	1.32
				207.53	-7.69	0.221	-28.92	-0.109	14.20	-0.195	65.13	450	1.15
0007PER	135	3	15	283.02	38.72	-0.031	4.22	-0.078	10.53	0.024	55.70	1500	10.66
				283.05	38.68	-0.040	5.47	-0.070	9.53	0.016	56.58	1550	5.23
0012KCG	140	3	10	162.02	70.14	-0.259	36.23	0.566	-79.26	0.173	-2.49	45	0.38
				161.42	70.08	-0.281	39.23	0.699	-97.92	0.221	-8.84	30	0.49
0208SPE	170	3	8	249.02	20.21	-0.027	4.33	-0.273	46.33	0.057	54.82	60	0.36
				248.98	20.40	0.001	-0.35	-0.252	42.66	0.069	52.43	45	0.22
0002STA_SE	197	3	10	196.90	-4.41	0.107	-20.34	-0.017	3.28	-0.026	33.45	70	0.45
				196.69	-4.24	0.155	-30.23	-0.022	4.27	-0.045	37.68	73	0.77
0008ORI	210	3	15	246.41	-7.49	0.246	-51.80	0.078	-16.34	-0.081	83.02	500	7.11
				246.42	-7.50	0.230	-48.28	0.070	-14.70	-0.074	81.10	370	4.04
0002STA_SF	223	2	10	191.94	-4.66	0.471	-105.12	-0.071	15.73	-0.297	94.06	110	2.25
				191.75	-4.63	0.482	-107.55	-0.074	16.54	-0.324	100.28	92	1.34
0017NTA	230	3	20	191.37	2.44	0.257	-59.11	0.014	-3.18	-0.142	60.24	95	1.39
				191.22	2.46	0.256	-58.80	0.011	-2.63	-0.131	58.03	105	2.02
0018AND	232	3	18	162.14	22.79	0.446	-103.61	0.624	-144.74	-0.127	46.26	60	0.32
				162.29	23.07	0.443	-102.85	0.590	-136.81	-0.120	44.95	100	0.48
0013LEO	237	3	10	271.98	10.07	0.303	-71.72	-0.160	38.01	0.047	59.23	180	2.01
				272.03	10.05	0.311	-73.74	-0.157	37.26	0.047	58.64	110	0.56
0250NOO	245	3	15	204.28	-7.88	0.290	-71.14	-0.054	13.20	-0.145	78.46	38	0.58
				204.34	-7.86	0.290	-70.99	-0.059	14.31	-0.134	75.78	23	0.52
0004GEM	255	3	10	208.80	10.86	0.118	-30.20	-0.037	9.41	0.108	5.37	2300	14.24
				208.71	10.82	0.106	-27.18	-0.038	9.63	0.106	6.07	3800	31.79
0019MON	258	3	10	202.59	-14.76	0.302	-78.00	-0.090	23.25	-0.177	86.91	50	0.54
				202.55	-14.79	0.314	-81.01	-0.073	18.95	-0.172	85.97	45	1.81
0016HYD	260	3	15	230.32	-16.42	0.110	-28.56	-0.004	1.04	-0.067	75.94	130	1.61
				230.44	-16.51	0.105	-27.22	-0.011	2.77	-0.070	76.56	160	0.80
0015URS	268	3	4	219.68	70.50	0.097	-25.87	0.565	-151.32	-0.225	93.93	410	0.46
				218.02	70.83	-0.102	27.50	0.489	-131.07	-0.146	72.46	390	1.01
0020COM	280	3	40	242.20	20.19	0.049	-13.61	-0.071	19.92	-0.002	63.72	58	1.76
				242.30	20.20	0.048	-13.42	-0.068	19.02	-0.010	65.41	58	2.21
0010QUA	284	3	5	276.66	63.89	0.075	-21.21	0.322	-91.43	-0.212	100.44	800	2.04
				276.41	63.98	0.189	-53.62	0.317	-90.09	-0.238	107.73	1100	0.53

輻射点と軌道要素

