

## 明るい流星のみによる群流星の光度関数

図3が2つある。

重野好孝(明大OB), 明大天文部流星班

## 1. はじめに

群流星の光度関数を求めるには暗い流星に対する考慮が必要になってくる。一般には面積比補正<sup>1)</sup>によって暗い流星に係数<sup>2)</sup>をかけ補正流星数として扱っている。しかしこの補正係数にもいろいろと問題があり、特に3 mag以下の流星数は補正率も大きくなり、相当の注意が必要である。

そこで本報では暗い流星を計算対象からはずし、明るい流星のみによる光度関数を求め、その経年変化及び観測者別の相違を調べたので報告する。

## 2. 明大天文部による Per・Gem 群の光度関数

明大天文部の場合、図1~2<sup>3)</sup>よりほとんどの光度分布が2 magで最大値となり、その後は減少傾向にある。また-2~1 magに於てほぼ直線的に増加するのに対し、2 magより直線からはずれてゆくことがわかる。ところで15th MSSのCumulative flux(小笠原雅弘)によると質量と空間密度はlogリニアな関係にある。そこで本報では光度関数を光度と個数との関係をlogリニアな部分(-2~1 magの間)を使って計算した。補正係数は1 magに0.934としただけで、-2~0 magには補正を加えていない。

結果は表1よりPer・Gem群共に年度によって光度関数の値にはばらつきがあり、また年々減少する傾向にある。また図3より全ての観測に於て2~4 magの流星数が推定値より大きく下回っていることがわかった。

## 3. 観測者別による Per・Gem 群の光度関数

図3~6<sup>4)</sup>に観測者別の光度分布を示した。今度は明大天文部とは違い3~4 magまで直線的に増加している観測者がいる。しかし観測者間の光度関数の比較をするため、この場合も明大天文部の場合と同様に-2~1 magの流星を使って光度関数を計算した。

結果は表2及び図7より、光度関数は同じ年の同じ群の観測でも観測者によって大きく違うことがわかった。

## 4. まとめ

a) 結果として暗い流星を含めて計算した場合に比べて多少傾きが大きくなり、当然のことながらばらつきも小さくなる。またこれによって空の条件による誤差が生じにくくなり、同一観測者による長年の観測比較や、観測者間の比較もやりやすくなるものと思われる。

b) -2~1 magの光度分布の直線性がよいのは、空の状態による影響が少ないことの他に、-3 mag以上及び3 mag以下の流星よりも光度見積りの精度が高いことも一つの要因と考えられる。

c) 質量と空間密度との関係がlogリニアであると仮定すると、光度分布は当然直線的になるものと考えられるので、光度関数の標準偏差が大きい観測者は光度見積り時の偏りに注意すべきであろう。

(注) 1) 例えば、日流研:流星観測ガイドブック 2) 本報では、-2~0 mag:1.0, 1 mag:0.934, 2 mag:0.780, 3 mag:

0.538, 4 mag:0.250, 5 mag:0.034 3) 10周年明大天文部誌及び明大天文部: Pole1~26号より 4) 大天連: METEOR



表2. 光度関数 (観測者別)

$$\log_{10} N = a + bM \quad \sigma_b: b \text{ の標準偏差} \quad 10^b: \text{光度関数}$$

Per 群

Gem 群

観測者	計算等級	計算個数	a	b	$\sigma_b$	$10^b$	観測者	計算等級	計算個数	a	b	$\sigma_b$	$10^b$
1979							1979						
理大野田	-2~1	91	1.38	0.29	0.07	1.97	理大野田	-2~1	151	1.52	0.53	0.014	3.38
明大	-2~1	204	1.76	0.24	0.03	1.74	明大	-2~1	105	1.43	0.36	0.03	2.29
日大理工	-2~1	107	1.39	0.52	0.03	3.30							
日大文理	-2~1	123	1.53	0.31	0.03	2.04	日大文理	-2~1	304	1.90	0.37	0.03	2.36
東海大	-1~1	53	1.12	0.47	0.04	2.92	神奈川大	-2~1	248	1.64	0.57	0.12	3.72
1980							1980						
理大野田	-2~1	54	1.15	0.39	0.05	2.45	理大野田	-2~1	177	1.57	0.55	0.02	3.52
明大	-2~1	270	1.85	0.38	0.03	2.42	明大	-2~1	376	1.94	0.45	0.03	2.80
日大文理	-2~1	72	1.30	0.31	0.06	2.03	日大文理	-2~1	251	1.75	0.52	0.010	3.30
							東海大	-1~1	429	2.07	0.35	0.12	2.21
電通大	-2~1	81	1.26	0.39	0.10	2.47	電通大	-2~1	99	1.40	0.30	0.08	1.97

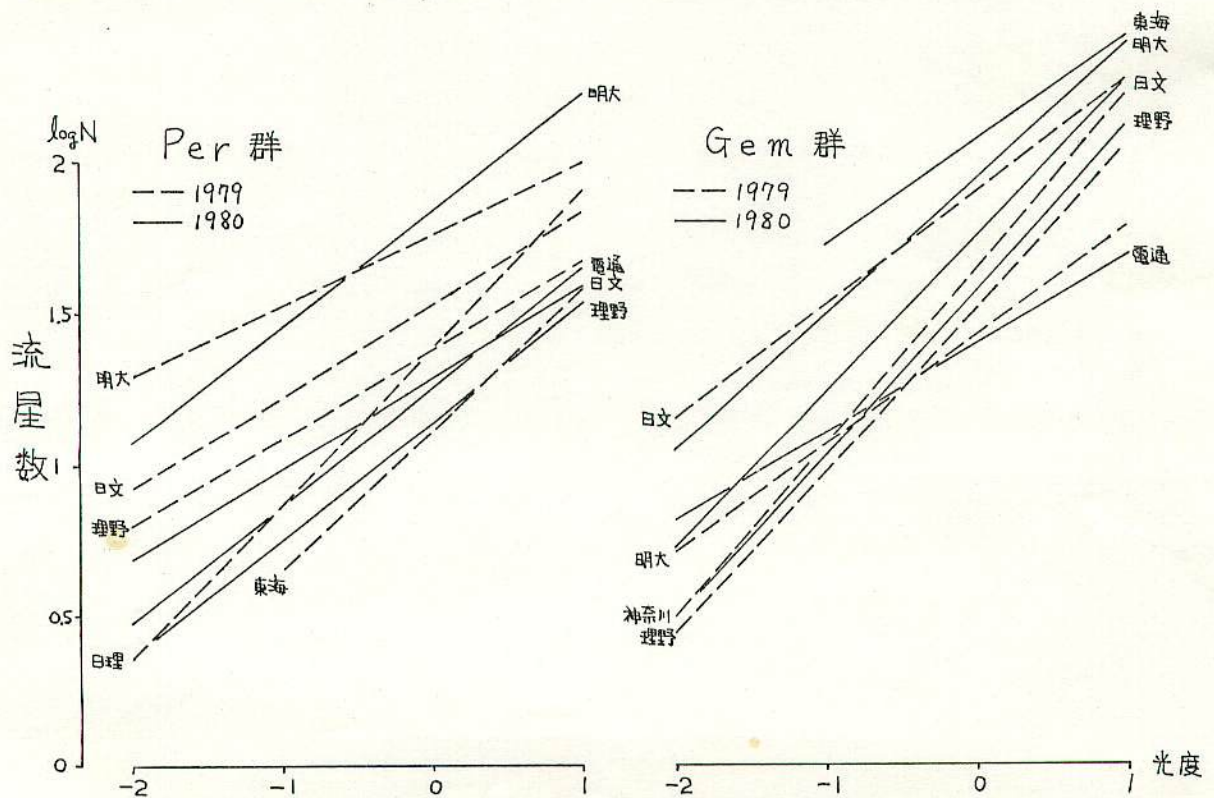


図7. 光度関数グラフ (観測者別)



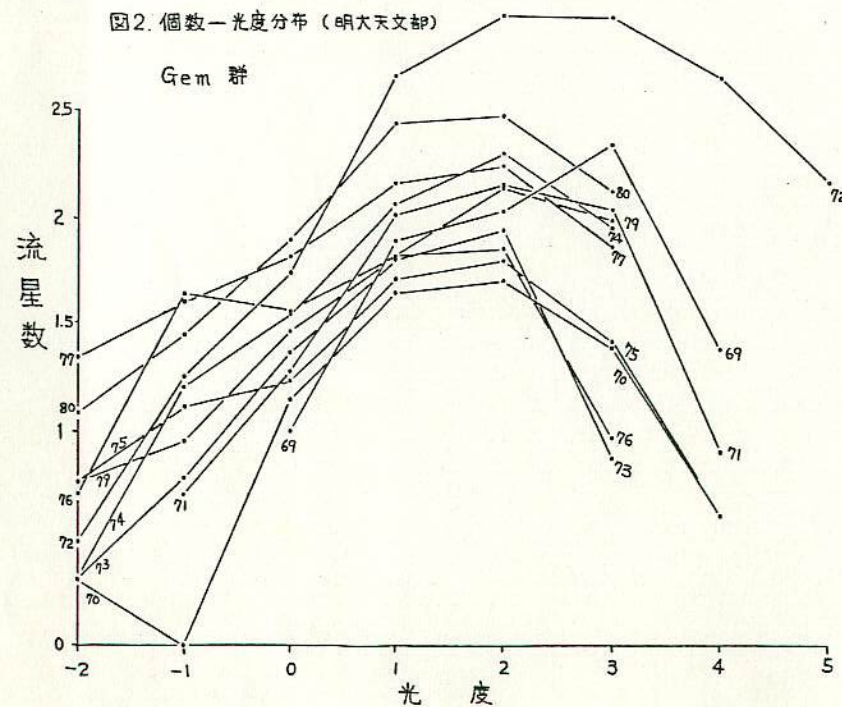
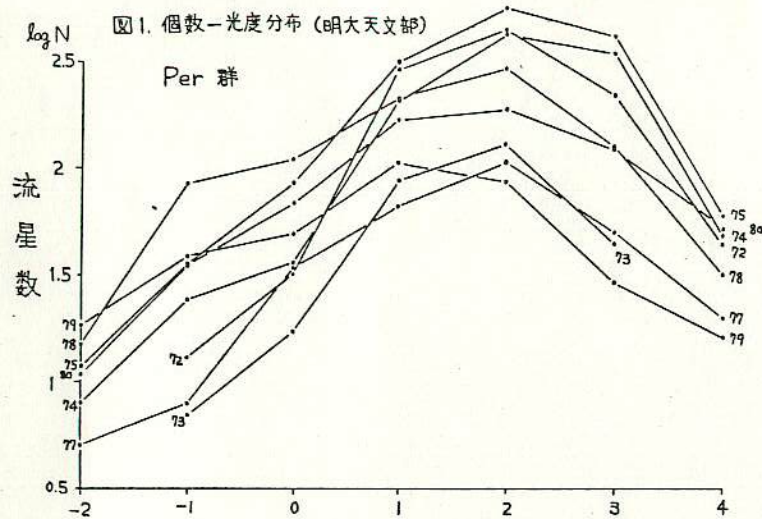


表1. 光度関数 (明大天文部)

$$\log_{10} N = a + bM \quad \sigma_b: b \text{ の標準偏差} \quad 10^b: \text{光度関数}$$

年	Per 群					Gem 群				
	計算等級	計算個数	a	b	$\sigma_b$	計算等級	計算個数	a	b	$\sigma_b$
72	-1~1	314	1.69	0.67	0.16	-2~1	506	1.88	0.70	0.06
73	-1~1	106	1.34	0.55	0.09	-2~1	90	1.31	0.51	0.002
74	-2~1	263	1.76	0.44	0.08	-2~1	160	1.56	0.56	0.08
75	-2~1	428	2.00	0.47	0.03	-2~1	84	1.35	0.29	0.05
76						-2~1	145	1.59	0.32	0.15
77	-2~1	109	1.44	0.40	0.06	-2~1	261	1.86	0.27	0.02
78	-2~1	410	2.05	0.36	0.09					
79	-2~1	204	1.76	0.24	0.03	-2~1	105	1.43	0.36	0.04
80	-2~1	270	1.85	0.38	0.03	-2~1	376	1.94	0.45	0.03

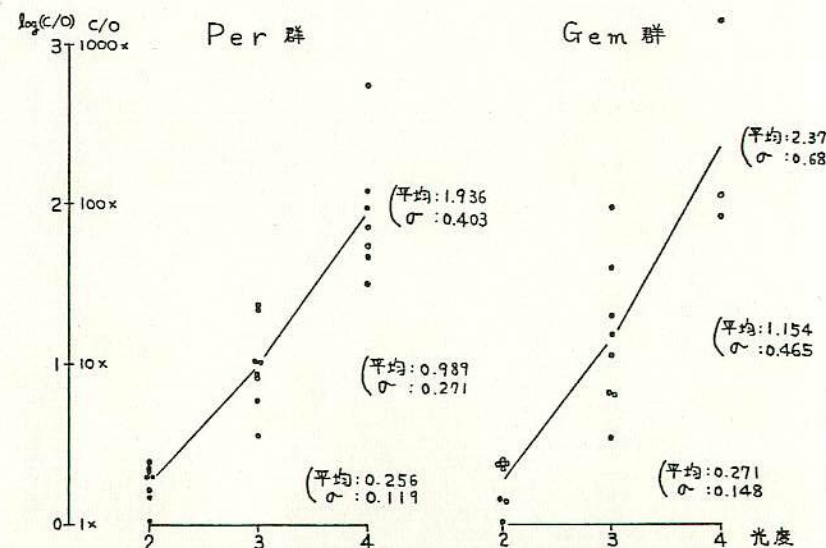
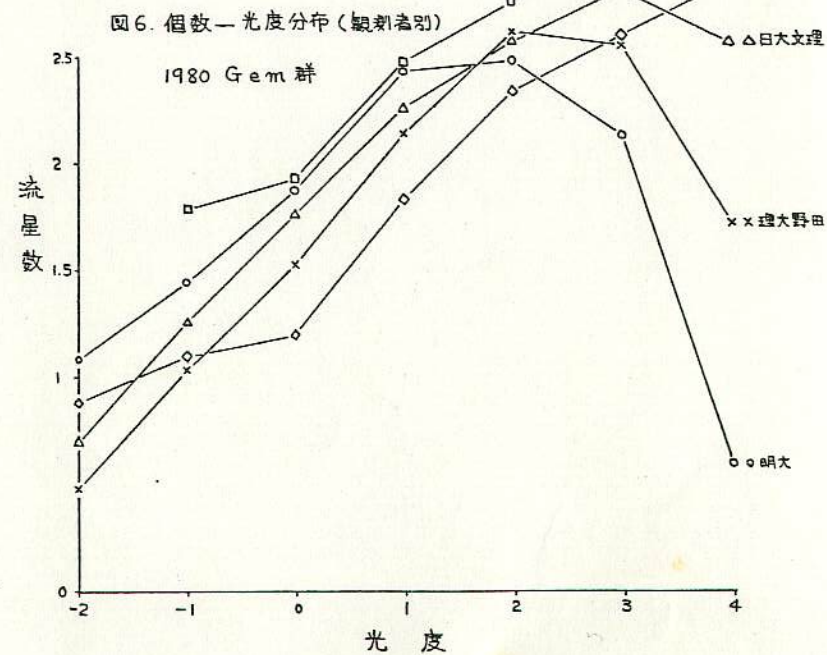
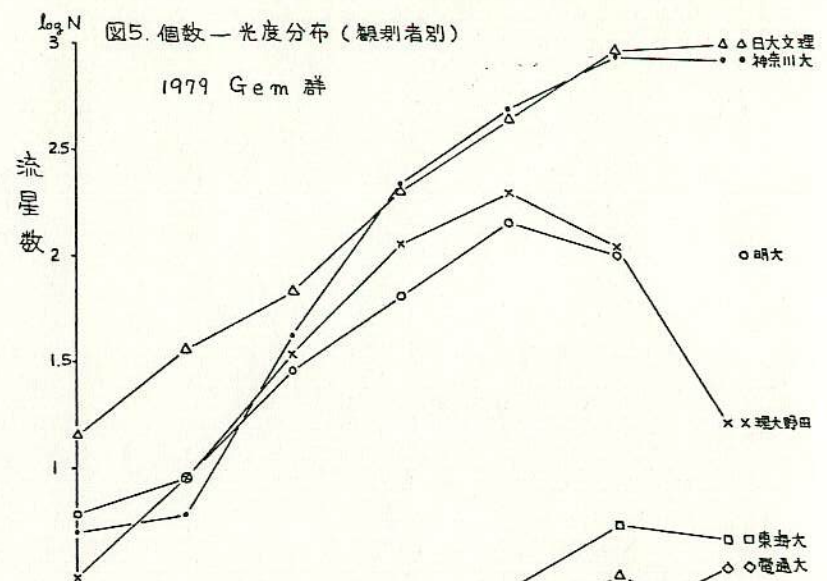
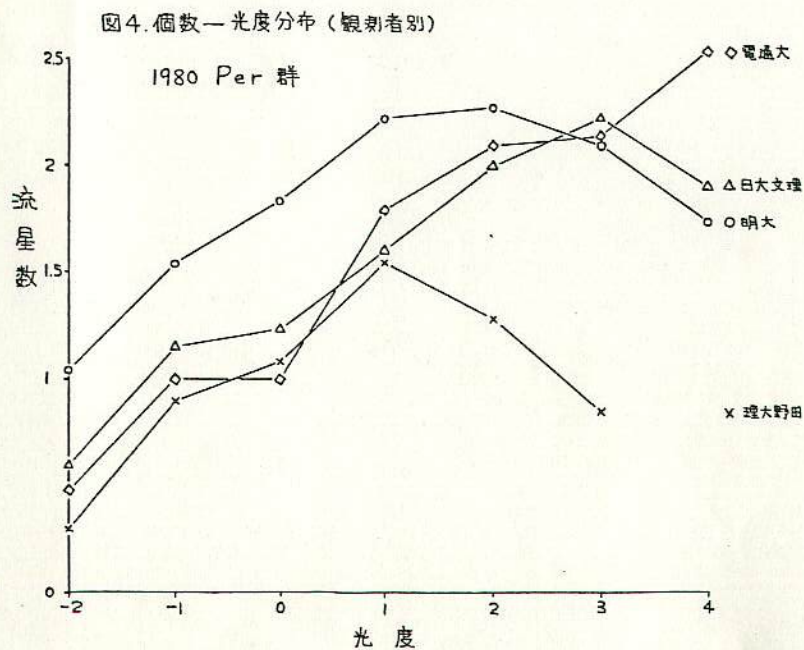
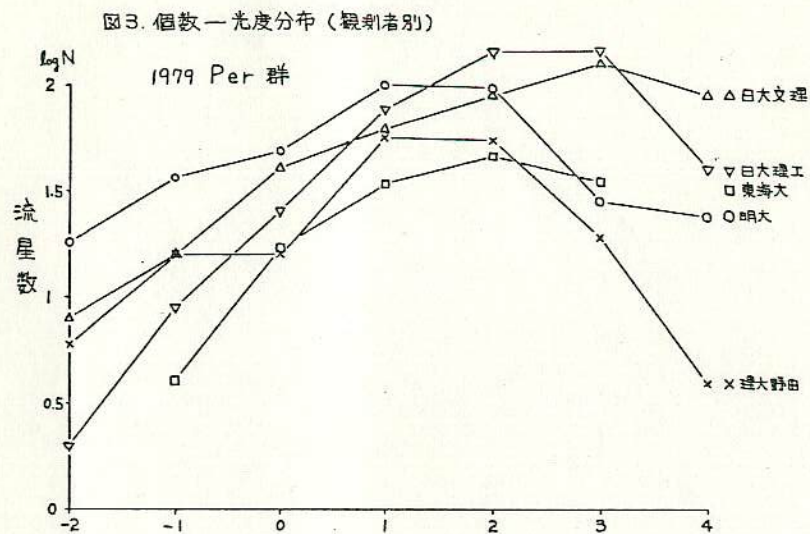


図3. 1等より明るい流星を用いて計算した光度関数から推定した2~4等の流星数(C)と実際の観測数(O)との比較 (明大天文部)







← Per

8月9/10 ~ 13/14

信州大 国史  
1983.10.2.

光度分布 ( ) は Per

MSS-028

NO

← -3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	
0	0	0	2	6	8	11	17	4	0	9/10
(0)	(0)	( )	( )	(1)	(1)	(3)	(1)	(0)	(0)	① (23h20n ~ 23h50)
0	0	0	1	0	7	18	14	4	0	②
(0)	(0)	(0)	(1)	(0)	(3)	(3)	(2)	(1)	(0)	(24h00n ~ 24h30)
0	0	(1)	<del>1</del> 9	13	9	3	3	1		③ (24h40n ~ 25h10)
(0)	(0)	(0)	(0)	(1)	(4)	(3)	(0)	(0)	(0)	
2	1	7	4	10	14	14	14	11	0	④ (25h40n ~ 25h50)
(1)	(0)	(2)	(1)	(3)	(7)	(1)	(8)	(3)	(0)	
0	0	1	3	6	5	9	10	5	0	⑤ (26h00 ~ 26h10)
(0)	(0)	(1)	(3)	(5)	(1)	(3)	(4)	(3)	(0)	
計 3(1)	1	4(3)	11(5)	31(10)	49(16)	61(13)	58(15)	29(10)	1(0)	
0	0	0	3	2	7	26	23	12	0	⑥ (26h10n ~ 26h30)
(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(1)	(2)	(4)	(9)	(0)	
0	0	4	2	9	24	26	15	5	0	⑦ (26h40n ~ 27h10)
(0)	(0)	(0)	(1)	(5)	(10)	(12)	(10)	(2)	(0)	
0	0	1	8	12	15	<del>12</del> 3	0	0	0	⑧ (27h20 ~ 27h50)
(0)	(0)	(0)	(4)	(7)	(6)	(2)	(0)	(0)	(0)	
0	0	5	13(5)	23(12)	46(17)	62(16)	41(14)	17(11)	0	計
0	0	3	5	10	18	17	6	0	0	⑨ (27h40n ~ 23h10)
(0)	(0)	(3)	(2)	(1)	(5)	(4)	(2)	(0)	(0)	



<-3	-2	-1	0	1	2	3	4 <sup>NO.</sup>	5	6	
0 (0)	0 (0)	0 (0)	4 (3)	5 (2)	40 (14)	49 (14)	16 (0)	3 (1)	0 (0)	② (23h20~ 23h50)
0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (1)	5 (4)	16 (7)	32 (9)	38 (9)	11 (0)	0 (0)	③ (24h00~ 24h30)
0 (0)	0 (0)	0 (0)	10 (8)	9 (6)	26 (13)	26 (6)	16 (7)	0 (0)	0 (0)	④ (24h40~ 25h10)
0 (0)	2 (1)	9 (9)	3 (3)	14 (11)	26 (12)	49 (10)	39 (9)	5 (1)	0 (0)	⑤ (25h20~ 25h50)
0 (0)	0 (0)	6 (3)	5 (5)	5 (3)	23 (11)	46 (18)	56 (19)	11 (2)	0 (0)	⑥ (26h00~ 26h30)
0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	19 (15)	21 (11)	35 (17)	34 (15)	6 (2)	1 (1)	⑦ (26h40~ 27h10)
0(0)	2(1)	18(15)	29(22)	67(42)	170(83)	254(84)	205(51)	36(6)	1(1)	計
										12/3
0 (0)	1 (0)	1 (0)	6 (2)	13 (9)	24 (10)	40 (10)	52 (17)	1 (0)	0 (0)	⑧ (23h00~ 23h30)
0 (0)	2 (2)	9 (7)	3 (0)	20 (11)	27 (11)	36 (14)	26 (5)	5 (1)	0 (0)	⑨ (23h40~ 24h10)
0 (0)	0 (0)	1 (1)	2 (2)	22 (14)	59 (14)	47 (10)	40 (10)	17 (3)	0 (0)	⑩ (24h20~ 24h50)
0 (0)	2 (1)	0 (0)	17 (13)	20 (10)	34 (15)	39 (16)	67 (27)	27 (4)	4 (0)	⑪ (25h00~ 25h30)



NO

13/14	HR	CHR	F
① 25h20~25h50	192 (59.2)	24.3 (84.6)	0.7
② 26h00~26h30	326 (100.6)	40.5 (125.8)	0.8
③ 26h40~27h10	348 (107.4)	45.7 (153.4)	0.7
信州大 自然研 天文分科会 眼視部門	最微光星および 光度は観測者 により、バラツキあ り、群は $\kappa$ perのみ であるが、傾向から みても、散在と報 告しているものも かなり群に含まれる	最微光星、 関係上 F 0.7~0.8 は快晴 他に霧に よる。 霧は移動 が早く、CHR も正確とい いはない。 (霧の濃い部 分、視界の狭 い部分を 雲量で表す)	
於、長野県、川島郡 東部町湯の丸高所 キャニオン場			
入: $138^{\circ}24'52''$ φ: $36^{\circ}25'30''$ h: 1780m			
視界 90%弱 (木と丘のため)			
13/14 中断 24h~25h h20は車のライトのため、係数Fが低く、 10/11は霧のため、 24h~26h10m Fが1.0~1.5程度	h20は車のライトのため、係数Fが低く、 10/11は霧のため、 24h~26h10m Fが1.0~1.5程度	h20は車のライトのため、係数Fが低く、 10/11は霧のため、 24h~26h10m Fが1.0~1.5程度	



人数の係数は $3^{24}$   
( )は群

Per 眼視 (5人) 記録人NO.		MSS-028	
9/10 時間	HR	CHR	F
① 23h20~23h50	8.0 (2.5)	13.3 (4.1)	0.6
② 24h00~24h30	22.0 (6.8)	36.6 (11.3)	0.6
③ 24h40~24h10	16.1 (5.0)	22.9 (7.1)	0.7
④ 25h20~25h50	52.0 (16.1)	65.0 (20.1)	0.8
⑤ 26h00~26h30	40.0 (12.4)	100 (30.9)	0.4
10/11			
① 26h00~26h30	63 (18.5)	126 (39)	0.5
② 26h40~27h10	84 (26)	120 (37.0)	0.7
③ 27h20~27h50	38 (12)	126 (38.9)	0.3
11/12			
① 22h40~23h10	20 (9.9)	45.0 (24.7)	0.4
② 23h20~23h50	68 (21)	97.1 (30.0)	0.7
③ 24h00~24h30	62 (19)	103.3 (31.9)	0.6
④ 24h40~25h10	82 (25)	136.7 (42.0)	0.6
⑤ 25h20~25h50	126 (39)	210 (64.8)	0.6
⑥ 26h00~26h30	118 (36)	196 (60.5)	0.6
⑦ 26h40~27h10	124 (38)	206.7 (63.8)	0.6
12/13			
① 23h00~23h30	96 (29.6)	240 (74.1)	0.4
② 23h40~24h10	108 (33.4)	216 (66.7)	0.5
③ 24h20~24h50	128 (39.6)	183 (56.5)	0.7
④ 25h00~25h30	188 (58)	235 (72.5)	0.8
⑤ 25h40~26h10	229 (70.7)	458 (141.3)	0.5
⑥ 26h30~27h10	256 (82.1)	380 (117.3)	0.7
⑦ 27h20~27h50	296 (91.4)	423 (130.5)	0.7



信大 田口  
1983.10.2.

MSS-028

NO

←3	2	-1	0	1	2	3	4	5	6	12/13
0 (0)	0 (0)	13 (12)	19 (17)	17 (12)	54 (24)	46 (19)	50 (24)	7 (1)	0	⑤ 24h40~ (26h10)
2 (1)	2 (2)	1 (0)	14 (11)	37 (25)	33 (18)	57 (33)	68 (34)	16 (2)	3 (2)	⑥ 26h30~ (27h00)
0 (0)	3 (3)	10 (10)	14 (12)	32 (27)	48 (32)	48 (35)	35 (22)	6 (5)	0 (0)	⑦ 27h10~ (27h40)
2 (1)	0 (8)	35 (30)	75 (57)	61 (68)	277 (24)	313 (37)	338 (33)	79 (46)	7 (2)	Σ
0 (0)	2 (2)	3 (3)	6 (3)	16 (7)	45 (22)	35 (12)	19 (6)	19 (2)	4 (1)	⑧ 24h00~ 24h30
0 (0)	1 (0)	1 (1)	6 (6)	15 (9)	3 (1)	10 (4)	20 (9)	6 (2)	1 (0)	24h40~ 25h10
0 (0)	0 (0)	0 (0)	4 (2)	38 (28)	61 (28)	64 (35)	78 (26)	46 (9)	3 (2)	⑨ 25h20~ 25h50
0	2	8	21	32	44	28	15	3	1	⑩ 26h00~ 26h10
小計 0	5	12	37	101	153	137	132	74	9	⑪ は 飛びすぎ のため記録 は時刻だけ αも多し ⑫ は ⑬ は多い

13/14 は光度の記入がおいっかないほど出現, ※はCHR



# 写真流星測定(引伸し方眼ネット法)ⅢパナKM NキレEF

すべ235mm F2F2 信州大OG

①No. ②時間, ③時刻 ④備考 ⑤発光点 ⑥消滅点 ⑦記録  
MSS-028 1983.10.2.

9/10  
① 09-II-⑦, 9-II-⑧, ② 1h10~1h19m ③ 1h24m00s  
④  $\angle$  Per, 理大と同時, -2等, ⑤  $\alpha$  0h08m13.3s  $\delta$  +11°04'34" ⑥  $\alpha$  23h47m19.5s  $\delta$  +0°48'13" ⑦ 56.01"

(2) 09-II-④ ② 2h20~2h29m, ③ 2h22m44s(?) ④ -2,  $\angle$  Per, 緑  
理大と同時(?) ⑤  $\alpha$  2h23m02.6s  $\delta$  +34°23'48" ⑥  $\alpha$  2h19m46.1s  $\delta$  +35°26'19" ⑦ 159.44"

(3) ① 9-I-⑩ ② 3h20~3h29m, ③ 3h28m27s ④  $\angle$  Cyg, -3  
理大と同時 ⑤  $\alpha$  23h06m12.6s  $\delta$  +11°36'01" ⑥  $\alpha$  01h13m13.5s  $\delta$  -7°45'31" ⑦ 226.83"  
⑧ 39.05"

(4) 09-III-⑥ ② 2h50~2h59m ③ 2h58m06s ④  $\angle$  Per, -3, Tr 緑  
理大, 理大7°リズ4と同, ⑤  $\alpha$  0h55m27.2s  $\delta$  -13°47'20" ⑥  $\alpha$  0h49m28.8s  $\delta$  -16°46'14" ⑦ 158.60"

(5) 09-IV-20 ② 3h30~3h39m ③ 3h31m31s, ④ 散, 1等  
⑤  $\alpha$  01h01m33.1s  $\delta$  -1°22'16" ⑥  $\alpha$  0h01m02.6s  $\delta$  -8°45'27" ⑦ 34.98"

10/11

(6) ① 10-II-7 ② 2h20~2h29m ③ 2h23m50s ④  $\angle$  Per, 0等, 理大と  
同時 ⑤  $\alpha$  21h11m55.3s  $\delta$  -4°06'52" ⑥  $\alpha$  21h03m20.5s  $\delta$  -7°30'09" ⑦ 57.72"

(7) ① 10-N-13 ② 3h30~3h39m ③ 3h38m44s ④  $\angle$  Per(?) -1等, スペクトル  
⑤  $\alpha$  23h38m17.6s  $\delta$  +21°41'45" ⑥ 23h34m27.8s  $\delta$  +26°02'59" ⑦ 82.70"

11/12

(8) ① 11-III-5 ② 0h30~0h39m ③ 不明 ④ スペクトル  
⑤  $\alpha$  19h50m32.3s  $\delta$  +43°42'32" ⑥ 19h35m27.2s  $\delta$  +39°32'40" ⑦ 66.37"

(9) ① 11-I-8 ② 1h10m~1h19m ③ 1h12m05s ④  $\angle$  Per, Tr 緑, 甲峰  
理大と同時 ⑤  $\alpha$  22h13m59.6s  $\delta$  -2°01'42" ⑥  $\alpha$  21h48m53.9s  $\delta$  -11°05'24"



(10) ① 11-III-9 ② 1h10m~1h19m ③ 1h10m09s ④ <Per, -2, Tr 終  
 ⑤  $\alpha$  20h36m20.8s  $\delta$  +56°24'41" ⑥  $\alpha$  19h44m24.0s  $\delta$  +46°38'19" ⑦ 117.51"

(11) ① 11-IV-15 ② 2h20m~2h29m ③ 2h21m29s ④ 散, -2, 在, 天ノ外, 理大と同  
 時 ⑤  $\alpha$  01h10m07.9s  $\delta$  +18°31'44" ⑥  $\alpha$  0h59m17.4s  $\delta$  +17°58'41" ⑦ 88.93"

(12) ① 11-II-23 ② 3h40~3h49m ③ 3h44m40 ④ 散, -2等, 天ノ外, 終  
 ⑤  $\alpha$  21h31m55.3s  $\delta$  +4°01'59" ⑥  $\alpha$  21h26m29.8s  $\delta$  +9°38'36" ⑦ 89.03"

(13) ① 11-III-23 ② 3h30~3h39m ③ 不明 ④ <Per 0等?  
 ⑤  $\alpha$  23h46m25.5s  $\delta$  51°27'52" ⑥  $\alpha$  23h55m04.5s  $\delta$  +46°57'53" ⑦ 74.28"

(14) ① 11-III-24 ② 3h40~3h49m ③ 3h47m24s ④ <Per, Tr 終, -2等, 理大  
 ⑤  $\alpha$  21h43m00.5s  $\delta$  +54°31'44" ⑥  $\alpha$  23h23m09.8s  $\delta$  13°19'56" ⑦ 73.92"

12/13

12-II-II  
 (15) ① 12-III-0 ② 0h00~0h09m ③ 0h02m27" ④ <Per, -3等, 12-II-2と同  
 ⑤  $\alpha$  19h36m36.0s  $\delta$  28°19'40" ⑥  $\alpha$  18h53m22.4s  $\delta$  41°10'12'03" ⑦ 12-II-2 32.14", III-0 73.39"

(16) ① 12-I-17 ② 2h40~2h49m ③ 2h48m02s ④ <Per, -2等, 天ノ外, 理大  
 ⑤  $\alpha$  23h48m39.6s  $\delta$  +23°22'04" ⑥  $\alpha$  23h23m07.8s  $\delta$  +13°27'27" ⑦ 136.69"

(17) ① 12-IV-18 ② 3h02~3h09m ③ 3h05m24s ④ <Per, -1, 理大と同  
 ⑤  $\alpha$  1h11m32.8s  $\delta$  +43°06'33" ⑥  $\alpha$  0h59m44.1s  $\delta$  +39°59'44" ⑦ 173.42"

(18) ① 12-IV-21 ② 3h30~3h39m ③ 3h37m03s ④ 0等, <Per, Tr 終, 理大  
 ⑤  $\alpha$  2h47m07.2s  $\delta$  +27°15'47" ⑥  $\alpha$  2h45m17.8s  $\delta$  +21°28'08" ⑦ 82.27"

13/14



1983.10.2.

NO

MSS-028

(3/14)

(19) ① 13-III-3 ② 0h20~0h29m ③ 0h22m05s ④  $\angle$  Per, -2, スペクトル同  
 ⑤  $\alpha$  18h18m56.7s ⑥  $\delta$  +45°27'12" ⑦  $\delta$  +38°48'47" ⑧ 59.22"

(20) ① 13-I-7 ② 1h10~1h19m ③ 1h17m56s ④  $\angle$  Per, -1, スペクトル  
 ⑤  $\alpha$  23h49m17.9s ⑥  $\delta$  +11°28'55" ⑦  $\delta$  +2°41'54" ⑧ 69.34"

(21) ① 13-N-13 ② 2h01~2h09m ③ 2h07m25s ④ 散, -1, slow  
 ⑤  $\alpha$  2h36m10.1s ⑥  $\delta$  +18°19m20s ⑦  $\delta$  +13°27'27" ⑧ 87.21"

(22) ① 13-I-14 ② 2h20m~2h29m ③ 2h20m12s ④  $\angle$  Per, 0等  
 ⑤  $\alpha$  0h40m39.9s ⑥  $\delta$  -23°06'25" ⑦  $\delta$  -29°59'50" ⑧ 59.87"

(23) ① 13-I-14 ② 2h20m~2h29m ③ 2h28m10s ④  $\angle$  Per, -1等  
 ⑤  $\alpha$  0h36m13.8s ⑥  $\delta$  -40°48'11" ⑦  $\delta$  -17°18'25" ⑧ 104.68"

(24) ① 13-III-15 ② 2h20~2h29m ③ 2h20m32s ④  $\angle$  群, 0等  
 ⑤  $\alpha$  23h02m04.9s ⑥  $\delta$  +5°40'24" ⑦  $\delta$  +2°36'20" ⑧ 63.66"

(25) ① 13-II-16 ② 2h30~2h39m ③ 2h36m29s ④  $\angle$  群, -2, 核流星?  
 ⑤  $\alpha$  22h03m08.5s ⑥  $\delta$  -24°52'42" ⑦  $\delta$  -31°59'49" ⑧ 46.59"

(26) ① 13-I-19 ② 3h10~3h19m ③ 3h11m49s ④  $\angle$  群, -3~4, スペクトル  
 核流星? ⑤  $\alpha$  2h46m17.2s ⑥  $\delta$  +3°29'19" ⑦  $\delta$  -8°46'14" ⑧ 148.86"

(27) ① 13-IV-21 ② 3h<sup>19</sup>20~3h29m ③ 3h19m55s ④  $\angle$  Per, -1, 光度変化  
 ⑤  $\alpha$  03h02m14.9s ⑥  $\delta$  +23°46'43" ⑦  $\delta$  +18°53'05" ⑧ 33.55"

(28) ① 13-II-21-0 ② 3h20m~3h29m ③ 3h22m15s ④  $\angle$  Per, -2等  
 ⑤  $\alpha$  0h26m23.0s ⑥  $\delta$  -24°25'11" ⑦ 57.42"



(29) ① 13-II-21-0 ② 3h20m ~ 3h29m ③ 3h23m25 ④  $\angle$  Per, -2 $^{\frac{1}{2}}$   
 ⑤ 0h54m45.75 ⑥  $\angle$  0h43m32.4" ⑦ 81.19"

(30) ① 13-II-22 ② 3h29 ~ 3h39m ③ 3h29m41s ④ -2 $^{\frac{1}{2}}$   $\angle$  Per  
 ⑤  $\angle$  21h51m42.15 ⑥  $\angle$  21h37m16.25 ⑦ 60.48"

(31) ① 13-III-23 ② 3h40 ~ 3h49m ③ 不日月 ④  $\angle$  Per -2 $^{\frac{1}{2}}$   
 ⑤  $\angle$  0h02m43.35 ⑥ 23h54m48.85 ⑦ 51.48"



29 (28-MGS(2))

## On the period of the Geminid meteor stream

J. Jones *Department of Physics and Centre for Radio Science, University of Western Ontario, London, Canada N6A 3K7*

Received 1977 November 21; in original form 1977 October 11

**Summary.** We have devised a new method for analysing the periodicities from year to year in meteor-shower activity. This appears to give more reproducible results than have been previously obtained and the orbital period of Geminid radio meteors is found to be close to 1.49 yr, a value consistent with the decrease in period of faint meteors and also with the systematic change of solar longitude at maximum shower activity with decreasing meteoroid size. When interpreted in terms of the Poynting–Robertson effect, these data indicate a stream age of  $4.7 \times 10^3$  yr which is sufficiently long to explain the lack of very large concentrations of particles in the stream.

### 1 Introduction

The Geminid and the Perseid meteor showers provide the meteor astronomer with two of the most reliable sources of observational data. Yet, while records of Perseid meteors go back over 1000 yr, the Geminid shower was discovered only relatively recently (in 1862 by Greg and also by Marsh & Twining (King 1926)). It is also noteworthy that there is no known comet associated with the Geminid stream, the orbit of which is one of the smallest among both meteor streams and comets. The rate of Geminid meteors does not vary very much from year to year, suggesting that the meteoroids are well on the way to being evenly distributed around the orbit and that the stream is in fact much older than its short recorded history might imply. Taking the mean spread in velocities of the meteoroids when released from their now vanished parent comet to be about 10 m/s (see Whipple 1951), we find that it would take about 3000 yr for non-uniformities in the particle density around the orbit to be dispersed.

How can we make an independent estimate of the age of the Geminid stream from the available observations? A very promising approach is to examine the variation of some of the orbital parameters of members of the stream with mass. Such variations are likely to be the result of the Poynting–Robertson effect whereby particles experience a tangential relativistic retarding force which increases for decreasing particle size and which causes the particles to spiral into the Sun. Thus the change of semi-major axis of the orbit with meteoroid size provides some measure of how long the process has been operating.



Some of the most precise measurements of Geminid meteors have been made with the Super-Schmidt cameras (Jacchia & Whipple 1961; Hawkins & Southworth 1961), but these observations refer only to fairly bright meteors. The orbits of fainter meteors have been determined by an ingenious radio technique (Gill & Davies 1956; Davies 1957) which, although not as accurate as the photographic method, has the compensation that many more meteors can be observed in this fashion.

A second avenue of attack is through the analysis of the rates of Geminid meteors from year to year (see, e.g. Hajduk, McIntosh & Šimek 1974; McIntosh 1974 and more recently Šimek 1976). Since this method involves searching for periodicities in the rates of Geminid meteor echoes over the years, it avoids the necessity of collecting large amounts of very detailed information as is required for the determination of individual orbits. In the past, two methods have been employed to extract the periodicity; Fourier analysis (McIntosh 1974) and the use of a 'simplicity index' (Šimek 1976). While the Fourier technique might seem to have much to recommend it, McIntosh found that the results so obtained were very dependent on whether the data for 1958, in which the Geminid shower was unusually active, were included in the analysis. Without the 1958 data there seemed to be two distinct components, with periods of 1.5 and 1.64 yr. With the inclusion of the 1958 data the 1.64-yr component disappeared completely (see Fig. 1). McIntosh concluded that the abnormally high rate in 1958 was associated with the 1.5-yr component but that there are in fact two components present. Although the possibility of a split Geminid stream cannot be ruled out, it is difficult to find a mechanism which could cause such a split and, since McIntosh himself has demonstrated the sensitivity of the method to the data which are included in the analysis, we feel it likely that the split stream is also an artefact of the Fourier method.

Šimek's suggestion of the simplicity index, whereby the most probable particle distribution is that which shows the least number of maxima, reflects the need for an altogether different method of analysis. While Šimek's index leaves much to be desired, it incorporates the important idea that there is a unique period for the meteoroids being observed, thereby

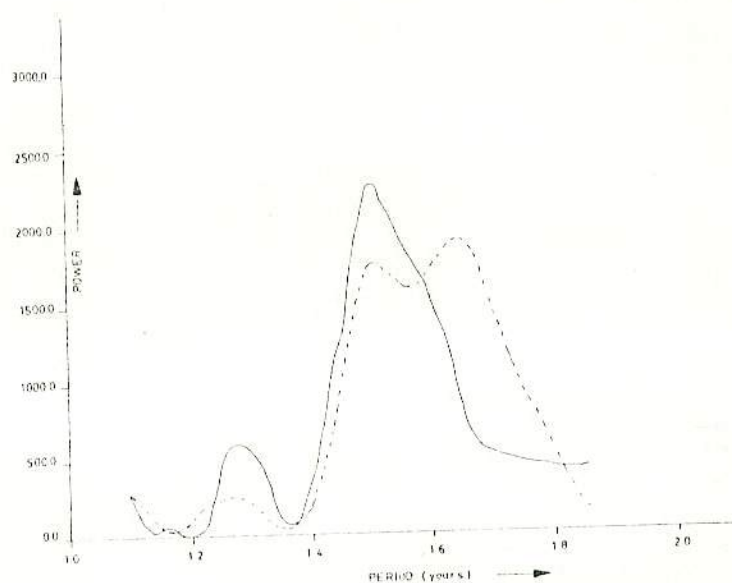


Figure 1. Power spectra of Canadian Geminid radio-meteor data: solid line 1958-71, dashed line 1959-71.



excluding at the start the notion of a split stream. This is the approach we have taken here and in the subsequent section we have tried to develop a more quantitative simplicity index.

## 2 New criteria for the simplest distribution

The aim in developing the following index was to make use of all the data points in any measure of simplicity. Following Šimek (1976), we start by assuming a time period  $T$  and with this we translate the activity from year to year into activity around the orbit. Next, we sort the activities  $R_i$  in terms of ascending order of  $\theta$ , their relative position in the orbit as calculated from this formula

$$\theta_i = (Y_i - Y_{\text{origin}}) \times 360/T,$$

where  $Y_i$  is the year in which the  $i$ th set of data was collected and  $Y_{\text{origin}}$  the year chosen as origin. We used 1960 but of course any year can be used.

If we now imagine the points to be plotted in polar coordinates as shown in Fig. 2, we can easily calculate the distances  $\Delta_{i,i+1}$  between adjacent points and so determine the total length  $l$  of the line which joins all the points. It is an implicit assumption that there is sufficient order in the meteoroid density round the stream that, when the correct orbital period is used, the neighbouring points in Fig. 2 will be highly correlated. Any rearrangement of the points will tend to destroy this correlation, so we expect the correct choice of orbital period to be marked by a minimum in  $l$ . We have tested this scheme with some simulated data and the results of one such test involving '14 years' of data is shown in Fig. 3. The parameters of the simulated data were chosen to facilitate comparison with the observational data of McIntosh, which is analysed later. Many such tests were carried out and in no case was the apparent orbital period different from the actual period by more than 0.03 yr. It was also found advantageous to use a running mean of  $l$  calculated over a 0.1-yr interval which reduced the random fluctuations in the background without attenuating the minimum in the curve.

## 3 Application to observational data

We have used the method with McIntosh's Geminid radio-meteor data obtained in Ottawa and have paid particular attention to the effect of excluding the 1958 observations. The

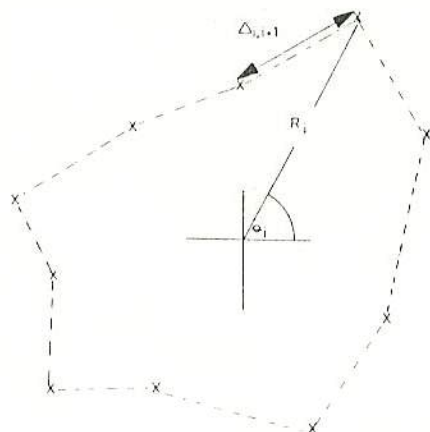


Figure 2. Polar plot of  $R_i$ . The quantity  $l$  is the total length of the perimeter.



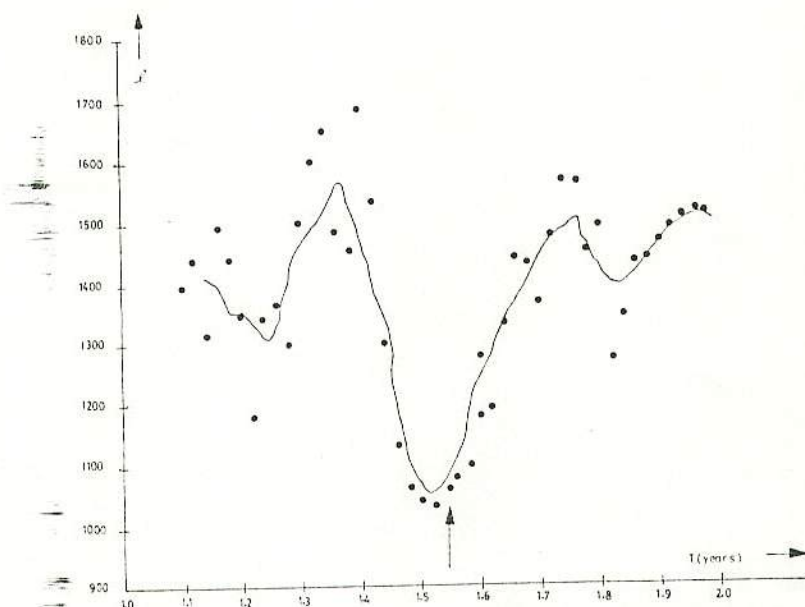


Figure 3. The length  $l$  as a function of assumed time period for some simulated data. The full circles represent raw calculations of  $l$  while the solid line draws the running mean over 0.1 yr.

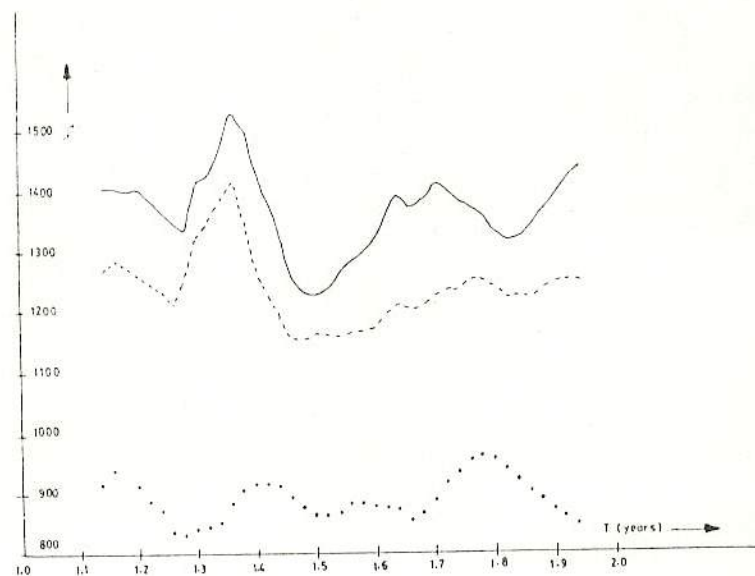


Figure 4.  $l$  versus  $T$  (yr) for observational data. Solid line, Canadian data 1958-71, dashed line, Canadian data 1959-71, dotted line, Czechoslovakian data for 10 years between 1959 to 1971.

results of this analysis are shown in Fig. 4 from which it can be seen that the exclusion of the 1958 results merely causes a slight broadening of the principal minimum. From our experience with simulated data we interpret Fig. 4 to indicate an orbital period of  $1.49 \pm 0.03$  yr.



We also tried the method with the Czechoslovakian data published by Hajduk, McIntosh & Šimek (1974), but the minimum in the curve (see Fig. 4) did not seem definite enough to justify attaching especial significance to it. This is probably because the Czechoslovakian data was for only 10 years in contrast to the 14 years of Canadian data.

#### 4 Comparison with other Geminid meteor observations

The orbital period of 1.49 yr obtained here appears much lower than the periods of about 1.6–1.7 yr found for photographic meteors, but it is possible that the period is a function of meteor magnitude. Fig. 5 shows a plot of orbital period against magnitude for several sets of observational data which we consider to be among the most precise available. Our result is seen to agree with that of Kashcheyev & Lebedinets (1967) and there seems to be a steady decline in period with decreasing meteoroid size.

Because precision orbital data are relatively scarce we have tried to seek some confirmation of the systematic change found above. One convenient way is by use of the solar longitude at the time of maximum meteor activity as a function of meteor magnitude. It is well known (see for example Kresak & Kresakova 1974) that, while the aphelion distance of an orbiting body decreases relatively rapidly as the body spirals into the Sun as a result of the Poynting–Robertson effect, the perihelion distance remains substantially constant until the orbit has become almost circular. Therefore, if we assume the perihelion to be constant, we can use the variations with magnitude of solar longitude at peak activity to calculate changes in semi-major axis of the orbit and hence period. For the Geminid stream this is made easier by the fact that the inclination of the Geminid orbit is only  $23^\circ$  or so and for our purposes we can assume the orbit to be in the ecliptic.

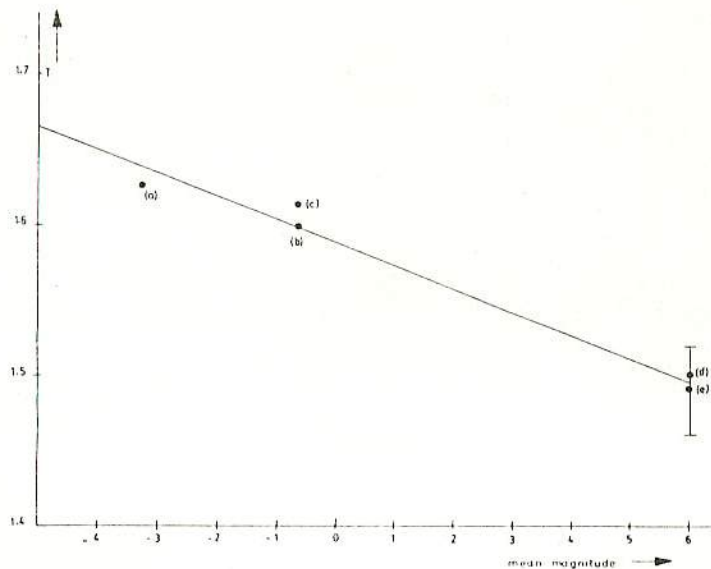


Figure 5. Orbital period versus mean magnitude: (a) Whipple (1951), (b) Jacchia & Whipple (1961), (c) Hawkins & Southworth (1961), (d) Kashcheyev & Lebedinets (1967), (e) present work, solid line — least-squares fit of straight line.



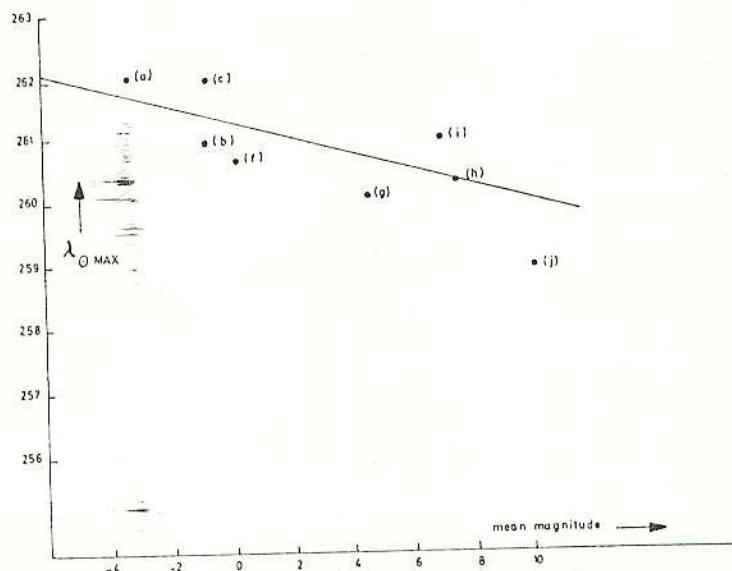


Figure 6. Solar longitude  $\lambda$  versus mean magnitude: (a) to (c) as in Fig. 5, (f) McCrosky & Posen (1961), (g) Šimek (1973), (h) Webster, Kaiser & Poole (1966), (i) Millman & McIntosh unpublished (see Hajduk *et al.* 1974), (j) Forti (1963).

Fig. 6 shows a plot of solar longitude at peak activity for observations at several magnitudes and it is obvious that there is a steady decline of  $\lambda_{O \text{ MAX}}$  with increasing magnitude. Starting from the equation of the orbit

$$\frac{1}{r} = \frac{(1 + \epsilon \cos \theta)}{q(1 + \epsilon)}, \quad (4.1)$$

where  $\epsilon$  is the eccentricity,  $r$  the length of the radius vector from the Sun,  $q$  the perihelion distance and  $\theta$  the angle which the radius vector makes with perihelion, it is fairly straightforward to show that, if the perihelion point is fixed, a small change in  $\theta$ ,  $d\theta$ , corresponds to a change  $d\epsilon$  in the eccentricity given by

$$d\epsilon = \frac{\sin \theta \, d\theta}{(\cos \theta - q/r)}. \quad (4.2)$$

With the figures supplied by Cook (1973) of

$$a \text{ (semi-major axis)} = 1.36 \text{ AU},$$

$$\epsilon = 0.896,$$

$$q = 0.142 \text{ AU},$$

we find  $d\epsilon = 0.01178$  over the magnitude range  $-4 < M < 6$ .

On the same assumptions as before, the change in semi-major axis is given by

$$da = \frac{qd\epsilon}{(1 - \epsilon)^2}. \quad (4.3)$$

When the numbers above are substituted in equation (4.3), we find that the data for solar longitude at maximum activity correspond to a change of  $-0.0155 \pm 0.0068 \text{ AU}$  per magni-



tude, which compares very favourably with the value of  $-0.009 \pm 0.001$  obtained from the data for the semi-major axis.

Finally we can interpret these figures in terms of the Poynting–Robertson effect. It is convenient to use the formulae given by Lovell (1954):

$$\frac{da}{dt} = -\frac{k(2+3e^2)}{a(1-e^2)^{3/2}}, \quad (4.4)$$

where

$$k = \frac{2.51 \times 10^{11}}{\rho r_p} \quad (4.5)$$

and  $r_p$  is the particle radius. Taking the typical mass of a radio meteor to be  $10^{-3}$  g and its density to be  $1 \text{ g/cm}^3$ ,  $r_p$  is about 0.06 cm, so we find the time required for a shift of 0.1 AU to be about  $4.75 \times 10^3$  yr which is certainly sufficient time to allow any large concentration of particles to disperse.

## 5 Conclusion

We have presented a new method for searching for periodicities in meteor-shower rates which gives the most reproducible results to date and have determined the orbital period of Geminid radio meteors as  $1.49 \pm 0.03$  yr. It is not clear how reliable this value is, since it is based on the assumption that there is large-scale order in the meteoroid distribution round the stream, but precision orbital data reveal a systematic change of orbital parameters with meteor magnitude which is consistent with this period and moreover this trend is in good agreement with the variation of solar longitude at maximum meteor activity. If this trend is due solely to the Poynting–Robertson effect then the age of the stream is about  $4.75 \times 10^3$  yr which is in good agreement with the time of  $3 \times 10^3$  yr required for the dispersion of bunches of particles. The late discovery of the stream is likely to be due to the fact that not until the mid-nineteenth century was there sufficient interest in meteor astronomy to stimulate observation during the winter months.

## Acknowledgments

I am particularly grateful to Dr D. W. Hughes for stimulating my interest in this topic and to the National Research Council of Canada for support. I also thank Dr A. R. Webster, Mr J. D. Morton, Mr T. Sarma and Mr R. L. Hawkes for many valuable discussions.

## References

- Cook, A. F., 1973. NASA Sp-139, p. 183, *Proc. IAU Colloq. 13*, 1971, Albany, New York.
- Davies, J. G., 1957. *Adv. Electronics Electron Phys.*, **9**, 95.
- Forti, G., 1968. *IAU Symp.* **33**, 423.
- Gill, J. C. & Davies, J. G., 1956. *Mon. Not. R. astr. Soc.*, **116**, 105.
- Hajduk, A., McIntosh, B. A. & Šimek, M., 1974. *Bull. astr. Inst. Csl.*, **25**, 305.
- Hawkins, G. S. & Southworth, R. B., 1961. *Smithson. Contr. Astrophys.*, **4**, 85.
- Jacchia, L. G. & Whipple, F. L., 1961. *Smithson. Contr. Astrophys.*, **4**, 97.
- Kadacheyev, B. L. & Lebedinets, V. N., 1967. *Smithson. Contr. Astrophys.*, **11**, 183.
- King, A., 1926. *Mon. Not. R. astr. Soc.*, **86**, 638.



- Kresak, L. & Kresakova, M., 1974. *Bull. astr. Inst. Csl.*, 25, 336.  
 Lovell, A. C. B., 1954. *Meteor astronomy*, p. 404, Oxford University Press.  
 McCrosky, R. E. & Posen, A., 1961. *Smithson. Contr. Astrophys.*, 4, 15.  
 McIntosh, B. A., 1974. *Bull. astr. Inst. Csl.*, 25, 362.  
 Šimek, M., 1973. *Bull. astr. Inst. Csl.*, 24, 213.  
 Šimek, M., 1976. *Bull. astr. Inst. Csl.*, 27, 168.  
 Webster, A. R., Kaiser, T. R. & Poole, L. M. G., 1966. *Mon. Not. R. astr. Soc.*, 133, 309.  
 Whipple, F. L., 1951. *Astrophys. J.*, 113, 464.



