

## 流星定点観測のまとめ - 2004/2005 -

NMS/宮崎県天文協会 前田幸治

### 1. 始めに ~経過~

2003年秋ごろビデオを用いた観測から自動的に流星を検出する UFOCapture というソフトがあることを植原敏氏の紹介で知った。はじめは半信半疑だったが、作者の SonoataCo 氏のホームページ(\*1)などを読んでいくうちに自分でもやれそうなレベルであることがわかってきた。機材をそろえ、ソフトの使用法を試行錯誤して、2004年7月から観測できるようになった。そこで、当時はまだ少なかったが、ビデオカメラを防水タイプのハウジングに入れて家の外に固定し、天候にかかわらず観測できるように機材を整えた。そして、なるだけ条件を変えずにまずは、1年間観測を続けることを目標に立て、観測を始めた。当初は火球観測を主体に考えていたが、ビデオの感度が高く、流星の観測も十分できることがわかったので、流星群のパトロールを主な目的とした。2004年夏当時は群流星の判定に時間がかかっていたが、SonoataCo 氏らの努力によって急速に改良され、2004年秋には角速度の判定まで自動的に行えるようになり、大変楽になった。いろいろな流星群が捕らえられ、日々の集計は楽しかった。集計結果はホームページでも公開している(\*2)。2005年の冬頃から各地で同様のシステムが立ち上がって観測を始められる人も増えて、最近の天文回報(\*3)を見てもわかるように、出現の消長をお互いに比較できるようになった。そうこうするうちに、あっという間に1年が過ぎた。いくつかの問題点(\*4)も明らかになったがここではその点を深くは追求せずに、この1年間の集計を行い、今後の指針としたい。



図 2.1 ビデオカメラハウジング

### 2. 観測機材・条件

詳細なスペックは下に示す。ビデオカメラ部の写真を図 2.1, 2.2 に示す。観測視野の概略を図 2.3 に示す。観測方向は光害がほとんどなく好条件で観測できる。視野は 35mmカメラの f:35mmレンズに相当し、下辺の仰角が約 10度と低めに設定してある。写野から概算した高度 90kmの観測エリアを図 2.4 に示す。

#### 機材(ハード)

レンズ CBC6mmF0.8, オートアイリス付  
カメラ Watech 製 NEPTUNE100+リモコン, :off ( =1),  
AGC:OFF, ゲイン:最小 (ただし、2004.07-08 はリモコンなし)  
ハウジング:ワテック純正と同等品  
ビデオボード:ELSA EX-Vision500TV  
パソコン:Endevor(EPSON) Pen4,3G, メモリ 512M、内蔵 HD:



図 2.2 ビデオカメラ遠景

120G、リムーバブル HD:250G,150G、  
外付け HD:USB 150G, IEEE1399  
80G

その他:ビデオ用タイマ、無停電電  
源

ソフトウェア

流星検出ソフト: UFOCapture  
V1.84Ex

流星解析ソフト: UFOAnalyzer  
V0.22-v0.64

観測場所

宮崎県宮崎市学園木花台

東経 131.42 度、北緯 31.82 度、

標高 H 13 m

集計期間

2004 年 7 月から 2005 年 6 月まで

観測時間: ほぼ、日の入りから日の出まで。

観測方向: 真南。仰角 30 度。視野: 55 度 × 42 度。

観測法: 天候にかかわらず毎日観測。月が視野に入  
っても視野は動かさない。

### 3 観測結果

#### 3.1 観測夜数集計

観測夜数 (図 3.1)

1 年間の観測夜数の推移を図 3.1 に示す。計 328 夜、  
3855 時間で、昼間も含めた実施時間率は 44%であっ  
た。隕石落下のような火球の捕捉を目指す場合実施  
率を上げると効果があり、今後昼間の観測  
が重要になると思われる。欠測は 37 夜あり、  
その理由は 1.ソフトの操作ミス、2.ハードディ  
スクオーバーフロー、3.停電の順だった。

流星数別の夜数集計(図 3.2)

天候にかかわらず観測を行ったので流星  
数は天候の影響を大きく受ける。月別の観  
測流星数の推移を図 3.2 に示す。まったく流  
星を捕らえられなかった 0 個の夜数、晴れて  
はいるが曇がちな 1 から 9 個の夜数、ほぼ