基礎データに示した値による推算値である。 λ_s は極大の太陽黄経、 $\lambda-\lambda_s$ から以下は極大における輻射点の位置。 V_g は極大における地心速度、 e 以下は極大における軌道要素で、 λ_{Π} と β_{Π} は近日点方向の黄道座標である。

Code	λ_s	$\lambda-\lambda_s$	β	α	δ	V_g	e	q	i	ω	Ω	λ_{Π}	β_{Π}	a
0006LYR	32.5	241.1	56.7	272.4	33.3	46.7	0.954	0.920	79.6	214.2	32.5	219.5	-33.6	20.12
	32.5	241.0	56.6	272.3	33.2	46.7	0.953	0.919	79.6	214.5	32.5	219.6	-33.9	19.55
0031ETA	45.8	293.6	7.7	338.1	-0.9	65.6	0.953	0.578	163.6	97.2	45.8	308.3	16.2	12.21
	45.8	293.6	7.7	338.1	-0.9	65.5	0.945	0.574	163.7	96.5	45.8	309.1	16.2	10.35
0001CAP	127.5	178.6	9.9	306.0	-9.2	21.9	0.753	0.601	7.2	267.1	127.5	34.6	-7.2	2.43
	125.5	179.5	9.7	305.0	-9.6	22.5	0.765	0.585	7.3	268.8	125.5	34.3	-7.3	2.49
0005SDA	126.8	208.4	-7.4	339.8	-16.5	40.3	0.968	0.079	26.6	151.1	306.8	100.5	12.5	2.46
	127.1	208.4	-7.4	340.1	-16.4	40.3	0.968	0.079	26.6	151.0	307.1	100.7	12.5	2.46
0007PER	140.1	283.2	38.4	48.3	58.0	59.0	0.938	0.948	113.1	150.1	140.1	332.8	27.3	15.27
	140.3	283.3	38.3	48.8	58.0	58.8	0.924	0.946	113.1	149.6	140.3	333.2	27.8	12.51
0012KCG	143.5	164.9	72.1	287.7	51.0	22.4	0.698	0.972	34.3	205.5	143.5	345.0	-14.1	3.22
	141.5	163.0	71.0	286.5	49.5	22.4	0.722	0.970	33.9	205.9	141.5	343.5	-14.1	3.49
0208SPE	166.9	249.2	20.9	47.5	39.5	64.3	0.960	0.721	139.2	245.2	166.9	288.3	-36.4	17.91
	166.6	249.2	21.1	47.1	39.6	64.0	0.941	0.718	138.6	245.9	166.6	287.4	-37.1	12.20
0002STA_SE	200.5	195.7	-4.5	35.4	9.4	28.3	0.823	0.307	5.7	122.3	20.5	142.9	4.8	1.73
	201.5	195.8	-4.4	36.4	9.8	28.7	0.830	0.303	5.7	122.4	21.5	144.0	4.8	1.78
0008ORI	209.5	246.7	-7.6	96.3	15.7	66.1	0.940	0.570	163.9	83.2	29.5	306.5	16.0	9.50
	209.3	246.6	-7.6	96.1	15.8	65.6	0.917	0.559	163.8	85.2	29.3	304.3	16.1	6.74
0002STA_SF	221.5	192.6	-4.6	52.9	14.4	28.2	0.829	0.349	5.4	115.5	41.5	157.1	4.9	2.04
	219.5	193.5	-4.4	51.7	14.3	29.3	0.848	0.327	5.5	117.5	39.5	157.1	4.9	2.15
0017NTA	227.5	192.0	2.4	56.8	22.4	27.8	0.823	0.359	2.8	294.4	227.5	161.9	-2.5	2.03
	227.7	191.8	2.5	56.7	22.4	28.1	0.831	0.358	2.8	294.0	227.7	161.7	-2.6	2.12
0018AND	233	161.7	23.4	23.1	34.9	16.7	0.721	0.811	10.7	235.3	233.0	107.8	-8.8	2.91
	231	162.8	22.5	22.6	33.7	17.3	0.741	0.798	10.8	236.9	231.0	107.5	-9.0	3.08
0013LEO	235.6	272.4	10.3	154.0	21.8	70.2	0.874	0.984	162.1	172.3	235.6	62.9	2.3	7.80
	236.5	272.2	10.1	154.6	21.4	69.8	0.835	0.985	162.3	172.9	236.5	63.2	2.1	5.96
0250NOO	247.7	203.5	-8.0	91.2	15.4	42.5	0.991	0.119	23.8	140.0	67.7	210.2	15.0	12.73
