

## SONY $\alpha$ 7 s を使用した流星の動画撮影

泉 潔

私は眼視観測と平行して（補助的な観測手段）として、1994年頃より I I を搭載したビデオ観測を主に主要群の極大日などに行っていた。50mmF1.4の標準レンズを搭載し、I I では7等クラスの流星まで捕獲できた。5月下旬の牛飼い座の領域からの肉眼では捕らえられない低速の微光流星の活動を捕らえたりしたことがあった。その後、I I を搭載したビデオと一緒に高感度カメラ WATEC を使用したビデオ観測も1998年頃より行って来た。しし座流星群の回帰はこの2つで臨んだ。しかし、2000年代に入り、撮影後の流星検出にかかる時間のわずらわしさなどから、ビデオ観測はほとんど行わなくなってしまった。最近、SONY からデジタル一眼でありながら動画撮影も超高感度で行える  $\alpha$  7 s が登場した。スイッチを押すだけで動画が気楽に撮影出来、動画もSDカードに記録できるこのカメラに興味を抱き、今年の夏より試験的に流星の動画撮影を試みている。これからこのカメラを使用してみたいとお考えの方の参考に、今までの撮影流星数などをまとめてみたので報告させていただく。2015年は天候不順であり、ことごとく主要流星群の極大日の観測ができず、一晩に大量の流星が撮影出来るチャンスはなかった。しかし、機会にさえ恵まれれば、多くの流星が撮影出来るであろうことには確信が持てた。レンズは当初は28mmF2を使っていたが、12月より35mmF1.4のより明るいものに変更した。レンズはなるべく明るいものを使用した方が良い。しかし28mmに比べて視野が狭くなるので、撮影出来る流星の数はあまり変わらないようだ。シャッター速度はいろいろ試行錯誤した結果、1/10sで行っている。ISOは画質が保てる102400である、498000まで出せるが、ノイズがかなり多くなる。現在では更に高性能な  $\alpha$  7 s II も高価ながら登場し、7sの2倍位、感度を上げてても画質が保てるようだ。印象としては、肉眼で捕らえられる流星はほとんど撮影出来ているようである。28mmレンズでは、ほぼ眼視観測の視野の主領域に相当する範囲をカバーできて、眼視観測と平行して撮影しておけば、補助的な手段として大変有効ではなかろうか。画質はI I や WATEC に比べて大変良質であり、速度がある程度以上の流星ならば、グリーンの酸素の輝線で光る短痕の消長を良く捕らえることができる。このカメラを使用した明確な観測目標はまだわからないが、様々なレンズや、装置の環境設定でいろいろなことが出来るのではないだろうか。最大の難点は、およそ29分でシャッターが切れてしまい連続撮影には再度ボタンを押す必要があることだろうか。メカに強い方ならこの問題はすでに解決済みかもしれない。私の流星検出は、撮影後パソコンで再生し、目視で行っているが、UFOキャプチャーの使用者なら当然、自動検出が可能であろう。目視だと見逃す流星も出てくる。このカメラを空の好条件の場所で使用すれば眼視観測で判明しなかった3月のへび群やおとめ群の多くの微光流星が撮影出来るような気がする。今後も眼視観測の補助的手段としてこのカメラを有効活用できたらと思う。

表1 SONY  $\alpha$  7 s による流星動画撮影数

L:観測地 aM:全流星数 CL:視野内雲量 SONY  $\alpha$  7 s Iso : 1024000 1/10s

観測日	時刻	T	aM	L	群流星	LM	CL	レンズ
2015.7.25/26	01:32-02:01	29	4	A	$\delta$ A 3	7.0	0	28mmF2
2015.7.25/26	02:08-02:37	29	3	A		7.0	0	28mmF2
2015.8.14/15	02:52-03:22	29	5	B	P3	7.0	3	28mmF2
2015.8.14/15	03:22-03:51	29	9	B	P 7	7.0	1	28mmF2
2015.9.11/12	01:19-01:48	29	3	A	$\epsilon$ P1	6.0	2	28mmF2
2015.9.11/12	01:59-02:28	29	3	A	$\epsilon$ P2	6.0	1	28mmf2
2015.9.12/13	00:49-01:18	29	0	B		6.0	0	28mmF2
2015.9.12/13	01:28-01:57	29	4	B	$\epsilon$ P1	6.0	0	28mmF2
2015.9.21/22	02:44-03:13	29	3	C		6.5	0	28mmF2
2015.9.21/22	03:51-04:20	29	0	C		6.5	0	28mmF2
2015.10.11/12	01:20-01:49	29	1	B		7.0	7	28mmF2
2015.10.21/22	01:36-01:54	18	0	C		4.0	0	28mmF2
2015.10.21/22	01:56-02:25	29	4	C	Ori3	4.0	0	28mmF2
2015.10.21/22	02:39-03:08	29	2	C		4.0	0	28mmF2
2015.10.21/22	03:57-04:26	29	1	C	Ori1	4.5	0	28mmF2
2015.10.21/22	04:28-04:57	29	3	C	Ori3	4.5	0	28mmF2
2015.11.3/4	23:23-23:52	29	0	C		6.5	0	28mmF2
2015.11.3/4	23:55-00:24	29	4	C	TN2	6.5	0	28mmF2
2015.11.3/4	01:11-01:40	29	5	C	TS3	6.5	0	28mmF2
2015.11.4/5	01:53-02:22	29	3	C	TN1,TS1	6.5	0	28mmF2
2015.11.4/5	02:32-03:01	29	5	C	TN1,TS2	6.5	0	28mmF2
2015.11.4/5	03:02-03:31	29	3	C		6.5	0	28mmF2
2015.11.5/6	02:15-02:44	29	2	C	TN2	7.0	0	28mmF2
2015.11.5/6	02:50-03:19	29	2	C	TS1	7.0	0	28mmF2
2015.12.12/13	22:33-23:02	29	5	D	G1	7.5	0	35mmF1.4
2015.12.12/13	23:17-23:46	29	10	D	G5	7.5	0	35mmF1.4
2015.12.12/13	00:09-00:38	29	8	D	G5	7.5	0	35mmF1.4
2015.12.12/13	00:47-01:16	29	12	D	G7	7.5	0	35mmF1.4
2016.1.3/4	01:47-02:16	29	4	C		7.0	0	35mmF1.4
2016.1.3/4	02:20-02:49	29	3	C	D1	7.0	0	35mmF1.4
2016.1.3/4	03:58-04:27	29	6	C	D4	7.0	0	35mmF1.4
2016.1.3/4	04:29-04:58	29	4	C	D1	4.5	0	35mmF1.4
2016.1.4/5	03:27-03:56	29	5	C	D1	7.0	0	35mmF1.4
2016.1.4/5	03:58-04:27	29	4	C	D2	7.0	0	35mmF1.4
Total	総露出時間 9 7 5 分 撮影流星数 1 3 0 H R 8.0							

観測地 A 群馬県伊香保町 B 群馬県吾妻郡万座 C 群馬県渋川市 (自宅)  
D 新潟県八海山



# 火球の「おうし群」と条件最高の「ふたご群」 注目の流星群報告

2015年の秋から冬にかけては、多くの火球が飛んだ「おうし座流星群」に、好条件が重なって大出現となった「ふたご座流星群」が続き、流星が大きな話題となった。

報告／泉 潔 (日本流星研究会)

## 話題になったふたつの流星群

2015年の晩秋から初冬にかけて2つの流星群の活動がマスコミ関係やSNSなどのネットを通して話題になった。とくに「おうし座流星群」に属する大火球(だいかきゅう)が世界的にも多くの地域で目撃され、天文ファンのみならず、一般の方も流星への興味関心を引き起こしたようだ。アッシャー氏と筆者の論文に基づき、「星ナビ」2015年11月号で「2015年のおうし群は火球が増加するであろう」との予報を紹介させていただいたが、予報通りの出現が起こったことになる。

ふたご座流星群については毎年安定した出現を見せている流星群なので、今回も例年通りの活動であったものと思われる。昨年末はエルニーニョの影響で天候が不順になり、両流星群ともに十分な観測ができなかったことが残念である。両流星群とも、まだ日本流星研究会への報告データの集約ができていないので、筆者個人の観測による見解が主になってしまうが、両流星群の活動を具体的に述べてみたい。

## 的中した「おうし群」の火球予測

まず、おうし座流星群であるが、母天体が周期3.3年のエンケ彗星であり、10月中旬より11月下旬まで、長期にわたり活動を展開する流星群として古くから知られている。例年、出現数は多くても1時間あたり(HR)5程度であるが、火球がよく出現するので目立つ存在になっている。木星とエンケ彗星の公転周期の軌道共鳴から流星物質の密集部が作られ、地球軌道との接近距離( $\Delta M$ )が小さい年には流星の出現

## おうし座流星群の火球／白神憲一

撮影中、画面に捉えていない場所で大きな火球を複数目撃、悔しい思いをしていたのですが、この写真に捉えた火球が飛んだときにはたまたま別方向を見ていて実物は見逃したものの、一瞬周囲が明るくなるほどの爆発を伴うもので、それまでの悔しさも雲散霧消でした。

2015年11月10日23時45分18秒 露出30秒 リコー GXR MOUNT A12 Voiglander12mmF5.6 ISO3200 岡山県加賀郡吉備中央町にて

数が増加し、特に「火球」と呼ばれる明るい流星の出現数が増加する。

表1に前回出現数が多かった年である2005年、通常年である2014年、それと多くの火球出現が期待された2015年の筆者の観測データをまとめた。地球がエンケ彗星の軌道に接近する11月上～中旬のデータのみだが、2015年は明らかに前年と比べ0等級以上の明るい流星の出現が多く、出現数そのものも多かった。2005年には、-3等級以上のいわゆる金星クラスの火球の出現が10月下旬から11月中旬にかけて比較的長期にわたって見られた。これに対し、2015年の場合は10月中はほとんど見られず、11月上～中旬に火球の出現が集中したようだ。特に11月3日の夜は夕刻から一般の方からの火球目撃の情報が寄せられ、筆者が観測した2時間の間に-5等級の大火球が2つも観測され、筆者の全天カメラにも別の-5等級以上の大火球が撮影されるなど、この日はまさに火球の夜であった。この日に限れば、金星クラス以上の火球が少なくとも1時間に1個の割合で飛び交ったものと思われる。

## 火球大出現が楽しみな2032年

さて、こうなるとがぜん気になる今後のおうし群の予報であるが、活動が盛んになる年を表2に示した。どうやら $\Delta M$ が $\pm 30^\circ$ 以下になる年に活動が盛んになるようで、2022・2025・

2032年が期待できる。特に2032年は $\Delta M = -1^\circ$ とたいへん好条件だ。前回これと同等の条件であった1971年にも多くの火球が見られ、この年小学生であった筆者も多くの火球を目撃し、流星の世界にのめり込むきっかけになった。およそ61年ごとにこの関係が特に良くなり、活発な火球出現をもたらすことになる。人間の一生からすれば61年は長い、宇宙の時の流れからすれば一瞬の時であり、他の天体現象と同様に流星群の世界にもこれがあてはまる。2032年にはしし座流星群の母天体であるテンペル・タートル彗星も再び回帰するので、2032年11月の天空の話題は流星で盛り上がるであろう。また2035年には北関東皆既日食という大イベントも控えている。15年以上も先のことになるが、このころの天文ブームに期待したい。

## 安定の「ふたご群」

ふたご座流星群は、天候が悪く十分に観測できた地域が少なかったものの、例年どおりの活発な出現だったようだ。ふたご座流星群については筆者は過去70年におよぶ眼視観測のデータをまとめた長期変動についての研究を国際学会で発表したことがある。出現数においては1960年代より増加し70年代以降はあまり変わらず安定した出現を続けていることが明らかである。ただし、極大付近の明るい流星の増加が90年代以降顕著になってきているようで、母天

表1 眼視観測による「おうし座流星群」の出現数の比較(HR)(11月1日～11日)

	おうし群全流星数	0等級以上の流星	3等級以上の火球	$\Delta M$	
* 2005年	22 (2.6)	9 (1.1)	4 (0.47)	+12°	* 2005、2015 は出現数増加が 予報された年。
2014年	9 (1.3)	3 (0.43)	0	-112°	
* 2015年	30 (3.5)	12 (1.4)	3 (0.35)	-6°	

表2 おうし座流星群活動の活発化が予報される年

年	$\Delta M$
2022	+17°
2025	-25°
2032	-1°



体ファエトンと地球軌道の接近距離が今後、縮まっていくことと関係しているのかもしれない。

ふたご座流星群に関しては極大時刻が12月13日・14日の日本の夜に起こるか否かということが、そのまま出現数の増減に結び付くわけで、これと月齢との関係から今後の観測条件が決まってくる。つまり極大時刻が日本の夜にあたり、その時間帯に月明かりの妨害がなければその年は好条件になる。2015年がまさにその好条件が重なった年だが、流星のもとになるダストと地球軌道は比較的、長期間遭遇するので極大前後にもHR10以上の出限が見られ、昨年も極大およそ2日前の12月12日夜から13日朝にかけてHR15ほどの出現が観測できた。

最後に、近年流星の眼視観測を継続的に行う天文ファンが減少していることを危惧している。高感度デジカメによる動画や静止画が簡単に撮れる時代になり、観測目的によってはそれらの機材を使うことも有効だが、広い範囲にわたり暗い流星まで捉えられる眼視観測であればこそ、過去何十年に至る流星群の活動の変遷がわかる。今回の流星の話題を機に、ぜひ継続して観測に取り組んで欲しいと思う。

#### おうし群の流星(右)

／牧野亜紀

流星の光度が途中で変化しているので、流星を写した経験の少ない私はちょっと驚いてしまいました。星図に光路を入れてみますと延長方向はおうし座でした。南群かと思いますが、はっきりしません。

2015年11月5日1時44分24秒  
シグマ DC 17-50mmF2.8  
露出10秒 ペンタックスK-5Ⅱs  
ISO1600 愛知県豊橋市にて

#### 活発だった2015年の

#### おうし座流星群(下)

／中西昭雄

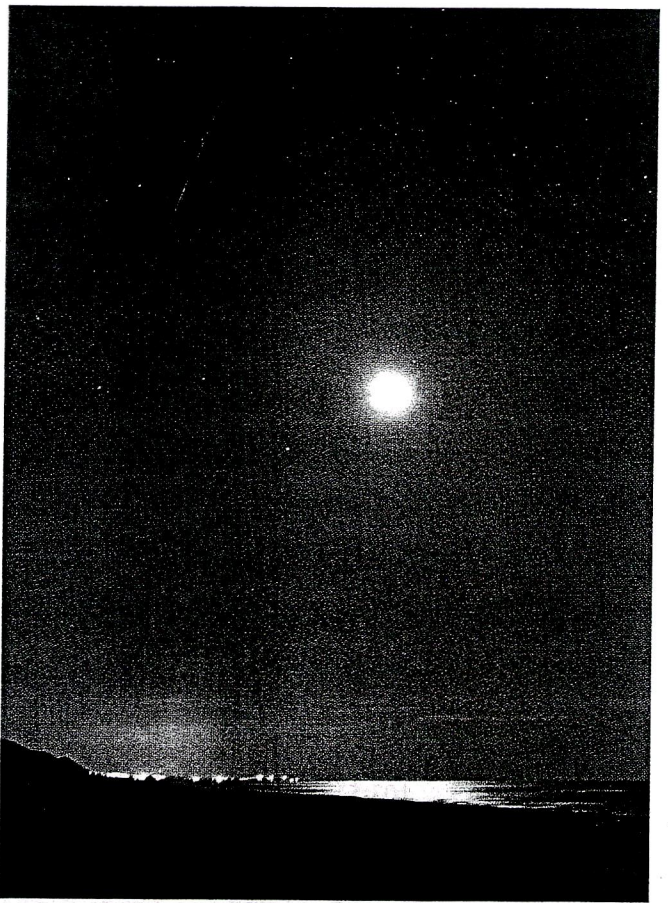
「2015年のおうし座流星群は火球の割合が増える」という情報は「星ナビ」2015年11月号でも予報されていたので、半信半疑で眺めてみることにした。ところが、予報は見事に当たり、ゆっくり流れつつ光度変化が激しいという、おうし群特有の火球をいくつも見ることができた。

EF24mmF1.4LⅡ USM 絞りF2.8  
キヤノンEOS 6D ISO6400

露出13秒で連続撮影

2015年11月3日22時48分から4日0時17分の90分の間に写った3個の流星を合成

長野県北安曇郡小谷村梅池高原にて



IMOの有志がIMCの機会等を通して、議論（ブレインストーミング）してきた内容について文書化されたものが送られてきたので紹介する。ブレインストーミングとは、固定観念から解放され、新たな発想、視点を見出すために、単なる思いつきであってもすべて拾い上げていく手法である。そのため、それは無理だと思われるものも記載されている。それを単に否定するのではなく、ヒントとしてこれからの流星観測・研究に対して新しい道を見出す一歩としたい。

この機会を利用して、参加者にもブレインストーミングを求め、そこで出された発想をIMOのメンバーに伝えてさらにこの動きを進めていきたい。また、この文書に記載されている件について既に日本で行われている取り組みについてもIMOに知らせたいので、誰がどのような観測・研究をしているか、また、IMOのメンバーがそれをどのようにして見る（知る）ことができるか示していただければ幸いである。

### <<流星観測・研究の今後の展望－議論を進めるためのたたき台>>

#### *A perspective on the future of meteor astronomy*

#### *A tentative draft note to initiate a discussion*

流星の美しさが流星の観測・研究者を魅了していることは明らかである。観測は楽しいものであるし、またそうあるべきである。しかし、一方で我々の観測に科学的な価値があるだろうということが観測意欲を掻き立てている面もある。最近のデータ量、特にビデオ観測によるものの蓄積は目覚ましいものがある。また、他の天文分野同様、アマチュアが使用できる観測技術の発展も劇的に増加している。それにもかかわらず、以前と変わらぬ問いに悩まされている：数多くの小流星群を検出し、無数とも言える軌道を算出することの意義である。多数の観測者にとりデータを収集することに喜びがあることは事実であるが、我々が今後どのような道に進むべきか、ミレニアムという節目以降、進化してきた観測・研究を最大限に有効なものにするにはどうすればよいか議論すべき時に来ていると考えられる。

ここで「流星群」が科学的にきちんと定義されたものではなく、流星に関する一種の「仮説」であることを理解しておくことが必要である。たとえば、同じ彗星から異なる時期に放出されたトレイルがいつまで1つの流星群として存在するのか、また、同じグループに属する彗星からのトレイルが異なる流星群として認識されるのはいつまでなのかということは自明ではない。このことは今まさに全天を覆うかのように検出されている新しい流星群に「絶対的な」信頼を置く前に考慮すべき事柄なのである。

これから述べることは、今後の観測・研究に役立つと考えられるが、「思いつき」レベルのものである。これらは2015年7月6日にAIP(ライプツィヒ天体物理研究所)で行われた、Rainer Arlt, Jürgen Rendtel, Marc Gyssensによる「ブレインストーミング」で提起されたものである。将来の組織的な取り組み、アマチュア流星観測・研究者、さらにはプロの人達にも広く支持されることを望んでいる。

---

\*最近の15年間で最も大きい理論的進展は、ダストトレイルの位置、つまりアウトバーストが起り得る時期が予測可能になったことである。しかし、トレイルの正確な密度の予測には程遠く、アウトバーストの強さはあやふやである。彗星の近傍においてどのようなことが起っているかを知ることが必要であろう。彗星研究者とのより緊密な連携の機会ともなろう。

\*現在、母天体は統計的な推定に過ぎず、しばしば複数の候補が挙げられることになる。流星体軌道の進化のような物理的考察を推定には考慮すべきであろう。

\*プロの学者にとって今でも流星軌道の精度は不十分と考えられている。より正確な軌道を得るために整備された観測網は可能だろうか？個々の軌道は不正確すぎるとしても、さらに観測数を増すことによって正確さを増すことは可能だろうか？