# 突発したジャコビニ大流星雨

日本流星研究会事務局長 戴 保男

## ●竹内氏の電話で一変

10月8日夕方、ジャコビニ流星雨が突発的に大出現した。この現象は、私たちに流星観測の重要性和楽しさを再認識させ、またジャコビニ流星群の構造について、貴重な資料を提供してくれた。

当日、筆者は仕事を早目に切りあげ観測の準備をしていた。18時40分頃、栃木県に出張していた竹内雄幸氏から、「戴さんジャコビニが出ていますよ、みんなに連絡して」という電話が入って情勢は一変した。

すぐ屋上に上って確かめると、なるほどりゅう座の頭部から流星が吹き出している。この段階では、これから流星が増加していくものと考えていた。すぐ長谷川一郎氏(NMS会長)をはじめ、2~3の観測者や新聞社・放送局などに電話を入れ観測をうながした。この時レギュラーの観測者は、ほとんど観測地に向って出発していた。筆者自身は19時から観測を開始した。

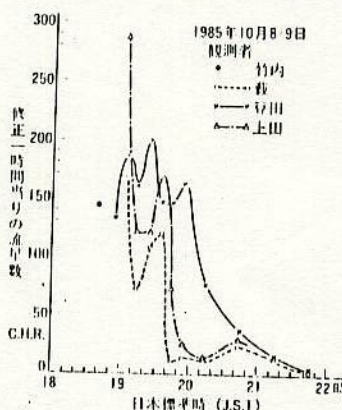
薄明の残る空に、シュー、シューと流れる。時々0等ぐらいの流星も見えるが、多くは2~3等星、最微星が4.5等という条件下での観測のため、暗い流星が十分見えず残念だった。

## ●極大は18時30分~19時の間か

図1は筆者の観測をはじめ、竹内雄幸氏、兵庫の豆田勝彦氏、滋賀の上田恵子氏の観測結果である。竹内、豆田両氏は6.0等まで見える好条件下、筆者は最微星が4.5等から5.0等、上田さんは3.0~3.5等の条件下での観測である。これを見ると、条件のちがう所での観測結果の

差がよくわかる。

図1から、今回の流星雨がいつ極大になったかを決定することは、大変興味があり重要なことだが、18時台の観測が少いので、今の所決定することができない。観測から、筆者自身は18時30分~19時の間ではなかったか?と考えているが、それを裏付けるデータがない。図1を総合すると19時に極大ということになる。その頃の出現数は、ほぼ1時間当たり200個程度であったと考えられる。それ以後一度減少し、19時30分



【図1】 ジャコビニ流星雨出現数

頃に第2の極大を迎え、それ以後小さい増減をくり返しながら減少していった。

豆田氏および筆者と上田氏の観測流星数は、その流星の光度別出現数を表している。19時30分頃までは明るい流星もたくさん見られたが、それ以後は暗い流星中心に移っていったと考えられる。筆者と上田氏の傾向がよく似ているのは、暗い流星(3等より明るい)の出現数変化を示していると云えよう。

## ●光度分布、電波、望遠鏡では

表1は、筆者と豆田氏が観測したジャコビニ流星の光度分布である。豆田氏の結果から3等

4等の暗い流星が多いことがわかる。千葉県館山で観測した月天編集部は、18時台は流星が数秒に1個のペースで流れた時もあったといっている。このペースがもし1時間持続したとすると、HR 1000以上の大出現という状態だったようだ。

電波観測はどうか。豊川の鈴木和博氏は、18時台は定常観測で記録用紙の送りがおそかったため、個々の流星に分離できなかったといっておられる。このことから相当なエコーがあったと考えられる。

望遠鏡観測では、吉田氏が21時頃から観測をはじめられたようで、HR 2程度であった。19時台にハートレイグッド坪星を観測していた人は、視野中を何度か流星が通るのを見たといっている。18時~20時の間の観測がまだ報告されていないことが悔まれる。筆者はカメラも開いていたが、残念ながら流星は入ってこなかった。流星は黄色系統で、経路がやや短かく暗い流星の多いことが特徴であった。

## ●第一級の流星群となる

私たちの日本流星研究会(NMS)では、G計画としてこの群の観測を重視してきた。担当は河越彰彦氏(〒302 茨城県取手市吉柳675)と上山泰一郎氏(〒590 05 大阪府泉南市豊井1754 東洋クロスKK第2男子寮内)である。この群を観測された方は、日時(5~10分毎に)観測開始、終了、観測方向、G群流星数、最微星、雲量、観測地の経度、緯度、光度分布などを、上記どちらかの方へ報告されたい。いずれこの方々から正式な整約結果が発表されるだろう。

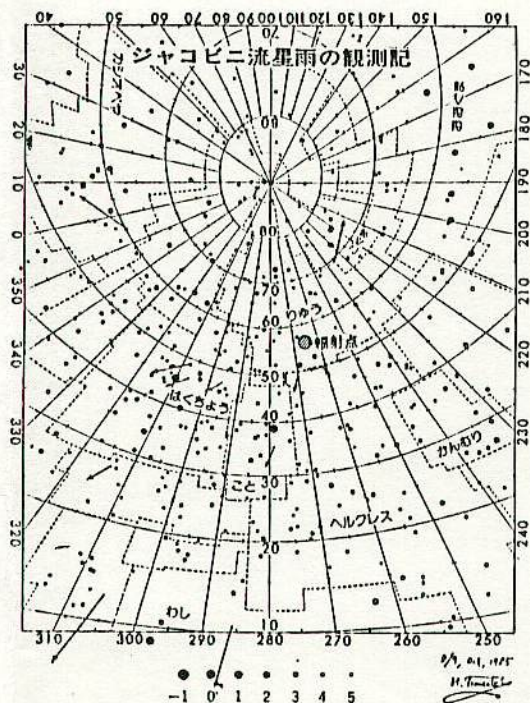
ジャコビニ群は今回の出現によって、今後特に注意しなければならない第一級の流星群になった。それと流星雨に対する観測者の準備に、大きな注意を喚起してくれ、観測に大きなファイトを湧かせてくれた。

【表1】 ジャコビニ流星の光度分布

観測者	光度										合計
	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5		
戴	流星数	—	1	1	6	7	15	17	12	—	59
	割合%	—	1.7	1.7	10.2	11.9	25.4	28.8	20.3	—	100%
豆田	流星数	1	0	4	14	11	41	89	45	8	213
	割合%	0.5	—	1.9	6.6	5.2	19.1	41.8	21.1	3.8	100%



## "天文ガイド" 1986年1月号



今から13年前の1972年10月8日は日本中で時ならぬ流星雨のニュースで大きな話題となった。マスコミの取り上げ方が大々的でもあり、東京の銀座のネオン街が消灯したり、広まりつつあった回転サーチライトが消されるなど、星を愛する者にとって夢のような事態が各地で起こった。ジャコビニ流星雨の大出現の予想で、一大キャンペーンが行なわれたが結果は曇天のせいもあってか空限りに終わった。

今回のジャコビニ・ジンナー彗星の回帰に際して、彗星通過後の条件と地球の位置関係の相対的見地からでは、流星雨の出現予想は否定的ではあったが、私は直前の予想極大時刻、8日の22時すぎ(日本時)に合わせ、早目に山奥の観測地に迫って観測に入った。天候は前日までの曇雨天が一転して冬型気味の快晴。薄明が終るころには北の方から明るい流星がボツ、ボツと飛んでいる。

ジャコビニ流星雨は1933年にヨーロッパで、1946年にはアメリカで毎分100個を数える大出現が見られた実績がある。流星雨はいずれも2時

間程度で終止している。日本ではこの群は観測されてはならず、毎年10月8日ごろのジャコビニ群の活動はきわめて少なく、群流星が1個か2個ほど認められている程度で、これは散在流星のレベル以下である。我われにとってジャコビニ流星群は幻の流星群であったわけである。

暗くなると、さかんに飛んでいる流星の輻射点は、正に、りゅう座頭

部のちょっとイビツな四辺形の所である。流星はごく経路が短かくて淡い広がりを持ったフワ〜と飛ぶ感じの流星ばかり。ふたど座α群やペルセウス座γ群のように星空を切りさくようなすどろい感じの流星とは一見して印象を異にする流星である。いい伝え通りのアーこれがジャコビニ群の流星なんだな〜と思いながら、19時半から流星の数を数え始め別表のような結果が得られた。はじめのうちは、この状態が極大予想の22時ころまで増えつづけたら、自分1人ではどうすることもできなくなるのではないかと思われた。

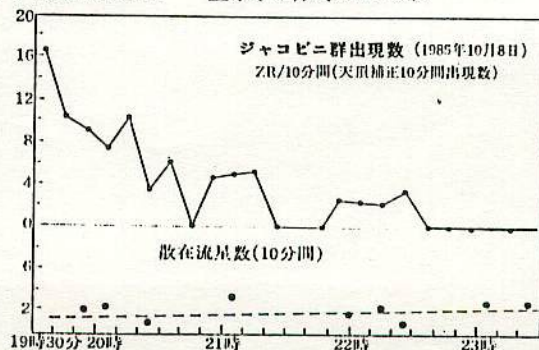
途中から巻雲が広がり空の一部がおおわれたりしたが、薄雲を通して明るい流星は見える状態ではあった。20時を過ぎるころには目に見えて流星数が少なくなり、21時すぎにはパッタと出なくなった。

サイディング・スプリング天文台

のマックノートが予報した流星物質の雲が見えるかもしれないという情報(山本速報No2044)にそってわし座近くの空域を注意したが、対日照より明るい光芒は認め得なかった。幸運にも当日は全国的に晴天にめぐまれた。この変りやすい天候が一日前後にずれても、今回のシャワーを見ることはできなかっただろう。

振り返って私の観測したデータとこれまでにあった大出現の様子を対比してみると、日没直後がもっとも多く飛んでいたと思われるが、日本の東海上で大きなシャワーの山があって、我われはその活発な活動がほぼ終息するころに日没。薄明となり、シャワーの最末端を見ていたものと推測される。

22時過ぎの極大予想に合わせて準備したり、食事を取っていた人などに、この出現を見のがした人が相当にいたのではないかと考えている。また13年前の空撮りにこりて、一般の人へのキャンペーンを差しひかえていたことは大失敗であったと反省している。各地から一般の人が何も知らずに夕焼けの中にかくさん流星が飛んでいたというような目撃報告が多く、今回のシャワーが最大でどの程度のピークであったかを知る上で、大切な情報収集ができないからである。読者の中にも10月8日夕方このジャコビニ流星群を観測された方はその情報をぜひお寄せいただきたい。日本流星研究会・観測研究部 富岡啓行(〒319-14 茨城県日立市小本津町2148-43)。





## ジャコビニ群大出現！

10月8日夕刻、ジャコビニ流星群は予想外？な活発な活動を見せました。

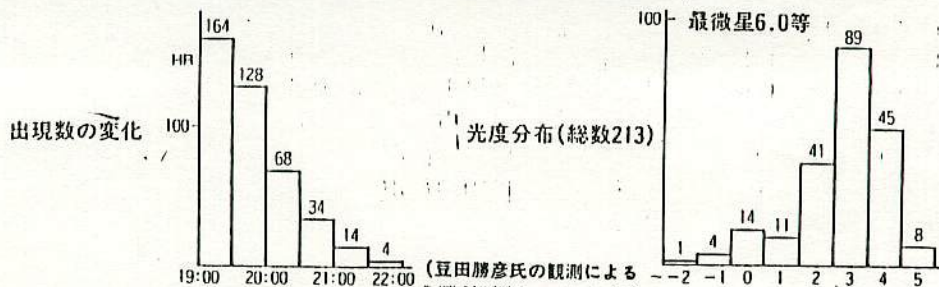
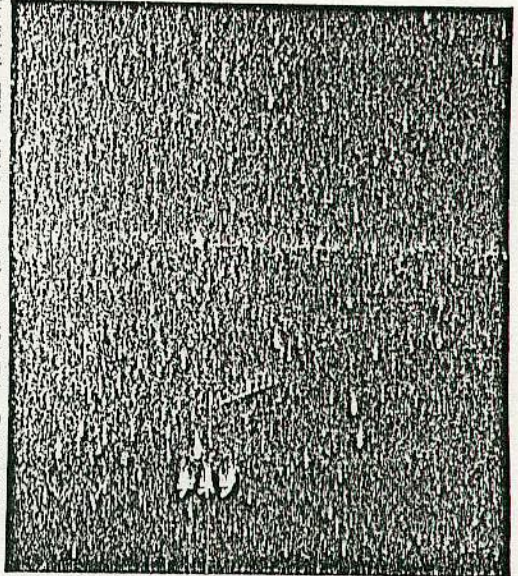
「流星雨」は薄暮と共に始まっていた。今回は雪星軌道面を地球が通過する時刻の22時が極大時刻と予想されていたため、ほとんどの観測者は夕飯をすませて20時頃より観測を開始しています。その頃にはもう下り坂になっていて「予報」の22時にはほとんどはおさまっています。そのため大半のひとはジャコビニ群は今回も不発だったと思ったでしょう。

19時より観測を開始した神戸の豆田勝彦さんのデータを見ると活動の状況がよくわかります。観測開始の19時00～30分の間に最高のHR164の出現を記録しています。過去の大出現の例でも大出現の時間は2～3時間ですので、出現のピークは18～19時台にあったものと思われますが19時以前のデータが今のところ無いのでなんとも言えません。また、光度分布を見ると3等級の流星が一番多く、やはりやや暗い流星群である事が分かります。これは空の悪い地域ではあまり大出現と感ぜられなかった事を示しています。いずれにしても今後の集計に期待したいと思います。

KPMでは今回あまりネットワーク体制を敷かれなかった事と観測開始が遅れたため、写真はあまり撮られていません。流星写真の撮影に成功された方は至急ご連絡下さい。

とにかく、今回はどうせ出ないだろうとタカをくくっていた事が十分な観測が出来なかった最大の原因でしょう。たしかに今回の母雪星の回帰により放出されたダストは地球には到達しないと思われていたわけですが、前回、前々回の回帰に放出されたダストが地球と交わることは十分に可能性があったわけですが、実際の流星雨の予報は非常に難しい問題ですが、今回の出現を教訓に今後より一層の努力が必要でしょう。

写真流星 撮影・大塚勝仁 撮影地・東京都世田谷  
等 1等 同55分40秒 0等 同51分45秒 19時45分30秒  
右の写真は19時55分40秒に出たもの 20時4分までのデータに2個 0

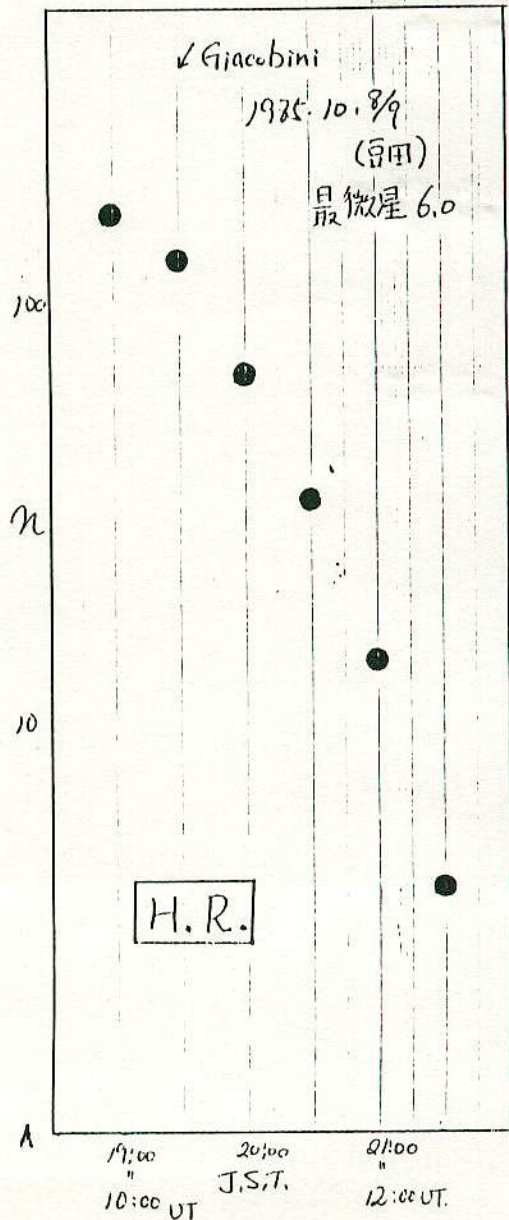
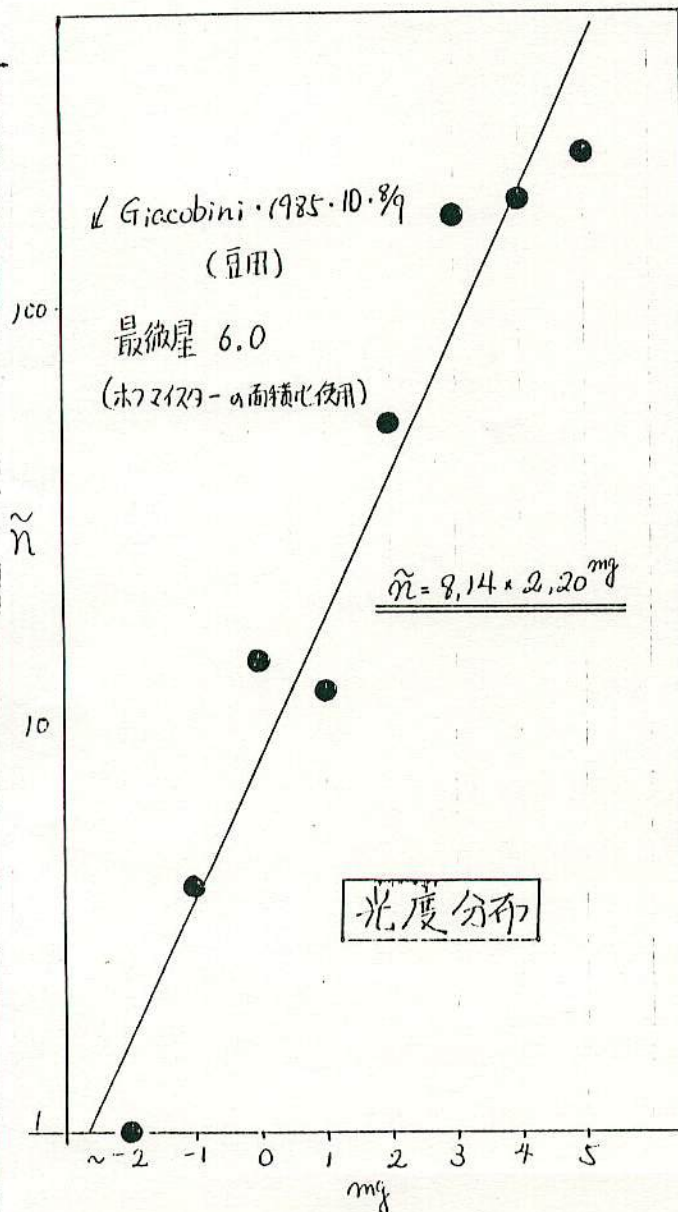


次回会報発行は12月1日頃 Gem群の観測予定は早目に報告して下さい。



# ジャコビニ群の出現をどう考えるか 資料2

大西 洋 1985.12/32





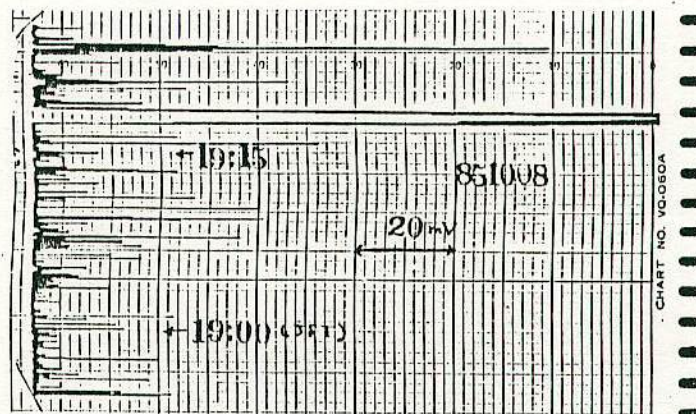
アメリカでのジャコビニ流星情報 アメリカ Meteor News の K. Simmons からの私信によると、北アメリカではジャコビニ群は全く出現しなかった。R. L. Boehm は 10 月 9 日 11:09 UT に (11:00 ~ 13:10) に 1 個見た、10 月 8 日 13:00 ~ 14:45 UT には見られなかった。またハワイの K. Seons は、10 月 8 日 08:00 ~ 12:00 UT (天頂最微星 4.5 Mag) にそれぞれ HR で 2, 7, 5, 3 個の群流星を見た、同じくハワイの M. Morrow は 10 月 8 日、09:00 ~ 12:00 UT (天頂最微星 5.5 Mag) にそれぞれ HR 12, 8, 3 であった、両者共雲があった、また 11:05 UT 以後は月があった。またジャコビニ群の平均光度は 3.15 等であったと報告してきた。(幷私見、ハワイでのこの群の RP 高度から考えると ZHR は相当な数になる。特に 09:00 ~ 10:00 UT は丁度日本時で 18 時 ~ 19 時の時間帯で、この時間帯に max があったことがうかがえ、我々の観測とよく一致する。)

さて、眼視で大出現したと伝えられる G 群は、望遠鏡観測者では吉田氏が、8 日 21 時以降に HR で最大 3 程度捕えたに過ぎない。殿村の所では、夕方から曇天。21 時以降は雨も降り出す始末で、次の日に大出現の情報を聞き、ア然とした次第。ただ、Ori 群は今の所 (22 日現在) 大気に恵まれているので、それかせめてもの救い。これらの詳細は、来月報告します。

# 電波観測部門報 No. 2

電波観測研究幹事代行 鈴木和博

速報 ジャコビニ流星雨



(図-1) ジャコビニ流星雨最盛期の FRO チャート (於: 豊川市)

すでに、種々の情報から皆さんも御存知かと思いますが、10 月 8 日 18 時 30 分ころ ジャコビニ流星雨が日本において観測できた模様です。(図-1) は豊川市の鈴木氏の FRO チャートを示したものです、異常な大出現が一瞥できます。18<sup>h</sup>~19<sup>h</sup> といえば、流星エコー数は 1 日のうち最も少ないところで HR 10 前後というのが通常です。また、この時間帯は、スボラジック E 層、飛行機からの反射など、FRO にとって妨害が多く、条件としては、最悪です。にもかかわらず、それらをのりこえて流星エコーが多数受信されています。夜中の安定したところだと小エコーのカウントも可能ですが、この時間帯では、それは不可能です。詳細な分析はまだ行なえていませんが、全エコーについて、18<sup>h</sup>~20<sup>h</sup> ころには HR 数 100 になるものと思われます。FRO 結果をおもちの方、レポートをお寄せ下さい。



# "天文ガイド" 1986年1月号

## ジャコビニ流星雨の分析

齊 藤 馨 児

ジャコビニ彗星に関連するりゅう座流星群が10月8日にいちじるしい活動をおこした。今回地球が彗星の軌道面(降交点)をよこぎる時刻は、日本時間で8日の22時すぎにあたる。彗星は数年前に木星の摂動によって軌道が変わってしまったから、流星もあまり期待できないが、万一現われるとすれば、この時刻が中心と考えられていた。じっさいは活動があり、肉眼によるピークは19時より以前、活動時間は2時間ほどだった(流星レーダ、FM電波、望遠鏡による観測については、情報収集がおくれていて不明)。

この流星群は13年前に大出現するという予想ははずれ、観測者ばかりかいったん市民までがっかりさせた経歴がある。ふるい話ではなく私をふくめてほろにがい思いをのこしている人は多いはずだが、今回はべつの意味で悔いがある。なかなか流星群とはとらえどころのないものだ。

ジャコビニ彗星は1900年に発見され、木星風のひとつだ。1898年に木星に近づいて軌道が変わり、彗星がみつかったばかりか流星群まであらわれるようになった。周期が6年半だから、地球との距離は13年ごとに小さくなる。1913、26、33、46、59、65、72、79、85年の回帰が観測され、流星雨は1933年にヨーロッパで、1946年に北アメリカで記録された。そのときの流星物質の空間密度は、有名なしし座流星群に負けなかった。ジャコビニ群は対地速度が小さいため、明るい流星の数がすくないのはしかたがない。

1972年には地球と彗星との軌道のへだたりが前2回の流星雨のときよりさらにせままり、彗星自身も地球

に近づくため、流星雨の出現は確実と考える人が多かった。にもかかわらず活動せず、かえって今回あらわれたのは、流星物質が彗星

軌道上の限られた範囲にだけ分布しているためだろう。それはつぎのように理解したらいいと思う。

ジャコビニ流星物質は彗星が近日点付近にたつた短い期間だけ、彗星核からでてくる。ちいさな放出速度があるため、出てきた粒は彗星にたいして相対位置がしだいにはなれていき、軌道上で彗星の前、後のある範囲にひろがる。回帰のたびにこのことがくりかえされると、軌道にそって粒の密なところが間隔をおいてなることになる。数百年後に、そのむらは個々の粒の初速度のばらつきと惑星の摂動力とによってならされてしまうが、いまはまだ、彗星のちかくに残っている。

彗星核から粒がでてくるのは、蒸発するガスの圧力で押しだされるためだ。粒の初速度は彗星核の表面とその付近の物理状態を知ることがかりになるから、どうしても知りたい。ダストの尾をつくるちいさな粒については、この速度は尾の形や輝度の観測を理論とつきあわせてもとめることができる。だが流星物質ほどの大粒になるとその方法は役にたかない。ジャコビニ流星の観測は、この意味で彗星の研究上も重要である。

チェコスロバキヤのブラベクは、1946年の流星雨の放射点のひろがりからみて、軌道面に直角な粒の放出速度は30m/secだったという。イギリスのデービスとツルスキーとは、彗星と粒とに加わる惑星の摂動力の計算をしてみて、1894年に速さ数m/secで放出された粒が、1933、46年の流星雨になったといっている。似た考えでソ連のエブド

キモフは、1940年に13~14m/secで放出された粒が1946年に流星雨を生じたとみている。

彗星が降交点をとってΔM日たつたとき地球がその点にたつし、流星を観測できたとする。粒の初速度をいくつか仮定して、放出されたあと観測されるまでになん年たっているか、また軌道をなん周したことになるか求めて表をつくってみた(計算の方法は『天文月報』65巻、7号、170ページ(1972)にある)。

たとえば初速度を13~15m/secとすると、1933、46、85年の流星物質はそれぞれ5、1、2回まわりの回帰のとき放出された粒だということになる(周回数がほぼ整数になるところがみそである)。デービスたちのように具体的に摂動をしらべて確かめたいとおもっている。

今回の流星雨に関し、杉本智氏が討論の相手になってくださった。お礼を申し上げる。

年	q A.U.	Δr A.U.	ΔM 日	流星活動 毎時数
1898	1.222	+0.237		彗星発見
1900	0.932	-0.0619		
1913	0.976	-0.0181		
1926	0.995	+0.0005	-770	17
1933	0.999	+0.0054	+80	4000~6000
1939	0.996	+0.0012	-136	活動なし
1940	0.996	+0.0012	+229	
1946	0.996	+0.0014	+15	4000~6000
1952	0.989	-0.0057	-193	180
1953	0.989	-0.0057	+172	活動なし
1959	0.936	-0.059	-20	活動なし
1972	0.994	-0.0007	+59	1~2
1985	1.028	+0.0329	+29	200

q: 彗星の近日点距離

Δr: 降交点での彗星動径-地球動径

ΔM: 彗星の交点通過後地球の到達する日数  
(-は地球が先の場合)

表1. ジャコビニ流星群の活動

流星雨 年	ΔM 日	放出されたとき(周回数) v: 仮定した放出速度					
		v=10m/s		30m/s		14m/s	
		年	回	年	回	年	回
1933	+80	48	(7.4)	16	(2.5)	35	(5.2)
1946	15	9.0	(1.4)	3.0	(0.5)	6.4	(1.0)
1985	27	16	(2.5)	5.4	(0.8)	11.5	(1.8)

表2 流星物質のできたとき



# ジャコビニ群の大出現を予測した

都立上野高校地学部OB会 長谷川 隆

10月8日夕方、空気の澄んだ暗い空の下で、ジャコビニ群がたくさん見られた——という話を聞いたとき、『とうとう心配していたことが、現実に起こってしまったな』と筆者は思った。恐らく、あれだけ事前に『ジャコビニ不発』のウワサが行きわたっていたれば、たぶん、よほど流星に興味のある人間か、どこか熱心に流星観測を行なっている会にでも入会し、活動している人間でもない限り、事前に綿密に計画を立てて観測する気はちょっと起こらないだろうと、筆者は思ったからである。

## 納得のいかない“不発”の根拠

一方、その『不発』の根拠というの、筆者には到底納得しがたいものがあつた。

『条件の良い1972年に出現しなかったのだから、それより条件の悪い1985年に出るはずがない』と言う人は大勢いたが、それほど母彗星からの流星物質の放出が貧弱なら、1972年と条件の似たりよったりだった、1933年や1946年になぜ大出現したの

かが全く説明できない。

また1926年、1933年、1946年、1952年が、『母彗星と地球の位置関係図』上で一直線に並び、他方1972年がはずれることから、1972年の不出現を説明する意見があつた(中野圭一氏ら)が、これも筆者には納得がいかなかった。なぜなら、この『出現ライン』が、図をよくみるとグラフの原点を通過していなかったからである。

つまり、この考えがもし本当なら、地球がジャコビニ-チンナー彗星のごく近く近くを通過しても、流星雨が見えないという不自然なことになるし、他方その矛盾をさけるために、出現領域に多少の幅を持たせたなら、1972年には絶対出ないと言い切れるかどうか、かなり怪しいように思われた。

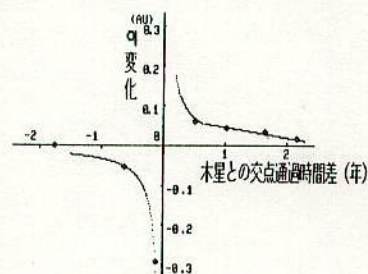
以上のようなことから、おそらく1972年の不出現には、何かもつときちんとした理由があり、その原因を解かない限り、今後この流星群の出現予想を行なっても、どんどんはズレる恐れがあると筆者は思った。

そこで今回筆者は、もっと詳細に

いろいろな可能性について当り、そのことごとくについて『1985年ジャコビニ不発』が予言できない限り、ともかく仲間を集めて観測会は行なおうと決心した。そして、種々検討の結果、次の考えに到達した。

## 意外な“ロケット効果”の作用

表1は13年前、地人書館が出した『流星の観測と研究』P31に載っていた、長谷川一郎先生の書かれたジャコビニ-チンナー彗星の軌道要素の表である。具体的に数値を見ると、同じ天体のものなので、大筋では変化が無いのだけれど、細かく見ると



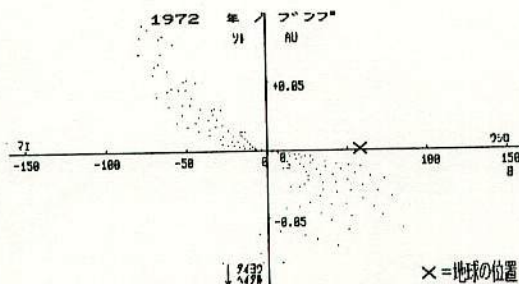
【図1】ジャコビニ-チンナー彗星の木星との交点通過時間差による近日点距離の変化

【表1】ジャコビニ・チンナー周期彗星の軌道要素 (1950. 0分点準拠)

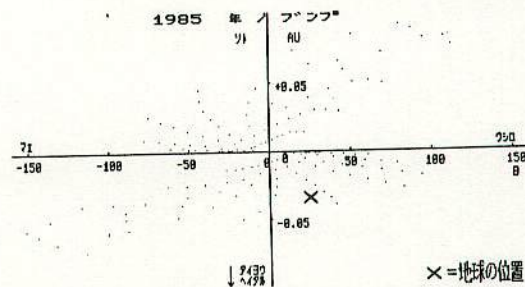
番号	近日点通過 (暦表時)	$\omega$	$\Omega$	$i$	$q$	$e$	周期	計 計 者
(1894)	2月 6日	167.0	199.0	33.3	1.226	0.664	6.97年	デイビス、ツルスキ
1900III	11 28.496	171.0509	197.4325	29.8366	0.931521	0.731568	6.46	ヨーマンス
(1907)	—	—	—	—	—	—	—	—
1913V	11 2.567	171.4864	196.3662	30.7472	0.976009	0.720614	6.53	ヨーマンス
(1920)	—	—	—	—	—	—	—	—
1926VI	12 11.708	171.7549	196.2424	30.7386	0.993735	0.717005	6.58	ヨーマンス
1933III	7 15.147	171.7715	196.2430	30.6839	0.999527	0.715993	6.60	ヨーマンス
1940I	2 17.211	171.7921	196.2498	30.7414	0.995605	0.716704	6.59	ヨーマンス
1946V	9 18.486	171.8105	196.2932	30.7269	0.995706	0.716679	6.59	ヨーマンス
(1953)	4 17.0	171.91	196.23	30.83	0.9887	0.7179	6.56	クリップス
1959VIII	10 26.919	172.8443	196.0299	30.9038	0.935955	0.728947	6.42	ヨーマンス
1966I	3 28.291	172.9199	195.9651	30.9442	0.933507	0.729400	6.41	ヨーマンス
1972d	8 4.956	171.9065	195.1314	31.7092	0.993993	0.715093	6.52	ヨーマンス
1929	2 13.083	171.9735	195.0697	31.7000	0.996039	0.714675	6.52	ヨーマンス

注) (番号)の( )は観測されなかった年を示す。 $\omega$ =近日点引数、 $\Omega$ =昇交点黄経、 $i$ =軌道傾斜角、 $q$ =近日点距離(天文単位)、 $e$ =離心率、周期 $a$ 、 $\sqrt{a}$ 、ここで $a = q \div (1 - e)$ 。





【図2】ジャコビ流星群の流星帯と地球の位置関係('72年)



【図3】ジャコビ流星群の流星帯と地球の位置関係('85年)

皆すこしずつ違っていて、「これは約12年ごとに木星の摂動を受ける事等による」との説明がなされていた。特に、流星群の出現に影響の大きい $q$ の覧を見ると、その変化のしかたも、木星との会合毎に少しずつ違っていて、1953年から1959年、1966年から1972年への変化（これらはそれぞれ、1957年、1969年の摂動による）が、符号が逆で絶対値がだいたい等しい点が目についた。

この事実を知った瞬間、筆者は「これはいわゆるロケット効果（衛星等が他の衛星等に接近すると軌道が変わること）に間違いない」と、直感した。符号が逆なのは、木星とジャコビニ-チンナー彗星の前後の位置関係が逆で、距離が大むね等しかったから——だろう。そこで、地球ならざる木星と彗星との交点通過時刻差を横軸にして、 $q$ の変化を各会合毎にプロットすると、案の定図1のようになった。この表の中に、こんなにはっきりとしたロケット効果が隠されているようとは、筆者には全く意外だった。

しかし、いったんジャコビニ-チンナー彗星の軌道要素の変化が、木星摂動によるロケット効果で近似できるとしてしまうと、1972年の不出現を説明することは容易だった。何故なら、ジャコビニ-チンナー彗星は、1911年から1956年までの間、あまり大きく木星重力の影響を受けていなかったからである。

つまり、この期間に母彗星から放出された流星物質は、摂動がない間はほぼ彗星軌道上に沿って帯状に広

がるため、この期間内は地球が母彗星の軌道に乗り、かつ母彗星の近くに來さえすれば、大流星雨が見られた。しかしながら、1957年以降分散が進んで、母彗星と異なる位置に來ていた流星物質には、何回かの木星との接近時、木星との距離の差に応じて、異なる大きさのロケット効果が働き、その結果、母彗星とは違った $q$ 値を持つようになったため、流星物質の帯の形がひずんで、母彗星と同一の軌道上では、1972年のように流星雨が必ずしも見られなくなったのであろう。

#### マイコンで解いた出現のナゾ

そこでこのことを確かめるため、筆者は、マイコンを用いてつぎのようなコンピューターシミュレーションを試みた。まず、木星の近くでは、 $q$ の摂動量が距離のマイナス1乗で変化し、それより離れたプラスの側では、ほぼ直線的であると図1のグラフより読んで、会合時刻差、すなわち近日点通過時刻差に対する $q$ 値変化率を、各木星会合毎に決定し、これに基づき、木星会合毎に流星物質の $q$ 値をそれぞれの位置によって変化させた。更にロケット効果のための公転周期の変化による、母彗星との相対位置変化をも考慮し、これらの効果を見こんで各流星物質の位置推定をおこなった。

その結果、1972年と1985年の $\Delta q - \Delta T$ 図上の分布が、図2・図3のように予想できた（母彗星を基準にしたため、一般の「母彗星-地球位置関係図」と比較するには、これら

の図をひっくり返す必要があるの、注意してほしい）。なお、付け加えると、この方法では母彗星に対する流星物質の初速度がどの位かによって、どこまで流星帯が延びるか、という不確定性が残るが、これについては、1939年=不出現、1952年=出現という結果を使って、経験的に決めた。また、流星物質は、1900年以降近日点通過毎に、等方的、一様に等量放出されるとした。

図中に、それぞれの年の地球の位置をプロットしてみると、1972年には不出現、1985年には地球が母彗星軌道から少しはずれたため、かえってかなり分布の内部に侵入していそうだった。そこで、木星摂動で流星帯が膨張した分をさびびいて、「最大で、Per群の数倍程度（数百個/HR）の出現」と予想したのだが、奇しくも結果はだいたいその通りになってしまった。

一般に、『流星の出現は水物』と言われるが、こうしてみると、流星物質といえども、本当はちゃんと万有引力の法則に従って運行しているのであり、それぞれの流星物質について、綿密に正しく天体力学を適用しさえすれば、母彗星からの放出時に種々の工夫を凝らさなくても、もっと正確な流星雨の予想ができると、筆者には思える。たとえば、我々のようなラフな近似計算でなく、大型コンピュータを用いて3次元的にきちんと計算していたなら、今回の場ももっと正確に、たとえば極大時刻なども、ビタリと読めたのではないだろうか。



Tokyo Astronomical Observatory

## TOKYO ASTRONOMICAL BULLETIN

Second Series, No. 274

Feb. 20, 1986

## TV Observation of 1985 Giacobinid Meteor Shower

By

Ko NAGASAWA\* and Tai KANDA

(Received Jan. 16, 1986)

## Abstract

An extensive Giacobinid meteor shower was recognized in the evening of October 8th, 1985, all over Japan. We carried out a TV observation of the shower at Dodaira Station, Tokyo Astronomical Observatory. Although the observation was made in the decreasing stage of the shower, 8 meteors were recorded in total. From them, real radiant point was determined as

$$\alpha = 265^\circ 2 \quad \delta = +55^\circ 3 \quad (J2000.0).$$

## 1. Introduction

Since the splendid display in 1946, Giacobinid meteor shower has not shown any perceptible activity. In 1972, its mother comet, Giacobini-Zinner, approached the orbit of the earth to only 0.0007 A.U. and we supposed an active display of the shower. Nevertheless, almost no meteors appeared in spite of our great expectation.

On October 8th, 1985, the shower occurred unexpectedly active in the evening twilight and visual meteor rate reached to 200-300 per hour in its maximum (Nakano, 1985; Nagasawa and Kozai, 1985). We hastily began our observation and could catch some meteors from the last part of activity. The detail of the observation is given in the followings.

## 2. Instruments

The observation was made by a high sensitivity SIT TV camera system (HAMAMATSU PHOTONICS) with camera lens of 24 mm focal length. This gives us an observable field area of  $27^\circ \times 20^\circ$ . The field can be monitored through a TV display. Images of meteors and stars are recorded by U-matic VO-5800 video tape recorder (SONY).

\* Earthquake Research Institute, University of Tokyo



Time signals are superposed on a corner of the monitoring field in digital forms every 1/30 second by a special video timer VTG-55B (HOEI). This enables us to determine an accurate appearance time and duration for each meteor.

By this system, observable limit magnitude of stars attains to 8 in good sky condition.

### 3. Observation

The system was set up in the Baker-Nunn camera room (latitude= $36^{\circ}00'08''.7$  N, longitude= $139^{\circ}11'43''.5$  E, height=885.9 m) at Dodaira Station and we started our observation at 10<sup>h</sup>30<sup>m</sup>UT on October 8th, 1985.

For first 10 minutes, the camera was directed to pole area for checking the sensitivity of the system. At 10<sup>h</sup>40<sup>m</sup>, the camera direction was changed to the predicted radiant point of Giacobinid shower ( $\alpha=260^{\circ}63$ ,  $\delta=57^{\circ}09$ , 1950.0). As soon as the camera began to work, we noticed a first meteor on the monitor TV and we recorded 4 meteors within following 7 minutes. Then, the appearance rate suddenly decreased. Although the observation was continued to 14<sup>h</sup>UT, we could obtain records of only 8 meteors in total. The last one was that at 11<sup>h</sup>23<sup>m</sup>04<sup>s</sup> UT. One of the meteors was almost stationary.

It is regrettable for us not to start the observation earlier because the real shower maximum was around 9–10<sup>h</sup> UT. Our observation was done after meteor rate decreased considerably. This is because the predicted shower maximum was 8<sup>d</sup>.055 (13<sup>h</sup>.2) UT (Yeomans et al., 1985). We had planned our observation according to the prediction.

### 4. Data of each meteor

All the data for each meteor can be obtained by playing back the recorded video tapes on monitor TV. Appearance time was directly read from the time signal. The positions of the trail were measured for every 1/15 second using X-Y tracker. Apparent length of the trail, duration time and angular velocity were calculated from these data. Maximum magnitude was also estimated by comparing with neighboring stars. In the measurements, average position

Table 1. Data of recorded meteors

No.	Appearance time	mag.	Beginning point (J2000.0)		End point (J2000.0)		Path length	Duration time	Angular vel.	Remarks
			$\alpha$	$\delta$	$\alpha$	$\delta$				
1	10 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> 02 <sup>s</sup>	1	262.25	46.70	261.58	46.10	0.76	0.17	4.5 °/sec	
2	40 23	3	260.59	42.30	260.38	41.85	0.48	0.23	2.1	
3	41 03	3	268.67	38.33	268.88	37.54	0.81	0.30	2.7	
4	46 03	1	269.11	55.28	269.21	55.30	—	0.30	—	Stationary
5	46 33	2	272.07	43.47	272.33	42.72	0.77	0.37	2.1	
6	57 31	—1	284.37	55.94	288.45	55.51	2.42	0.97	2.4	
7	11 01 16	2	281.45	53.13	282.89	52.74	0.95	0.53	1.8	
8	23 04	2	274.74	40.51	275.34	39.35	1.25	0.50	2.5	



error was about 3 minutes of arc. Main results are presented in Table 1.

### 5. Radiant point

The radiant point can generally be calculated as a intersecting point of meteor trail extensions. This calculation was carried out by using 7 trails with appropriate weights given according to their trail lengths, position accuracies and distances between the trail and assumed radiant point (Nagasawa, 1978). The stationary one was excluded from the calculation. Obtained apparent radiant point is as follows:

$$\alpha = 269^{\circ}3, \quad \delta = +55^{\circ}9 \quad (\text{J2000.0}).$$

This is quite near to the position of the stationary one. The mean separation between trail extensions and obtained radiant point is  $0^{\circ}6$ . This value can be considered as the measure of accuracy of the radiant point.

Above point differs from real one because meteor paths are affected by the force of zenith attraction. For the present shower, the difference was not negligible because the shower velocity was low. Then, the correcting calculation was done assuming that the original velocity to be 20.2 km/s and observed height to be 100 km from the ground. Corrected position for the real radiant point becomes as follows:

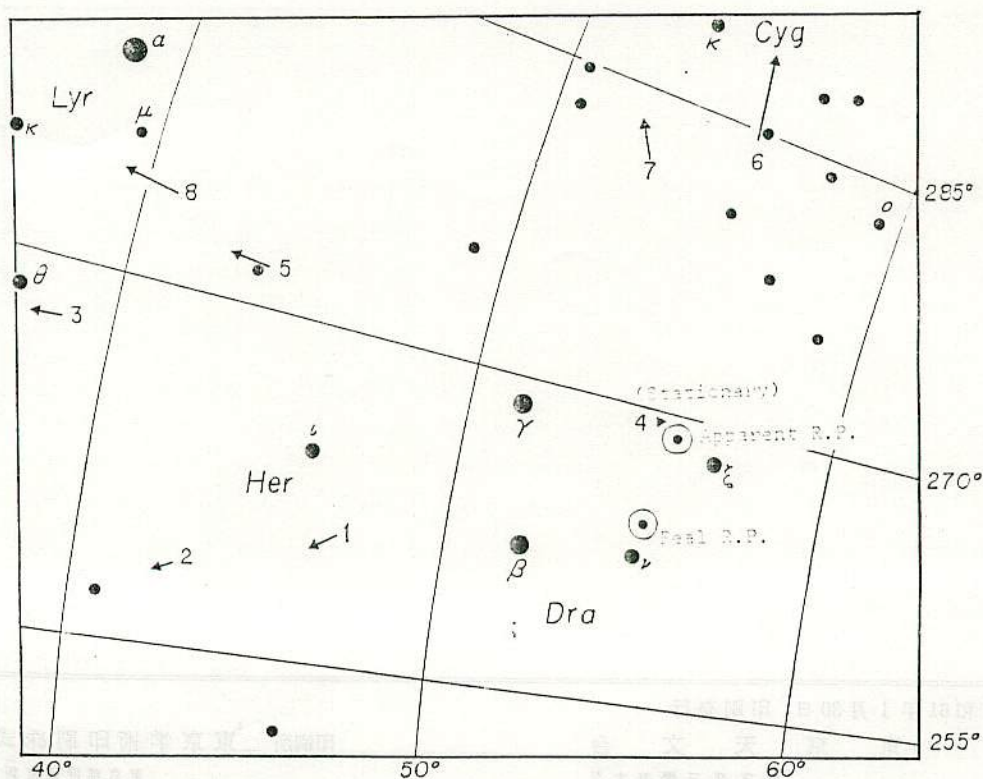


Fig. 1. The recorded meteor paths and obtained radiant points.



$$\alpha = 265^{\circ}2, \quad \delta = +55^{\circ}3 \quad (\text{J2000.0}).$$

In this case, mean separation is  $0^{\circ}.4$ . All the recorded meteor paths and obtained radiant points are shown in Figure 1.

We express our hearty thanks to the members of Dodaira Station, Tokyo Astronomical Observatory for their help in carrying out our observation. This work was financially supported by funds for Scientific Research of Ministry of Education (No. 60460008, Representative: Y. Kozai).

#### References

- Nakano, S. 1985, IAU Circular No. 4120.  
 Nagasawa, K. and Y. Kozai, 1985, IAU Circular No. 4124.  
 Yeomans, K. et al. 1985, *The Comet Giacobini-Zinner Handbook*, II-11.  
 Nagasawa, K. 1978, *Tokyo Astron. Obs. Report*, 18, 447. (in Japanese).



昭和61年1月30日 印刷発行

東京天文台

東京都三鷹市大沢

印刷所 東京学術印刷株式会社

東京都港区東新橋2-9-11



There was a pile-up of heavy cometary ions at  $10^4$  km from the nucleus. Outside the contact surface ion densities varied as  $r^{-2}$ , with a transition to an  $r^{-1}$  dependence occurring at approximately the contact surface.

A large  $C^+$  abundance throughout the coma indicates the presence of an unexpected direct source of atomic carbon. The N abundance was relatively low. At the contact surface the ion temperature dropped from 2600 K to  $\leq 450$  K and the onset of an  $\sim 1$  km/s outflow from the comet was observed.

---

METEOR WORLDWIDE  
METEOR WORLDWIDE  
METEOR WORLDWIDE

---

NEWS AND VIEWS  
FROM  
AROUND THE WORLD

---

♂ HYDRIDS - A NEW STREAM :

Jeff Wood, Director of the NAPO Meteor Section in Australia reports that on the evening of 1985 Aug 16, WAST, Western Australians were treated to a brief but spectacular display of meteors from a radiant at  $\alpha = 23^\circ$ ,  $\delta = -76^\circ$ . The meteors were very bright ( $m = 1.60$ , based on 116 stream members) and yellow-orange in colour. Many reports were received by the media, police, Bureau of Meteorology and airport authorities, from the general public. Fortunately, several experienced meteor observers were observing at the time and recorded the event much more accurately. The analysis was based on reports from 6 observers in Western Australia. Only 4.3% of the meteors exhibited train phenomena. Maximum occurred on 1985 Aug 16.3 UT at  $\lambda_0 = 142.875$  (1950.0). The peak ZHR was 39. The rise to and fall from maximum were very rapid, with the duration of the display being less than an hour. As only naked eye observations were obtained no accurate velocity data or orbital elements are available.

ORIONIDS 1985:

Jeff Wood reports that Australian observers obtained their best Orionid results ever in 1985 with 29 participating observers watching for 182 hours on 17 nights. Over 1500 Orionids were recorded. Maximum ZHR was reached on Oct 21/22 of 19. For 3 days after maximum the activity curve shows a plateau-effect, with ZHR remaining at 15. There was, of course, no enhancement of activity due to the perihelion passage of P/Halley as the stream orbit is that occupied by the comet several thousand revolutions ago. The mean meteor mag = 3.40 and 23.4% exhibited train phenomena.

TAURIDS 1985:

Australian observers carried out an extensive observing programme. 49 observers participated for 472 man hours on 38 nights. Considering the relatively low altitude of the radiant in these southern latitudes, good results were obtained, showing a flat maximum ZHR of 10 in the first few days of November.  $m = 2.27$  and 4.2% exhibited train phenomena.

LEONIDS 1985:

Excellent weather conditions and moonless skies enabled NAPO Meteor Section members to conduct extensive observations. 25 observers participated for 57 man hours on 7 nights. A peak ZHR of 11 was recorded,  $m = 1.76$  and 41.3% exhibited train phenomena.

PHOENICIDS 1985:

Jeff Wood reports that this stream produced its best activity since 1972. The meteors were very conspicuous: yellow-orange with long paths streaking across the sky. 25 observers participated for 122 man hours on 9 nights. A peak ZHR of 8 was recorded.  $m = 2.38$  and 4.9% exhibited train phenomena.

ARIDS 1986:

This radiant is incorrectly listed as the 'Corona Australids' in many lists. Australian meteor observers recorded a peak ZHR of 4 on Mar 14.  $m = 2.41$  and 19.8% exhibited train phenomena.



4M55

#### 7 AQUARIDS 1986:

Bad weather hampered the Australian observers, limiting work to only 6 nights. It would appear that the display was a normal one, with a peak ZHR of around 50.  $\bar{m} = 2.46$  and 32.0% exhibited train phenomena.

#### GEMINIDS 1985:

Warm, dark, clear, moonless nights enabled the Australian observers to conduct extensive observations. 41 observers participated for 267 man hours over 14 nights, recording 5 000 Geminids. A West Australian Meteor Camp at Cunderdin (some 180 km E of Perth) was fortunate to have extremely dark skies. A peak ZHR of 105 was recorded with the curve showing that this occurred in daylight hours for Australian observers.  $\bar{m} = 2.69$  (based on 4401 Geminid meteors) and 4.9% exhibited train phenomena.

#### α CENTAURIDS 1986:

Australian observers reported a peak ZHR of 6 on Feb 9.  $\bar{m} = 2.08$  and 25.4% exhibited train phenomena.

#### K PAVONIDS 1986:

This little-known minor radiant is no 393.1 in the BMS Radiant Catalogue (1981 edition) and no 2605 in the forthcoming 1986 edition. It was known to be active on Jul 7 with a ZHR of 5 from a radiant at  $\alpha = 278^\circ$ ,  $\delta = -68^\circ$ , but no other information was available.

While carrying out a routine meteor watch on the evening of 1986 Jul 17 in Western Australia, two observers, Neil Inwood and Paul Stacey, noticed a number of bright yellow-orange meteors radiating from a point near K Pavonis. The display was of very short duration, lasting from 1950 to 2100 WAST. Jeff Wood reports that  $\bar{m} = +0.73$  and 14.3% exhibited train phenomena. The apparent radiant was determined to be at  $\alpha = 275^\circ$ ,  $\delta = -67^\circ$ . Maximum (ZHR = 40) occurred at 1986 Jul 17.51 UT,  $\lambda_0 = 114.130$  (1950.0). Clearly, this is the same stream as is listed in the BMS Radiant Catalogue and this data has been incorporated in the new edition.

#### FAMOUS PEOPLE:

Harvey Harlow (H.H.) Nininger, noted world authority on meteoritics and author of 'Out of the Sky: An Introduction to Meteoritics' in 1952, died on 1986 Mar 1 at the age of 99.

Lincoln La Paz, another meteorite specialist and founder in 1944 of the Institute of Meteorites at the University of New Mexico in Albuquerque died on 1985 Oct 19 at the age of 88.

#### OUTBURST OF P/SCHWASSMANN-WACHMANN I:

IAUC 4206 reports that this comet was mag 12.7 on Apr 7.17 UT. By Apr 13 it had faded considerably.

#### NEW MINOR PLANET 1986JK:

IAUC 4215, 4218 and 4220 report the discovery of this object on 1986 May 4 by Carolyn S. and Eugene M. Shoemaker using the 0.46 m Schmidt telescope at Palomar. Orbital elements by D.K. Yeomans are:

T	1986 July 1.8000 ET	Epoch	1986 June 19.0 ET
$\omega$	232.4143	e	0.684269
$\Omega$	62.2412	$a_0$	2.840682 AU
i	2.1494	n	0.2058592
q	0.896892 AU	P	4.788 y

#### NEW MINOR PLANET 1986LA:

IAUC 4228 reports the discovery of this object by E. Helin on exposures she obtained with the 1.2 m Schmidt at Palomar on 1986 June 4. Orbital elements by Brian G. Marsden are:

T	1986 Aug 18.381 ET	e	0.31748
$\omega$	86.500	$a_0$	1.54648 AU
$\Omega$	229.387	n	0.512491
i	10.780	P	1.92 y
q	1.05550 AU		

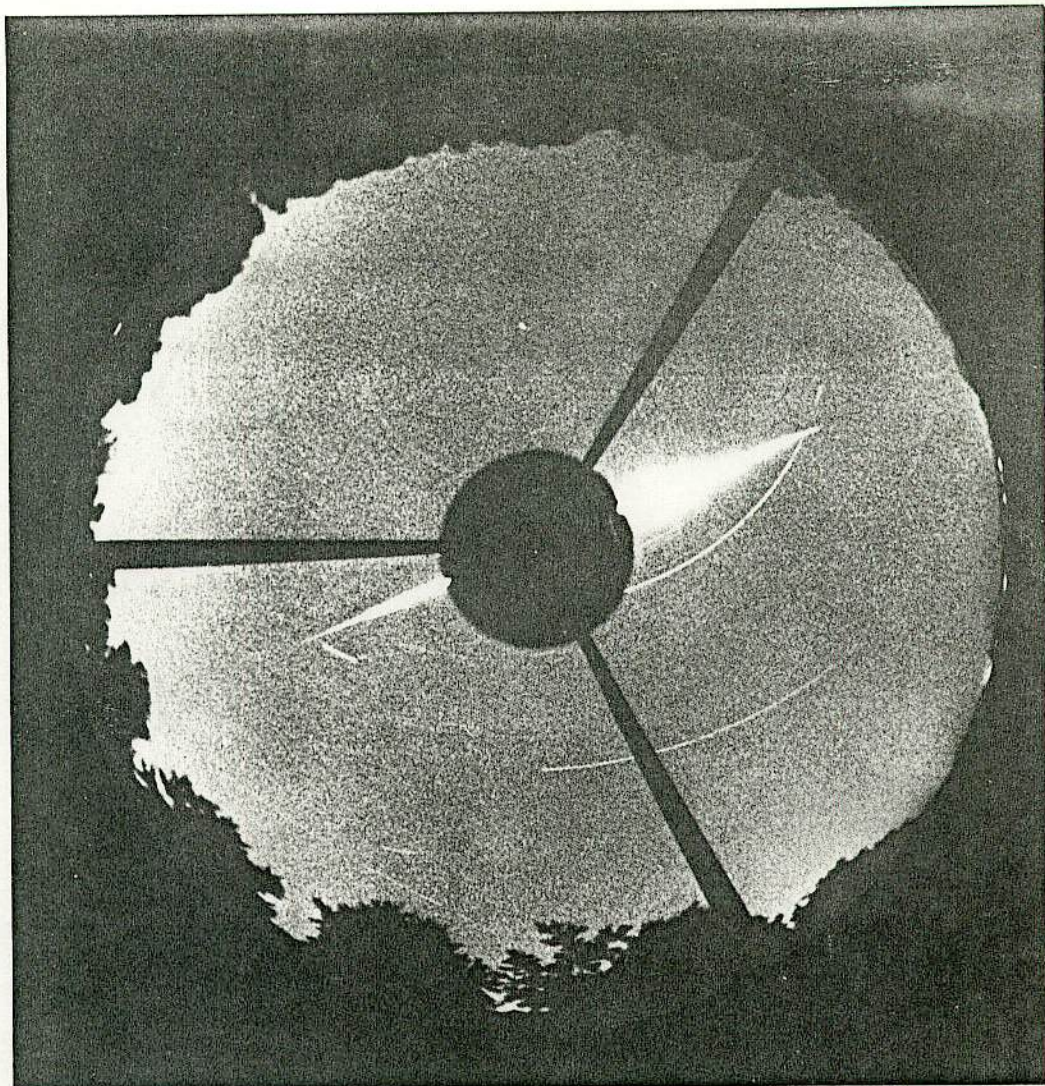


# Dazzling Czechoslovakian Fireball

**"A** FIREBALL of  $-17$  absolute magnitude entered the earth's atmosphere over Czechoslovakia and traveled a 163-kilometer luminous trajectory in 6.5 seconds. European network took 11 all-sky-camera photographs at nine Czech stations operated by the Astronomical Institute of the Czechoslovak Academy of Sciences from Ondrejov. The apparent path of the fireball went through zenith of one of the stations and was photographed as a stationary object from another. . . ."

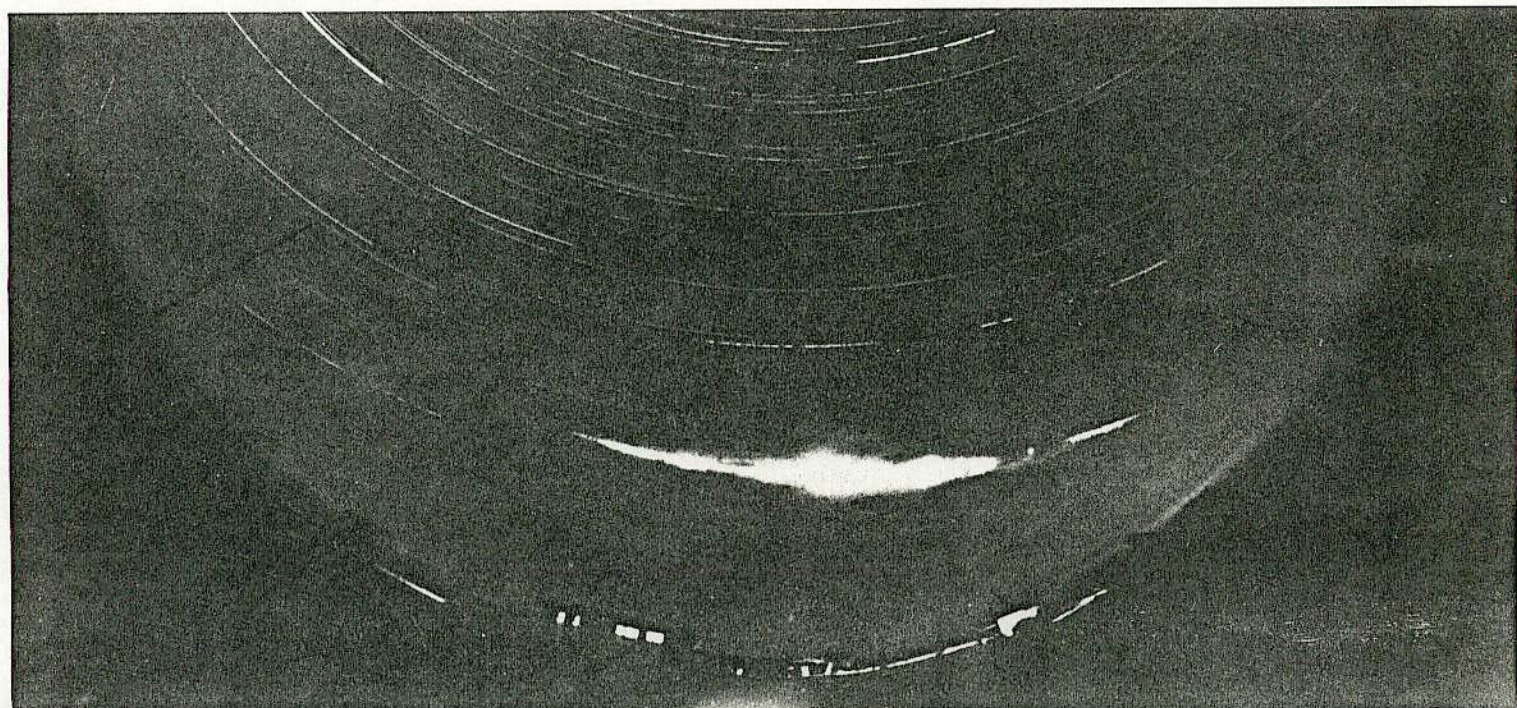
Thus begins the formal announcement of an unusual meteoric event on September 14, 1977, reported by Zdenek Ceplecha, director of Ondrejov Observatory, which is located 40 kilometers southeast of Prague, the capital city. The network's photographs were processed by D. Havranek, measured by J. Bocek, and computed by Dr. Ceplecha and M. Jezkova. Three of the most spectacular pictures are reproduced on these pages. A preliminary reduction of the photographs gave the following facts about the meteor.

*Beginning Point* (B on map reproduced on page 476): At 19:09 Universal time (8:09 p.m. Central European time), the meteor first became luminous. It was over a ground point at latitude  $48^{\circ}.76$  north, longitude  $18^{\circ}.53$  east, at a height of 84 kilometers. The meteoroid was traveling 30 kilometers per second with reference to the earth, and the subsequent maximum

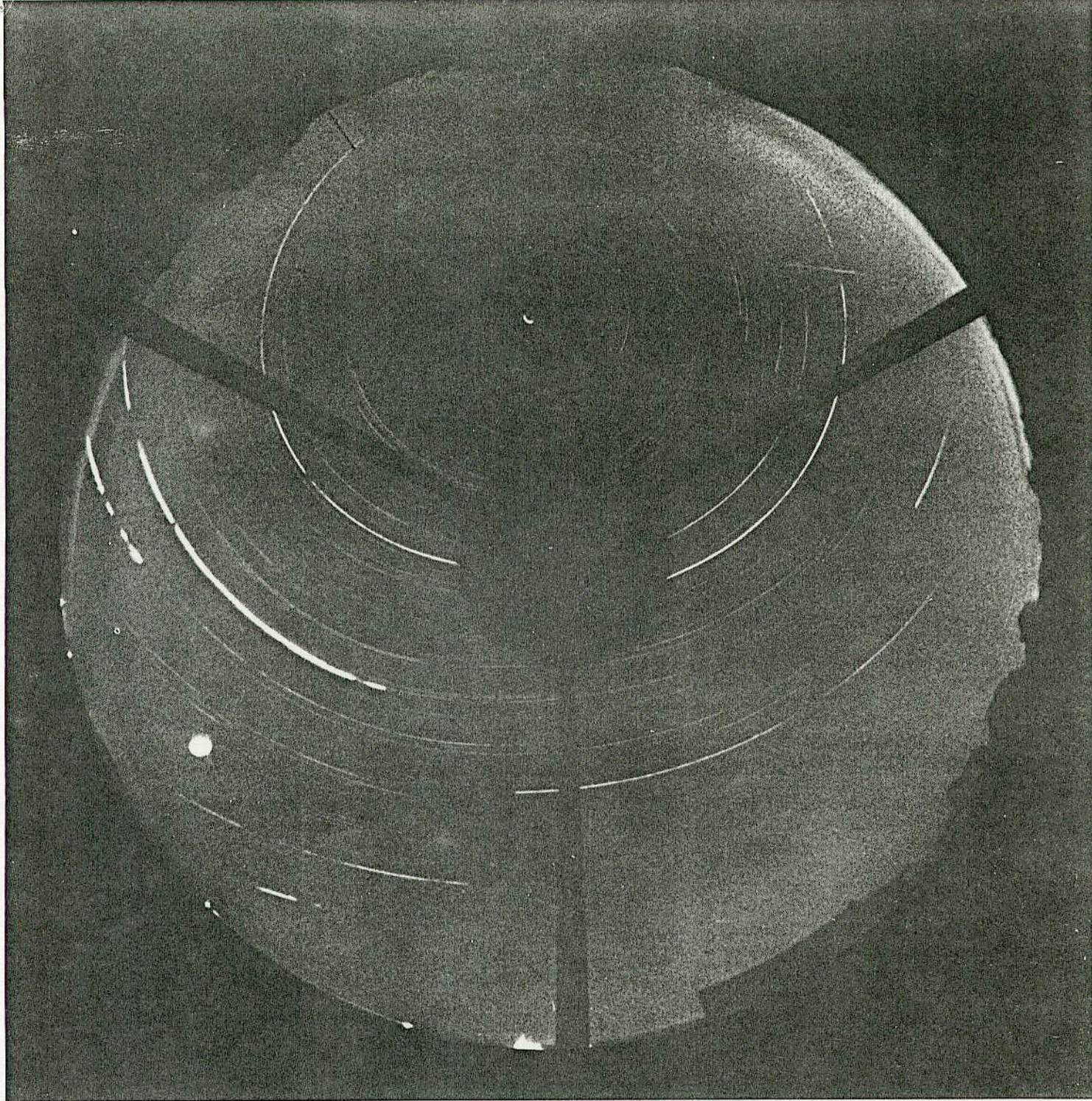


Above: The fireball of September 14, 1977, passed closely overhead at Veseli, on the Morava River in Czechoslovakia, where its trail was recorded at 8:09 p.m., just three minutes after this eight-hour exposure began with an all-sky camera. Moving 70 degrees from east to west (left to right), the meteor flared brightly before fading out. Polaris made the small star trail at top, Vega the bright trail at right, Altair the one at lower right.

Below: A hundred kilometers north of the ground path, a fisheye lens was monitoring the sky at Cervena Mountain (northeast of Olomouc), when the bolide strongly illuminated broken clouds far to the south. The original negative clearly shows 106 breaks caused by the rotating sector. The exposure was from 7:23:45 p.m. to 4:03:41 a.m. Jupiter's trail is at upper left.







Above: An unusual photograph with an all-sky camera at Skocidolovce, toward which the meteor appeared to be headed. During the  $6\frac{1}{2}$  seconds it was luminous, the bright round image at lower left was recorded, 39 minutes after the exposure had begun at 7:30 p.m. Altair was then east of the meridian, Vega and Deneb behind the round camera support, and Arc-

turus in the west. The shutter was closed at 4:30 a.m., with Jupiter high in the east and followed by Venus. Although the meteor was seen in Pisces, the bright trails to the west of it are of Orion and Sirius.



Left: Traveling roughly 20 degrees north of west, the meteor first became visible at B, 84 kilometers above the Nitra River. It passed five kilometers north of Veseli (Ve) when 58 kilometers high, and burned out over T, near Brno, when still 38 kilometers above ground. It appeared stationary at Skocidolovce (Sk), as pictured above, and was recorded 300 kilometers to the west at Churanov (Ch). On the map, two-letter abbreviations also identify six other stations that photographed the fireball: Cervena Mountain, Janov, Ondrejov, Rokycany, Svatouch, and Telc.



brightness indicated an initial mass of about five tons.

**Terminal Point (T on map):** Descending sharply, the meteor ceased to shine over  $49^{\circ}.20$  north,  $16^{\circ}.48$  east, at an altitude of 38 kilometers. The breaks in its photographed trail, caused by occulting sectors (rotating 25 times per second) on the patrol station cameras, indicate that by this time atmospheric resistance had reduced the velocity to 10 kilometers per second and its mass had dwindled to less than 10 grams. Thus, the possibility was virtually zero of recovering any meteorites on the ground.

**Radiant Point:** The apparent radiant of a meteor is the point on the celestial sphere from which it appears to come. In the case of the September 14th fireball, as seen by a ground observer directly in line with the flight path, the apparent radiant would have been at right ascension 0h 24m, declination  $+1^{\circ}$ , close to the boundary between Pisces and Cetus.

However, the trajectory of a meteor through the earth's atmosphere is always slightly concave downward because of the earth's gravitational pull, by an amount depending on the meteor's velocity. The true radiant is the direction from which the object was actually approaching the earth before this downward pull became effective; for the Czech fireball it was 0h 36m,  $-2^{\circ}$ .

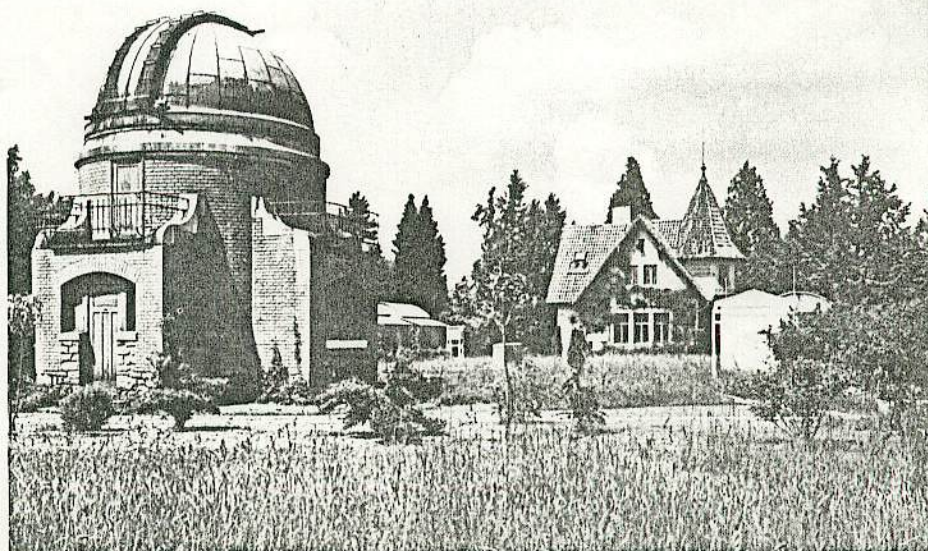
**Orbital Elements:** Before it collided with the earth, the meteoroid was moving around the sun in a 2.6-year orbit like that of an Apollo-type minor planet. This orbit had a high eccentricity (0.82), with a semimajor axis of 1.9 astronomical units (1 a.u. is the mean Earth-sun distance). When at perihelion, the meteoroid was only 0.35 a.u. from the sun, at aphelion 3.5 a.u. away. This path reached from just inside Mercury's orbit to the outer part of the asteroid belt between Mars and Jupiter.

The orbit was inclined only five degrees, and on each inward passage, as the meteoroid reached a longitude of  $351^{\circ}.5$  as seen from the sun, it crossed upward through the plane of the ecliptic at just the place occupied by the earth around September 14th each year. Before 1977, the two bodies had missed each other, but this time the meteoroid was just a few hours past its ascending node and there was no escape.

Like two aircraft on collision courses, the earth was moving 30 kilometers per second, the meteoroid about 36, relative to



The tradition of fireball photography in Czechoslovakia goes back many decades and includes this famous four-hour exposure on September 23, 1923, taken by Joseph Klepesta with the Fric astrograph at Ondrejov Observatory. At left is the trail of a very bright bolide, with bursts, that passed close to the Great Nebula in Andromeda, Messier 31, at right. This reproduction is from a print Mr. Klepesta gave to Dennis Milon in 1975.



Nestled among some of the older buildings at Ondrejov Observatory are shelters for the meteor cameras, here seen at center and at right. The dome at left contains a medium-size reflector, while the building in the distance has offices and laboratories. Photograph by J. Pilmann.



the sun. The angle between their approaching paths was about 50 degrees, and the closing speed of the two bodies was 28 kilometers per second. Since the five-ton meteoroid had just passed through the plane of the ecliptic from south to north, it encountered the Northern Hemisphere of the earth, in time to be seen from central Europe in the evening sky. As the object was destroyed during its rapid descent into the resisting atmosphere, a brilliant display of celestial fireworks was produced.