	247.5	203.5	-8.0	91.1	15.4	42.6	0.992	0.118	24.0	140.2	67.5	210.3	15.1	13.98
0004GEM	262.1	208.0	10.5	113.6	32.3	33.7	0.887	0.147	22.6	324.0	262.1	228.3	-13.0	1.30
	261.9	208.0	10.5	113.3	32.3	33.9	0.889	0.146	22.9	324.1	261.9	228.2	-13.2	1.32
0019MON	257.9	202.6	-14.8	100.3	8.3	41.3	0.981	0.183	35.3	130.0	77.9	213.7	26.2	9.61
	258.1	202.5	-14.8	100.4	8.3	41.5	0.984	0.184	35.4	129.8	78.1	213.7	26.5	11.19
0016HYD	254.8	231.0	-16.4	124.2	2.9	58.9	0.985	0.256	129.4	119.5	74.8	303.1	42.3	16.72
	254.5	231.0	-16.4	123.9	2.9	58.8	0.983	0.256	129.3	119.6	74.5	302.7	42.3	14.74
0015URS	270.5	218.8	72.0	219.0	75.4	33.0	0.809	0.939	52.8	205.9	270.5	106.9	-20.4	4.91
	270.4	218.5	72.0	219.2	75.5	33.1	0.815	0.940	52.7	205.8	270.4	106.7	-20.3	5.07
0020COM	268.1	242.8	21.0	161.5	30.6	63.1	0.959	0.560	134.4	263.1	268.1	7.9	-45.2	13.55
	267.9	242.9	21.1	161.4	30.7	62.9	0.944	0.558	134.2	263.8	267.9	6.7	-45.5	10.00
0010QUA	283.2	276.7	63.7	229.9	49.7	40.3	0.627	0.979	70.8	171.9	283.2	100.5	7.7	2.63
	283.2	276.7	63.7	229.9	49.7	40.4	0.640	0.980	71.0	172.0	283.2	100.6	7.6	2.72

流星群の物理的特性

$r_{1/10}$ は輻射点の密度が中心の 1/10 になる半径、 σ_{V_g} は地心速度の推算値から $\pm 3\text{km/s}$ の流星に対する標準偏差、 H_B と H_E は 0 等の流星のそれぞれ平均発光点高度と消滅点高度、 Δ_H は 0 等の流星の発光点高度と消滅点高度の差 (経路長と略す)、 Δ_{HB} と Δ_{HE} は 0 等の流星についての流星群と散在流星のそれぞれ発光点高度と消滅点高度の差、 IA_{HB} と IA_{HE} は流星の光度による発光点高度および消滅点高度の回帰直線を求めた際の流星群と散在流星の回帰直線の交差角である (ΔB_{Slope} と ΔE_{Slope} を角度で表記したもの)。 IA_{HB} または IA_{HE} が正の場合は流星群の回帰直線が散在流星の回帰直線に対して正の傾きであり、負の場合は散在流星の回帰直線に対して負の傾きである。 $r_{sh/sp}$ は流星群とほぼ同じ地心速度 ($\pm 3\text{km/s}$) をもつ散在流星に対する比を対数で表した光度分布において直線近似が可能な範囲における回帰直線の傾きである。負の数値は散在流星よりも明るい流星が多く、正であれば散在流星よりも暗い流星の割合が多いことを意味する。 mag は流星群と判定された流星の平均光度である。 r_{sh} と r_{sp} は光度分布から直接求めた流星群及びそれとほぼ同じ地心速度 ($\pm 3\text{km/s}$) をもつ散在流星のそれぞれ光度比であるが、本稿で指摘しているように SonotaCo ネットと GMN では流星の光度測定に大きな相違があるため、 r_{sh} と r_{sp} は参考値である。

Code	$r_{1/10}$	σ_{Vg}	H_B	H_E	Δ_H	Δ_{HB}	Δ_{HE}	IA_{HB}	IA_{HE}	$r_{sh/sp}$	mag	r_{sh}	r_{sp}
0006LYR	1.15	1.08	104.4	92.2	12.2	3.6	1.4	-13.3	6.3	-0.161	-1.34	3.00	3.97
	1.31	1.01	105.7	93.5	12.2	2.8	2.4	-34.1	7.2	-0.151	-0.72	4.94	5.89
0031ETA	0.74	1.14	110.9	102.1	8.8	2.8	4.1	-14.2	-0.1	-0.018	-0.99	3.65	4.22
	0.71	1.08	112.4	102.0	10.4	2.6	2.9	-6.8	-2.6	0.075	-0.58	6.19	4.46
0001CAP	1.45	0.88	94.0	83.8	10.2	3.5	5.2	-18.9	-7.3	-0.182	-1.03	1.74	2.97
	1.68	0.74	95.8	83.5	12.3	2.8	3.6	-27.5	-2.6	-0.204	0.02	4.02	3.77
0005SDA	1.38	1.09	95.7	88.0	7.7	-1.5	0.9	1.8	-5.0	-0.142	-0.82	3.86	3.82