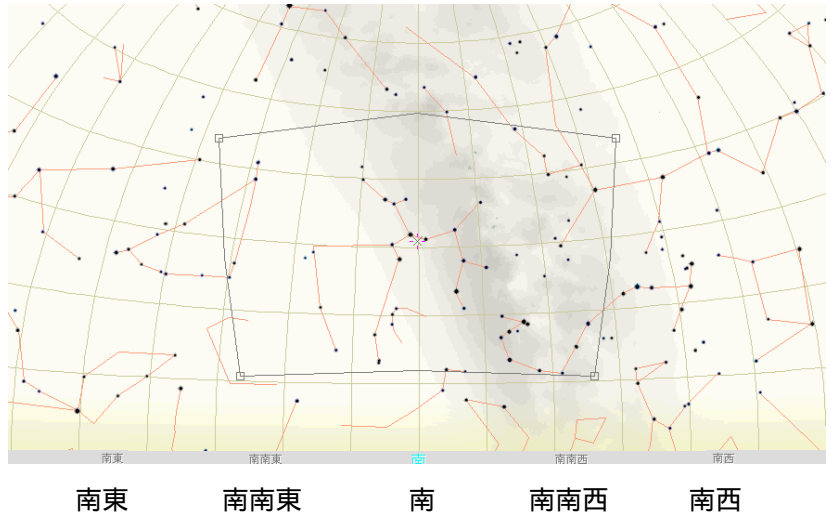


図 2.3 観測視野

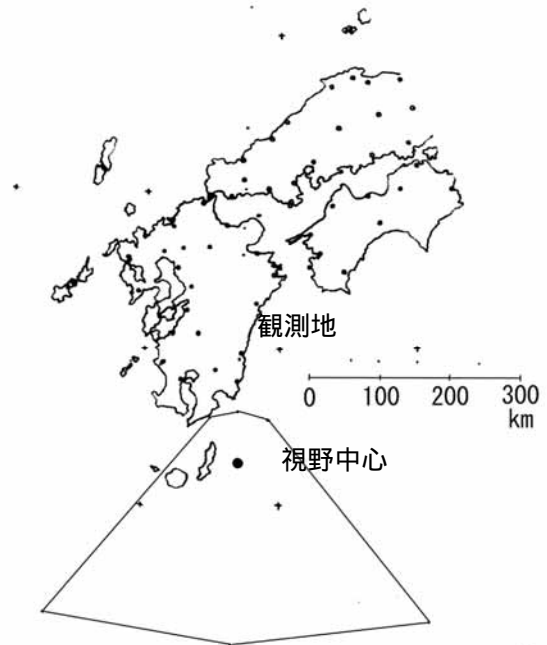
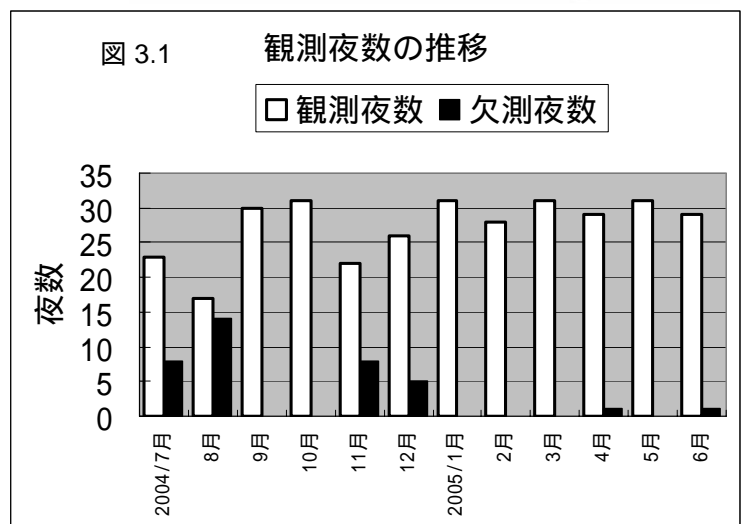


図 2.4 観測エリア (上空 90km)

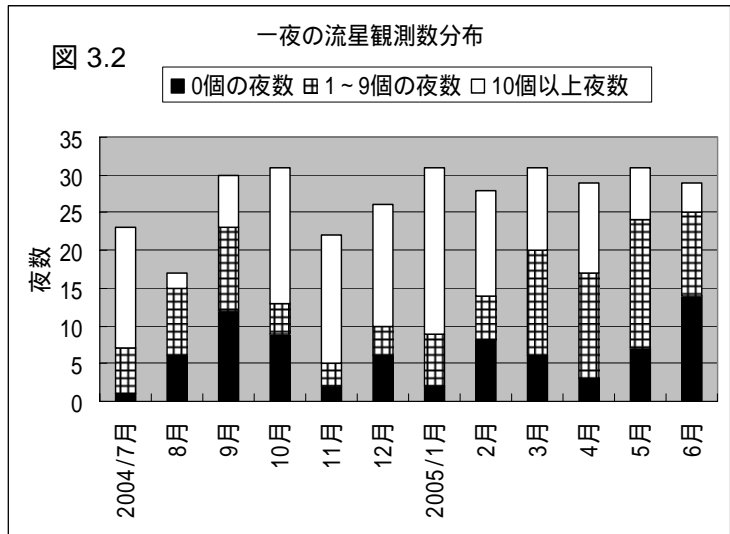


晴れていると思われる 10 個以上の流星が捕らえられた夜数で分別してみた。この分布は流星の年周変化というより、月別の天気よさを表していると思われる。6月と9月に悪天が多く、11月から1月に好天が多いことがわかる。この中で、2004 年7月は異常気象で7月の梅雨時にこんなに天気の良い日が多いことは例年ではない。

### 3.2 流星数集計

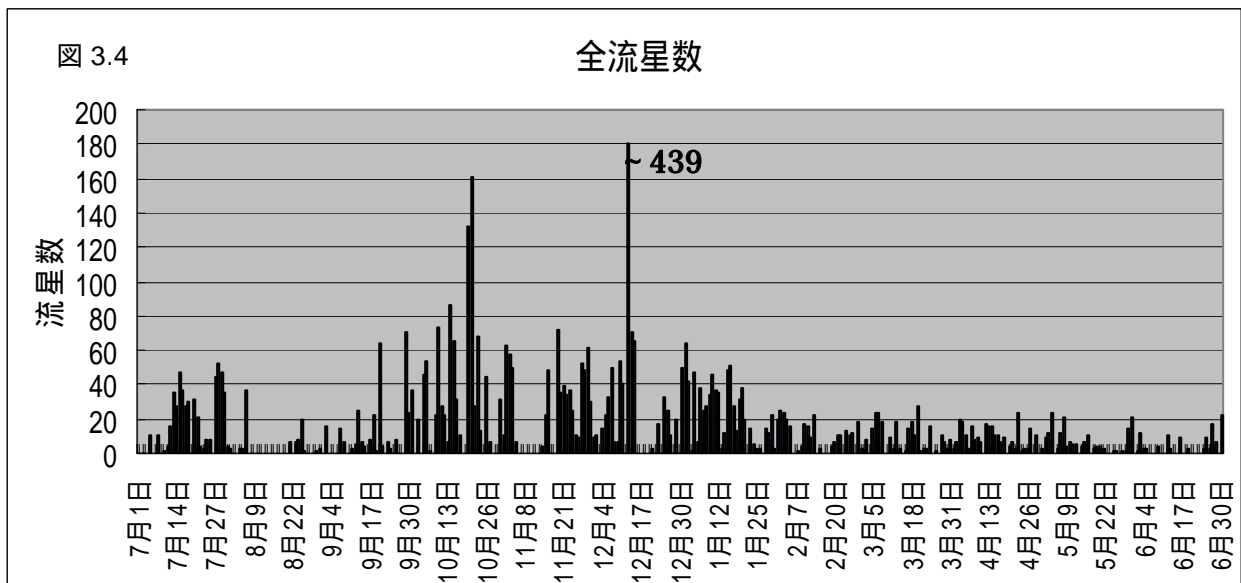
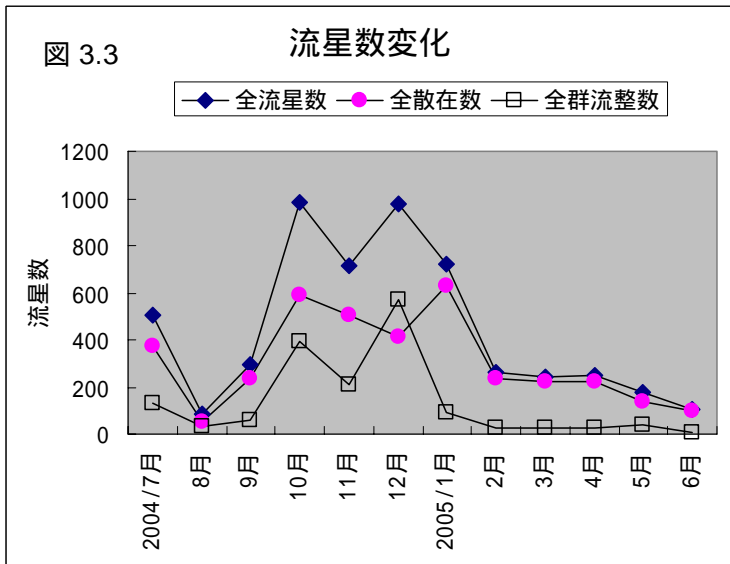
#### 流星数月別変化(図 3.3)