Although rumbling sounds like distant artillery fire are often heard several minutes after the occurrence of a great fireball, no sounds were reported to Dr. Ceplecha after the event of September 14th.

#### THE PHOTOGRAPHIC PROGRAM

"The operation of the Czech part of the European network started in October, 1963," Dr. Ceplecha telegraphs. "All-sky cameras with mirrors were used (equivalent focal ratio 1:16), giving an effective focal length of five millimeters. In 1975 we started replacing these cameras with f/3.5 fisheye systems of 30 millimeters focus. Today we operate 11 stations from Ondrejov, as well as six from Bratislava under L. Kresak of the Slovak Academy

of Sciences, making 17 stations altogether.

"The old cameras use 35-mm. film and the new ones 9-by-12-cm. photographic plates (emulsion ORWO NP27). In general, one exposure is made during the night at each station, lasting for the time that the sun is at least 12 degrees below the horizon. If the moon is present, there are two exposures, one with it and one when it is absent. The station observers do not monitor the sky visually, but discover meteors and fireballs only after the films and plates are developed, unless the public telephones the observatory or sends letters. This is almost a certainty any time of night for objects brighter than magnitude —10.

"For the Brno fireball, we did not ask the public for observations, so that only a few dozen letters and phone calls were received, the most interesting by Mr. Fara from Skocidolovce. We have three photographs of the fireball taken at Ondrejov, one of them with a camera guided so that the star images are points. The combination of fixed and moving camera images gives the time of the fireball's occurrence with sufficient accuracy. Incidentally, if we ask for reports on a fireball, using newspapers, radio, and television, we usually get hundreds of responses, the record being over 800."

prove the star positions by a factor of two or more, but no program is planned to improve similarly our knowledge of the ever-changing lunar limb profile. In the near future, the weight of photoelectric timings will increase only gradually. The gain will accelerate after many tens of thousands of such timings have been made, enough to refine in detail our knowledge of the lunar profile.

Photoelectric timings are preferred for studies of the secular acceleration of the moon's longitude, since visual timings are affected by systematic errors. (T. Van Flandern's studies of this acceleration have led to an estimate of the rate of change of the cosmologically important gravitational constant.) Simultaneous photoelectric and visual observations would be valuable for calibrating visual observers' reaction times. This would be especially useful for analyzing the centuries-long record of visual occultation timings, for virtually all photoelectric work has been done within the last 25 years.

The full accuracy of photoelectric records can be used for astrophysical studies of stellar diameters and duplicity. As Evans notes, even visual observers can achieve resolutions of better than 0.01 second of arc during an occultation. Many double stars have been, and are being, discovered visually in this manner, although photoelectric records give more accurate information about close doubles. Visual observers can increase their resolution to 0.01 second of arc by taking advantage of the geometry during a grazing occultation. A few observers stationed across a graze path can record details of the lunar profile, thereby largely eliminating this source of error, the main limiting factor in utilizing occultation data.

Unfortunately, the response of chart recorders is too slow to show most occultation diffraction patterns recorded photoelectrically. A digital system such as the one at McDonald Observatory is preferred. The revolution in computer technology is reducing the cost of the necessary electronic hardware to within the means of small college astronomy and physics departments, amateur astronomical societies, and some individuals. A few members of the International Occultation Timing Association (IOTA) are working on systems similar in principle to that at McDonald Observatory. When completed and tested, these can be duplicated at modest cost by those with some knowledge of electronics.

DAVID W. DUNHAM, IOTA  
4032 N. Ashland Ave.  
Chicago, Ill. 60613

## LETTERS

Sir:

I read with the greatest interest T. Kiang's article on recent astronomical research in China in the October issue. There, on page 261, second column, third paragraph, is a statement that Chinese observers found  $\pm 0.206$  second of arc for the standard error of a single star position as observed with a Danjon astrolabe.

This must be contested. The accuracy depends strongly on the quality of the observer and the seeing. Here at CERGA Observatory, we find a mean value of  $\pm 0.16$  second. Four samples of 40 consecutive groups each, chosen in a random manner, gave 0.16, 0.16, 0.15, and 0.18 second.

The photoelectric astrolabe is a great improvement because it avoids systematic personal errors. For this reason we must congratulate our Chinese colleagues.

G. BILLAUD  
Centre d'Etudes et de Recherches  
Géodynamiques et Astronomiques  
06130 Grasse, France

Sir:

On September 28, 1977, minor planet 69 Hesperia was in opposition to the sun and also very close to the descending node of its orbit. E. Bowell, in *Circular* 3098 of the International Astronomical Union, mentioned that the phase angle of Hesperia attained the extremely small value of  $0^\circ.03$ . (The phase angle is the same as the elongation of the earth from the sun

as seen from the minor planet.) Since the semidiameter of the sun on that date was  $0^\circ.09$ , the earth transited the sun as seen from Hesperia.

Some years ago, I found that on March 13, 1968, there was a transit of the earth across the sun as seen from minor planet Pallas. The next transit of the earth as seen from Mars will occur on May 11, 1984; from Jupiter, December 23, 1977; from Saturn, July 14, 1990; from Uranus, a series of transits will last from 1981 to 1988.

JEAN MEEUS  
Heuvestraat 31  
3071 Erps-Kwerps, Belgium

Sir:

In addition to photoelectric observations of occultations, as discussed by David S. Evans in the September and October issues, visual observations also have much value. Leslie Morrison of the Royal Greenwich Observatory gives a good analysis of this subject in *Highlights of Astronomy* (Reidel, 1971).

He found that uncertainties in the profile of the lunar limb and of the positions of stars are comparable to the uncertainty introduced by a visual timing error of  $\pm 0.3$  second. Consequently, we are not able to make full use of the accurate photoelectric timings in determining the position of the moon. When all error sources are considered, photoelectric data have only slightly greater weight than visual results, in the ratio 6:5.

Current astrometric programs will im-

#### CORRECTION

On page 196 of the September issue, the middle frame of the diagram should be labeled *Blue minus yellow*.



## プロルセソームトカーフ彗星関連群観測集計報告

最接近: 0.2 AU

〒192 東京都八王子市絹ヶ丘 1-28-1  
Tel 0426-35-7735 橋本 岳真

## 1. 観測報告集計

長谷川一郎氏のプロルセソームトカーフ彗星の回帰にともなう流星群の予報にもとづいて組まれた協定観測（9月7/8・8/9 23:00-01:00）は眼視観測（プロット・計数観測、12名1班、延1295分）、FM電波観測（2名、延13400分）により行なわれました。

## 1.1 眼視観測編

観測データの中から観測時間30分以上、最微光星4.0等以上、雲量3以下、輻射点高度20度以上の観測についてはZHRを計算し、その条件に満たないものは勝手ながら参考観測とさせていただきます。なお輻射点高度については、長谷川一郎氏の予報された輻射点位置： $\alpha=356^\circ$   $\delta=-18.1^\circ$  を輻射点として計算しました。（観測地の経度緯度の報告のないものについては、観測者の住所を観測地と仮定し、流星観測便利帳の輻射点高度計算地点の中で一番近い地点の経度・緯度を採用しました。）

## &lt; 眼視観測報告集計一覧 &gt;

日付	開始 - 終了	U.T.	太陽黄経 (2000)	観測 時間	全 ✓	群 ✓	雲 量	最 微 光 星	人 数	高 度	ZHR	観測者名
6/7	22:45-23:45	6.59	164.11	60	6	0	5	4.8	2	34	参考	松本幸久
7/8	23:00-23:40	7.60	165.08	40	2	0	4	5.0	1	34	参考	橋本岳真
	23:00-23:40	7.60	165.08	40	0	0	3	4.0	2	34	0	松本幸久
	23:00-00:00	7.60	165.08	60	5	0	5	3.4	5	35	参考	科学技術大G
	23:00-01:00	7.63	165.11	120	1	0	0	3.5	1	36	参考	並木
8/9	22:50-00:15	8.60	166.05	85	5	0	1	5.7	1	36	0	薮 保男
	23:00-00:00	8.60	166.05	60	4	0	0	5.2	1	36	0	越山展行
	23:00-00:00	8.60	166.05	60	—	0	0	6.2	1	36	0	鶴山義晃
	23:10-00:00	8.60	166.05	50	6	1?	0	4.7	1	35	0	塩谷一昭
	00:00-01:00	8.65	166.10	60	7	0	0	5.5	1	37	0	越山展行
	02:00-03:00	8.73	166.18	60	5	0	0	5.1	1	28	0	橋本岳真
	02:10-03:10	8.74	166.19	60	3	0	0	4.5	1	29	0	藤原康德
	03:00-03:30	8.76	166.21	30	2	0	0	5.1	1	21	0	橋本岳真
9/10	00:05-01:05	9.65	167.07	60	5	1?	4	5.4	1	37	参考	薮 保男
	01:20-02:00	9.69	167.11	40	—	0	2	5.2	1	34	0	尾埜美千代
	01:15-02:30	9.70	167.12	75	—	0	1	5.3	1	33	0	武藤直美
	01:15-02:45	9.71	167.13	90	—	0	1	5.0	1	33	0	山谷良登
	02:00-03:20	9.74	167.16	80	—	0	1	5.3	1	28	0	尾埜美千代
10/11	23:15-00:00	10.61	168.00	45	5	0	2	5.2	1	36	0	植原 敏
	00:00-01:00	10.65	168.04	60	7	0	1	5.7	1	37	0	植原 敏
	00:00-01:00	10.65	168.04	60	—	0	1	6.2	1	38	0	鶴山義晃

（注）10/11の植原敏氏からの観測報告にはBM?およびBM?、Psc?と記録されている流星が7個ありました。そこでこの観測をどのように処理するか植原氏と相談した結果、BM群は、らしき流星の観測位置が予報輻射点から離れていて確度が低いので出現は観測されなかったものとし、その代わりに何らかの群活動の輻射点として報告することになりました。



## &lt; 輻射点報告 &gt;

月	U.T.	仮名称	$\alpha$	$\delta$	↙	観測者名	備考
9	10.63	$\psi$ Aqr	$350^\circ$	$-10^\circ$	6	植原 敏	Wt:P d=12 中速

コメント：10/11に南から来る流星が目立ち、観測後、経路を逆延長してみると $\alpha=350^\circ$ 、 $\delta=-10^\circ$  付近から放射しているように思えます。この時期Psc群やPeg群等活動しているので、それらの混入もあるように思います。  
(植原敏氏からの報告より)

## 1.2 FM電波観測編

川村教一

観測期間：9月7/8~8/9 18:00~07:00 (香川県)

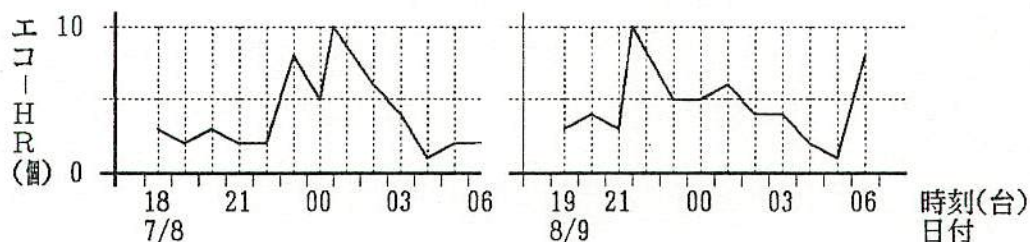
観測法：センターチューニング法、ペンレコーダ (チャートスピード5mm/min)  
5素子八木アンテナ(天頂方向)

送信局：FM東京(受信周波数：80.1MHz)

コメント：全般的にエコーの数が少ない日でした。電波状態のせい、受信機の不調か、流星の出現数の少なさか、どれかわかりませんが。午前4時前後のエコーの少なさは停波によるものだと考えています。(川村教一氏からの報告より)

## &lt; FM電波観測 川村教一 &gt;

時間帯 観測日	18時	19	20	21	22	23	00	01	02	03	04	05	06
7/ 8	3	2	3	2	2	8	5	10	6	4	1	2	2
8/ 9	-	3	4	3	10	5	5	6	4	4	2	1	8





1555-053

前田幸治

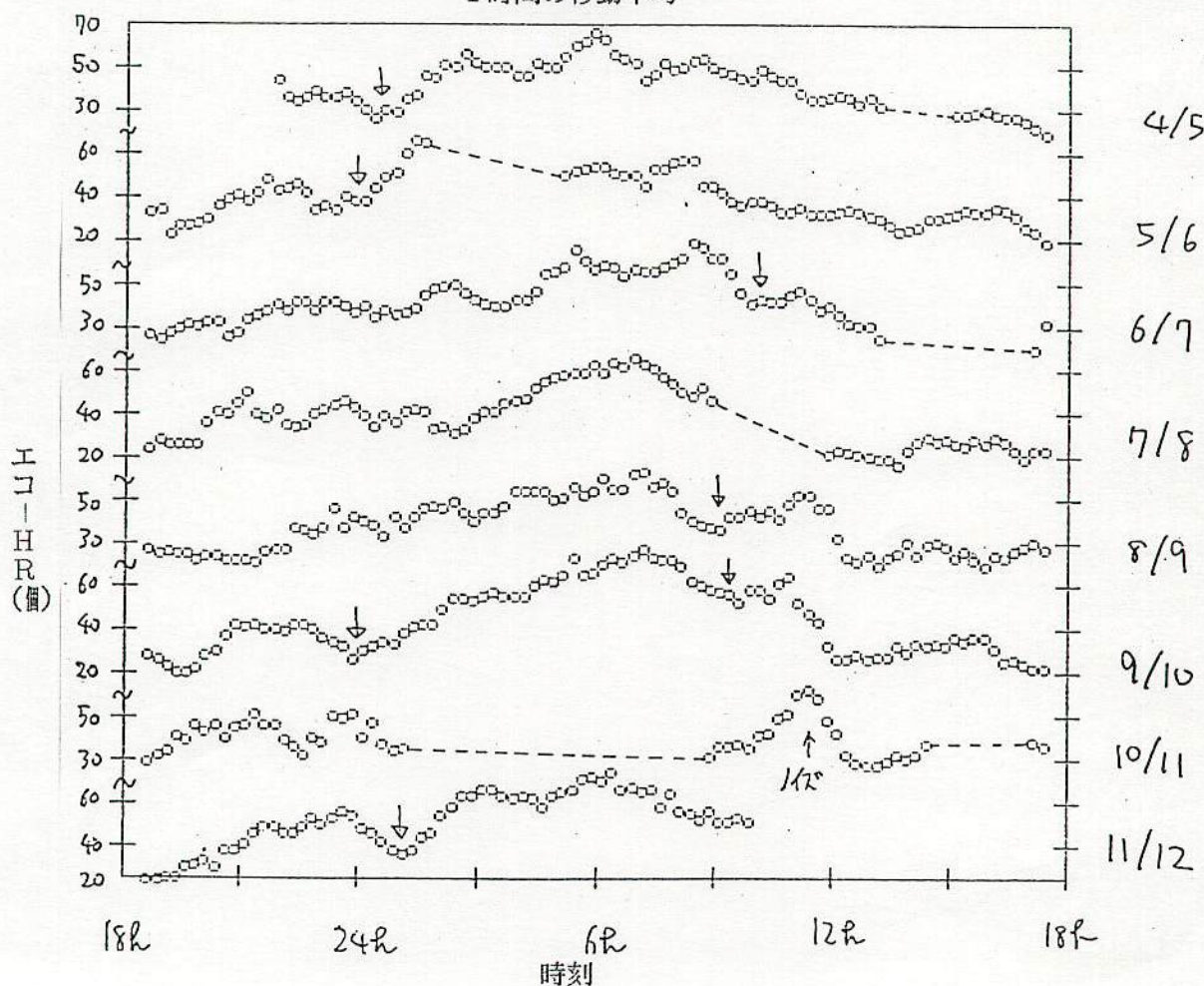
観測期間：9月4/5～11/12 一日中（宮崎県）

観測法：センターチューニング法、ペンレコーダ（チャートスピード1cm/min）  
3素子八木アンテナ（天頂方向）

送信局：FM東京

コメント：24h付近と9h付近にK-effectの可能性のあるエコーの減少が見られるが、どちらも確実に群であると断言できる程はっきりしたもの出はない。それぞれ、 $\alpha=115^\circ$ と $\alpha=340^\circ$ 付近に相当する。 $\alpha=340^\circ$ はBM関連群の予想位置にやや近いが、群とすれば出現期間が長いので黄道系のものの可能性もある。  
（前田幸治氏からの報告より）

< FM電波観測 前田幸治 >  
1時間の移動平均



（注意）1時間の移動平均とは、15分を単位時間としてカウントしたエコー数を4単位時間（1時間）分合計してエコー数のHRを計算し、それを1単位時間づつずらしながら計算して得られたエコー数のHRのことです。



## 庄和高校理科部物理班

観測期間：9月9日～10日 17:00～15:50 各時間50分（埼玉県）

観測法：センターチューニング法（チューナー SONY ST-1950）

ペンレコーダ（チャートスピード3mm/min）

5素子八木アンテナ × 2（天頂方向）

送信局：NHK大阪（88.1MHz） 17:00～01:39 06:00～15:50

FM大阪（85.1MHz） 02:02～04:50

## &lt; FM電波観測 庄和高校理科部物理班 &gt;

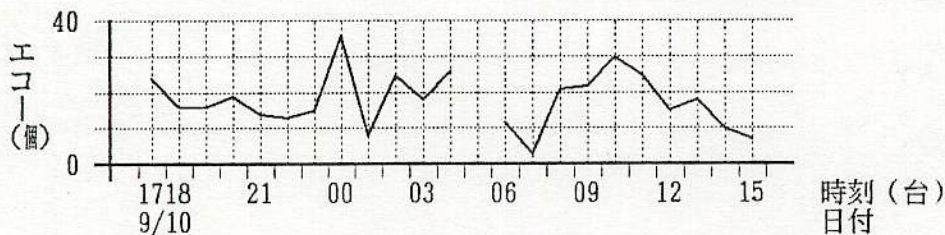
時間帯 観測日	17時	18	19	20	21	22	23	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
9/10	24	16	16	19	14	13	15	36	8	25	18	26	—	12	3	21	22

時間帯 観測日	10時	11	12	13	14	15
9/10	30	25	15	18	10	7

（注意）

- ・観測時間は各時間帯で基本的に50分とする。
- ・50分以外の観測は、50分以上ならば50分までの個数、50分以下ならばHRの計算の要領で50分の観測値に変換した個数としました。



## 2. まとめ

これら眼視・FM電波観測の集計結果を総合すると、今回のプロルセンメトカーフ彗星の回帰にともなう同彗星関連群の出現はなかったものと思われます。なお10/11に観測された同群らしき流星群の活動は、FM電波観測において弱いK-effectのようなものが長期間にわたって観測されていることから、この時期に活動する黄道系の流星群（Psc群？）の活動の一部が観測された可能性があります。

## 3. 今後の展開

これまで彗星や小惑星の接近にともなう流星群の予報が長谷川一郎、上山泰巨、大塚勝仁などの諸氏から出されてきましたが、今回のようにまとまった観測報告が出された例はあまりないようです。出現の有無にかかわらず観測結果をきちんとまとめそれを積み上げていくことで地球—母天体間の距離と流星群の関係などから最終的には流星群の進化、特にその初期と末期の段階の疑問が解けるのではないかと考えています。そのためにも今まであまり注目されていない彗星・小惑星関連群、小流星群、突発群などの集計を今後とも行なっていきたいと考えています。



## 1999年しし座流星群の極大観測概況

重野好彦

## 1、はじめに

しし座流星群は、33年周期で活発な出現をすることで知られていますが、特に1966年11月17日に、アメリカのキットピーク天文台で観測された、2400個/分が有名です。またこのときの観測結果(図1)から、1000個/分以上の大出現が1時間続いたことがわかります。しかし逆にその1時間をはずしてしまうと、1965~6年の日本での観測でもわかる様に、100個/時程度の並の出現となってしまいます。それでも速度が速く、明るい流星が多いため、けっこう楽しめるわけですがせっかくの機会ですから、一生に一度の大出現を見たいと思います。

そこで簡単な予測をして、1997~2000年のしし座流星群の観測概況を述べてみます。私は予測に関しては素人ですので、予測時刻そのものよりも、しし群の観測概況として読んでいただければと思います。

## 2、極大予測

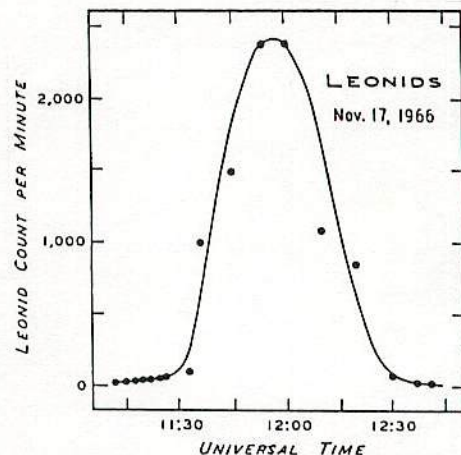
極大の予測に当っては、過去の観測結果を利用しました。そして単純に、直線近似で極大時太陽黄経を外挿したものが表1です。

表1、極大予測

UT 年.月.日.時:分	太陽黄経 (1950.0)	報告者	テンペル・タトル彗星 近日点通過日
1932.11.16.07	233.97	Millman	
65.11.17.05	234.43	長谷川一郎	1965.04.30
66.11.17.12	.47	Kitt Peak	
97.11.17.22:00	.92		
98.11.18.04:15	.93		1998.02.27
99.11.18.11:00	.95		
2000.11.17.17:30	.96		

## 3、観測概況

しし座流星群は輻射点の関係から、夜半~明け方だけしか観測できません。表2より、条件の良い輻射点高度30°以上の観測時間は、2:00~5:30の3時間余りとなります。よって極大時刻が数時間ずれると観測不能となってしまいます。



This graph was prepared by Dennis Milon from observations by a 13-man team on Kitt Peak, Arizona. The dots represent various individual observers' counts (or estimates) of the meteors seen in one minute. The great burst of activity began near 11:30 Universal time and lasted about an hour. The peak is some 2,400 per minute.

図1、S&amp;T Jan. 1967 より



表 2、2000.11.18 東経140° 北緯35° での地方時別の

輻射点高度、方位(東から南まわり)

輻射点(153, 22)

時:分	高度	方位	時:分	高度	方位	時:分	高度	方位
22:00	-13.5	-39.6	1:00	19.5	-13.7	4:00	56.1	12.9
22:30	-8.5	-34.6	1:30	25.5	-9.9	4:30	62.0	20.1
23:00	-3.3	-29.9	2:00	31.6	-6.1	5:00	67.6	30.0
23:30	2.1	-25.6	2:30	37.8	-2.1	5:30	72.6	44.7
0:00	7.8	-21.5	3:00	43.9	2.3			
0:30	13.6	-17.5	3:30	50.1	7.1	6:37	日出	

## 4、極大観測

観測概況より、極大観測を行う観測地の条件としては、地方時で3:00~3:30に極大を迎える場所が良いことがわかりました。この条件の下で、1997~2000年の最適地を探してみると表3の様になります。

表 3、1997~2000年しし座流星群極大観測最適地

地方時3:00~3:30に						11月	11月
予測極大時刻	極大を迎える	観測適地	経・緯度	UTとの	平均	雨量	
UT	場所の経度			時差	気温	mm	
1997.11.17.22:00	東経 67~75	ボンベイ (インド)	73 19	+4:52	27.5℃	21	
98.11.18.04:15	西経 19~11	リスボン (ポルトガル)	-9 39	-0:36	14.4	93	
		ダカール (セネガル)	-18 15	-1:12	23.1	5	
99.11.18.11:00	西経120~112	ツーソン (アメリカ)	-111 32	-7:24	11.2	8	
		ロサンゼルス (アメリカ)	-118 34	-7:52	16.3	23	
2000.11.17.17:30	東経142~150	東京	140 35	+9:20	10.7	96	

## 5、観測条件

極大観測最適地に於ける観測条件を紹介します。

表 4、観測条件

	1997.11.18	1998.11.18		1999.11.18		2000.11.18
	ボンベイ	リスボン	ダカール	ツーソン	ロサンゼルス	東京
輻 0:00	1.5	8.8	-0.3	6.1	6.8	7.8
射 地 1:00	14.8	20.0	13.3	18.2	18.7	19.5
点 方 2:00	28.4	31.6	27.1	30.6	30.9	31.6
高 時 3:00	42.2	43.3	41.0	43.3	43.3	43.9
度 4:00	56.1	54.7	54.9	56.1	55.7	56.1
5:00	70.0	65.1	68.6	68.4	67.6	67.6
極大予定(地方時)	2:52	3:39	3:03	3:36	3:08	2:50
日出 (地方時)	6:09	6:46	6:03	6:31	6:35	6:37
月齢 (UT 0時)	17.6	28.2	28.2	9.4	9.4	21.0
月出入 (地方時)	9:27入	5:51出	5:25出	1:17入	1:17入	12:33入



# ペルセウス座 $\gamma$ 流星群観測報告

(1991年)

東京近郊地区流星観測者会

 ★ペルセウス座 $\gamma$ 流星群 眼視観測結果 1991年8月 [表 1]
 

日付	開始 終了 (JST)	時間	全 M	群 M	散 M	最 微	雲 量	H R	CHR (2.5)	CHR (1.6)	ZHR (1.5)	方向	観 測 者
3/4	21:30-22:30	60	11	2	9	6.2	0	2	3	4	22	Lyr	松本幸久
6/7	23:00-00:00	60	3	1	2	5.7	0	1	2	2	5	Aql	佐間幸太郎
	00:00-00:50	50	10	3	7	5.8	0	4	8	6	11	Del	佐間幸太郎
7/8	23:00-00:00	60	6	3	3	5.7	0	3	6	5	13	Lac	佐間幸太郎
11/12	17:00-18:00	60	39	19	20	6.5	0	19	19	19	40	-	戸田雅之*
	17:00-17:50	50	36	19	17	6.0	0	23	37	30	63	-	進藤泰昭*
	17:00-18:00	60	70	34	36	6.4	0	34	37	34	71	-	柳信一郎*
	18:00-19:00	60	48	25	23	6.5	0	25	25	25	43	-	戸田雅之*
	22:00-22:50	50	2	1	1	4.0	2	2	-	-	-	-	広島県中崎C5人
	22:00-22:50	50	6	0	6	3.9	0	0	0	0	0	-	黒瀬(中崎)
	00:00-00:50	50	3	2	1	3.0	6	3	-	-	-	-	広島県中崎C5人
	01:00-01:45	45	14	8	6	5.3	-	11	32	39	104	-	前田グループ75人
	01:00-01:50	50	8	5	9	4.0	3	6	-	-	-	-	広島県中崎C5人
	01:00-01:50	50	10	7	3	3.4	0	8	-	-	-	-	黒瀬(中崎)
	02:00-02:45	45	18	11	7	5.7	-	15	32	23	36	-	前田グループ75人
	02:00-02:50	50	7	5	2	3.8	5	6	-	-	-	-	広島県中崎C5人
	02:00-02:50	50	9	6	3	3.2	3	7	-	-	-	-	黒瀬(中崎)
	02:20-03:00	40	20	15	5	5.9	1	23	43	33	46	-	黒沢泰一
	03:00-03:50	50	6	4	2	3.6	4	4	-	-	-	-	広島県中崎C5人
	03:00-03:50	50	9	9	0	3.2	2	11	-	-	-	-	黒瀬(中崎)
	03:00-04:00	60	29	22	7	5.9	3	22	52	40	48	-	黒沢泰一
12/13	18:00-19:00	60	56	45	11	5.8	0	45	86	63	107	-	進藤泰昭*
	18:20-19:00	40	30	21	9	6.5	0	32	32	32	50	-	戸田雅之*
	19:00-20:00	60	93	54	39	5.8	0	54	103	76	99	-	進藤泰昭*
	19:00-20:00	60	61	41	20	6.5	0	41	41	41	53	-	戸田雅之*
	20:00-21:00	60	66	52	14	6.4	0	52	52	52	62	-	戸田雅之*
	21:00-21:50	50	14	9	5	6.0	1	11	21	15	104	-	桐朋高C7人
	22:00-22:30	30	2	2	0	5.4	4	2	-	-	-	Per	上村敏夫
	22:00-22:50	50	13	10	2	6.0	1	12	21	17	71	-	桐朋高C7人
	23:00-23:50	50	39	32	7	6.0	1	38	67	55	154	-	桐朋高C7人
	23:00-00:00	60	18	12	6	4.8	3	12	79	37	115	-	藪 保男
	23:20-00:20	60	-	64	-	6.5	0	64	64	64	154	-	北野宏治



日付	開始 終了 (JST)	時間	全 M	群 M	散 M	最 微	雲 量	H R	CHR (2.5)	CHR (1.6)	ZHR (1.5)	方向	観測者
12/13	00:00-00:50	50	47	40	7	5.4	-	48	130	82	180	-	豆田勝彦
	00:00-00:50	50	16	13	3	3.4	4	15	-	-	-	-	嶋縣中嶋G5人
	00:00-00:50	50	33	33	0	2.8	5	40	-	-	-	-	黒瀬(中嶋)
	00:00-00:58	58	111	99	12	6.0	1	103	181	147	308	-	桐朋高G7人
	00:00-01:00	60	46	39	7	5.2	1	39	172	77	170	-	藪 保男
	00:00-01:00	60	45	40	5	4.7	1	40	229	97	213	-	武藤直美
	00:20-01:00	40	49	43	6	5.5	1	65	179	114	205	-	越山展行
	00:20-01:20	60	-	352	-	6.5	0	352	352	352	634	-	北野宏治
	01:00-01:45	45	42	38	4	4.8	-	50	235	110	223	-	前田7人-75人
	01:00-01:50	50	38	32	6	3.8	2	38	-	-	-	-	嶋縣中嶋G5人
	01:00-01:50	50	52	50	2	4.0	0	60	-	-	-	-	森田(中嶋)
	01:00-02:00	60	95	85	10	5.8	0	85	162	119	190	-	越山展行
	01:00-02:00	60	90	80	10	5.4	-	80	216	136	231	-	豆田勝彦
	01:00-02:00	60	72	62	10	5.3	0	62	186	112	190	-	藪 保男
	01:00-02:00	60	56	49	7	5.2	0	49	161	88	150	-	武藤直美
	01:01-25:59	58	121	99	22	6.0	1	103	181	147	235	-	桐朋高G7人
	01:15-02:15	60	75	55	20	5.0	0	55	220	110	187	-	蛭峨山亨
	01:20-02:20	60	-	62	-	6.5	0	62	62	62	93	-	田口泰雄
	01:30-02:30	60	57	49	8	5.2	0	49	162	88	141	-	藤原康徳
	02:00-02:45	45	25	20	5	5.1	-	25	90	48	76	-	前田7人-75人
	02:00-02:45	45	50	40	10	6.0	1	53	93	76	106	-	桐朋高G7人
	02:00-02:50	50	86	72	12	6.2	0	86	110	103	144	-	黒沢泰一
	02:00-02:50	50	13	8	5	3.5	4	10	-	-	-	-	嶋縣中嶋G5人
	02:00-02:50	50	26	22	4	3.5	3	26	-	-	-	-	森田(中嶋)
	02:00-03:00	60	42	35	7	5.1	1	35	139	73	102	-	藪 保男
	02:00-03:00	60	34	29	5	4.5	-	29	183	75	105	-	川崎康寛
	02:00-03:00	60	42	37	5	5.2	0	37	122	67	94	-	武藤直美
	02:00-03:00	60	55	48	7	5.7	0	48	101	72	101	-	越山展行
	02:15-02:45	30	19	18	1	4.5	0	36	227	94	132	-	蛭峨山亨
	02:30-03:15	45	35	29	6	5.2	0	39	129	70	91	-	藤原康徳
	03:00-03:30	30	22	20	2	5.2	2	40	172	94	122	-	武藤直美
	03:00-03:50	50	65	57	8	6.3	1	68	90	82	98	-	黒沢泰一
	03:00-04:00	60	25	19	6	5.0	2	19	99	50	65	-	藪 保男
	03:00-04:00	60	51	43	8	5.5	0	43	108	69	90	-	越山展行
	03:10-04:00	50	33	29	4	5.6	-	35	81	53	69	-	豆田勝彦
13/14	18:15-19:00	45	77	60	17	6.5	0	80	80	80	128	-	戸田雅之*
	18:20-19:00	40	88	57	31	6.0	0	86	138	112	180	-	進藤泰昭*
	19:00-20:00	60	106	80	26	6.5	0	80	80	80	104	-	戸田雅之*
	19:05-20:00	55	111	58	53	6.0	0	63	101	82	107	-	進藤泰昭*
	20:00-20:35	35	57	45	12	6.5	0	77	77	77	93	-	戸田雅之*
	20:05-20:35	30	85	61	24	6.0	0	122	195	159	192	-	進藤泰昭*
	21:00-22:00	60	13	8	5	6.0	4	8	22	19	129	-	桐朋高G7人
	21:30-22:00	30	2	0	2	5.6	3	0	-	-	-	Cyg	上村敏夫
	22:00-23:00	60	14	8	6	6.0	4	8	22	19	77	-	桐朋高G7人
	22:00-23:00	60	7	5	2	5.7	2	5	14	10	41	Per	上村敏夫
	22:40-23:00	20	6	4	2	5.0	1	13	58	29	128	-	嶋縣中嶋G5人



MSS-060

〔表 3〕

日付	開始 終了 (JST)	時間	全 M	群 M	散 M	最 微	雲 量	H R	CHR (2.5)	CHR (1.6)	ZHR (1.5)	方向	観 測 者
13/14	23:00-23:50	50	44	30	14	6.5	1	36	40	40	136	-	川村教一
	00:00-00:50	50	34	25	9	4.0	0	41	-	-	-	-	松本(附嶋)
	00:00-01:00	60	25	17	8	6.5	1	17	19	19	46	-	川村教一
	00:00-01:00	50	28	22	6	5.0	1	27	117	58	140	-	鷗鷗嶋G5人
	00:20-01:00	12	8	6	2	5.0	-	-	-	-	-	-	中山 伸
	01:00-01:50	50	28	19	9	5.0	1	23	99	49	89	-	鷗鷗嶋G5人
	01:00-01:50	50	49	39	10	4.0	0	47	-	-	-	-	松本(附嶋)
	01:00-02:00	60	37	26	11	6.5	1	26	29	29	52	-	川村教一
	02:00-02:50	50	32	23	9	5.0	1	28	123	61	92	-	鷗鷗嶋G5人
	02:00-02:50	50	37	27	10	4.0	0	32	-	-	-	-	黒瀬(附嶋)
	02:10-03:00	50	24	23	1	5.0	0	28	110	55	88	Peg	中嶋徳正
	03:00-03:40	40	19	18	1	4.0	0	22	-	-	-	-	松本(附嶋)
	03:00-03:50	50	33	17	16	6.5	1	21	23	23	30	-	川村教一
	03:00-03:50	50	35	29	6	5.0	1	35	154	77	100	-	鷗鷗嶋G5人
	03:00-04:00	60	28	24	4	4.5	0	24	151	62	81	Ari	中嶋徳正
	04:00-04:50	50	24	17	7	4.0	0	20	202	64	77	And	中嶋徳正
14/15	17:00-17:55	55	51	26	25	5.9	1	28	52	41	81	-	戸田雅之*
	17:05-18:05	60	103	44	59	5.6	2	44	132	86	176	-	進藤泰昭*
	21:30-22:00	30	7	3	4	5.7	2	6	16	12	56	And	上村敏夫
	22:00-23:00	60	6	1	5	5.8	1	1	2	2	7	And	上村敏夫
	23:00-23:35	35	7	3	4	5.5	3	5	-	-	-	-	枳殻 豊
	23:00-00:00	60	5	1	4	5.7	5	1	-	-	-	And	上村敏夫
	00:30-01:30	60	24	15	9	6.5	2	15	20	20	42	-	枳殻 豊
	01:30-02:40	70	39	24	15	6.2	0	21	27	25	40	-	枳殻 豊
15/16	03:15-04:00	45	22	15	7	5.3	0	20	60	36	47	-	枳殻 豊
	21:15-22:00	45	2	0	2	5.6	1	0	0	0	0	And	上村敏夫
	22:00-22:30	30	0	0	0	5.3	5	-	-	-	-	And	上村敏夫
	22:15-23:15	60	10	7	3	5.2	0	7	23	13	43	And	松本幸久
	23:00-00:00	60	15	3	12	5.9	0	3	5	4	14	Cyg	橋本岳真
	00:00-01:00	60	8	1	7	5.9	0	1	2	1	2	Cyg	橋本岳真
	01:00-02:00	60	12	7	5	4.8	0	7	32	15	24	天頂	田中正一
	01:14-02:00	46	13	6	7	6.0	0	8	13	10	16	Per	高梨美華
	01:30-02:00	30	3	0	3	6.0	0	0	0	0	0	Peg	橋本岳真
	02:00-03:00	60	15	5	10	6.0	0	5	8	7	10	Peg	橋本岳真
	02:00-03:00	60	18	7	11	6.0	0	7	11	9	13	Per	高梨美華
	03:00-03:30	30	7	3	4	6.0	0	6	10	8	10	Peg	橋本岳真
16/17	22:00-23:00	60	6	0	6	5.9	0	0	0	0	0	Cyg	橋本岳真
	22:40-23:15	35	3	1	2	4.5	3	2	-	-	-	-	松本幸久
	00:00-01:00	60	13	2	11	6.0	0	2	3	3	6	Cas	橋本岳真
	01:00-02:00	60	12	4	8	6.0	0	4	7	5	8	Cas	橋本岳真



日付	開始 終了 (JST)	時間	全 M	群 M	散 M	最 微	雲 量	H R	CHR (2.5)	CHR (1.6)	ZHR (1.5)	方向	観測者
17/18	21:30-22:00	30	2	0	2	5.5	0	0	0	0	0	And	上村敏夫
	22:00-23:00	60	3	0	3	5.5	0	0	0	0	0	And	上村敏夫
	22:10-23:00	40	8	0	8	5.9	0	0	0	0	0	Cyg	橋本岳真
	23:00-00:00	60	6	1	5	5.7	0	1	2	2	5	And	上村敏夫
	00:00-01:00	60	6	1	5	5.7	0	1	2	2	4	And	上村敏夫
	00:00-01:00	60	13	6	7	5.7	0	6	13	11	24	天頂	司馬康生
	01:00-02:15	75	12	7	5	6.0	0	6	10	8	14	天頂	司馬康生
	02:45-03:50	65	16	5	11	6.0	0	5	8	7	9	天頂	司馬康生
18/19	22:00-23:00	60	5	0	5	5.8	0	0	0	0	0	And	上村敏夫
19/20	21:45-23:00	75	8	1	7	5.7	0	1	2	2	7	And	上村敏夫

※ZHRはCHR ( $r=1.6$ ) より  $\gamma=1.5$  として計算

グループ観測結果は人数補正済

\*印はアメリカ、カリフォルニア州での観測

○光度分布 (ペルセウス群)

〔表 5〕

光 度	-5>	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	合計	平均	最微星	観測者
流星数	2	1	1	1	3	4	9	32	34	15	1	103	2.1	6.5	川村教一
流星数			1	3	7	20	26	34	43	32		166	2.0	5.4-5.6	豆田勝彦

○光度関数

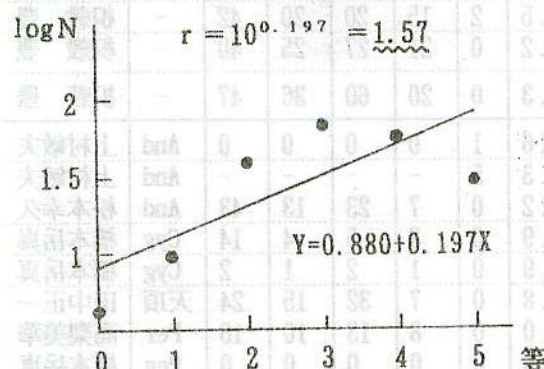


図 1

〔川村教一〕

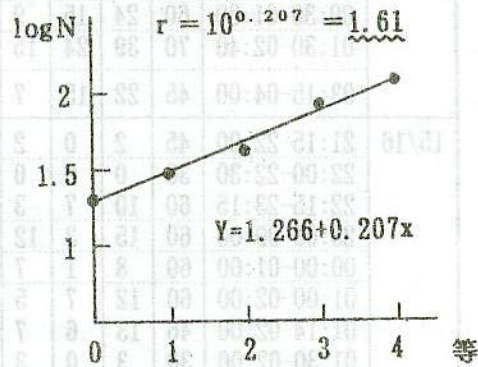


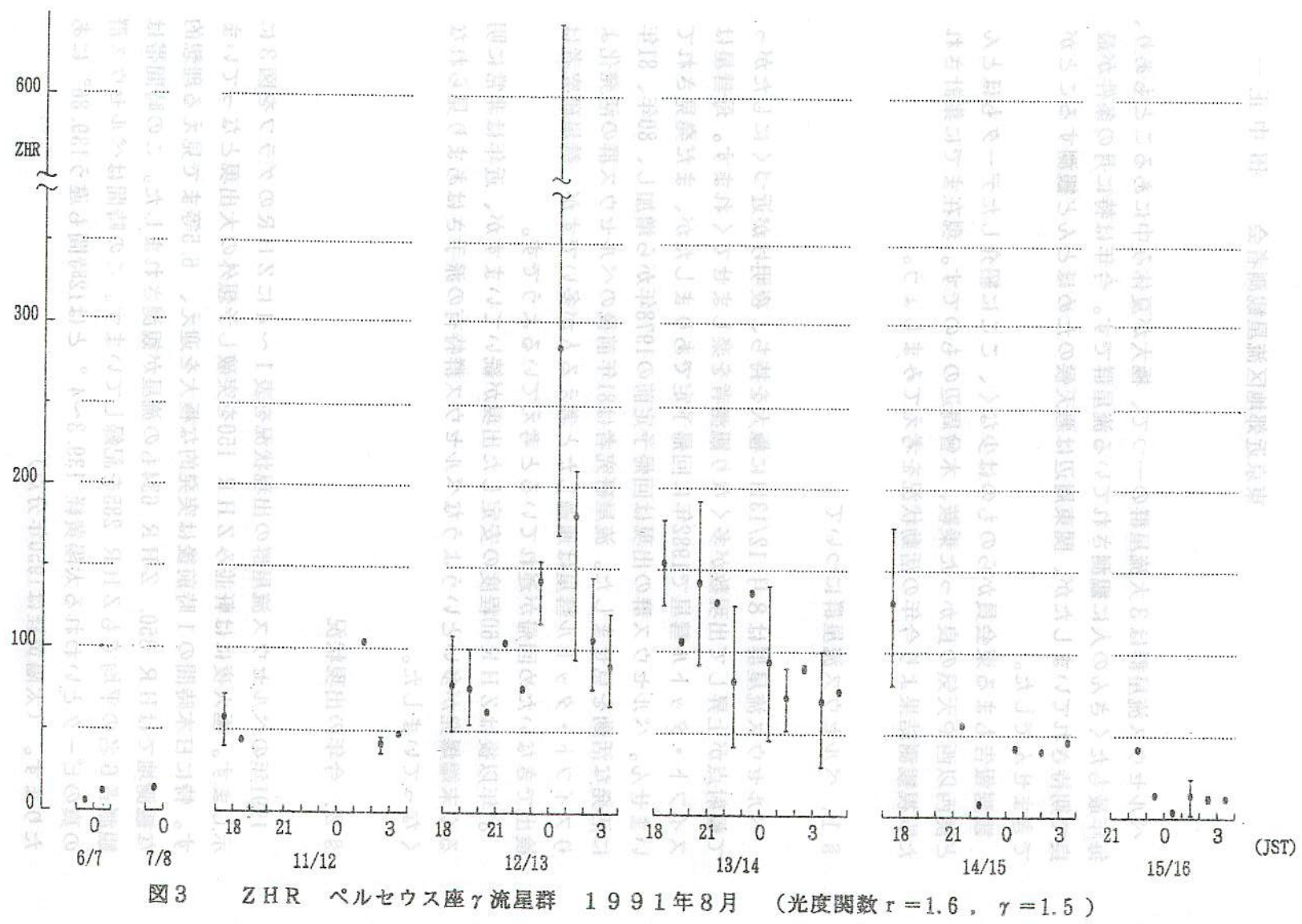
図 2

〔豆田勝彦〕



1455-0650

尾身健彦の流星観測データ





# 1991年のペルセウス流星群の活動状況

東京近郊地区流星観測者会 田中正一

ペルセウス流星群は3大流星群の一つで、極大が夏休み中にあることもあり、毎年最もたくさんの人に観測されている流星群です。今年は特に月の条件が最良で期待されていましたが、関東周辺は悪天候のためほとんど観測することができませんでした。

観測報告もまる東会員からのものは少なく、ここに紹介したデータもほとんど関西以西や天気の良かった乗鞍、木曾周辺のものであります。現在までに集計された眼視観測結果より今年の活動状況を考えてみましょう。

## § 1. ペルセウス流星群について

ペルセウス流星群は8月12/13日に極大を持ち、夜明けが近づくにしたがって輻射点が上昇して出現数が多くなり観測者を楽しませてくれます。母彗星はスィフト・タットル彗星で1982年に回帰予定でありましたが、まだ発見されていません。ペルセウス群の出現は回帰予定前の1978年から増加し、80年、81年に活発な活動を見せました。流星研究者は81年前後のペルセウス群の活発化よりスィフト・タットル彗星は通過したと考える人が多いですが、彗星研究者は検出できないため回帰が遅れていると考えているようです。

81年以後はZHR60程度の安定した出現が続いていますが、近年は非常に明るく末端爆発が多いというようなペルセウス群特有の派手さはあまり見られなくなっていました。

## § 2. 今年の出現状況

1991年のペルセウス流星群の出現状況を表1～4にZHRのグラフを図3に示します。極大夜には軒並みZHR150を突破し予想外の大出現となっています。特に日本時間の1時前後は突発的な極大を迎え、6.5等まで見える理想的な観測地ではHR350、ZHR634もの流星が観測されました。この時間帯は観測者6名の平均でもZHR285を記録しています。この時間はペルセウス群の真のピークといわれる太陽黄経 $139.3 \sim 4^\circ$ とは12時間も違う $139.86^\circ$ にあたります。(太陽黄経は1950年分点)



図3のグラフを見ても1時付近をはさんで鋭く増加している様子がわかります。2時以降は活発な活動を示しながらも平均ZHR 100以下に急激に減少しています。これより15時間後の13日18時には、ZHR 150という再び活発な出現を記録しており、その後13/14の夜の11時間を通じてZHR 80までゆるやかに減少しています。この13日の明け方と夕方の傾向を考えてみますと、真の極大に当たる13日の日中にも極大があったものと考えられます。

今年の出現はピーク時の突発的大出現もさる事ながら、多くの観測結果がZHR 100~150の高いレベルを保ったことが注目されます。また、ペルセウス群の極大の位置、数についても今までに報告されたものを含めて考えていく必要があります。今回の突発出現の流星は性状、輻射点の位置などが今までのペルセウス群と異なるという意見もあり、写真やTV観測の結果を解析し、輻射点の精密な検出をするなどして検討する必要もあるでしょう。

この日本で観測された極大はIAU（国際天文学連合）Circular No. 5330にも大阪の田口氏の報告が他の大出現報告とともに載せられています。「ペルセウス流星群とスワフト・タートル周期彗星」と題されたこの記事には、1981±2年に回帰予定だったが未発見であるスワフト・タートル彗星が今年の非常に活発なペルセウス群の活動により、1992年の終りに回帰する可能性が大きくなったと書かれています。

### § 3. 光度分布

今年のペルセウス群の特徴として非常に明るいものが多く、爆発を伴うものが多かったことが挙げられます。まる東会員からの報告がほとんど無いので詳しいデータが少ないのですが、表5に光度分布を示してあります。この他にも、多数の観測者からマイナス等級が多い、大火球を目撃した、などのコメントを受けています。また、5、6等などの暗い流星はほとんど無かったのではないかという意見もあります。

図1、2に光度関数を示してありますが、 $r=1.6$ という小さい値が出ており、このことから明るいものが多かったことがわかります。今後、多数のデータが集計されればさらに傾向がはっきりするでしょう。

### § 4. その他の観測結果

今回の大出現は眼視観測以外でも捕らえられています。FM観測ではチャートが真っ黒になるくらいのエコーが得られており、判読不能におちいった時間帯もあるようです。



TV、写真観測でもたくさんの流星が捕らえられており、特に写真観測では明るいのが多かったので、貴重な流星写真が得られています。1コマに20個近い流星が入り一目で輻射点が判る、教育的にも価値がある驚異的な写真も撮られました。また、各地でたくさんの写真が撮られたようで、月刊の天文各誌にも1コマに多数の流星が撮影されたものが何枚も掲載されています。しかし、回転シャッターで流星が切断されているものや、出現時刻などのデータがきちんとつけられているものは少ないようで、輻射点の検出、広がりなどは分かりますが、観賞写真の域を脱してないようです。軌道計算まで進められる同時流星は結局、いつもと同じ観測者からしか得られないでしょうが、それでもたくさんの同時流星が期待されるところです。流星にカメラを向ける人はたくさんいますが、そこからいかにして観測者を育てるかがこれからの課題です。

各観測法とも早急な集計、報告が望まれています。今回の大出現を受けて豆田勝彦氏が眼視観測を、司馬康生氏が写真観測をそれぞれNMS（日本流星研究会）の幹事を協力しながら、広く一般から情報提供を呼びかけ特別に集計することになっています。

## § 5. 来年に向けて

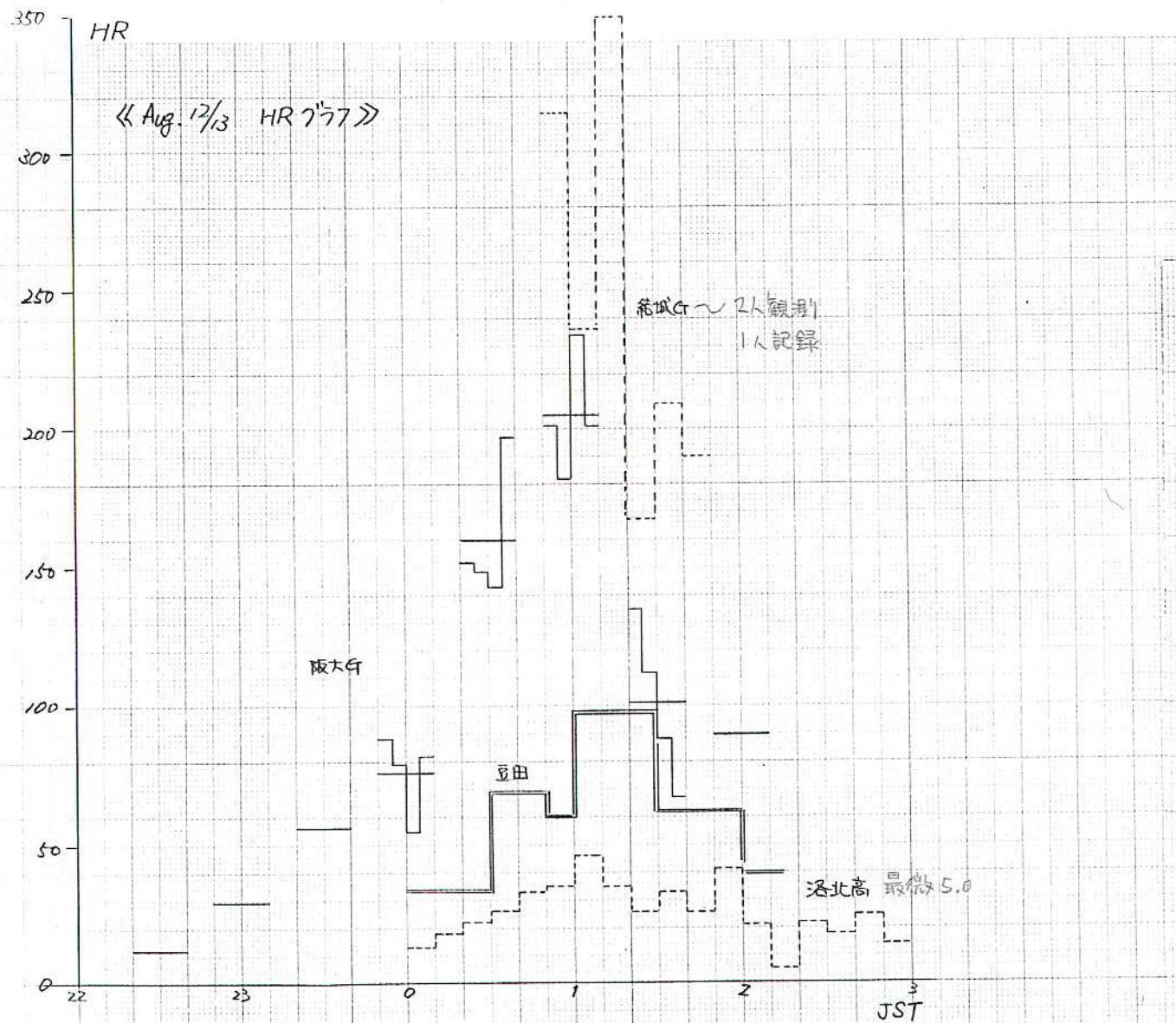
突然大出現をみせ驚かされたペルセウス流星群ですが、スイフト・タットル彗星との関連もあり、来年以降の活動が注目されます。極大の数と位置、流星物質の密度について特に調べていく必要があります。来年は極大が満月で観測条件は最悪ですが、標高の高い空気の澄んだ場所に行くなどして良いデータを得たいものです。今年得られたたくさんのサンプルから何か新しいことが分かったにしても、その検証のために今後の観測が大切になります。ペルセウス群はしし群と並んで今世紀末にかけての注目流星群となりそうです。

（〒270-11 我孫子市東我孫子 2-36-14）

〔まる東通信 Vol.127 ワイド版より転載、加筆〕

1991.10.6 流星物理セミナー





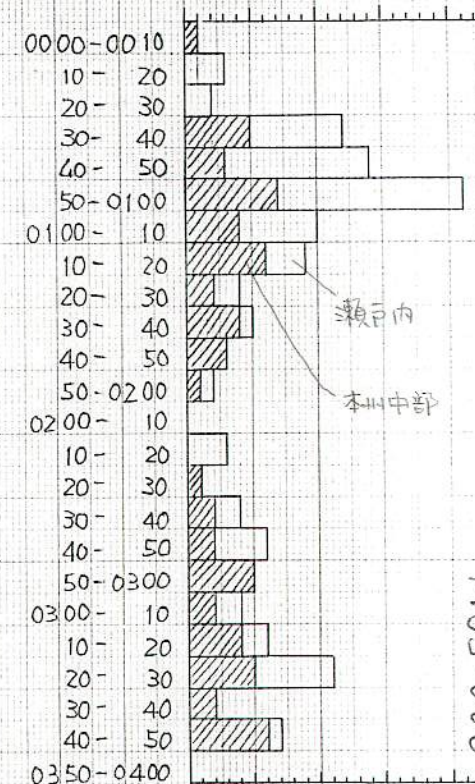
1991.10.06

MSS #60

91年Per 情報

高梨雅彰

《Aug. 12/13 時間別列車乗車数》



MSS-060



◆続・関西 Per 情報  
(1) 大阪大学天文同好会 (観測地: 木曽駒ヶ岳)  
観測方法: 8人のグループ計数。ただし各観測者間でダブルカウントされたものは記録者が1つとして記録。

DATE	S - E	m	*	CL	ALL	Per	P-HR				
Aug.12/13	2220-2240	(20)	3.8	0	22	16	48.0	(12.2)			
	2250-2310	(20)	5.0	0	47	38	114.0	(28.9)			
	2320-2340	(20)	5.0	0	80	74	222.0	(56.3)			
	2350-0010	(20)	6.0	0	110	100	300.0	(76.1)	29	26	18
	0020-0040	(20)	7.0	0	218	210	630.0	(159.9)	50	49	47
	0050-0110	(20)	7.0	0	274	269	807.0	(204.8)	66	60	77
	0120-0140	(20)	7.0	0	136	133	399.0	(101.3)	45	37	29
	0150-0210	(20)	6.0	2	125	117	351.0	(89.1)	22		

P-HRの横の括弧内の数値はひとりあたりのHR  
(ミルマンの8人の補正值3.94を使用)  
4つ目~7つ目の時間帯でひとりあたりの数値の右に記入されている数字はその時間帯における5分毎のPer群流星の出現数。  
以下は光度分布

	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	不明	合計
Per	8	20	62	204	275	251	105	26	3	0	957
not-Per	0	0	1	5	14	16	16	3	0	0	55

(2) 京都府立洛北高校 (滋賀県野洲郡)  
観測方法: 9人+記録者4名のグループ計数。

DATE	S - E	m	*	CL	ALL	Per	P-HR				
Aug.12/13	0000-0100	(60)	5.0	0	116	108	108.0	(25.1)	11	13	16
	0100-0200	(60)	5.0	0	164	150	150.0	(34.9)	33	25	19
	0200-0300	(60)	5.0	1	76	76	76.0	(17.7)	15	4	16

P-HRの横の括弧内の数値はひとりあたりのHR  
(河越によるグループ人数補正值4.3を使用)  
ひとりあたりの数値の右に記入されている数字はその時間帯における10分毎のPer群流星の出現数。

(3) 結城雅子G (伊吹山山頂)  
観測方法: 2人+記録者1名のグループ計数。

DATE	S - E	m	*	CL	ALL	Per	P-HR
Aug.12/13	0050-0100	(10)	6.0	0	-	96	576.0 (314.8)
	0100-0110	(10)	6.0	0	-	72	432.0 (236.1)
	0110-0120	(10)	6.0	0	-	107	642.0 (350.1)
	0120-0130	(10)	6.0	0	-	51	306.0 (167.2)
	0130-0140	(10)	6.0	0	-	64	384.0 (209.8)
	0140-0150	(10)	6.0	0	-	58	348.0 (190.2)

P-HRの横の括弧内の数値はひとりあたりのHR  
(ミルマンの2人の補正值1.83を使用)

(4) 豆田勝彦 (神戸市)  
観測方法: 個人計数。

DATE	S - E	m	*	CL	ALL	Per	P-HR
Aug.12/13	0000-0030	(30)	5.4	0	18	17	34.0
	0030-0050	(20)	5.4	0	29	23	69.0
	0050-0100	(10)	0.0	*	10	10	60.0
	0100-0130	(30)	5.4	0	55	49	98.0
	0130-0200	(30)	5.4	0	35	31	62.0
	0200-0215	(15)	5.4	0	12	10	40.0
	0310-0330	(20)	5.6	0	15	12	36.0
	0330-0400	(30)	5.6	0	18	17	34.0
	0400-0410	(10)	5.5	0	8	7	42.0

以下は光度分布 (0050-0100の時間帯を除く)

	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	合計
Per	1	3	7	20	26	34	43	32	0	166
not-Per	0	0	0	3	2	4	5	10	0	24

もやが全天を覆う

1992.8.11/12 22h ± 2h

1~5h 明5h 7~9h



1991-10-05現在

## ●日本流星研究会・写真流星リスト(1991年)

単一番号	月	日	出現時刻	光度群	発光 $\alpha$ RA1	$\delta$ DE1	消滅 $\alpha$ RA2	$\delta$ DE2	観測者 OBSERVER	観測地 LOCALITY	レンズチャップ星座/備考 FL C Con./REMARKS	
J91001	01	04	020000H-2?	Qua					重野好彦	神奈川大井町	24	Dra/020000-020459
J91003	01	04	025500H 1	Qua					重野好彦	神奈川大井町	24	Dra/025500-025959
J91002	01	04	025500H-1?	Qua					重野好彦	神奈川大井町	24	UMi/025500-025959
J91017	01	04	025819 -1	Qua					大塚勝仁	世田谷区	85*	/泰野と同時・計算済 +
J91012	01	04	025841 0	Qua					大塚勝仁	世田谷区	85*	/泰野と同時・計算済
J91018	01	04	033142 1	Qua					大塚勝仁	世田谷区	85*	/泰野と同時・計算済
J91021	01	04	033752 2	Qua					大塚勝仁	世田谷区	85*	/泰野と同時・計算済
J91013	01	04	034600 3	Qua					大塚勝仁	世田谷区	85*	Cas-UMi/
J91014	01	04	035839 2	Qua					重野好彦	神奈川大井町	24	Cas/041500-041959
J91004	01	04	041500H-1?	Qua					大塚勝仁	世田谷区	85*	/泰野と同時・計算済
J91015	01	04	041824 1	Qua					大塚勝仁	山梨大泉村	50*	Lib/
J91009	01	04	041841	Qua					大塚勝仁	世田谷区	85*	/泰野と同時・計算済 +
J91022	01	04	044130 2	Hyd?					大塚勝仁	世田谷区	85*	/泰野と同時・計算済 +
J91019	01	04	044714 2	Qua					大塚勝仁	世田谷区	85*	/泰野と同時・計算済
J91020	01	04	045116 -1	Qua					重野好彦	神奈川大井町	24	UMi/
J91005	01	04	045345 2	Qua					大塚勝仁	世田谷区	85*	/泰野と同時・計算済
J91016	01	04	045500H 2?	Qua					重野好彦	神奈川大井町	24	Lyn/
J91006	01	04	045641 -2	Qua					重野好彦	神奈川大井町	24	Dra/near R. P.
J91007	01	04	050000H 2?	Qua					大塚勝仁	山梨大泉村	50*	Vir/050300-050528
J91010	01	04	050300H	Qua	210	-18	210	-27	大塚勝仁	世田谷区	85*	/泰野と同時・計算済
J91023	01	04	051224 1	Qua					大塚勝仁	世田谷区	85*	UMi/052500-052930 +
J91024	01	04	052500H 2?	Com?					重野好彦	神奈川大井町	24	Dra/
J91008	01	04	053059 -2	Qua					大塚勝仁	山梨大泉村	50*	Leo/
J91011	01	20	045418 -3		150	+17	145	+12	大塚勝仁	世田谷区	85*	/日立と同時・計算済 +
J91025	05	06	015407 1	長周期					大塚勝仁	世田谷区	85*	Cyg/
J91027	05	06	031416 1	EAqr?					大塚勝仁	世田谷区	85*	Dra/
J91026	05	06	035513 0	EAqr					東理大神楽	長野富士見町	50*	Cas/固定撮影
J91135	08	11	032157 3	Spo					高知大 G	室戸市		- /000000-001500
J91032	08	12	000000H						高知大 G	室戸市		- /003000-004500
J91033	08	12	003000H						高知大 G	室戸市	50*	Lec/0045** -0050**
J91146	08	12	004732?	Spo	345	+43	333	+48	枳穀豊	岡山佐伯町		- /005200-005700
J91031	08	12	005200H	Spo	284	+26	286	+21	高知大 G	室戸市		- /
J91034	08	12	011652 -1.5	Peg?	300	+48	240	+50	高知大 G	室戸市		- /020000-021500
J91035	08	12	020000H	Per					高知大 G	室戸市		- /020000-021500
J91036	08	12	020000H	Spo					高知大 G	室戸市		- /032100-033000
J91037	08	12	032628						高知大 G	室戸市		- /034500-040000
J91038	08	12	034500H						越山展行	静岡引佐町	85	Com/000640-001310
J91099	08	13	000640H 2?	Per	55	+70	56	+71	高知大 G	室戸市	*	- /
J91064	08	13	001309	Per					高知大 G	室戸市		- /001500-003000
J91066	08	13	001500H	Per					高知大 G	室戸市		- /001500-003000
J91067	08	13	001500H	Per					高知大 G	室戸市	*	- /
J91065	08	13	002534	Per					高知大 G	室戸市	50*	And/or 003019
J91147	08	13	002958		5	+37	3	+35	枳穀豊	広島三和町	*	- /003000-004500
J91069	08	13	003000H	Per					高知大 G	室戸市	*	- /003000-004500
J91070	08	13	003000H	Per					高知大 G	室戸市	*	- /003000-004500
J91072	08	13	003000H	Per					高知大 G	室戸市	*	- /003000-004500
J91073	08	13	003000H	Per					高知大 G	室戸市	50*	And-Peg/or 002958
J91148	08	13	003019		3	+33	359	+27	枳穀豊	広島三和町	*	- /
J91068	08	13	003317?	Per					高知大 G	室戸市	*	- /
J91203	08	13	0035** -4	Per					後藤克己	中津川市	50	Peg/0035** -0040**
J91189	08	13	003800H	Per	48	+43	48	+38	中村彰正	岐阜乗鞍量平	24	Per/003800-003825
J91100	08	13	003820 -3	Per	2	+65	328	+61	越山展行	静岡引佐町	50	Cas-Cep/
J91190	08	13	003830H	Per	357	+4	353	-4	中村彰正	岐阜乗鞍量平	24	Pec/003830-003900
J91101	08	13	003838	1 Per	12	+60	8	+60	越山展行	静岡引佐町	50	Cas/
J91150	08	13	003919?		289	+40	283	+32	枳穀豊	広島三和町	50*	Peg/0040** -0045**
J91149	08	13	0040**H		328	+19	323	+15	枳穀豊	広島三和町	50*	Peg/0040** -0045**
J91071	08	13	004054	Per					高知大 G	室戸市	*	- /
J91074	08	13	004119?	Per					高知大 G	室戸市	*	- /
J91054	08	13	004208	Per	302	+14	295	+4	岡山大 G	広島吉井町	*	- /
J91039	08	13	004210 -2	Per	359	+7	350	-7	広江透	島根三瓶山		- /
J91040	08	13	004256 -1	Per	8	+19	3	+9	広江透	島根三瓶山		- /
J91191	08	13	004259	Per	36	+68	28	+74	中村彰正	岐阜乗鞍量平	24	Cas/
J91192	08	13	004334	Per	48	+49	51	+45	中村彰正	岐阜乗鞍量平	24	Per/
J91151	08	13	0045**H		354	+13	348	+6	枳穀豊	広島三和町	50*	Peg-Pec/0045** -0050**
J91081	08	13	004500H	Per					高知大 G	室戸市		- /004500-010000
J91082	08	13	004500H	Per					高知大 G	室戸市		- /004500-010000
J91080	08	13	004500H	Per					高知大 G	室戸市	*	- /004500-010000
J91075	08	13	004614	Per					高知大 G	室戸市	*	- /
J91102	08	13	004640H 2?		312	+52	309	+50	越山展行	静岡引佐町	50*	Cyg/004640-005310
J91152	08	13	0050**H		3	+4	355	0	枳穀豊	広島三和町	50*	Peg-Pec/0050** -0055**
J91041	08	13	005000H	Per	8	+18	359	0	広江透	島根三瓶山		- /005000-005900
J91043	08	13	005000H	Per	15	-3	10	-8	広江透	島根三瓶山		- /005000-005900
J91042	08	13	005000H	Per	25	-24	23	-30	広江透	島根三瓶山		- /005000-005900
J91193	08	13	005018	Per	57	+42	60	+39	中村彰正	岐阜乗鞍量平	24	Per/
J91055	08	13	005041	Per	327	-3	324	-7	岡山大 G	広島吉井町	*	- /
J91076	08	13	005042	Per					高知大 G	室戸市	*	- /
J91194	08	13	005055 -2	Per	47	+61	49	+64	中村彰正	岐阜乗鞍量平	24	Cas/
J91056	08	13	005159	Per	335	+9	327	0	岡山大 G	広島吉井町		- /
J91103	08	13	005320H 0?	Per	48	+71	51	+76	越山展行	静岡引佐町	85	Cas/005320-005950
J91104	08	13	005320H 1?	Per	339	+62	326	+59	越山展行	静岡引佐町	50	Cep/005320-005950