\*流星の観測・研究はビデオ観測導入によって長足の進歩を遂げ、また更なる進化が起きている。IMOにビデオ観測部門ができた当時、だれもビデオ観測が眼視観測はもとより写真観測を凌駕するとは予測していなかった。従って、今後発展するであろう、まだ見ぬ観測手段を想像することは我々にとって有意義であろう。そのいくつかの例を、思いつきも含めて以下に示すこととする。

\*流星のスペクトル観測に取り組んで、流星体の組成を探る。母天体からの試料として、これにより流星群の起源を推定する別の基準とできないだろうか？流星のスペクトルから流星体のより正確な速度（そして軌道）

を得ることが前方散乱による電波観測同様にできないだろうか？流星スペクトルはイオン化された流星経路大気に関するものであり、流星体それ自身のものではなく、また、スペクトルの解像度も低いので、現在のところこの方法は極めて困難であろう。

\*ミクロンあるいはミリメートル程度の大きさの流星体による赤外発光の観測はどうだろうか？この波長域では空はずっと暗く、24/7をカバーできる。大気中でのエネルギー伝播について：流星からの総放射量を捉えることができるのではないかな？

\*前方散乱による電波観測では現在以上の結果は得られないのではなかろうか？「多重散乱」が考えられそうだ。複数の受信機ではなく、複数の発信機を使った「前方散乱干渉計」なら、写真やビデオの多点観測のように速度ベクトルを完全に得られる。受信信号の偏波をどのように解析するかが課題である。

\*大気中の流星現象についてもっと詳しく知ることができるのではないかな？たとえば、高解像度のスペクトルから回転、粉碎、乱流、プラズマ等々を調べられるのではないかな？このような研究は当然、大きな流星体を対象とする火球ネットに適したものであろう。このような大質量の流星体から得られた結果は通常の流星体にも当てはまるのだろうか？両者では同じ現象が起きているのだろうか？大気中の流星現象には、現在のコンピュータであれば電磁流体力学のシミュレーションが可能ではないかな？

一般的な方法でもなく、実行可能かわからなくても、さらに意味のある結果が得られないかもしれないが、これからの観測方法に就いて思いつくままに記す。

\*低周波音、電磁波音は大きな流星体が大気に突入した際に生じる。低周波音についてはいくつかの地点でセンサーによって記録されているが、電磁波音についてはこのような組織だった観測はなされていないようである。しし群の活動期をスタートしてそのような観測を試行できないだろうか？

\*月面流星（衝突）はしし群等で観測されている。原理的にはこのような衝突が十分な数、観測されれば、流星群、トレイルを観測する別の手段となり得るのではないかな。衝突数と月面上の緯度の関係から流星体の運動方向が分かるであろう。どの程度の等級まで観測できれば意義ある結果を得られるのだろうか？

\*流星体が大気に突入する際に発生する高温の放射を紫外線で観測するのはどうだろうか？

\*ISSが太陽面を通過するのが見られるように、流星体も太陽面を通過するのが見られたら面白い。

専門家たちはそれぞれの関心（たとえば宇宙船に対する衝突の危険性、上層大気の研究）に資する観測を求めている。アマチュアは彼らの求めに気付かないで、目先の結果にこだわって同じような観測を続けるのではなく、困難であっても専門家の求める観測に向かうことはできないだろうか？

---

## 付録：CAMSの観測

CAMS (Cameras for Allsky Meteor Surveillance)の観測報告がJenniskensによってICARUS誌に発表されると予告されていたが、Paul Roggemans から来月発行される号に掲載されることが以下のサイトに掲示されていると教示されたので紹介する。期間限定(2月28日まで)で論文(pdf形式)を入手できるので興味のある方は取得されるとよい。サイトに論文の4つのタイトルが以下のように表示されているのでクリックすれば別タブが開いて論文が表示される。大部の論文なので彼の'Meteor Showers'の一部を読むくらいの覚悟がいる。

<http://cams.seti.org/>.

**2016, January 3 - Happy New Year!** The new CAMS-related articles in the journal Icarus (1 March 2016 issue, Vol. 266, pages 331-354, 355-370, 371-383, and 384-409, respectively) are now available online (free download until February 28):

I. [The Established Meteor Showers as observed by CAMS](#)

II. [CAMS Confirmation of Previously Reported Meteor Showers](#)

III. [CAMS Verification of Single-Linked High-Threshold D-Criterion Detected Meteor Showers](#)

IV. [CAMS Newly detected showers and the sporadic background](#)



## MSS資料集ホームページ ～2015年度更新～

重野好彦

MSS資料集を2015年度版に更新しましたのでお知らせします。



## 「第140回流星物理セミナー」のお知らせ

発表するのも話を聞くのも予約不要です。  
どうぞお気軽にご参加下さい。

日時 2015年7月5日(日) 13時～17時 (確定しました)

場所 渋谷区 神宮前 隠田(おんでん)区民会館 2階 会議室2号

内容 ANT, Apex, Toroidal—観測方法による捕捉率の違いと  
見え方の違い(小関正広)

この1年間の資料集をHPに登録しました(重野好彦)

募集中!

費用 300円

幹事 重野好彦(奇)／寺田充(偶)

【渋谷区 神宮前 隠田(おんでん)区民会館 案内図】

至新宿	1) JR原宿駅南口から5分
	2) 地下鉄明治神宮前駅4番出口1分
-----	明
JR	治   【和民(2次会)】
原宿	通
駅	Laforet     東急プラザ
-----	-----

表参道通り

	北	地下4番口		ロッセリア
至渋谷	西+東			
	南	【隠田】	---	-----
		【会館】	---	-----
(月曜, 第2日曜休館)				【旧会館】

## 2. 資料集

本資料集は2015年7月版です。

[2013年度資料.pdf](#)[2014年度資料.pdf](#)[2015年度資料.pdf](#)[MSS00-1-はじめに.txt](#)[MSS13-1-議事録.pdf](#)[MSS00-2-ごあいさつ.txt](#)[MSS13-2-議事録.txt](#)[MSS00-3-インデックス.txt](#)[MSS14-空間密度.pdf](#)[MSS00-3-インデックス.xls](#)[MSS15-構造.pdf](#)[MSS00-A-50回記念誌上.pdf](#)[MSS16-痕.pdf](#)[MSS00-B-50回記念誌下.pdf](#)[MSS17-シューメーカーレビー9.pdf](#)[MSS01-隕石.pdf](#)[MSS18-出現予報.pdf](#)[MSS02-隕石落下シミュレーション.pdf](#)[MSS19-スペクトル.pdf](#)[MSS03-遠征観測報告.pdf](#)[MSS20-測光.pdf](#)[MSS04-音.pdf](#)[MSS21-その他.pdf](#)[MSS05-解析法.pdf](#)[MSS22-電波.pdf](#)[MSS06-観測機器.pdf](#)[MSS23-同時観測.pdf](#)[MSS07-観測結果.pdf](#)[MSS24-同時観測MSS-WG.pdf](#)[MSS08-観測理論.pdf](#)[MSS25-同時観測理論.pdf](#)[MSS09-軌道計算研究発表.pdf](#)[MSS26-発光.pdf](#)[MSS10-軌道計算精度.pdf](#)[MSS27-輻射点.pdf](#)[MSS11-軌道計算論文.pdf](#)[MSS28-豆まき現象.pdf](#)[MSS12-軌道シミュレーション.pdf](#)

## 3. 流星動画像

[6等より明るい流星動画像をDVDで配付します](#)

## 4. 流星物理セミナー・ワーキンググループ(MSS-WG)の紹介

[観測報告と流星用プログラム](#)

ユニークアクセス数 PC PC/年換算

2009.01.18～2009.05.30 59 163

2009.05.30～2010.07.01 119 109

2010.07.01～2011.09.30 164 131

2011.09.30～2012.06.28 88 118

2012.06.28～2013.03.27 174 234 2013.04.14～2013.06.30 85 403 (サーバ変更)

2013.06.30～2014.04.27 176 214 2014.04.27～2014.07.05 86 455 (ドメイン変更)

2014.07.05～2015.06.28 928 947

ファイル名	Page	MB	回	年.月.日	発表	参加	70	04.10	-	25
MSS00-1-はじめに.txt	6	0	1	1978.10.08	5	16	71	06.26	-	42
MSS00-2-ごあいさつ.txt	4	0	2	1979.02.12	6	40	72	10.16	-	18
MSS00-3-インデックス.txt	-	-	3	04.15	4	20	73	1995.01.08	-	23
MSS00-3-インデックス.xls	-	-	4	06.24	4	33	74	04.23	-	15
MSS00-A-50回記念誌上.pdf	174	33	5	09.09	3	34	75	07.16	-	16
MSS00-B-50回記念誌下.pdf	187	34	6	11.11	6	35	76	10.15	-	12
MSS01-隕石.pdf	61	12	7	1980.01.20	6	18	77	1996.01.07	-	27
MSS02-隕石落下シミュレーション.pdf	78	19	8	03.16	8	37	78	04.07	-	17
MSS03-遠征観測報告.pdf	225	58	9	05.18	7	30	79	07.07	-	19
MSS04-音.pdf	19	6	10	07.13	7	35	80	10.13	-	7
MSS05-解析法.pdf	134	31	11	09.28	7	50	81	1997.01.26	-	14
MSS06-観測機器.pdf	185	54	12	11.16	7	35	82	04.12	-	12
MSS07-観測結果.pdf	296	66	13	1981.01.18	3	?	83	07.13	-	31
MSS08-観測理論.pdf	65	13	14	03.29	6	40	84	10.05	-	27
MSS09-軌道計算研究発表.pdf	187	41	15	05.17	8	63	85	1998.01.11	5	29
MSS10-軌道計算精度.pdf	91	19	16	07.19	7	20	86	04.19	3	25
MSS11-軌道計算論文.pdf	120	35	17	09.06	8	32	87	07.12	7	31
MSS12-軌道シミュレーション.pdf	133	26	18	11.01	7	36	88	10.18	5	25
MSS13-1-議事録.pdf	53	9	19	1982.01.15	6	37	89	1999.01.10	8	34
MSS13-2-議事録.txt	-	0	20	03.21	4	26	90	04.18	3	18
MSS14-空間密度.pdf	116	36	21	05.16	4	45	91	07.11	5	21
MSS15-構造.pdf	5	1	22	07.11	4	47	92	10.17	7	25
MSS16-痕.pdf	279	72	23	10.03	7	41	93	2000.01.30	8	40
MSS17-シューメーカーレビー9.pdf	35	8	24	1983.01.07	8	50	94	07.09	5	21
MSS18-出現予報.pdf	76	23	25	03.08	6	36	95	10.15	8	21
MSS19-スペクトル.pdf	91	18	26	05.08	4	44	96	2001.02.12	10	41
MSS20-測光.pdf	19	7	27	07.03	6	45	97	04.15	12	30
MSS21-その他.pdf	278	68	28	10.02	2	41	98	07.08	5	23
MSS22-電波.pdf	210	37	29	12.18	7	45	99	10.14	9	27
MSS23-同時観測.pdf	129	32	30	1984.03.11	2	32	100	2002.02.17	16	46
MSS24-同時観測MSS-WG.pdf	165	44	31	05.13	1	30	101	07.07	8	24
MSS25-同時観測理論.pdf	46	14	32	07.22	4	30	102	10.20	6	20
MSS26-発光.pdf	11	2	33	09.30	2	33	103	2003.01.19	10	18
MSS27-輻射点.pdf	191	34	34	12.09	5	31	104	07.06	4	20
MSS28-豆まき現象.pdf	24	5	35	1985.03.17	2	20	105	10.19	4	11
MSS30-2009~2015.pdf	-	75	36	06.02	4	40	106	2004.02.29	8	29
合計	3,693	934MB	37	09.01	2	28	107	07.04	6	28
[MSS-001回から139回までを集計]			38	12.22	5	30	108	10.24	6	13
			39	1986.04.20	3	32	109	2005.02.20	4	11
			40	07.06	4	?	110	07.03	4	11
			41	10.05	4	29	111	10.16	9	22
			42	1987.01.11	6	24	112	2006.02.05	10	22
			43	04.19	3	20	113	07.09	6	9
			44	07.05	6	31	114	10.15	10	12
			45	10.04	5	18	115	2007.02.04	8	15
			46	1988.01.10	1	17	116	07.01	8	30
			47	04.17	7	21	117	10.21	4	12
			48	07.03	4	38	118	2008.02.17	8	14
			49	10.16	7	25	119	07.06	7	18
			50	1989.04.23	6	32	120	10.05	9	14
			51	07.16	-	51	121	2009.02.08	6	23
			52	10.29	-	?	122	07.05	6	17
			53	1990.01.14	-	?	123	10.04	9	23
			54	04.15	-	?	124	2010.02.07	11	20
			55	07.15	-	?	125	07.11	6	25
			56	10.07	-	?	126	10.10	8	27
			57	1991.01.15	-	?	127	2011.02.06	6	21
			58	04.14	-	38	128	07.03	3	15
			59	07.07	-	34	129	10.02	4	20
			60	10.06	-	36	130	2012.02.05	5	17
			61	1992.01.15	-	40	131	07.01	4	18
			62	04.12	-	41	132	10.07	6	25
			63	07.05	-	26	133	2013.02.03	3	12
			64	10.04	-	31	134	07.07	5	17
			65	1993.01.17	-	37	135	10.06	8	20
			66	04.11	-	48	136	2014.02.02	8	25
			67	07.04	-	26	137	07.06	5	24
			68	10.17	-	22	138	10.05	4	13
			69	1994.01.16	-	30	139	2015.02.01	5	23



要旨：筆者は、繰り返し、観測方法によって流星・流星群の見え方が異なることを示してきた。観測方法によって流星の速度による捕捉率に大きな差があり、写真観測は ANT、CCD 観測は Apex、電波観測は Toroidal を得意分野とすることを示した。

1. 観測における捕捉率と流星の速度

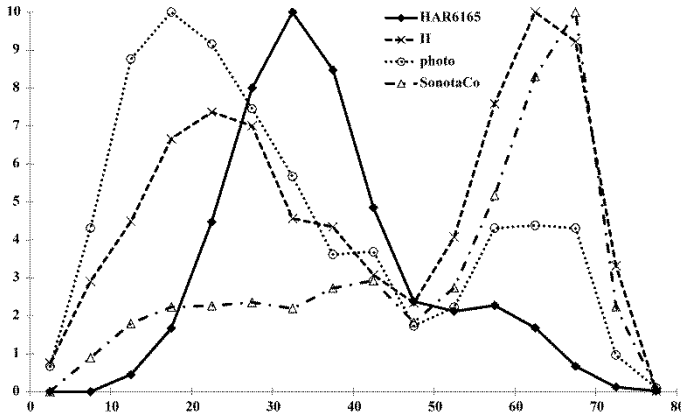


Figure 1：観測方法による速度分布の違い

Elford(1998)もハーバードの電波観測から得られた流星体の空間分布には大きな偏りがあることを示している。基本的には電波観測では高速の流星の捕捉率が極めて低いのである。

第1図から光学観測の捕捉率にも違いがあると推定される。第3図は第1図の写真と CCD による流星数の比( $N_{CCD}/N_{photo}$ )をグラフ化したものである(図中の●)。明らかに速度との相関がみられるので、二次回帰を求め実線で示した。McKinley(1961)によると写真観測の効率は次式で示される。

$$E = k \frac{a^2 A_s}{(1+x)f^n}$$

$k$  はレンズの質によって決まる定数、 $a$  はレンズの口径、 $A_s$  は写野面積、 $x$  は回転シャッターの開閉比、 $f$  はレンズの焦点距離、 $n$  はほぼ1として良いだろうが、2に近い場合もあり得るとしている。この式を第3図に合わせて変形すると次式が求められる。

$$E_{CCD} = k \frac{A_s}{(1+x)fF^2} \quad E_{photo} = k' \frac{A_s}{(1+x)V_g^2 fF^2}$$

CCD について、 $f=6\text{mm}$ ,  $F(f/a)=0.8$ ,  $A_s=56 \times 43$  度、写真について  $f=50\text{mm}$ ,  $F=1.4$ ,  $A_s=24 \times 36$  度として  $E_{CCD}/E_{photo}$  の比を第3図に+で示した。なお、 $k'=28.4$  とすれば、 $V_g=50$  で  $E_{photo}=0.1$ 、 $k=1.59 \times 10^{-3}$  で  $E_{CCD}=1$  となる。

このように、電波、光学観測を問わず、捕捉率は流星の速度に大きく依存していると考えられる。そこで第1図の速度分布が捕捉率によって生じた見かけの違いであると近似して捕捉率を求めると第1表が得られる。

第1表：第1図の速度分布で最大値によって、各速度の流星数を除した数値。捕捉率を示す。

$V_g$	2.5	7.5	12.5	17.5	22.5	27.5	32.5	37.5	42.5	47.5	52.5	57.5	62.5	67.5	72.5	77.5
photo	0.067	0.431	0.876	1.000	0.916	0.745	0.567	0.361	0.369	0.173	0.223	0.431	0.438	0.431	0.097	0.010
HAR6165	0.000	0.000	0.045	0.167	0.448	0.800	1.000	0.848	0.485	0.237	0.212	0.227	0.168	0.067	0.012	0.002
SonotaCo	0.001	0.089	0.180	0.223	0.226	0.235	0.219	0.273	0.293	0.183	0.275	0.517	0.830	1.000	0.224	0.008
II	0.076	0.290	0.449	0.666	0.737	0.700	0.456	0.434	0.307	0.234	0.407	0.759	1.000	0.922	0.332	0.002

第4図 a は地球向点からの離角  $\epsilon_A$  による輻射点密度を示したものであるが、観測方法によって分布に大きな違いが見られる。観測法によって捉えられる<流星>が異なることは当然であるが、その違いを補正して本来の分布を考察するには補正が不可欠である。第4図 b はこれを速度による捕捉率で補正したものである。補正によって、Apex が分布の中心であることが明確になり、さらに  $\epsilon_A=60\sim 70$  度に共通して副次的な極大が見られる。これは Toroidal と ANT が合成されたものと考えられる。全体として輻射点密度の変化が共通して表され、この補正が近似的には十分有効であることが分かる。