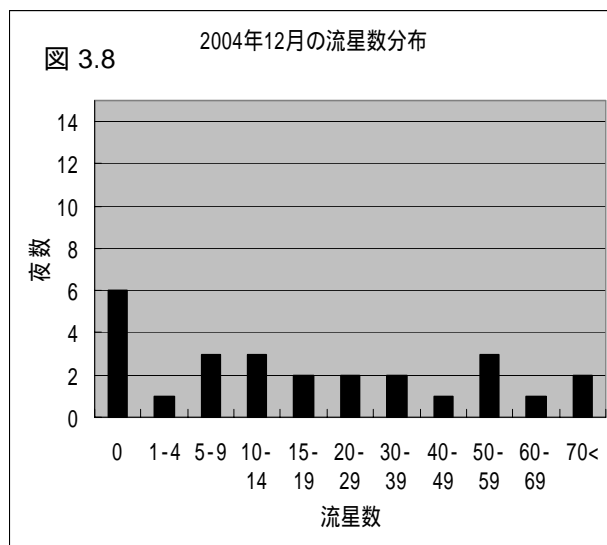
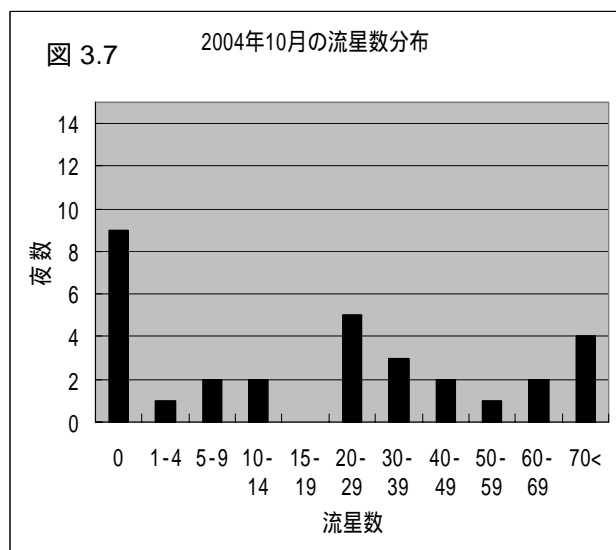
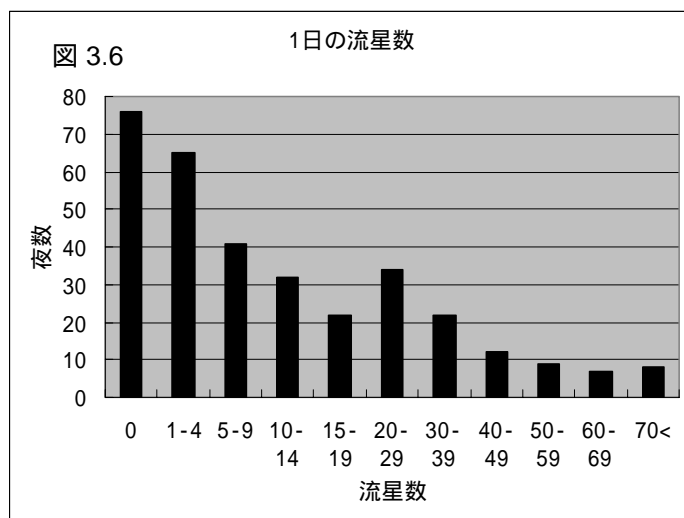
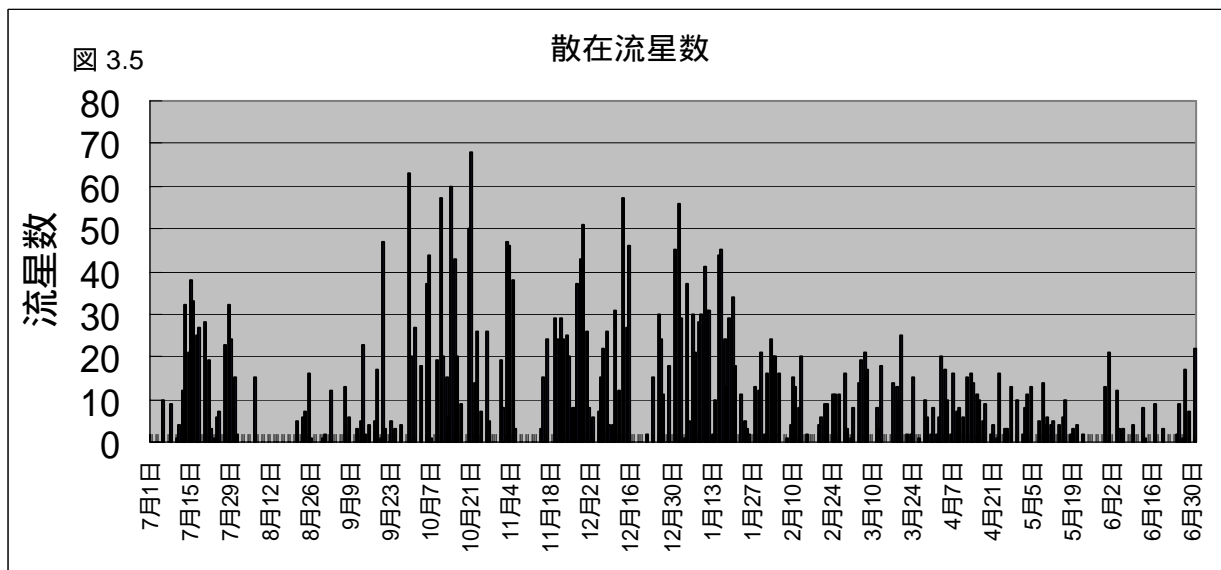
全流星と群、散在流星の月別の変化を図 3.3 に示す。欠測日の補正は行っていない。群の判定については後ほど 3.4 節で述べる。10月から1月までが天気の良いこともあり散在流星が多い。