時刻不正確



J91195	08	13	005400	Per	27	+48	24	+46	中村彰正	岐阜乗鞍畳平	24	And/
J91077	08	13	005415	Per					高知大G	室戸市	*	- /004915か
J91196	08	13	005415	Per	334	+63	320	+59	中村彰正	岐阜乗鞍畳平	24	Cep/+
J91153	08	13	0055**		2	+40	358	+35	枳登豊	広島三和町	50*	And/0055**-0100**
J91154	08	13	0055**		305	+50	295	+42	枳登豊	広島三和町	50*	Cyg/0055**-0100**
J91155	08	13	0055**		336	+38	328	+30	枳登豊	広島三和町	50*	Lac-Peg/0055**-0100**
J91078	08	13	005620	Per					高知大G	室戸市	*	- /
J91057	08	13	005622	Per	303	+24	295	+15	岡山大G	広島吉井町	*	- /位置不正確
J91197	08	13	005716	Per	329	+62	317	+58	中村彰正	岐阜乗鞍畳平	24	Cep/+
J91079	08	13	005756?	Per					高知大G	室戸市	*	- /
J91156	08	13	0100**		326	+48	315	+42	枳登豊	広島三和町	50*	Cyg/0100**-0105**
J91157	08	13	0100**		333	+3	325	+2	枳登豊	広島三和町	50*	Peg/0100**-0105**
J91084	08	13	010000	Per					高知大G	室戸市	*	- /010000-011500
J91085	08	13	010000	Per					高知大G	室戸市	*	- /010000-011500
J91083	08	13	010257?	Per					高知大G	室戸市	*	- /
J91044	08	13	010310 -1	Per	0	+22	355	+13	広江透	島根三瓶山	24	Cep-UMi/
J91198	08	13	010405 -5	Per	17	+83	261	+82	中村彰正	岐阜乗鞍畳平	24	Cam/
J91199	08	13	010453	Per	112	+81	124	+81	中村彰正	岐阜乗鞍畳平	24	Per/
J91200	08	13	010611 -2	Per	111	+45	113	+40	中村彰正	岐阜乗鞍畳平	24	UMi/
J91201	08	13	010810	Per	1	+87	277	+88	中村彰正	静岡引佐町	50	Cep-Cyg/011320-011950 +-
J91106	08	13	011320	Per	308	+63	298	+57	越山展行	静岡引佐町	50	Cep-Cyg/011320-011950 +-
J91107	08	13	011320	Per	302	+61	296	+58	越山展行	静岡引佐町	85	Cep/011320-011950 +-
J91105	08	13	011320	Per	348	+80	331	+81	越山展行	愛知津具村		- /電話にて
J91144	08	13	011338 1	Per					静岡大O B	静岡引佐町	50	Cep-Cyg/
J91108	08	13	011457 -2	Per	304	+61	286	+47	越山展行	広島三和町	50*	And/0115**-0120**
J91158	08	13	0115**		28	+40	25	+36	枳登豊	室戸市	*	- /011500-013000
J91086	08	13	011500	Per					高知大G	室戸市	*	- /011500-013000
J91087	08	13	011500	Per					高知大G	室戸市	*	- /011500-013000
J91202	08	13	011612	Per	70	+69	77	+71	中村彰正	岐阜乗鞍畳平	24	Cam/or011503
J91159	08	13	0120**	Per	34	+6	33	0	枳登豊	広島三和町	50*	Cet/0120**-0125**
J91143	08	13	012020	Per					久住鶴測所	大分久住町	80	Per/or013020
J91109	08	13	012407 3	Per	8	+51	4	+50	越山展行	静岡引佐町	50	Cas/or012422
J91204	08	13	0125**	Spo					後藤克己	中津川市	50	Tau/0125**-0130**
J91205	08	13	0130**	Per					後藤克己	中津川市	50	Tau/0130**-0135**
J91136	08	13	013150 0	Per					東理大神楽	長野富士見町	50*	Peg/
J91110	08	13	013320	Per	50	+72	51	+73	越山展行	静岡引佐町	85	Cas/013320-013950
J91111	08	13	013405	Per	54	+48	54	+47	越山展行	静岡引佐町	50	Per/013405-014622 +-
J91088	08	13	013450	Per					高知大G	室戸市	*	- /
J91207	08	13	0140**	Per					後藤克己	中津川市	50	Tau/0140**-0145**
J91206	08	13	0140**	Per					後藤克己	中津川市	50	Tau/0140**-0145**
J91208	08	13	0145**	Per					後藤克己	中津川市	50	Peg/0145**-0150**
J91160	08	13	0150**		35	+46	34	+44	枳登豊	広島三和町	50*	And/0150**-0155**
J91112	08	13	015314 1	Per	60	+78	66	+80	越山展行	静岡引佐町	85	Cam/
J91161	08	13	0210**	Per	340	+7	331	+3	枳登豊	広島三和町	50*	Peg/0210**-0215**
J91058	08	13	021204	Per	317	+6	313	0	岡山大G	広島吉井町	*	- /
J91045	08	13	021207 -1	Per	5	-6	2	-14	広江透	島根三瓶山	-	- /
J91209	08	13	0220**	Per					後藤克己	中津川市	50	Peg/0220**-0225**
J91113	08	13	023100	Per	68	+44	69	+41	越山展行	静岡引佐町	50	Per/023100-023159 +-
J91089	08	13	023221?	Per					高知大G	室戸市	*	- /
J91114	08	13	023354 -1	Per	339	+58	325	+53	越山展行	静岡引佐町	50	Cep-Cyg/
J91090	08	13	023836?	Per					高知大G	室戸市	*	- /
J91047	08	13	024000	Per	25	-1	22	-7	広江透	島根三瓶山		- /024000-024900
J91059	08	13	024218	Per	325	+22	325	+7	岡山大G	広島吉井町	*	- /
J91046	08	13	024220 -2	Per	23	+10	18	-3	広江透	島根三瓶山	-	- /
J91060	08	13	024245	Per	337	+7	329	+1	岡山大G	広島吉井町	-	- /
J91115	08	13	024629 1	Per	38	+61	37	+61	越山展行	静岡引佐町	50	Cas/
J91145	08	13	024853 -1	Per					静岡大O B	愛知津具村		- /電話にて
J91116	08	13	025026 2	Per	128	+76	139	+75	越山展行	静岡引佐町	50	Cam/
J91117	08	13	025320	Per	68	+66	71	+66	越山展行	静岡引佐町	85	Cas/025320-025950
J91118	08	13	025328	Per	33	+80	51	+82	越山展行	静岡引佐町	50	Cas/025328-025402
J91137	08	13	025912 1	Per					東理大神楽	長野富士見町	50*	Cyg/
J91119	08	13	025912 2	Per	242	+84	234	+81	越山展行	静岡引佐町	50	UMi/
J91049	08	13	030000	Per	355	-6	351	-13	広江透	島根三瓶山		- /030000-030900
J91048	08	13	030328 -2	Per	10	+4	6	-7	広江透	島根三瓶山	-	- /
J91120	08	13	030750	Per	56	+74	69	+76	越山展行	静岡引佐町	50	Cam/030750-030828
J91121	08	13	030855	Per	336	+79	312	+82	越山展行	静岡引佐町	50	Cep/030855-030933
J91050	08	13	031008 -1	Spo	33	+17	37	-1	広江透	島根三瓶山		- /経路の半分
J91138	08	13	031402 3	Spo					東理大神楽	長野富士見町	50*	Peg/
J91122	08	13	031418	Per	304	+72	292	+75	越山展行	静岡引佐町	50	Dra/031418-031502
J91123	08	13	031455 2	Per	77	+69	81	+70	越山展行	静岡引佐町	85	Cam/
J91092	08	13	031500	Per					高知大G	室戸市	*	- /031500-033000
J91124	08	13	031532	Per	61	+79	66	+82	越山展行	静岡引佐町	50	Cam-Cep/032532-031607
J91052	08	13	032000	Spo	43	-18	44	-22	広江透	島根三瓶山		- /032000-032800
J91053	08	13	032000	Spo	48	-22	48	-25	広江透	島根三瓶山		- /032000-032800
J91125	08	13	032306 0	Per	62	+76	82	+79	越山展行	静岡引佐町	85	Cam/
J91139	08	13	032307 0	Per					東理大神楽	長野富士見町	50*	And/
J91126	08	13	032358 2	Per	302	+81	291	+80	越山展行	静岡引佐町	50	Dra/
J91210	08	13	0325**	Per					後藤克己	中津川市	50	Peg/0325**-0330**
J91127	08	13	032520 2	Per	90	+71	105	+71	越山展行	静岡引佐町	85	Cam/
J91061	08	13	032652	Per	347	-3	340	-15	岡山大G	広島吉井町	*	- /
J91051	08	13	032656 -4	Per	33	+11	32	-22	広江透	島根三瓶山		- /2回爆発
J91062	08	13	032826	Spo	23	+4	30	+2	岡山大G	広島吉井町	*	- /or032820
J91091	08	13	032827	Per					高知大G	室戸市	*	- /
J91128	08	13	033049 1	Per	30	+62	27	+62	越山展行	静岡引佐町	50	Cas/or033149
J91140	08	13	033630 4	Spo					東理大神楽	長野富士見町	50*	Per/



J91130	08	13	034333#	1?		51	+80	59	+71	越山展	行	静岡引佐町	50	Cep-Cam/034333-034407	+
J91131	08	13	034519#	1?	Per	326	+85	255	+82	越山展	行	静岡引佐町	50	Cep-UMi/034519-034555	
J91129	08	13	034547	2	Per	97	+78	110	+79	越山展	行	静岡引佐町	85	Cam/	
J91063	08	13	034612		Per	341	+11	336	+3	岡山山	G	広島吉井町	*	- /	
J91132	08	13	034620	3	Per	17	+79	326	+85	越山展	行	静岡引佐町	50	Cep/	
J91134	08	13	034649#	1?		91	+72	105	+79	越山展	行	静岡引佐町	50	Cam/034649-034732	
J91133	08	13	034658?	2?	Per	25	+75	19	+78	越山展	行	静岡引佐町	50	Cos/034616-034659	
J91162	08	13	2245**			350	+6	347	-2	枳殺豊		広島三和町	50*	Psc/2245**	-2250**
J91163	08	13	2250**			280	+46	280	+43	枳殺豊		広島三和町	50*	Lyr/2250**	-2325**
J91165	08	13	2335**			288	+25	285	+23	枳殺豊		広島三和町	50*	Vul/2335**	-0010** =J91164
J91164	08	13	2335**			294	+35	285	+22	枳殺豊		広島三和町	50*	Cyg-Vul/2335**	-0010** =J91165
J91167	08	13	2340**			9	+36	356	+21	枳殺豊		広島三和町	50*	And-Peg/2340**	-2345** =J91166
J91166	08	13	2340**			359	+25	355	+20	枳殺豊		広島三和町	50*	Peg/2340**	-2345** =J91167
J91168	08	14	0015**			6	+19	4	+17	枳殺豊		広島三和町	50*	Psc/0015**	-0020**
J91169	08	14	0045**			356	+43	345	+33	枳殺豊		広島三和町	50*	And-Peg/0045**	-0055**
J91095	08	14	004925		Per					高知大	G	高知市	*	- /時刻不正確	
J91170	08	14	004925?			1	+24	358	+22	枳殺豊		広島三和町	50*	Peg/0055**	-0100**
J91096	08	14	004932		Per					高知大	G	高知市	*	- /時刻不正確	
J91093	08	14	004950		Per	295	+20	295	+9	岡山理	大 G	岡山佐伯町	*	- /	
J91094	08	14	010830		Per	355	+8	341	-6	岡山理	大 G	岡山佐伯町	*	- /	
J91171	08	14	0110**			21	+13	18	+4	枳殺豊		広島三和町	50*	Psc/0110**	-0115**
J91172	08	14	0115**			13	+13	8	+3	枳殺豊		広島三和町	50*	Psc/0115**	-0120**
J91173	08	14	0115**			335	+42	327	+34	枳殺豊		広島三和町	50*	Lac-Peg/0115**	-0120**
J91174	08	14	0135**			13	+46	9	+43	枳殺豊		広島三和町	50*	And-Peg/0135**	-0145**
J91175	08	14	0150**			24	+15	23	+8	枳殺豊		広島三和町	50*	Psc/0150**	-0155**
J91176	08	14	0205**			23	+51	21	+50	枳殺豊		広島三和町	50*	Per/0205**	-0215**
J91177	08	14	0220**			334	+38	329	+34	枳殺豊		広島三和町	50*	Lac-Peg/0220**	-0225**
J91178	08	14	0225**			14	+13	12	+8	枳殺豊		広島三和町	50*	Psc/0225**	-0230**
J91179	08	14	0305**			333	+29	336	+25	枳殺豊		広島三和町	50*	Peg/0305**	-0310**
J91181	08	14	0340**			53	+40	50	+28	枳殺豊		広島三和町	50*	Per-Ari/0340**	-0345**
J91180	08	14	0350**			54	+9	54	+4	枳殺豊		広島三和町	50*	Tau/0350**	-0355**
J91182	08	14	0405**			37	+54	33	+52	枳殺豊		広島三和町	50*	Psc/0405**	-0415**
J91183	08	15	0130**			334	0	329	-9	枳殺豊		広島三和町	50*	Psc/0130**	-0140**
J91184	08	15	0145**			345	+40	344	+38	枳殺豊		広島三和町	50*	Lac-Peg/0145**	-0150**
J91185	08	15	0200**			21	-1	11	-2	枳殺豊		広島三和町	50*	Psc/0200**	-0205**
J91186	08	15	0205**			330	+31	334	+25	枳殺豊		広島三和町	50*	Psc/0205**	-0210**
J91187	08	15	0205**			351	+19	339	-2	枳殺豊		広島三和町	50*	Lac-Peg/0205**	-0215**
J91097	08	15	020631		Spo					高知大	G	高知市	*	- /	
J91098	08	15	021514		Spo					高知大	G	高知市	*	- /	
J91188	08	15	0300**			350	+9	349	+8	枳殺豊		広島三和町	50*	Lac-Peg/0300**	-0305**
J91028	08	16	010914	2	Peg?	342	+62	341	+63	日高英治		つくば市	100*	Cep/	
J91029	08	16	024258	2	Per	16	+42	12	+37	日高英治		つくば市	100*	Cep/	
J91030	08	16	025730	1	Per	1	+20			日高英治		つくば市	100*	Cep/飛跡の一部	
J91142	08	17	024209	1	Per					東理大神楽		長野富士見町	50*	Per/	
J91141	08	17	024209	3	Spo					東理大神楽		長野富士見町	50*	Del/	



## ◎観測者連絡先一覧

重野好彦	211	神奈川県川崎市中原区木月住吉町2024	
関戸信雄	332	埼玉県川口市並木3-27-20 コーポ並木203	
大塚勝仁	155	東京都世田谷区代沢1-27-5	
日高英治	251	神奈川県藤沢市藤が岡2-12-11-101	
岡山理大 G			高知大学星の会流星班
高知大 G	780	高知県高知市曙町2-5-1	
広江透	690	島根県松江市上乃木町3211-12-201	
岡山大 G			
越山展行	430	静岡県浜松市稲ヶ谷町306-11 城南コーポ603	鎌形昌弘
東京理大神楽	132	東京都江戸川区平井3-17-17 鈴木荘202	白石茂孝
久住天体観測所	812	福岡県福岡市博多区上呉服町2-24-701	夏目裕司
静岡大OB	447	愛知県碧南市中後町3-90	
枳野豊	725	広島県竹原市皆実 古田アパート6	
中村彰正	448	愛知県刈谷市神明町2-35 ビラ三秀神明306	
後藤克己			

## ◎観測者別報告流星数一覧

観測者・グループ	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	TOTAL
重野好彦	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
関戸信雄	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
大塚勝仁	13	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	16
日高英治	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	3
岡山理大 G	-	-	-	-	-	-	-	40	-	-	-	-	40
高知大 G	-	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	15
広江透	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	10
岡山大 G	-	-	-	-	-	-	-	36	-	-	-	-	36
越山展行	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	8
東京理大神楽	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
久住天体観測所	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2
静岡大OB	-	-	-	-	-	-	-	43	-	-	-	-	43
枳野豊	-	-	-	-	-	-	-	14	-	-	-	-	14
中村彰正	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	8
後藤克己	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
合計	24	-	-	-	3	-	-	183	-	-	-	-	210

## ◎凡例

- 《写真流星リスト》
- ・単一番号 : J y y n n n の形で、y y は西暦の下2桁、n n n は年通番です。この年通番はほぼ報告順です。(時刻順ではありません。)
  - ・月日 : 流星出現月日です。
  - ・出現時刻 : 流星出現時刻 (JST) です。井は出現時刻不明のもの、? は出現時刻不正確のもので、その場合にはそのコマの撮影開始時刻を示し、備考欄に撮影開始-終了時刻を示しました。
  - ・光度 : 流星の光度です。
  - ・群 : 群に属する流星の場合、その群名を示します。但し S p o は散在を示します。空欄のものは群/散在の報告がなかったものです。
  - ・発光  $\alpha \delta$  : 発光点または撮影開始点の赤緯、赤経を示します。
  - ・消滅  $\alpha \delta$  : 消滅点または撮影終了点の赤緯、赤経を示します。
  - ・観測者 : 観測者/グループ名を示します。
  - ・観測地 : 撮影地の地名を示します。
  - ・レンズ : 撮影したレンズの焦点距離 (mm) を示します。
  - ・チョツバ : 回転シャッター、液晶シャッター等により撮影された流星像が角速度決定に使用できる場合、\*印を付与しています。
  - ・星座/備考 : 星座は流星の背景となっている主な星座を示し、備考にはその他の情報を示します。ナ-は画面内から画面外へ流れたもの、ナ+はその逆のものです。

《観測者連絡先一覧》  
各観測者の連絡先です。同時が成立した場合等、詳細情報が必要になったの場合の連絡にご利用下さい。

《観測者別報告流星数一覧》  
各観測者の月別報告数の一覧です。



from 進藤 MSS-60 のとき

MSS-060

# 1991年ペルセウス座流星群集計結果

観測地: A Oroville 北 経度: +121° 39' 30" 緯度: +39° 39' 17" 海拔: 119m  
 B Oroville 南 経度: +121° 23' 20" 緯度: +39° 18' 59" 海拔: 198m  
 C Mt. Shasta 経度: +122° 14' 緯度: +41° 16' 海拔: 1380m

PST=JST-17<sup>h</sup>

## ペルセウス座流星群出現数

Date	Begin	End	Dur.	Meteor	H.R.	Lm	Cl	Fa	$\chi$	C.H.R.	Fb	Z.H.R.	Loc.
08-10/11	00 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	00 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	50 <sup>m</sup>	19	22.8	6.0	0	1.6	1.0	36.5	2.1	76.7	Oroville北
08-11/12	01 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	02 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	60 <sup>m</sup>	45	45.0	5.8	0	1.9	1.0	85.5	1.6	136.8	Oroville南
08-11/12	02 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	03 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	60 <sup>m</sup>	54	54.0	5.8	0	1.9	1.0	102.6	1.4	143.6	Oroville南
08-12/13	01 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>	02 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	40 <sup>m</sup>	57	85.5	6.0	0	1.6	1.0	136.8	1.5	205.2	Mt. Shasta
08-12/13	02 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup>	03 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	55 <sup>m</sup>	58	63.3	6.0	0	1.6	1.0	101.3	1.3	131.7	Mt. Shasta
08-12/13	03 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup>	03 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup>	30 <sup>m</sup>	61	122.0	6.0	0	1.6	1.0	195.2	1.2	234.2	Mt. Shasta
08-13/14	00 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup>	01 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup>	60 <sup>m</sup>	44	44.0	6.0	2	1.6	1.3	91.5	1.6	146.4	Oroville北
Total			355	338									

## ペルセウス流星群光度分布

	-2	-1	0	1	2	3	4	5	合計	Ave.
10/11 00H	1	0	3	2	3	8	2	0	19	2.00
11/12 01H	1	1	3	12	13	11	4	0	45	1.87
11/12 02H	0	1	4	19	7	12	11	0	54	2.07
12/13 01H	0	0	3	13	13	21	7	0	57	2.28
12/13 02H	0	0	3	16	12	21	6	0	58	2.19
12/13 03H	0	0	0	17	16	15	12	1	61	2.33
13/14 00H	0	0	0	8	14	13	9	0	44	2.20
Total	2	2	16	87	78	101	51	1	338	2.22

## 散在流星出現数

Date	Begin	End	Dur.	Meteor	H.R.	Lm	Cl	Fa	$\chi$	C.H.R.	Loc.
08-10/11	00 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	00 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	50 <sup>m</sup>	17	20.4	6.0	0	1.7	1.0	34.7	Oroville北
08-11/12	01 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	02 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	60 <sup>m</sup>	11	11.0	5.8	0	2.2	1.0	24.2	Oroville南
08-11/12	02 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	03 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	60 <sup>m</sup>	38	54.0	5.8	0	2.2	1.0	118.8	Oroville南
08-12/13	01 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>	02 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	40 <sup>m</sup>	31	46.5	6.0	0	1.7	1.0	79.1	Mt. Shasta
08-12/13	02 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup>	03 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	55 <sup>m</sup>	47	51.3	6.0	0	1.7	1.0	87.2	Mt. Shasta
08-12/13	03 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup>	03 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup>	30 <sup>m</sup>	24	48.0	6.0	0	1.7	1.0	81.6	Mt. Shasta
08-13/14	00 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup>	01 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup>	60 <sup>m</sup>	58	58.0	6.0	2	1.7	1.3	128.2	Oroville北
Total			355	226							

## 散在流星光度分布

	-1	0	1	2	3	4	5	合計	Ave.
10/11 00H	0	1	1	4	7	4	0	17	2.71
11/12 01H	0	0	1	3	4	3	0	11	2.82
11/12 02H	0	2	6	5	12	13	0	38	2.74
12/13 01H	0	2	6	3	12	7	0	30	2.53
12/13 02H	1	2	5	14	13	12	1	48	2.58
12/13 03H	0	0	1	2	10	11	0	24	3.29
13/14 00H	0	0	4	11	20	23	0	58	3.07
Total	1	7	24	42	78	73	1	226	2.82

## ペルセウス流星群光度関数

光度	0	1	2	3	4	合計
光度 <sup>2</sup>	0	1	4	9	16	30
流星数	16	87	78	101	51	338
補正係数	1.000	0.934	0.780	0.538	0.250	
補正数 N	16.000	93.148	100.000	187.732	204.000	
log N	1.20412	1.96917	2.00000	2.27354	2.30963	9.75646
	0	1.96917	4.00000	6.82061	9.23852	22.02830

$$5a+10b = 9.75646$$

$$10a+30b = 22.02830$$

$$b = 0.25154$$

$$\chi = 1.78$$

## 散在流星光度関数

光度	0	1	2	3	4	合計
光度 <sup>2</sup>	0	1	4	9	16	30
流星数	7	24	42	78	73	224
補正係数	1.000	0.934	0.780	0.538	0.250	
補正数 N	7.000	25.696	53.846	144.981	292.000	
log N	0.84510	1.40986	1.73115	2.16131	2.46538	8.61280
	0	1.40986	3.46230	6.48393	9.81520	21.17129

$$5a+10b = 8.61280$$

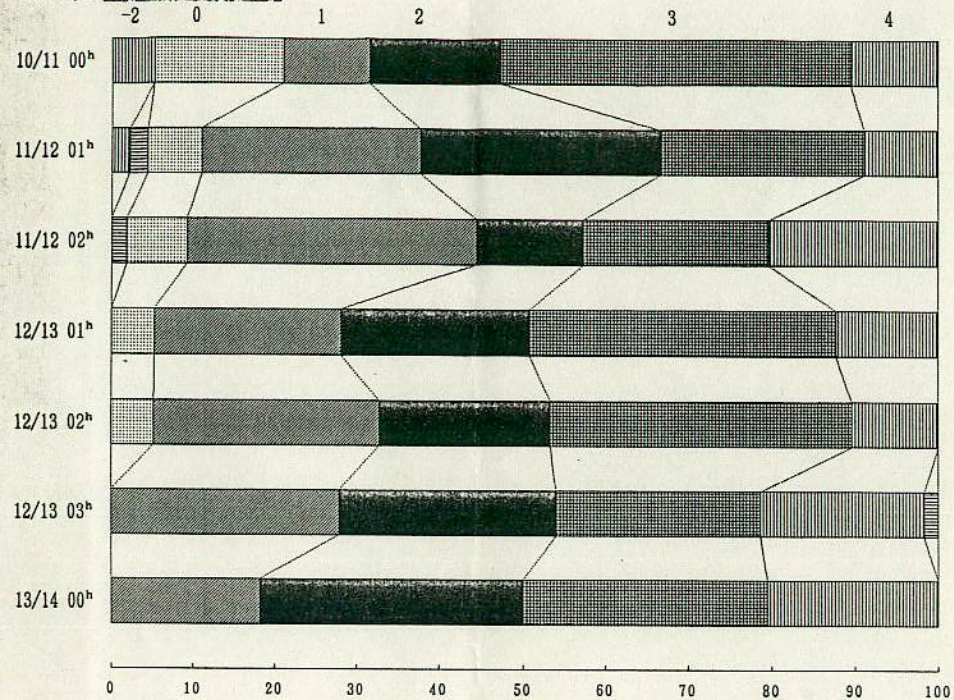
$$10a+30b = 21.17129$$

$$b = 0.39456$$

$$\chi = 2.48$$

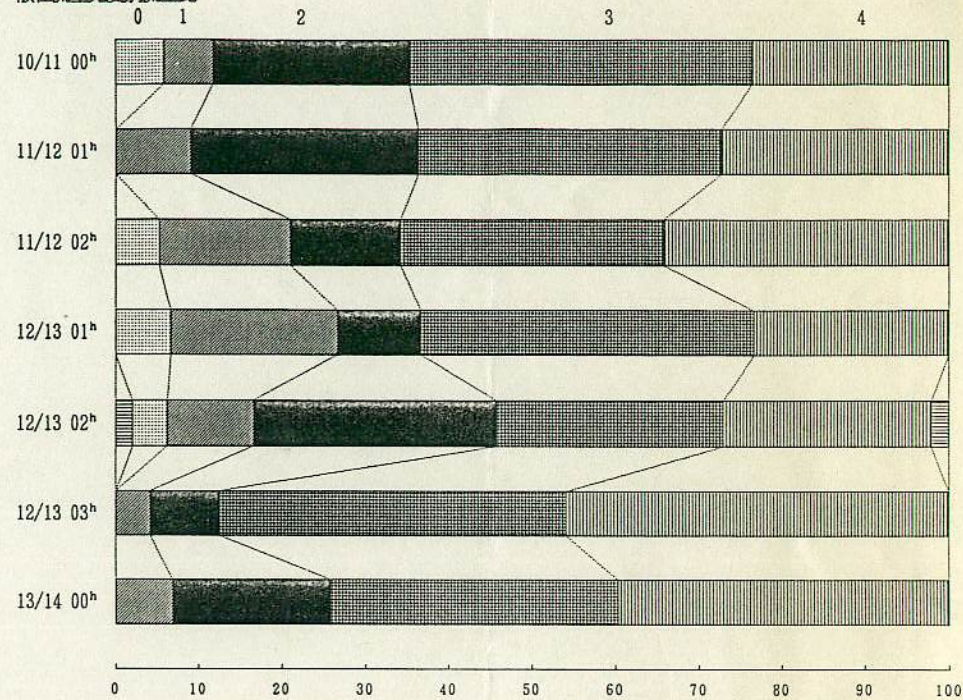


ペルセウス座流星群光度別流星比



155-060

散在流星光度別流星比





MS-060

# 1991年ペルセウス座流星群集計結果

観測地: A Oroville 北 経度: +121° 39' 30" 緯度: +39° 39' 17" 海拔: 119m  
 B Oroville 南 経度: +121° 23' 20" 緯度: +39° 18' 59" 海拔: 198m  
 C Mt. Shasta 経度: +122° 14' 緯度: +41° 16' 海拔: 1380m

## ペルセウス座流星群出現数

Date	Begin	End	Dur.	Meteor	H.R.	Lm	Cl	Fa	$\chi$	C.H.R.	Fb	Z.H.R.	Loc.
08-11/12	17 <sup>H</sup> 00 <sup>M</sup>	17 <sup>H</sup> 50 <sup>M</sup>	50 <sup>M</sup>	19	22.8	6.0	0	1.6	1.0	36.5	2.1	76.7	Oroville北
08-12/13	18 <sup>H</sup> 00 <sup>M</sup>	19 <sup>H</sup> 00 <sup>M</sup>	60 <sup>M</sup>	45	45.0	5.8	0	1.9	1.0	85.5	1.6	136.8	Oroville南
08-12/13	19 <sup>H</sup> 00 <sup>M</sup>	20 <sup>H</sup> 00 <sup>M</sup>	60 <sup>M</sup>	54	54.0	5.8	0	1.9	1.0	102.6	1.4	143.6	Oroville南
08-13/14	18 <sup>H</sup> 20 <sup>M</sup>	19 <sup>H</sup> 00 <sup>M</sup>	40 <sup>M</sup>	57	85.5	6.0	0	1.6	1.0	136.8	1.5	205.2	Mt. Shasta
08-13/14	19 <sup>H</sup> 05 <sup>M</sup>	20 <sup>H</sup> 00 <sup>M</sup>	55 <sup>M</sup>	58	63.3	6.0	0	1.6	1.0	101.3	1.3	131.7	Mt. Shasta
08-13/14	20 <sup>H</sup> 05 <sup>M</sup>	20 <sup>H</sup> 35 <sup>M</sup>	30 <sup>M</sup>	61	122.0	6.0	0	1.6	1.0	195.2	1.2	234.2	Mt. Shasta
08-14/15	17 <sup>H</sup> 05 <sup>M</sup>	18 <sup>H</sup> 05 <sup>M</sup>	60 <sup>M</sup>	44	44.0	6.0	2	1.6	1.3	91.5	1.6	146.4	Oroville北
Total				355	338								

## ペルセウス流星群光度分布

	-2	-1	0	1	2	3	4	5	合計	Ave.
11/12 17H	1	0	3	2	3	8	2	0	19	2.00
12/13 18H	1	1	3	12	13	11	4	0	45	1.87
12/13 19H	0	1	4	19	7	12	11	0	54	2.07
13/14 18H	0	0	3	13	13	21	7	0	57	2.28
13/14 19H	0	0	3	16	12	21	6	0	58	2.19
13/14 20H	0	0	0	17	16	15	12	1	61	2.33
14/15 17H	0	0	0	8	14	13	9	0	44	2.20
Total	2	2	16	87	78	101	51	1	338	2.22

## 散在流星出現数

Date	Begin	End	Dur.	Meteor	H.R.	Lm	Cl	Fa	$\chi$	C.H.R.	Loc.
08-11/12	17 <sup>H</sup> 00 <sup>M</sup>	17 <sup>H</sup> 50 <sup>M</sup>	50 <sup>M</sup>	17	20.4	6.0	0	1.7	1.0	34.7	Oroville北
08-12/13	18 <sup>H</sup> 00 <sup>M</sup>	19 <sup>H</sup> 00 <sup>M</sup>	60 <sup>M</sup>	11	11.0	5.8	0	2.2	1.0	24.2	Oroville南
08-12/13	19 <sup>H</sup> 00 <sup>M</sup>	20 <sup>H</sup> 00 <sup>M</sup>	60 <sup>M</sup>	38	54.0	5.8	0	2.2	1.0	118.8	Oroville南
08-13/14	18 <sup>H</sup> 20 <sup>M</sup>	19 <sup>H</sup> 00 <sup>M</sup>	40 <sup>M</sup>	31	46.5	6.0	0	1.7	1.0	79.1	Mt. Shasta
08-13/14	19 <sup>H</sup> 05 <sup>M</sup>	20 <sup>H</sup> 00 <sup>M</sup>	55 <sup>M</sup>	47	51.3	6.0	0	1.7	1.0	87.2	Mt. Shasta
08-13/14	20 <sup>H</sup> 05 <sup>M</sup>	20 <sup>H</sup> 35 <sup>M</sup>	30 <sup>M</sup>	24	48.0	6.0	0	1.7	1.0	81.6	Mt. Shasta
08-14/15	17 <sup>H</sup> 05 <sup>M</sup>	18 <sup>H</sup> 05 <sup>M</sup>	60 <sup>M</sup>	58	58.0	6.0	2	1.7	1.3	128.2	Oroville北
Total				355	226						

## 散在流星光度分布

	-1	0	1	2	3	4	5	合計	Ave.
11/12 17H	0	1	1	4	7	4	0	17	2.71
12/13 18H	0	0	1	3	4	3	0	11	2.82
12/13 19H	0	2	6	5	12	13	0	38	2.74
13/14 18H	0	2	6	3	12	7	0	30	2.53
13/14 19H	1	2	5	14	13	12	1	48	2.58
13/14 20H	0	0	1	2	10	11	0	24	3.29
14/15 17H	0	0	4	11	20	23	0	58	3.07
Total	1	7	24	42	78	73	1	226	2.82



# 1991年 ペルセウス群の出現数増加 MSS-060

東大地震研究所 長沢 エ

1991年 8月 12日 ペルセウス群の異常な大出現が報告された。

IAUC No. 5330

米、バーモント州 D. Levy. 他 雲を通り 激しい出現を観測  
日、田口他 木曾で ZHR 400を越す出現を観測  
ベルギー P. Aneca 他 オート・プロバンス(仏)で観測 ZHR 200  
Marsden は Kegler's comet に言及

IAUC No. 5340

オランダ P. Jenniskens. ヨーロッパでは通常の出現と述べる

IAUC No. 5342

国立天文台 渡部他. レーダー・エコーで 田口氏の報告を確認

IAUC No. 5345

IMO P. Roggemann ら. ヨーロッパ、北アメリカでは眼視の大出現とし  
北アメリカ 電波通信がペルセウス群としては過去最高

## Kegler's Comet

The next return of the comet of the Perseid meteors.

B.G. Marsden A.J. 78, 1973, pp. 654 - 662.

1862 III Swift-Tuttle 彗星の軌道を過去へさかのぼって、その前回の出現を検測すると  
1746~1750年に回帰しているはずであるが、該当する彗星はない

もし、周期を少し長いものと考え直してみると 1737 II (Kegler's comet) がその可能性が  
ある。もし、それが Swift-Tuttle 彗星だとすると、次回の回帰は 1992年になる。

$T = 1992 \text{ Nov. } 25.85 \text{ ET}$

$\omega = 153^\circ.05$   
 $\Omega = 138.74$   
 $i = 113.45$  } 1950.0

$q = 0.9582 \text{ AU}$

$e = 0.9633$

$P = 133.38 \text{ 年}$

Kegler は ジェスイット派の宣教師で  
1737年6月 北京で8夜にわたってこの  
彗星を観測。しかし、中国以外には  
観測の記録はない。しかし、使った  
カレンダーが不明確で(多分グリゴリオ暦)  
表示の座標にも不確定定がある(黄経か  
赤経か)。

しかし、この論文で Marsden は 特に周期の点から、この一致の可能性は小さいとい  
う。しかし、今年の出現状況からみて、この可能性は大きくなった。母彗星の搜索  
と並行して 来年以降のペルセウス群の観測が重視される。



Central Bureau for Astronomical Telegrams  
INTERNATIONAL ASTRONOMICAL UNION

Postal Address: Central Bureau for Astronomical Telegrams  
Smithsonian Astrophysical Observatory, Cambridge, MA 02138, U.S.A.  
Telephone 617-495-7244/7440/7444 (for emergency use only)  
TWX 710-320-6842 ASTROGRAM CAM EASYLINK 62794505  
MARSDEN or GREEN@CFA.BITNET MARSDEN or GREEN@CFAPS2.SPAN

# PERSEID METEORS AND PERIODIC COMET SWIFT-TUTTLE

D. Levy and P. Jedicke report that their observations from Springfield, VT, through clouds, showed what was obviously a rather intense display of Perseids on Aug. 12.3 UT, with 15 meteors, one as bright as mag -8, being noticed in an interval of 40 min. Yamamoto Circ. No. 2170 quotes a report from Y. Taguchi, Osaka, to the effect that observations by a group at an altitude of 1720 m near the Kiso Observatory gave the following individual hourly rates for the midtimes specified: Aug. 12.62 UT, 64; 12.66, 352; 12.70, 62; the corrected ZHR for the middle hour (Lsun = 138.86, equinox 1950.0) was more than 400. P. Aneca, B. de Pontieu, J. Deweerdt and J. Vanwassenhove, Vereniging voor Steerenkunde, Brussels, observing in very good conditions (limiting mag 6.2-6.5) at Haute Provence, individually recorded between 280 and 320 meteors during two hours surrounding Aug. 13.08 UT; correction only for the radiant height yields a ZHR of up to 200. Observations by Levy and Jedicke on Aug. 13.3 UT, this time under clear skies south of Montreal, showed far fewer meteors than the night before.

Although it is generally presumed that the associated comet, P/Swift-Tuttle (1862 III), passed perihelion unobserved around 1981  $\pm 2$ , the possibility that P/Swift-Tuttle was identical with comet 1737 I (Kegler) and that it may therefore return in late 1992 is perhaps enhanced by this year's very strong Perseid display. The nominal prediction (Marsden 1973, A.J. 78, 662) is  $T = 1992$  Nov. 25.85 ET,  $Peri = 153.05$ ,  $Node = 138.74$ ,  $i = 113.45$  (equinox 1950.0),  $q = 0.9582$  AU,  $e = 0.9633$ . Because of nongravitational effects, the uncertainty in  $T$  could be as much as  $\pm 2$  months, and this affects the ephemeris (below) through mid-October by  $\pm 2$  degrees, mainly in declination. The predicted magnitude is little more than a guess.

1991 ET	R.A. (1950) Decl.		Delta	r	m2
Sept. 11	9 36.73	+31 22.6			
21	9 43.10	+31 32.2	6.022	5.324	21.2
Oct. 1	9 49.23	+31 48.5			
11	9 55.01	+32 13.2	5.589	5.143	20.8
21	10 00.26	+32 47.7			
31	10 04.83	+33 33.9	5.101	4.960	20.5
Nov. 10	10 08.51	+34 33.7			
20	10 11.03	+35 48.8	4.591	4.774	20.1
30	10 12.10	+37 20.9			
Dec. 10	10 11.33	+39 11.0	4.097	4.584	19.7



MSS-060

No. 5340 Sept. 10

#### PERSEID METEORS 1991

P. Jenniskens, Sterrewacht, Leiden, informs us that meteor counts by members of the Dutch Meteor Society in the Netherlands and southern France do not confirm the high counts reported by Belgian observers (observing only a few km away in southern France) on IAUC 5330; from European observations he suggests that the Perseid activity this year was fully comparable to the average of 1981-1989 and that even on Aug. 13.1 UT the properly corrected ZHR was certainly no greater than 100. Amplifying the remarks attributed to him on IAUC 5330, Y. Taguchi, Osaka, writes that many amateur astronomers in Japan observed a sharp and intense maximum, lasting for about 60 min on Aug. 12.7 UT. The effect was so sudden and the Perseids so numerous that it was not possible to count sporadic meteors and determine the ZHR, but the latter conceivably exceeded 450. The particular observations previously reported from Kiso were made by members of the Shinsyu University Astro OB Club, and during the critical hour there were eleven meteors observed that were brighter than mag -5.

No. 5342 Sept. 11

#### PERSEID METEORS 1991

J. Watanabe, National Astronomical Observatory; and T. Nakamura, M. Tsutsumi, T. Tsuda and S. Kato, Radio Atmospheric Science Center, University of Kyoto, report that preliminary analysis of radar observations in Japan during Aug. 12.54-14.88 UT shows that the Aug. 12.7 Perseid activity peak described by Y. Taguchi (IAUC 5330, 5340) is clear in the strong radar echoes, but not in the weak echoes. The hourly number of strong echoes (signal-to-noise ratio > 40 dB) during the critical interval on Aug. 12 and 13 was: Aug. 12.60, 34; 12.65, 63; 12.69, 51; 12.73, 67; 13.60, 23; 13.65, 25; 13.69, 32; 13.73, 24. High-altitude (> 95 km) meteor echoes also increased significantly: Aug. 12.60, 57; 12.65, 103; 12.69, 125; 12.73, 75; 13.60, 37; 13.65, 54; 13.69, 55; 13.73, 63. On the other hand, the number of weak echoes during Aug. 13.6-13.8 was greater than during Aug. 12.6-12.8. They add that the radar results suggest an increase in high-velocity meteors such as Perseids around the peak time but that this was due only to the larger particles.

No. 5345 Sept. 14

#### PERSEID METEORS 1991

With further reference to IAUC 5330 and 5340, P. Roggemans, M. Gyssens and P. Brown, International Meteor Organization, inform us that visual observations in Europe and North America do not indicate that this year's Perseid shower was unusually strong. In apparent confirmation of the Japanese reports (see also IAUC 5342), however, Brown e-mails that W. Tynan, QST Magazine, remarks that several amateur radio operators in North America described communications this year as the most spectacular they had ever experienced during the Perseids, the maximum being during the 2 hr centered on Aug. 12.62 UT; S. Ennis, Elizabethtown, KY, noted that, except for during the 1966 Leonids, the effect was the strongest he had detected in 30 yr. Brown adds that volcanic dust from the Mount Pinatubo eruption strongly interfered with visual observations in Hawaii but that M. Morrow suggested that there was no unusual activity as early as Aug. 12.56 UT.



① → 3/15(日) 四分儀の頃飛ぶ不可解な小流星群について

長谷川 隆 (埼玉県 八潮市)

序 四分儀の極大日 (1月4日朝) しし座ミュー星付近から小流星群が出現する事は、2年前、群馬の観測家、四十万氏により注意されていたが、その後もこの群は、数少ないものの、毎年きちょうめんに出ているようである。

こんかい、我々 (柳信一郎氏と長谷川) は、12月31日より、1月6日朝にかけて、眼視にて、この群を観測したところ、興味深い結果が得られた。すなわち、四分儀群の極大日には、きまって、この群も出現するにもかかわらず、それ以外の日には、さっぱり見えないのである。

#### 歴史

1990年1月3/4日、四十万智博氏が四分儀群をプロット中観測し、雑誌等に投稿した事で注目を集めた。短時間の観測で、10個程度見たらしい。

ただ、それいぜん出現していなかったかどうかは、はっきりしない。数が少ないため、あまり注目されなかったのかもしれない。それいご1991年1月3/4日、柳氏と私で、数個追認。ただし、この時は、計数観測をしていてプロットしなかったため、はっきりデータとして残す事ができなかった。

他方、12月下旬から1月上旬にかけて、Leo付近に、黄道群が出現するという指摘があり、(たとえば、スカイウォッチャー1992年1月号、泉氏) しし座ミューも、その一部ではないかという疑いを、筆者も持ちつつ、今回プロットによるチェックを行った。

#### 観測経過

12月31/1月1日 (プロット&写真)、1月2/3日 (プロット)、3/4日 (プロット&写真)、4/5 (プロット)、5/6 (プロット)、を行った。なお、残念ながら数の絶対量が少なく、写真には、写らなかった。

別図に、鋭い輻射のピークを持つ、四分儀を除く、流星のプロット結果と別表に、数動向のまとめを示す。なお、四分儀の出現動向は、雑誌等の予想どおり、3/4日、4/5日とも、大した出現ではないものの、結構見えていた。

12月31/1月1日、1月2/3日には、4/5日と比して、空の条件その他、観測条件に悪い要因がないにもかかわらず、全く見られず、他方3/4日、4/5日は確かに飛んでいた。特に、4/5日は、四分儀を除くほとんどの流星が、しし群という印象だった。また、すこし雲は出たものの条件的に4/5日と、さほど差はないと思われた5/6日には、不思議とさっぱり見えなかった。

#### 結果よりの考察

観測結果から、これと、12月の黄道Leo群は、別のピークなのであろう。また、1月5/6日以降は、この群が出現していない疑いが濃い。来年以降も、眼視プロット等にて、継続チェックしてみたい。

そして、もし、分布幅が狭い事が、事実とすると、数としては少ないもの



の、出現としては比較的安定で、分布のシャープな群という事になるだろう。データが不足で、確定的な事を言うのは危険とも思われるが、どうもこの群は、「並の突発群とは違って妙にめりはりがはつきりしていて、突発小流星群とは、何か違う」との印象を受けた。もしかすると、地球軌道にギリギリ、かする形で、四分儀とそっくりでかつ、かなり流星密度の濃い、別の帯が、存在するのではなかろうか？もしそうなら、しし座ミュー群は、実質は四分儀群並に、主要な群であって、多点写真観測、テレビ観測等により、こんご十分研究に価する群ということになるが、どうであろうか？

もう一つ気になるのは、極大日や、出現期間がびったり、四分儀群と一致している点である。偶然、地球軌道付近で、分布幅の似た群が、交差しているのか？

そういえば両者は、色が白っぽく、痕を残さない点等、心無しか、性状が良く似ており、輻射点が、もっと接近していれば、我々は、四分儀の分岐として認識していたかもしれない。

ちなみに、速度は、眼視的には、だいたい同じか、こころもち四分儀より遅いように思われた。こんご、写真により軌道が決定され、その結果、降交点付近だけでなく、昇交点付近でも、両者の軌道が交差するという事にでもなれば四分儀の起源や進化を考える上で、重要な手がかりを与えるものと、筆者は期待している。

以上

表 1992年 しし座ミュー群(1月)観測結果

長谷川 隆

月日	開始時	終了時	時間	Leo	四分儀	その他	合計	最微	雲	場所
12.										
31/1	02h20m	03h00m	40m	0	0	0	0	5.5	2	トチキ
	03h00m	03h40m	40	0	0	0	0	5.5	2	トチキ
1.										
2/3	03h30m	04h00m	30	0	0	0	0	4.5	0	サイタマ
	04h00m	04h30m	30	0	1	3	4	4.5	0	サイタマ
3/4	02h45m	03h00m	15	0	4	1	5	6.0	1	トチキ
	03h00m	04h00m	60	1	7	3	11	6.0	1	トチキ
	04h00m	05h00m	60	1	16	4	21	6.0	1	トチキ
	05h00m	05h30m	30	1	5	2	8	6.0	1	トチキ
4/5	04h07m	05h00m	53	2	1	1	4	4.5	0	サイタマ
	05h00m	05h07m	7	0	1	0	1	4.5	0	サイタマ
5/6	02h00m	03h00m	60	0	0	1	1	4.5	3	サイタマ

## 観測地

トチキ:栃木県栃木市星野町 東経139度37.5分 北緯36度28分

サイタマ:埼玉県八潮市大瀬 東経139度52分 北緯35度48.5分

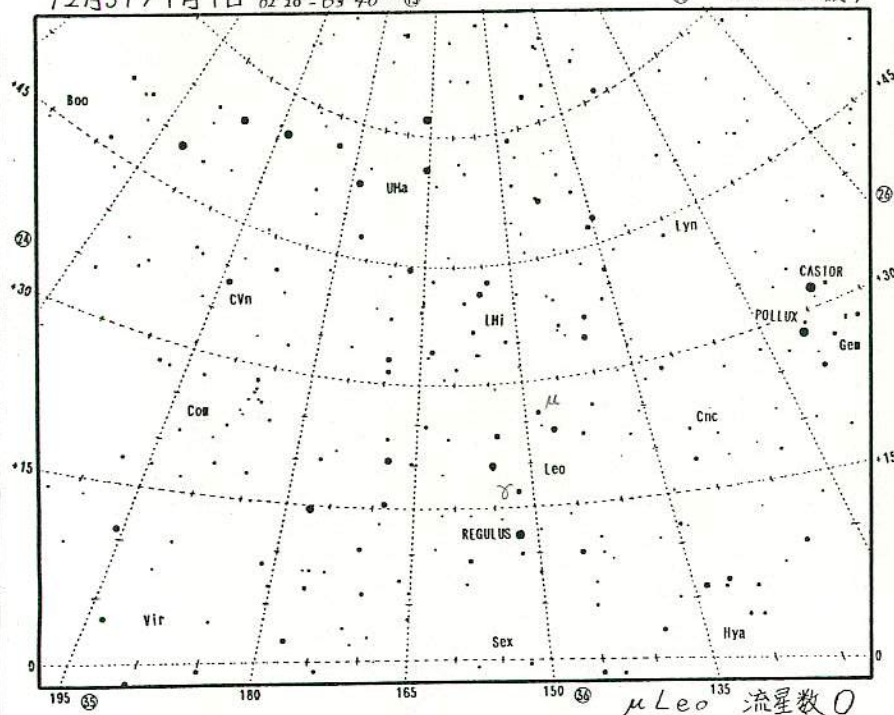


# 図 $\mu$ Leo 700 $\mu$ t

1991-1992

12月31/1月1日 02<sup>h</sup>20<sup>m</sup>-03<sup>h</sup>40<sup>m</sup> ⑬

(除四分儀)



1月2/3日 03<sup>h</sup>30<sup>m</sup>-04<sup>h</sup>30<sup>m</sup> ⑬

⑬

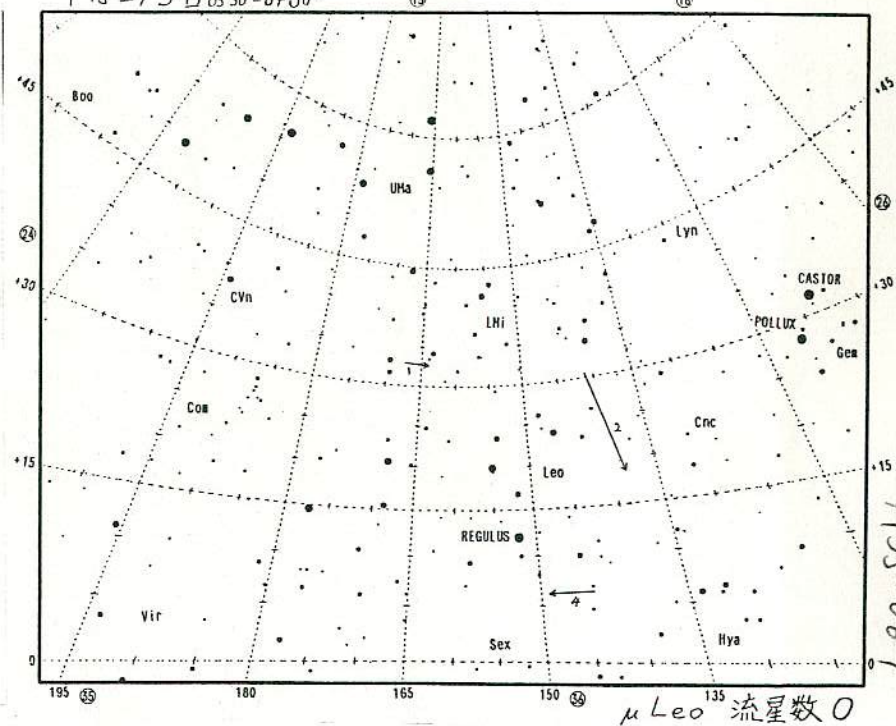
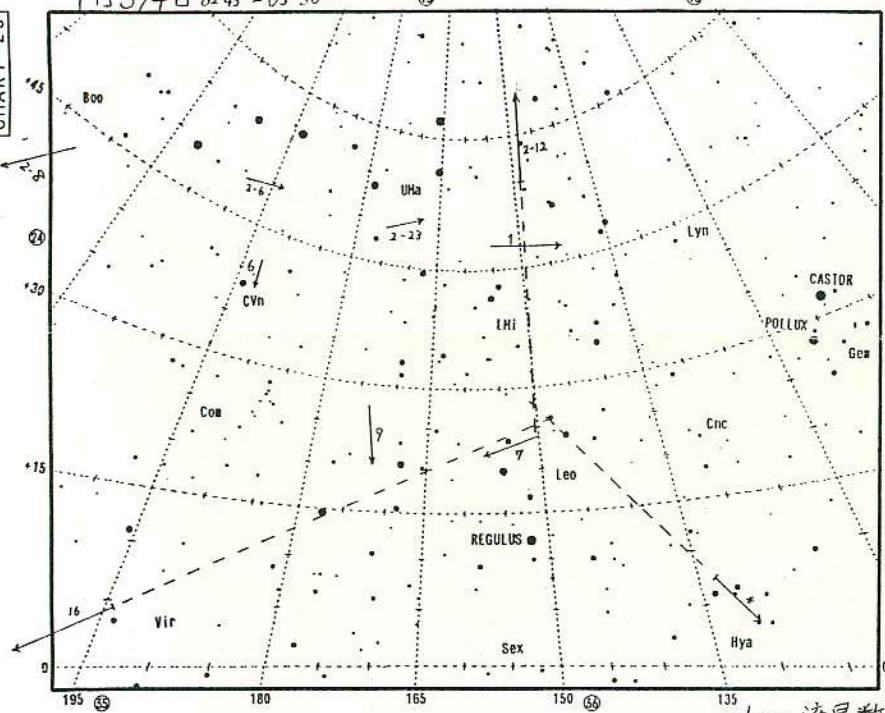




CHART 25

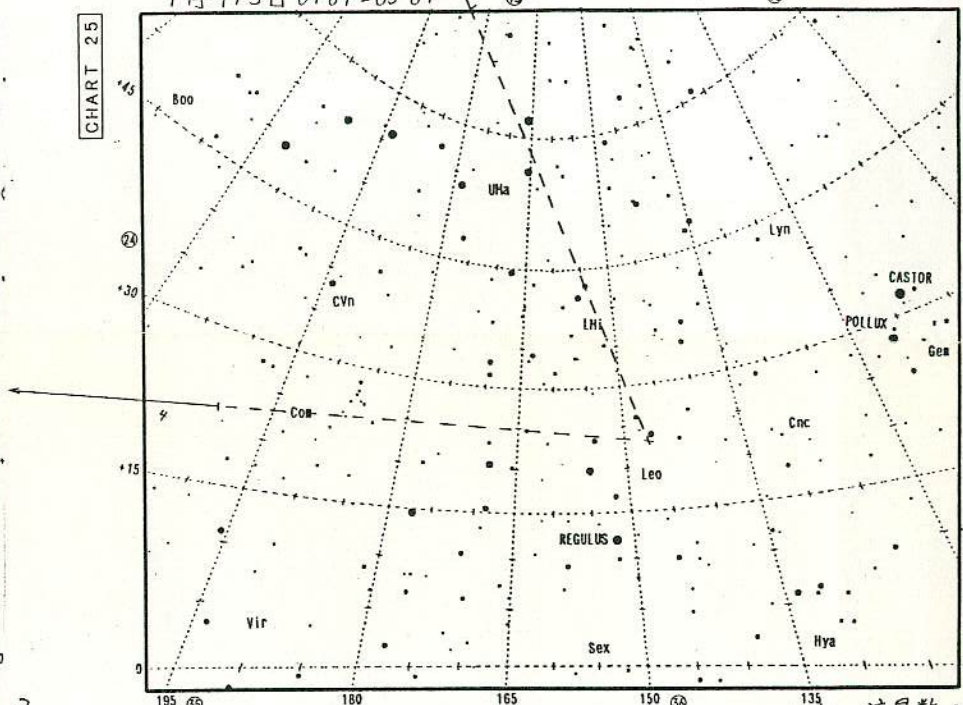
1月3/4日 02<sup>h</sup>45<sup>m</sup>-05<sup>h</sup>30<sup>m</sup>



$\mu$ Leo 流星数 3

CHART 25

1月4/5日 04<sup>h</sup>07<sup>m</sup>-05<sup>h</sup>07<sup>m</sup>



$\mu$ Leo 流星数 2

190-SSW



MSS-061

61 MSS 発表

資料のあるもの 2件

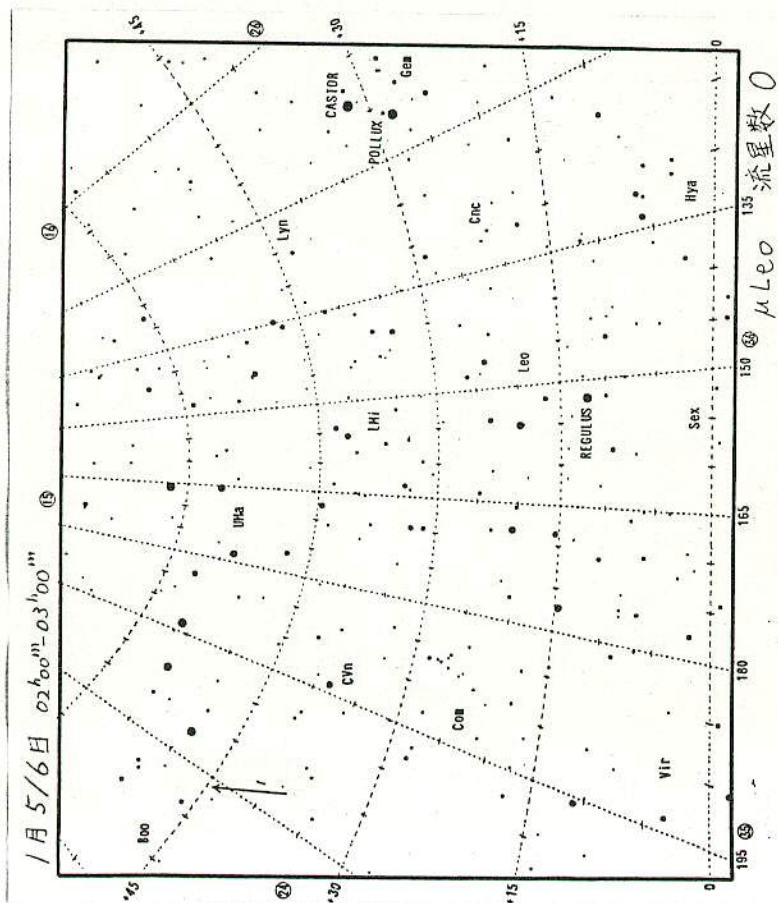
資料のないもの 4件

流星物理センター・キングダムの旗上げ (重野)

ふたご、四分儀群出現状況 (高梨)

1991 Per 群写真観測中間報告 (司馬)

東海ネット双子群観測報告 (浦崎)





## 1993.1.17 第65回流星物理セミナー

輻射点分布(1970年~1992年,NMS)からみた  
かみのけ群の活動(1)

橋本岳真

## 1. はじめに

1月に活動する小流星群にかみのけ群があります。速くて、微光な流星群で、日本では、これまで1月中~下旬頃に活動するといわれてきました。これは、1952年~1954年にかけて行われたハーバード大学の写真流星観測から得られたもので、R.E. McCrosky & A. Posen(1959)にまとめられていますが、その後にもまとめられた、A.F. Cook(1973)では、活動期間が12月12日~1月23日と大幅に延長されています。これは、A.F. Cookら(1973)のハーバード大学流星プロジェクトのメンバーがまとめた12月のこじし群(活動期間12月12日~17日)と1月のかみのけ群の軌道が似ていることと、1月上旬にこの両流星群をつなぐような流星群がB.A. Lindbladによって指摘されていることなどの理由によるものです。

表1 各研究者による12月のこじし群とかみのけ群

No	e	q	$\omega$	$\Omega$	$\pi$	i	極大	観測期間	速度	$\alpha$	$\delta$
1	—	0.612	255.8	260.9	156.7	132.3	—	12/12-12/17	63.7	156.1	+34.6
2	1.04	0.548	263.1	296.7	199.8	136.8	1/17	1/13- 1/23	65.7	187	+18
3	1.00	0.58	258	282	180	134	—	12/12- 1/23	65	175	+25

1) 12月のこじし群(A.F. Cook et al, 1973)

2) かみのけ群(R.E. McCrosky &amp; A. Posen, 1959)

3) かみのけ群(A.F. Cook, 1973)

表1を見ると、12月のこじし群と1月のかみのけ群の軌道要素は確かに似ています。しかし、次のような疑問が沸いてきます。

- 1) 軌道傾斜角が $134^\circ$ もあるのに、1ヶ月半近くもの活動期間があるのは考えにくい。
- 2) 1つの流星群にもかかわらず、12月中旬と1月中旬にかけ離れた2つのピークがある。
- 3) この12月のこじし群を12月のしし群の一系統とすれば、日本の眼視観測から得られた情報によると、12月のしし群とかみのけ群では性状が違ふ。12月のしし群=速く(かみのけ群よりやや速い)、明るく、痕を残す。かみのけ群=速く、微光。

上記のかみのけ群(A.F. Cook, 1973)が事実存在するかどうか、その第一段階の作業として、かみのけ群(R.E. McCrosky & A. Posen, 1959)が1月上旬に出現している可能性があるかどうか、1970~1992年の1月に日本で観測された輻射点分布をもとに調査しました。

## 2. 方法

天文回報の輻射点報告より、1970年~1992年1月、 $160 \leq \alpha \leq 200, 0 \leq \delta \leq 40$ の条件に該当する輻射点を検索し、その黄道座標( $\lambda, \beta$ )を求め、観測時の太陽黄経との差( $\lambda - \odot, \beta$ )を求めます。そして、同一群の( $\lambda - \odot, \beta$ )は出現期間中一定であるという仮定にもとづきグルーピングしました。なお、グルーピングに際しては、1月上中下旬の輻射点の赤道座標系、黄道座標系の分布を考慮しました。

## 3. 結果

かみのけ群の活動は、R.E. McCrosky & A. Posen(1959)に述べられている1月中下旬だけではなく、1月初旬にはすでに活動している可能性があります(資料1~8)。ただ、Cook(1973)に比べて赤緯方向の減少が少なく、極大期と言われている1月中旬頃には、赤緯で $5^\circ$ ほど北で活動が認められています(図2)。

&lt;かみのけ群(暫定値)&gt;

活動期間: 1月3日~23日

輻射点:  $\alpha = 182 + 0.9(\odot - 293.0)$  J2000.0 $\delta = 23 - 0.2(\odot - 293.0)$



図1 輻射点の黄道座標分布 (1月全体)

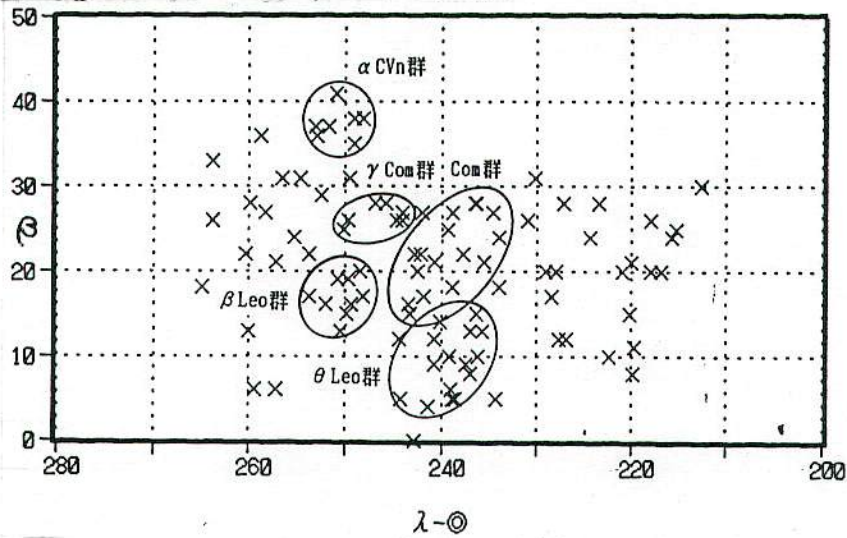
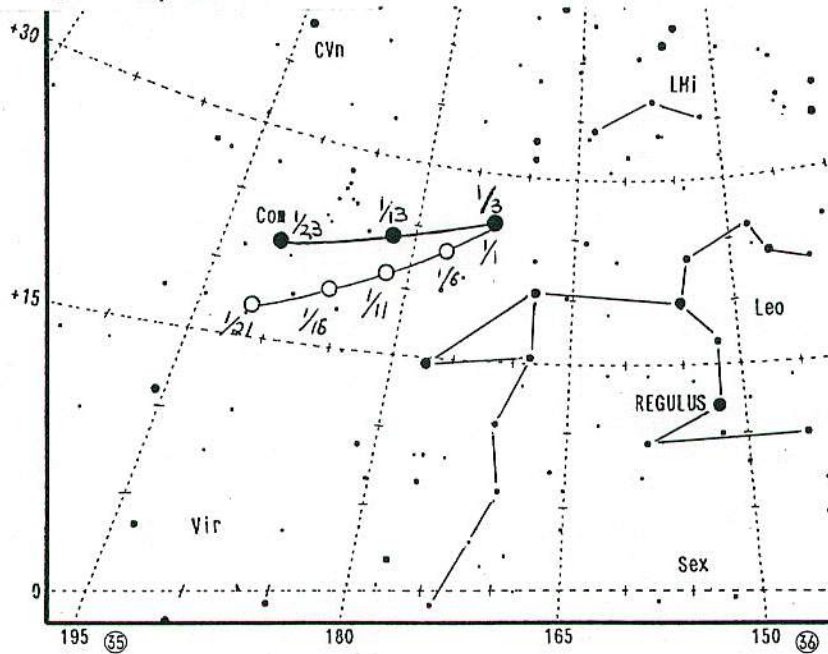