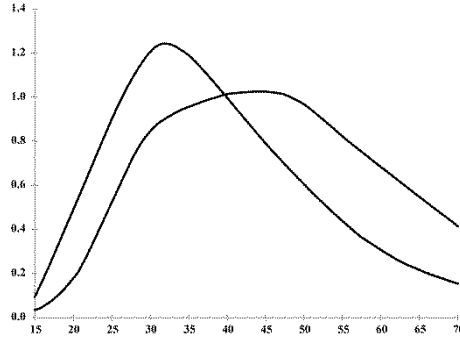


Figure 2：電波観測の捕捉率

(Kasheev, 1967)。これを第1図の電波観測と比べると非常に似通っていることが分かる。Taylor と

第1図に写真、CCD、電波、IIにより得られた流星の速度分布を示す。第2図はハリコフにおける電波観測について理論的に求められた捕捉率である

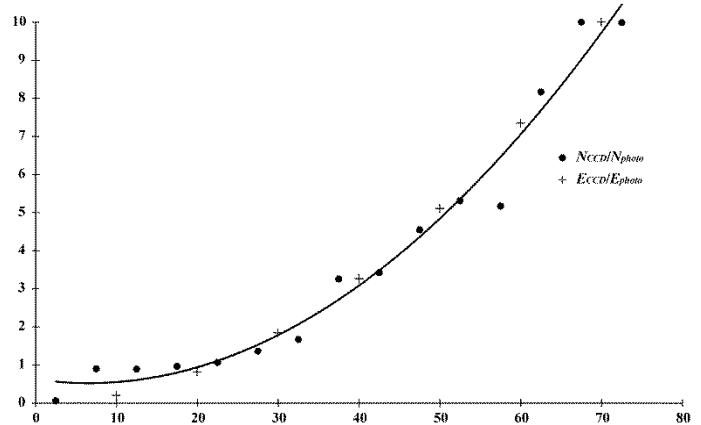


Figure 3：速度と写真・CCDの流星数比

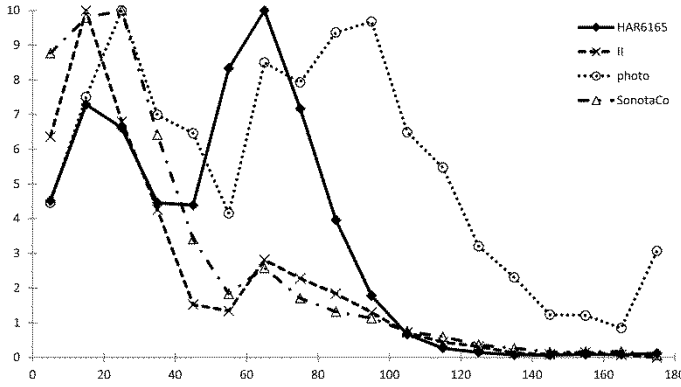


Figure 4a : 地球向点からの離角による輻射点分布  
 2. ANT, Apex, Toroidal の見え方  
 2. 1 Apex

第4図 a、b で示したように地球向点方向に輻射点が集まっていることは明確であり、眼視観測でも明け方に流星数が増大する現象として知られていた。第4図 a、b では最大値が10になるよう規格化して示しているが、第5図 a ~ c は Apex;  $(\lambda-\lambda_s, \beta)=(270, 0)$ , Toroidal;  $(\lambda-\lambda_s, \beta)=(270, 65)$ , ANT;  $(\lambda-\lambda_s, \beta)=(200, 0)$  からの距離に応じて輻射点の分布密度がそれぞれの観測における輻射点の平均分布密度の何倍であるかを示したものである。これらの図では前節で提唱した「速度による捕捉率」を適用した推算輻射点密度を用いている。第4図 b では、各観測方法で輻射点の分布密度は Apex からの離角  $\epsilon_A$  によって似た変化を見せているように見えるが、第5図 a から観測方法によって見え方にかかなりの違いがあることが分かる。Apex 方向からの流星を一番多くとらえているのが電波観測であり、輻射点の平均分布密度の約 6 倍程度であるのに対して、写真観測ではそのおよそ半分の 3 倍に過ぎないことが示される。Apex 方向からの流星は暗い（小さい）ものが主体であることが示唆される。

2. 2 Toroidal

まず、'Toroidal' の原義について述べておく必要がある。NMS 同報で指摘したように (nms 31882)、最初にこの単語を用いたのは Hawkins(1963) で、本稿で用いている Harvard-Smithsonian の電波観測から離心率が小さく、軌道傾斜角の大きな流星体が検出され、流星体があたかも太陽を中心としたドーナツ状に分布し「軌道が空間で環状体（円環体）＝トロイドを形成している。」ことから命名された。第6図に示すトロイダル・コアを参照されたい。つまり、'Toroidal source' とは流星体の軌道分布を指し、原義からすると輻射点の領域のことではない。第7図 a は 1961-65

L8 - 18x10x6mm トロイダルコア 6個

[レビューを投稿する](#)

通常販売価格 **648円** (税込)

[手数料について](#)

6ポイント獲得

[Yahoo!カード入金で3,000ポイント](#)

[アプリで買ったならさらにおトク!ポイント3倍](#)



Figure 6 : トロイダル・コア

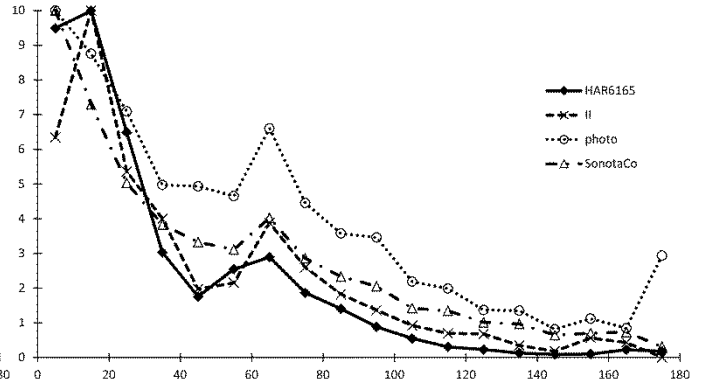


Figure 4b : 輻射点分布を捕捉率によって補正したもの

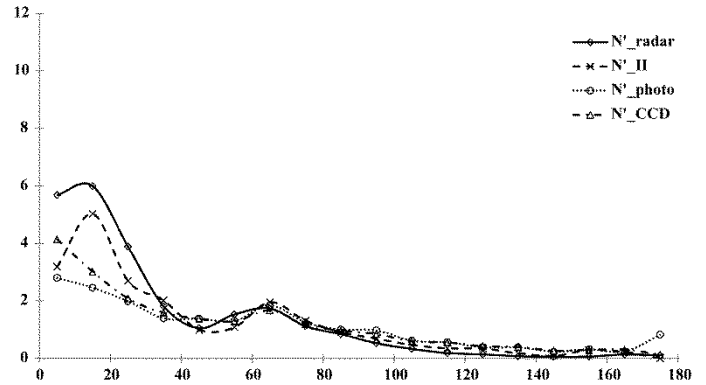


Figure 5a : 輻射点分布密度 (平均値との比、Apex)

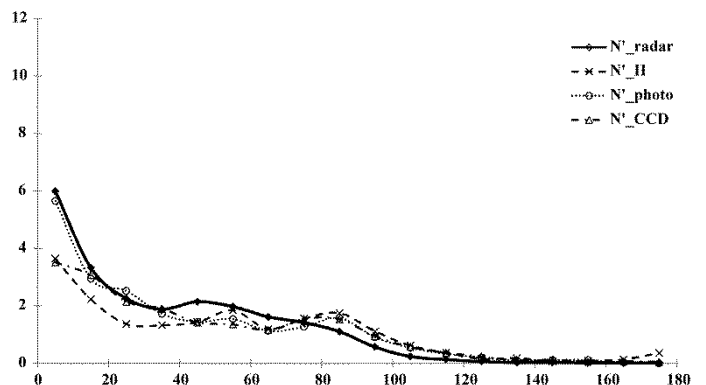


Figure 5b : 輻射点分布密度 (平均値との比、Toroidal)

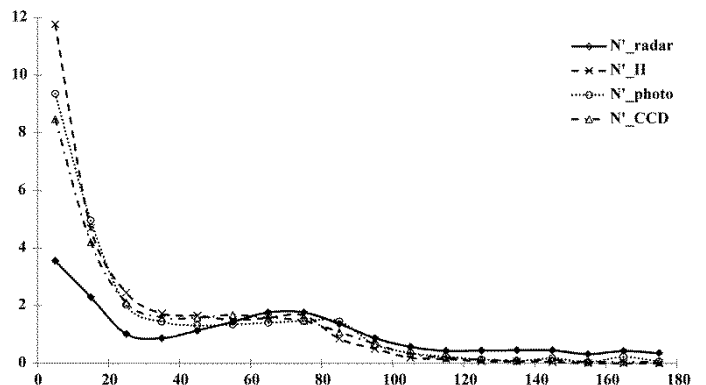


Figure 5c : 輻射点分布密度 (平均値との比、ANT)

年の Harvard-Smithsonian の電波観測で  $(\lambda-\lambda_s, \beta)=(270, 65)$  から 30 度以内に輻射点を持つ流星の軌道半長径の分布を移動平均で示したものである。1au 付近に明瞭な極大を持つことが分かる。このような流星体の軌道分布が 'Toroidal' の意味するものである。第7図 a は速度による補正を施していないので、実際の流星体分布はこれと



かなり異なるものになり、軌道半長径の大きいものが多くなる。このことから現在では、'Toroidal source'が輻射点の領域を指すように転用して用いられることが多い。ただし、Campbell-Brown(2008)が CMOR のデータに対して補正した軌道半長径分布を示しているが、1au 付近に極大があることに変化はない。なお、補正した観測速度分布も示されているが、本稿で用いている速度による捕捉率で補正した速度分布と極めて類似している（煩雑になるので速度による補正をした分布は省略する）。

しかし、第7図bに示すように、写真観測でも  $(\lambda-\lambda_s, \beta)=(270, 65)$  から 30 度以内に輻射点を持つ流星の軌道半長径の分布で 1au 付近に極大が現れる。写真観測では、Southworth と Hawkins(1963)によって'Cyclids'という存在が指摘されている。'Cyclids'はもともと、軌道傾斜角の小さいグループであるが、写真流星で  $e < 0.15$  のものの輻射点分布を調べると第8図aのように、'Toroidal'領域に輻射点を持つものが目立つ。'Cyclids'は'Toroid'の一部を捕えたものとも言えるだろう。第5図bからも写真観測で電波観測と同程度の強度で'Toroidal'が捉えられていることが分かる。第5図bからIIとCCDの観測では、それほどToroidal領域の輻射点密度が高いようには見えない。しかし、第7図cと第7図dを比較するとIIでは1au付近で流星数の増加が見られるが、CCDでは全く認められない。

ここで改めて電波観測と CCD 観測がもつ捕捉率の速度依存性を考えてみよう。次の表は  $\lambda_s=270$  度の経線に沿って Toroidal 領域を  $\beta=35$  から 10 度毎に軌道半長径  $a$  によって対地速度  $V_g$  がどのように変化するかを示したものである。なお、 $\beta=95$  は  $(\lambda_s, \beta)=(90, 85)$  を意味し、電波観測に合わせて  $a=1.5$  と  $a=2.0$ 、また CCD 観測に合わせて  $a=2.5$  と  $a=3.5$  を選んでいる。

第2表：軌道半長径、輻射点の黄緯と推定される流星の対地速度

$\beta$	35	45	55	65	75	85	95
Vg:a=1.0	48.8	42.1	34.2	25.2	15.4	5.2	0.0
Vg:a=1.5	54.2	48.3	41.3	33.9	26.6	20.0	14.8
Vg:a=2.5	58.0	52.3	45.8	38.9	32.0	25.8	20.6
Vg:a=3.5	59.4	53.9	47.5	40.7	34.0	27.9	22.7

第8図b、cに電波観測と CCD 観測による輻射点分布を示す。電波観測では Toroidal 領域の中心は  $(\lambda_s, \beta)=(270, 65)$  であるが、CCD 観測では分布の中心が Apex 領域に接した ( $\beta$ が小さい) 側に偏っている。この違いは捕捉率の速度依存性によって説明される。それぞれの観測における分布の中心は、上の表からそれぞれの得意とする速度範囲に当たっていることが分かる。

この「CCD 観測では分布の中心が Apex 領域に接した ( $\beta$ が小さい) 側に偏っている」ことは、捕捉率の速度依存性を示すと同時に、Toroidal の起源を考えるうえで示唆的である。このことは次節で扱うことにする。

### 2. 3 ANT

第5図cに第5図a、b同様、ANT を中心とした輻射点の分布密度が輻射点の平均分布密度の何倍であるかを示した。電波観測を除き、光学観測では3つの輻射領域のうちANTが最も活発であることが分かる。Apex、

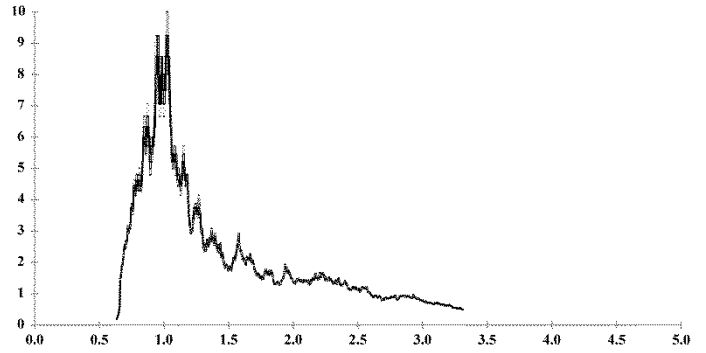


Figure 7a : Toroidal 軌道半長径の分布 (電波観測)

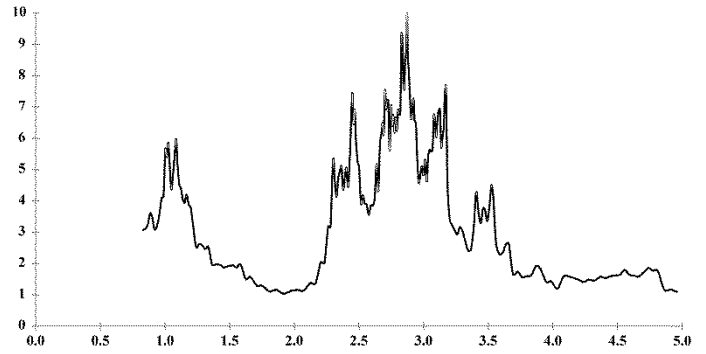


Figure 7b : Toroidal 軌道半長径の分布 (写真観測)

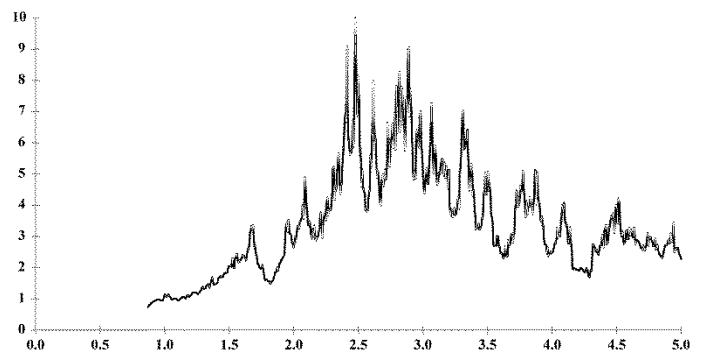


Figure 7c : Toroidal 軌道半長径の分布 (CCD 観測)

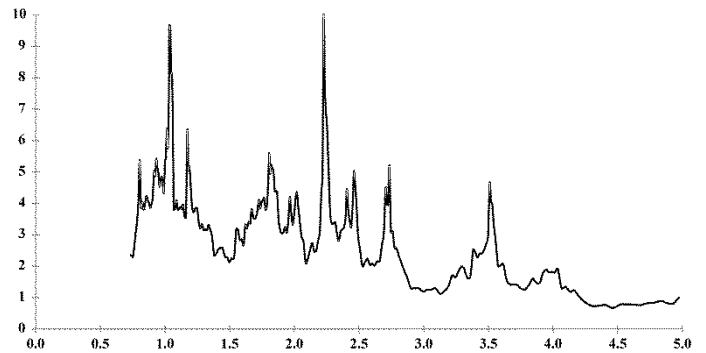


Figure 7d : Toroidal 軌道半長径の分布 (II 観測)

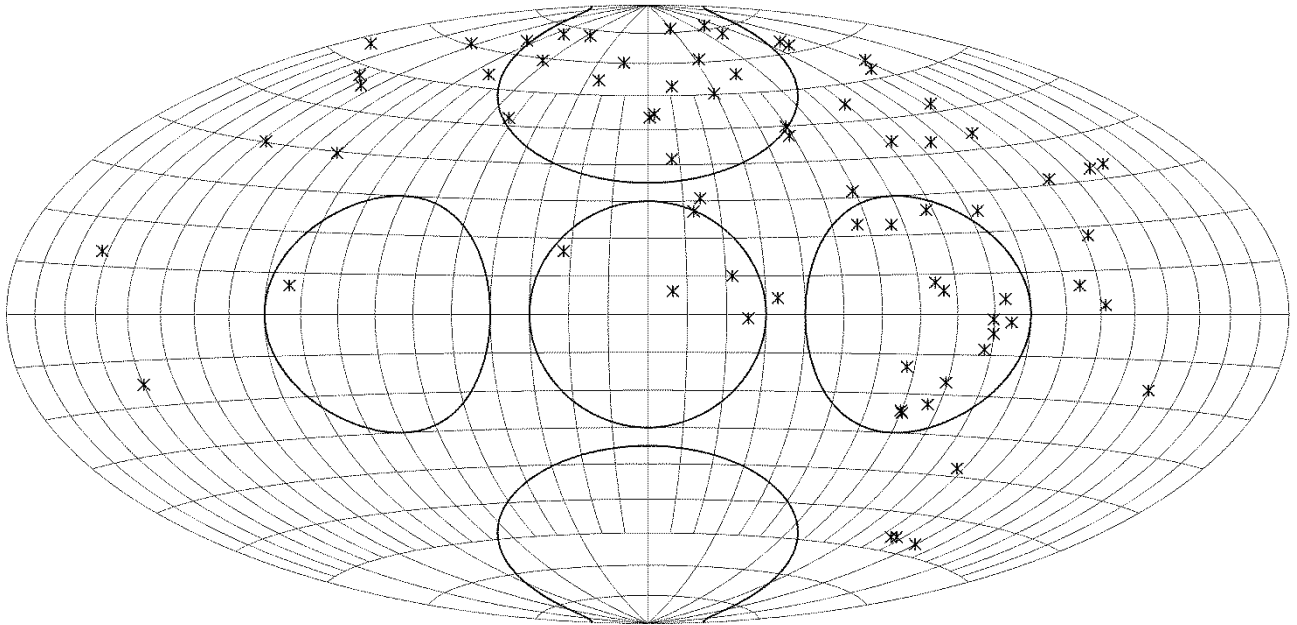


Figure 8a : Cyclids( $e < 0.15$ )の輻射点分布 (写真観測)

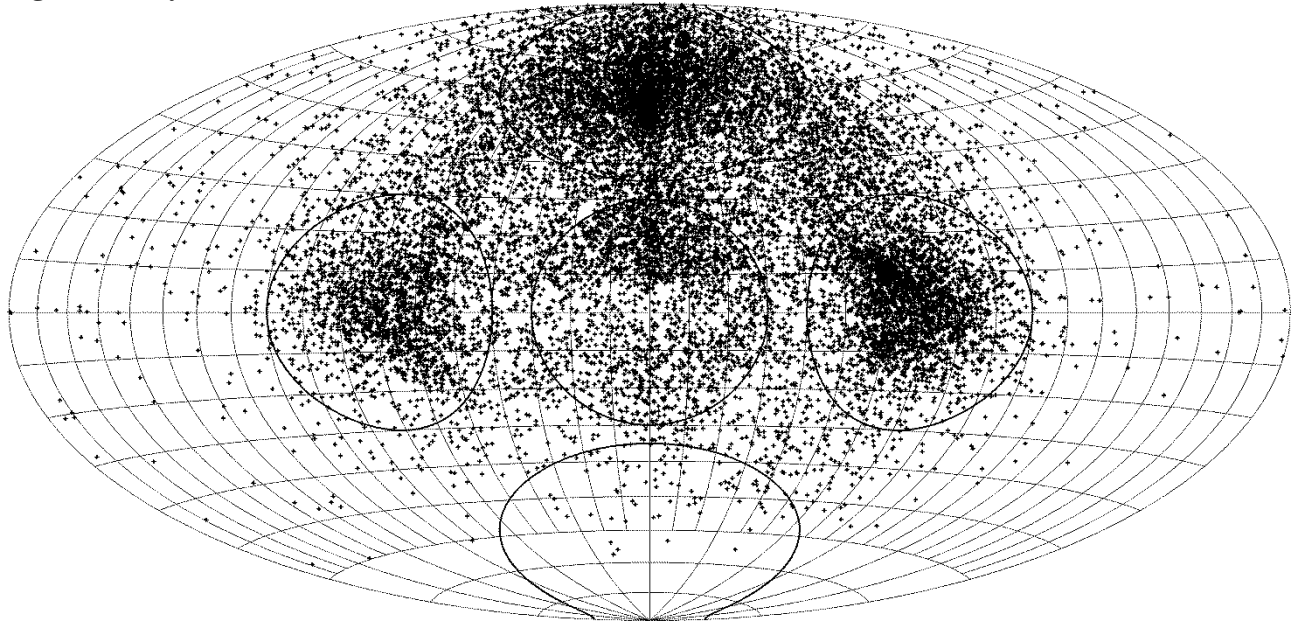


Figure 8b : 電波観測による輻射点分布(Harvard-Smithsonian1961-65)