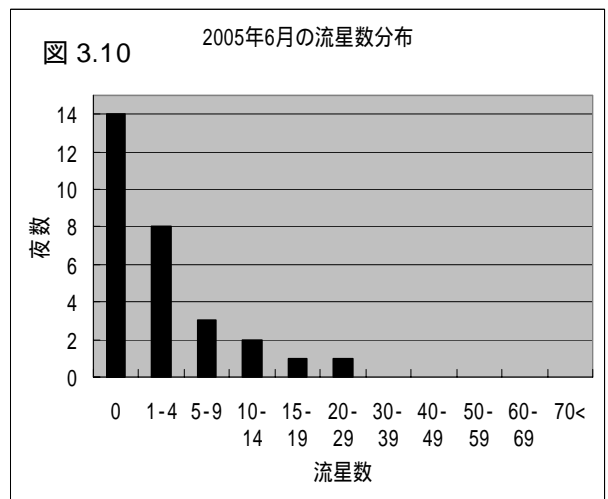
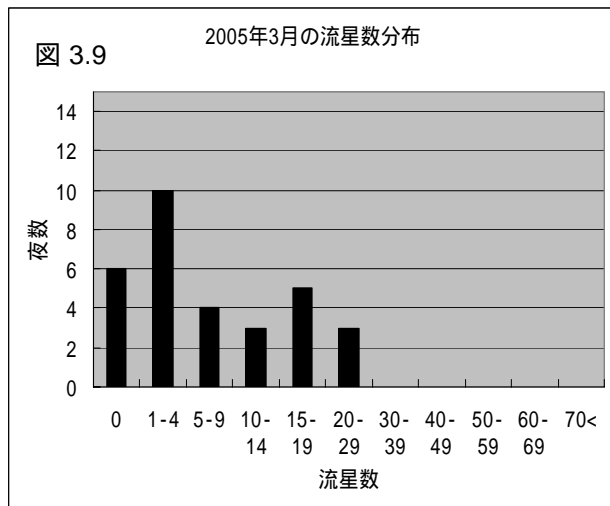


#### 流星数日別変化(図 3.4, 3.5)

全流星数が突出して多いのは、10月はオリオン群、12月はふたご群である。8月のペルセは欠測、1月の四分儀は曇って観測できていない。図 3.5 の散在流星の変化でも10月から1月にかけて多い。よく見ると、主要な群の極大付近で散在が多い傾向がある。これは、角速度や位置精度の悪い群流星が散在に誤判定されているためではないかと想像しているが、そのあたりは詳細にはまだ調べていない。







1日の流星数分布 (図 3.6 ~ 3.10)

欠測日を除いて観測を行った日の流星数の分布を図 3.6 に示す。1年間で76日は1個の流星も見られなかった。観測数が多くなるに従って、単調に減少し、70個以上流れた日は8夜であった。この8夜を表 3.1 に示す。やはり、顕著な流星群活動のある日が多い。1日の流星数分布を月別に見てみると、10月、12月、3月、6月の分布をそれぞれ図 3.7 ~ 3.10 に示す。これは、群活動と天候という2つ要素が重なりあっているが光学観測の実態をよく表している。10月は0個の夜も多いが晴れると30、40個は珍しくなく、50個以上の割合でも20%を超える。12月は

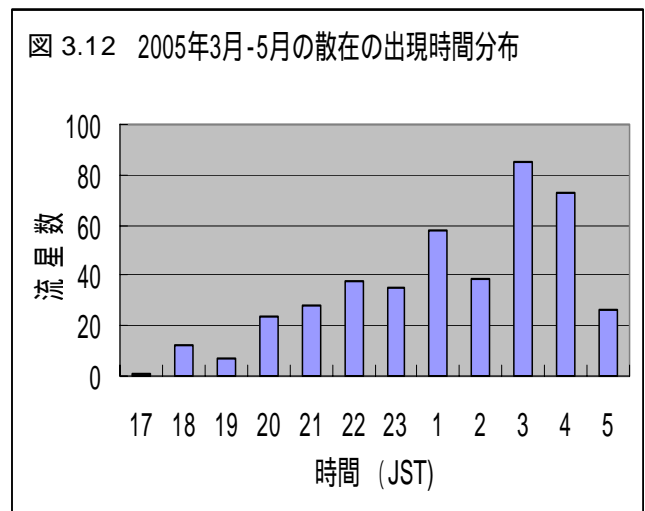
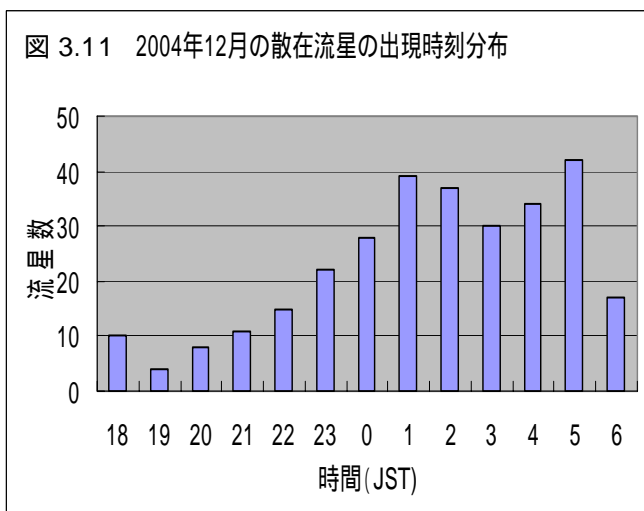
2004年	流星数	備考
12月13/14日	439	Gem
10月21/22日	161	Ori
10月20/21日	132	Ori
10月14/15日	86	Tau + 散在
10月10/11日	73	Tau + 散在
11月19/20日	72	Leo
9月29/30日	71	散在
12月14/15日	71	Gem