図2 かみのけ群の輻射点移動  
 ●...今回まとめられたもの  
 ○...Cook, 1973



## 4. 追記

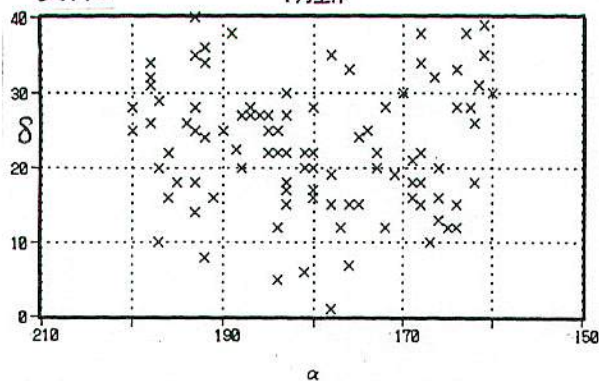
上記調査に際し、かみのけ群以外の小流星群の存在が示唆されたので紹介しておきます(図1)。ただし、これらはどれも12月下旬につながる可能性があるので暫定的なものとしします。

流星群名	輻射点位置	活動期間
θ Leo群	(168,+16)	1月初旬
β Leo群	(181,+18)	1月初旬
γ Com群	(184,+28)	1月上旬
α CVn群	(192,+36)	1月初旬



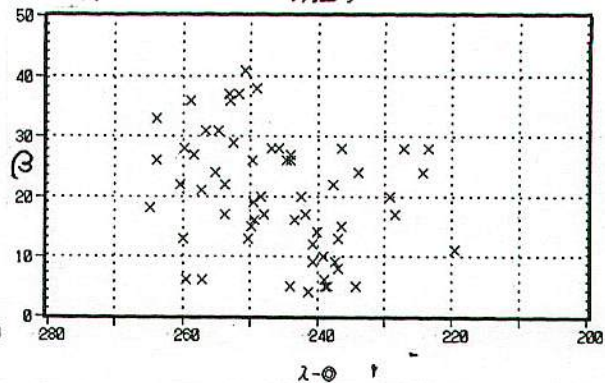
資料1

(赤道座標分布)  
1月全体



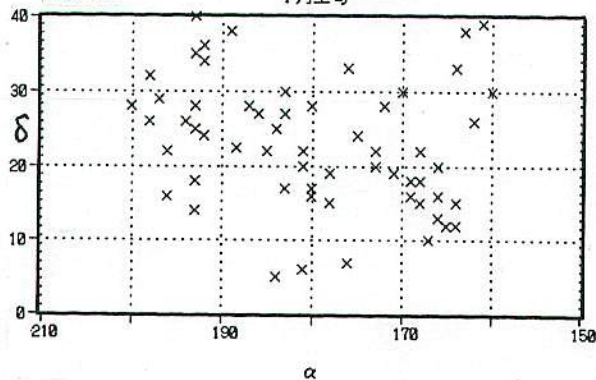
資料5

(黄道座標分布)  
1月上旬



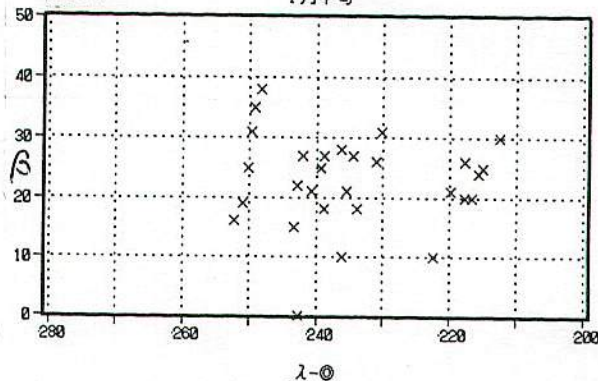
資料2

(赤道座標分布)  
1月上旬



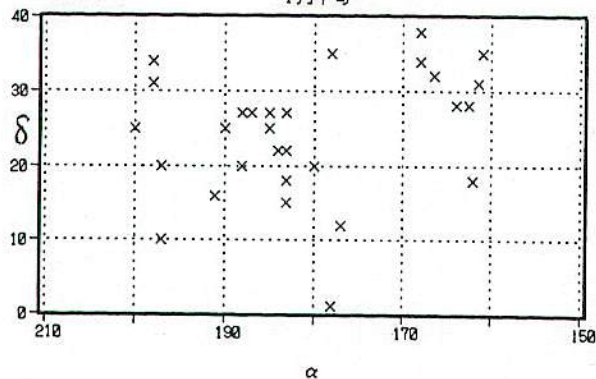
資料6

(黄道座標分布)  
1月中旬



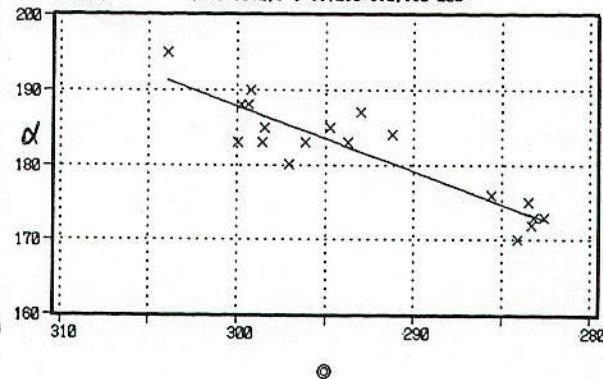
資料3

(赤道座標分布)  
1月中旬



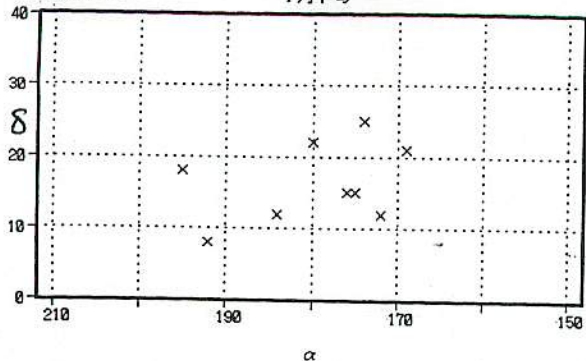
資料7

Com群 (赤道座標詳細分布)  
1970-1992, 1/1-31, 280-310, 160-200



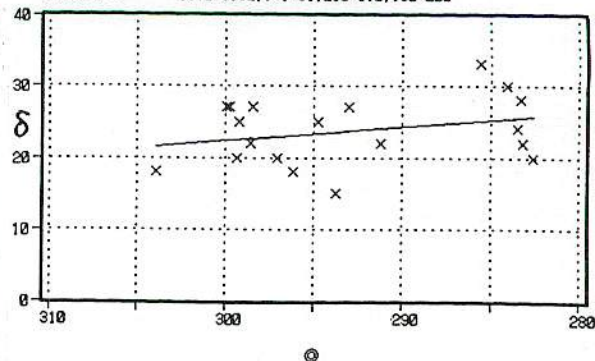
資料4

(赤道座標分布)  
1月下旬



資料8

Com群 (赤道座標詳細分布)  
1970-1992, 1/1-31, 280-310, 160-200





1993.1.17 第65回流星物理セミナー

## かみのけ群集中観測計画速報

橋本岳真

## 1. はじめに

12月こじし群とかみのけ群のつながりを探り、かみのけ群の実態を把握すべく始められたかみのけ群集中観測計画であるが、今回は月などの観測条件から、12月こじし群とかみのけ群の両群をつなぐべき活動が観測されるかどうか観測目標となった。

## 2. かみのけ群の出現数

Cook(1973)に示された輻射点移動にもとづいて予想された位置付近から放出する流星、またはその付近に輻射点が検出された流星をかみのけ群と判定した。

DATE	JST	TIME	aM	Com	HR	CHR	CHR	Lm	CL	Dir	Obs
Dec/1992											
30/31	03:30-04:30	60	30	1	1.0	1.4	1.4	6.1	0	Z	長田和弘
Jan/1993											
2/ 3	02:10-03:00	50		0	0.0	0.0	4.7	6.0	0	Leo	長谷川隆
	02:50-04:00	70	9	1	0.9	4.5		5.0	0	Leo	橋本岳真
	03:00-04:00	60		1	1.0	1.6		6.0	0	Leo	長谷川隆
	04:00-05:00	60		0	0.0	0.6		6.0	0	Leo	長谷川隆
	04:00-05:00	60	11	4	4.0	13.2		5.2	0	Com	橋本岳真
	04:00-05:00	60	31	5	5.0	8.0		6.0	0	Z	長田和弘
3/ 4	01:45-03:00	75	21	2+2	1.6	5.8	2.9	5.1	0	Leo	橋本岳真
	02:00-03:00	60		0	0.0	0.0		6.0	1	Leo	長谷川隆
	03:00-04:00	60	16	3	3.0	7.5		5.5	0	Leo	橋本岳真
	03:00-04:00	60		1	1.0	1.8		6.0	1	Leo	長谷川隆
	04:00-05:00	60	26	1	1.0	2.3		5.6	0	Leo	橋本岳真
	04:00-05:00	60		0	0.0	0.0		6.0	1	Leo	長谷川隆
5/ 6	01:30-03:00	90		0	0.0	0.0	0.0	4.5	0	Leo	長谷川隆

## 3. 検出輻射点情報

No.	YMD(UT)	CONST	R.A	DEC	N	d	Wt	Vel	HR	Mag	Obs.	Method
かみのけ群												
1.	1993/ 1/ 2.79	ξ-UMa	168	+28	5	3	1	rR-vR	2.3	3.2	橋本岳真	V
2.	1993/ 1/ 2.81	ο-LMi	165	+33	4	10	P	M-R	4.0	3.0	長田和弘	V
3.	1993/ 1/ 3.77	ξ-UMa	167	+29	6	4	1	rR-vR	1.8	3.0	橋本岳真	V
かみのけ座γ群												
1.	1992/12/31.78	-	184	+30	1	-	-	64.6	-	5	鈴木和博	TV2点(暫定)
2.	1993/ 1/ 3.77	7-Com	184	+26	4	3	P	rR-vR	1.5	2.2	橋本岳真	V

## 4.

今回の12月下旬～1月上旬の観測期間のうち、現在は1月初旬の観測データが数件集まったにすぎない。したがって、これだけのデータから12月こじし群とかみのけ群のつながりを論じることはいまだできない。しかし、この期間中にかみのけ群と思われる流星群活動が観測され、少なくとも従来日本で言われていたかみのけ群(R.E.McCrosky & A.Posen, 1959)が活動するとされる1月中下旬より前の1月上旬に活動している可能性が出てきた。

また、かみのけ群とは別に12月末～1月初旬にかけて、かみのけ座付近で活動する速い流星群が観測された。これは河越(1977), 高田(1988)にComVXI, γ Comとしてまとめられているものに相当すると思われる。



## 1993.4.11 第66回流星物理セミナー

輻射点分布(1970年~1992年,NMS)からみた  
かみのけ群の活動(3)

橋本岳真

## 1. はじめに

1月に活動する小流星群にかみのけ群があります。速くて、微光な流星群で、日本では、これまで1月中~下旬頃に活動するといわれてきました。これは、1952年~1954年にかけて行われたハーバード大学の写真流星観測から得られたもので、R.E. McCrosky & A. Posen(1959)にまとめられていますが、その後にもまとめられた、A.F. Cook(1973)では、活動期間が12月12日~1月23日と大幅に延長されています。これは、A.F. Cookら(1973)のハーバード大学流星プロジェクトのメンバーがまとめた12月のこじし群(活動期間12月12日~17日)と1月のかみのけ群の軌道が似ていることと、1月上旬にこの両流星群をつなぐような流星群がB.A. Lindbladによって指摘されていることなどの理由によるものです。

表1 各研究者による12月のこじし群とかみのけ群

No	e	q	$\omega$	$\Omega$	$\pi$	i	極大	観測期間	速度	$\alpha$	$\delta$
1	—	0.612	255.8	260.9	156.7	132.3	—	12/12-12/17	63.7	156.1	+34.6
2	1.04	0.548	263.1	296.7	199.8	136.8	1/17	1/13- 1/23	65.7	187	+18
3	1.00	0.58	258	282	180	134	—	12/12- 1/23	65	175	+25

1)12月のこじし群(A.F. Cook et al, 1973)

2)かみのけ群(R.E. McCrosky &amp; A. Posen, 1959)

3)かみのけ群(A.F. Cook, 1973)

表1を見ると、12月のこじし群と1月のかみのけ群の軌道要素は確かに似ています。しかし、次のような疑問が湧いてきます。

- 1)軌道傾斜角が $134^\circ$ もあるのに、1ヶ月半近くもの活動期間があるのは考えにくい。
- 2)1つの流星群にもかかわらず、12月中旬と1月中旬にかけ離れた2つのピークがある。
- 3)この12月のこじし群を12月のしし群の一系統とすれば、日本の眼視観測から得られた情報によると、12月のしし群とかみのけ群では性状が違ふ。12月のしし群=速く(かみのけ群よりやや速い)、明るく、痕を残す。かみのけ群=速く、微光。

上記のかみのけ群(A.F. Cook, 1973)が事実存在するかどうか、その第2段階の作業として、日本で観測されている12月のこじし群とかみのけ群のつながりがあるかどうか、1970~1992年の12月1日~1月31日に日本で観測された輻射点分布をもとに調査しました。

## 2. 方法

天文回報の輻射点報告より、1970年~1992年、12月1日~1月31日、 $120^\circ \leq \alpha \leq 200^\circ$ 、 $0^\circ \leq \delta \leq 40^\circ$ の条件に該当する輻射点を検索し、その黄道座標( $\lambda, \beta$ )を求め、観測時の太陽黄経との差( $\lambda - \odot, \beta$ )を求めます。そして、同一群の( $\lambda - \odot, \beta$ )は出現期間中一定であるという仮定にもとづき、1月中旬のかみのけ群の( $\lambda - \odot, \beta$ )を基準に、 $230^\circ \leq \lambda - \odot \leq 250^\circ$ 、 $15^\circ \leq \beta \leq 35^\circ$ を再検索しグルーピングしました(図2.A~F)。なお、グルーピングに際しては、12月~1月の上中下旬の輻射点の赤道座標系、黄道座標系の分布を考慮しました。

## 3. 結果・考察

- 1)同一群の( $\lambda - \odot, \beta$ )は出現期間中一定であるという仮定にもとづき、1月中旬のかみのけ群の( $\lambda - \odot, \beta$ )を基準に、付近の $230^\circ \leq \lambda - \odot \leq 250^\circ$ 、 $15^\circ \leq \beta \leq 35^\circ$ を再検索した結果、それに相当する輻射点は12月9日~1月20日( $258^\circ \leq \lambda - \odot \leq 300^\circ$ )にわたって検出されることと、12月24日~12月27日( $273^\circ \leq \lambda - \odot \leq 275^\circ$ )および1月6日~1月9日( $286^\circ \leq \lambda - \odot \leq 289^\circ$ )に輻射点がほとんど検出されないギャップがあることがわかった(図1.A,B)。この2つのギャップのうち前者は、1970年~1992年、12月1日~1月31日で検索した結果からは見いだせないことから、少なくともここでいったん活動が弱まるものと思われるが、後者はそれでも弱いながらギャップが認められことから観測が足りない可能性もある。



- 2) 2つのギャップを境に、それぞれをⅠ期,Ⅱ期,Ⅲ期に分け、各期において輻射点をグルーピングした結果、輻射点はⅠ期=3個,Ⅱ期=4個,Ⅲ期=1個の計8グループに分けられた(図2.A~F,表2)。そして、それぞれの( $\lambda-\odot$ ,  $\beta$ )の位置関係から、もし2つのギャップが存在せず、ただ、いったん活動が弱まったに過ぎないとしても、1期のこじし群(3系統)と3期のかみのけ群は連続しない可能性が強い。

なお、2つのギャップが、たんに活動が弱まっただけのものとすれば、( $\lambda-\odot$ ,  $\beta$ )の位置関係からは、No.2とNo.6、No.4とNo.8、No.3とNo.5、7の輻射点グループの関連性が考えられる(表3)。

これらのことから、日本の観測でからは、12月のこじし群(A.F.Cook et al,1973)相当群とかみのけ群(R.E.McCrosky & A.Posen,1959)相当群は連続しない可能性が大きく。条件付ではあるが、かみのけ群(B.A.Lindblad,1971)相当群とかみのけ群(R.E.McCrosky & A.Posen,1959)相当群は連続している可能性があると考えられる。

図1 総輻射点検出数とかみのけ群付近輻射点検出数

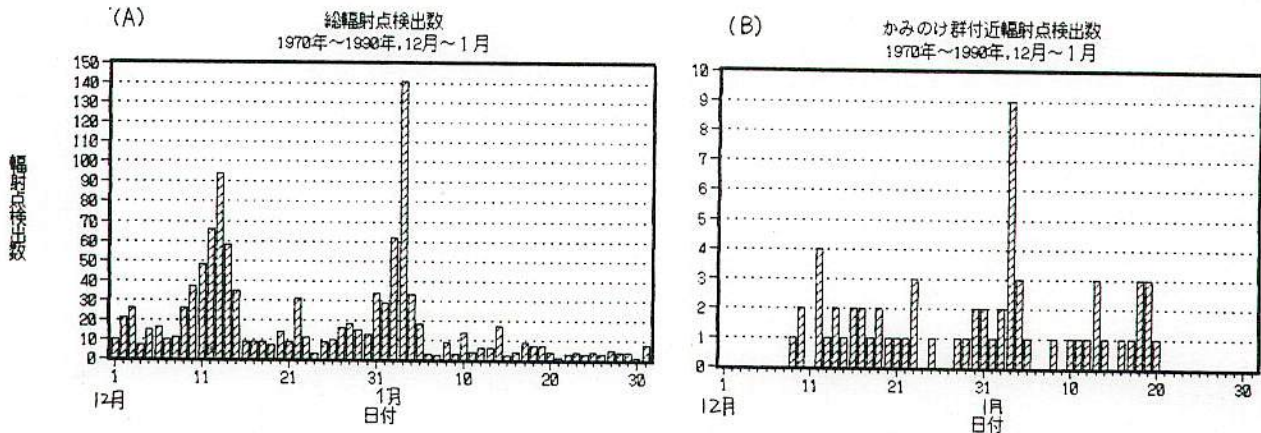


表2 各期における輻射点グループ

期	No.	活動期間		$\odot$	$\alpha$	$\delta$	$\lambda-\odot$	$\beta$	N	備考
		月日	太陽黄経							
Ⅰ	1	12/9~12/19	258~267	263	149	+32	237	+19	7	12月こじし群 *1
	2	12/10~12/23	259~272	266	166	+36	246	+27	9	
	3	12/12~12/21	260~269	264	159	+30	245	+19	6	
Ⅱ	4	12/28~1/5	277~286	282	170	+33	236	+26	5	*2 かみのけ座 $\gamma$ 群 しし座 $\beta$ 群
	5	12/29~1/4	278~283	281	173	+22	243	+18	5	
	6	12/30~1/4	279~284	282	181	+29	246	+27	5	
	7	12/31~1/3	280~283	282	180	+19	250	+18	9	
Ⅲ	8	1/14~1/20	295~300	298	185	+23	237	+23	9	かみのけ群 *3

Ⅰ期( $258^\circ \leq \odot \leq 272^\circ$ ), Ⅱ期( $276^\circ \leq \odot \leq 285^\circ$ ), Ⅲ期( $290^\circ \leq \odot \leq 300^\circ$ )

\*1 Cook et al(1973)の12月のこじし群はNo.1~3の中間に位置する。

\*2 Lindblad(1971)のかみのけ群はNo.5の上端に位置する。

\*3 R.E.McCrosky & A.Posen(1959)のかみのけ群はNo.8の下端に位置する。

表3 各期における輻射点グループの関連

Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
No.1		
No.2	No.6	
	No.4	No.8
No.3	No.5	
	No.7	



1993.4.11 第66回流星物理セミナー

## かみのけ群集中観測計画

1992年12月～1993年1月観測集計報告

橋本岳真

Com群(12月LMi群を含む)

&lt; 出現数 &gt;

日付	観測時刻	晴	全/	群/	HR	CHR	最輝星	雲	観測地	観測者
Dec/1992										
4/ 5	03:40-04:40	60	3	0	0.0	0.0	4.6	0	Lyn	阿部新助
	04:00-05:00	60	14	0	0.0	0.0	5.6	1	Z	長田和弘
	04:40-05:20	40	3	0	0.0	0.0	4.6	0	Lyn	阿部新助
10/11	02:50-03:50	60	5	2	2.0	19.8	4.0	0	Leo	阿部新助
	03:50-05:00	70	4	0	0.0	0.0	4.0	0	Leo	阿部新助
11/12	22:40-23:40	60	2	0	0.0	0.0	3.8	0	Leo	阿部新助
	00:00-01:00	60	3	0	0.0	0.0	3.8	0	Leo	阿部新助
	01:00-01:50	50	2	0	0.0	0.0	3.9	0	Leo	阿部新助
	02:00-02:50	50	4	1	1.2	11.9	4.0	0	Leo	阿部新助
	03:00-03:50	50	4	0	0.0	0.0	4.1	0	Leo	阿部新助
	04:00-05:00	60	10	2	2.0	16.4	4.2	0	Leo	阿部新助
	23:00-00:00	60	28	0	0.0	0.0	4.6	3	Z	橋本岳真 *1
	00:00-01:00	60	16	0	0.0	0.0	4.6	3	Z	橋本岳真 *1
13/14	01:00-02:00	60	23	0	0.0	0.0	4.6	3	Z	橋本岳真 *1
	02:00-03:00	60	24	1	1.0	8.0	4.6	3	Z	橋本岳真 *1
	03:30-04:30	60	30	1	1.0	1.4	6.1	0	Z	長田和弘
Jan/1993										
1/ 2	00:30-01:00	30	1	0	0.0	0.0	5.8	0	LMi	佐藤孝悦
	01:00-02:00	60	6	1	1.0	1.9	5.8	0	LMi	佐藤孝悦
	02:00-03:00	60	7	0	0.0	0.0	5.8	0	LMi	佐藤孝悦
2/ 3	02:00-03:00	60	11	0	0.0	0.0	6.1	0	LMi	佐藤孝悦
	02:10-03:00	50	2	0	0.0	0.0	6.0	0	Leo	長谷川隆
	02:50-04:00	70	9	1	0.9	3.4	5.0	0	Leo	橋本岳真
	03:00-04:00	60	11	1	1.0	1.4	6.1	0	LMi	佐藤孝悦
	03:00-04:00	60	4	1	1.0	1.6	6.0	0	Leo	長谷川隆
	04:00-05:00	60	11	4	4.0	13.2	5.2	0	Com	橋本岳真
	04:00-05:10	70	5	1	0.9	1.4	6.0	0	Leo	長谷川隆
	04:00-05:00	60	31	5	5.0	8.0	6.0	0	Z	長田和弘
	04:40-06:00	80	22	3	2.3	3.6	6.0	0	Vir	溝口秀勝
	01:45-03:00	75	21	2+2	1.6	5.8	5.1	0	Leo	橋本岳真 薄雲あり
3/ 4	01:45-02:30	45	8	0	0.0	0.0	4.8	1	Z	岡雅行
	02:00-03:00	60	-	0	0.0	0.0	6.0	1	Leo	長谷川隆
	02:30-03:30	55	13	0	0.0	0.0	5.3	3	Z	岡雅行
	03:00-04:00	60	16	3	3.0	7.5	5.5	0	Leo	橋本岳真
	03:00-04:00	60	-	1	1.0	1.8	6.0	1	Leo	長谷川隆
	03:30-04:00	30	17	1	2.0	5.0	5.5	0	Z	岡雅行
	04:00-05:00	60	26	1	1.0	2.3	5.6	0	Leo	橋本岳真
	04:00-05:00	60	27	3	3.0	8.1	5.4	0	Z	岡雅行
	04:00-05:00	60	-	0	0.0	0.0	6.0	1	Leo	長谷川隆

\* : 今報告は第2報(計数・光度分布)。第1報(計数)は1993.6.20の65thマル東で発表。

1 : 仙台天文同好会、2 : 宮城教育大学天文同好会(当時)



日付	観測時刻	時間	全/	群/	HR	CHR	最光輝	量	観測方法	観測者
Jan/1993										
4/ 5	03:00-04:00	60	7	2	2.0	3.4	5.9	0	LMi	佐藤孝悦
	04:00-04:50	50	9	1	1.2	2.3	5.8	0	LMi	佐藤孝悦
5/ 6	01:30-03:00	90	1	1	0.7	4.2	4.5	0	Leo	長谷川隆
19/20	22:45-00:00	75	3	0	0.0	0.0	5.3	0	Gem	司馬康生
	00:00-01:00	60	7	1	1.0	1.6	5.5	0	Cnc	司馬康生
20/21	23:00-00:00	60	1	0	0.0	0.0	4.6	0	Leo	橋本岳真
	00:00-01:00	60	4	0	0.0	0.0	4.8	0	Leo	橋本岳真
21/22	23:00-00:00	60	2	0	0.0	0.0	4.5	0	Leo	橋本岳真
	00:00-01:00	60	6	1	1.0	5.2	4.7	0	Leo	橋本岳真
	01:10-02:00	50	10	0	0.0	0.0	6.0	0	LMi	佐藤孝悦
	02:00-03:00	60	6	0	0.0	0.0	6.0	0	LMi	佐藤孝悦
	03:00-04:00	60	8	1	1.0	1.6	6.0	0	LMi	佐藤孝悦
22/23	01:10-02:00	50	6	1	1.2	1.9	6.0	0	Cnc	司馬康生
	02:00-03:00	60	7	1	1.0	2.5	6.0	0	Cnc	司馬康生
	03:00-03:30	30	2	0	0.0	0.0	6.0	0	Leo	司馬康生
30/31	01:30-02:00	30	3	0	0.0	0.0	6.4	0	Leo	司馬康生
	02:00-03:00	60	10	3	3.0	3.3	6.4	0	Leo	司馬康生
	03:05-04:00	55	8	0	0.0	0.0	6.4	0	Com	司馬康生

\*1: 採書きによるラムカ観測。雲量は月光遮蔽を雲量に換算したもの。実際は快晴。  
 ハーバード流星プロジェクトにより一時的にまとめられた12月LMi群を観測  
 Cook(1973)のかみのけ群初期出現に相当する。(橋本)

#### < 輻射点 >

No.	観測年月日(UT)	仮名称	$\alpha$	$\delta$	群/	d	Wt	速さ	Mag	HR	観測者	方法
1.	1993/ 1/	$\xi$ -UMa	168	+28	5	3	1	rR-vR	2.3	3.2	橋本岳真	V
2.		$\phi$ -LMi	165	+33	4	10	P	M-R	4.0	3.0	長田和弘	V
3.		$\xi$ -UMa	167	+29	6	4	1	rR-vR	1.8	3.0	橋本岳真	V
4.		$\phi$ -LMi	166	+33	3	3	P	rR-R	1.6	2.7	佐藤孝悦	V

#### < 軌道要素 >

No.	観測日付	JST	$\alpha$	$\delta$	e	q	$\omega$	$\Omega$	i	Vg	観測者
1.	1992/12/31	03:14:03	171.75	+25.53	0.973	0.569	261.62	278.73	136.73	65.0	MSS-WG
2.	1993/ 2/ 3	03:58:02	202.3	+11.3	0.919	0.536	267.3	313.4	137.8	63.0	田峰*

\*: 暫定値

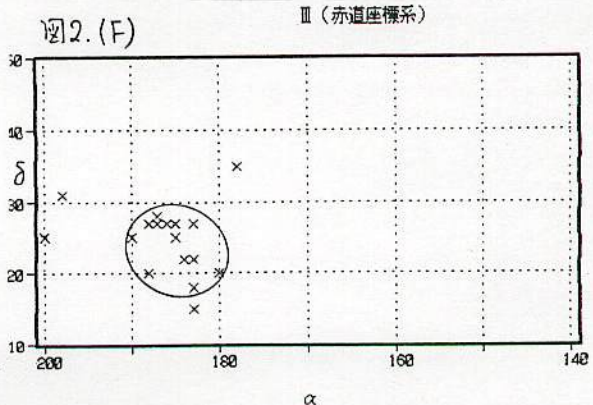
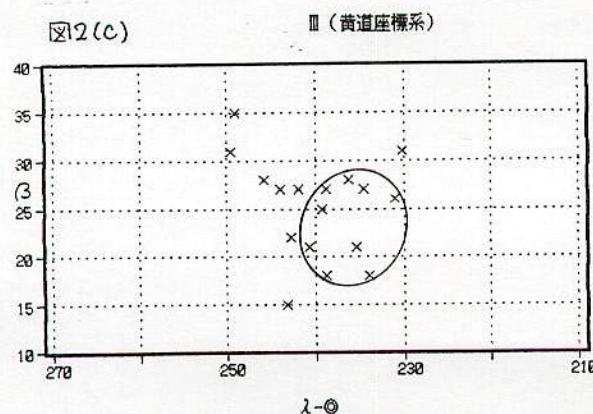
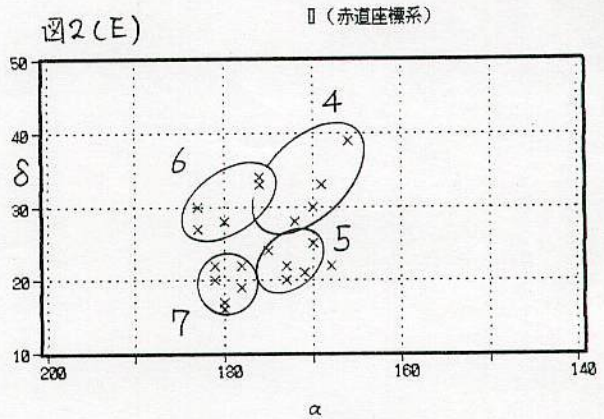
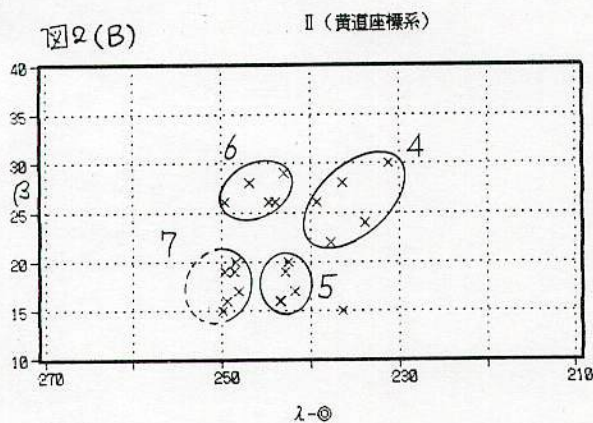
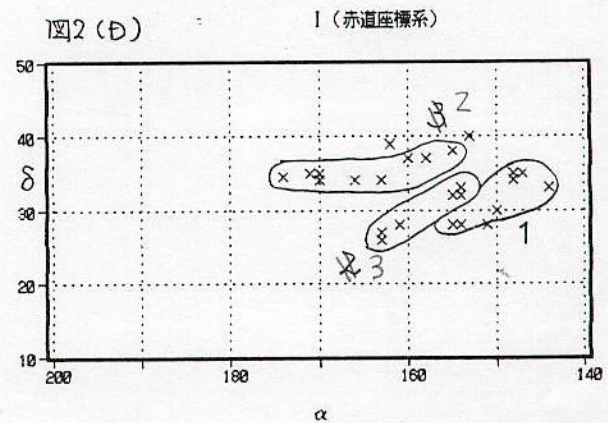
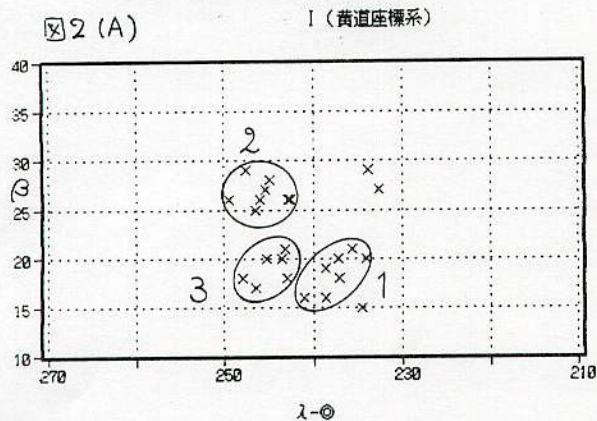


## 4. 今後の課題

- 1) 眼視観測、TV観測によるI, II, III期の間にある2つのギャップの確認
- 2) TV観測による12月こじし群、かみのけ群の確定
- 3) 12月のこじし群(A.F.Cook et al, 1973)、かみのけ群(B.A.Lindblad, 1973)、かみのけ群(R.E.McCrosky & A.Posen, 1959)、かみのけ群(A.F.Cook, 1973)の軌道要素類似性の再考

## 5. 参考文献

- 1) McCrosky, R.E., and Posen, A., 1959. New photographic meteor showers, *Astron. j.*, 64, 7.
- 2) Lindblad, B.A., 1971. Meteor streams, in *Space Research XI*, 287-297. Akademie Verlag, Berlin
- 3) Cook, A.F., Lindblad, B.A., Marsden, B.G., McCrosky, R.E., and Posen, A., 1973. Yet another stream search among 2401 photographic meteors, *Smithon. Contrib. Astrophys.*, 15, 1-5.
- 4) Cook, A.F., 1973. A working list of meteor streams, in *Evolutionary and physical properties of meteoroids*, eds. C.L. Hemenway, P.M. Millman, A.F. Cook, Washington D.C., 183-191





蔵王山における1991年8月12/13日ペルセウス $\gamma$ 流星群の観測 (2) \*

大場民子<sup>2</sup>、小野寺しずえ<sup>2</sup>、菊地 恵<sup>1'2</sup>、鈴木 守<sup>2</sup>、鈴木丈治<sup>2</sup>、平賀英和<sup>2</sup>、  
 細谷朋子<sup>2</sup>、松浦善博<sup>1'2</sup>、真山佳子<sup>2</sup>、村主博美<sup>2</sup>  
 小黑栄次郎<sup>1</sup>、黒須 潔<sup>1</sup>、鈴木浩之<sup>1</sup>、竹内健一<sup>1</sup>、藤田圭輔<sup>1</sup>、矢田部俊介<sup>1</sup>、  
 長妻 努<sup>1</sup>、戸田雅之<sup>1</sup>

概略：毎年8月12日前後に見られるペルセウス座流星群は1991年 8月12日の深夜  
 (1991年 8月13日01時=日本時間：08月12日16時=世界時) に大出現をした。  
 当日は全国的に天気恵まれず、主に中部地方から西日本に分布する観測者  
 によって大出現が捕えられた。蔵王山麓で観測していた仙台天文同好会と宮  
 城教育大学天文同好会の眼視流星観測者らにもこの大出現は捕えられ、雲の  
 邪魔をされながらも貴重なデータを残した。これは東日本でペルセウス流星  
 群の大出現を捕えた数少ない観測例である。

## 1. はじめに

活動的な流星群の代表でもあるペルセウス座流星群は毎年 8月12日前後に多く見られる。  
 この流星群の母天体はスワフト・タットル彗星 (1862 III) とされている。当初、スワフ  
 ト・タットル彗星は1981年に回帰することが予報され、それに伴いペルセウス流星群の活  
 発な出現が期待されていた。ペルセウス流星群は1980年に例年の倍近い出現を見せ、明る  
 い流星が多かったが、スワフト・タットル彗星の回帰は確認されなかった。

それから10年経ち母彗星が消えてしまったとの話が出始めた1991年、ペルセウス流星群  
 は大出現した。

私たち仙台天文同好会と宮城教育大学天文同好会は蔵王山山麓にて1991年のペルセウス  
 流星群の眼視観測を行い、天候が安定せず、雲に邪魔されながらも大出現を捕えることが  
 できた。本報告では私たちの観測と簡単なまとめを紹介する。

## 2. 観測条件

観測 (記録) 者：大場民子、小野寺しずえ、菊地 恵、鈴木 守、鈴木丈治、平賀英和、  
 細谷朋子、松浦善博、真山佳子、村主博美

以上、宮城教育大学天文同好会、ラムカを使った全天グループ計数

観測 (記録) 者：小黑栄次郎、黒須 潔、鈴木浩之、竹内健一、藤田圭輔、矢田部俊介、  
 以上、仙台天文同好会流星観測隊、全天グループ計数

観測地：宮城県蔵王山山麓 (北緯38度10分、東経140度30分、標高600m)

\*：今報告は第2報 (計数・光度分布)。第1報 (計数) は1993.6.20の65thマル東で発表。

<sup>1</sup>：仙台天文同好会、<sup>2</sup>：宮城教育大学天文同好会 (当時)



## 3. 観測結果

## 3.1: 計数

表1. 観測データ：宮城教育大学天文同好会、観測者4人、交代

date	Date	Start-End	☉	分	ALL	Per	HR	Lm	Cl	RP	ZHR	1人当
	UT	JST	(2000.0)								(1.5)	ZHR
12/13	12.517	21:00-21:50	139.42	50	36	30	36.0	5.0	0	19	389	134
12/13	12.559	22:00-22:50	139.46	50	48	29	34.8	4.6	1	25	331	114
12/13	12.686	01:00-02:00	139.51	53	287	264	298.9	5.0	4	49	1422	489
	12.668	01:00-01:03	139.45	3	10	9	—	—	—	—	—	—
	12.681	01:10-01:30	139.46	20	145	131	393.0	—	—	—	—	—
	12.694	01:30-01:50	139.47	20	94	88	264.0	5.0	4.8	—	—	—
	12.705	01:50-02:00	139.48	10	37	36	216.0	5.0	2.2	—	—	—
12/13	12.733	02:10-03:00	139.51	50	217	198	237.6	4.6	1	57	815	280
	12.729	02:10-02:40	139.50	30	136	125	250.0	5.0	1	—	—	—
	12.743	02:40-03:00	139.52	20	81	73	219.0	4.6	1	—	—	—

注：1人当たりZHRの算出にあたり4人=2.91を使用

表2. 観測データ：仙台天文同好会、観測者4人、途中(02h10m)から5人

date	Date	Start-End	☉	分	ALL	Per	HR	Lm	Cl	RP	ZHR	1人当
	UT	JST	(2000.0)								(1.5)	ZHR
12/13	12.663	00:52-01:00		8	52	40	300.0	(参考データ)				
12/13	12.688	01:02-02:00		48	229	203	253.8					
	12.671	01:02-01:10		8	54	49	367.5					
	12.684	01:20-01:30		10	55	48	288.0					
	12.691	01:30-01:40		10	49	43	258.0					
	12.698	01:40-01:50		10	37	35	210.0					
	12.704	01:50-02:00		10	34	28	168.0					
12/13	12.733	02:10-03:00		50	261	221	265.2					
	12.719	02:10-02:20		10	51	42	252.0					
	12.726	02:20-02:30		10	52	46	276.0					
	12.733	02:30-02:40		10	52	44	264.0					
	12.740	02:40-02:50		10	48	41	246.0					
	12.747	02:50-03:00		10	58	48	288.0					



仙台天文同好会、宮城教育大学天文同好会の2つの観測データを表1・2に示す。双方とも同じ場所によるグループ計数である。

これらの観測データから1991年ペルセウス流星群の出現数のピークは 8月13日01時（日本時間）頃にあり、HR300程度の出現があったのがわかる。宮城教育大学天文同好会では今回の出現ピークの4時間前の 8月12日21時00分より観測を始めていて、これはピーク前の活動を捕えた貴重なデータである。

### 3.2: 光度分布

表3. 観測データ：宮城教育大学天文同好会、観測者4人、交代

Date Start-End ●	Per											Spo									
12/13	-2	-1	0	1	2	3	4	5	ALL	M	-2	-1	0	1	2	3	4	ALL	M		
12/13																					
01:10-01:30	Tr	1	4	15	28	6	2	2	58	0.82					2	3	4	9			
	NT	0	2	1	19	28	19	4	73	2.00					2	2	1	5			
	A	1	6	16	47	34	21	6	131	1.48					4	5	5	14	3.07		
01:30-01:50	Tr	0	1	5	15	12	3	0	36	1.30					0	0	0	0			
	NT	0	0	0	7	15	20	10	52	2.50					2	4	0	6			
	A	0	1	5	22	27	23	10	88	2.09					4	5	5	14	2.66		
01:50-02:00	Tr	0	1	2	2	2	2	1	10	1.30			1	0	0	0		1			
	NT	0	0	0	1	15	4	6	26	2.53				0	0	0		0			
	A	0	1	2	3	17	6	7	36	2.27			1	0	0	0		1			
02:10-02:40	Tr	1	0	4	9	11	2	0	27	1.30				0	0	0	0	0			
	NT	0	0	0	5	35	36	21	98	2.78				1	0	7	3	11			
	A	1	0	4	14	46	38	21	125	2.45				1	0	7	3	11	3.09		
02:40-03:00	Tr	0	1	4	10	15	1	0	31	1.35				0	0	1	1	2			
	NT	0	0	0	4	10	20	8	42	2.76				0	5	2	7	14			
	A	0	1	4	14	25	21	8	73	2.16				0	5	3	8	16	3.19		

表3は宮城教育大学天文同好会の観測による光度分布のデータである。01時00分から03時00分までの2時間の間に流星群の平均光度が変化しているようによみとれる。まだ集計の終了していない仙台天文同好会のデータでも同様な傾向がある。しかし、グループ観測では観測者間の光度の見積り、群の帰属の判定のバラツキ等がいろいろなファクターが混じると考えられ（指田1993：私信）、加えて輻射点の高度変化、当日の蔵王山では短時間の雲量の変化があり、極大時の光度分布の変化について議論するのに限度があるようです。



## 資料

Marsden, B.G. 1991, IAU Circular No. 5330

上田昌良・編 (1991) ペルセウス座流星群観測結果報告 (眼視観測) 1991年 8月、  
日本流星研究会眼視観測部門

星座Vol.41, No.459 (1991) P13、今年のペルセのはなし、仙台天文同好会

指田朝久 (1993) 私信



69 MSS 1994. 1/16

## Rapid communication on Perseids in Crete

Hiroshi Onishi\*, Tetsuo Takahashi, Seiichiro Watanabe, Noriko Hasebe, Hironori Hayashi, Yoshimi Saito, Masaharu Ishizaki, Fumio Hayashi, Hirofumi Saito, and Yoichiro Tomari

Tokyo, JAPAN  
August 16, 1993

\* To whom correspondence should be addressed. (e-mail: oni@chem.s.u-tokyo.ac.jp)

**Abstract:** A visual observation of Perseid meteors was performed in Crete (Greece) for three nights, August 10-12, 1993. A significant peak was observed at 02:30 or later on August 12 (UT). The maximum hourly rate, which was observed in visual count by one person, was 184. This corresponds to 600-800 in ZHR, considering the corrections for the brightness of the background sky, and the altitude of the radiant point.

Ten Japanese amateurs made observation of Perseid shower in Crete. Visual and photographic observations were carried out for three nights from August 10 to 12. A part of the observation, visual count by single observer, is presented in the communication. Results of the whole observation will be reported later.

A prominent increase in rate started at 01:00 on August 12. The maximum hourly rate counted 02:15-02:30 was 184. The true maximum must be at 02:30 or later, considering the increasing brightness of the background sky.

The hourly rates were listed below with the magnitude of the faintest stars on the background sky. The visual faintest magnitude of four observers were averaged. There was no obstruction by cloud throughout the observed periods. The effects of the background brightness and the altitude of the radiant point were not corrected.

UT		HR		
August 10				
22:30-23:00	28	meteors with faintest stars of 5.1 magnitude		月があった。
23:00-23:30	16		4.8	
23:30-23:55	7.2		4.5	透明度は良くない。
August 11				
00:00-00:30	18		4.5	
00:30-00:55	16.8		4.3	
01:00-01:38	15.8		4.1	
01:38-02:00	16.4		4.0	
August 11				
22:00-22:30	60	meteors with faintest stars of 6.0 magnitude		
22:30-22:55	43.2		5.8	
23:00-23:30	58		5.4	
23:30-23:55	76.8		4.9	
August 12				
00:00-00:30	54		4.8	
00:30-00:55	60		4.6	
01:00-01:30	110		4.3	
01:30-01:55	151.2		4.1	
02:00-02:15	184		4.2	
02:15-02:30	184		4.1	



02:30-02:45 120

3.9-2.1#

August 12

22:00-22:30 58 meteors with faintest stars of 5.5 magnitude

22:30-22:55 14.4 5.4

23:00-23:30 44 5.3

23:30-24:00 30 5.0

#The magnitudes observed at the beginning and the end of the period are presented.

A stiff increase started at 01:00, and continued beyond 02:45 on August 12. They correspond to 139.44 and 139.51 in solar longitude (2000.0), respectively. The duration of the activity is two hours or more, being longer than the duration observed at 1991 and 1992. Observations in western Europe and in America help us to grasp the whole feature of the peak. The maximum rate, 184 in HR, roughly corresponds to 600-800 in ZHR, considering the corrections for the background brightness and the altitude of the radiant point. It is to be noted that the shower maintained an activity as high as 60 in HR for three hours or more, before the significant peak. This plateau and the longer duration of the peak suggest an expanded distribution of the dense flux after the parent comet.

とりあえず個人計数観測の結果（カウンターの結果）を仮集計しました。3人のなかで最も大きい値を採用して、1時間あたりの値に換算してあります。残念ながら、月明りのなかで薄明とともに極大を迎えたようですが（もうすこし西がよかったか！）、雲に悩まされない観測のありがたみを痛感しました。なお、このメールは関心のありそうなところへどんどん転送してください。ただし、後日の解析にともなって若干の修正があるかもしれません。グループ計数の結果の集計はテーブルから起こすのに時間がかかりそうです。

もしかすると、太陽黄経139.4-5というのは例年の極大とおなじですか？ そうすると両者が重なっていたので見かけ上ピークが長くなったのでしょうか。

	2000.0		
1991	J@	139.56	ZHR 700
1992		47	1100



1994.6.12 Meteor Festival '94

## 1994年 ペルセウス座流星群観測資料

東京近郊地区流星観測者会 橋本岳真

## I. ペルセウス座流星群概要

活動期間：7月下旬～8月中旬

出現数：50個/時

極大日：8月12/13日

輻射点： $\left\{ \begin{array}{l} \alpha = 47^\circ \\ \delta = +58^\circ \end{array} \right.$ 

特徴：速く、明るい。痕を残すものが多い。

## II. 1994年極大日出現状況予想

極大日：8月12/13日

出現数：	{	第1ピーク	12日18時頃(●=139.5°)
		第2ピーク	13日6時頃(●=140.0°)
		第3ピーク	13日14時頃(●=140.3°)
	{	第1ピーク(新ピーク)	100個/時(ZHR=210)
		第2ピーク(通常ピーク)	50個/時(ZHR=90)
		第3ピーク	(ZHR=120)

## III. 極大日の観測条件データ

月の出：10時01分(月齢6)

日の入：18時30分頃

薄明終：20時10分頃

月の入：21時17分

薄明始：3時20分頃

日の出：5時00分頃

観測好適時間：23時30分～3時30分

重点観測時間帯：20時～21時

## IV. 近年の極大とその出現状況

年	IMO		NMS	
	太陽黄経	ZHR	太陽黄経	ZHR
91	139.58	370	139.57	243
92	139.50	220	139.46	378
93	139.54	300	139.53	249

IMO: International Meteor Organization

NMS: 日本流星研究会



図1 極大日の輻射域

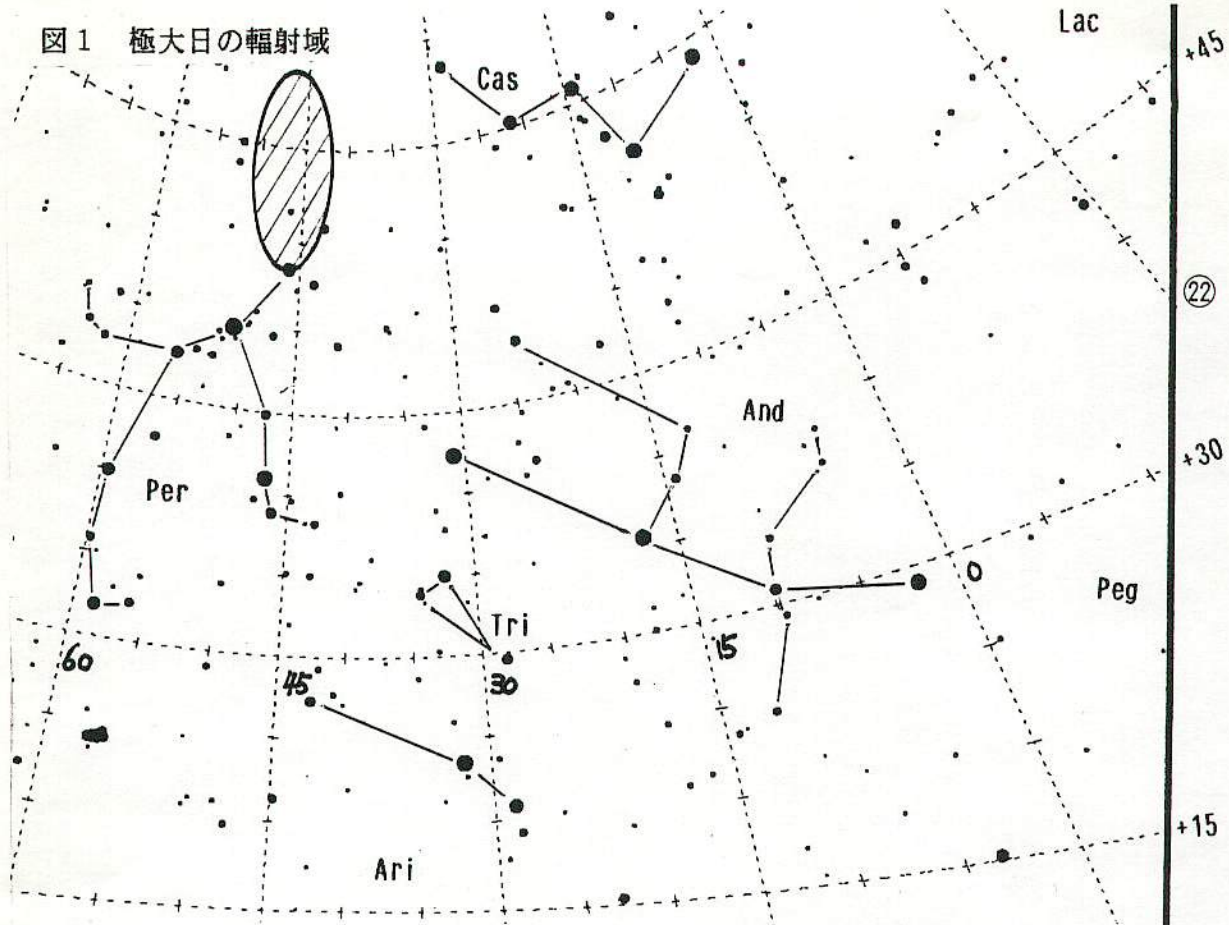
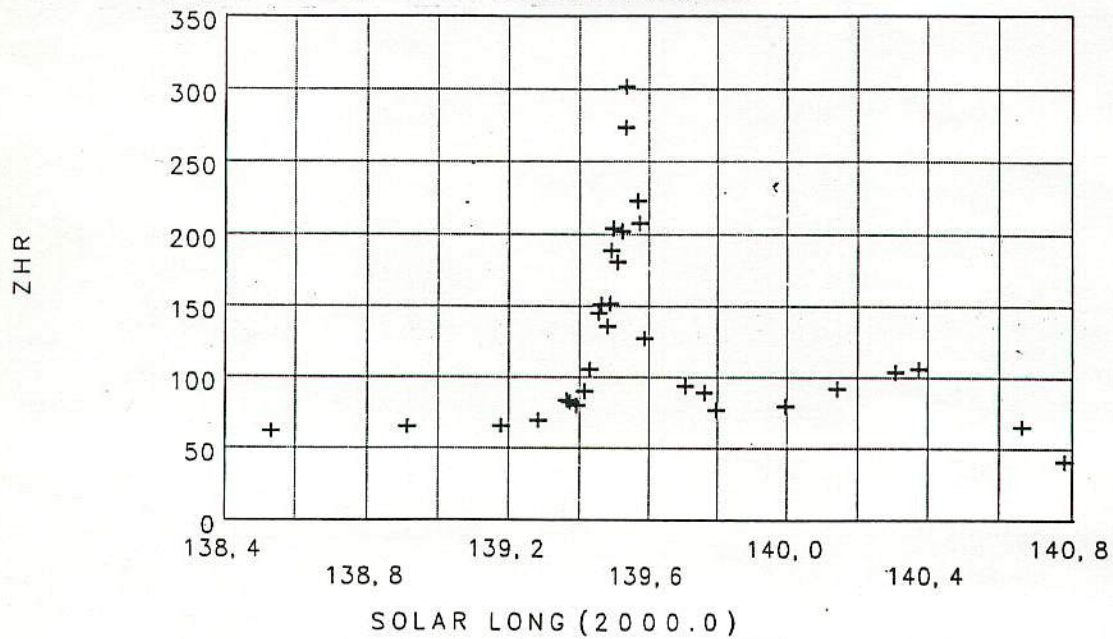


図2 1993年8月10～13日のペルセウス座流星群活動状況



WGN, the Journal of the IMO 21:5 (1993) ♪



## 主要群 眼視観測集計報告

1994.6.26 マル東集会

 $\kappa$ こと群集計結果

1994年4月

DATE	JST	TIME	aM	$\kappa$ Lyr	HR	Lm	CL	r=1.6		r=2.5		Obs
								Fa	CHR	Fa	CHR	
15/16	01:00-02:00	60	20	0	0	5.8	1	1.5	0	2.1	0	長田和宏
16/17	23:00-24:00	60	4	0	0	5.6	0	1.5	0	2.3	0	橋本岳真
16/17	00:15-01:00	45	4	0	0	5.7	0	1.5	0	2.1	0	橋本岳真
16/17	01:00-02:00	60	5	0	0	5.7	0	1.5	0	2.1	0	橋本岳真
17/18	01:00-02:30	90	12	0	0	5.5	1	1.8	0	2.8	0	柳信一郎
21/22	02:00-03:00	60	25	8	8	5.4	1	1.9	15	3.0	24	長田和宏
21/22	02:30-03:30	60	6	1	1	5.8	0	1.4	1	1.9	2	佐藤孝悦

 $\eta$ みずがめ群集計結果

1994年5月

DATE	JST	TIME	aM	$\eta$ Aqr	HR	Lm	CL	r=1.6		r=2.5		Obs
								Fa	CHR	Fa	CHR	
5/6	01:30-02:30	60	28	10	10	6.0	2	1.6	16	2.0	20	長田和宏
5/6	02:30-03:30	60	34	15	15	5.7	2	1.8	27	2.6	39	長田和宏
6/7	23:00-00:00	60	5	0	0	6.0	0	1.3	0	1.6	0	長谷川隆
6/7	00:00-00:45	45	3	0	0	6.0	0	1.3	0	1.6	0	長谷川隆
6/7	00:30-01:00	30	3	0	0	4.6	0	2.4	0	5.7		岡 雅行
6/7	01:00-02:00	60	11	1	1	5.6	0	1.5	2	2.3	2	橋本岳真
6/7	01:00-02:00	60	6	0	0	4.7	0	2.3	0	5.2		岡 雅行
6/7	01:30-02:30	60	12	4	4	5.4	0	1.7	7	2.7	11	嵯峨山亨
6/7	01:45-03:00	75	12	5	4	6.0	0	1.3	5	1.6	6	長谷川隆
6/7	02:00-03:00	60	10	2	2	5.6	0	1.5	3	2.3	5	橋本岳真
6/7	02:00-03:00	60	9	3	3	4.6	0	2.4	7	5.7		岡 雅行
6/7	02:30-03:10	40	9	3	5	5.4	0	1.7	8	2.7	12	嵯峨山亨
6/7	02:30-03:30	60	26	10	10	5.9	0	1.3	13	1.7	17	長田和宏
6/7	03:00-03:30	30	6	4	8	6.0	0	1.3	10	1.6	13	長谷川隆
6/7	03:00-03:30	30	17	9	18	5.6	0	1.5	27	2.3	41	橋本岳真
6/7	03:30-03:45	15	4	3		4.5	0					橋本岳真
7/8	00:00-01:00	60	1	0	0	5.5	2	2.0	0	3.1	0	長谷川隆
7/8	01:00-02:00	60	2	0	0	5.5	5	3.2		5.0		長谷川隆
7/8	02:00-03:00	60	6	5	5	5.5	4	2.7	13	4.2	21	長谷川隆
7/8	03:00-03:30	30	3	3	6	5.5	4	2.7	16	4.2	25	長谷川隆

光度分布(1994.5.6/7 22:00-03:30 Lm:5.6-5.8) 橋本岳真

光 度	-2	-1	0	1	2	3	4	5	Total	Ave.	Tr. (%)
$\eta$ Aqr	0	0	1	1	2	5	3	0	12	2.7	3(25)
$\sigma$ Sco	0	0	0	0	3	4	0	0	7	2.6	0 (0)
散 在	1	0	0	6	7	9	12	0	35	2.7	1 (3)

注意) 速報値のため、正式報告と異なることがある。

以下のデータは、参考値とする。

- ・観測者から申し出のあったデータ
- ・観測時間が30分に満たないデータ
- ・Fa (CHRの係数) が  $r=1.6$  のとき3以上,  
 $r=2.5$  のとき5以上の条件下でのデータ



72MSS  
1994. 10/16

カリフォルニア州における↓P e r 観測結果

東大・地文研天文部 O B有志

林 宏興

アメリカ合衆国カリフォルニア州においておこなった、本年の↓P e r の観測結果について報告する。

1. 観測地

極大予想時刻、晴天率、市街光・地物の影響等を考慮し、カリフォルニア州東部シエラネヴァダ山脈の東側を候補地とした。

候補地の選定に関しては、internetを通じてアメリカのアマチュア天文家にいろいろ情報を提供していただき、非常にお世話になった。

最終的には8月9～10日に現地調査をして決定した。

カリフォルニア州 Mono Lake湖畔  
北緯 38度01分, 西経119度09分, 標高 約2000m

以下において、時刻は全て現地時(JST-16h, GMT-7h)である。

2. 観測体制

グループ計数観測(東西南北+天頂の5人)を基本とした。

また、数取り器5台を用意し、個人計数観測もおこなった。ただし個人計数では群と散在の区別はしていない。

なお、11/12日の1h以降はテープレコーダによる記録も併用した。

観測は、原則として毎正時開始・50m終了とした。カウント数のチェック、雲量・最微光星の報告は20mごとにおこなった。

写真は、赤道儀2台にカメラ5台(28mm×4, 14mm対角線魚眼×1)を同架し、原則として20m露出とした。

10/11日: 8人  
グループ計数 5人(うち、東・北・天頂が個人計数を兼ねる)  
個人計数 1人  
写真係 1人(個人計数を兼ねる)  
時計・記録係 1人

11/12日: 10人  
グループ計数 5人(うち、北が個人計数を兼ねる)  
個人計数 3人  
写真係 1人(個人計数を兼ねる)  
時計・記録係 1人

12/13日: 10人(11/12日と同一)



10/11日は01h30mから観測を開始したが、始めから雲が多く、02h過ぎには全天雲に覆われ、回復の見込みがないため、02h30mに中止した。

観測結果の詳細は省略するが、流星数は15個（散在含む）であった。

翌日以降の観測場所の変更も考えたが、weather channel等の情報も参考にして、移動はしなかった。

結果的に11/12日および12/13日は、終夜ほぼ快晴に恵まれ、薄明の影響が出る4h過ぎを除いて、最微光星は概ね5.5〜6等であった。

グループ計数の群のみの出現数についてのまとめを以下に示す。

修正係数は、「流星I」（恒星社アストラルシリーズ）収載のものを用い、最微等級は観測者の平均を用いた。

同書によると、全天計数の場合、人数補正をすべきとされており、5人の場合の値は3.2であるので、表中のZHRをこの値で割った数が1人での観測に対応するものとなる。

極大は11/12日の4h頃と推定される。この前後には爆発を伴う明るい流星の比率も高くなっていた。また、実際には休憩・引継中の3h50m〜4h00mにもかなりの数の（しかも明るい）流星が飛んでいた。極大時の5人でのZHRは700〜800程度である。

ちなみに4h00m〜20mの個人計数のカウント数は70個前後であり、HR換算で200〜250となり、グループ計数と比較して妥当なものとなっている。

一方、12/13日は、はっきりとしたピークはなく、ZHRでみると250〜300程度で推移した。

また、光度分布をみてもわかるように、前夜にくらべ明るい流星の割合がかなり低下し、やや地味な印象であった。

個人 HR 極大 200 程度 (カリフォルニア)

60 (日本)



11/12日

	Z	N	E	S	W
(7)	(9)	(6)	(10)	(8)	(4)
0h00-	0/6	0/6	1/6	0/6	0/6
0h20-	0/6	0/6	1/5.5	0/6	0/6
0h40-	0/6	0/6	1/5.5	0/6	0/6
(3)	(6)	(1)	(9)	(10)	(8)
1h00-	0/6	0/6	0/5.5	0/5.5	0/6
1h20-	0/6	0/6	0/5.5	0/5.5	0/6
1h40-	0/6	0/6	0/5.5	0/5.5	0/6
(9)	(7)	(3)	(4)	(1)	(8)
2h05-	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6
2h20-	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6
2h40-	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6
(4)	(10)	(1)	(8)	(6)	(7)
3h00-	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6
3h20-	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6
3h40-	0/6	0/6	0/6	0/5.5	0/6
(6)	(8)	(9)	(10)	(1)	(3)
4h00-	0/6	0/5	0/5.5	0/5	0/6
4h20-	0/5.5	0/5	0/4.5	0/5	0/5
4h40-	0/5	0/4	0/4	0/5	0/4.5
	0/5	0/3.5	0/3.5	0/4.5	0/4.5

12/13日

	Z	N	E	S	W
(7)	(4)	(8)	(3)	(1)	(10)
1h00-	0/6	0/5	1/6	0/5.5	0/5.5
1h20-	0/6	0/5	1/6	0/5.5	0/5.5
1h40-	0/6	0/5	0/6	0/5.5	0/5.5
(1)	(7)	(4)	(10)	(9)	(6)
2h00-	0/6	0/5.5	0/5.5	0/5.5	0/6
2h20-	0/6	0/5.5	0/5.5	0/5.5	0/6
2h40-	0/6	0/5.5	0/5.5	0/5.5	0/6
(4)	(10)	(3)	(9)	(8)	(6)
3h00-	0/6	0/5.5	0/5	0/5	0/6
3h20-	0/6	0/5.5	0/5	0/5	0/6
3h40-	0/6	0/5.5	0/5	0/5	0/6
4h00-	0/6	0/5.5	0/4	0/5	0/6
4h20-	0/5	0/5	0/4	0/5	0/5

( )内は観測者番号

(1)高橋(2)泊(3)内田(4)林(5)渡邊(6)松野  
 (7)伊藤(8)藤井(9)大庭孝(10)大庭幸







11/12日

時刻	分	出現数	HR	最微補正	天頂補正	ZHR
00h00-09m	10	23	138	0.9	0.6	256
00h10-19m	10	15	90	0.9	0.6	167
00h20-29m	10	21	126	0.9	0.6	233
00h30-39m	10	22	132	0.9	0.7	210
00h40-49m	10	22	132	0.9	0.7	210
01h00-09m	10	16	96	0.9	0.7	152
01h10-19m	10	31	186	0.9	0.7	295
01h20-29m	10	19	114	0.9	0.7	181
01h30-39m	10	19	114	0.9	0.8	158
01h40-49m	10	27	162	0.9	0.8	225
02h05-09m	5	16	192	0.9	0.8	267
02h10-19m	10	42	252	0.9	0.8	350
02h20-29m	10	52	312	0.9	0.8	433
02h30-39m	10	49	294	0.9	0.8	408
02h40-49m	10	41	246	0.9	0.8	342
03h00-09m	10	44	264	0.9	0.8	367
03h10-19m	10	50	300	0.9	0.8	417
03h20-29m	10	42	252	0.9	0.9	311
03h30-39m	10	46	276	0.9	0.9	341
03h40-49m	10	69	414	0.8	0.9	575
04h00-09m	10	98	588	0.8	0.9	817
04h10-19m	10	83	498	0.8	0.9	692
04h20-29m	10	72	432	0.7	0.9	686
04h30-39m	10	49	294	0.7	0.9	467
04h40-49m	10	60	360	0.5	0.9	800

12/13日

時刻		出現数	HR	最微補正	天頂補正	ZHR
01h00-09m	10	19	114	0.8	0.7	204
01h10-19m	10	22	132	0.8	0.7	236
01h20-29m	10	24	144	0.8	0.7	257
01h30-39m	10	28	168	0.8	0.8	263
01h40-49m	10	34	204	0.8	0.8	319
02h00-09m	10	32	192	0.8	0.8	300
02h10-19m	10	25	150	0.8	0.8	234
02h20-29m	10	33	198	0.8	0.8	309
02h30-39m	10	22	132	0.8	0.8	206
02h40-49m	10	41	246	0.8	0.8	384
03h00-09m	10	29	174	0.8	0.8	272
03h10-19m	10	37	222	0.8	0.8	347
03h20-29m	10	33	198	0.8	0.9	275
03h30-39m	10	34	204	0.8	0.9	283
03h40-49m	10	34	204	0.8	0.9	283
03h50-59m	10	35	210	0.7	0.9	333
04h00-09m	10	35	210	0.7	0.9	333
04h10-19m	10	31	186	0.7	0.9	295
04h20-29m	10	21	126	0.6	0.9	233