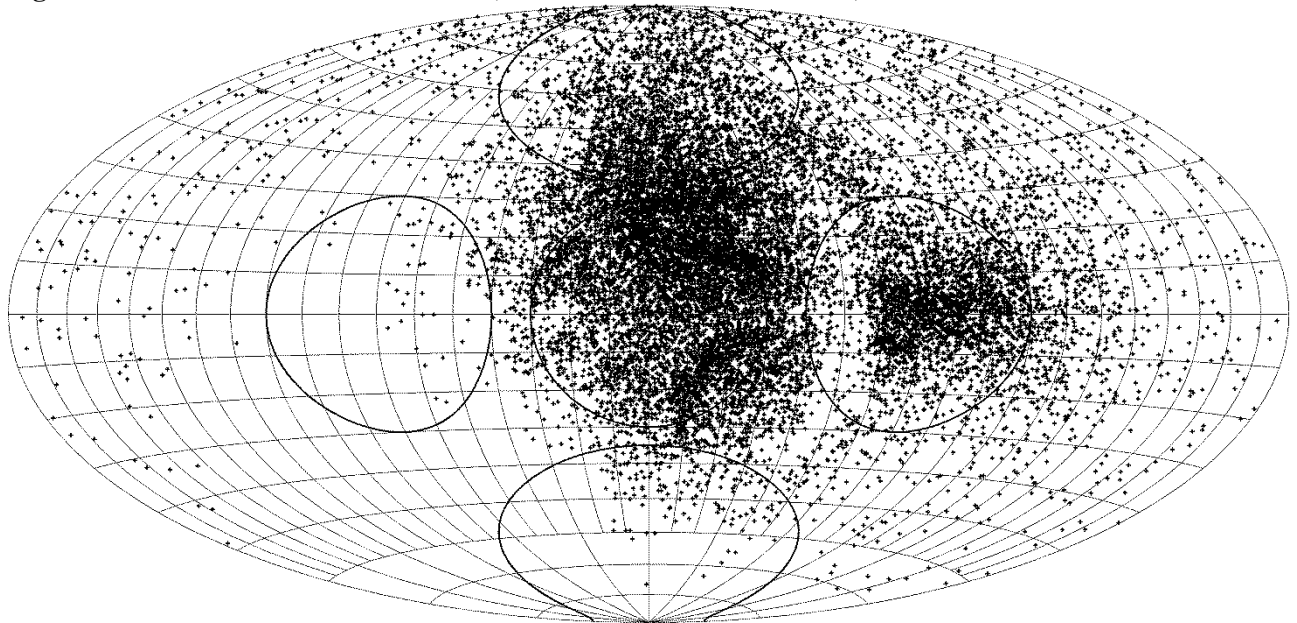


Figure 8c : CCD 観測による散在流星の輻射点分布(SonotaCo2013)

Toroidal がほぼ同程度の密度であるのに対して、2倍程度という歴然とした差を示している。



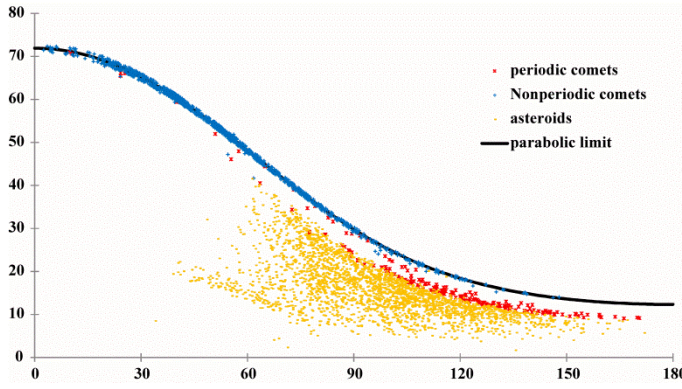


Figure 9a : 彗星・小惑星からの予想輻射点分布

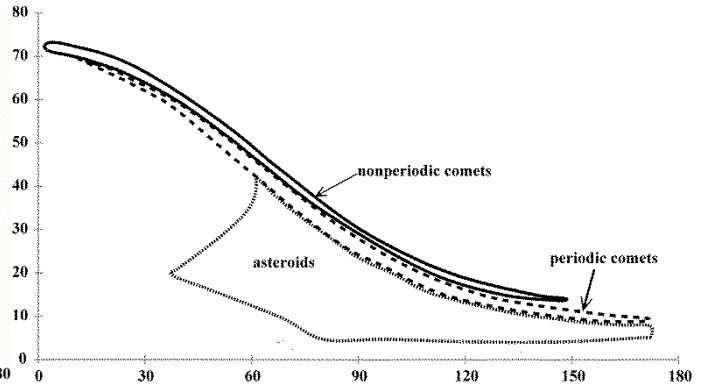


Figure 9b : 輻射点の分布領域

第5図は速度による捕捉率の補正をしたものであり、電波観測は質量の小さい流星体を捉えていると考えられるので、この違いはANTの光度比がApexやToroidalに比べて小さいことを示唆していると推定される。

### 3. 流星の起源に対する小考察

MSSでは非周期彗星、小惑星、周期彗星の輻射点分布について触れたが、第9図aに地球向点からの離角 $\epsilon_A$ と $V_g$ の関係を3つのグループに分けて示す。同図bは3つのグループの存在する領域を模式的に表している。3つのグループがきちんとすみ分けている様子が確認できる。ここで注目されるのは、 $(\epsilon_A, V_g)=(54, 52)$ と原点を結ぶ線に小惑星からの輻射点分布の限界があることである。

第10図は同様にIIの観測について $\epsilon_A$ と $V_g$ の関係を示したものであるが、第9図a、bと極めて似た分布であることが分かる。先ほど注目した $(\epsilon_A, V_g)=(54, 52)$ と原点を結ぶ線に分布の境界線が明瞭にみられる。ここでは省略するが、この境界線は電波、写真、CCDのいずれでも明らかである。第8図b、cにおいてApex領域を取り巻くように分布している輻射点が希薄な領域に該当する。

境界線で区切られた2つの領域について、CCDによる観測を元に物理的性質に違いがあるのか検討する。以下では破線より左側を領域c (cometary)、右側を領域a (asteroidal)と呼ぶことにする。CCD観測で得られた流星を破線で2分してそれぞれの光度分布を図示したものが第11図である。光度が大きくなるにつれて捕捉率は低下するので、グラフの直線部分(領域cでは $m=-6\sim-2$ 、領域aでは $m=-4.5\sim-1.5$ )を用いて最小二乗法で直線の傾きを求めると、領域cについて $r=4.09$ 、領域aで $r=2.95$ が得られる。直線部分を用いるという限定的な結果ではあるが、領域cの流星は暗い流星に富み、領域aの流星は明るい流星に富んでいると考えられる。領域cの流星が彗星に起源をもち、領域aの流星が小惑星と共通の起源をもつという仮説と矛盾しない。

次に領域aと領域cの発光・消滅点を比較する。対地速度によって発光・消滅点は変化するので、ともに $50 \leq V_g < 60$ の流星のみを対象として発光・消滅点の高度を流星の光度の分布図から最小二乗法によって得られた結果をグラフ化したものが第12図である。発光点、消滅点ともに領域cの流星の方が高いことが分かる。これは、領域cの流星体が領域aの流星体に比べて脆いことを示唆していると考えられ、これも領域cの流星が彗星に起源をもち、領域aの流星が小惑星と共通の起源をもつことを示唆している。

第13図a、bに2つの領域に分けた輻射点分布を示すが、地球向点からの離角 $\epsilon_A$ で区切っているから当然ながら、先に述べた「第8図b、cにおいてApex領域を取り巻くように分布している輻射点が希薄な領域」

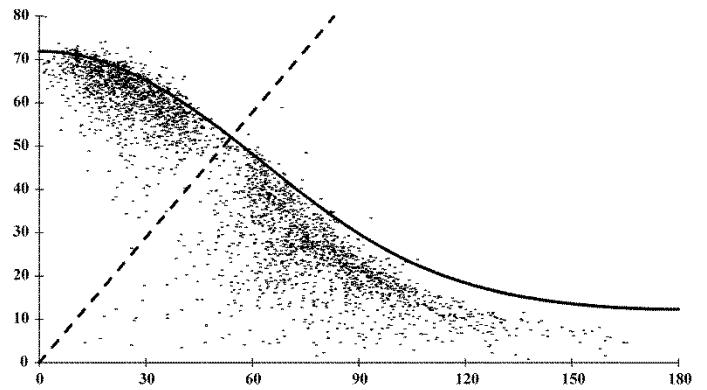


Figure 10 : II観測における速度分布

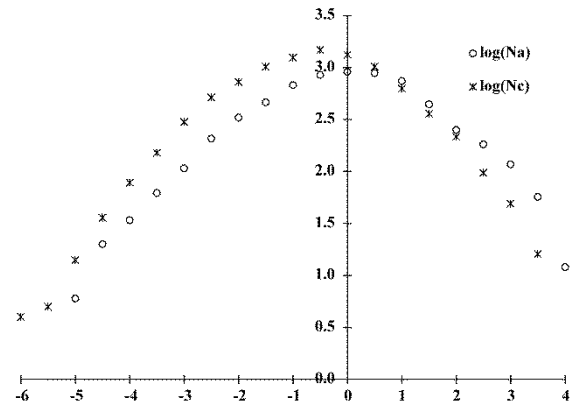


Figure 11 : 領域cと領域aの光度分布(CCD)

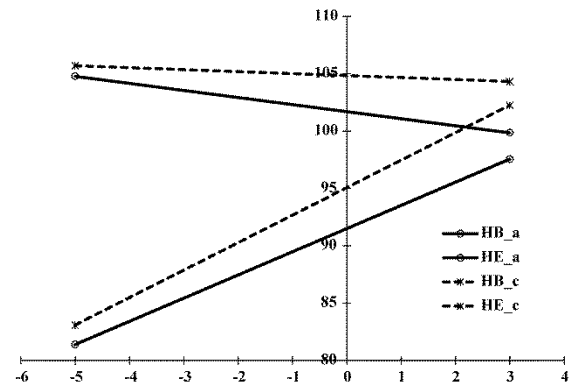


Figure 11 : 発光点、消滅点の高度(CCD)

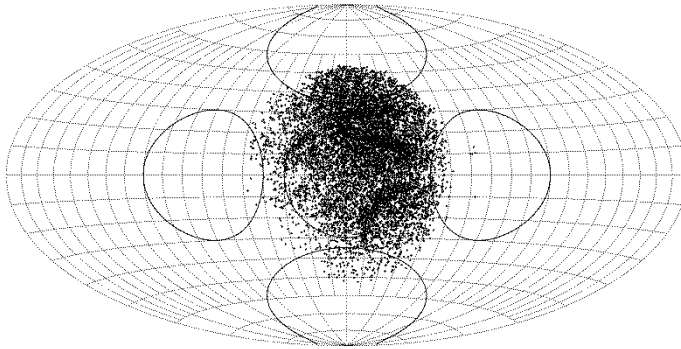


Figure 13a : 領域 c の流星の輻射点分布(CCD)

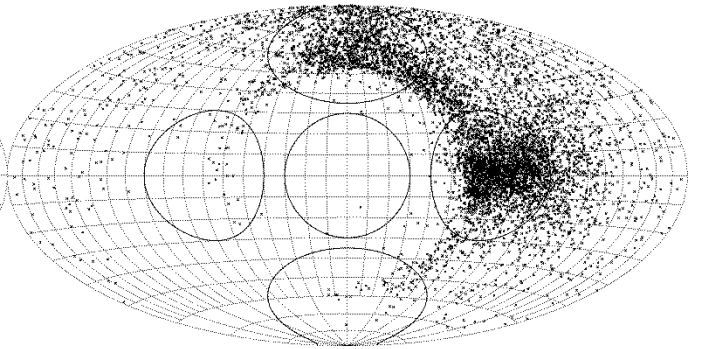


Figure 13b : 領域 a の流星の輻射点分布(CCD)

が起源的なものによることが推察される。これに対し、Campbell-Brown(2008)は Apex 領域の逆行軌道をもつ流星体と希薄領域の外側の惑星間塵との衝突破砕によって失われるためとしている。

また、領域 a と b の流星が Toroidal 領域において接触している点は興味深い。Pokorný 他(2014)はハレー彗星タイプ（長周期彗星）を起源と考えているが、Campbell-Brown と Wiegert(2009)は、Toroidal 領域において 12 の活動を区別している。まず、いわゆるトロイダルを構成する要素として、Toroidal, Toroidal A, Toroidal B, Toroidal C、さらにそれに付随するものとして、Helion Arc, Antihelion Arc を挙げている。後の二者はトロイダルから Helion, ANT に伸びる輻射点領域である。また、トロイダル領域で活動する流星群として、Quadrantids, Psi Cassiopeids, Alpha Lacertids, Theta Coronae Borealids, lambda Bootids, xi Coronae Borealids の 6 群を示している。さらには近傍に、こと群、こぐま群も見られている。

このように、トロイダルと言っても単純に一つの起源を想定することは無理であろう。Campbell-Brown (2008)は希薄領域が Apex から 55 度に位置するとしているが、これはトロイダル領域に重なる。彼のように希薄領域が惑星間塵との衝突により生じるのであれば、トロイダル領域の流星体の一部は長周期彗星（逆行軌道）から、他は惑星間塵（小惑星帯）から来たものと考えるのが自然であろう。先に CCD 観測では Toroidal 領域の下側に輻射点が多く、軌道半長径も 3au 程度のものであることを指摘した。これは CCD 観測ではハレー彗星型からの移行期にある流星体を捕えていると考えられるであろう。

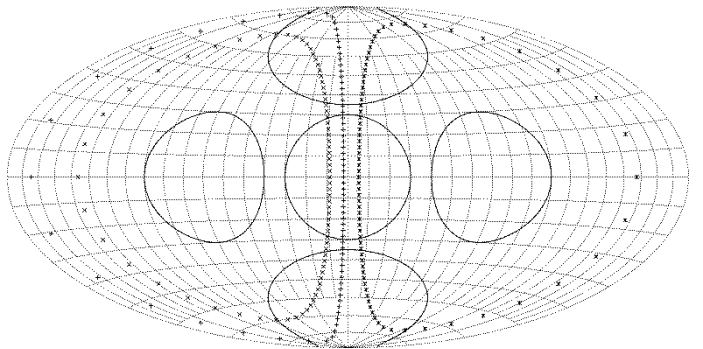


Figure 14 : 軌道傾斜角を 5 度ずつ変化させた輻射点

蛇足になるが、前回の MSS で示した輻射点変化を 5 度の刻みで第 1 4 図に示す。見かけ上、Apex や Toroidal 領域では輻射点の分布密度が高くなるのが明らかである。

#### 4. まとめ

流星観測は方法によって非常に大きな特性の違いがある。第 1 図に示した速度分布が捕捉率そのものを表しているという極めて単純な補正法がかなり有効であることが分かった。

また、観測結果そのものからみると、ANT は写真観測、Toroidal は電波観測、Apex は CCD 観測で顕著であるが、速度分布による補正を施すと、その差はかなり縮小する。ANT と Apex が目立ち、Toroidal は一歩退くというのは、眼視観測以来の知見によく一致していると思われる（第 3 表参照）。

第 3 表 : 輻射点の平均分布密度に対する比。それぞれの領域の最大値を示す。右側は速度補正を施した。Apex;  $(\lambda-\lambda_s, \beta)=(270,0)$ , Toroidal;  $(\lambda-\lambda_s, \beta)=(270,65)$ , ANT;  $(\lambda-\lambda_s, \beta)=(200,0)$

	Observed					Corrected				
	Photo	Radar	CCD	II	Average	Photo	Radar	CCD	II	Average
Apex	9.4	12.5	32.0	30.0	21.0	15.0	32.1	17.6	23.7	22.1
Toroidal	15.3	30.7	14.7	9.9	17.7	20.2	20.3	17.5	12.8	17.7
ANT	30.0	19.1	16.8	29.4	23.8	25.7	11.6	23.7	28.5	22.4

#### 参考文献

- McKinley, D.W.R., 1961, 'Meteor Science and Engineering', p.56, McGraw-Hill.  
 B.L.Kasheev, V.N.Lebedinets, M.F.Lagutin, 1967, "Meteoric phenomena in the Earth's atmosphere", <Investigations meteor No.2>, «Nauka», p.84.  
 A. D. Taylor, and W. G. Elford, 1998, 'Meteoroid orbital element distributions at 1 AU deduced from the Harvard Radio Meteor Project observations', Earth Planets Space, 50, 569-575.  
 G.S.Hawkins, "The Harvard Radio Meteor Project", Smithsonian Contr. Astrophys, 7(1963), 53-62.



- Southworth R.B. and Hawkins G.S. (1963). 'Statistics of Meteor Streams', *Smithsonian Contributions to Astrophysics*, 7, 261-285.
- M.D. Campbell-Brown, 2008, 'High resolution radiant distribution and orbits of sporadic radar meteoroids', *Icarus* 196, 144-163.
- M. Campbell-Brown and P. Wiegert, 2009, 'Seasonal variations in the north toroidal sporadic meteor source', *Meteoritics & Planetary Science* 44, Nr 12, 1837-1848.
- Petr Pokorný, David Vokrouhlický, David Nesvorný, Margaret Campbell-Brown, and Peter Brown, 2014, 'Dynamical Model for the Toroidal Sporadic Meteors', *The Astrophysical Journal*, 789:25 (20pp).