ふたご群の影響が大きい。日々の流星数の幅が大きい。3月になると1日の流星数は減り、最大でも30個に達しなくなる。6月は梅雨の影響で10個を超えた日がたったの4夜であった。

表 3.1 1日に70個以上の流星の見られた日のリスト

流星出現時刻分布 (図 3.11, 3.12)

流星数の観測に関しては、このシステムは天候にかかわらず観測をしているので、毎日、毎時条件が異なる。



り単純に集計しても意味が無いと思われる。そこで、月別のデータから条件を決めて選んだ日の集計を行った。前節の1日の流星数の分布の結果より、秋には1日に20個以上、春は10個以上の流星が見られた日を“空の条件のよかった日”として、散在流星について集計してみた。図 3.11 は 2004 年 12 月の時間別の流星数、図 3.7 は 3 月から 5 月についてである。夜半前は単調に増加するのに対し 1 時過ぎると明け方に向けて増加傾向はあるが単調ではなかった。群の混入も考えられるが、それだけが原因がよくわからない。

### 3.3 散在流星集計

散在流星の光度分布 (図 3.13)

12 月の空の条件のよかった日の散在の光度分布を図 3.13 に示す。-1 等の突出がある。これは、解析ソフトの問題と思われる、-1~0 等の間にずれが生じたと思われる。それより明るい部分と暗い部分の相対的な分布の形は間違っていないと思われる。ビデオを直接肉眼で見ても捕らえるのが難しい 4 等程度の流星まで捕らえている。光度見積もりの精度は  $\pm 1 \sim 2$  等だが、眼視観測と異なり誤差が蓄積する傾向があるので、現在の光度の決め方では統計的な光度分布の観測には向いていない。

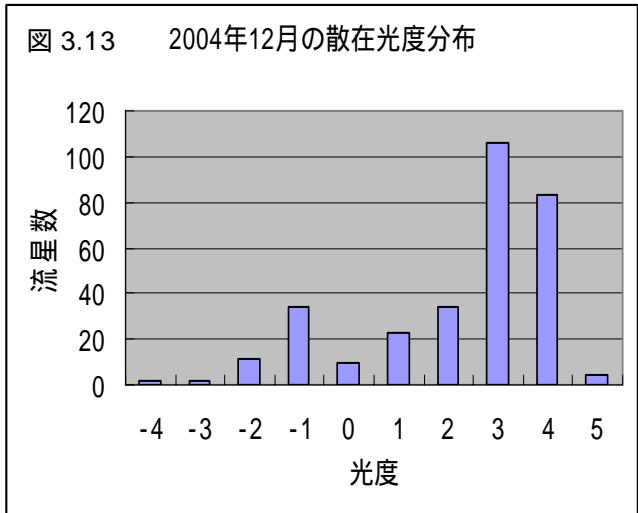
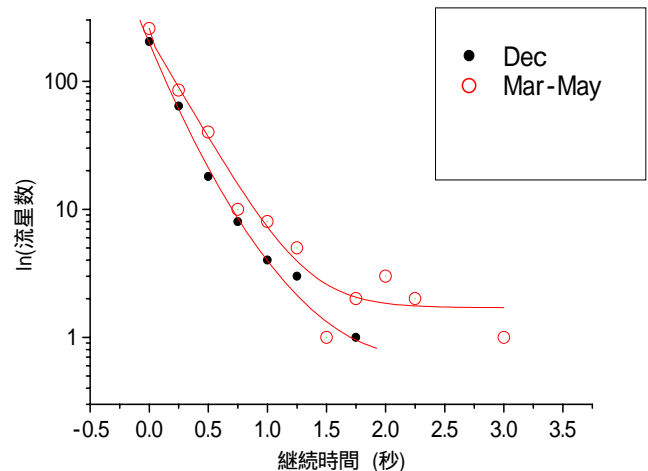


図 3.14 散在流星の継続時間分布

継続時間分布 (図 3.14)

春になって流星数は減少したが、継続時間の長い流星の割合が増加したように感じた。それを検証するために、条件のよい日の散在流星の継続時間分布を調べてみた。図 3.14 は縦軸に対数をとってある。12 月と 3 月~5 月の結果を較べると、0.25 から 1.25 秒の領域で傾きがわずかに 12 月の方が急である。これは、春の方が継続時間の長い流星の割合が多いことを表しているが、その差は観測して感じた差に較べてわずかであった。この印象の差は数個の 1.5 秒以上の継続時間の長い流星数が 12 月に較べて春には多かったためだと思われる。