11/12日

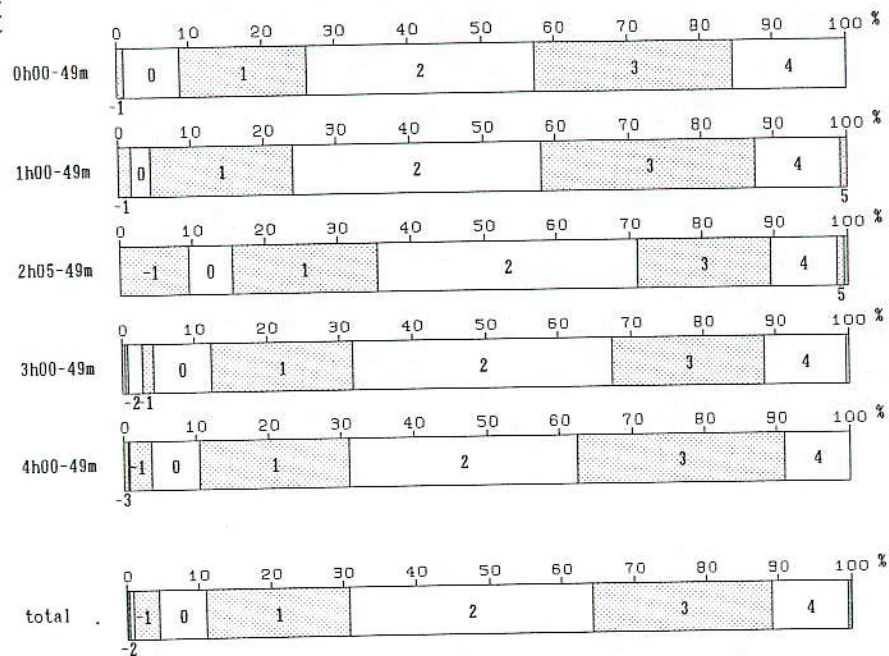
		-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
total		-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
0h00-49	103	0	0	0	1	8	18	32	28	16	0
1h00-49	112	0	0	0	2	3	22	38	33	13	1
2h05-49	200	0	0	0	19	12	40	71	37	18	2
3h00-49	251	1	1	5	4	20	49	89	53	28	1
4h00-49	362	0	2	1	11	24	75	113	104	32	0
total	1028	1	3	6	37	67	204	343	255	107	4
%		0.1	0.3	0.6	3.6	6.5	19.9	33.4	24.8	10.4	0.0

12/13日

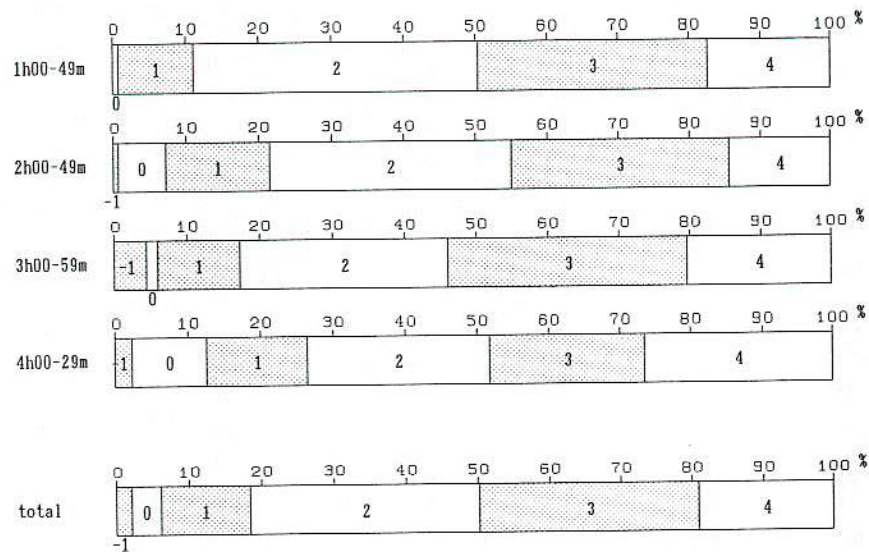
		-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
total		-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
1h00-49	127	0	0	0	0	1	13	50	41	22	0
2h00-49	153	0	0	0	1	10	22	51	47	22	0
3h00-59	202	0	0	0	9	3	23	58	68	41	0
4h00-29	87	0	0	0	2	9	12	22	19	23	0
total	569	0	0	0	12	23	70	181	175	108	0
%		0.0	0.0	0.0	2.1	4.0	12.3	31.8	30.8	19.0	0.0



MISS-072



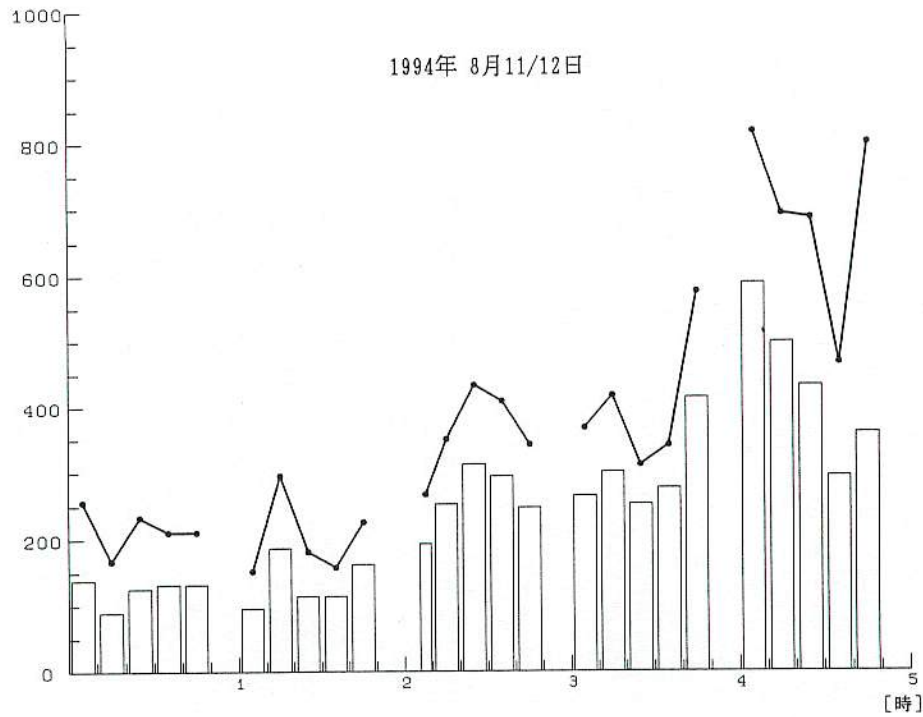
1994年 8月11/12日



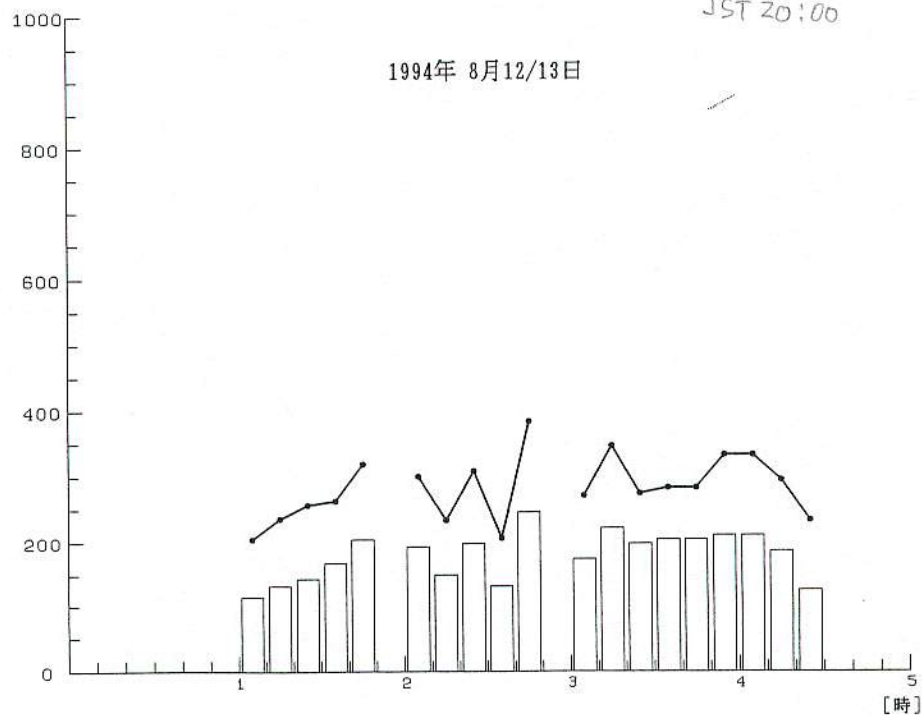
1994年 8月12/13日

時刻毎の光度分布  
(群流星)





↑  
JST 20:00



出現数の時刻変化  
(群流星)

棒グラフ : HR  
折れ線グラフ : ZHR



## 過去22年間のオリオン座流星群の活動

泉 潔

MSS-074

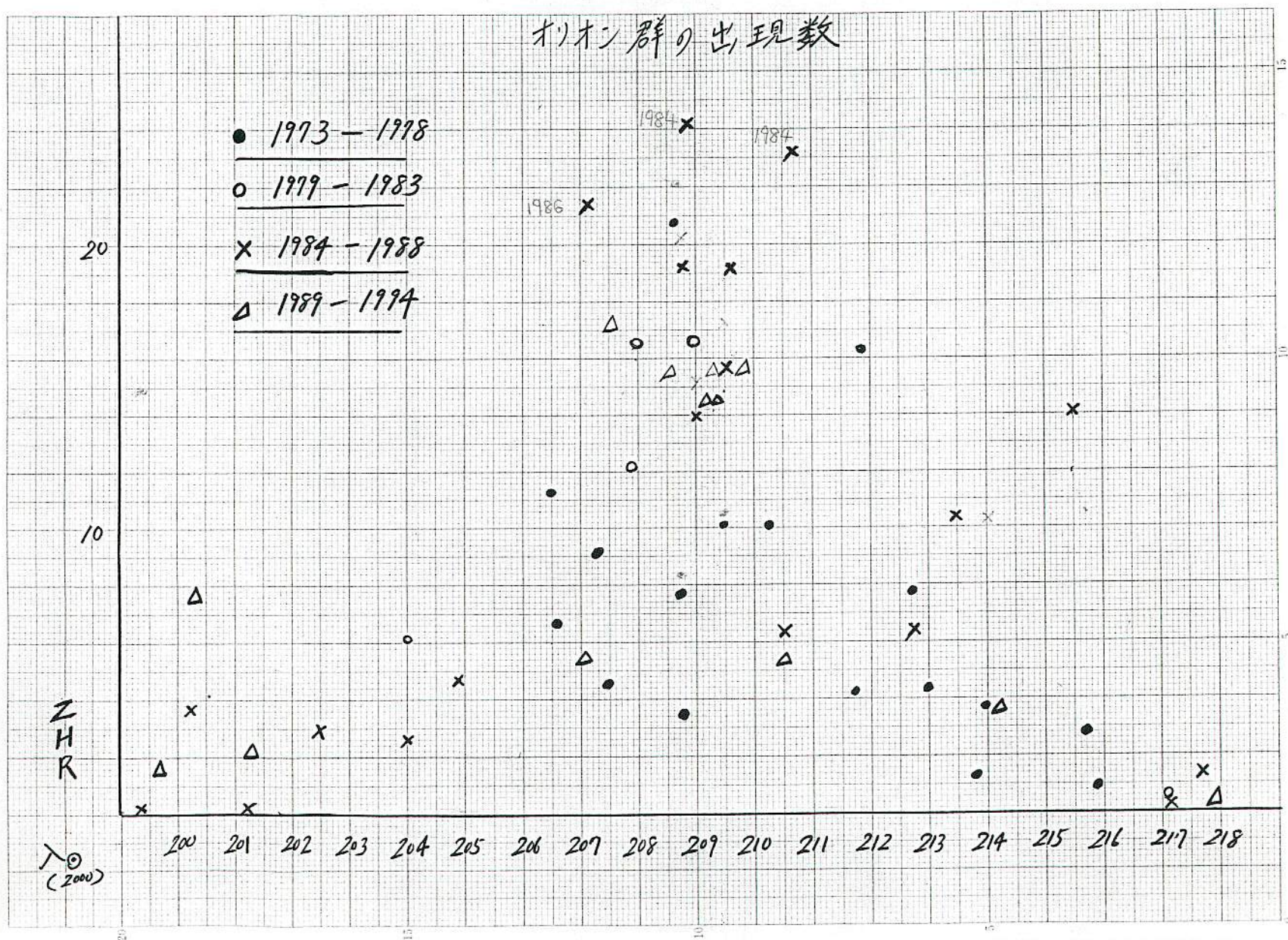
自己の観測データのみにより過去22年間(1973-1994年)のオリオン群の出現数の変遷について調査してみた。解析に使用した観測数は延べ61, 延べ観測時間3775分, この間に観測したオリオン群流星は241個であった。観測場所は1973-78, 83年は群馬県前橋市の自宅で79年は岡山県岡山市, 94年は吾妻郡高山村それ以外は群馬県赤城山である。

### 結果

この解析の目的は1986年のハレー彗星の回帰に伴いはたして出現数が増加したか否か調べることにある。そこで年代を73-78, 79-83, 84-88, 89-94の4つに句切り別々にグラフを作成した。さらに右の図のように一括して示した図も作成した。右のグラフで極大の太陽黄径208-210度付近をみると84-88年代は70年代, 90年代よりやや出現数が増加しているようでありこれが本当ならハレー彗星の回帰に伴いやや出現数が増加したといえるだろう。



# オリオン群の出現数





# 個人データの解析によって得られた 1971-1994年の ふたご座流星群の活動

泉 潔

## 要旨

過去24年間の筆者自身による眼視観測のデータを用いふたご座流星群の出現数の動向を調査した。軌道が地球軌道から次第に離れていくために出現が衰え21世紀には見られなくなるとの研究が従来からあるがこの24年間の出現数の変動はおおむね無いといえる。

## はじめに

現在極大時にHR50程の活発な出現を見せ、しぶんぎ、ペルセウスと共に三大流星群に位置付けられているふたご座流星群であるが摂動の影響で地球軌道から次第に離れていくために21世紀には見えなくなるとの研究が従来からあり、その出現の動向が注目されている。筆者は1971年から毎年、可能な限り、ふたご群の観測を続けている。そこで過去24年間の筆者自身による個人観測のデータをまとめ、活動の全体像とここ24年間の出現数の長期変動を調査してみた。

## 観測方法、観測場所

極大時の観測はさぐり書きなどの眼視計数観測、極大日を離れた出現の少ない時期にはプロット観測を行った。従って記録に要する時間の補正は特にしていないが問題はないであろう。観測場所は1971-77年、83年は群馬県前橋市で1979年は岡山県岡山市で、1994年は群馬県吾妻郡でそれ以外は全て群馬県勢多郡赤城山である。観測値の中で最微等級が4.0に満たないもの、雲量が5をこえるものは解析から除外した。解析に用いた観測数は延べ93、観測時間は延べ5274分、この間に観測したふたご群流星は1167個であった。

## 結果

まず、過去24年間の観測値全てをプロットしたグラフを見てみる。グラフの横軸は2000年分点での太陽黄径、縦軸は $\gamma = 1.6$ で計算したCHRから求めた



ZHRである。全てをプロットしたグラフからはふたご群の活動の全体像がよく描けているように思える。極大は太陽黄径262度付近で、立ち上がりはややゆるやかである。極大後の減少は急激である。つぎに長期変動を見るために5年句切りで作成したグラフを見てみる。極大時の出現数をみてみるとここ24年間、おおむねHR30, CHR50程の出現を安定して見せていて特に変動はないと言える。観測値の中にはいくつかZHR100を越える数値があるがこれは皆、最微星の等級が低かったり、輻射点高度が低かった時の値で過修正である可能性が高く考慮しなかった。

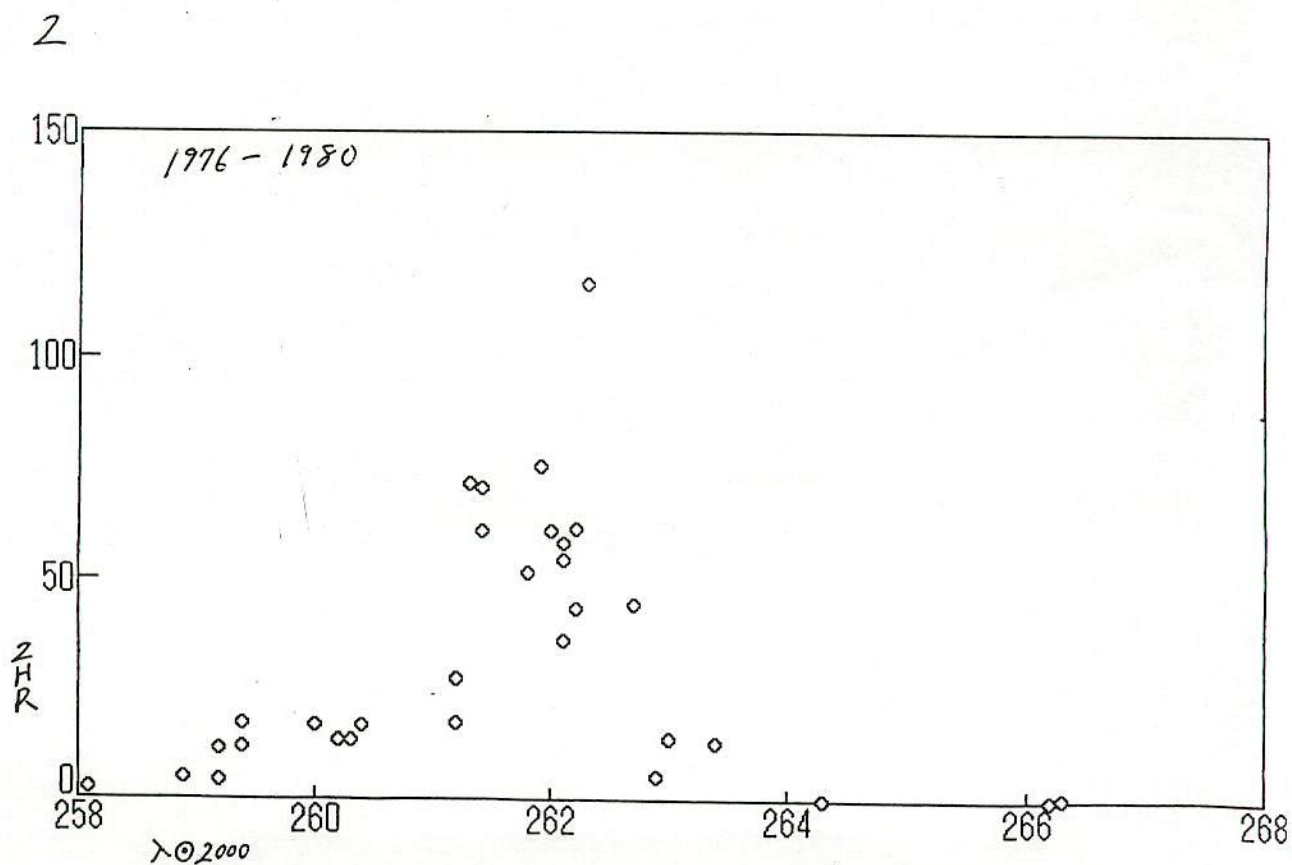
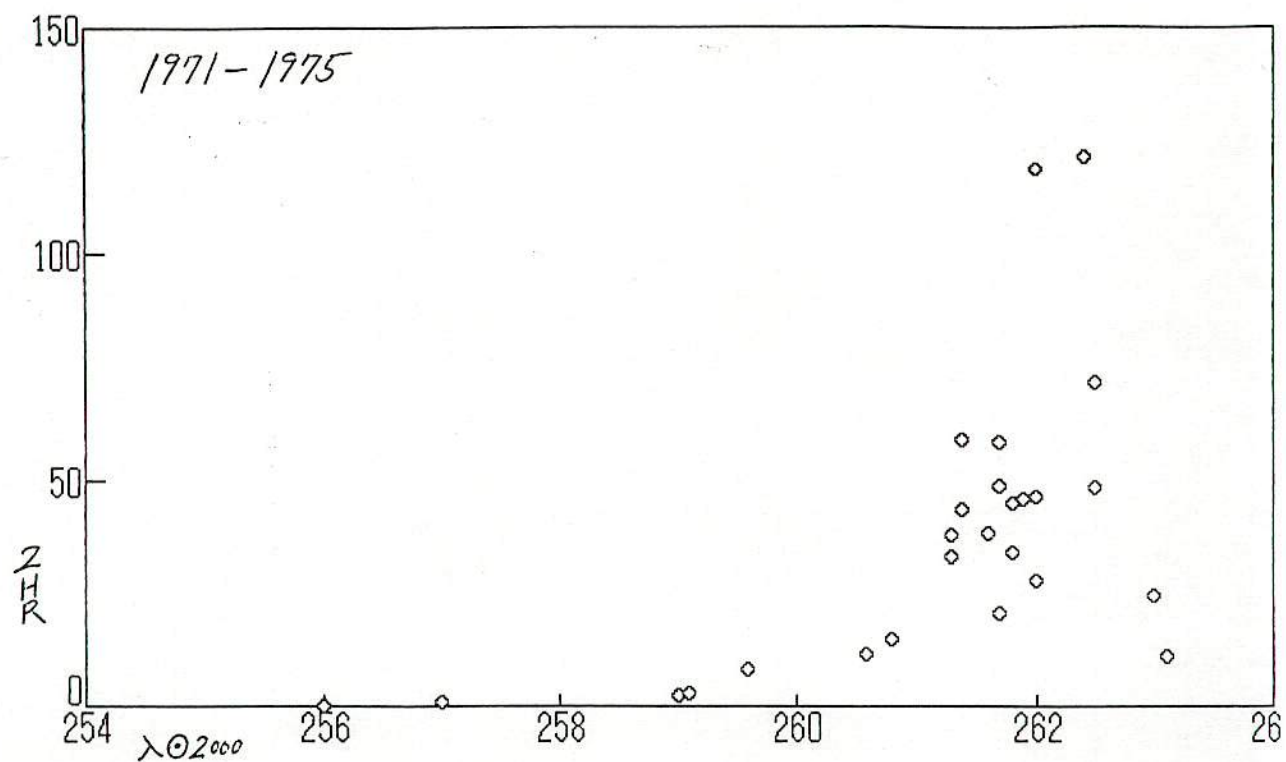
#### 考察

文献(2)によればふたご群の流星物質集団と地球軌道が交差するようになったのは19世紀になってからで事実、ZHR10以上の活動が認められるようになったのは19世紀末ごろからのようである。そして1900-1940年はおおむねZHR30, 1940-50年がZHR60, 1950年あたりから増加してきたようで1950-80年がZHR80, 1980年代前半がZHR100クラスの出現になっている。しかし予報では1970年頃流星物質集団の中心を通った地球は次第にその経路が離れて行くため西暦2000年頃には流星物質集団の濃密部から離れ出現数が減少することが予想できる。そして西暦2020年頃にはZHR20クラスの現在の1/4位の出現にまで落ち込むことが予想できる。また極大の太陽黄径は少しずつ後退していくことも予想される。以上のことから考えると1990年代あたりからふたご群の出現数が減少していくことも考えられるが本研究や岡安氏の研究(文献1)によれば今の所(1994年現在)明らかなる極大時の出現数の減少は見られていないようである。しかし今後、減少することも十分、考えられるので毎年、出現数の動向を見守って行きたい。天体力学理論に基づく計算から流星物質の集団が地球軌道から離れて行くことは信頼していいものと思われる。したがってふたご群がいつまで現在と同じレベルの出現を見せるか、あるいは果していつまで出現そのものが見られるかは流星物質の広がりそのものを表すことになるだろう。

参考文献 1. 岡安 裕之 1994年のふたご座 $\alpha$ 流星群の活動を評価する。

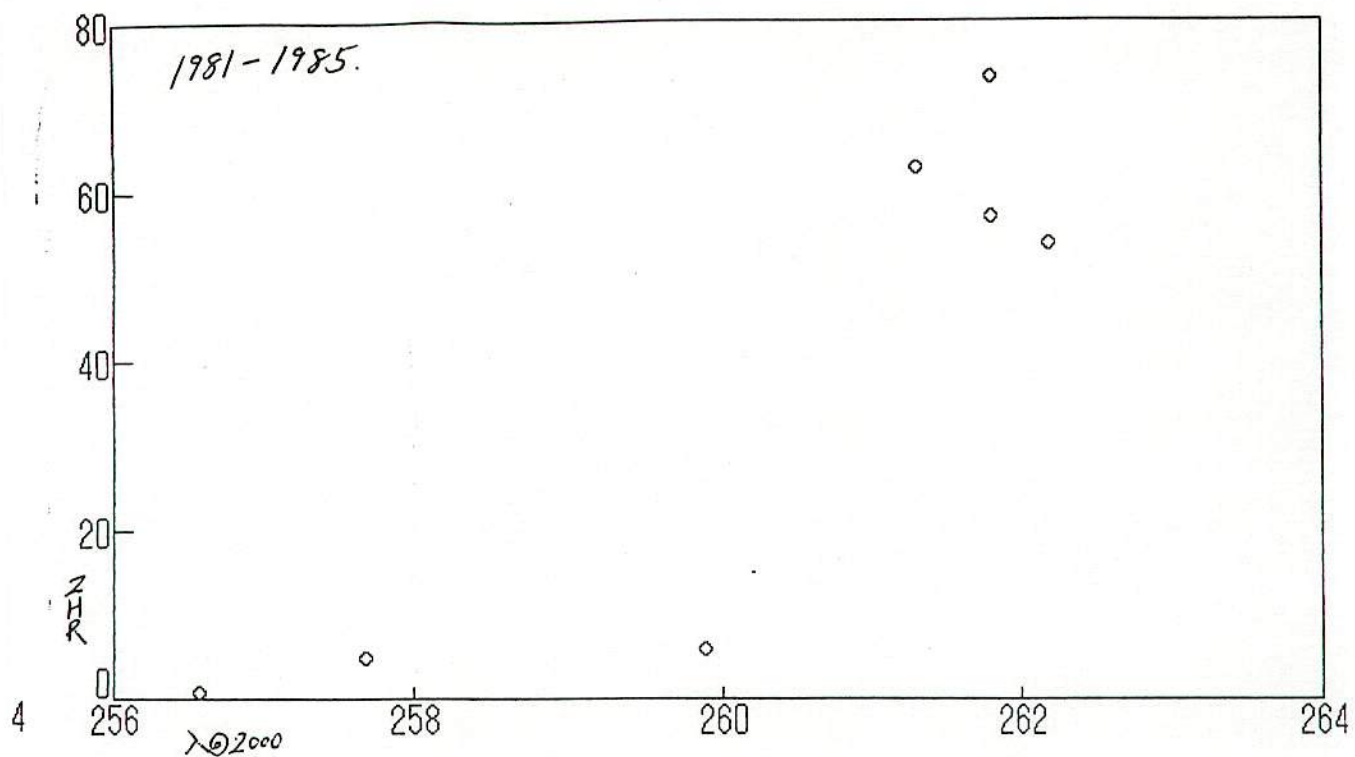
2. Paul Rggemans : Handbook Visual Meteor Observation 126-133



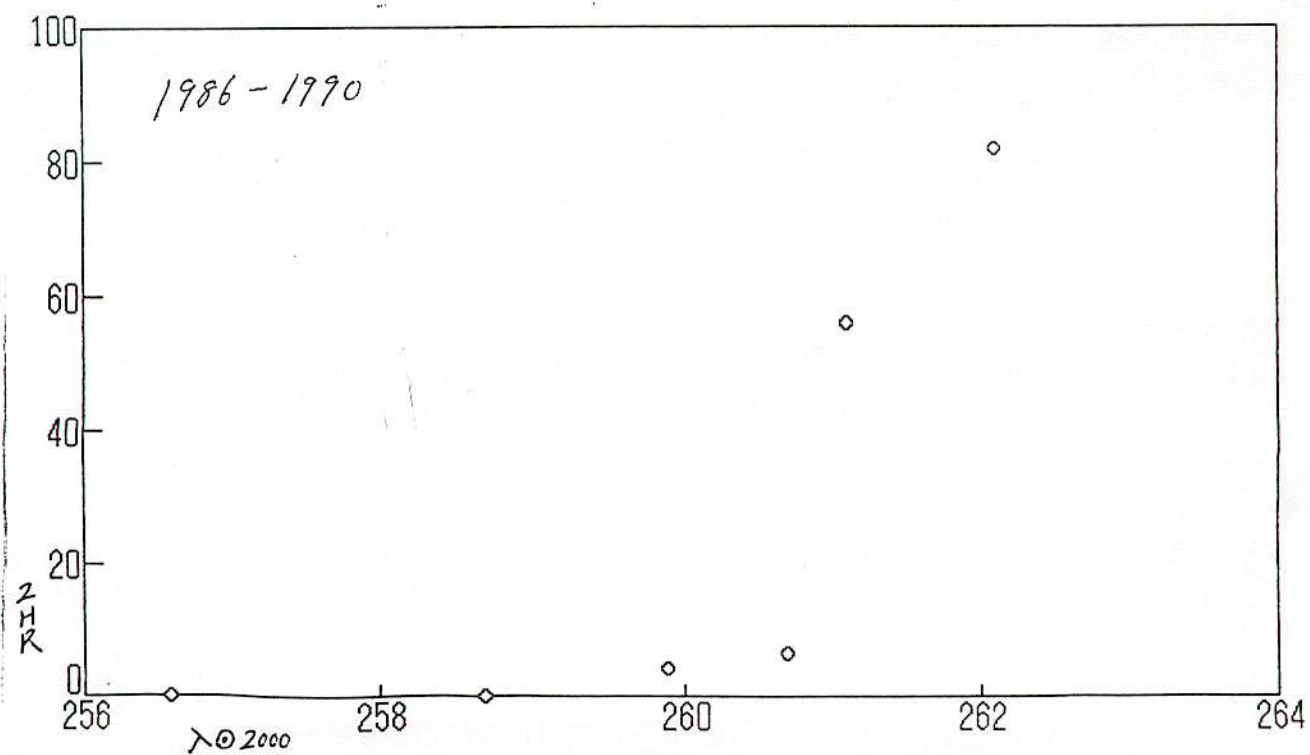




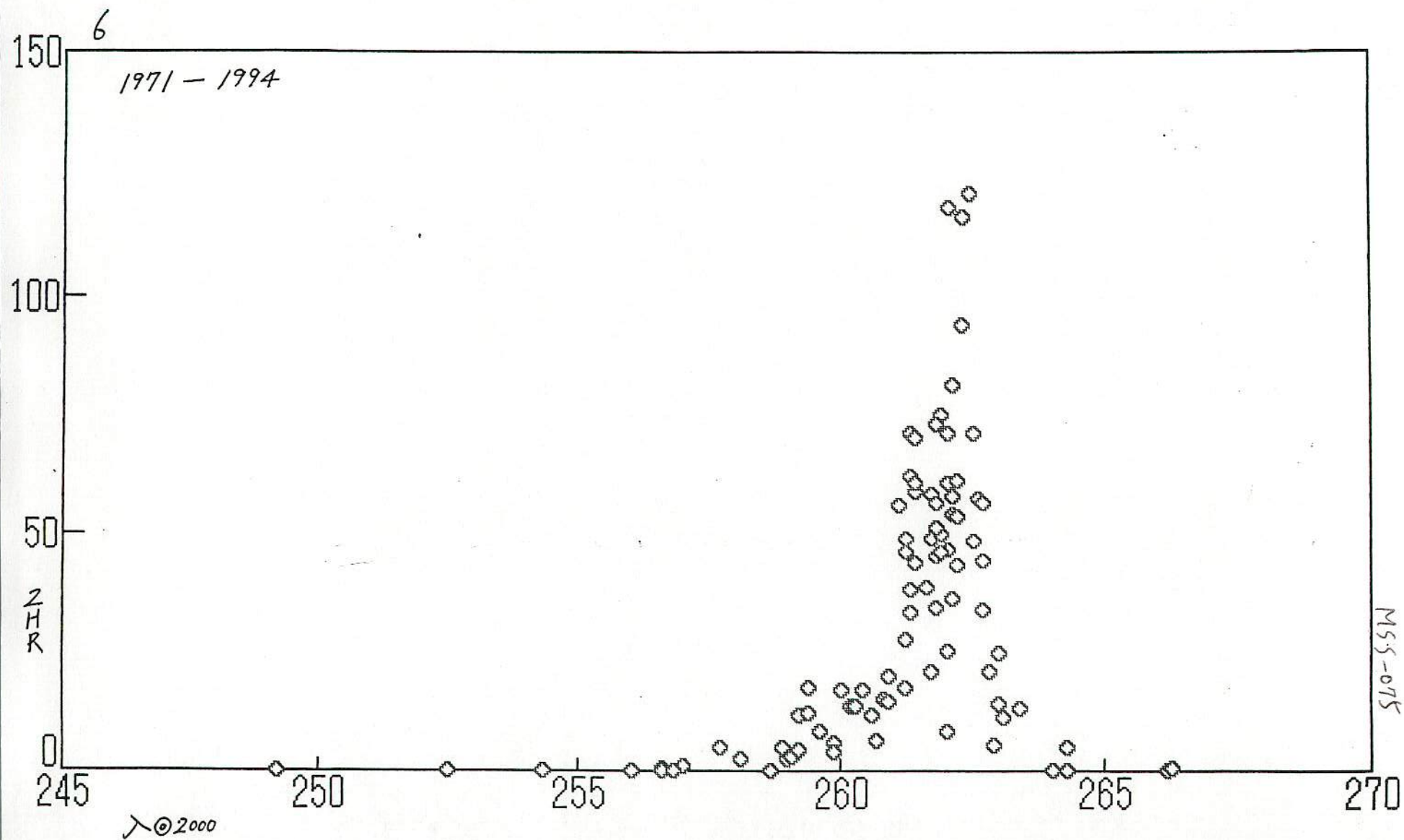
3



4



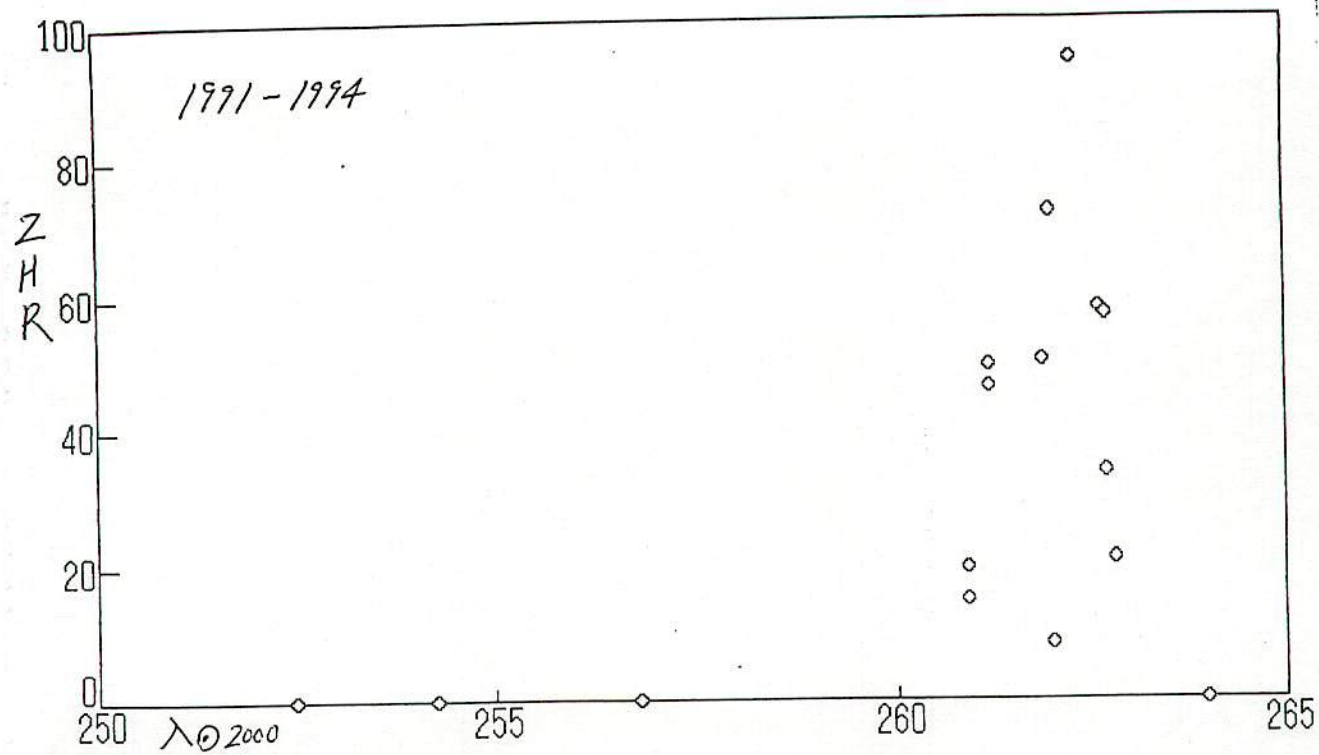






5

MSS-075





過去24年間（1971－1994年）のふたご座流星群の光度分布  
泉 潔

筆者自身による眼視観測のデータを使い過去24年間のふたご群の極大日付近の光度分布について調査した。1970年代から80年代中ごろまで平均光度2.0 Mag程ではほぼ一定であったが80年代後半から90年代にかけてマイナス等級の明るい流星の割合が増加し平均光度が1.0 Mag程に明るくなっている。同時に散在流星の光度分布も調査したところ24年間、2.5 Mag程ではほぼ一定であった。このことから観測経験の差によるものとは考えにくく、流星群チューブ内の流星物質の質量分布が異なり、惑星摂動で地球の通過する位置が変化して行った結果であるものと思われる。ただし太陽黄径など1度位の幅を持たせてあるので短時間の変動については考慮されていない。

表2. 散在流星の平均光度

Year	Date	solar	tota	Av 1.0	Av0.5
1976	13/14	262.07	65	2.0	1.9
1979	13/14	261.37	9	2.7	2.5
1985	13/14	261.79	21	3.0	3.0
1988	13/14	262.20	12	2.4	2.4
1990	13/14	261.60	9	0.6	0.4
1991	13/14	261.22	10	2.3	2.3
1994	14/15	262.66	14	2.8	2.8

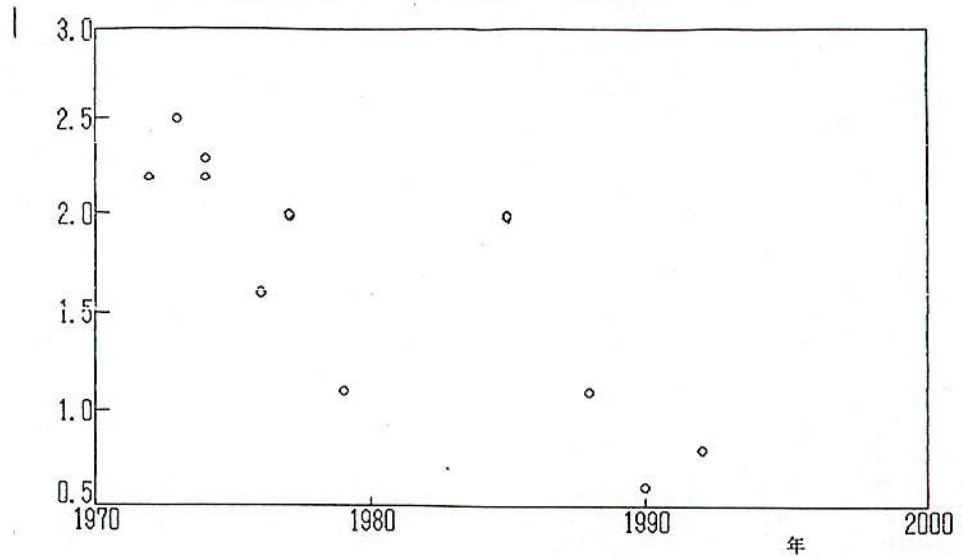


表 1. 双子座流星群の光度分布      solar: 太陽黄径(2000)      Av 1 mag: 1等級刻みの平均光度      Av 0.5 mag: 0.5等級刻みの平均光度

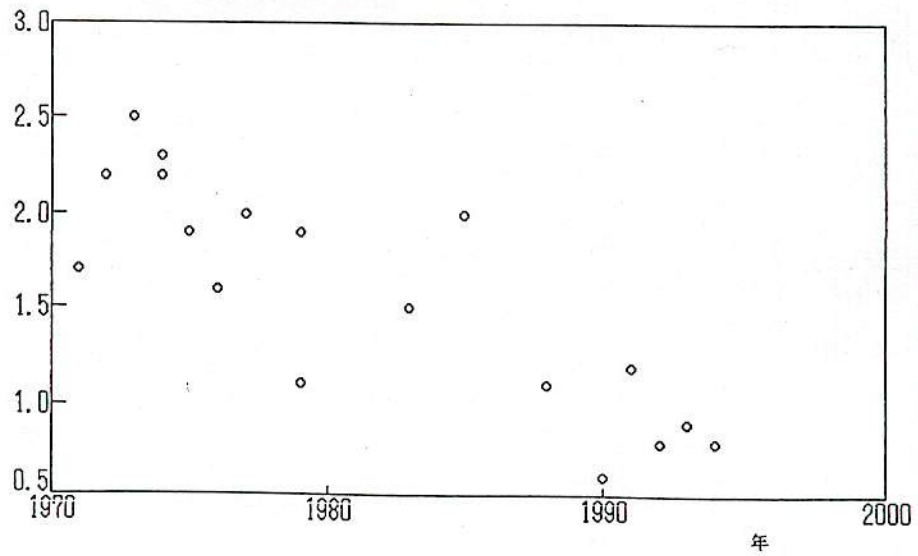
Year	Date	solar	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6mag	total	Av 1mag	Av 0.5mag	Lm
1971	13/14	261.34				8	6	6	40	31	5			96	1.7	1.8	5.0
1972	13/14	261.91			2	2	5	7	7	15	8	3		49	2.2	2.2	5.0
1973	13/14	261.83			1	1		8	2	30	5			47	2.5	2.5	4.0
1974	13/14	261.64			3	6	3	4	5	25	12	1		59	2.2	2.2	5.5
1974	14/15	262.46			2		5	8	11	17	7	1	2	53	2.3	2.3	5.5
1975	13/14	261.26			2	6	5	10	17	10	14			64	1.9	1.9	5.5
1976	13/14	262.07		1	4	18	16	24	24	20	20	1		121	1.6	1.4	5.0
1977	13/14	261.84		1	1	4	6	5	8	22	7			54	2.0	1.8	5.0
1979	13/14	261.37			2	10	5	11	24	29	11	2		94	1.9	1.8	5.0
1979	14/15	262.26		1	2	3	12	8	6	12	1			45	1.1	1.0	4.0
1983	13/14	261.3	1			3	1	3	6	3	3			20	1.5	1.3	4.0
1985	13/14	261.79			11	3	8	8	12	28	19	4		93	2.0	1.9	6.5
1988	12/13	261.12			1	3	3	4	7	2	1			21	1.1	1.1	6.0
1988	13/14	262.20	3	3	7	7	8	13	15	17	8	1		82	1.1	1.1	6.5
1990	13/14	261.60			6	16	13	16	10	10	1	1		73	0.6	0.6	6.5
1991	13/14	261.22	1		4	8	11	8	13	12	6			63	1.2	1.2	6.0
1992	13/14	261.97	2		2	5	6	5	7	9				36	0.8	0.8	4.0
1993	14/15	262.73		1	2	2	4	9	4	5				27	0.9	0.9	6.0
1994	14/15	262.66	1	3	4	7	5	6	6	6	5	2		45	0.8	0.8	6.0



平均光度 (1.0) 図2. 太陽黄径261.6-262.5の範囲での双子群流星の平均光度



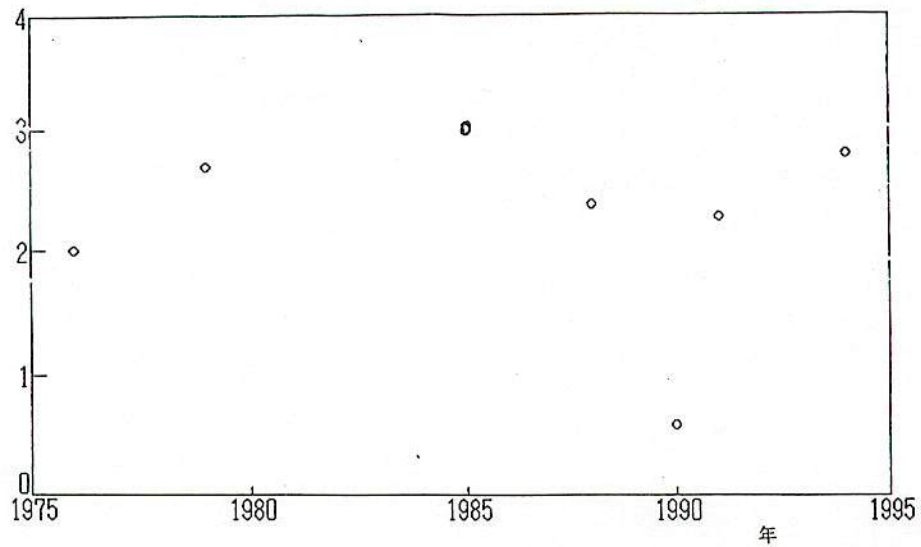
平均光度 (1.0) 図1. 双子群流星の平均光度 (1.0)





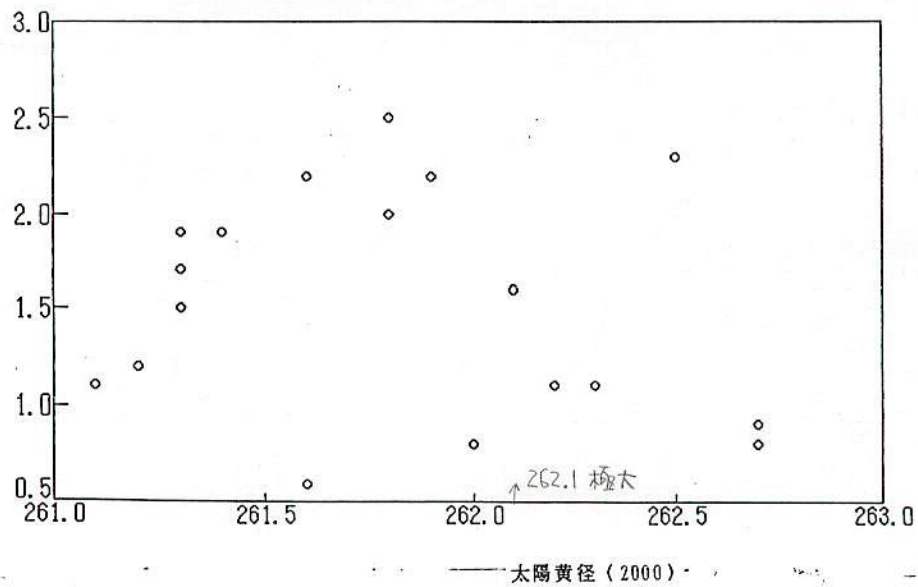
平均光度 (1.0)

図4. 散在流星の平均光度



平均光度 (1.0)

図3. 太陽黄径と双子群流星の平均光度 (1.0)

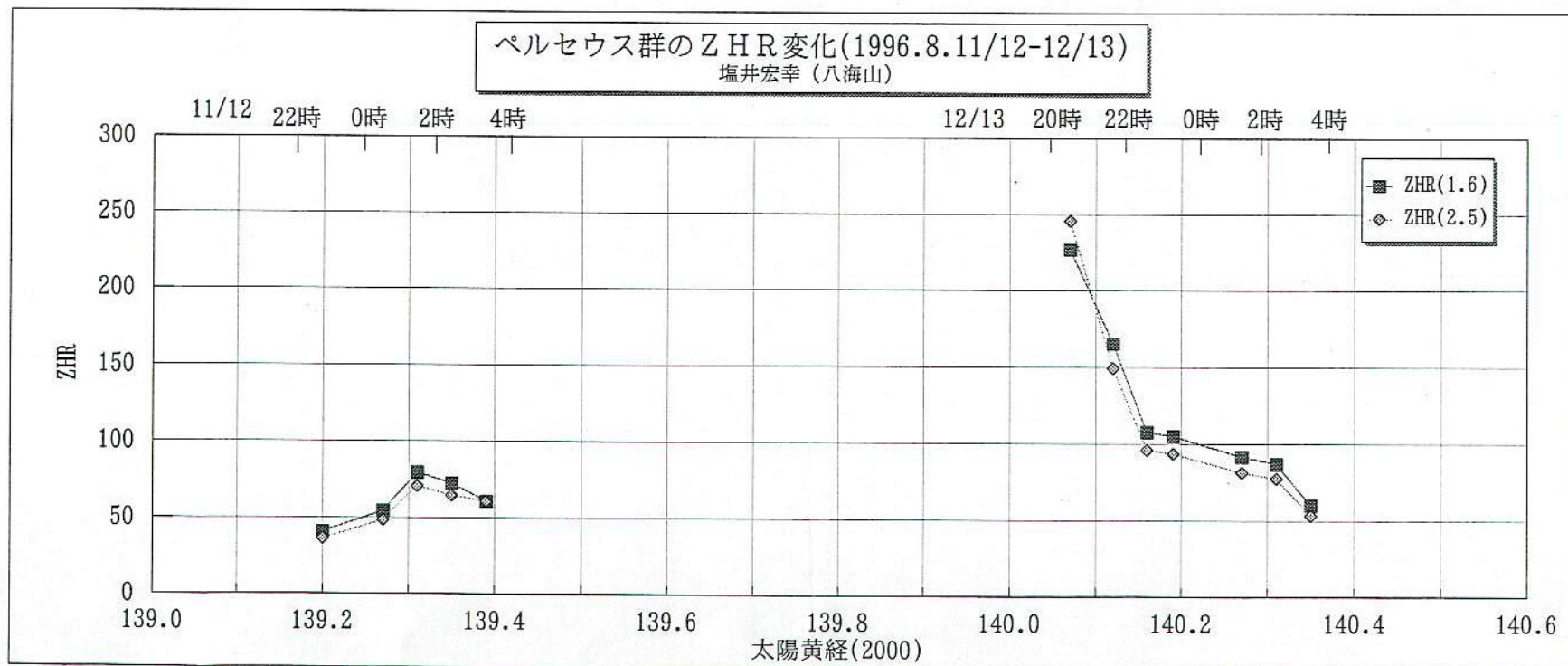




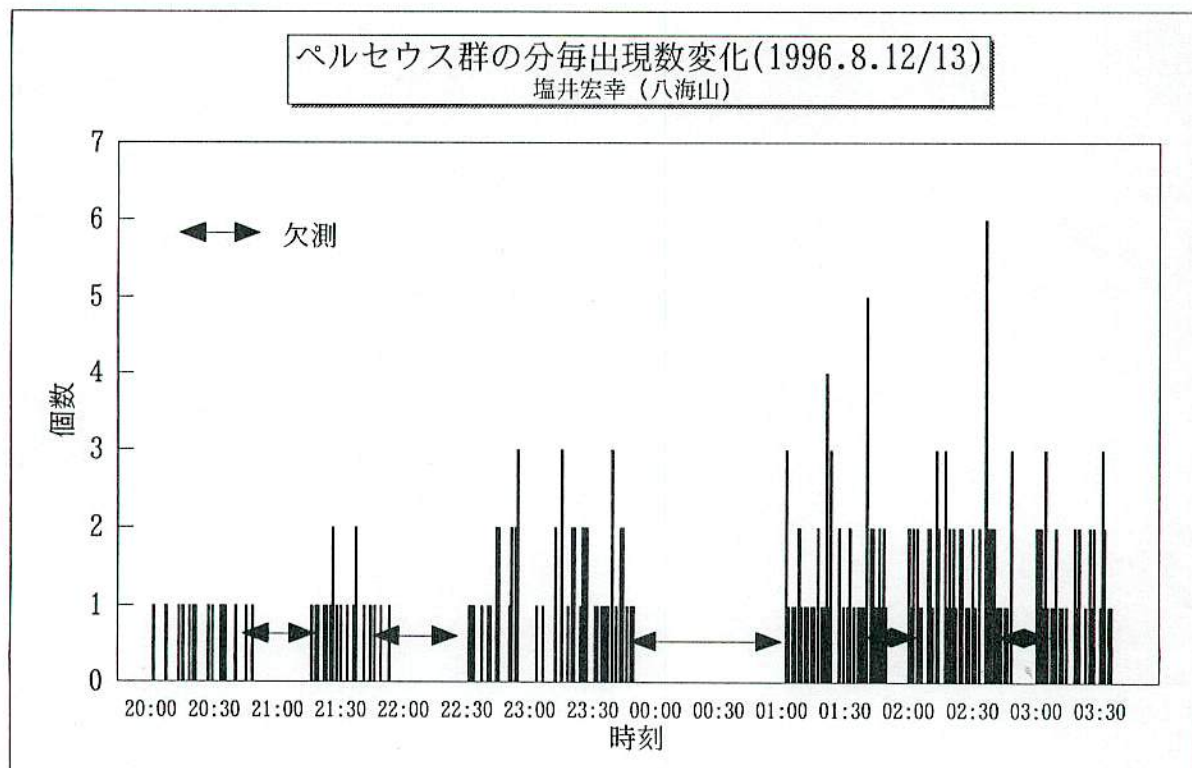
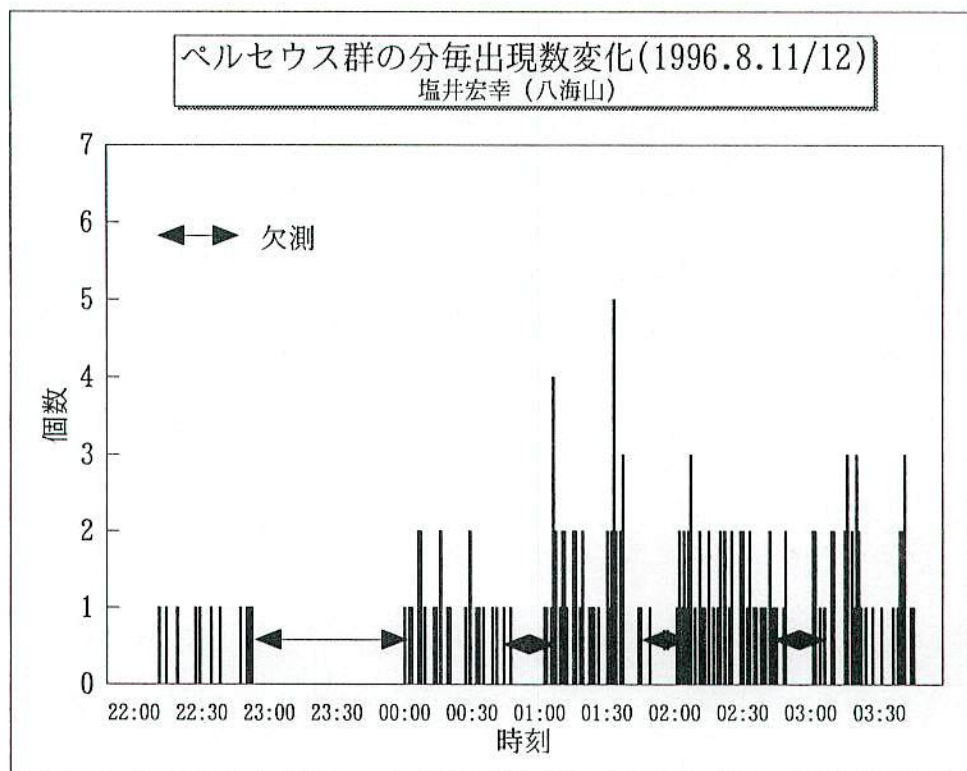
# ペルセウス群の出現数変化 (1996.8.11/12-12/13)

観測者：塩井宏幸 観測方法：眼視計数 観測地：八海山(138°59'.6,+37°05'.9)

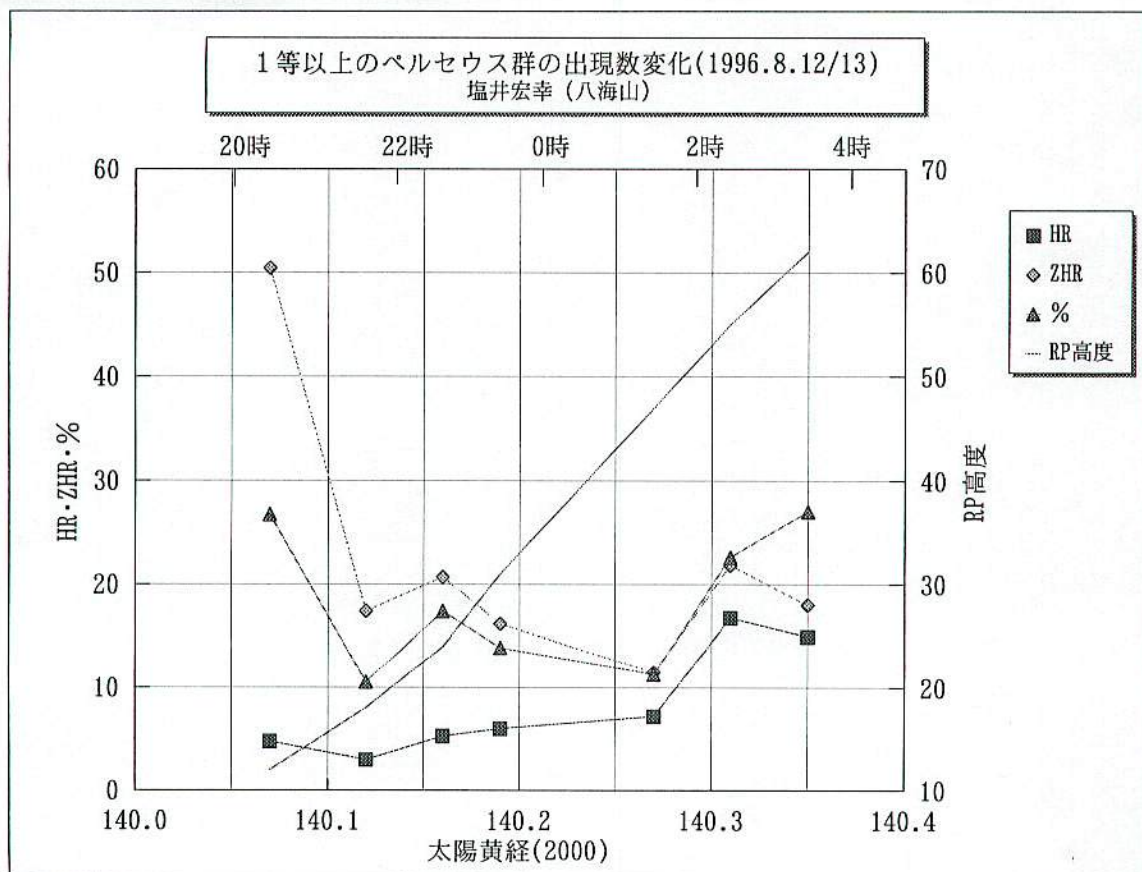
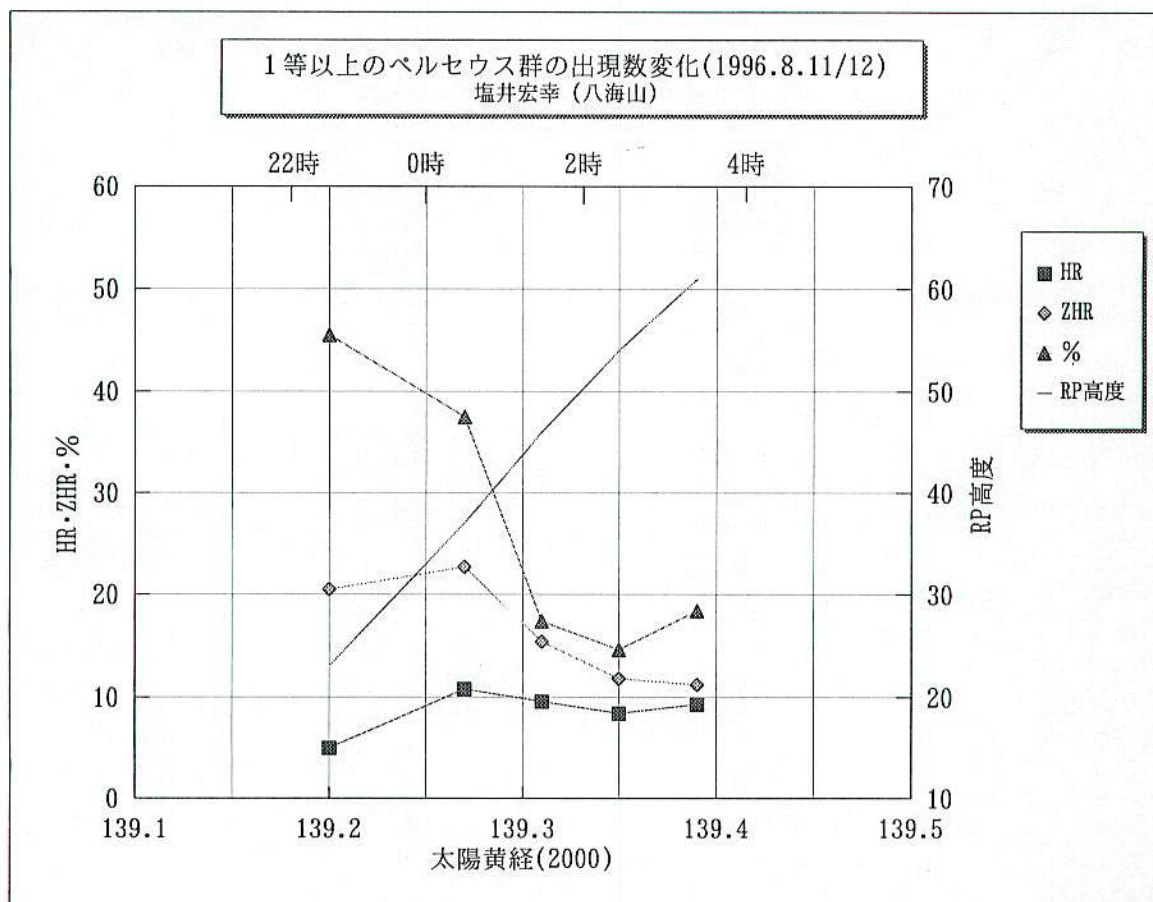
日付	開始時刻 (JST)	終了時刻 (JST)	時間 (分)	全流星 (個)	群 (個)	その他 (個)	最流星 (等)	雲量	方向	群HR	F a (1.6)	F a (2.5)	雲係数 ( $\chi$ )	群CHR (1.6)	群CHR (2.5)	RP高度 (°)	F b (1.5)	群ZHR (1.6)	群ZHR (2.5)	太陽黄経 (2000)
11/12	22:00	23:00	60	28	11	17	6.7	0	Z	11.0	0.9	0.8	1.0	9.9	8.8	23	4.1	40.6	36.1	139.20
11/12	00:00	00:50	50	39	24	15	6.8	0	Z	28.8	0.9	0.8	1.0	25.9	23.0	37	2.1	54.4	48.3	139.27
11/12	01:00	01:50	50	62	46	16	6.8	0	Z	55.2	0.9	0.8	1.0	49.7	44.2	46	1.6	79.5	70.7	139.31
11/12	02:00	02:50	50	62	48	14	6.8	0	Z	57.6	0.9	0.8	1.0	51.8	46.1	54	1.4	72.5	64.5	139.35
11/12	03:00	03:45	45	49	38	11	6.5	0	Z	50.7	1.0	1.0	1.0	50.7	50.7	61	1.2	60.8	60.8	139.39
12/13	20:00	20:50	50	20	15	5	6.2	0	Z	18.0	1.2	1.3	1.0	21.6	23.4	12	10.5	226.8	245.7	140.07
12/13	21:15	21:55	40	26	19	7	6.6	0	Z	28.5	1.0	0.9	1.0	28.5	25.7	18	5.8	165.3	149.1	140.12
12/13	22:10	22:55	45	28	23	5	6.8	0	Z	30.7	0.9	0.8	1.0	27.6	24.6	24	3.9	107.6	95.9	140.16
12/13	23:00	23:50	50	52	36	16	6.8	0	Z	43.2	0.9	0.8	1.0	38.9	34.6	31	2.7	105.0	93.4	140.19
12/13	01:00	01:50	50	72	53	19	6.8	0	Z	63.6	0.9	0.8	1.0	57.2	50.9	47	1.6	91.5	81.4	140.27
12/13	02:00	02:50	50	78	62	16	6.8	0	Z	74.4	0.9	0.8	1.0	67.0	59.5	55	1.3	87.1	77.4	140.31
12/13	03:00	03:40	40	50	37	13	6.8	0	Z	55.5	0.9	0.8	1.0	50.0	44.4	62	1.2	60.0	53.3	140.35