## ペルセウス群輻射点拡大撮影

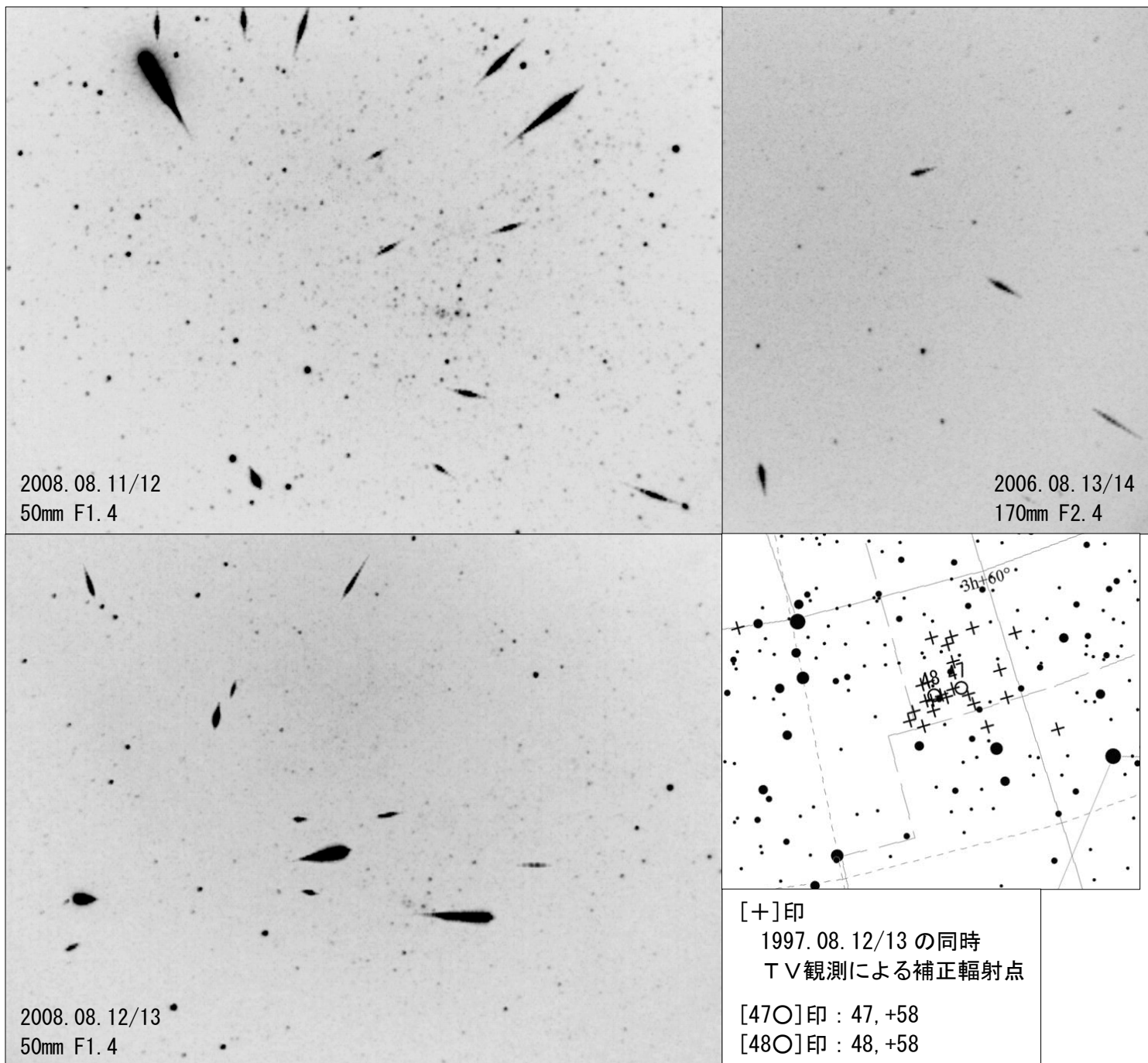
重野好彦

撮影日時 過去の観測結果：  
 2006年8月13/14日 00:00 ~ 04:10 (JST)  
 2008年8月11/12日 00:00 ~ 03:32 (JST)  
 12/13日 00:30 ~ 04:00 (JST)

観測地 新潟八海山

撮影機材 I Iによる動画像(DV-AVI)撮影 高橋P型+ビクセンモードラ自動ガイド  
 レンズ170mmF2.4 (写野: 6.0度×4.5度)  
 50mmF1.4 (写野: 20度×15度)

撮影方向 ペルセウス座流星群輻射点

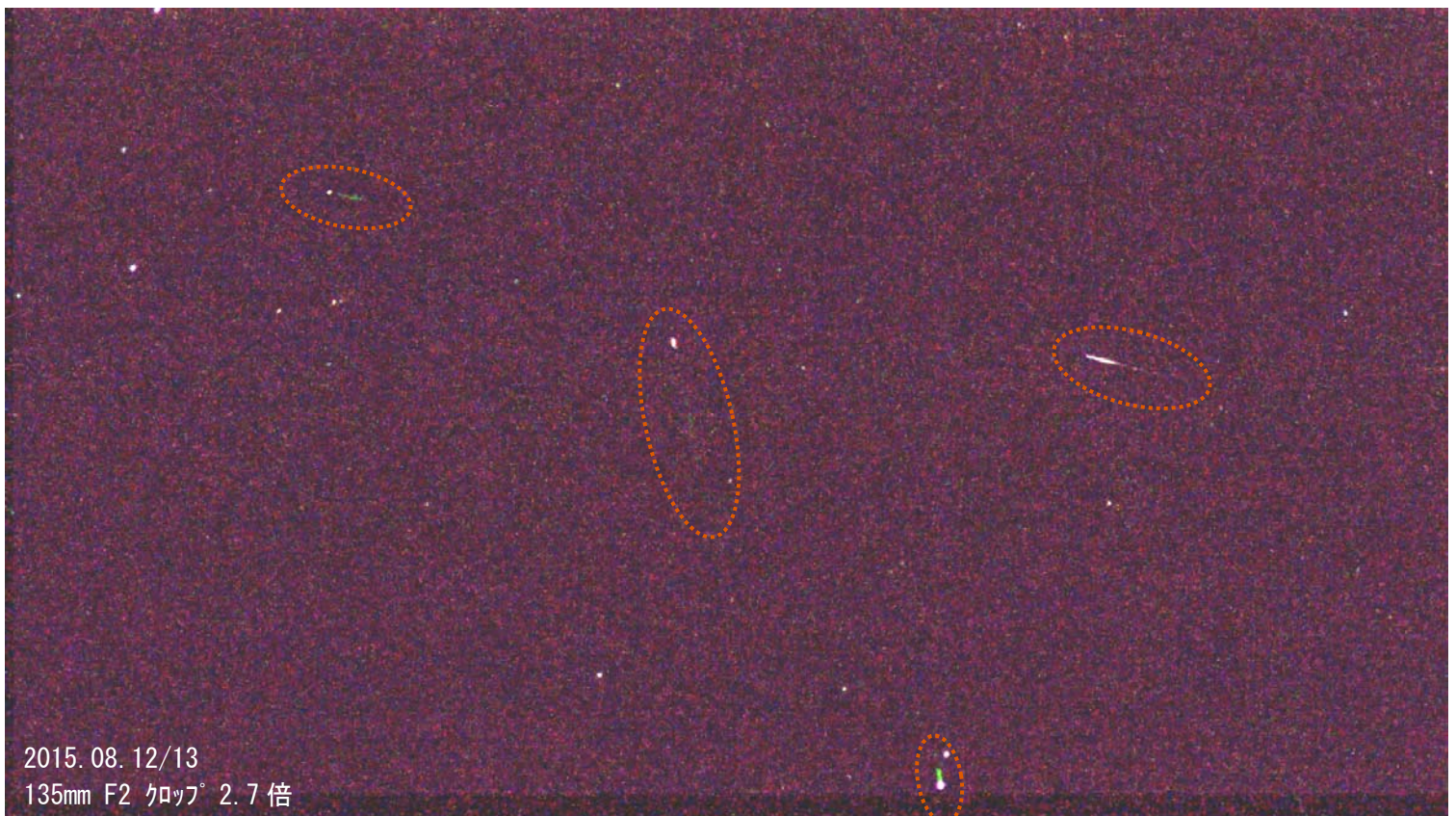
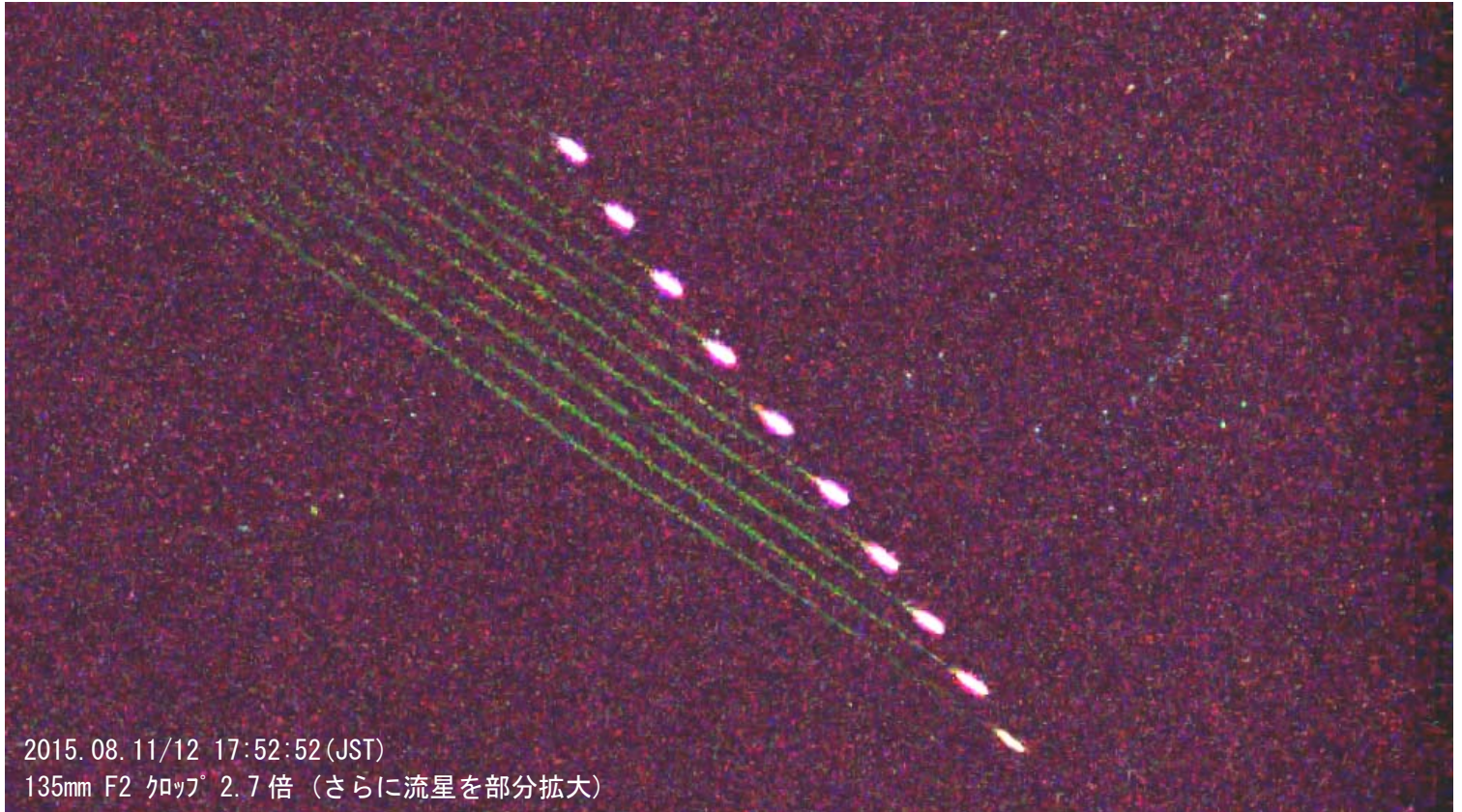




	(JST)	(現地標準時)	光度分布	2	3	4	5	6	7 (等)
撮影日時	2015年8月11/12日	17:48~20:58	00:48~03:58	0	0	1	1	4	1 (個)
	12/13日	14:40~21:00	21:40~04:00	1	0	1	5	2	0 (個)

観測地 Yosemite付近 CA

撮影機材 Nikon D4 ISO:10万 1920×1080 30fps動画 1/125secシャッター 恒星最微等級8.6等  
 高橋P型+ビクセンモードラ自動ガイド  
 レンズ135mm F2 クロップ° (トリミング2.7倍) (写野: 5.9度×3.2度)





1. はじめに

3年ごとに開催されるIAU総会に合わせて「確定群」が拡張されてきたが、IAU-MDCから8月15日に新しい版が公表された。概要は8月22-23日の流星会議で紹介したが、公表からの時間がなかったため、一部についてしか触れることができなかった。今回の発表は流星会議での発表を発展させ、「確定群」で問題があるもの個々について検討したものである。なお、その後Aug.25版が出ているので、一部それを利用した。

2. データ間の  $D_{SH}$

「確定群」の多くでは、複数の観測データが登録されている。まず、それらのデータ間のSouthworth-HawkinsによるD判定( $D_{SH}$ )を求めることにより、同一群の観測でどの程度の違いが見られるか、また、どの程度がD判定での目安になるのか見ていくことにしよう。

表1：やぎ群で登録されているデータ間の  $D_{SH}$

	1CAP0	1CAP1	1CAP2	1CAP3	1CAP4	1CAP5	1CAP6
1CAP1	0.054						
1CAP2	0.058	<b>0.072</b>					
1CAP3	0.023	0.046	0.071				
1CAP4	0.020	0.040	0.067	0.010			
1CAP5	0.050	0.058	0.023	0.060	0.055		
1CAP6	0.020	0.040	0.067	0.010	<b>0.000</b>	0.055	
1CAP7	0.064	0.056	0.048	0.068	0.063	0.054	0.063

やぎ群(IAU-No.1、略号CAP)には合計8つの観測データが0~7の番号が付加されて登録されており、表1はそれらの間の  $D_{SH}$  を示したものである。

注目されるのは、1CAP4-1CAP6の間で  $D_{SH}=0$  となっていることである。これは両者の軌道が完全に一致していることを意味している。1CAP-6のSonotaCoネットによる

データはwgn誌上で発表されておらず、本来は空欄（以下では指摘しない限り、SonotaCoネットのように軌道が掲載されていないものについては、筆者が輻射点と地心速度から計算した軌道を用いている）であるべきであるが、1CAP-4(Jopek et al., 2003)のデータによって（誤って）埋められたために生じた現象である。

$D_{SH}$  が最大となっているのは、1CAP1-1CAP2の組み合わせで  $D_{SH}=0.072$  である。これは、同一群と判定する値としては妥当な値と考えられる。ただし、やぎ群に登録されている軌道がよく集中していることは、黄道型群の中で例外的なことなのである。

表2：ふたご群の  $D_{SH}$

	4GEM0	4GEM1	4GEM2	4GEM3
4GEM1	0.009			
4GEM2	0.009	0.012		
4GEM3	0.019	0.019	<b>0.021</b>	
4GEM4	0.015	0.008	0.015	0.018

表2：四分儀群の  $D_{SH}$

	10QUA0	10QUA1	10QUA2	10QUA3	10QUA4
10QUA1	0.017				
10QUA2	0.066	0.070			
10QUA3	0.078	0.066	<b>0.124</b>		
10QUA4	0.053	0.050	0.028	0.099	

他の群をいくつか見ていくことにしよう。表2にふたご群の場合を示す。最大でも  $D_{SH}<0.021$  と極めてよく一致している。しかし、これほど一致している群は例外と言ってよい。四分儀群（表3）も豊富な出現でよく観測されているが、最大で  $D_{SH}=0.124$  となっている。表4にみずがめδ南群の  $D_{SH}$  を示すが、 $D_{SH}=0.15$  を越えるものは一部である。出現が豊富で、周囲の群や散在流星との分離が容易なものについては  $D_{SH}<0.15$  がほぼ妥当な判別基準になる。ここでは表1~4のような対照表を省略するが、こと群やオリオン群もこの基準を満たしている。

表4：みずがめδ南群の  $D_{SH}$

	5SSDA0	5SSDA1	5SSDA2	5SSDA3	5SSDA4	5SSDA5	5SSDA6
5SSDA1	0.092						
5SSDA2	0.071	0.119					
5SSDA3	0.075	0.090	0.036				
5SSDA4	0.121	0.055	0.126	0.095			
5SSDA5	0.041	0.082	0.041	0.034	0.099		
5SSDA6	0.096	0.027	0.107	0.075	0.036	0.075	
5SSDA7	0.087	<b>0.155</b>	0.048	0.082	<b>0.163</b>	0.076	0.147

IAUの流星群番号で31以下のものはHarvardの写真観測で使われたもので、写真観測だけでなく、

眼視観測でもよく知られたものである。「確定群」はこの中に24群あり、これらについての最小値・最大値を比べてみよう。

表5で最大値が空欄(--)となっている11EVI、18AND、23EGE、27KSEは掲載されているデータが2つしかないため、その2つのデータによる  $D_{SH}$  の組を最小値の欄に示している。表5に  $D_{SH}>0.2$  となるものがいくつかあるが、「出現が豊富で、周囲の群や散在流星との分離が容易なものについては  $D_{SH}<0.15$  がほぼ妥当な判別基準」であるとするならば、 $D_{SH}>0.2$  となるものには何らかの原因があると考えられる。様々な原因が絡み合っ

ていると考えられるが、以下のように分類しておく。

- A. 高速の流星なので、精度が不十分：7PER、13LEO
- B. ANT に近く、散在・他群との分離が不十分：2STA、11EVI、17NTA、21AVB
- C. 構造が複雑で、研究が不十分：2STA、12KCG、17NTA、20COM
- D. 出現が少なく、観測が不十分：11EVI、12KCG、15URS、16HYD、21AVB

表 3：「確定群」中で No.31 までの群についての  $D_{SH}$  の最小、最大値。

	1CAP	2STA	4GEM	5SDA	6LYR	7PER	8ORI	9DRA
min	0.072	0.028	0.008	0.027	0.009	0.012	0.019	0.026
max	0.010	<u>0.230</u>	0.021	0.163	0.077	<u>0.341</u>	0.098	0.197
	10QUA	11EVI	12KCG	13LEO	15URS	16HYD	17NTA	18AND
min	0.017	<u>0.259</u>	0.063	0.008	0.096	0.092	0.040	0.024
max	0.124	---	<u>0.227</u>	<u>0.348</u>	<u>0.323</u>	<u>0.220</u>	<u>0.290</u>	---
	19MON	20COM	21AVB	22LMI	23EGE	26NDA	27KSE	31ETA
min	0.022	0.135	0.094	0.041	0.107	0.008	0.155	0.036
max	0.091	<u>1.120</u>	<u>0.345</u>	0.078	---	0.126	---	0.186

逆に別群とされていて、 $D_{SH} < 0.15$  となる場合には、それらが同一群である可能性を示唆することになる ( $D_{SH}$  が 0.15~0.20 の間については、個別に検討する必要があるだろう)。次項では、No.31 までのものを中心として  $D_{SH} > 0.2$  となる流星群について検討する。

### 3. $D_{SH} > 0.2$ となる流星群

#### A. 高速な流星群

表 4：ペルセウス群の  $D_{SH}$

	7PER0	7PER1	7PER2	7PER3	7PER4
7PER1	0.031				
7PER2	0.012	0.041			
7PER3	<u>0.216</u>	0.187	<u>0.225</u>		
7PER4	0.128	0.158	0.118		
7PER5	0.151	0.122	0.161	0.069	<u>0.277</u>

になっているのが 7PER3 と 7PER5 であるが、これはともに Brown et al. による CMOR の電波観測である。7PER3 と 7PER5 の間で  $D_{SH}$  が小さくなっているのは当然と思われる。7PER2、7PER3 と 7PER4 の軌道を比較してみよう。 $D_{SH}$  の欄はいずれも 7PER4 に対する値である。

表 7： $D_{SH}$  が大きくなっているペルセウス群軌道の比較

No.	$\alpha$	$\delta$	Vg	$\lambda - \lambda_s$	$\beta$	e	q	i	$\omega$	$\Omega$	$\lambda_s$	$D_{SH}$
7PER4	47.2	57.8	58.7	283.3	38.3	0.844	0.917	111.9	147.8	139.2	139.2	
7PER2	47.3	58.2	59.0	283.3	38.7	0.951	0.948	112.7	150.3	139.4	139.4	0.118
7PER3	46.9	56.9	62.1	282.4	37.6	1.15	0.963	116.2	155.1	139.8	139.5	0.341

7PER3 は輻射点、地心速度にやや違いが見られるものの、いずれもそれほど大きなものではない。しかし、このわずかな差が Apex に近い流星群では軌道にかなり大きな差を生じる。電波観測である CMOR の 2 つのデータはいずれも地心速度が放物線限界を越えている。一般に電波観測では、観測速度に何らかの補正を加えるが、過修正になっている可能性がある。

表 8：しし群の  $D_{SH}$

	13LEO0	13LEO1	13LEO2	13LEO3	13LEO4	13LEO5	13LEO6
13LEO1	0.014						
13LEO2	0.008	0.014					
13LEO3	0.035	0.023	0.034				
13LEO4	0.017	0.010	0.017	0.025			
13LEO5	0.144	0.155	0.145	0.173	0.161		
13LEO6	0.057	0.046	0.056	0.031	0.044	0.195	
13LEO7	<u>0.296</u>	<u>0.307</u>	<u>0.297</u>	<u>0.327</u>	<u>0.312</u>	0.158	<u>0.348</u>

#### A. 2 しし群

しし群 (表 8) では、13LEO7 が異質である。13LEO5 と 13LEO7 は Brown et al. の CMOR による電波観測である。13LEO0~4 までは典拠が不明のものもあるが、基本的には 20 世紀中の写真観測 (特に 1970 年以前) を用いたもので、処理の仕方に研究者の考えが入るだけなので、互いによく似ている

ことは当然である。13LEO6 は SonotaCo によるもので、21 世紀に入ってからのものであるが、これも 13LEO0~4 とよく似ている。

表 9： $D_{SH}$  が大きくなっているしし群軌道の比較

No.	$\alpha$	$\delta$	Vg	$\lambda - \lambda_s$	$\beta$	e	q	i	$\omega$	$\Omega$	$\lambda_s$	$D_{SH}$
13LEO6	153.9	21.9	70.0	272.5	10.3	0.955	1.007	162.3	172.5	235.4	235.4	
13LEO7	155.1	21.1	67.3	272.2	10.0	0.610	0.984	162.0	171.1	237.0	237	0.348