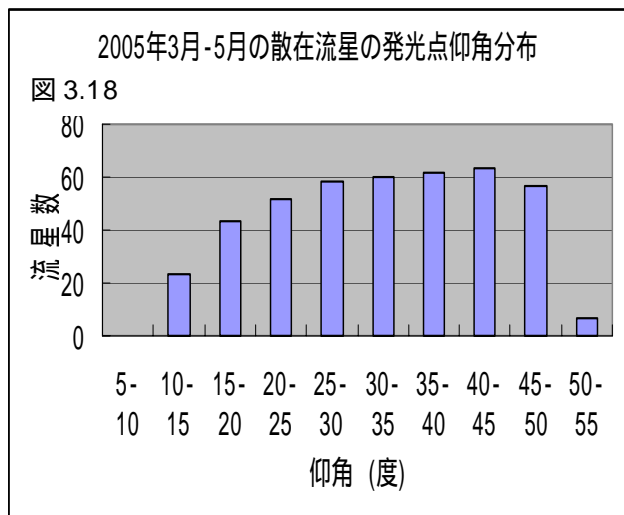
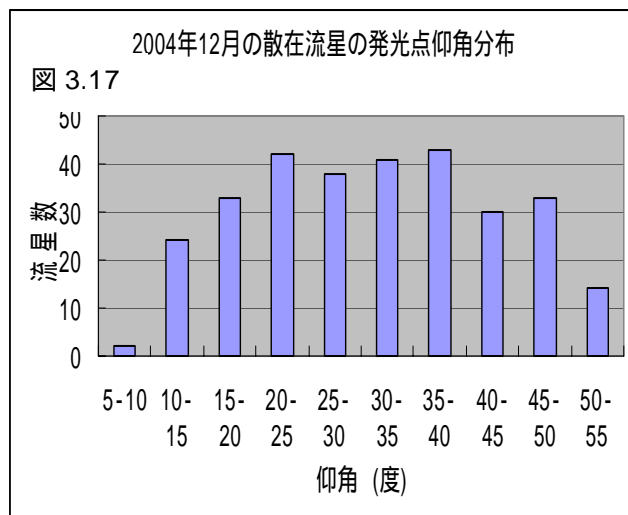
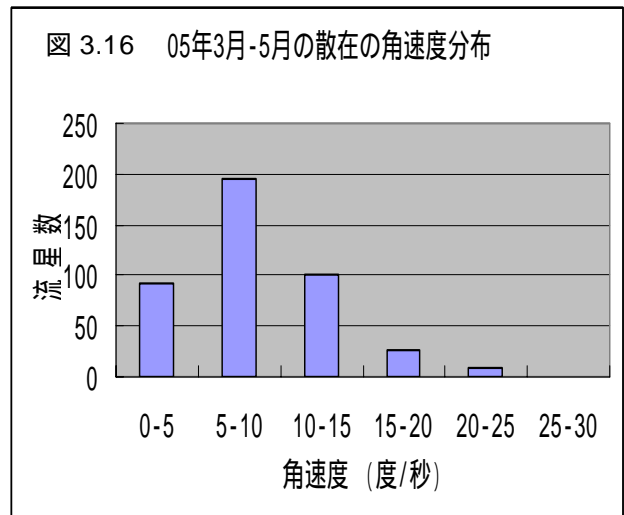
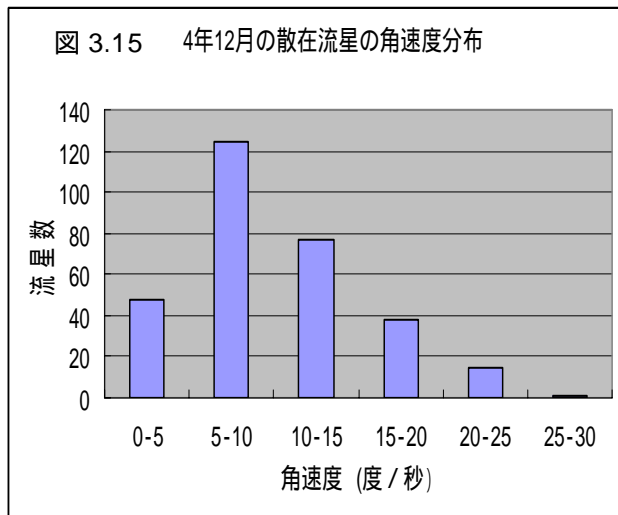


角速度分布 (図 3.15, 3.16)

12 月と 3~5 月の分布の統計を取ってみたが大きな差は無かった。対地速度の分布がダブルピークになるようなので、そのような傾向を期待したが、見かけの角速度ではならないようだ。

発光点仰角分布 (図 3.17, 3.18)

流星はどの仰角が一番多く見られるかは興味深いがこれまでほとんど統計を見たことが無かった。今回その統計を取ることができた。広角レンズで低空から高空までを視野に入れて撮影した場合、低仰角では、1 度当たりの流星検出領域(面積)が、級数的に増加する。しかし、流星までの距離が遠くなることにより暗くなり、観測できる流星数は減少する。この 2 つの効果で、ある仰角で流星数が最大になるはずである。それは、もち



るん大気の状態(透明度)によってもかなり変わるはずである。今回の観測では約 10 度から 50 度の仰角をカバーした条件である。ただし、カメラ視野外からの流星、視野外への流星も含まれている。12 月の空の条件のよかった日(図 3.17)では、20 度から 40 度ぐらいまでほぼ一定で、極大を示した。それより高仰角では、徐々に減少した。眼視観測で、仰角 45 度付近を視野中心にするとよいと言われてるのは流星数が多いことが原因の一つと思っていたが、20 度という低仰角でもそれと同じ程度の流星が流れているのに少し驚いた。10-15 度でも最大の 60% も出現している。12 月より明らかに透明度の悪い 3-5 月の分布(図 3.18)は少し違ってきた。透明度低下のため 25 度ぐらいから徐々に減少し、10-15 度では、最大値の 40% しか出現していない。それでも 15 度ということ考えると、以外に多くの流星が低空で流れていることは驚きである。

### 3.4 群流星集計

#### 群流星の出現状況 (表 3.2)

流星パトロールの主目的の一つは群流星の出現状況を調べることである。しかし、群と散在の区別や群の判定をどうするか、自動観測で眼視観測より情報量がやや多いとは言え非常に難しいことには変わりはない。今回は UFOAnalyzer の機能を最大限に利用してまず流星群ありきとして IMO の Working list of visual meteor showers.(2005)を基準として群判定を行った。観測中にどうしても必要と感じた List にない 3 つの流星群を加えたもの(表 3.2)を用いた。UFOAnalyzer によって、これら以外の群と判定された流星はすべて散在としている。