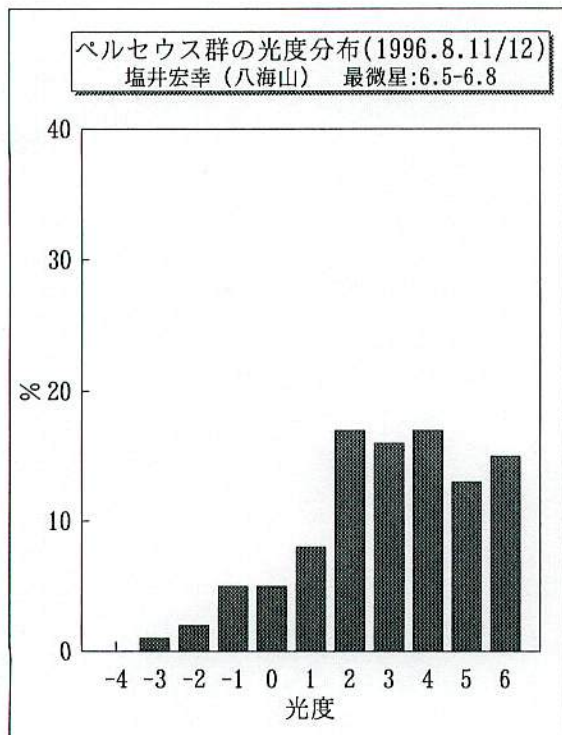




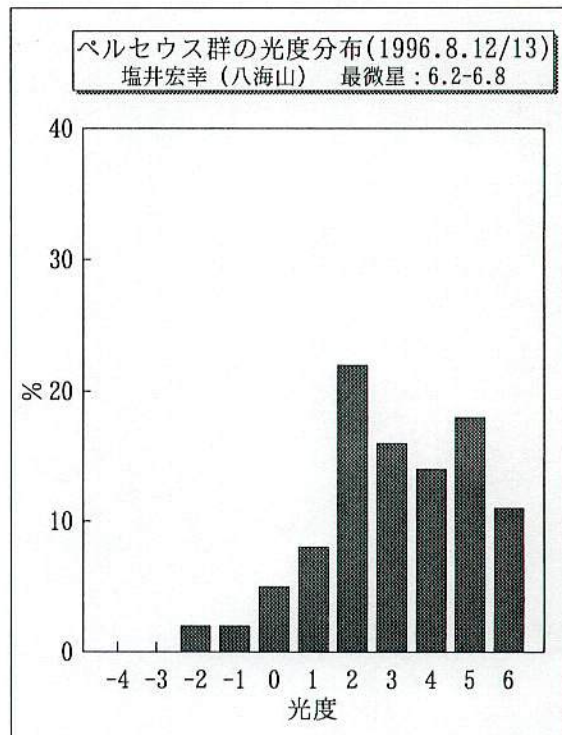




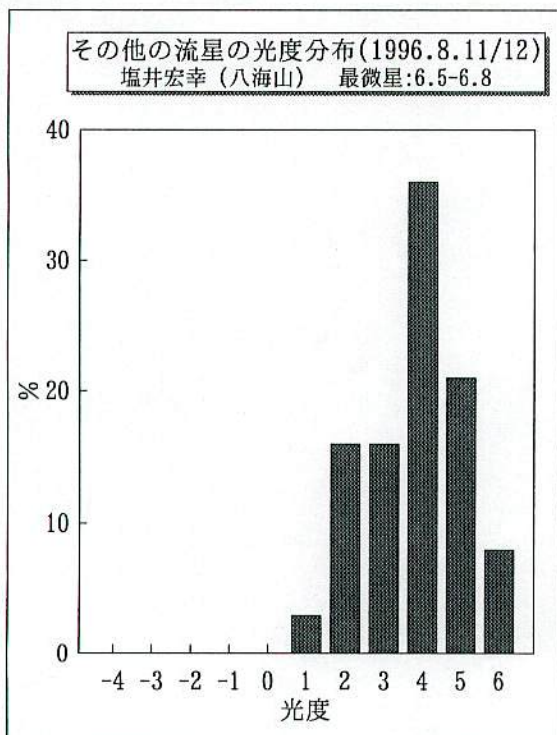




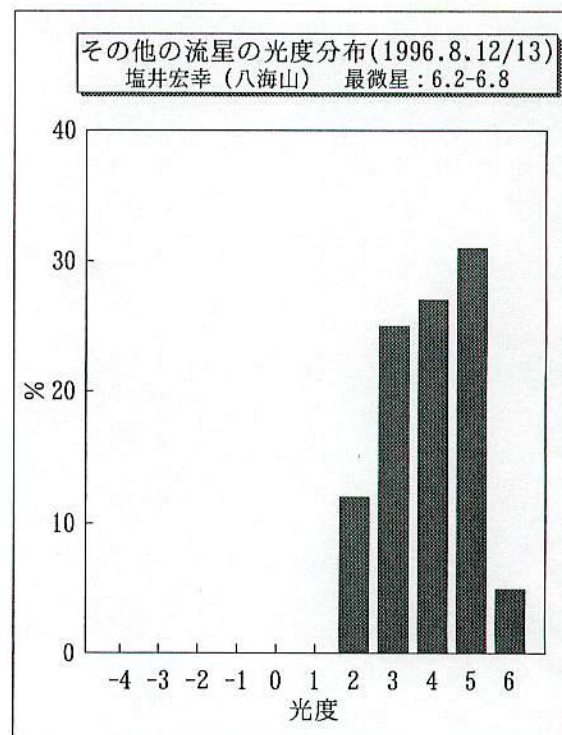
平均光度=3.0等 (167個)  
有痕率=32% (53/167個)



平均光度=3.0等 (245個)  
有痕率=36% (88/245個)



平均光度=3.8等 (73個)  
有痕率=4% (3/73個)

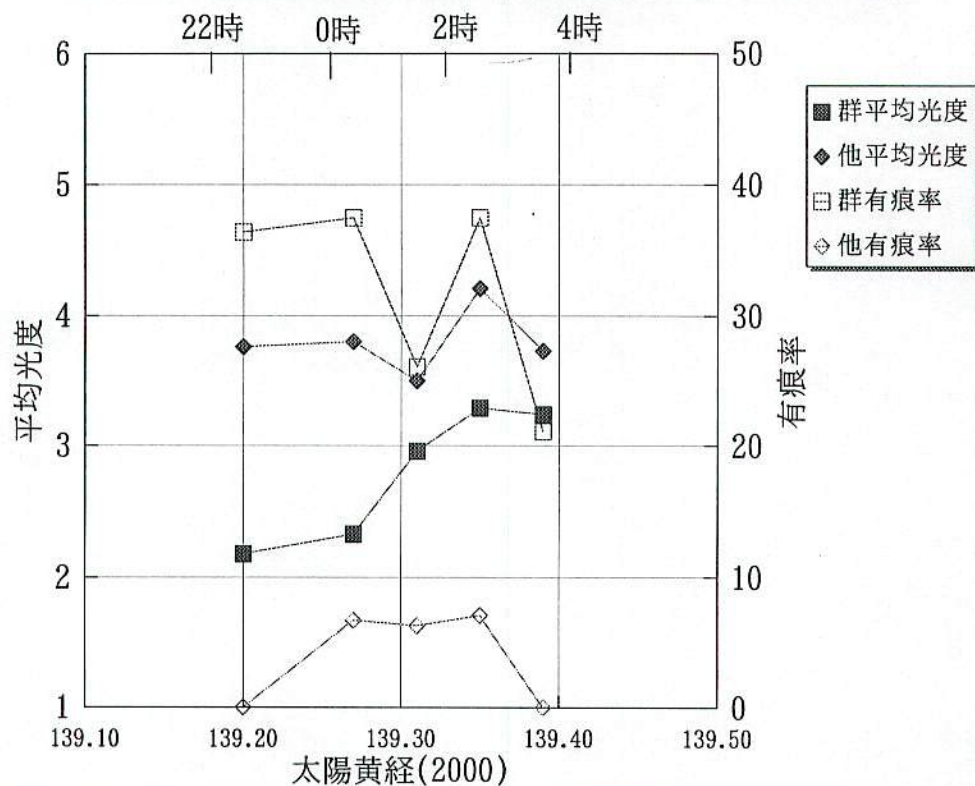


平均光度=3.9等 (81個)  
有痕率=3% (2/81個)



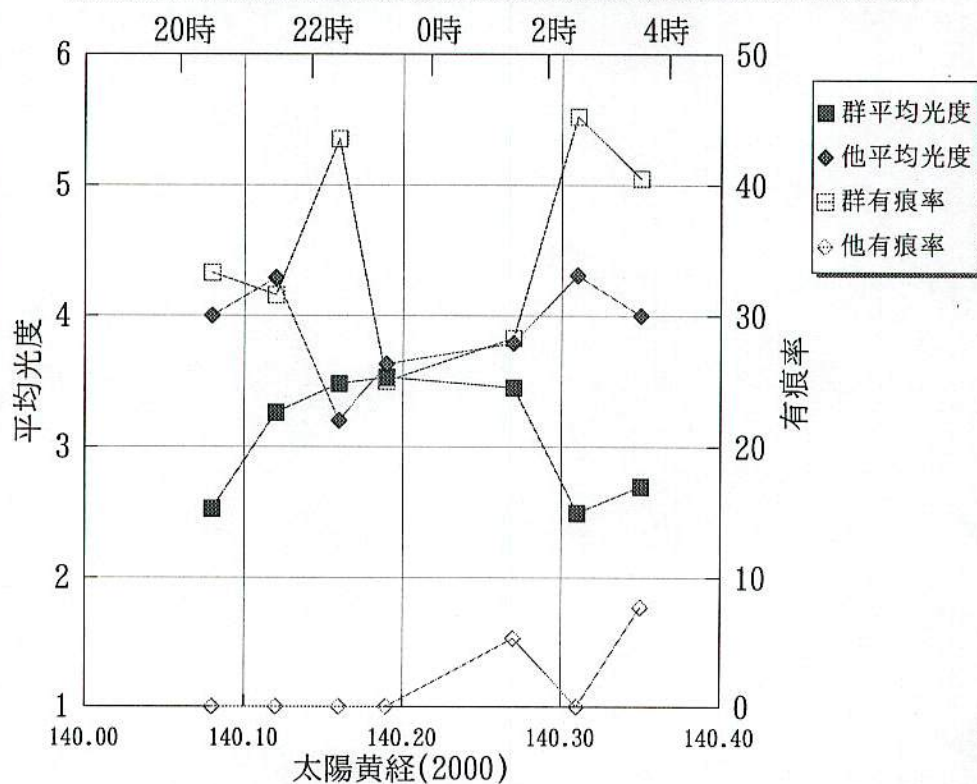
ペルセウス群の平均光度及び有痕率の変化(1996.8.11/12)

塩井宏幸 (八海山) 最微星: 6.5-6.8

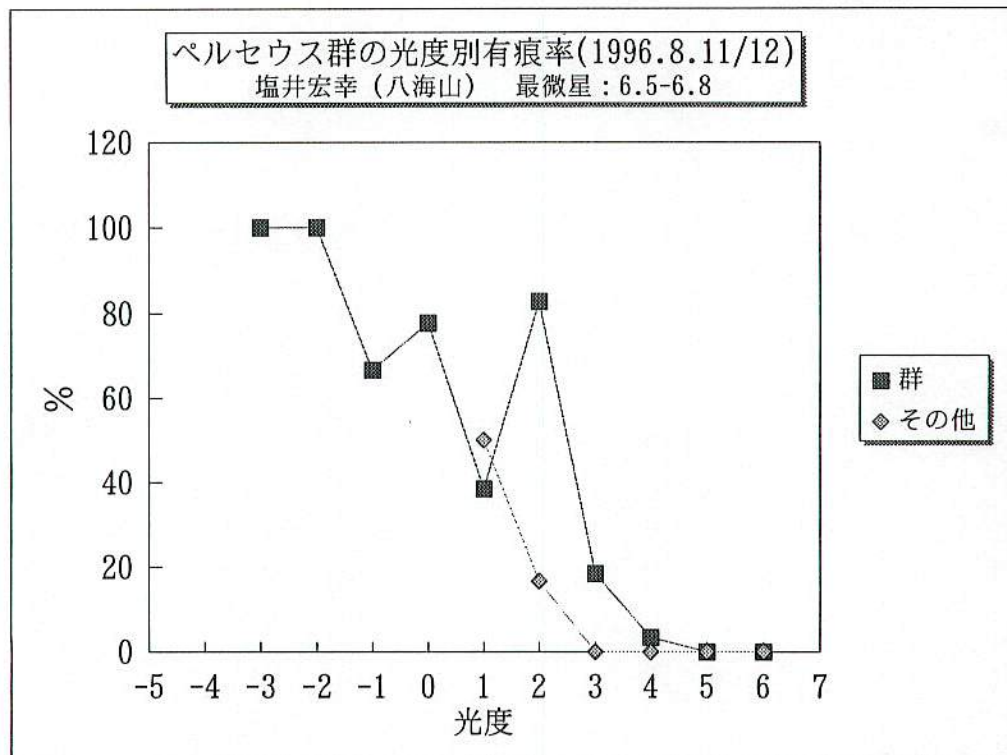


ペルセウス群の平均光度及び有痕率の変化(1996.8.12/13)

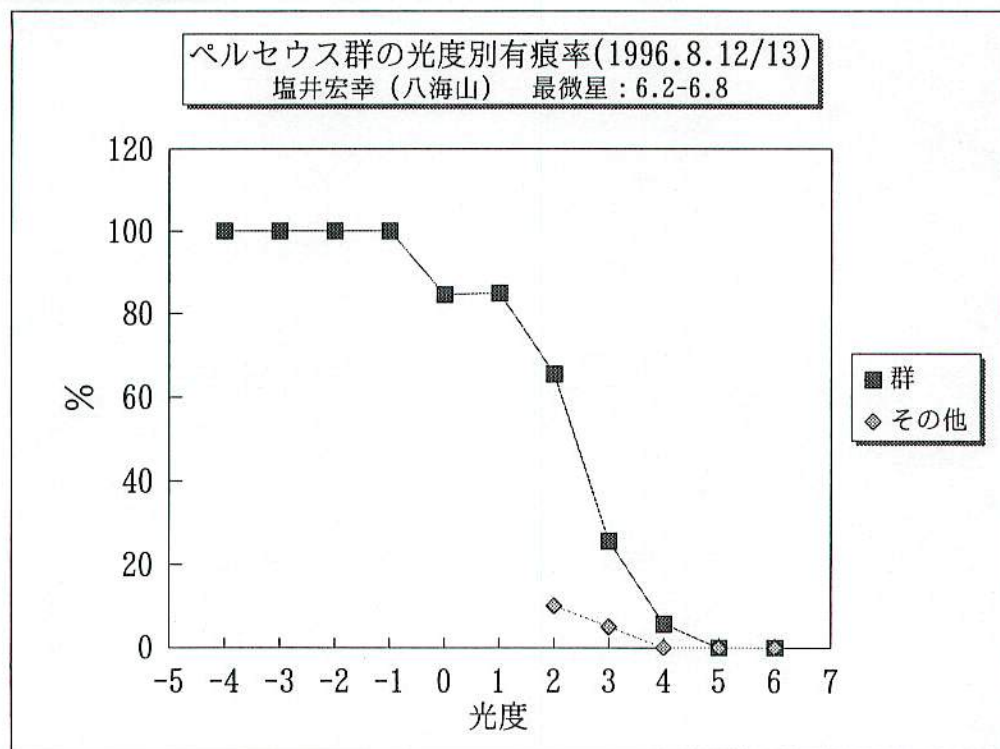
塩井宏幸 (八海山) 最微星: 6.2-6.8







有痕率減少式  $N = -13.7M + 69.0$  (-2~+5)



有痕率減少式  $N = -18.5M + 89.3$  (-1~+5)



## ペルセウス群の光度関数 (1996.8.11/12)

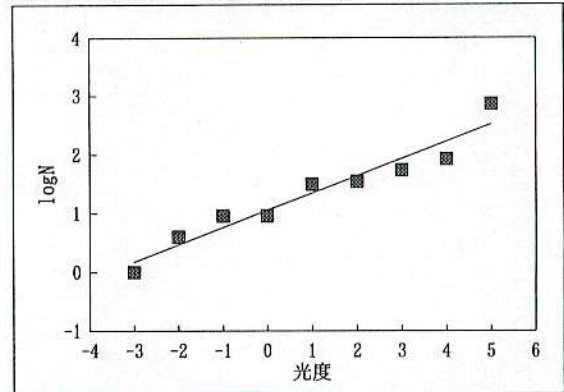
観測者：塩井宏幸 観測地：八海山 最微星：6.5-6.8

光度	個数	面積比	補正值N	比	logN	差
-4	0	1.000	0.0			
-3	1	1.000	1.0	4.00	0.0000	0.6021
-2	4	1.000	4.0	2.25	0.6021	0.3521
-1	9	1.000	9.0	1.00	0.9542	0.0000
0	9	1.000	9.0	3.44	0.9542	0.5372
1	29	0.934	31.0	1.12	1.4914	0.0477
2	27	0.780	34.6	1.56	1.5391	0.1925
3	29	0.538	53.9	1.56	1.7316	0.1927
4	21	0.250	84.0	8.75	1.9243	0.9422
5	25	0.034	735.3		2.8665	
平均				2.96		0.3583

$$\log N = 0.2929x + 1.048$$

$$10^{0.3583} = 2.28$$

$$N(M+1)/N(M) = 1.96$$



## ペルセウス群の光度関数 (1996.8.12/13)

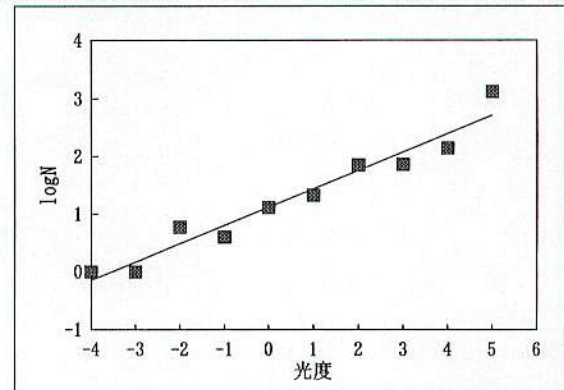
観測者：塩井宏幸 観測地：八海山 最微星：6.2-6.8

光度	個数	面積比	補正值N	比	logN	差
-4	1	1.000	1.0	1.00	0.0000	0.0000
-3	1	1.000	1.0	6.00	0.0000	0.7782
-2	6	1.000	6.0	0.67	0.7782	-0.1761
-1	4	1.000	4.0	3.25	0.6021	0.5118
0	13	1.000	13.0	1.65	1.1139	0.2165
1	20	0.934	21.4	3.29	1.3304	0.5178
2	55	0.780	70.5	1.03	1.8482	0.0121
3	39	0.538	72.5	1.93	1.8603	0.2858
4	35	0.250	140.0	9.45	2.1461	0.9756
5	45	0.034	1323.5		3.1217	
平均				3.14		0.3469

$$\log N = 0.3180x + 1.121$$

$$10^{0.3469} = 2.22$$

$$N(M+1)/N(M) = 2.08$$



## その他の流星の光度関数 (1996.8.11/12)

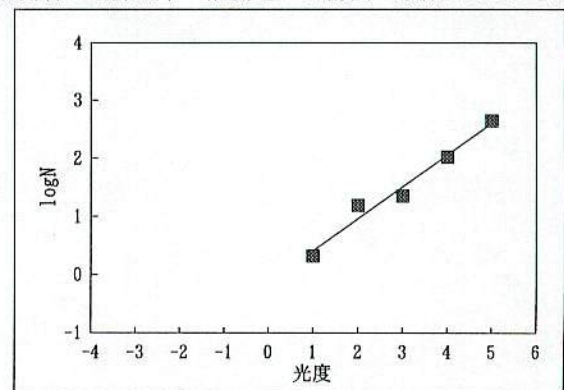
観測者：塩井宏幸 観測地：八海山 最微星：6.5-6.8

光度	個数	面積比	補正值N	比	logN	差
-4	0	1.000	0.0			
-3	0	1.000	0.0			
-2	0	1.000	0.0			
-1	0	1.000	0.0			
0	0	1.000	0.0			
1	2	0.934	2.1	7.33	0.3222	0.8653
2	12	0.780	15.4	1.45	1.1875	0.1608
3	12	0.538	22.3	4.66	1.3483	0.6687
4	26	0.250	104.0	4.24	2.0170	0.6276
5	15	0.034	441.2		2.6446	
平均				4.42		0.5806

$$\log N = 0.5474x - 0.138$$

$$10^{0.5806} = 3.81$$

$$N(M+1)/N(M) = 3.53$$



## その他の流星の光度関数 (1996.8.12/13)

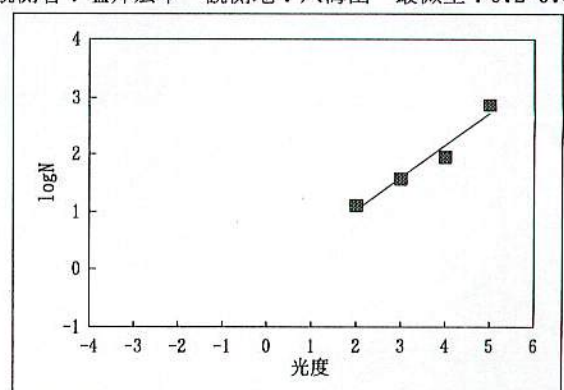
観測者：塩井宏幸 観測地：八海山 最微星：6.2-6.8

光度	個数	面積比	補正值N	比	logN	差
-4	0	1.000	0.0			
-3	0	1.000	0.0			
-2	0	1.000	0.0			
-1	0	1.000	0.0			
0	0	1.000	0.0			
1	0	0.934	0.0			
2	10	0.780	12.8	2.91	1.1072	0.4633
3	20	0.538	37.2	2.37	1.5705	0.3740
4	22	0.250	88.0	8.36	1.9445	0.9220
5	25	0.034	735.3		2.8665	
平均				4.55		0.5864

$$\log N = 0.5652x - 0.106$$

$$10^{0.5864} = 3.86$$

$$N(M+1)/N(M) = 3.67$$





## 群の光度関数 (1996.8.11/12 RP30°未満)

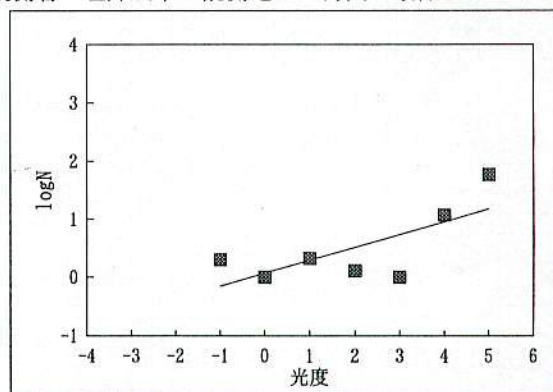
観測者：塩井宏幸 観測地：八海山 最微星：6.5-6.8

光度	個数	面積比	補正值N	比	logN	差
-4	0	1.000	0.0			
-3	0	1.000	0.0			
-2	0	1.000	0.0			
-1	2	1.000	2.0	0.50	0.3010	-0.3010
0	1	1.000	1.0	2.10	0.0000	0.3222
1	2	0.934	2.1	0.62	0.3222	-0.2083
2	1	0.780	1.3	0.00	0.1139	-0.1139
3	0	0.538	0.0			
4	3	0.250	12.0	4.90	1.0792	0.6902
5	2	0.034	58.8		1.7694	
平均				1.02		0.0778

$$\log N = 0.2229x + 0.066$$

$$10^{0.0778} = 1.20$$

$$N(M+1)/N(M) = 1.67$$



## 群の光度関数 (1996.8.11/12 RP30°以上)

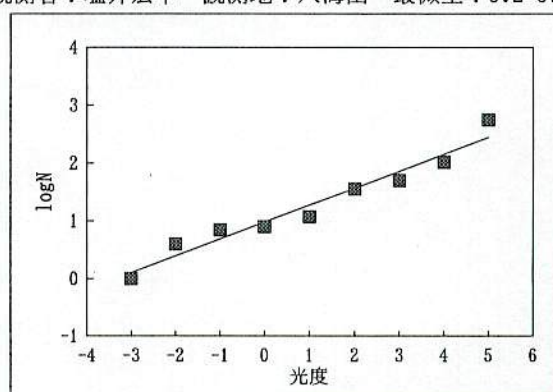
観測者：塩井宏幸 観測地：八海山 最微星：6.2-6.8

光度	個数	面積比	補正值N	比	logN	差
-4	0	1.000	0.0			
-3	1	1.000	1.0	4.00	0.0000	0.6021
-2	4	1.000	4.0	1.75	0.6021	0.2430
-1	7	1.000	7.0	1.14	0.8451	0.0580
0	8	1.000	8.0	1.48	0.9031	0.1688
1	11	0.934	11.8	3.04	1.0719	0.4832
2	28	0.780	35.9	1.40	1.5551	0.1456
3	27	0.538	50.2	2.07	1.7007	0.3163
4	26	0.250	104.0	5.37	2.0170	0.7303
5	19	0.034	558.8		2.7473	
平均				2.53		0.3434

$$\log N = 0.2933x + 0.978$$

$$10^{0.3434} = 2.21$$

$$N(M+1)/N(M) = 1.96$$



## 群の光度関数 (1996.8.12/13 RP30°未満)

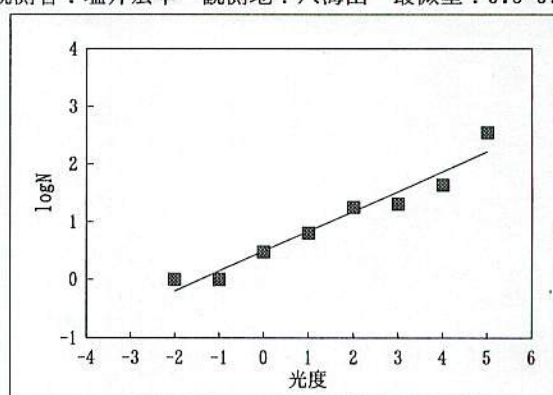
観測者：塩井宏幸 観測地：八海山 最微星：6.5-6.8

光度	個数	面積比	補正值N	比	logN	差
-4	0	1.000	0.0			
-3	0	1.000	0.0			
-2	1	1.000	1.0	1.00	0.0000	0.0000
-1	1	1.000	1.0	3.00	0.0000	0.4771
0	3	1.000	3.0	2.13	0.4771	0.3291
1	6	0.934	6.4	2.80	0.8062	0.4467
2	14	0.780	17.9	1.14	1.2529	0.0567
3	11	0.538	20.4	2.16	1.3096	0.3339
4	11	0.250	44.0	8.02	1.6435	0.9042
5	12	0.034	352.9		2.5477	
平均				2.53		0.3640

$$\log N = 0.3452x + 0.487$$

$$10^{0.3634} = 2.31$$

$$N(M+1)/N(M) = 2.21$$



## 群の光度関数 (1996.8.12/13 RP30°以上)

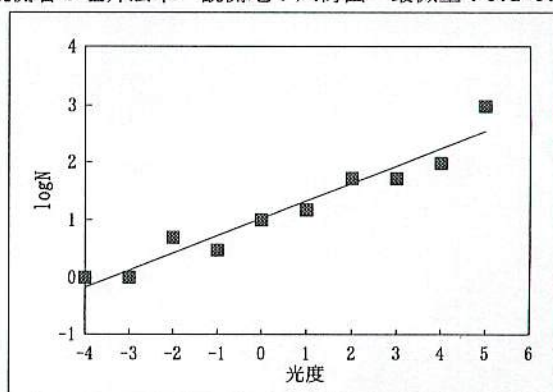
観測者：塩井宏幸 観測地：八海山 最微星：6.2-6.8

光度	個数	面積比	補正值N	比	logN	差
-4	1	1.000	1.0	1.00	0.0000	0.0000
-3	1	1.000	1.0	5.00	0.0000	0.6990
-2	5	1.000	5.0	0.60	0.6990	-0.2219
-1	3	1.000	3.0	3.33	0.4771	0.5229
0	10	1.000	10.0	1.50	1.0000	0.1761
1	14	0.934	15.0	3.51	1.1761	0.5449
2	41	0.780	52.6	0.99	1.7210	-0.0050
3	28	0.538	52.0	1.85	1.7160	0.2663
4	24	0.250	96.0	10.11	1.9823	1.0047
5	33	0.034	970.6		2.9870	
平均				3.36		0.3734

$$\log N = 0.3015x + 1.025$$

$$10^{0.3734} = 2.36$$

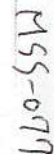
$$N(M+1)/N(M) = 2.00$$





1996. 8. 11/12—12/13 塩井宏幸(八海山)

0



- 1      ● 4      ◎ 惑星状星雲      ✳ 球状星団      ○ 輻射点位置  
 ● 2      ● 5      ∕ 散光星雲      ○ 銀河  
 ● 3      ● 6      ✧ 散開星団      ✧ 星団+星雲



過去23年間(1973-1995年)の個人データから得られたみずがめ座 $\eta$ 群の活動.

泉 潔

## 1. はじめに

1973-1995年に実施した眼視個人観測のデータを解析し、 $\eta$ みずがめ群の活動について調査した. この時期は天候があまり良くなく、北半球からは観測出来る時間帯が極めて制限されるため観測数、時間共にオリオン群などと比べて少なくなっている. しかしこの少ないデータからも得るものがあると思い解析してみた.

## 2. 観測方法

観測は全て個人による眼視観測である. 延べ観測数は44, 延べ観測時間2563分. 延べ $\eta$ Aqr群の流星は71個である. なお, 最微星4.0未満, 雲量5以上の悪条件下の観測は解析から除外した. 観測地は81年のみ岡山県で他は全て群馬県である.

## 3. 結果

(1).  $\eta$ Aqr群の活動は太陽黄径 $34^\circ$  (4/25ごろ) から黄径 $59^\circ$  (5/20ごろ) に渡り, ほぼ一か月間つづく. 極大は黄径 $44^\circ - 46^\circ$  付近 (5/5-5/7 ごろ) で起こり, 鋭いものではない. 極大時の最大出現数はHR9, ZHR50程である.

一番早く出現が認められたのは1985年4月26日で, 一番遅いのは1993年5月19日であった.

(2). 1986年前後, オリオン群については母彗星であるハレー彗星の回帰に伴い通常年の1.3倍位の出現増加が認められたが(95年大江戸流星会議発表) $\eta$ Aqr群の出現数の増加についてはデータが少なく, なんとも言えない. ただ1985年には一番, 早期の出現が捕らえられていることがその影響かもしれない.

## 4. 終わりに

$\eta$ Aqr群については北半球からの観測条件が悪く, 定量的な多くの眼視観測データを得るにはやはり南半球での観測データが欲しい. 単発的な遠征観測は可能であっても定常的なデータが得られないのが痛いところである.

RP高度, 太陽黄径計算プログラムを提供していただいた上田 昌良氏に感謝いたします.



図1.  $\eta$  A q r 群の出現数 <sup>1973-1995</sup> HR

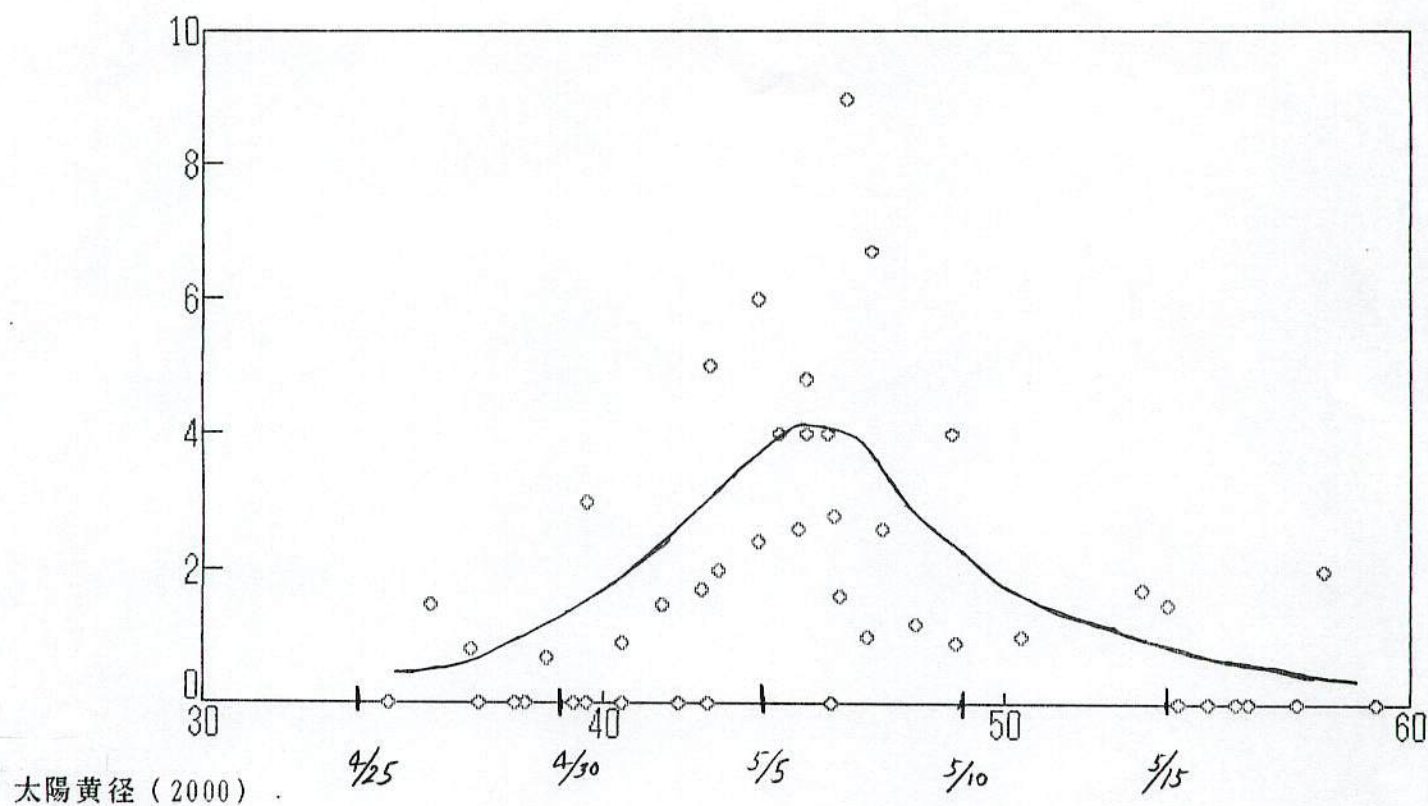
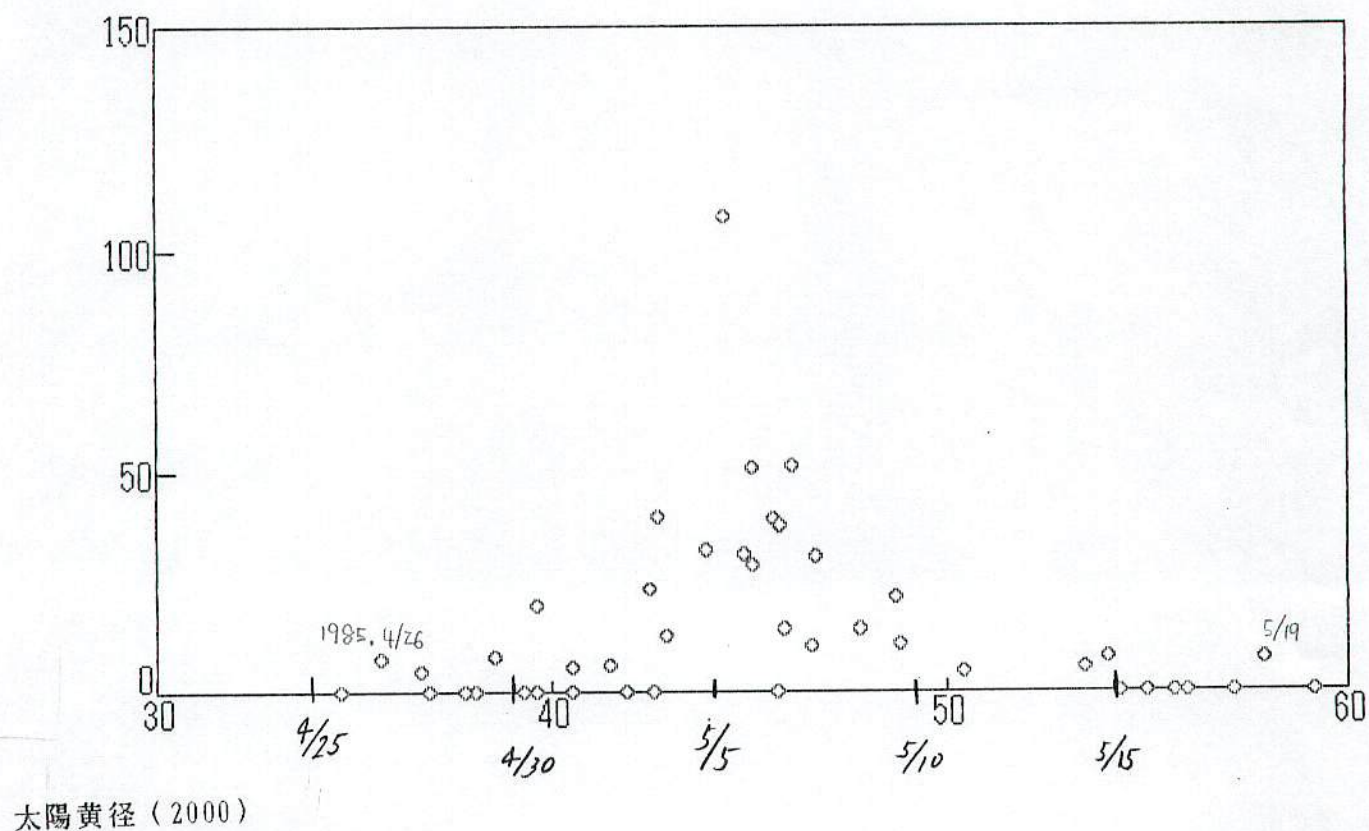


図2.  $\eta$  A q r 群の出現数 <sup>1973-1995</sup> ZHR





## 1996. 6. 16 第59回東京近郊地区流星観測者会

## うみへび座ε群について(1)

橋本岳真

## 1. はじめに

11月中旬に活動するとされる小流星群にうみへび座ε群があります。非定常性の流星群で近年、複数の観測者による確実な活動は観測されていませんでしたが、1995年11月18/19日に眼視およびTV 2点観測から同群と思われる活動が観測されました。これを機会に同群の活動について再整理してみました。

## 2. 歴史

日本では、いつ頃から群として認識され記載されるようになったかはわかりませんが、手元にある資料では1963年の天文回報No256に掲載されています。また、小槇孝二郎・薮保男(1969)にε Hya群(11/10~20, 極大日=11/14,  $\alpha=130^\circ$ ,  $\delta=6^\circ$ )として記載されていますが出版は不明です。

海外では、古くは、W. F. Denning(1899)にε Hya群(10/31~12/29,  $\alpha=134.9^\circ$ ,  $\delta=+7.9^\circ$ , 速,  $N=8$ )という流星群が記載されていますが、現在の流星群の基準からすると存在しない(恐らくε Hya + σ Hya + α)ものです。ただし、中には「1897年11月13日,  $\alpha=136^\circ$ ,  $\delta=+9^\circ$ , 速」という記録があり、同群の活動の可能性があります。

## 3. 方法

## 1) 眼視観測

天文回報の輻射点報告より、1970年~1995年, 11月1日~31日,  $100^\circ \leq \alpha \leq 150^\circ$ ,  $-20^\circ \leq \delta \leq 30^\circ$ ,  $N=3$ 以上の条件に該当する輻射点を検索し、その黄道座標( $\lambda, \beta$ )を求め、観測時の太陽黄経との差( $\lambda - \odot, \beta$ )を求めます。そして、同一群の( $\lambda - \odot, \beta$ )は出現期間中一定であるという仮定にもとづき、11月中旬のうみへび座ε群の( $\lambda - \odot, \beta$ )を基準に $240^\circ \leq \lambda - \odot \leq 270^\circ$ ,  $-20^\circ \leq \beta \leq -5^\circ$ を再検索しグルーピングしました。なお、まとめに際しては、 $N=4$ 以上の輻射点のみ採用した上で移動式を計算しました。

## 2) TV観測

1995年11月18/19日のMSS-WGによるTV 2点観測から同群と思われる流星を拾い出し、DおよびD'判定により検索しました。移動式は長田健太郎氏作成の彗星・小惑星による流星出現予測プログラム「Meteor Ver 0.5」により計算しました。

## 4. 結果

## 1) 眼視観測(サンプル数5個)

活動期間: 11月18日~28日

輻射点:  $\alpha=131^\circ +1.1(\odot-241.3^\circ)$   
(移動)  $\delta=+4^\circ +0.0(\odot-241.3^\circ)$

## 2) TV 2点観測(サンプル数3個)

$\alpha=128^\circ +1.0(\odot-236.0^\circ)$   
 $\delta=+9^\circ -0.2(\odot-236.0^\circ)$

- ・活動期間は小槇・薮(1969)に比べ下旬側にシフトしている。
- ・輻射点位置は眼視観測とTV観測では約 $5^\circ$ ほど違うが比較的良く一致している。
- ・輻射点移動は眼視観測とTV観測では赤緯方向の移動に若干の差はあるが比較的良く一致している。

※眼視観測、TV観測ともサンプル数が少ないので明言できません。

## 5. 参考文献

- 1) Denning, W. F., 1899. General catalog of the radiant points of meteoric showers and of fireballs and shooting stars observed at more than one station, Mem. Roy. Astron., 53, P203-292.
- 2) 小槇孝二郎, 1963. 11月の天象, 天文回報, No256, P1.
- 3) 小槇孝二郎・薮保男, 1969. 天体観測データブック: 8. 流星, P166-181
- 4) McCrosky, R. E., and Posen, A., 1961. Orbital elements of photographic meteors, Smithon. Contr. Astrophys., vol. 4, No. 2, P15-84.



## &lt;参考資料&gt;

## 眼視観測（出現数）

DATE	JST	TIME	all	spo	shwr	HR	CHR	Lm	CL	Dir	Obs	Meth
Nov/1995												
18/19	23:00-00:00	60	47	28	0	0.0	0.0	6.3	0	Z	長田和弘	V
18/19	00:00-00:55	55	59	32	0	0.0	0.0	6.3	0	Z	長田和弘	V
18/19	01:00-02:00	60	41	19	1	1.0	1.2	6.2	0	Z	塩井宏幸	V
18/19	01:00-02:00	60	69	24	1	1.0	1.1	6.3	0	Z	長田和弘	V
18/19	02:00-02:55	55	70	28	2	2.2	2.4	6.3	0	Z	長田和弘	V
18/19	02:00-03:00	60	16	8	0	0.0	0.0	5.8	0	Gem	佐藤孝悦	V
18/19	02:15-03:00	45	35	15	6	8.0	9.2	6.2	0	Z	塩井宏幸	V
18/19	02:20-03:00	40	18	7	2	3.0	3.3	6.3	0	Z	高梨雅彰	V
18/19	03:00-03:50	50	26	11	0	0.0	0.0	6.3	0	Z	高梨雅彰	V
18/19	03:00-04:00	60	35	17	2	2.0	2.4	6.1	0	Z	塩井宏幸	V
18/19	03:00-04:00	60	12	3	1	1.0	1.5	5.6	0	Gem	佐藤孝悦	V
18/19	03:00-04:00	60	83	33	1	1.0	1.2	6.1	0	Z	長田和弘	V
18/19	04:00-05:00	60	90	36	1	1.0	1.2	6.1	0	Z	長田和弘	V
18/19	04:00-05:10	70	40	13	0	0.0	0.0	6.3	0	Z	高梨雅彰	V

## 眼視観測（輻射点）

年	月	日	名称	$\alpha$	$\delta$	d	N	Wt	速さ	備考	観測者	採用
1980	11	3.53	14-CMi	120	+5		5	1			富岡啓行	
1993	11	15.73	$\epsilon$ -Hya	135	+5.5	5	4	P	vR	HR=2.0; Mag=5.0	塩井宏幸	
1971	11	18.7	$\omega$ -Hya	136	+8		4				藪保男	
1994	11	18.72	$\epsilon$ -Hya	125	+5	0	9		R	Mag=4.0, HR=3.2	塩井宏幸	●
1980	11	18.77	$\sigma$ -Hya	128	+2		5	2			富岡啓行	●
1979	11	23.81	Hya	125	+8	10	3				吉田孝次	●
1971	11	25.7	$\zeta$ -Cnc	134	+6		4				西山浩一	●
1989	11	25.71	Hya	132	+2	5	4	1		比較的長経路	武藤直美	●
1982	11	28.84	$\theta$ -Hyr	138	+4	3	3	4	R		河越彰彦	●

## TV 2点観測

## [要約軌道表]

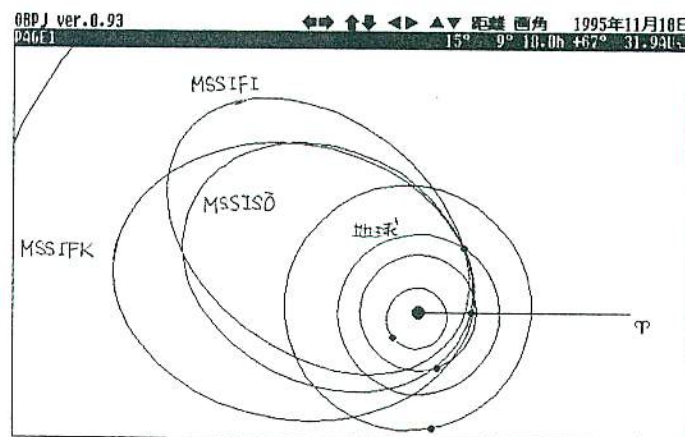
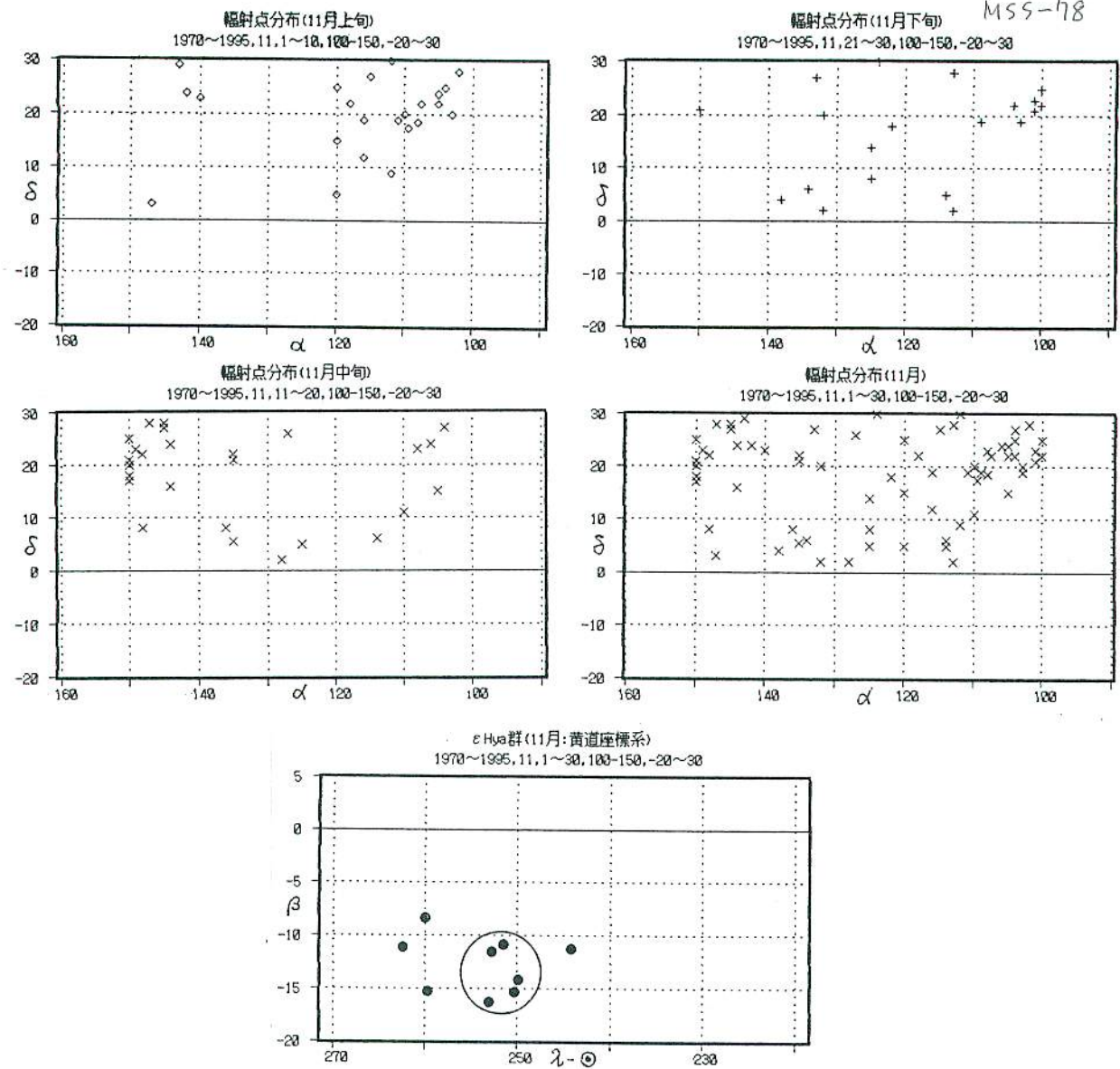
(MSS-WG:1995.11.18/19の流星軌道より)

ID	DATE	UT	Co.Rad(2000)	SD	Vg	e	q	$\omega$	$\Omega$	i
MSSIFO	19951118	182323	128.7	9.7	.2	63.6	0.677	0.647	81.7	56.0 162.1
MSSIFK	19951118	181520	128.8	6.3	.5	64.6	0.718	0.712	70.6	56.0 156.3
MSSIFI	19951118	181210	125.4	11.5	.3	63.2	0.753	0.550	91.9	56.0 163.3
平均	19951118	181658	127.6	9.2	.3	63.8	0.716	0.636	81.4	56.0 160.6
MP9364	19531116	.50	126	11		69.6	1.04	0.72	62.	55. 164.0

ID	D	D'
MSSIFO	0.05	0.03
MSSIFK	0.17	0.08
MSSIFI	0.17	0.09
平均	—	—

MP9364 0.44 0.22







# アラスカでのしぶんぎ座流星群の観測

泉 潔

## 1. はじめに

1989年の冬以来、オーロラ観望を目的として年末年始の休暇をアラスカで過ごしているが、例年、しぶんぎ群の極大前には帰国し、日本で極大を観測していた。今年の場合、月齢条件が年始の方が良いことや、アラスカでは極大が夜の時間帯に起こりそうなことからアラスカで極大期の観測を試みた。今までしぶんぎ群の観測を日本で行っていたのはアラスカではオーロラが頻繁に出るため空が明るくなり流星観測の妨げになることや何といっても氷点下 $-40^{\circ}\text{C}$ の寒さの中での流星観測は大変辛いことになるだろうとの経験からであった。

さて今年の場合、極大日の2/3日（日本では3/4日）幸運にもオーロラの出現が無く、（その前後の日には素晴らしいオーロラが見られた）期待どおり見事なしぶんぎ群の出現を観測することができた。

## 2. 観測結果    CHR:r=1.6    ZHR: $\gamma$ =1.5    観測地：N $65^{\circ}$    W $147^{\circ}$

DATE	JST	TM	aM	SP	Dr	最微	Cl	HR	CHR	ZHR
1/2	21:24-21:54	30	1	0	1	5.0	0	2.0	4.0	6.8
2/3	22:34-23:29	55	7	4	3	5.5	0	3.3	5.3	7.4
3/4	18:00-19:04	64	74	5	69	5.5	0	64.7	104	278
	20:19-21:09	50	82	2	80	6.0	0	96.0	125	237
	00:40-01:34	54	58	2	56	5.5	0	62.2	99.5	104

（アメリカ合衆国アラスカ州フェアバンクス市郊外チャタニコゴールドキャンプ）



## 日本時刻と現地時刻の対応，現地でのR P 高度，太陽黄径

JST	現地時刻	R P 高度	太陽黄径(2000)
1/2:21:24-21:54	31/1:03:24-03:54	4 5	2 8 1 . 1 9
2/3:22:34-23:29	1/2:04:34-05:29	5 4	2 8 2 . 2 7
3/4:18:00-19:04	2/3:00:00-01:04	3 1	2 8 3 . 1 0
3/4:20:19-21:09	2/3:02:19-03:09	4 1	2 8 3 . 1 9
3/4:00:40-01:34	2/3:06:40-07:34	6 7	2 8 3 . 3 8

## 光度分布 ( D r a )

現地時刻	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	AV
2/3:00:00-01:04	0	1	2	4	5	8	12	27	8	2	0	2.1
2/3:02:19-03:09	1	0	3	1	3	8	26	25	11	2	0	2.2
2/3:06:40-07:34	0	1	2	3	3	9	15	18	4	1	0	1.9

しぶんぎ群の極大の太陽黄径として知られているのは283.1と283.4°である。今回の観測ではZHR値で見える限り，283.1°の極大が見られたものと思う。光度分布の時間による変化は特に認められなかった。

(1997. 1/26. MSS発表)



## アラスカでのオーロラ，流星観測旅行ガイド

泉 潔

アラスカにオーロラを見に来る日本人観光客は年々増えており，天文雑誌などにも度々，旅行記事が掲載されていることから今更，旅行ガイドでもないだろうが筆者の過去6回に渡る体験から今後，旅行される方への情報源となるであろうことを書かせていただく。

## 1. 場所

オーロラが見られるのは北緯65度付近に添ったオーロラオパールと呼ばれている地球をとりまくリング状の地域が最も頻度が高い。アラスカ州のフェアバンクス市やカナダのイエローナイフがこのほぼ直下点にあたり，年間300日以上もオーロラが出現するそうである。日本から比較的行きやすく治安も良いアラスカに多くの日本人が出かけている。

## (1) 航路

1989年，初めて行った時には日本から北極周りでヨーロッパに行く飛行機が飛んでいたため，成田から7時間程でアンカレッジに行くことが出来た。現在はアンカレッジへの直行便は成田からは無く，次の2つの航路が取られている。

①成田→ シアトル（アメリカ） →アンカレッジ → フェアバンクス

（10時間） （3時間） （1時間）

ノースウエスト航空でシアトルを経由して行く，乗継ぎを含めてアンカレッジに到着するまで15時間くらいかかる。（91年，92年利用）

②成田→ ソウル→ アンカレッジ→ フェアバンクス

（2時間） （8時間） （1時間）

大韓航空でソウルを経由して行く。時間も①に比べてかからないし，料金も安い  
（94年，95年，96年利用）

## (2) フェアバンクスでのオーロラ観測宿舎

郊外のホテル（ロジ）に泊まって観測することになるが日本人が利用する次の4つの所がある。



## ①チナホットスプリングリゾート

フェアバンクス空港から車で2時間ほどのところにある最も日本人に利用される  
ところ。多くの室内にシャワーとトイレが完備されている。値段は一番高い。  
オーロラは近くの広場で見られる。(89年使用)

## ②マンレーホットスプリングリゾート

空港から車で5時間程かかり最も山奥に入った所にある。シャワー、トイレは  
共同。オーロラは近くの広場で見られる。(91年使用)

## ③チャタニカロッジ

空港から車で1時間程。ロッジから一歩出ればオーロラ観測地。シャワー、トイ  
レは共同。(92年使用)

## ④チャタニカゴールドキャンプ

空港から車で1時間程。③の近くにある。シャワー、トイレは共同で施設、設備  
の点では劣るがゴールドラッシュ時代の雰囲気を残す素朴な宿。オーロラはホテ  
ルのすぐ近くの広場で見られる。(94, 95, 96年使用)

## (3) 晴天率

天文屋にとって最も気になるのは天気である。年末年始のアラスカの天候は概し  
て良い。ただ、3日に1日は曇ると思って日程を組んだ方がよいであろう。

年	滞在日数	快晴	曇り	オーロラ出現
1989	3	3	0	3/3
91	3	2	1	2/2
92	5	3	2	3/3
94	3	2	1	2/2
95	3	2	1	1/2
96	4	4	0	3/4

オーロラは程度の差はあれ、毎晩、出現すると思って良い。ただし、太陽活動と  
大いに関係があるため、極大期の89年はすごいオーロラが見られたが92-9  
5年はたいしたことなかった。今年は89年には及ばないものの素晴らしいのが  
出現した。



#### (4) 寒さ

気温は確かに $-40^{\circ}\text{C}$ 以下にまで下がることもある。しかし湿度が低いため日本の寒さとは質が違う。ただたんに、オーロラ観望をするだけなら体を動かせるのでそれほど心配することはないが、流星観測となると全然、事情がちがってくる。今回、日本より持参した冬用のダウンの寝袋にダウンジャケットとズボンという大変物々しい服装で観測に挑んだが連続1時間が限度であった。初日は寒さのため懐中電灯も消え、時計も止まってしまうハプニングがあった。以降、腕時計は身につけたまま、電灯はジャケットにしまいこみ使用したら問題なかった。カメラは機械式でないと無理だろう。私がいつも持参するニコンのFM2は $-40^{\circ}\text{C}$ の中、正常に動いてくれる優れ物である。ただ、多少、フィルムがまきづらくなり小さな傷がついたり、静電気が発生するのはしょうがない。たんにオーロラを撮影するだけならこれで問題ないが流星観測のための4連カメラを動かすのは日本の装備では難しいだろう。寒さによる電源の問題や、カメラそのものが長時間耐えられるかである。IIを使ったビデオ観測も同様に困難を極めるだろう。ただし、あらかじめ日本で耐寒処置など十分に機材を改造していけば可能であろうから誰か挑戦されてはいかがであろうか。

総じてアラスカは流星観測に適した場所ではない。春-夏は昼が極端に長く冬は厳寒である。気温が低いと霧が氷結し（アイスフォッグ）透明度が悪くなる。何とか寒さに耐え可能なのは今回のような計数観測だがそれもタイムコールをしてくれる補助員がいた方がよい。オーロラが出れば程度にもよるが空が明るくなってしまう。したがって今回のようにしぶんぎ群の極大が夜の時間帯に起こる年にオーロラの出現しないことを期待して出かけるのはいいかも知れないが流星観測が主目的だったら日本でやった方がよいであろう。しぶんぎ群の輻射点は高い時間帯が長いが日本でも明け方かなり高くなる。

ちなみに来年も出かける予定なので現地でお会いしたら天然の冷凍庫で冷やしたビールを一緒に飲みましょう。



## The visual observation of the outburst of the 1998 June Bootids in Japan.

T.Hashimoto and K.Osada

1998年6月27日夜、6月うしかい座流星雨の突発的活動が長田和弘、下地隆史両氏によって観測された。活発な活動は薄明中の11時15分(UT)から未明の19時00分(UT)まで観測された。出現数はZHR=40.9~269.3の範囲で、極大は21時台、ZHR=269.3と推定された。輻射点は $\alpha=221^\circ$ ,  $\delta=51^\circ$  (J2000)であった。この流星雨の速度は遅く、暗い流星が主体だが火球も多数あった。流星は主に黄色で、0等以上の明るい流星には全て痕があった。明るい流星の中には末端爆発など急激な光度変化を見せるものがあった。しかし、通常の流星は単調なプロフィールをしていた。その後、NMS会員によって追跡観測したところ、7月2日までわずかな出現が漸続的に観測された。出現時期と輻射点位置から1916年に流星雨が出現した6月うしかい座流星雨と同様の出現と思われる。

1998年6月27日夜、日本は突然の流星雨に見舞われた。この流星雨は日本時間の19時から翌日の4時まで見られた。輻射点はうしかい座とりゅう座の境界付近にあった。流星雨は21時台に1分間に3~4個の出現が見られた。全体的には暗い流星が多かったものの、火球も多く見られた。しかし、運の悪いことに、日本はこの時期は梅雨にあたり、沖縄を除いては日本各地は悪天候であった。そのため、早い段階で発見されたにもかかわらず、その日には組織的な観測はほとんど行うことができなかった。その後、NMS会員によって7月3日まで追跡観測したところ、出現は6月27日~7月2日まで漸続的に観測された。ここでは眼視およびTV一点観測による利用可能なデータを取り扱う。

観測者と観測地を表1に示す。この時期は日本は梅雨にあっているため全国的に悪天候である。観測者および観測地は日本各地に散らばっているが、突発流星雨の起きた6月27日は全国的な悪天候であったため、観測できたのは梅雨の明けた沖縄の下地氏以外は短い幸運に恵まれた静岡県長田だけであった。その長田も極大時刻を前に曇られてしまった。下地氏はこの突発流星雨に初めて気付いた人である。沖縄在住の高校生で、流星観測は初めてではないものの初心者である。長田は非常に暗い流星を広範囲にわたって捕らえることができる鋭眼を持ったベテラン観測者である。

観測方法を表2に示す。今回の観測は大部分が突発流星雨出現以後の観測であるため、眼視プロット観測が主体となった。しかし、突発流星雨を最高の条件のもとで観測した下地氏は眼視計数観測、また、野勢国雄、関口孝志氏はTV一点観測による計数観測となった。

出現数の変化を表3および図1に示す。ZHRを計算するにあたっては光度比  $r=3.06$ , 輻射点高度係数  $\gamma=1.5$  を採用した。また、輻射点高度を求めるための輻射点には $\alpha=221^\circ$ ,  $\delta=51^\circ$  (J2000)を採用した。光度比および輻射点位置は長田の観測から求めたものである。光度比については、本来ならば、計数観測でサンプル数の多い下地氏のデータから求めるべきものである。しかし、下地氏は初心者によく見られるように明らかに流星の光度を明るく見積もりすぎている(光度分布を表6見よ)。なお、長田の光度比は観測された光度分布から1等~5等のものを選び、WGN誌26巻2号P.67で計算された個人係数として $\Delta L_m = +0.6$  を使用して計算した。図1にこの流星雨が突発出現した6月27日の出現数変化を示す。このデータは長田と下地氏の2人のもの、それも大部分は下地氏一人のものだが、出現が11時~19時の非常に長時間にわたっているのがわかる。また、表4の流星出現タイムチャートを見ると、参考データとして長田の10時15分(UT)~11時15分(UT)のデータがある。これを見ると、10時18分(UT)の-4等の火球を始めとして、通常の状態では考えられない多くの明るい流星が記録されている。このことから、流星雨の出現は10時15分(UT)にはすでに始まっていたことが考えられる。また、鈴木和博、上田昌良氏によるアマチュア無線を使った電波観測(以後HROと略す)では流星エコー数の異常が8時(UT)頃から始まっていたことがわかった。また、HROでは輻射点が沈む20時(UT)頃まで流星エコー数が多い状況が見られた。このことから、この流星雨は8時(UT)から輻射点の沈む20時(UT)までの少なくとも11時間に渡って活動していたことがわかった。また、極大時刻は21時台で、ZHR=269.3であった。このときの中心の太陽黄径は $L_s=95.693$ (UT=12h30m)であった。下地氏によるとこの時間帯には、1分間に3~4個の流星が出現したそうである。その後、NMS会員によって7月3日まで追跡観測したところ、28日には野勢国雄氏が行った11時39分(UT)~12時45分(UT)のうちの計60分TV一点観測で4個、29日には橋本によってZHR=16.0( $L_s=97.749$ )、7月1日、2日には長田によってZHR=10.4( $L_s=99.508$ ), ZHR=3.2( $L_s=100.466$ )の活動が観測された。

輻射点と決定に用いた観測星図を表5および図2に示す。流星雨突発当日の長田のプロット観測からは輻射点は $\alpha=221^\circ$ ,  $\delta=+51^\circ$  ( $L_s=95.663$ )が得られた。この輻射点の広がりには $10^\circ$ におよび、輻射点が広く分散していることがわかった。これ以外のデータとしては、関勉氏が撮影された3個の写真流星からは、おおよそ $\alpha=233.5^\circ$ ,  $\delta=+49^\circ$  ( $L_s=95.9$ )が得られた。また、鈴木和博氏はHROの天頂効果が10時50分(UT)頃に出ていることから輻射点の赤径をおおよそ $\alpha=225^\circ$  ( $L_s=95.626$ )と推定した。これらを見ると、輻射点位置は $10^\circ$ 以上違っている。しかし、得られたときの輻射点高度が違っており、流星の速度が遅いので、天頂引力によるものと思われる。その後の観測から、29日には橋本によって $\alpha=229^\circ$ ,  $\delta=+50^\circ$  ( $L_s=97.749$ )、7月2日には長田によって $\alpha=227^\circ$ ,  $\delta=+48^\circ$  ( $L_s=99.508$ )が得られた。



今回の流星雨に見られた流星の特徴について長田は次のように述べている。「この日に捉えたPW群の流星37個のうち、0等以上の明るい流星には全て痕があった。末端爆発など急激な光度変化のあったものは2個あった。しかし、その他は単調な光度変化の流星だった。速度はやや遅くて、色はすべて黄色だった。感じとしては $\kappa$  Cyg群の流星に似ている。」(表7. 速度分布を見よ)色については下地氏も観測されている。表8の色分布を見ると、群流星の73%が黄色で22%が白、残りはオレンジ色であった。

歴史的に今回の流星雨に似た出現を調べると、1916年6月28日にイギリスの Denning, W, F. によって観測された6月うしかい座流星雨があった。輻射点位置は $\alpha=231^\circ$ ,  $\delta=+54^\circ$ で輻射点の広がりはおおよそ $12\sim 15^\circ$ におよび、HR=100の出現があった。その後1921年、1927年にも観測されている。今回の流星雨は、出現時期、輻射点位置、性状などから1916年の突発流星雨に近く、同様の出現と思われる。

Table 1 - Observers and Observation site.

HASTA : Hashimoto Takema	(Hachioji, Tokyo	N35.63 E139.35)
IZUKI : Izumi Kiyoshi	(Takayama, Gunma	N36.58 E138.97)
ITODA : Ito Daiyu	(Mt. Tsukuba, Ibaraki	N36.02 E140.13)
NOSKU : Nose Kunio	(Nayoro, Hokkaido	N44.43 E142.38)
OSAKA : Osada Kazuhiro	(Oyama, Shizuoka	N35.37 E138.95)
SATKO : Sato Koetsu	(Mt. Zaoh, Miyagi	N38.13 E140.48)
SAKMI : Sakaguchi Mitsue	(Hiroshima, Hiroshima	N34.50 E132.67)
SEKTA : Sekiguchi Takashi	(Kawagoe, Saitama	N35.88 E139.45)
SHITA : Shimoji Takashi	(Is. Hateruma, Okinawa	N24.03 E123.77)

Note) Family name first.

Table 2 - Observation method.