表9から13LEO6と13LEO7の地心速度の差が $D_{SH}$ の違いに直接結びついていることがわかる。ちなみに、13LEO5の地心速度は $V_g=69.0(\text{km/s})$ であり、表8で見られるように、13LEO5は13LEO7ほど他の軌道との $D_{SH}$ は大きくない。13LEO5と13LEO7の速度差が何によるのかは不明であるが、3D waveletという輻射点の位置と地心速度を元にした流星群検出法では、Apexに近い高速の流星群の場合には速度決定の誤差と相まって、散在流星からの分離が不十分になっていると推定される。なお、しし群の活動期間の終わりを13LEO5は $\lambda_s=238$ 、13LEO7は $\lambda_s=237$ としており、後期の出現が捉えられていないことは注目される。

13LEO0と20COM2との間で $D_{SH}=0.228$ になることから、 $D_{SH}=0.348$ という値がいかに大きいか分かる。このように、Apexに近い高速の流星群では、わずかの地心速度の差が大きな軌道要素の違い、さらには $D_{SH}$ の開きに結びつくことに十分注意が必要である。20COMについては「C. 構造が複雑な流星群」で触れる。

B. ANTに近い流星群

表10：おうし南群の $D_{SH}$

	2STA0	2STA1	2STA2	2STA3
2STA1	0.106			
2STA2	<b>0.213</b>	0.117		
2STA3	0.028	0.122	<b>0.229</b>	
2STA4	<b>0.214</b>	0.110	0.041	<b>0.230</b>

B. 1 おうし群

最初におうし南群を見てみよう。表10におうし南群の $D_{SH}$ を示す。一見すると、まとまっているように見えるが、Apexに近い高速の流星群とは逆にANT付近の流星(群)の場合には $D_{SH}>0.2$ というのはかなり、違いがあることを意味している。注意してみると、2STA0、2STA1、2STA3の間、また2STA2と2STA4の間ではそれぞれ $D_{SH}<0.15$ に収まっている。

ペルセウス群、しし群の場合同様、2STA2と2STA4がCMORで他は光学観測である。電波観測(CMOR)と光学観測の性質の違いがここでも現れている。2STA0はPorubcan and Kornos、2STA1はJopek et all.が写真観測をまとめたもの、2STA3はSonotaCoによるビデオ観測である。CMORの特徴は、おうし南群の活動期間を長く見ていることで、2STA2が $\lambda_s=172\sim 218$ 、2STA4が $\lambda_s=173\sim 217$ としている。

表11a：おうし南群の軌道比較。 $D_{SH}$ は2STA1と2STA3は2STA0、2STA4は2STA2に対する値である。

No.	$\alpha$	$\delta$	Vg	$\lambda-\lambda_s$	$\beta$	e	q	i	$\omega$	$\Omega$	$\lambda_s$	$D_{SH}$
2STA0	49.4	13	28	186.5	-5.0	0.830	0.352	5.4	115.4	37.3	224	
2STA1	40.6	10.3	27.8	193.8	-5.2	0.820	0.340	6.0	117.9	27.6	207.6	0.106
2STA3	50.1	13.4	27.2	191.5	-4.8	0.815	0.371	5.4	114.0	39.7	219.7	0.028
2STA2	31.0	8.0	27.9	195.2	-4.3	0.814	0.31	3.0	122.5	16.0	196.5	
2STA4	30.9	8.1	28.2	195.6	-4.2	0.82	0.308	5.3	122.3	16.0	196	0.041

表11b：2STA4に対して $D_{SH}<0.15$ となる流星群。 $D_{SH}$ は2STA4に対する値である。

No.	$\alpha$	$\delta$	Vg	$\lambda-\lambda_s$	$\beta$	e	q	i	$\omega$	$\Omega$	$\lambda_s$	$D_{SH}$
28SOA0	33.1	10.6	25.6	196.0	-2.6	0.768	0.333	2.9	122.5	18.5	198.5	0.081
216SPI0	23.6	5.1	26.5	199.7	-4.4	0.840	0.247	6.3	130.6	4.0	184.0	0.087
115DCS0	315	-23.3	26.8	345.7	-6.0	0.789	0.355	6.8	242.5	145.1	325.1	0.113
172ZPE2	67.4	23.4	26.4	354.8	1.6	0.784	0.335	3.8	58.4	75.0	74.5	0.116
172ZPE1	63.8	27.1	28.8	348.1	5.8	0.850	0.35	8.0	61	77.0	78.6	0.135
100XSA1	283.2	-21.9	24.4	337.3	1.0	0.736	0.285	1.1	46.9	304.9	304.9	0.137
216SPI1	18.7	5.2	28.6	196.2	-2.5	0.83	0.279	5.4	125.7	3.0	183.0	0.142
476ICE1	4.6	-0.7	26.2	188.4	-2.5	0.811	0.419	2.6	107.7	355.5	175.5	0.149
172ZPE0	64.5	27.5	25.1	348.8	6.0	0.755	0.365	6.5	60.5	81.5	78.6	0.149

2STA2と2STA4では出現期間を長くとらえていることもあり、 $D_{SH}<0.15$ となる流星群がIAUMDCの表に多数存在する。ここでは2STA4を取り上げるが、2STA2では216SPI1が圏外になるだけでほぼ同一の内容である。表11bで172ZPEと100XSAは「確定群」であるが、他は'working list'のものである。 $(\lambda-\lambda_s, \beta)$ の値から115DCS、172ZPE、100XSAは昼間群、その他は夜間群であることが分かる。ここでは、相同流星群'twin shower'である昼間群は除いて考察する。

図1に写真とビデオ観測によるおうし群の出現状況を示す。これは筆者のおうし群が3つの群に分離されるという考えに基づいている。南群を活動時期の異なるS\_EとS\_Fに分離し、輻射点の位置から、北群を区別したものである。実線の折れ線が写真、破線がビデオ観測による3つのグループを合わせた「おうし群」

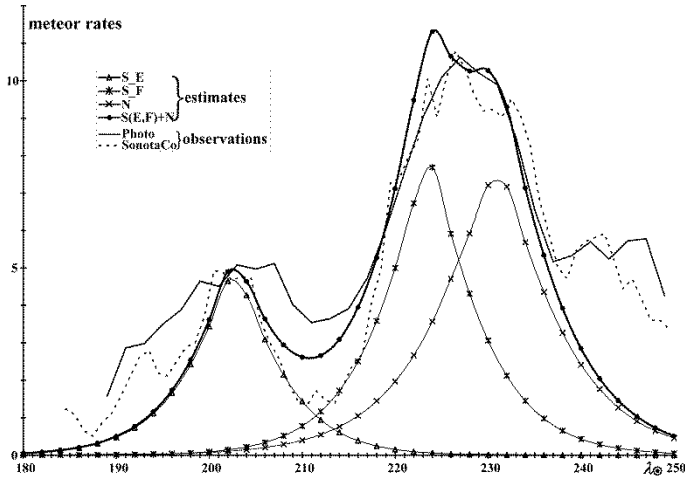


図1：写真とビデオ観測によるおうし群の出現状況

の総数（最大値が 10 になるよう規格化している）である。光学観測からは、CMOR で捉えられている  $\lambda_s=196$  前後の活動は「おうし群」本体ではなく、S\_E とそれ以前の ANT の混在したものと考えられる。また、CMOR は活動終了を  $\lambda_s=217\sim 218$  としていることから、「おうし群」の定義は一般に用いられているものと異なることが分かる。従来の「おうし群」ではなく、おひつじ群あるいは、うお群を指しているとみられる。

光学観測で STA0 はほぼ S\_F に相当する「おうし群」の主流を表しているが、STA1 は S\_E と S\_F の中間、STA3 は S\_E と S\_F の加重平均に相当すると考えられる。従って、STA1 は光学観測の中でも CMOR の結果に近く、 $D_{SH}<0.15$  の条件に入る流星群が CMOR と共通して 28SOA0 と 172ZPE0 である。眼視観測による「おうし群」にもっとも近いのが STA0 と考えられ、 $D_{SH}<0.15$  には 17NTA5 と 173BTA0 がある。

表 12 : 光学観測の南群に対して  $D_{SH}<0.15$  となる群

2STA0		2STA1		2STA3	
17NTA5	0.090	28SOA0	0.098	17NTA5	0.092
173BTA0	0.125	172ZPE0	0.132	173BTA0	0.137
				17NTA3	0.144

表 13 : おうし北群の  $D_{SH}$

	17NTA0	17NTA1	17NTA2	17NTA3	17NTA4	17NTA5
17NTA1	0.118					
17NTA2	0.127	0.050				
17NTA3	0.040	0.099	0.097			
17NTA4	0.091	0.189	<u>0.209</u>	0.128		
17NTA5	0.122	0.098	0.080	0.086	<u>0.290</u>	

次におうし北群を見てみよう。図 1 のグラフでもわかるように北群は単一であり、観測間の差は小さい(表 1 3)。17NTA0 が Porubcan and Kornos、17NTA1 が Kresak and Porubcan、NTA2 が Jopek et al.、17NTA3 と 17NTA5 が Brown et al.、17NTA4 が SonotaCo である。南群とは異なり、CMOR よりも SonotaCo と他のデータの差が比較的大きい。これは、SonotaCo が「おうし北群」の出現期間、特に

後半を長くとり、 $\lambda_s=202.9\sim 258.0$  としている影響が大きいと考えられる。図 1 にも見られるように  $\lambda_s>240$  にもう一つの群活動が想定され、眼視では  $\chi$ オリオン群と呼ばれていたものに相当する。しかし、現在の IAUMDC では  $\chi$ オリオン群として ORN (「確定群」ではない)、ORS (「確定群」) を掲げているが、活動期をふたご群の極大期としている。図 2 a と b は昨年天文回報の観測指針から 2007-11 年のビデオ観測を転載する。図 2 a の ORN の円内をおうし群とみなすのか、それとも  $\chi$ オリオン群とみなすのか検討が必要であろう。なお、IAUMDC の ORN、ORS の活動期は図 2 b に相当する。

一方、CMOR の方は 17NTA3 が  $\lambda_s=207\sim 235$ 、17NTA5 が  $\lambda_s=217\sim 241$  としており、CMOR 内でも不一致である。さらに、17NTA5 では輻射点の黄緯  $\beta$  が負になっていて、南群の混入がかなりあると推定される。

表 14 : おうし北群の軌道比較

No.	$\alpha$	$\delta$	Vg	$\lambda-\lambda_s$	$\beta$	e	q	i	$\omega$	$\Omega$	$\lambda_s$
17NTA0	58.6	21.6	28.3	197.0	1.3	0.835	0.35	3.1	294.9	226.2	224
17NTA1	44	18.9	30.7	183.1	2.0	0.871	0.284	2.9	302.3	212.7	224
17NTA2	44.7	19.8	29.6	193.9	2.7	0.853	0.317	3.4	298.8	214.1	214.1
17NTA3	53.3	21.0	28.1	191.6	1.8	0.828	0.354	2.3	294.8	223.8	224.5
17NTA4	62.0	24.0	29.7	190.2	3.0	0.882	0.361	3.7	291.8	234.4	234.4
17NTA5	48.9	17.7	28.1	192.2	-0.4	0.830	0.351	0.4	115.1	39.1	219

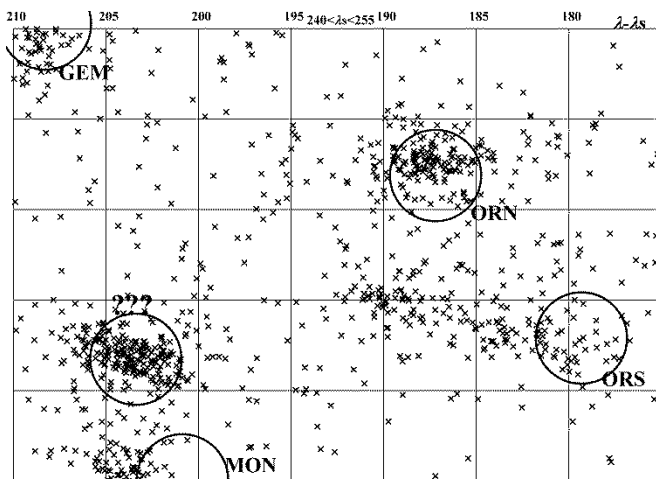


図 2a :  $240 \leq \lambda_s < 255$  における ANT の輻射点分布

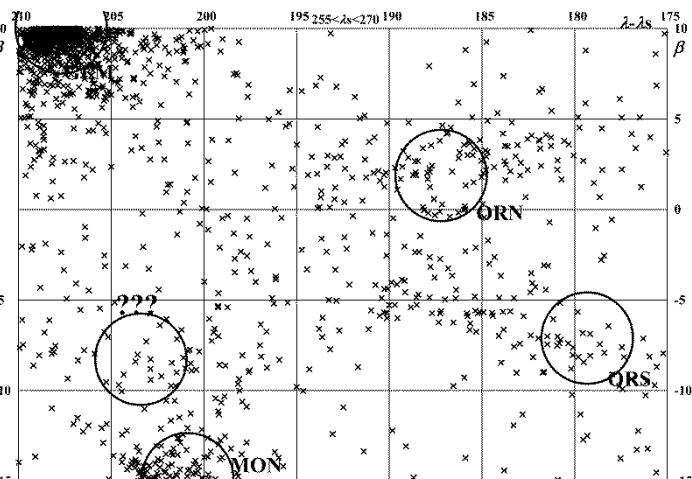


図 2b :  $255 \leq \lambda_s < 270$  における ANT の輻射点分布

## B. 2 みずがめ 4 群

流星会議ではみずがめ北群だけを取り上げたが、今回はみずがめ  $\delta$  南・北群、 $\iota$  南・北群をまとめて取り上げる。みずがめ  $\delta$  南群は古くから知られていたが、残りの 3 群については Wright et al. が Harvard の写真観測を元に論じてから、注目されるようになったものである。彼女らの研究を軸に 4 つの群を検討することが妥当と考えられる。

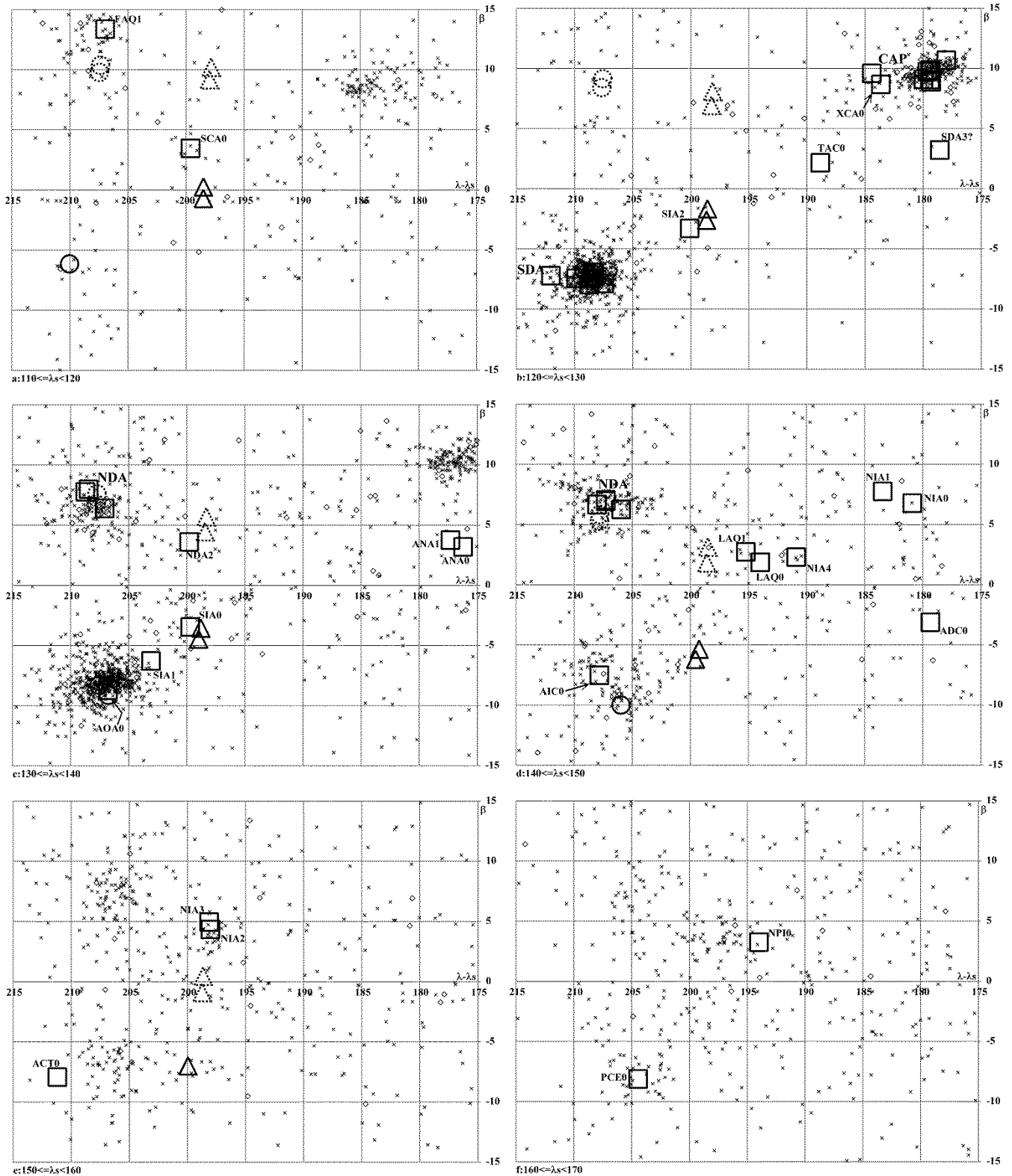


図 3a-f: ANT 領域における  $110 \leq \lambda_s < 170$  での輻射点分布の変化。○は実線がδ南群、点線が北群、△は実線がδ南群、点線が北群。いずれも Wright et al.の推算輻射点で、2つあるものは期間中の輻射点移動を示す。□は IAUMDC の流星群で本文を参照のこと。

図 3 a~f にみずがめ 4 群の輻射点領域における  $110 \leq \lambda_s < 170$  の期間の輻射点分布を太陽黄経で 10 度ごとに写真◇、SonotaCo ネットによるビデオ×(2007-13)で示した。Wright et al.による推算輻射点は論文に掲載されている範囲で示しているが、 $(\lambda-\lambda_s, \beta)$ の座標系上でわずかに移動している。みずがめδ南群は図上で右下に移動しているが、その他の 3 群は黄経がほぼ一定で黄緯は変化している様子が覗える。IAUMDC の輻射点位置は、報告によりかなり変動があるので、みずがめ 4 群においても必要に応じて記している。具体的には表 1 5 を参照されたい。また、この領域には IAUMDC に登録された流星群がかなり存在するので、それらについては個々の略号を示している。これらのほとんどはなじみがないものなので、表 1 6 で紹介する。