表3.2 Modified Working list of visual meteor showers.(2005) informed by IMO

Shower	Activity Period	Maximum		Radiant		V <sub>infty</sub> y km/s	r	ZHR	2004/05結果	
		Date	sol						流星数	火球数
Quadrantids (QUA)	Jan 01-Jan 05	3-Jan	283 ° 16	230 °	+49 °	41	2.1	120	23	
-Cancerids (DCA)	Jan 01-Jan 24	17-Jan	297 °	130 °	+20 °	28	3	4	26	
-Centaurids (ACE)	Jan 28-Feb 21	7-Feb	319 ° 2	210 °	-59 °	56	2	6	0	
-Leonids (DLE)	Feb 15-Mar 10	24-Feb	336 °	168 °	+16 °	23	3	2	15	
-Leonids * 1		19-Jan		143	+17	28			10	1
-Normids (GNO)	Feb 25-Mar 22	13-Mar	353 °	249 °	-51 °	56	2.4	8	0	
Virginids (VIR)	Jan 25-Apr 15	(Mar 24)	(4 °)	195 °	-04 °	30	3	5	24	
Lyrids (LYR)	Apr 16-Apr 25	22-Apr	032 ° 32	271 °	+34 °	49	2.1	18	17	
-Puppids (PPU)	Apr 15-Apr 28	23-Apr	033 ° 5	110 °	-45 °	18	2	var	0	
-Aquarids (ETA)	Apr 19-May 28	5-May	045 ° 5	338 °	-01 °	66	2.4	60	29	
Sagittarids (SAG)	Apr 15-Jul 15	(May 19)	(59 °)	247 °	-22 °	30	2.5	5	5	
Arietids * 2	May 22-Jul 02	7-Jun	76.7 °	44 °	+23 °	37		high	4	
June Bootids (JBO)	Jun 26-Jul 02	27-Jun	095 ° 7	224 °	+48 °	18	2.2	var	0	
Pegasids (JPE)	Jul 07-Jul 13	9-Jul	107 ° 5	340 °	+15 °	70	3	3	0	
July Phoenicids (PHE)	Jul 10-Jul 16	13-Jul	111 °	32 °	-48 °	47	3	var	0	
Piscis Austrinids (PAU)	Jul 15-Aug 10	28-Jul	125 °	341 °	-30 °	35	3.2	5	1	
South. -Aquarids (SDA)	Jul 12-Aug 19	28-Jul	125 °	339 °	-16 °	41	3.2	20	50	
-Capricornids (CAP)	Jul 03-Aug 15	30-Jul	127 °	307 °	-10 °	23	2.5	4	26	1
South. -Aquarids (SIA)	Jul 25-Aug 15	4-Aug	132 °	334 °	-15 °	34	2.9	2	7	
North. -Aquarids (NDA)	Jul 15-Aug 25	8-Aug	136 °	335 °	-05 °	42	3.4	4	7	
Perseids (PER)	Jul 17-Aug 24	12-Aug	140 °	46 °	+58 °	59	2.6	100	78	4
-Cygnids (KCG)	Aug 03-Aug 25	17-Aug	145 °	286 °	+59 °	25	3	3	4	
North. -Aquarids (NIA)	Aug 11-Aug 31	19-Aug	147 °	327 °	-06 °	31	3.2	3	0	
-Aurigids (AUR)	Aug 25-Sep 08	1-Sep	158 ° 6	84 °	+42 °	66	2.6	7	5	
-Aurigids (DAU) * 3	Sep 05-Oct 10	9-Sep	166 ° 7	60 °	+47 °	64	2.9	5	32(+22)	
Piscids (SPI)	Sep 01-Sep 30	19-Sep	177 °	5 °	-01 °	26	3	3	11	
Draconids (GIA)	Oct 06-Oct 10	8-Oct	195 ° 4	262 °	+54 °	20	2.6	var	5	
-Geminids (EGE)	Oct 14-Oct 27	18-Oct	205 °	102 °	+27 °	70	3	2	43	1
Leonis Minorids * 4	Oct 23-Oct 25	24-Oct	211.7 °	162 °	+37	62			10	1
Orionids (ORI)	Oct 02-Nov 07	21-Oct	208 °	95 °	+16 °	66	2.5	23	257	4
Southern Taurids (STA)	Oct 01-Nov 25	5-Nov	223 °	52 °	+13 °	27	2.3	5	56	
Northern Taurids (NTA)	Oct 01-Nov 25	12-Nov	230 °	58 °	+22 °	29	2.3	5	63	
Leonids (LEO)	Nov 14-Nov 21	17-Nov	235 ° 27	153 °	+22 °	71	2.5	20+	107	5
-Monocerotids (AMO)	Nov 15-Nov 25	21-Nov	239 ° 32	117 °	+01 °	65	2.4	var	8	
-Orionids (XOR)	Nov 26-Dec 15	2-Dec	250 °	82 °	+23 °	28	3	3	32	1
Dec Phoenicids (PHO)	Nov 28-Dec 09	6-Dec	254 ° 25	18 °	-53 °	18	2.8	var	0	
Puppids/Velids (PUP)	Dec 01-Dec 15	(Dec 07)	(255 °)	123 °	-45 °	40	2.9	10	0	
Monocerotids (MON)	Nov 27-Dec 17	9-Dec	257 °	100 °	+08 °	42	3	3	32	1
-Hydrids (HYD)	Dec 03-Dec 15	12-Dec	260 °	127 °	+02 °	58	3	2	28	
Geminids (GEM)	Dec 07-Dec 17	14-Dec	262 ° 2	112 °	+33 °	35	2.6	120	485	12
Coma Berenicids (COM)	Dec 12-Jan 23	19-Dec	268 °	175 °	+25 °	65	3	5	55	
Ursids (URS)	Dec 17-Dec 26	22-Dec	270 ° 7	217 °	+76 °	33	3	10	1	
									1524	31

\*1 Leo: ハーバードの電波流星サーベイのリストにある群

\*2 おひつじ群 昼間群として有名だが輻射点は薄明前に昇ってくる。

\*3 9月のぎょしゃ群 Aurを解析中にその輻射点から10度くらい離れた位置から流星活動を認め、9月20日に Aur(83,+41)として輻射点を検出した。別の群としてカウントすると合計でそれぞれ32個と22個となった。広い輻射領域を持つ一つの群とする方が合理的だがそうすると、IMOのリストからかなり離れてしまうので、ここでは、リストのまま記した。また、輻射領域を広げると近くにある地球向点からの散在との区別も難しくなる。

\*4 10月のこじし群 ザノッティ彗星関連群、明るい流星が10/21日に複数出現。Cookのリストにも載って

ここでの群の判定とは経路の逆延長が予想輻射点から 5 度以内(デフォルトでは 10 度)を通ること、出現高度を仮定し予想角速度と観測の差が  $\pm 40\%$  以内であることを条件とした。出現期間はこれまでの観測よりこの表より長い範囲で見られる傾向があったので、前後に 10 日前後延長した。これらの条件を満たした場合、1 個の出現でも群としたので、散在流星の混入はある程度目をつづっている。

1 年間の群流星観測数を表 3.2 の右側に記した。先にも書いたように四分儀の極大日は曇り、ペルセの極大日は欠測であった。一方オリオン、しし、ふたご群の極大日はほぼ快晴に恵まれた。流星数が、50 個以上の群を表 3.3 に示す。上位にはなじみのある群が並ぶが、下位には少々意外な群も含まれている。表 3.2 に戻ると、南天の群はともかく、流星数 10 個以下の群もかなりある。特に黄道系の群に関しては別のくくり方をすればもっと流星数が増加しそうなものも多いと感じた。今後はこのような基準とする群の