	1.57	1.12	96.5	87.3	9.2	-2.8	-0.5	-6.3	-4.2	-0.120	-0.29	8.15	7.39
0007PER	1.85	1.16	107.9	98.6	9.3	1.9	2.8	-20.0	7.6	-0.220	-1.64	5.33	4.91
	2.13	1.15	109.1	98.6	10.5	1.2	1.8	-19.7	5.7	-0.200	-1.25	3.06	4.41
0012KCG	4.74	0.86	93.7	82.8	10.9	3.0	3.9	-33.3	-15.4	-0.234	-1.32	---	3.03
	4.33	0.83	95.4	82.0	13.4	2.5	2.2	-26.5	-8.4	-0.242	-0.13	2.32	3.69
0208SPE	0.98	1.16	109.2	99.1	10.1	1.5	1.5	-20.9	2.8	-0.207	-1.91	4.05	4.73
	0.94	1.17	110.4	100.2	10.2	0.6	1.7	-30.8	4.7	-0.328	-1.65	3.20	5.12
0002STA_SE	3.18	1.25	96.2	79.2	17.0	2.9	-2.3	-1.3	2.9	0.085	0.32	2.06	3.50
	2.88	1.29	98.8	80.7	18.2	3.2	-1.5	-25.8	5.2	0.098	0.64	4.70	4.27
0008ORI	1.14	1.23	110.9	99.5	11.4	2.6	1.3	-5.0	-2.1	-0.068	-1.19	4.27	4.37
	1.08	1.27	112.6	99.9	12.7	2.3	0.8	2.5	-3.3	-0.022	-0.84	4.36	3.51
0002STA_SF	1.27	1.14	96.0	78.4	17.6	2.6	-3.1	-37.3	3.1	-0.137	-0.85	2.89	3.51
	1.49	1.15	98.6	79.2	19.4	2.8	-3.3	-41.1	6.1	-0.165	-0.14	2.43	4.02
0017NTA	1.70	1.13	95.3	77.8	17.5	2.1	-3.5	-22.3	4.0	-0.055	-0.43	2.77	3.40
	1.83	1.05	98.2	78.6	19.5	2.5	-3.0	-29.1	6.0	-0.074	0.27	2.46	3.25
0018AND	1.98	0.80	95.2	84.5	10.8	7.8	8.9	-14.1	-28.9	-0.061	0.13	---	3.13
	1.72	0.71	97.5	83.0	14.5	7.7	7.3	-27.2	-17.9	-0.075	0.75	10.20	3.32
0013LEO	0.81	1.21	113.0	102.0	11.0	3.7	2.8	-11.9	-0.9	-0.192	-1.88	3.62	5.34
	0.77	1.23	114.7	101.5	13.2	3.3	1.7	-10.2	-1.7	-0.176	-1.43	3.63	3.72
0250NOO	1.99	1.14	98.5	87.0	11.4	0.4	-1.0	-32.3	-1.3	-0.019	-0.56	4.47	3.49
	1.88	1.14	100.4	87.9	12.5	0.0	-0.6	-27.8	1.0	-0.045	-0.20	5.32	6.85
0004GEM	0.74	0.97	94.9	83.8	11.1	-0.2	-0.6	-3.6	7.2	-0.167	-0.86	7.18	4.02
	0.78	0.86	96.3	83.5	12.8	-1.0	-1.0	-17.3	0.9	-0.070	-0.31	6.11	3.99
0019MON	1.16	1.05	101.4	89.5	11.9	3.8	1.9	-23.4	0.7	-0.134	-1.04	3.27	4.04
	1.30	0.97	102.7	89.8	12.9	2.7	1.8	-41.8	0.3	-0.137	-0.42	3.88	6.30
0016HYD	1.35	1.14	106.9	94.6	12.3	0.9	-1.2	-15.5	9.1	-0.071	-1.14	4.31	4.89
	1.53	1.10	108.3	95.3	13.0	0.3	-1.3	-14.9	3.0	-0.119	-0.82	4.81	5.52
0015URS	1.18	0.91	101.7	89.8	11.8	6.8	5.8	-22.8	4.2	-0.072	-0.56	2.30	3.60
	1.00	0.81	103.0	89.5	13.5	5.9	5.4	-39.3	5.7	-0.102	-0.07	4.38	3.64
0020COM	1.00	1.25	109.1	98.3	10.8	1.8	1.1	-9.2	-4.6	-0.117	-1.42	4.37	4.87
	0.94	1.27	110.5	98.5	12.0	1.0	0.4	-14.1	-2.2	-0.223	-1.18	4.38	3.55
0010QUA	3.08	1.12	98.5	89.4	9.1	1.3	2.3	-4.2	5.3	-0.117	-0.93	4.88	3.91
	3.37	1.14	99.4	88.2	11.2	-0.3	0.5	-13.7	1.6	-0.172	-0.40	5.53	5.95