表 15 : みずがめ 4 群の軌道

No.	$\alpha$	$\delta$	Vg	$\lambda-\lambda_s$	$\beta$	e	q	i	$\omega$	$\Omega$	$\lambda_s$	Shower
3SIA0	334.7	-14.2	33.8	199.7	-3.5	0.912	0.208	6.9	131.8	311.7	131.7	Southern iota Aquariids
3SIA1	339.0	-15.6	34.8	203.1	-6.3	0.929	0.190	8.6	137.5	306.9	131.7	Southern iota Aquariids
3SIA2	332.9	-14.7	30.5	200.1	-3.3	0.859	0.218	5.3	134.3	309.1	129.5	Southern iota Aquariids
5SDA0	342.1	-15.4	40.5	212.0	-7.2	0.972	0.087	26.4	148.9	312.2	125.6	Southern delta Aquariids
5SDA1	340.4	-16.3	40.2	208.6	-7.4	0.966	0.067	30.8	154.5	307.2	127.2	Southern delta Aquariids
5SDA2	339.6	-16.1	41.0	208.4	-7.0	0.972	0.079	25.5	150.6	306.7	126.7	Southern delta Aquariids
5SDA3	<b>305.7</b>	-16.1	41.4	178.6	3.2	0.976	0.069	27.2	152.8	<b>305.6</b>	125.6	Southern delta Aquariids
5SDA4	340.1	-17.0	40.8	208.7	-8.0	0.970	0.07	32.5	152.4	306.5	126.5	Southern delta Aquariids
5SDA5	341.0	-15.8	40.8	208.3	-7.2	0.972	0.078	26.9	151.1	308.2	128.2	Southern delta Aquariids
5SDA6	341.0	-16.1	41.1	209.9	-7.5	0.973	0.065	30.9	153.9	306.2	126.5	Southern delta Aquariids
5SDA7	341.9	-16.2	39.4	207.4	-7.9	0.954	0.100	23.8	147.1	309.7	129.7	Southern delta Aquariids
26NDA0	344.7	0.4	40.5	207.1	6.4	0.972	0.071	23.0	332.6	139.0	139.0	Northern delta Aquariids
26NDA1	345.3	+0.5	39.8	206.0	6.3	0.966	0.096	19.8	327.4	140.7	140.7	Northern delta Aquariids
26NDA2	339.6	-4.7	42.3	199.8	3.6	0.973	0.070	20.4	332.6	139.6	139.6	Northern delta Aquariids
26NDA3	344.9	2.2	37.7	208.5	8.0	0.946	0.097	24.1	329.3	138.6	138.5	Northern delta Aquariids
26NDA4	346.4	1.4	38.3	208.0	6.7	0.948	0.097	19.8	328.6	140.0	140.0	Northern delta Aquariids
26NDA5	345.7	2.3	37.3	208.7	7.8	0.944	0.096	23.4	329.9	139.0	139	Northern delta Aquariids
26NDA6	352	4.1	39	207.3	6.9	0.954	0.099	20.8	327.4	147	147	Northern delta Aquariids
26NDA7	351.5	4.0	38.1	207.3	7.0	0.951	0.102	21.1	328.0	146.5	146.5	Northern delta Aquariids
33NIA0	328.4	-5.6	31.2	180.9	6.8	0.840	0.260	5.0	308.0	147.7	147.7	Northern iota Aquariids
33NIA1	328	-4.7	27.6	183.4	7.8	0.852	0.358	7.4	297.4	145.1	145.1	Northern iota Aquariids
33NIA2	356.0	3.0	28.6	198.0	4.3	0.825	0.266	5.7	309.0	158.8	159.5	Northern iota Aquariids
33NIA3	355.4	3.4	28.7	198.1	4.9	0.827	0.271	6.9	308.1	159.0	159	Northern iota Aquariids
33NIA4	334.0	-8.3	29.4	190.9	2.3	0.864	0.359	2.7	292.0	142	142	Northern iota Aquariids

表 16 : 図 3a-f に登場する流星群 (やぎ群を除く)

No.	$\alpha$	$\delta$	Vg	$\lambda-\lambda_s$	$\beta$	e	q	i	$\omega$	$\Omega$	$\lambda_s$	Shower
179SCA0	311.1	-14.5	26.9	199.6	3.5	0.792	0.272	4.5	311.2	110.2	110	sigma Capricornids
199ADC0	328.7	-16	21.6	179.3	-3.1	0.753	0.597	2.8	87.3	327.0	146	August delta Capricornids
215NPIO	0.8	3.9	27.4	194.0	3.3	0.816	0.344	3.8	298.5	168.3	168.3	Northern delta Piscids
379ACT0	7	-5.6	20.2	211.2	-7.9	0.692	0.254	8.3	146.2	333.0	153.0	August Cetids
467ANA0	317.1	-13.1	21.8	176.2	3.2	0.781	0.618	2.6	263.6	139.4	139.4	August nu Aquariids
467ANA1	318.1	-12.2	21.4	177.3	3.8	0.752	0.612	2.6	265.6	139.5	139.5	August nu Aquariids
473LAQ0	342.3	-5.5	30.6	194.0	1.9	0.877	0.297	2.6	300.3	148.0	147.6	lambda Aquariids
473LAQ1	341.0	-5.1	31.1	195.2	2.7	0.881	0.279	4.1	303.2	145.3	145.3	lambda Aquariids
505AIC0	356.8	-9.6	37.2	207.8	-7.5	0.942	0.106	21.3	148.2	325.4	145.4	August iota Cetids
548FAQ1	318.2	-2.1	37.7	207.0	13.4	0.929	0.140	34.8	322.2	112.7	113	15 Aquariids
623XCA0	303.9	-10.9	24.5	183.6	8.7	0.786	0.509	7.6	277.4	119.7	120.0	xi2 Capricornids
640AOA0	348.5	-14.4	38.2	206.8	-8.7	0.950	0.112	24.9	146.1	317.0	137.0	August omicron Aquariids
642PCE0	8.2	-05.3	36.5	204.4	-8.1	0.931	0.145	19.4	140.8	341.1	161.0	phi Cetids
689TAC0	311.7	-15.7	28.2	188.9	2.2	0.849	0.393	2.3	289.5	120.9	121	tau Capricornids

[註] 623XCA0、640AOA0、642PCE0 は Aug.25 版に再登場した (2013Dec.13 版で一時的に記載され、その後、削除とも示されずに不掲載となっていた) Jenniskens et al., 2014. Icarus (sub.)によるものである。

### B. 2. 1 みずがめ $\delta$ 南群

みずがめ 4 群の中でもっとも活発な活動を見せるので、IAUMDC の輻射点、写真・ビデオの観測は Wright et al. の推算値とよく一致していることが分かる。なお、5SDA3 の輻射点の赤経は 305.7 ではなく、335.7 の誤りであろう。また、IAUMDC に掲載されている 5SDA3 の昇降点黄経は 152.8 と近日点引数と同じ数値が入っているが、正しくは 305.6 のはずであり、ここでは訂正しておいた。

なお、 $130 \leq \lambda_s < 140$  (図 3 c) で本群の輻射点分布の中心に 640AOA0 が存在する。これは IAUMDC に登録する際の検討不足であろう。また、 $140 \leq \lambda_s < 150$  (図 3 d) に本群の末期出現とも思える輻射点分布が見られ、分布が右下と左上側に分かれる。それぞれが Wright et al. の推算位置と 505AIC0 に相当するよう見えることは興味深い。その後、379ACT0 より右側に輻射点の分布域が残り、642PCE0 に連なっているようでもある。みずがめ $\delta$ 南群も末期出現になるとこれらの弱い流星活動と区別することは困難になる。CMOR 流の流星群判定では、異常に出現期間が長く観測される原因でもある。

### B. 2. 2 みずがめ $\delta$ 北群

Wright et al. の研究でみずがめ $\delta$ 北群とされている軌道はわずか 2 個であり、2 点観測されたものの輻射点の位置のみ求められていた 9 個の流星、1 個の単点観測、1 個の帰属が不確実な流星も利用されている。太陽黄

経で 115 度前後と 140 度前後に分布は 2 分されているように見える。この 115 度付近の流星は  $110 \leq \lambda_s < 120$  (図 3 a) に見られる 548FAQ1 に相当すると見られる。

$120 \leq \lambda_s < 130$  (図 3 b) では、Wright et al.による推算位置に輻射点の集中は見られず、 $130 \leq \lambda_s < 150$  (図 3 c、d) では推算位置とビデオ観測による輻射点の集中域が合致している。彼女等はこれら 2 つの流星活動を合わせてみずがめ北群と称したものであろう。輻射点の推算位置は両者を結ぶように移動している。

なお、26NDA2 は Wright et al.によるみずがめ北群の推算位置に近い。これは 1963 年の Jacchia によるもので、資料が不十分であった時代にはこのような混同はやむを得ないであろう。みずがめ南群程度の活動度がなければ、資料が豊富になった現在でも確定的なことは言えないのである。

B. 2. 3 みずがめ南群

Wright et al.は 6 月 29 日～8 月 22 日に 2 点観測され軌道も決定された 6 個の流星を本群としており、みずがめ南群に次いで活動的ということになる。しかし、図 3 からは Wright et al.の推算輻射点 ( $\Delta$ ) で輻射点分布の集中が見られるのは  $130 \leq \lambda_s < 140$  (図 3 c) だけである。黄道型群の基本形である「おうし群」の活動が長期にわたることに引きずられて、比較的活動の消長が明確なみずがめ南群を除いて、他の 3 群は活動期間を長期に想定したものであると思われる。3SIA0~2 も  $\lambda_s=130$  前後に集中し、軌道もよく似ている ( $D_{SH} < 0.1$ ) ことから、実在のみずがめ南群は、Wright et al.の後半部と考えてよいであろう。

B. 2. 4 みずがめ北群

$150 \leq \lambda_s < 160$  (図 3 e) で 33NIA2、3 の周囲にビデオ輻射点のやや集中している領域があるが、Wright et al.の指摘したみずがめ北群 (点線の  $\Delta$ ) とは別物と考える方がよいであろう。この輻射点の領域は、 $160 \leq \lambda_s < 170$  (図 3 f) の 215NP10 にも近く、「うお群」と呼ばれるべきものかもしれない。McIntosh の観測を引用して名づけられた群ではあるが、元の活動時期とも輻射点とも離れており、南北両群ともに旧来の名前と呼ぶことはふさわしくないであろう。

みずがめ南・北群ともに Harvard のレーダー観測ではそれらしい輻射点の集中は見られない。

C. 構造が複雑な流星群

C. 1 かみのけ群の周囲

表 17: 「かみのけ群」の  $D_{SH}$

	20COM0	20COM1	20COM2	20COM3	20COM4	20COM5	20COM6	20COM7
20COM1		<b>0.000</b>						
20COM2		<b>0.898</b>	<b>0.898</b>					
20COM3		0.252	0.252	<b>0.893</b>				
20COM4		0.135	0.135	<b>0.986</b>	0.308			
20COM5		0.380	0.380	<b>1.120</b>	0.492	0.256		
20COM6		0.407	0.407	<b>0.756</b>	0.463	0.386	0.400	
20COM7		0.231	0.231	<b>0.967</b>	0.214	0.190	0.286	0.352

20COM3~4 は 499DDL0~1、20COM5~7 は 32DLM0~2 として記載されているものと同一であり、32DLM と 499DDL は 20COM の一部とされて削除されている。

20COM0 は Jenniskens の大著によっているが、昇降点黄経が 283.3 であるのに対して、極大時の太陽黄経は 274 としていてい

かにも奇妙である (表 1 8)。これは輻射点及び軌道要素は Jenniskens 自身が求めた値であり、極大は論文作成時の IMO のデータを採用しているからである。

表 18: 「かみのけ群」と図 5 に登場する流星群

No.	$\alpha$	$\delta$	Vg	$\lambda-\lambda_s$	$\beta$	e	q	i	$\omega$	$\Omega$	$\lambda_s$	Shower
20COM0	175.2	22.2	63.7	252.5	18.4	0.962	0.541	139.4	265.0	283.3	274	Comae Berenicids
20COM1	159.7	31.6	63.0	243.3	21.3	1.012	0.613	135.3	257.8	265.7	265.7	Comae Berenicids
20COM2	174.5	18.2	67.7	263.6	14.5	0.869	0.978	154.7	203.0	264	264	Comae Berenicids
20COM3	168.8	27.2	67.0	242.8	20.5	1.152	0.611	137.3	253.0	275.9	275.9	=499DDL0
20COM4	169.5	26.6	63.1	242.2	20.2	0.955	0.536	135.3	266.1	277.4	277.4	=499DDL1
20COM5	156.1	32.7	62.3	243.4	21.1	0.953	0.554	133.8	265.6	262.2	262.2	=32DLM0
20COM6	163.7	39.7	64	246.8	30.0	0.785	0.810	138	249	261.7	261.7	=32DLM1
20COM7	161.5	30.5	64.0	243.0	20.9	1.066	0.618	136.4	256.1	268.0	268	=32DLM2
90JCO0	188.9	16.8	63.9	240.3	18.9	1.068	0.544	138.2	264.2	301.0	301	January Comae Berenicids
90JCO1	192.7	15.0	65.7	241.6	18.8	1.142	0.593	140.2	257.3	304.0	304	January Comae Berenicids
722SCR0	145.5	+32.3	65.2	247.9	17.4	0.914	0.646	144.5	253.9	248.9	249.0	sigma Cancrids

20COM1 は 20COM0 と同じ軌道要素となっているが、輻射点等の数値は異なっている。以下に示す表では、輻射点と地心速度から筆者が独自に計算した軌道要素を示している。この値を元に  $D_{SH}$  を新たに計算すると、20COM0=0.256、20COM2=0.991、20COM3=0.298、20COM4=0.172、20COM5=0.201、20COM6=0.321、20COM7=0.089 となり、旧 DLM である 20COM5~7 に近いことが分かる。

既に表 5 で見たように本群の  $D_{SH}$  の最大値は極端に大きい。表 1 7 により詳しく見ると 20COM2 が一般的には同一群と見做せないものであることが分かる。このように、このグループの名前のもととなる「かみのけ群」20COM0~2 は強引な寄せ集めに過ぎないことが分かる。

なぜ、このような混乱が起きているかを説明するには歴史的な経過をたどる必要がある。図4に写真観測で  $200 \leq \lambda_s < 310$  の期間に  $230 \leq \lambda_s < 255$ 、 $10 \leq \beta < 30$  の領域から出現した流星の速度分布を示す。明らかに3つのグループに分かれている。

DLMの存在は small camera による144個の流星軌道から Whipple によって存在が指摘された。その後、Lindblad 等によって Super Schmidt の観測でも活動が確認され、DLM(December Leo Minorids)の名称が与えられた。

次に、McCrosky & Posen は graphical reduction による Super Schmidt の観測輻射点から JCO (当時はこれを Coma Berenicids と称した) を見出した。

この両者の類似性は当初から指摘されていたが、Lindblad によって両者の間を結ぶ流星の存在(図4のCOM)が指摘され、これが Comae Berenicids と呼ばれるようになり、当初の Coma Berenicids には January が冠せられることになったのである。

しかし、図4からは3つのグループが別群として存在しているように見える。単に観測の中断期間があることでは説明できない。現在、IAUMDC ではDLMはCOMの一部としているが、JCOは独立した群として扱われている。一方、Kronk は3つをまとめて Comae Berenicids としている。

仮に  $(\lambda - \lambda_s, \beta) = (243, 21)$  を中心としてビデオ観測による輻射点分布を見ることにする(図5)。ここでは流星群名を IAUMDC の「旧名」で示しているが、20COM0、20COM2、32DLM1(=20COM6)は範囲外となっている。20COM0の場合には、極大時の太陽黄経を昇降点黄経 283.3 とすれば、範囲内に入ってくる。ビデオ観測からはDLM、COM、JCOが一連の活動のように見える。

ここで  $240 \leq \lambda_s < 310$  で  $(\lambda - \lambda_s, \beta) = (243, 21)$  から5度以内になる SonotaCo ネットの2007-13年の流星数をグラフ化したものを図6に示す。なお、縦軸は流星数を最大値が10になるよう規格化したものである。また、点線はMSSで報告した事のある、流星群のプロファイルの計算法による出現の推定値である。流星数の変化は見かけ上、一連の変化のように見えるが、推定値と比べると、極大後の出現数が推定値をかなり越えていることが分かる。DLMが活動の中心で、COMやJCOの活動がそれに重なっているとも考えられる。表18に示すように、これらの軌道は黄道面に対してかなりの傾斜角をもっており、長期間の活動を想定するのは無理があろう。IAUMDC が示しているように DLM+COM、JCOの2グループなのか、それとも3つは1つの群なのか、あるいは、写真観測が示唆するように3つの独立した群なのか、まだ検討が必要である。

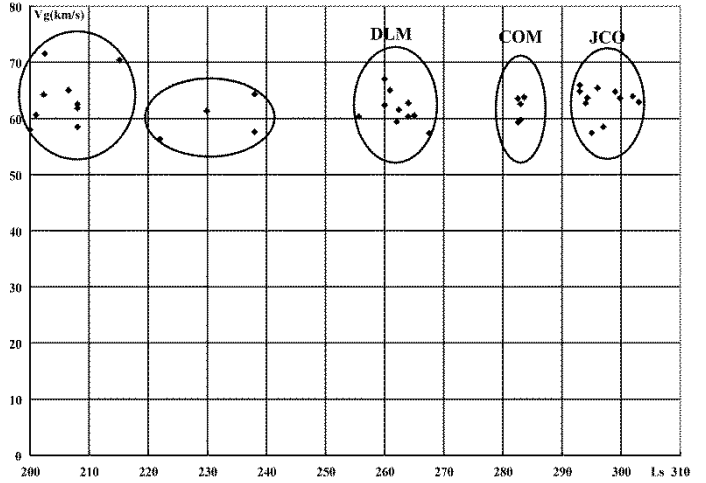


図4：写真観測による「かみのけ群」

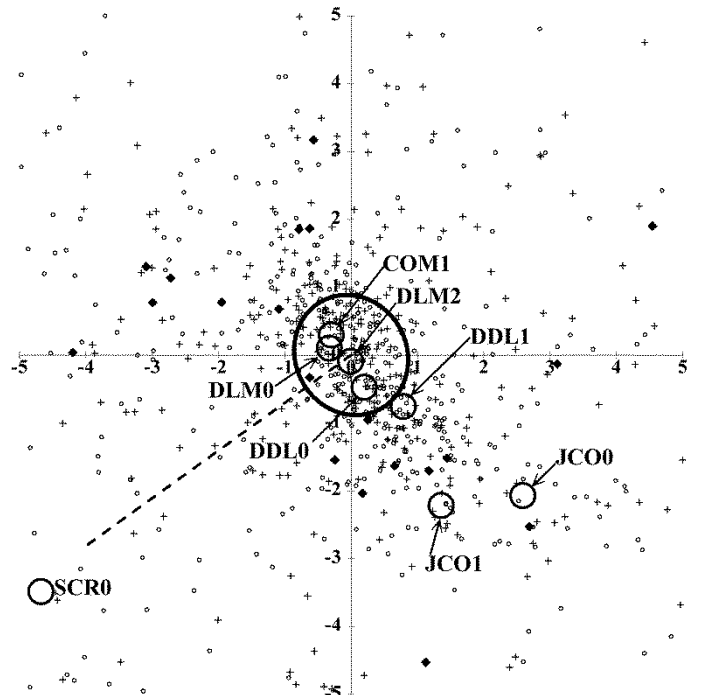


図5：「かみのけ群」周囲の輻射点分布。SonotaCo ネットによる2007年(+)、2013年(O)と写真観測(◇塗りつぶし)。楕円は推定される輻射点の広がり、破線は Apex の方向を示す。

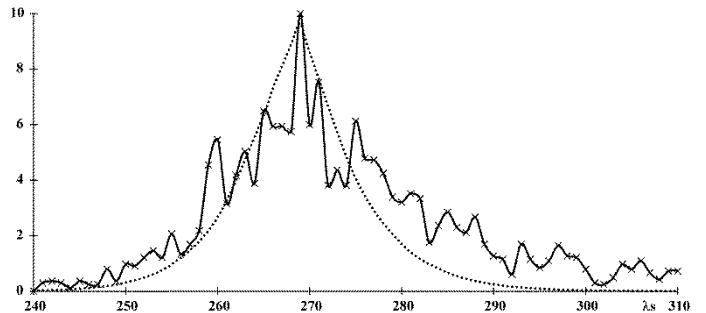


図6：2007-13年のビデオ観測と推算値

### C. 2 κはくちょう群の周囲

$D_{SH}$ の最大値が0.227であるのに、「かみのけ群」と並べて「構造が複雑な流星群」としている理由は、平年の出現と再帰的な出現と二面性を持つからであり、また、周囲の流星活動との区別が不十分で様々な誤解があるからである。

まず、図7a、bを比べてみよう。図7aはSonotaCo ネットによる2007年、図7bは2008-12年のビデオ観



測のうち、 $120 \leq \lambda_s < 160$  の輻射点を  $(\lambda - \lambda_s, \beta) = (160, 75)$  を中心に描いたものである。2007 年に見られる輻射点の集中が他の年には見られない。そして、2014 年のビデオ観測では再び、2007 年と同じ場所で活発な出現が