群	流星数
Gem	485
Ori	257
Leo	107
Per	78
NTau	63
STau	56
Com	55
S Aqr	50

表 3.3 群流星の出現数

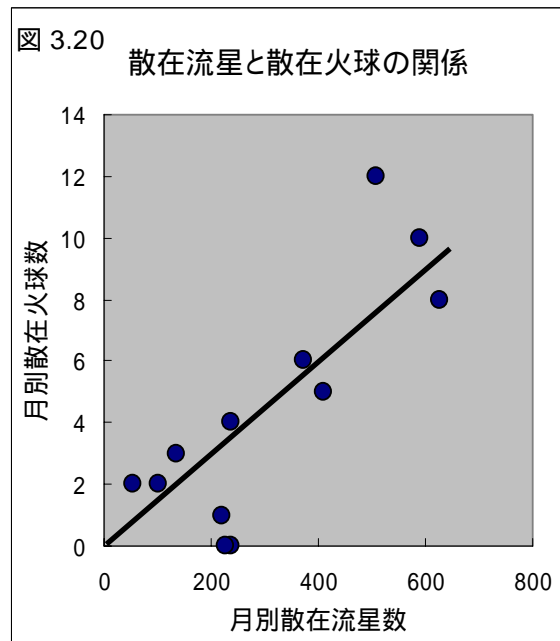
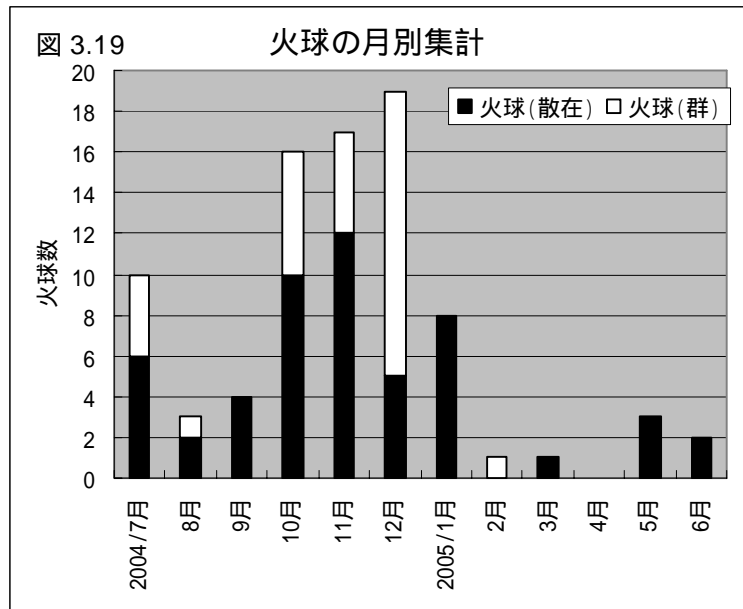
リストをどのように整備していくかが重要な課題である。

### 3.5 火球の出現状況

この観測を始めるきっかけは火球パトロールであった。火球観測は地道な定常観測が成果をあげる。まず、明るさの判定には UFOAnalyze でパラメータを設定しその出力をそのまま用いた。1 年間で 2 回ほど微修正は行ったが、ほぼ均質なデータを思われる。しかし、系統的なずれは 3.3 節の流星の光度分布で述べたように、1~2 等は含まれていると思われる。ここでは、何の補正も加えずに -2.5

等より明るい流星を火球として集計した。従って低空で距離が遠くて暗く見える流星、雲によって減光された流星、月明かりによってコントラストが減少し、見かけ上暗く見える流星などもそのままの光度を用いている。そのため、実際の数より少なく見積もられていると感じている。

1 年間で捉えられた火球の数は、84 個、そのうち群流星に属するものが 53 個であった。火球の月別の統計を図 3.19 に示す。流星群別の火球については表 3.2 にも示した。散在の火球は 10 -1 月に多かった。隕石の落下の多い春の増加を期待していたが、このぐらいの明るさのものは単に流星活動の延長といえるのだろう。ために、月別の散在流星と散在火球の関係を図 3.20 に示す。ほと



んどの月は直線関係によく乗っている。上にはずれたのが 11 月、下にはずれたのは 2,3,4 月である。春は実は火球の割合が少ない季節なのかもしれない。これは、図 3.14 の継続時間分布と結びつけると、春は遅い流星の割合が多く、流星数あたりに換算すると火球は少なくなるのかもしれない。

最後にこの 1 年間で明るかった火球のリストを表 3.4 に示す。9-11 月のたくさんの火球を抑えて最大のものは、火球の少ない 2 月に出現した -9 等のものであった。このぐらいになると較べるものが無くほんとの明るさはわからない。

#### 謝辞

この報告をまとめるに当たり、ソフトの使用方法を初めとしていろいろな疑問に親切に答えてくださった SonotaCo 氏に感謝します。彼の存在なくして、このような観測の実行はまったく不可能でした。また、植原敏氏をはじめとする SonotaCo-net のメンバーや NMS 同報で、いろいろとコメントを下さったり、議論して下さった方々にも感謝します。

明るさ	出現時刻		群
-9	2 月 2/3 日	1:20:54	Leo
-8	10 月 3/4 日	1:20:42	
-5	9 月 13/14 日	2:46:11	
-5	9 月 29/30 日	4:25:44	
-5	10 月 20/21 日	3:56:19	Ori
-5	11 月 2/3 日	0:51:26	
-5	11 月 4/5 日	5:12:20	
-5	11 月 16/17 日	3:23:07	Leo
-5	1 月 18/19 日	3:43:09	

表 3.4 明るい火球の出現時刻

(2005 年 8 月 3 日 記)

(8 月 23 日 改定)

#### 参考資料

- 1、 SonotaCo Home page, <http://hp.vector.co.jp/authors/VA034934/>
- 2、 前田幸治、Showers and Fireball Patrol, <http://www5b.biglobe.ne.jp/~maeda/showers/showers.shtml>
- 3、 例えば最近の天文回報では、野勢國雄 TV 観測幹事のまとめで、2005 年 5 月の観測報告として 7 名の報告が挙がっている。天文回報 757-13(2005).
- 4、 前田幸治、「TV 自動観測交流会 in 豊橋の報告」天文回報、757-13(2005).