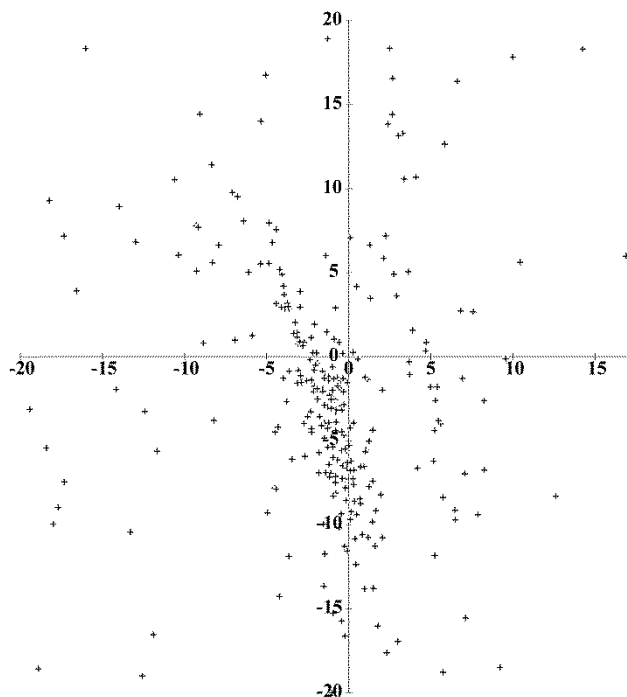


図 7a : 2007 年のビデオ観測

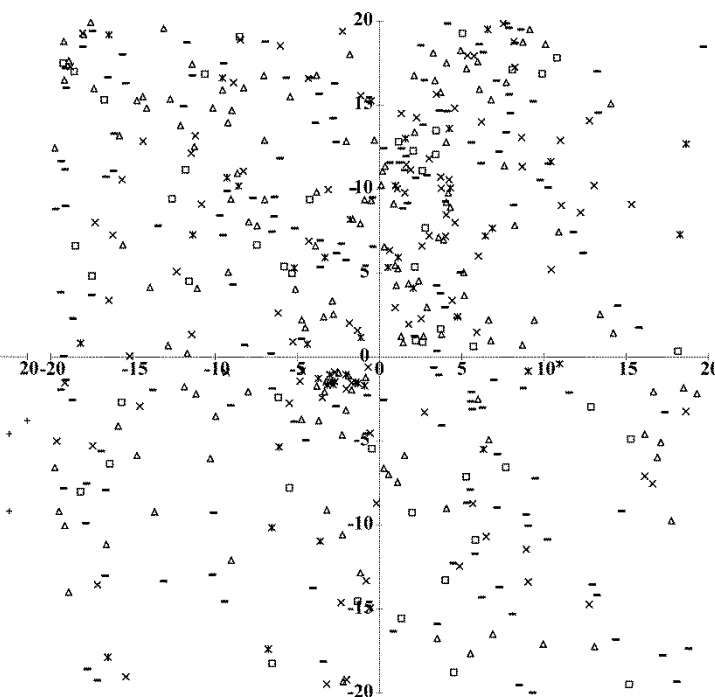


図 7b : 2008-12 年のビデオ観測

起きた。平年では再帰的活動よりも 5~10 度右側（西側）に輻射点が集まっている。

図 7b をよく見ると中心よりやや左下に輻射点の集中した箇所が存在し、2007 年の活動と一致するように見えるが、これは活動期間が異なっている。これが誤解されて、「7 月下旬に  $\kappa$  はくちょう群の活動が見られた」と報告される場合を散見する。表 19、図 8 の GDR がこれに相当する。

表 19 : 「 $\kappa$  はくちょう群」と図 7 に登場する流星群

No.	$\alpha$	$\delta$	Vg	$\lambda - \lambda_s$	$\beta$	e	q	i	$\omega$	$\Omega$	$\lambda_s$	Shower
12KCG0	286.2	59.1	24.8	177.0	79.6	0.680	0.99	38	194	145	145.2	kappa Cygnids
12KCG1	284	52.7	24	158.1	74.5	0.808	0.984	35.9	201.4	139.4	145.2	kappa Cygnids
12KCG2	286	+59	24.8	176.4	79.5	0.727	0.970	38.7	196.8	145	145.0	kappa Cygnids
12KCG3	289.5	+55.6	24.9	172.0	75.7	0.763	0.980	38.5	201.9	147.6	147.6	kappa Cygnids
12KCG4	285.0	+50.1	21.9	161.5	71.9	0.709	0.951	32.8	204.1	140.7	140.7	kappa Cygnids
12KCG5	280.3	+50.1	22.0	155.7	72.7	0.746	0.957	32.6	201.3	137	137	kappa Cygnids
12KCG6	267.3	+61.1	23.1	106.5	84.4	0.754	0.988	35.5	183.4	150	150	kappa Cygnids
73ZDR0	261.7	67.8	25	33.2	86.6	0.766	0.983	38.8	176.4	122	122	zeta Draconids
184GDR0	280.1	51.1	27.4	167.8	73.7	0.964	0.951	39.5	201.5	125.3	125.3	July Gamma Draconids
184GDR1	280.9	51.7	27.3	170.5	74.2	0.933	0.951	39.8	201.6	125	125	July Gamma Draconids
184GDR2	279.6	50.4	27.5	166.2	73.1	0.972	0.978	40.2	202.4	124.7	125.3	July Gamma Draconids
197AUD0	272.5	65.1	17.3	164.2	88.2	0.335	1.007	30.4	185.6	141.9	142	August Draconids
413MUL1	267	41.9	18.1	144.7	65.3	0.659	0.981	26.5	204.0	120.8	120	mu Lyrids
463JRH0	265.1	+36.4	15.6	137.6	59.7	0.633	0.981	21.3	203.8	124.6	124.6	July rho Herculids
463JRH1	265.9	+36.2	14.8	137.7	59.5	0.553	0.982	19.7	204.5	125.8	125.8	July rho Herculids
464KLY0	277.5	+33.3	18.6	154.5	56.4	0.698	0.939	24.7	215.1	126.8	126.9	kappa Lyrids
464KLY1	276.3	+34.8	18.6	153.9	58.0	0.695	0.945	25.1	213.6	125.9	125.9	kappa Lyrids
470AMD0	253.7	+58.8	19.5	73.2	79.3	0.654	1.011	30.3	177.2	145.4	145.4	August mu Draconids
470AMD1	254.8	+58.2	19.0	78.5	79.1	0.631	1.012	29.5	178.4	144.4	144.4	August mu Draconids
699GCY0	300.5	+38.8	21.3	172.2	57.4	0.692	0.879	30.1	227.0	145.8	145.0	gamma Cygnids
701BCE0	325.4	+75.8	39.8	258.9	70.9	0.948	1.006	65.8	188.3	153.2	153	beta Cepheids

また、図 7b の第一象限に見られる輻射点領域が平年では「 $\kappa$  はくちょう群」と見做されていると推測される。表 19 の 12KCG6 はこの状況を反映しているものであろう。図 8 に示す領域 G の AUD や ZDR は IAUMDC の版によってどの観測（輻射点、時期）が一定しないことは 2013 年の流星会議で指摘したとおりである。

さらに、話を複雑にしているのが、写真観測とビデオ観測の時間差である。写真観測は 1950 年代が中心であるのに対して、ビデオ観測はほぼ 50~60 年後のものである。表 19 で KCG0~3 は実質的に写真観測によるものであるのに対して、KCG4~6 はビデオ観測である。極大時の太陽黄経を見ると写真観測は  $\lambda_s = 145$  前後に

なっており、特に KCG1 は昇降点黄経が $\Omega=139.4$ であるにもかかわらず $\lambda_s=145.2$ としているのは、実際の観測結果は前者であるにもかかわらず、過去の記録(KCG0)に引きずられていると考えられる。

具体的に筆者が求めた数値を表 20 に示す。写真観測の数値が KCG0~3 とかなり異なっているのは、1950 年の観測を含めて、図 8 の D の領域を合わせているためである。

表 20 : 写真観測とビデオ観測による $\kappa$ はくちょう群の比較

Month	Day	$\alpha$	$\delta$	$\lambda-\lambda_s$	$\beta$	Vg	e	q	i	$\omega$	$\Omega$	$\lambda_s$	N
8	22.92	289.1	58.7	176.8	78.3	25.5	0.757	0.987	40.0	198.6	150.1	150.1	12 Photo
8	15.02	287.0	49.6	164.4	70.9	22.3	0.703	0.968	33.8	206.5	141.4	141.4	144 Video

D. 観測が不十分な流星群、その他

かなり出現がある、また、かなり観測されている流星群でも、どの活動をもって特定の流星群と見做すかという判定には違いが大きい。活動の弱いものになると同一群との判定に疑問を生じたり、また、逆に独立した群とされているものの中に同定が可能であったりするものが存在している。しかし、それらを一々取り上げるには紙数がかなり必要になるので、最後に掲載の仕方自体に問題があると考えられる例を1つだけ取り上げることにする。

表 21 : NCC の  $D_{SH}$

	96NCC0	96NCC1	96NCC2	96NCC3	96NCC4
96NCC1		<b>1.548</b>			
96NCC2	0.157	<b>1.564</b>			
96NCC3	0.133	<b>1.538</b>	0.040		
96NCC4	<b>1.566</b>	0.100	<b>1.581</b>	<b>1.557</b>	
96NCC5	0.110	<b>1.649</b>	0.204	0.196	<b>1.663</b>

本年新たに「確定群」とされたもので正式な和名はないが、慣例に従えば<かに座 $\delta$ 北流星群>ということになる。表 21 には異常に大きな  $D_{SH}$  の値が並んでいる。これは軌道要素に不合理な値が掲載されているためである。

表 22 : IAUMDC に掲載されている NCC の軌道要素

No.	$\alpha$	$\delta$	Vg	$\lambda-\lambda_s$	$\beta$	e	q	i	$\omega$	$\Omega$	$\lambda_s$	Shower
96NCC0	130	20	26	190.9	1.6	0.779	0.391	1.7	294.0	296.3	296.3	Northern delta Cancrids
96NCC1	134.2	14.1	26.7	192.4	-3.0	0.77	0.371	0.3	116.7	<b>297.1</b>	300.2	Northern delta Cancrids
96NCC2	126.6	19.5	26.2	187.9	0.3	0.803	0.448	0.3	282.9	297.1	296.3	Northern delta Cancrids
96NCC3	124.8	20.8	25.8	189.4	1.2	0.777	0.425	1.2	287.9	292.9	292.9	Northern delta Cancrids
96NCC4	130.7	19.7	26.4	190.8	1.5	0.783	0.397	4.9	291.3	<b>120.2</b>	297.1	Northern delta Cancrids
96NCC5	131.4	17.6	29.9	190.1	-0.4	0.876	0.360	0.5	112.5	119	299	Northern delta Cancrids

表 2 1 から 96NCC1 と 96NCC4 に問題があることが分かる。表 2 2 を見ると、NCC1 の黄緯が負であるのだから昇降点黄経 $\Omega$ は極大時の太陽黄経 $\lambda_s$  とは 180 度逆にならなければならない、NCC4 の黄緯は正なので昇降点黄経 $\Omega$ は極大時の太陽黄経 $\lambda_s$  と一致しなければならないのに奇妙な数字が入られている。奇妙というのは、それぞれの原著では正しい値が与えられているのに IAUMDC では変更(誤入力?)されているからである。

最初に写真観測から' $\delta$ -Cancrids'を検出したのは Lindblad と思われるが、南北群に分けておらず、Sekanina の電波観測でも同様である。これに対して Terentjeva は $\gamma$ -Cncds (北)、 $\theta$ -Cncds (南) という $\delta$ -Cancrids と異なる名称を用い、南北群であるという指摘もしていないが、この両者は NCC と SCC に対応すると言える。さらに、この研究は Lindblad のものに先行している。しかし、IAUMDC ではこれについて何も触れず、SCC にはそれと異なる Terentjeva の研究を引用・掲載している(原著と数字が合わない部分がある)。

4. まとめ

IAUMDC を権威あるものとしてではなく、資料倉庫と考えて利用すべきである。本稿では「確定群」の中でも Harvard の写真観測時代から知られ、比較的良好に観測されている Nos.1~31 までの流星群を中心に検討してきたが、見てきた通り多くの問題が存在している。

観測方法によって流星群の見え方が異なること、流星群の定義が異なることにより、研究者の発表するデータには大きな差異が生じる可能性がある。そのことを十分理解した上で利用するならば、IAUMDC の流星群表は資料が蓄積された「倉庫」となる。

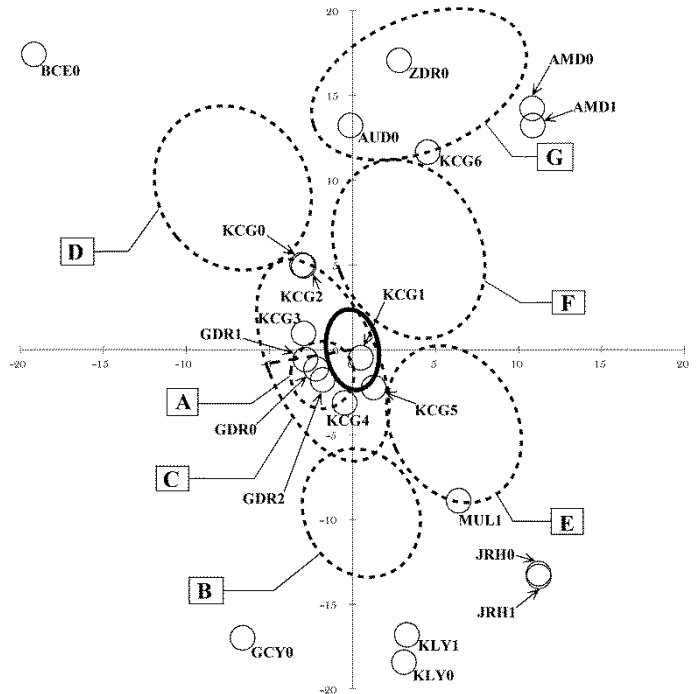
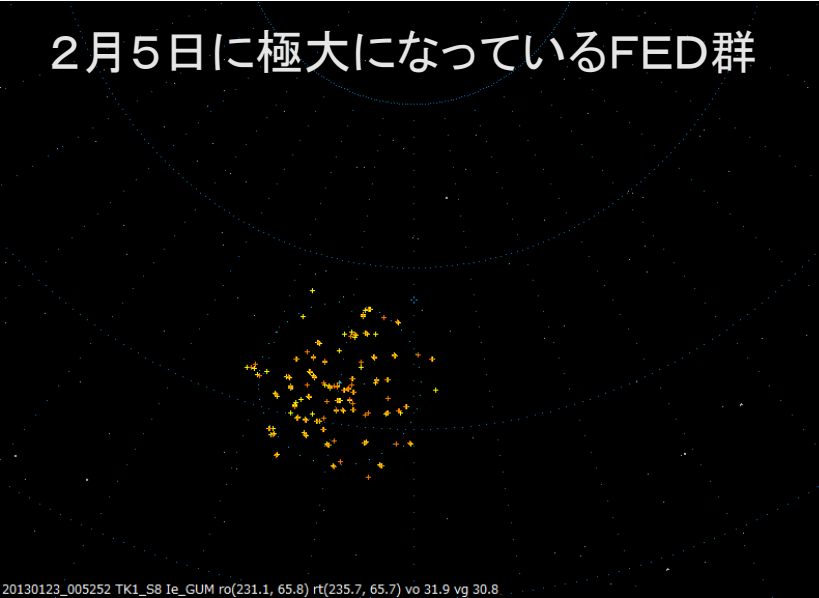


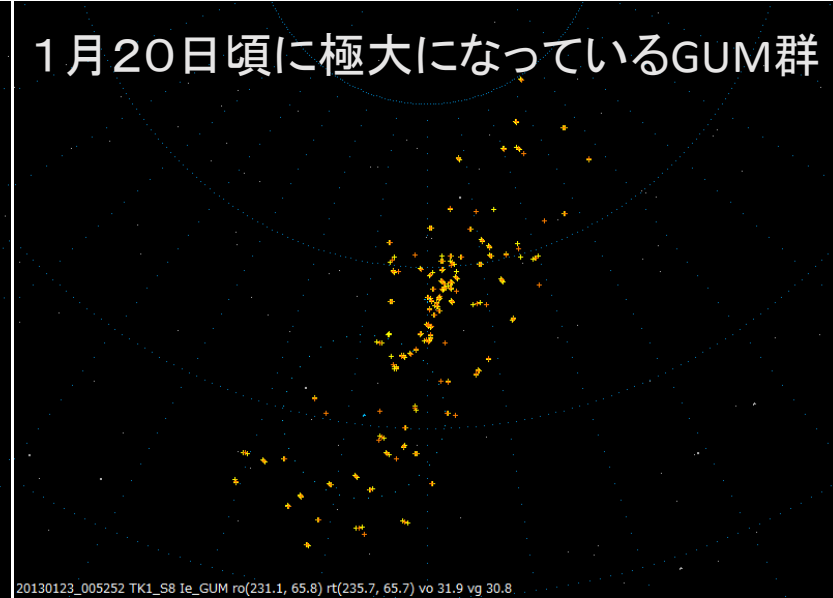
図 8 : ビデオ観測による輻射点領域と IAUMDC の群

今年、2月5日前後に7個の同時流星が判定され、トレイル予報と一致していた。また、SonotaCo Network の2006年から2016年の1月と2月のデータから軌道計算してみたら、10年間で46個のFED群が判定された。さらに、近くに1月20日頃に極大を迎えるGUM群があることに気づいた。この2つの群は、同一群の可能性があると考えられる。また、10度離れてJZD群もこの群と関係がありそうです。2つの群の軌道平均は、下の表に示した。

2月5日に極大になっているFED群



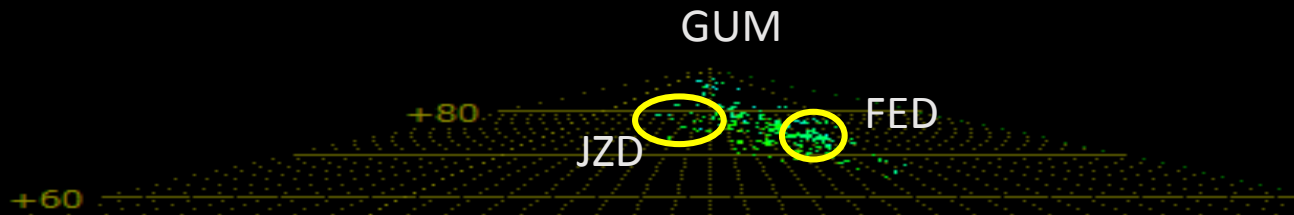
1月20日頃に極大になっているGUM群



1月20日頃に極大になっているGUM群とFED群を合わせたもの



GUMとFEDとJZDのI-Is



	_sol	_amag	_ra_t	_dc_t	_vg	_a	_q	_e	_p	_peri	_node	_incl	_mag	_Qo	_dur	_H1	_H2
平均軌道 FED 20050126-20160204	313.77	-0.59	239.52	61.98	33.05	7.66	0.97	0.83	332.60	195.06	313.77	52.89	0.55	5.11	0.45	97.09	86.58
平均軌道 GUM 20050126-20160204	299.38	-0.06	227.56	65.97	32.38	4.70	0.95	0.76	42.81	202.11	299.38	52.25	0.92	5.29	0.54	94.32	82.99



# しぶんぎ群輻射点拡大撮影

重野好彦

撮影日時 2016年1月4/5日 00:50 ~ 05:50 (JST)

観測地 足柄観測所

撮影機材 Nikon D4 ISO:10万 1920×1080 30fps動画 1/125secシャッター 恒星最微等級6→7等  
レンズ Nikkor 135mm F2 (写野: 15.2度×8.6度)  
高橋P型+ビクセンモードラ自動ガイド

撮影方向 しぶんぎ座流星群輻射点