Visual, Plotting	HASTA, IZUKI, ITODA, OSAKA, SATKO, SAKMI
Counting	SHITA
TV, Single station	NOSKU (28/50mm), SEKTA (28mm)

Table 3 - Rate data

Date	UT	Ls	Teff	Lm	CL	hR	Total	Spor.	June	r=3.06	Obs.	Rem.
6/26	16:10-17:10	94.904	1.00	5.7	4	34	7	7	0	0.0	-	SAKMI
6/27	11:15-12:15	95.663	1.00	5.1	2	73	36	11	25	25.0	160.1	OSAKA
6/27	12:00-13:00	95.693	1.00	6.5	1	63	206	3	203	203.0	269.3	SHITA
6/27	13:00-14:00	95.732	1.00	6.8	1	59	194	2	192	192.0	193.4	SHITA
6/27	14:00-15:00	95.772	1.00	6.7	0	52	135	2	133	133.0	153.6	SHITA
6/27	15:00-16:00	95.812	1.00	6.8	0	43	82	2	80	80.0	102.1	SHITA
6/27	16:00-17:00	95.852	1.00	6.7	1	34	53	2	51	51.0	110.5	SHITA
6/27	17:00-18:00	95.891	1.00	6.8	2	24	25	3	22	22.0	75.8	SHITA
6/27	18:00-19:00	95.931	1.00	6.7	1	15	11	5	6	6.0	40.9	SHITA
6/28	11:39-11:49	96.616	0.17	5.0	2	79	3	1	2	12.0	-	NOSKU *1
6/28	11:55-12:45	96.640	0.83	5.0	3	73	6	4	2	2.4	-	NOSKU *2
6/28	15:20-16:20	96.779	1.00	6.3	3	41	10	10	0	0.0	0.0	SAKMI
6/28	16:20-17:20	96.819	1.00	6.3	2	32	6	6	0	0.0	0.0	SAKMI
6/29	11:00-12:10	97.564	1.17	5.2	1	74	1	1	0	0.0	0.0	IZUKI
6/29	12:15-13:15	97.610	1.00	5.8	0	65	21	21	0	0.0	0.0	OSAKA
6/29	12:42-14:15	97.639	1.25	7.2	0	62	14	14	0	0.0	-	NOSKU *3
6/29	13:00-14:20	97.647	1.33	5.8	0	57	5	5	0	0.0	-	SEKTA
6/29	13:30-15:00	97.670	1.33	6.2	0	53	11	11	0	0.0	0.0	SATKO *4
6/29	15:00-16:00	97.719	1.00	6.3	0	43	17	16	0	0.0	0.0	SAKMI
6/29	15:30-17:00	97.749	1.50	5.1	0	33	12	7	5	3.3	39.7	HASTA
6/29	16:00-17:00	97.759	1.00	6.3	0	34	9	9	0	0.0	0.0	SAKMI
6/30	12:40-13:40	97.786	1.00	4.8	0	61	1	1	0	0.0	0.0	ITODA
6/30	13:10-14:00	98.597	0.83	5.2	1	59	3	3	0	0.0	0.0	SATKO
6/30	13:50-14:30	98.620	0.67	5.1	1	52	2	2	0	0.0	0.0	ITODA
6/30	14:00-15:00	98.633	1.00	5.3	0	50	6	6	0	0.0	0.0	SATKO
6/30	14:00-15:30	98.643	1.50	5.5	2	46	23	23	0	0.0	0.0	OSAKA
7/ 1	11:30-12:30	99.488	1.00	5.3	1	70	12	10	2	2.0	9.3	OSAKA
7/ 1	12:30-13:30	99.527	1.00	5.3	2	62	13	11	2	2.0	11.5	OSAKA
7/ 2	12:00-13:15	100.466	1.25	5.5	1	65	18	17	1	0.8	3.2	OSAKA
7/ 3	16:00-17:00	101.573	1.00	4.6	0	28	6	6	0	0.0	0.0	HASTA

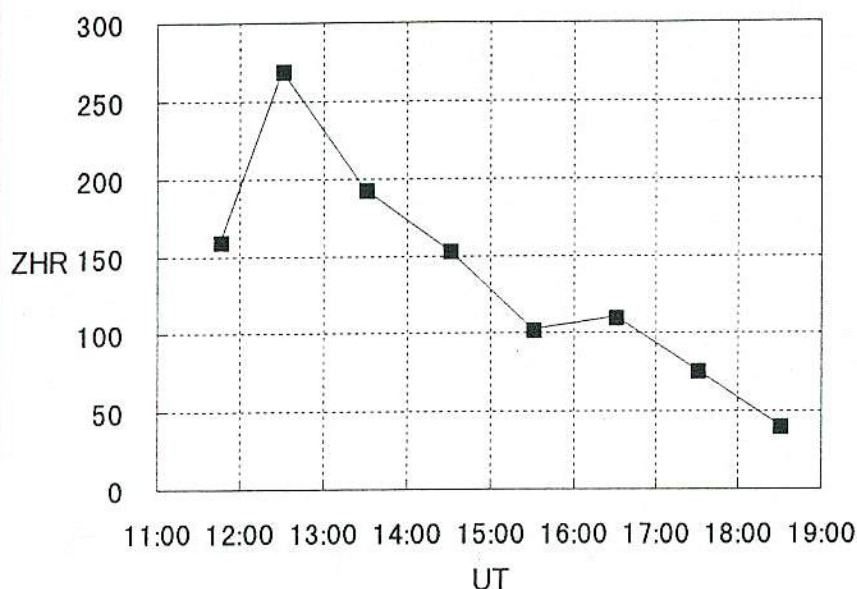
Ls : Solar Longitude  
hR : Hight of radiant point  
CL : Cloud coverage

\*1:slightly cloudy, using 28mm lens.  
\*2:slightly cloudy, using 50mm lens.  
\*3:18 minits stop observing.  
\*4:13h45m-55m(10min) stop observing



M55-087

ZHR profile of June Bootids on June 27th.

Table 4 - Time Chart of June Bootids on June 27th by Osada.  
(Exclude observation)

(Exclude observation)																	
10h												11h					
15m	20	25	30	35	40	45	50	55	00m	05	10	15					
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+																	
S	-4			-2	-1		0	-1	1	0	0	1	3	-1	-1		
(Observation)																	
11h												12h					
15m	20	25	30	35	40	45	50	55	00m	05	10	15					
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+																	
3	4	0	1	4	33	3	3	2	5	34	5	4	4	5	312	2	E
3					3	4		-1									

Note) Numeric character is magnitude.

S: start

E: end

Table 5 - Radiant point

No.	YMD(UT)	CONST	R. A	DEC	N	d	Wt	Vel	Mag	HR	Obs.	Meth.
1.	1998/06/27.49	Iota Dra	221	+51	22	10	4	rS-rR	3.1	25.0	OSAKA	V(P)
2.	1998/06/29.68	Iota Dra	229	+50	5	5	1	vS-rS	2.6	3.3	HASTA	V(P)
3.	1998/07/01.52	Iota Dra	227	+48	4	5	1	S-rS	2.3	2.0	OSAKA	V(P)

N : Number of using meteors for R.P

d : Diameter (deg)

Wt : Weight

Vel : Velocity (vS = Very Slow, S = Slow, rS = Rather Slow, M = Moderate  
rR = rather Rapid, R = Rapid, vR = Very Rapid)

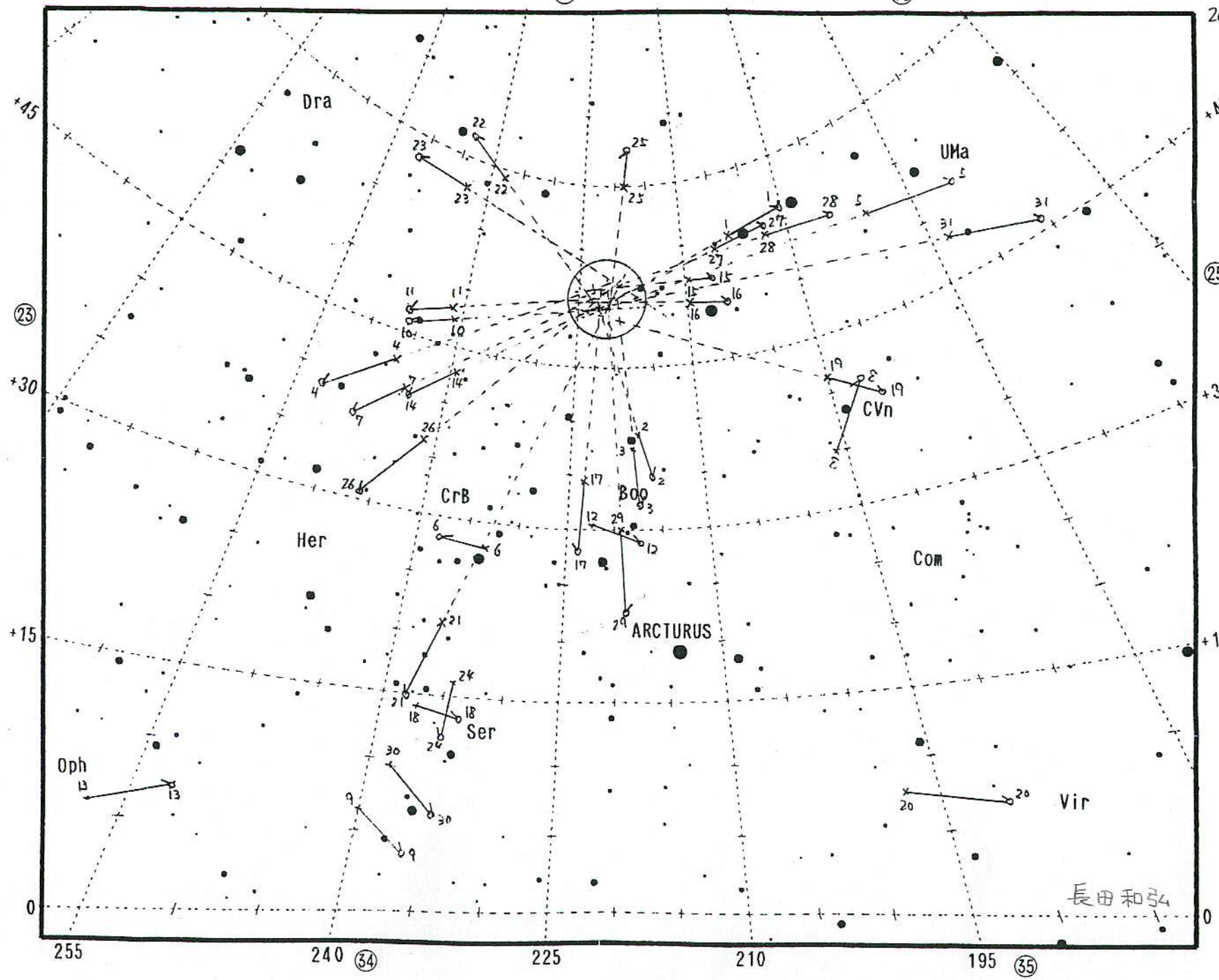
Mag : Mean magnitude

Table 6 - Magnitude distribution

Mag	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	Total	Ave	Lm	Obs.
(June 27)																
Boo	0	0	0	0	0	1	1	2	3	9	6	3	25	2.9	5.1	OSAKA
Spo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6	1	11	3.7	5.1	OSAKA
Boo	1	0	0	1	5	150	185	140	167	37	-	-	687		6.5-6.8	SHITA
Spo	0	0	0	0	0	0	5	12	2	0	-	-	19		6.5-6.8	SHITA
(June 29)																
Boo	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	-	5	2.6	5.1	HASTA
Spo	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	-	7	3.0	5.1	HASTA



20h 15m - 21h 15m  
 L 5.1  
 CL 2



- 0 等星
- 1 等星
- 2 等星
- 3 等星
- 4 等星
- 5 等星

長田和弘

MS-087



## 6月うしかい座流星雨と7P/Pons-Winnecke 彗星

-Tisserand invariant で探る可能性 -

橋本岳真

## 1. はじめに

1998年6月27日夜、ZHR=269.3におよぶ流星雨が出現した。日本で観測された輻射点位置は $\alpha=221^\circ$ ,  $\delta=+51^\circ$ で1916年に出現した6月うしかい座流星雨( $\alpha=231^\circ$ ,  $\delta=+54^\circ$ , HR=100:Denning,W.F., 1916)の再来と思われるが、母天体候補の7P/Pons-Winnecke 彗星は木星摂動によって現在では近日点距離が1.26AUまで離れてしまい、地球に接近しなくなってしまったため現在の彗星からは流星雨が生じなくなってしまい、今回の流星雨が7P/Pons-Winnecke 彗星によるものかどうか疑問視されている。そこで今回は惑星摂動によって軌道が変化してしまった彗星が同一であるかどうかを判定する Tisserand invariant を応用して観測された輻射点から予想される軌道が7P/Pons-Winnecke 彗星と関係があるかどうか可能性を見ることにした。

## 2. Tisserand invariant

$$T=a^{-1}+2a_j^{-3/2}\times[a(1-e^2)]^{1/2}\times\cos i \quad a:\text{軌道半長径}, a_j:\text{木星の軌道半長径}, e:\text{離心率}, i:\text{軌道傾斜角}$$

木星の摂動を受けて軌道が大きく変化してしまった短周期彗星の同定に用いる値T値はほぼ一定で $\pm 0.010$ 以上大きく変化しない。

## 3. 観測された輻射点位置から予想される軌道と Tisserand invariant 値

輻射点位置、観測地の経緯度は観測者の長田和弘氏のものを使用。流星の発光光度を100kmと仮定し、観測された流星の速度がゆっくりしていることから $V_0=15\sim 30$ ぐらいの範囲で計算。計算ソフトは重野好彦氏製作のRVO.exe 使用  
ENH=138.95 35.37 100

DATE	UT	AppRad(2000)		Vo	Co. Rad(2000)		VG	a	e	q	$\omega$	$\Omega$	i	T 值
19980627	114500	221.0	51.0	15.0	215.6	53.5	10.2	1.78	0.428	1.016	176.9	95.7	14.6	0.7586
19980627	114500	221.0	51.0	16.0	216.3	53.1	11.6	2.08	0.511	1.016	177.6	95.7	16.2	0.6816
19980627	114500	221.0	51.0	17.0	216.9	52.8	12.9	2.50	0.594	1.016	178.1	95.7	17.7	0.6044
19980627	114500	221.0	51.0	18.0	217.3	52.5	14.2	3.14	0.676	1.016	178.4	95.7	19.0	0.5267
19980627	114500	221.0	51.0	19.0	217.7	52.3	15.5	4.23	0.760	1.016	178.7	95.7	20.2	0.4480
19980627	114500	221.0	51.0	20.0	217.9	52.2	16.7	6.53	0.844	1.016	179.0	95.7	21.3	0.3685
19980627	114500	221.0	51.0	21.0	218.2	52.0	17.9	14.6	0.930	1.017	179.2	95.7	22.4	0.2875
19980627	114500	221.0	51.0	22.0	218.4	51.9	19.0	-57.	1.018	1.017	179.3	95.7	23.4	—
19980627	114500	221.0	51.0	23.0	218.6	51.8	20.2	-9.5	1.107	1.017	179.5	95.7	24.3	—
19980627	114500	221.0	51.0	24.0	218.7	51.8	21.3	-5.1	1.198	1.017	179.6	95.7	25.2	—
19980627	114500	221.0	51.0	25.0	218.9	51.7	22.4	-3.5	1.290	1.017	179.7	95.7	26.1	—
19980627	114500	221.0	51.0	26.0	219.0	51.6	23.6	-2.6	1.385	1.017	179.8	95.7	26.9	—
19980627	114500	221.0	51.0	27.0	219.1	51.6	24.7	-2.1	1.482	1.017	179.9	95.7	27.6	—
19980627	114500	221.0	51.0	28.0	219.2	51.5	25.8	-1.8	1.580	1.017	180.0	95.7	28.3	—
19980627	114500	221.0	51.0	29.0	219.3	51.5	26.8	-1.5	1.681	1.017	180.0	95.7	29.0	—
19980627	114500	221.0	51.0	30.0	219.4	51.4	27.9	-1.3	1.784	1.017	180.1	95.7	29.7	—
DATE	UT	AppRad(2000)		Vo	Co. Rad(2000)		VG	a	e	q	$\omega$	$\Omega$	i	T 值
19980627	114500	221.0	51.0	17.5	217.1	52.6	13.6	2.78	0.635	1.016	178.3	95.7	18.3	0.5660
19980627	114500	221.0	51.0	17.6	217.2	52.6	13.7	2.85	0.643	1.016	178.3	95.7	18.5	0.5577
19980627	114500	221.0	51.0	17.7	217.2	52.6	13.8	2.91	0.651	1.016	178.3	95.7	18.6	0.5506
19980627	114500	221.0	51.0	17.8	217.2	52.6	14.0	2.99	0.660	1.016	178.4	95.7	18.7	0.5420
19980627	114500	221.0	51.0	17.9	217.3	52.6	14.1	3.06	0.668	1.016	178.4	95.7	18.9	0.5345
19980627	114500	221.0	51.0	18.0	217.3	52.5	14.2	3.14	0.676	1.016	178.4	95.7	19.0	0.5267
19980627	114500	221.0	51.0	18.1	217.4	52.5	14.4	3.22	0.684	1.016	178.5	95.7	19.1	0.5192
19980627	114500	221.0	51.0	18.2	217.4	52.5	14.5	3.31	0.693	1.016	178.5	95.7	19.2	0.5110
19980627	114500	221.0	51.0	18.3	217.4	52.5	14.6	3.40	0.701	1.016	178.5	95.7	19.4	0.5033
19980627	114500	221.0	51.0	18.4	217.5	52.4	14.7	3.50	0.709	1.016	178.6	95.7	19.5	0.4955
19980627	114500	221.0	51.0	18.5	217.5	52.4	14.9	3.60	0.718	1.016	178.6	95.7	19.6	0.4876
19980627	114500	221.0	51.0	18.6	217.5	52.4	15.0	3.71	0.726	1.016	178.6	95.7	19.7	0.4799
19980627	114500	221.0	51.0	18.7	217.6	52.4	15.1	3.83	0.735	1.016	178.7	95.7	19.9	0.4716
19980627	114500	221.0	51.0	18.8	217.6	52.4	15.2	3.95	0.743	1.016	178.7	95.7	20.0	0.4640
19980627	114500	221.0	51.0	18.9	217.6	52.4	15.4	4.09	0.751	1.016	178.7	95.7	20.1	0.4560
19980627	114500	221.0	51.0	19.0	217.7	52.3	15.5	4.23	0.760	1.016	178.7	95.7	20.2	0.4480
19980627	114500	221.0	51.0	19.1	217.7	52.3	15.6	4.38	0.768	1.016	178.8	95.7	20.3	0.4403
19980627	114500	221.0	51.0	19.2	217.7	52.3	15.7	4.55	0.776	1.016	178.8	95.7	20.4	0.4325
19980627	114500	221.0	51.0	19.3	217.7	52.3	15.8	4.73	0.785	1.016	178.8	95.7	20.6	0.4241
19980627	114500	221.0	51.0	19.4	217.8	52.3	16.0	4.92	0.793	1.016	178.8	95.7	20.7	0.4165
19980627	114500	221.0	51.0	19.5	217.8	52.2	16.1	5.13	0.802	1.016	178.9	95.7	20.8	0.4082



DATE	UT	AppRad(2000)		Vo	Co. Rad(2000)		VG	a	e	q	$\omega$	$\Omega$	i	T 值
19980627	114500	221.0	51.0	18.10	217.35	52.51	14.35	3.22	0.684	1.016	178.5	95.7	19.1	0.5192
19980627	114500	221.0	51.0	18.11	217.36	52.51	14.36	3.23	0.685	1.016	178.5	95.7	19.1	0.5183
19980627	114500	221.0	51.0	18.12	217.36	52.51	14.38	3.24	0.686	1.016	178.5	95.7	19.1	0.5174
19980627	114500	221.0	51.0	18.13	217.36	52.50	14.39	3.25	0.687	1.016	178.5	95.7	19.2	0.5164
19980627	114500	221.0	51.0	18.14	217.37	52.50	14.40	3.26	0.688	1.016	178.5	95.7	19.2	0.5155
19980627	114500	221.0	51.0	18.15	217.37	52.50	14.42	3.26	0.689	1.016	178.5	95.7	19.2	0.5152
19980627	114500	221.0	51.0	18.16	217.37	52.50	14.43	3.27	0.689	1.016	178.5	95.7	19.2	0.5146
19980627	114500	221.0	51.0	18.17	217.38	52.50	14.44	3.28	0.690	1.016	178.5	95.7	19.2	0.5137
19980627	114500	221.0	51.0	18.18	217.38	52.49	14.45	3.29	0.691	1.016	178.5	95.7	19.2	0.5128
19980627	114500	221.0	51.0	18.19	217.38	52.49	14.47	3.30	0.692	1.016	178.5	95.7	19.2	0.5119
19980627	114500	221.0	51.0	18.20	217.39	52.49	14.48	3.31	0.693	1.016	178.5	95.7	19.2	0.5110
19980627	114500	221.0	51.0	18.21	217.39	52.49	14.49	3.32	0.694	1.016	178.5	95.7	19.3	0.5100
19980627	114500	221.0	51.0	18.22	217.40	52.48	14.50	3.33	0.694	1.016	178.5	95.7	19.3	0.5094
19980627	114500	221.0	51.0	18.23	217.40	52.48	14.52	3.34	0.695	1.016	178.5	95.7	19.3	0.5086
19980627	114500	221.0	51.0	18.24	217.40	52.48	14.53	3.34	0.696	1.016	178.5	95.7	19.3	0.5083
19980627	114500	221.0	51.0	18.25	217.41	52.48	14.54	3.35	0.697	1.016	178.5	95.7	19.3	0.5074
19980627	114500	221.0	51.0	18.26	217.41	52.48	14.55	3.36	0.698	1.016	178.5	95.7	19.3	0.5066
19980627	114500	221.0	51.0	18.27	217.41	52.47	14.57	3.37	0.699	1.016	178.5	95.7	19.3	0.5057
19980627	114500	221.0	51.0	18.28	217.42	52.47	14.58	3.38	0.699	1.016	178.5	95.7	19.3	0.5051
19980627	114500	221.0	51.0	18.29	217.42	52.47	14.59	3.39	0.700	1.016	178.5	95.7	19.4	0.5042
19980627	114500	221.0	51.0	18.30	217.42	52.47	14.60	3.40	0.701	1.016	178.5	95.7	19.4	0.5033

7P/Pons-Winnecke 彗星の軌道変化と Tisserand invariant

	T	q	e	$\omega$	$\Omega$	i	a	P	T 値
1819 III	1819/07/19.681	0.77188	0.75417	161.991	115.483	10.746	3.139893	5.56	0.5113
1858 II	1858/05/02.5396	0.768939	0.754845	162.2032	115.4344	10.7939	3.136542	5.55	0.5113
1869 I	1869/06/30.4417	0.781519	0.751932	162.4537	115.2969	10.7972	3.150422	5.59	0.5113
1875 I	1875/03/12.5993	0.829004	0.740997	165.2101	113.1645	11.2766	3.200751	5.73	0.5111
1886 VI	1886/09/04.8864	0.885499	0.726178	172.0920	105.6074	14.5220	3.233849	5.82	0.5111
1892 IV	1892/07/01.4040	0.886555	0.725983	172.1650	105.5593	14.5202	3.235401	5.82	0.5111
1898 II	1898/03/20.8686	0.923817	0.714814	173.4072	102.2358	16.9910	3.239349	5.83	0.5117
1909 II	1909/10/09.7947	0.973066	0.701765	172.3174	100.5725	18.2846	3.262749	5.89	0.5126
1915 III	1915/09/02.7901	0.970605	0.702320	172.4150	100.5177	18.3043	3.260565	5.89	0.5125
1921 III	1921/06/13.4125	1.040893	0.685482	170.2992	99.1973	18.9243	3.309486	6.02	0.5135
1927 VII	1927/06/21.0654	1.039235	0.685685	170.3974	99.1422	18.9397	3.306349	6.01	0.5136
1933 II	1933/05/18.7891	1.101784	0.669589	169.2709	97.5332	20.1145	3.334586	6.09	0.5147
1939 V	1939/06/22.7150	1.101471	0.669678	169.3667	97.4818	20.1218	3.334537	6.09	0.5147
1945 IV	1945/07/10.5895	1.159202	0.654860	170.1315	95.1355	21.6928	3.358643	6.16	0.5148
1951 VI	1951/09/08.6129	1.160469	0.654566	170.2205	95.0850	21.6891	3.359452	6.16	0.5148
1964 I	1964/03/24.5498	1.230129	0.639386	172.0462	93.6610	22.3252	3.411207	6.30	0.5147
1970 VIII	1970/07/21.0309	1.247364	0.636004	172.2625	93.4682	22.3218	3.426862	6.34	0.5147
1976 XIV	1976/11/28.7421	1.254207	0.634705	172.3780	93.4275	22.2932	3.433409	6.36	0.5147
1983 IV	1983/04/07.5083	1.253989	0.634715	172.3361	93.4313	22.3071	3.432906	6.36	0.5147
1989 VIII	1989/08/19.9011	1.260964	0.633513	172.3381	93.4322	22.2722	3.440679	6.38	0.5146
1996	1996/01/02.45617	1.2558894	0.6344259	172.31511	93.42662	22.30118	3.435389	6.367	0.5147
変動率(%)		47.2	17.7	6.6	21.9	63.5	9.2	13.8	0.7

## 4. 考察

あくまで6月うしかい座流星雨の眼視観測から観測速度を仮定してのシミュレーションなので、ある程度は似た値を捜すことも可能であるが、7P/Pons-Winnecke 彗星と同様の T 値と比較的似たような軌道を得ることができた。Tisserand invariant は重力以外の力は考慮されていないので、多少なりとも光圧などの非重力の力がおよぶ流星体とまったく同じと考えることはできないが、今回の6月うしかい座流星雨の母天体は 7P/Pons-Winnecke 彗星と考えてもいいのではないだろうか。ただ、それが現在の 7P/Pons-Winnecke 彗星から放出されて、木星の摂動を受けた結果たまたま地球に接近するような swarm が生じたのか、それとも 7P/Pons-Winnecke 彗星がまだ地球に接近するような軌道を運行していた頃に形成された dust trail がたまたま今回地球と遭遇したのかまではわからない。ただ、今回の流星雨の出現期間が長いことから、筆者は後者ではないかと推測している。

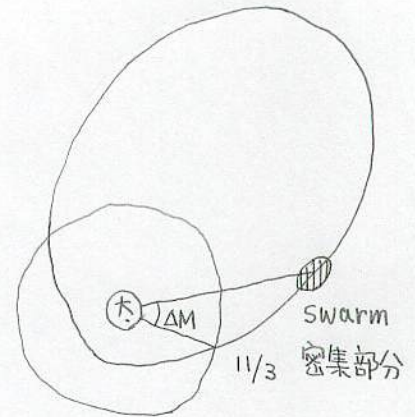


# Meteor observations in Japan: new implications for a Taurid meteoroid swarm

D. J. Asher<sup>1</sup> and K. Izumi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Communications Research Laboratory, 893-1, Hirai, Kashima-shi, Ibaraki-ken 314-0012, Japan

<sup>2</sup>Nippon Meteor Society, 812-8 Namiki-machi, Shibukawa-shi, Gunma-ken 377-0033, Japan



Accepted 1997 December 12. Received 1997 November 3; in original form 1997 July 11

## ABSTRACT

Observational evidence is sought that the long-term ( $10^4$  yr) action of a mean motion resonance with Jupiter can produce structure in a meteoroid stream, concentrating meteoroids in a dense swarm. More specifically, predictions tabulated by Asher & Clube of enhanced meteor and fireball activity from a Taurid Complex swarm in the 7:2 resonance are compared with observational data collected in Japan over several decades. The swarm model was proposed for reasons independent of the observations analysed here, and these newly considered data are shown to be consistent with it. This allows increased confidence in the Taurid swarm theory, and more generally could mean that resonant trapping is a dynamical mechanism affecting a significant amount of meteoroidal material in the inner Solar system.

**Key words:** comets: individual: 2P/Encke – meteors, meteoroids.

## 1 RESONANT TRAPPING AND THE STRUCTURE OF METEOROID STREAMS

The basic principles of meteoroid stream formation and evolution are well understood (Williams 1995). In the first stage (time-scale, e.g.,  $10^2$  yr), small differences in orbital period  $P$ , due to ejection velocities or (for small particles) radiation pressure, cause dispersion along the orbit of the parent body. The rate of spread in mean anomaly  $M$  depends fairly straightforwardly on the dispersion in  $P$ . This stage, then, is characterized by a *partial* extent of meteoroids around the orbit. During this process, trails such as those observed by the Infra-Red Astronomical Satellite (*IRAS*) are formed (Sykes & Walker 1992; Kresák 1993).

After meteoroids are distributed around all values of  $M$ , other dispersive mechanisms, planetary perturbations in particular, act (e.g. over  $10^3$  yr) to broaden the stream, which will eventually be lost in the sporadic background. Although a catastrophic fragmentation with high-speed ejecta could produce an immediately broad distribution of meteoroids, usually (and especially with comparatively low-speed ejection by normal cometary processes) meteoroids are regarded as remaining in a rather narrow band about the orbit of the parent while the stream increases its extent in  $M$ . The broadening mechanisms tend to act over a longer time-scale, after  $360^\circ$  dispersion in  $M$  has been achieved.

Concentrations of recently released material that extend only partially around the orbit can lead to dramatic increases in meteor shower activity in years when the Earth intersects that part of the orbit, as, for example, with the Perseids and Leonids. However, another way to produce yearly variations in shower activity, which is less dramatic but involves some interesting long-term dynamics, is to have a mechanism that can systematically concentrate particles

at preferential values of  $M$ . That is, in the long-term (long enough for the broadening mechanisms to act), meteoroids do not spread in  $M$  at the rate that might be suggested by their original differences in  $P$ . The action of a mean motion resonance, most probably with Jupiter, as the most massive planet, can achieve this. A related but distinct mechanism to produce yearly variations has been demonstrated by Froeschlé & Scholl (1986) with orbits similar to observed Quadrantid orbits, where resonant particles in particular ranges of  $M$  undergo different nodal precession, thus forming separate arcs.

Asher & Clube (1993, hereafter Paper I) described a model of a meteoroid swarm at the heart of the Taurid Complex and in 7:2 resonance with Jupiter. The theory arose from observations that in some years spanned the relatively broad interval of as much as two weeks, strongly suggesting (although not necessitating) that it is the *long-term* dynamical processes just described that are relevant.

By searching the large data set comprising meteor observations of the Nippon Meteor Society over the past six decades, we can now make a stronger test than before of the model. This has important implications for meteoroid stream dynamics, for while we know that resonant trapping can happen in theory, it is not clear quantitatively the extent to which the resonant mechanism can, over long time-scales, overcome the effects that disperse the stream. It seems valuable to demonstrate observationally the (possible) existence of such a resonant structure.

## 2 MODEL

The Taurid swarm theory has been described in various places (Paper I; Asher 1991, 1994; Asher et al. 1994). In this section we summarize the essential features.



In meteoroid stream studies, detailed models can be constructed, with many parameters. However, caution is advisable, as the introduction of enough free parameters can make it too easy to fit a given set of observational data, without much justification of why the model should be preferred over other models. Therefore, with the Taurid swarm theory, we do not combine all available data to specify a more detailed model than before, but rather use the newly available data as a test of the model derived from previously known data. Previous computer simulations can be reduced simply to a set of years in which enhanced meteor activity is expected; these years can then be compared with observations.

Typically, the action of a mean motion resonance causes close approaches to the planet in question to be avoided (Öpik 1976; Greenberg 1977; Milani et al. 1989). The Taurids, in cis-Jovian orbits of high eccentricity, come closest to the orbit of Jupiter when they are near aphelion, and a resonant particle thus librates in  $M$  about a point – the *resonance centre* – which maximally avoids Jupiter during aphelion passages. The location of this point in  $M$  (i.e., along the orbit) evidently depends on the longitude of aphelion, equivalently the longitude of perihelion  $\varpi$ . Resonant particles with similar  $\varpi$  will have a distribution in  $M$  concentrated around the resonance centre. Defining the swarm model consists of specifying the position of the centre, and the extent of the spread about the centre.

Some years ago, attention was drawn (Clube & Asher 1990) to a set of 26 Taurid fireballs seen by Dutch observers over two weeks in 1951 (van Diggelen & de Jager 1955), and a meteoroid bombardment of the Moon detected by seismometers over 10 days in 1975 (Dorman et al. 1978), as being manifestations, respectively before and after perihelion, of the same meteoroid swarm (although the full possible significance of the 7:2 resonance was not discussed). The 1975 June and 1951 November data can directly be used to *define* the location of the resonance centre. While the passages of Comet 2P/Encke (well known to be associated with the Taurids; Whipple 1940) below and above the orbit of the Earth define dates of 30 June and 3 November, the midpoints of the 1975 and 1951 activity give 23 June and 3 November, whence  $\varpi = 156^\circ.5$ . This mean  $\varpi$  of the swarm yields  $M$  of the resonance centre as a function of time, by simple calculations (considering longitudes of Jupiter and the resonance centre), the details of which (Paper I; Asher 1991) we omit here.

The distribution of particles in  $M$  about the resonance centre depends on their distribution of libration amplitudes on release (i.e., on details of the parent's libration and on ejection velocities from the parent), and on their subsequent orbital evolution. However, the introduction of free parameters can be avoided because, within  $10^4$  yr, continual small perturbations from the Earth and Venus cause an equilibrium distribution in  $M$  to be reached. Dynamical simulations, including the long-term effects of the Earth and Venus, define the equilibrium distribution of swarm particles about the resonance centre, independently of observations. There is found (Paper I; Asher 1991; Asher et al. 1994) to be a fairly uniform density within about  $\pm 30^\circ$ , falling to low values by around  $\pm 40^\circ$ .

The meteoroids' values of  $M$  are easily related to variations in shower activity by considering  $\Delta M$ , the displacement in  $M$  of the resonance centre from the point at which the swarm orbit crosses the orbit of the Earth, on the date when the Earth is at that point. If  $|\Delta M|$  is below  $30\text{--}40^\circ$ , enhanced activity is expected. Thus in the tables below, values of  $\Delta M$  within  $\pm 40^\circ$  are noted.

It was regarded as encouraging (Asher 1991) that 1978 gave a clearly better Taurid display than 1979 (Henshaw 1979), and 1988 than 1989 (Markham 1988, 1990). We now consider further

observational meteor data. Individual orbits of a precision whereby their resonant or non-resonant character can be ascertained do not exist, in large quantity at any rate, but there are extensive and reliable data in the form of number counts, which can easily be compared with predictions of the theory to see if the years of increased activity are correct.

It has been tentatively suggested (Asher 1991), primarily on the basis of the 1951 observations (van Diggelen & de Jager 1955), that meteoroids in the proposed swarm are giving Northern rather than Southern Taurid meteors, but as this is uncertain, we consider all Taurids in this paper.

### 3 JAPANESE METEOR OBSERVATIONS OVER SIX DECADES

Observers in the Nippon Meteor Society (NMS) have monitored the Taurids for many years, and so we have checked past records of the Society. From 1972 onwards, there are extensive quantitative data. Prior to this, detailed data values do not tend to have been reported; rather, there is typically just a sentence or two written about Taurid activity. Nevertheless, these briefer reports also yield valuable information.

Table 1 shows the data since 1972, first as given in NMS Astronomical Circulars, and secondly as observed personally by one of the authors (Izumi 1996). There is slight overlap between the two, as Izumi has been one of the many contributors to the data set from which the NMS figures are derived, but we give both here: the NMS data have the advantage of being based on a larger total of observations and the personal data have the advantage of being free of biases between different observers.

Since the Taurids as a whole contain a large number of meteors, overall Taurid rates may disguise yearly variations (Bone 1989, 1991) that we are proposing are due to the resonant swarm. However, it has been noted (Asher 1991, 1994) that as well as the correct dates for the swarm (the end of October and the first ten or so days of November, compared with general Taurid activity lasting for most of October and November), particularly *bright* meteors may be significant, although this depends on the efficiency of radiative forces in removing small particles from the resonance (see Gonczi, Froeschlé & Froeschlé 1982). Therefore Table 1 lists some figures specific to relevant dates, or to bright meteors, in case it is these specific figures that best show the yearly variations being sought.

Columns (a) to (e) of Table 1 give the yearly observational data, and column (f) the predictions of the resonant swarm model described in Section 2. Other factors that could be considered to affect the number of Taurids observed – the position of Comet 2P/Encke and the lunar conditions – are given in columns (g) and (h).

The fireball counts [see especially column (c)] seem to confirm the 1978 and 1988 features mentioned in Section 2, with possibly something similar in 1974. The value of  $\Delta M$  for 1974 is  $-42^\circ$  [cf. column (f)]. It is possible that a notable submicron dust detection in 1974 November (Singer & Stanley 1980) related to particles released from swarm meteoroids (Clube & Asher 1990), although in this paper we are directing attention more towards meteoroids large enough to produce fairly bright meteors.

There are further, albeit less detailed, data from earlier years and so at the left of Table 2 (after Paper I) we list the years in which swarm encounters are predicted. We searched NMS reports for years of notable Taurid activity, to see if these matched predictions. Thus against the predicted years, Table 2 lists all years for which, in the publications we examined, increased Taurid activity was



**Table 1.** Taurid activity from 1972 onwards. For each year are given meteor and fireball data from Nippon Meteor Society (NMS) records, observational data as recorded personally by one of the authors (Izumi 1996), and various factors that might be expected to predict years of observed increased activity.

Year	NMS meteor data	Fireball data from NMS		Data from Izumi (1996)		Predicting factors		
	HR (11/1–11/5) (a)	No. (10/1–11/30) (b)	No. (10/25–11/11) (c)	ZHR (10/6–12/1) (d)	No. (10/25–11/11) (e)	$\Delta M$ (f)	Encke (g)	Moon (h)
1972	1.9	2 (1)	1 (0)	1.7	2/4			–24
1973	1.0	3 (3)	3 (2)	1.0*				102
1974	4.2	10 (4)	6 (0)	2.0	0/1		Apr	–128
1975	3.0	4 (2)	4 (2)	2.3	6/26			6
1976	2.7	3 (0)	1 (0)	1.5	1/5			149
1977	2.5	7 (4)	5 (3)	0.7*			Aug	–88
1978	4.2	9 (3)	7 (2)			+23		43
1979	0.0	7 (0)	3 (0)	1.9				178
1980	3.4	3 (2)	3 (2)	2.0*	0/3		Dec	–38
1981	5.0	4 (1)	4 (1)			–18		83
1982	(3.3)	1 (0)	0 (0)					–146
1983	2.5	2 (0)	1 (0)	0.0				–10
1984	2.5	3 (1)	0 (0)	2.4	1/8		Mar	133
1985	2.4	3 (0)	1 (0)	6.1	2/9			–107
1986	2.1	2 (0)	2 (0)	3.8	0/7			24
1987	(3.0)	0 (0)	0 (0)	4.3*			Jul	159
1988	4.7	16 (0)	12 (0)			+5		–58
1989	3.7	1 (0)	0 (0)					63
1990	(1.7)	3 (1)	0 (0)	1.9*	0/2		Oct	–166
1991	3.7	7 (0)	5 (0)	5.9*	0/7	–36		–30
1992	2.4	4 (0)	2 (0)	3.4	2/4			110
1993	1.9	3 (0)	1 (0)	7.2*	0/1			–127
1994	2.7	7 (0)	5 (0)	4.5	2/3		Feb	6
1995	2.4	12 (0)	1 (0)	5.6		+29		143

#### NMS data:

- (a) Hourly rate of Taurids for solar longitude 219–223° (~ Nov 1–5), or if unavailable, for Nov 11–15 (indicated by brackets).  
 (b) Total number of Taurid fireballs, from all of October and November, reported to the NMS. First number refers to those of mag –3 or brighter, with the additional number of mag –2 in brackets.  
 (c) As (b) but restricted to Oct 25–Nov 11.

#### Personal data:

- (d) Average zenithal hourly rate (ZHR) for Taurids between October 6 and December 1, asterisks indicating when the figure is based on few data. ZHR is the observed number of meteors per hour normalized to the radiant being at the zenith, a limiting magnitude of 6.5 and zero cloud cover; thus the observed hourly rate is multiplied (Roggemans 1987) by  $r^{6.5-m_i} (1-f)^{-1} \cos^{-\gamma}(90^\circ - h)$  where  $m_i$  is the limiting magnitude,  $f$  is the fraction of cloud cover,  $h$  is the radiant altitude and  $\gamma=1.5$ . The population index is  $r$  taken as 1.6, appropriate for the Taurids.  
 (e) Taurid meteors from October 25 – November 11 observed by Izumi (1996): the two figures are the total number brighter than mag 0 out of the total number of all magnitudes.

#### Predictions:

- (f)  $\Delta M$  for the swarm model, from Paper I. This is the amount in mean anomaly by which the central point of the swarm misses Earth encounter. Shown when  $|\Delta M| < 40^\circ$ , as this is approximately when enhanced activity is expected.  
 (g) Perihelion passage month of 2P/Encke (orbital period 3.30 yr). Taurid meteors are produced by meteoroids intersecting the Earth's orbit a month or so before perihelion. (The pre-perihelion branch of Encke's orbit misses the Earth's orbit by 0.19 au.)  
 (h) Right ascension of Moon relative to Sun at November 4.0. As Taurids have radiants not too far from the solar opposition point, values near  $0^\circ$  are favourable (new moon) and those near  $\pm 180^\circ$  are unfavourable (full moon).

observed. Encke and Moon columns are given as with Table 1. The years highlighted by a black dot seem exceptional on the basis of these reported observations alone. In four of the years, substantial fireball activity was recorded, and the fifth showed an hourly rate of 10, which is unusually high for Taurids, six (at maximum) being more typical (Izumi 1996). One year (1937) does not relate to observations in Japan but seems worth listing as the one extra year to which attention was drawn by Furuhashi (1980), numerous fireballs being detected by the photographic programme operating at Harvard at the time.

Since the five highlighted years of observation are all among the predicted years, this lends strong support to the resonant swarm theory. A statistical test will make this statement more rigorous; we use a variation on the Q-test of Matsumoto & Kubotani (1996). A

Monte Carlo method is employed to determine how often as good a match of predictions to observations could be expected by chance.

Each Monte Carlo trial consists of taking the period from 1900 to 2008, for which 24 years of predicted swarm encounters were tabulated in Paper I (the subset of these years, from 1934 to 1971, are the years in the leftmost column of Table 2 of the present paper). This real sequence of predicted years is randomized by fixing the endpoints 1900 and 2008 but scrambling the 23 intervals in between (cf. Matsumoto & Kubotani 1996). This ensures that the randomized sequence maintains properties of the original sequence, in particular the fact that the intervals between successive swarm encounters are always 3, 4 or 7 yr, while also ensuring that encounters in the period from 1934 to 1971 occur at unexpected times compared to the original sequence. The observed years are



**Table 2.** Comparison of predictions with observations, up to 1971. The first two columns, after Paper I, give all years (from 1934 onwards) in which swarm encounters are predicted, together with the  $\Delta M$  parameter. The next two columns give all years in which observed meteor and fireball activity up to 1971 has been recorded by the NMS, with notes and references (OAA = Oriental Astronomical Association). The years marked • are especially notable on the basis of these observations. The column headed 'Encke' gives the perihelion passage month of Comet 2P/Encke. The final column gives the right ascension of the Moon relative to the Sun at November 4.0 (values near  $0^\circ$  correspond to favourable viewing conditions and those near  $\pm 180^\circ$  unfavourable; cf. Table 1).

Predicted year	$\Delta M$	Observed year	Notes (reference)	Encke	Moon
1934	29	• 1934	Many fireballs (Furuhata 1980)	Aug	-38
1937	-12	• 1937	Many fireballs photographed in Harvard (Furuhata 1980)	Dec	9
1944	11			Aug	-132
1947	-30			Dec	-108
1951	35			Mar	63
1954	-6	• 1954	More activity & many fireballs (Circular 27, Meteor Section, OAA, 1954)	Jun	96
1961	17	1961	More activity in Nov	Jan	-47
		1963	More activity		-144
1964	-24	• 1964	More activity; HR=10 in Nov (NMS Monthly Report, No. 101, 1964)	Jun	-2
		1967	More activity	Sep	25
		1968	More activity in Nov		167
		1970	More activity		61
1971	-1	• 1971	More activity and many fireballs (NMS Monthly Report, No. 184, 1971)	Jan	-165

then compared to the randomized sequence, the number of matching years being counted.

Of 100 000 such trials, 1900 had all five observed years corresponding to years appearing in the randomized sequence. (The standard deviation of this figure of 1900 is  $\sim 40$  for a binomial distribution, so the figure is reliable.) Therefore at a significance level of 98 per cent, we can reject the null hypothesis that the correspondence of observed and predicted years is due to chance.

Alternatively, a similar statistical test can be performed using the set of all observed years listed in Table 2, not just the five highlighted years. Six of these 10 years match the predicted years. Of 100 000 Monte Carlo trials, 4700 had six or more observed years corresponding to years appearing in the randomized sequence, giving a significance level above 95 per cent.

#### 4 POSSIBLE EXPLANATIONS

In addition to the 1951 and 1975 observations, from which the model parameters can be derived, seven further years (1934, 1937, 1954, 1964, 1971, 1978, 1988) have now been found that are notable from Taurid meteor observations, and all seven are predicted by the swarm model. The first five of these seven years had not previously been identified in connection with the swarm theory. In Section 3 we demonstrated that the fact that exceptional Taurid activity was reported in these five years is consistent with the theory at a high significance level. In addition, observations (Giddings 1946; Frank, Sigwarth & Craven 1987), the source of which is debatable but which could also be meteoroids, and so could relate to swarm apparitions in 1931 June and 1981 November, have previously been noted (Paper I; Asher et al. 1994).

The most obvious small adjustment to allow in the model would be an additive constant (less than  $15^\circ$ , say) to all the values of  $\Delta M$ , corresponding to a small uncertainty in the swarm's (average) value of  $\varpi$ . Values of  $\Delta M$  other than those we give here can easily be calculated, noting that the resonance centre moves  $360^\circ$  in 3.39 yr. Thus the swarm advances by  $319^\circ$  (i.e., regresses by  $41^\circ$ ) in 3 yr, by  $65^\circ$  in 4 yr, and by  $24^\circ$  in 7 yr, with a near repetition every 61 yr (18 orbital periods). This could improve the fit of the observations by making the swarm apparitions have  $\Delta M$  nearer zero, and may be

worthwhile as a future endeavour, but is not performed here as introducing a free parameter would make the result less significant statistically.

A model considering 2P/Encke seems to explain the observations much less well (Tables 1, 2). Indeed, Izumi (1996) noted a tendency (in the data from 1972 onwards) for Taurid activity to increase a year after Encke returns, rather than when Encke is nearby). Relative to the 7:2 resonance centre, Encke advances by about 0.09 yr per revolution and so over half a century there is certainly enough difference to distinguish between the models. The later dates (Table 1) are in fact fitted rather worse by an Encke model than the earlier dates of Table 2, because of this gradual drift between Encke and resonance centre.

One could propose a general swarm to explain the years in which increased activity was seen, deriving a best fitting orbital period regardless of the resonance. The swarm would consist of meteoroids that had been ejected recently (so as not to be fully dispersed in  $M$ ) but at high speed (to give the cross-section of two weeks). While this is possible, it is an *ad hoc* hypothesis.

The remaining important question is whether the observations genuinely represent the meteor and fireball activity or whether, for whatever reason, the years of notable activity just reflect years when observations (visual and other) were done at all. Presenting data for all years from 1972 onwards (Table 1) was an attempt to address this problem. With the earlier years, observers of the past several decades have certainly not been specially directing their efforts towards detection of the proposed Taurid swarm, and so there must be another reason for the good match of observations with predictions.

In this respect, one might invoke the lunar phase as an explanation, as there is a tendency for favourable conditions in many of the years in question. However, this tendency does not cover all the years (1971 had bad lunar conditions), and moreover, especially enhanced activity has not been found in years with good lunar phase but unfavourable  $\Delta M$ . At this stage, therefore, especially given the statistical test applied in Section 3, the resonant swarm appears to offer the best explanation of the observations of greatly enhanced numbers of Taurids in some years but not in others.



**Table 3.** Predicted future years of swarm encounters, in early November ( $\pm$  a week).

Year	$\Delta M$
1998	-13
2005	11
2008	-30

±30° 以内が  
流星数増加

## 5 CONCLUSIONS AND PREDICTIONS

Since the Taurids are known to produce enhanced activity of fireballs and bright meteors in some but not all years, there are evidently one or more concentrations within the Taurid meteoroid stream. It is possible that as yet unspecified concentrations produce what is observed. However, we have presented statistically significant evidence that a single, dominant concentration can explain most (in fact all, to date) observed years of enhancement, and thus is a single, unifying theory for the observations. This model, describing a meteoroidal swarm formed by the action of the 7:2 mean motion resonance with Jupiter, makes quite strong predictions of the expected years of enhanced activity. We have shown that these predictions are consistent with observations to date, demonstrating the importance of long-term (decades) monitoring of meteor showers.

A dynamical phenomenon in meteoroid stream evolution has been described; a notable point is the long time-scale involved (as compared to the situation in which enhanced shower activity results from the proximity of the parent, as with the Leonids and the Perseids). That the proposed Taurid swarm is large enough to show clearly observable yearly variations implies that a substantial source has fed meteoroids into the swarm.

An independent confirmation of this source object, if it still exists, would naturally be desirable, for studies of both resonant dynamics and the Taurid Complex. The possible current location of the body in relation to the *IRAS* trail and to an outflow of dust from its descending node (Roosen, Berg & Farlow 1973) has been discussed elsewhere (Paper I: Clube & Asher 1990). The trail was observed in a position suggesting that it could be associated with a resonant parent from which 2P/Encke separated shortly before its (Encke's) first recorded observation in 1786 (Paper I: Asher 1991).

If the swarm does have a resonant source embedded in the *IRAS* trail, new epoch (it now being over a decade since the *IRAS* survey) infrared trail observations could be valuable, as it can be predicted that 2P/Encke and the resonant parent would have separated significantly since the time of *IRAS*. Most importantly, however, we emphasize the value of continued meteor shower observations, as in the end this is what can confirm or refute the resonant swarm theory. Table 3 gives future years (after Paper I)

when the resonant swarm is predicted to produce bright Taurid meteors and fireballs.

## ACKNOWLEDGMENTS

We thank the referee, Dr W. M. Napier, for a thoughtful reading of the manuscript, which enabled us to make major improvements to the paper.

## REFERENCES

- Asher D. J., 1991, DPhil thesis, Univ. Oxford  
 Asher D., 1994, in Roggemans P., ed., Proc. Int. Meteor. Conf., Puimichel, 1993. International Meteor Organization, Potsdam, p. 88  
 Asher D. J., Clube S. V. M., 1993, QJRAS, 34, 481 (Paper I)  
 Asher D. J., Clube S. V. M., Napier W. M., Steel D. I., 1994, Vistas Astron., 38, 1  
 Bone N. M., 1989, Astron. Now, 3(4), 6  
 Bone N. M., 1991, J. Brit. Astron. Assoc., 101, 145  
 Clube S. V. M., Asher D. J., 1990, in Lagerkvist C.-I., Rickman H., Lindblad B. A., Lindgren M., eds. Asteroids, Comets, Meteors III. Uppsala Universitet, Uppsala, p. 275  
 Dorman J., Evans S., Nakamura Y., Latham G., 1978, Proc. Lunar Plan. Sci. Conf., 9, 3615  
 Frank L. A., Sigwarth J. B., Craven J. D., 1987, Geophys. Res. Lett., 14, 164  
 Froeschlé C., Scholl H., 1986, in Lagerkvist C.-I., Lindblad B. A., Lundstedt H., Rickman H., eds. Asteroids, Comets, Meteors II. Uppsala Universitet, Uppsala, p. 555  
 Furuhashi M., 1980, Tenmon to Kisho (Astronomy and Weather), October, p. 25  
 Giddings N. J., 1946, Sci., 104, 146  
 Gonczl R., Froeschlé Ch., Froeschlé Cl., 1982, Icarus, 51, 633  
 Greenberg R., 1977, Vistas Astron., 21, 209  
 Henshaw C., 1979, Astronomer, 16, 163  
 Izumi K., 1996, in Shiotani K., ed., Proc. 37th Nippon Meteor. Soc. Ann. Conf. Nippon Meteor. Society, Toyama, p. 33  
 Kresák L., 1993, in Štohl J., Williams I. P., eds. Meteoroids and their Parent Bodies. Slovak Academy of Sciences, Bratislava, p. 147  
 Markham T., 1988, Astronomer, 25, 158  
 Markham T., 1990, Astronomer, 26, 200  
 Matsumoto M., Kubotani H., 1996, MNRAS, 282, 1407  
 Milani A., Carpino M., Hahn G., Nobili A. M., 1989, Icarus, 78, 212  
 Öpik E. J., 1976, Interplanetary Encounters, Elsevier, Amsterdam  
 Roggemans P., ed., 1987, Handbook of Visual Meteor Observations. International Meteor Organization, Mechelen  
 Roosen R. G., Berg O. E., Farlow N. H., 1973, in Hemenway C. L., Millman P. M., Cook A. F., eds. NASA SP-319. Evolutionary and Physical Properties of Meteoroids. NASA, Washington DC, p. 223  
 Singer S. F., Stanley J. E., 1980, in Halliday I., McIntosh B. A., eds. Proc. IAU Symp. 90. Solid Particles in the Solar System. Reidel, Dordrecht, p. 329  
 Sykes M. V., Walker R. G., 1992, Icarus, 95, 180  
 van Diggelen J., de Jager C., 1955, in Kaiser T. R., ed., Meteors. Pergamon, Oxford, p. 162  
 Whipple F. L., 1940, Proc. Am. Phil. Soc., 83, 711  
 Williams I. P., 1995, Earth, Moon, Planets, 68, 1

This paper has been typeset from a  $\text{T}_{\text{E}}\text{X}/\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$  file prepared by the author.



## ジャコビニ群速報

## ★出現状況

DATE	JST	TIME	aM	Spo	Gia	Lm	CL	Dir	Obs.	Meth.
------	-----	------	----	-----	-----	----	----	-----	------	-------

Oct/1998

02/03 19:30-20:30	60	6	4	2	5.3	0	Dra	橋本岳真	V(P)	
02/03 20:30-21:30	60	4	4	0	5.1	0	Dra	橋本岳真	V(P)	
03/04 20:00-21:00	60	9	8	0	5.0	2	Z	長田和弘	V(P)	
03/04 21:00-22:00	60	10	10	0	5.0	1	Z	長田和弘	V(P)	
03/04 21:30-22:30	60	6	6	0	4.6	0	Cyg	橋本岳真	V(P)	
04/05 19:00-20:00	60	8	7	1	4.8	2	Z	長田和弘	V(P)	
04/05 20:00-21:00	60	7	5	2	5.0	2	Z	長田和弘	V(P)	
04/05 21:00-22:00	60	9	7	2	5.2	1	Z	長田和弘	V(P)	
05/06 19:00-19:50	50	10	6	4	5.1	0	Dra	阪口満栄	V(P)	
06/07 18:15-19:15	60	8	6	2	5.0	1	Z	長田和弘	V(P)	
06/07 19:15-20:30	75	12	8	4	5.0	2	Z	長田和弘	V(P)	
07/08 20:45-21:47	53	3	3	0	4.3	1	Cep	前田幸治	V(P)	
07/08 21:51-23:00	61	2	2	0	4.8	0	Cep	前田幸治	V(P)	
07/08 21:05-21:40	35	10	5	5	5.1	3	Dra	阪口満栄	V(P)	
極大日の観測については日本流星研究会の高梨雅彰氏による下記のジャコビニ群仮集計をご覧ください										
09/10 19:15-20:00	75	4	1	3	10.0	0	Dra	殿村泰弘	T(P)	
09/10 19:30-20:30	60	17	15	2	5.2	2	Z	長田和弘	V(P)	
09/10 20:00-21:00	60	3	0	3	9.0	0	Dra	殿村泰弘	T(P)	
09/10 21:00-22:00	60	15	9	2	4.8	3	Dra	阪口満栄	V(P)	
10/11 21:45-23:00	75	21	14	1	5.5	1	Z	長田和弘	V(P)	
11/12 19:00-20:00	60	4	0	2	6.0	0	Peg	殿村泰弘	V(P)	
11/12 20:30-21:00	60	5	1	1	6.0	0	Peg	殿村泰弘	V(P)	

## ★輻射点情報

No.	Ls	YMD(UT)	CONST	R. A	DEC	N	d	Wt	Vel	Mag	HR	Obs.	Meth
1.	191.066	1998/10/04.48	$\gamma$ Dra	262	+52	4	1.5	1	S-rS	2.8	1.3	長田和弘	V(P)
2.	192.011	1998/10/05.44	$\mu$ Dra	257	+54	4	3	P	rS	2.5	4.8	阪口満栄	V(P)
3.	192.986	1998/10/06.43	$\gamma$ Dra	265	+55	5	3	1	S-rS	3.2	2.2	長田和弘	V(P)
4.	194.051	1998/10/07.51	$\beta$ Dra	265	+52	5	3	P	S-rS	1.2	8.6	阪口満栄	V(P)
5.	194.998	1998/10/08.47	$\gamma$ Dra	265	+53	15	3	2	S-rS	1.2	6.4	阪口満栄	V(P)
6.	195.067	1998/10/08.54	$\xi$ Dra	271.0	+58.2	22	4	4	vS	3.0	11.0	沼澤茂美	TV

## ★火球

10/07 21h11m21s Mag=-3 Vol=rS 298,+47 -&gt; 310,+43

この他、関口孝志(2/3=1)、阪口満栄(1/2=1, 3/4=1)、伊藤修(6/7=1)の各氏から目撃情報が寄せられています。

## 過去の検出輻射点

[検索条件] 1970-1998, 10/1-20,  $247 \leq \alpha \leq 277$ ,  $39 \leq \delta \leq 69$ ,  $N \geq 4$ 

Ls	Date(UT)	R. P name	R. A	Dec	N	d	Wt	Vel	Mag	HR	Obs.	Method
196.603	1931/10/09.92	-	265	+53	5	-	2	-	-	-	-	V
197.465	1953/10/10.438	-	265	+52	5	-	2	-	-	-	-	V
196.406	1969/10/09.46	-	265	+54	5	-	-	-	-	-	-	V
195.932	1971/10/09.5	$\gamma$ Dra	263	+52	4	-	-	-	-	-	及川聖彦	V
195.454	1985/10/08.60	$\gamma$ Dra	264	+58	8	3	1	-	-	3.0	上田恵子	V
195.365	1985/10/08.51	$\nu$ Dra	266	+55	4	3	1	-	-	-	福岡天文G	V
195.434	1985/10/08.58	$\gamma$ Dra	273	+53	7	-	-	-	-	-	高知G	V
195.375	1985/10/08.52	$\gamma$ Dra	277	+55	13	5	1	-	-	-	高梨雅彰	V
195.252	1997/10/08.47	$\xi$ Dra	271	+58	6	3	1	vS-S	2.7	2.0	橋本岳真	V
195.232	1997/10/08.45	$\gamma$ Dra	272	+54	6	8	1	vS-rS	3.3	2.0	長田和弘	V



MSS-088

Leo  
 UT 8:30-9:30 33/60 min 11:54 40/sec  
 9:50-10:50 192/60 min 12:40 30/min  
 11:10 30/min 12:31 天文黎明  
 11:30 数后/min

# Great Leonid Meteor Shower of 1966



Near the maximum of the Leonid shower on the morning of November 17, 1966, Dave McLean recorded this cascade of meteors near the western horizon from atop Kitt Peak in Arizona. On the left, a fireball exploded in a brilliant terminal burst below the 1st-magnitude star Rigel in Orion (top left). The stars of Eridanus are in the central part of the field.

**A**N INTENSE RAIN of thousands upon thousands of Leonid meteors fell over the western United States for a short interval on the morning of November 17th. This brilliant display rivaled the historic Leonid showers of November 12, 1799, in Peru, and November 13, 1833, when "stars fell on Alabama" and elsewhere in vast numbers.

"Meteors coming too rapidly to count" was the experience of all who saw the climax of this year's great storm of Leonids from such favorable regions as Arizona, Colorado, New Mexico, and Texas. At the critical time, however, clouds covered most of the Far West. To the east conditions were varied, with rain in New England. Where it was clear along the Atlantic seaboard, dawn ended observing while the shower was still on the increase.

As mentioned in the November issue

(page 251), the 1965 zenithal hourly rate for Leonids was only about 50, and few astronomers shared H. B. Ridley's confident expectation of at least 100 Leonids an hour in 1966. It turned out that this prediction was about 1,000 times too small!

Only highlights can be noted in the following synopsis of scores of reports from observers, who worked as individuals and in groups. We begin with the striking results from Arizona and other places in the Southwest, and round out the picture from the remainder of the country.

## ARIZONA

"A rate of around 150,000 per hour was seen for about 20 minutes," writes Dennis Milon of Tucson, Arizona, who with a dozen other amateurs watched from 6,850-foot Kitt Peak. Apart from some clouds, the sky was clear enough to

2,100 m

reveal the gegenschein just west of the Pleiades. Mr. Milon continues:

"From 8:30 to 9:30 Universal time (1:30 to 2:30 a.m. Mountain standard), we made meteor counts and magnitude estimates for Dr. Peter Millman of the National Research Council of Canada. By the end of the hour it was evident a fair shower was in progress, but the 33 Leonids seen gave no indication of the spectacle to come.

"Our second hour of observing began at 9:50. Excitement grew as the rate climbed and the number of bright meteors increased. Our timekeeper Roger Duewel was frantically calling out serial numbers as all nine observers, it seemed, yelled at once 'Meteor! Meteor!' and 'More observing forms!' In that hour one observer logged 192 Leonids, while another counted 30 brighter than magnitude 0.

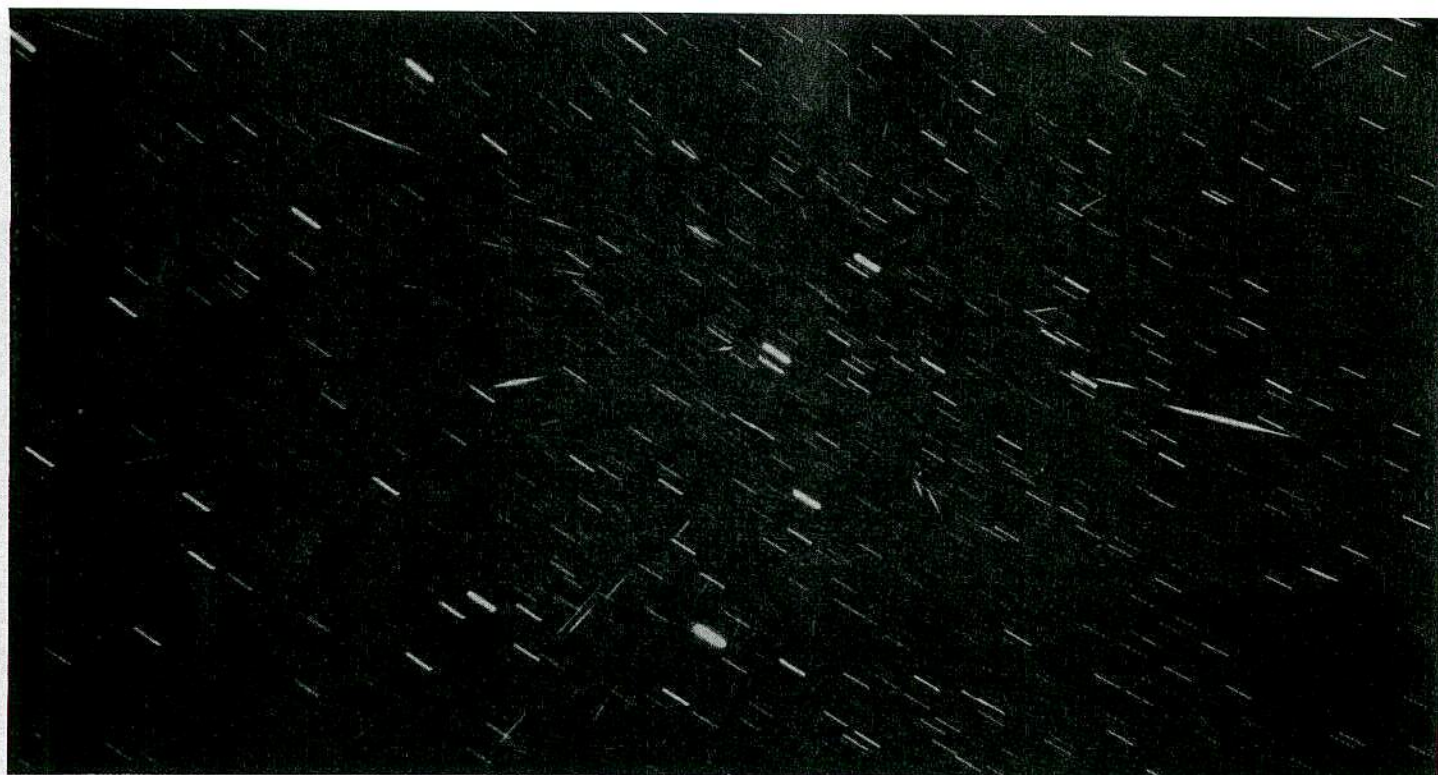
"But it was getting impossible for us to write down the magnitude estimates, for the meteors came faster and faster. We stopped recording magnitudes and started making only counts. The single-observer rate went up to about 30 a minute by 11:10, when a fireball of magnitude -8 exploded dramatically.

"The sky began to rain shooting stars. By 11:30 there were several hundred a minute. A quarter-hour later, the meteors were so intense that we were guessing how many could be seen in a one-second sweep of the observer's head. The fan-



Another brilliant Leonid fireball, photographed on November 17th by Robert Hillenbrand during an observing session of the Evansville Astronomical Society in Indiana. This meteor began near Psi Ursae Majoris (top left) and burst above Gamma. Mr. Hillenbrand used a Pentax camera with an f/1.8 lens and Ektachrome color film, from which this black-and-white reproduction was made.





At the peak of the shower, the radiant was distinctly delineated by the meteors pouring from it, as shown by these photographs made on Kitt Peak. The negative of Dennis Milon's  $3\frac{1}{2}$ -minute exposure (above) shows 61 meteors; an equal exposure by Dave McLean (below) shows 70. Note the latter's two "point" meteors, which appeared head on at the radiant.

Regulus is near bottom center in each picture. Tri-X film and 105-mm. lenses were used by both observers.

tastic rate of 40 per second was reached at 11:54, difficult to gauge but the consensus of our observing group.

"Since meteors were simultaneously visible in all parts of the sky, the foreshortening of their paths around the radiant was especially noticeable. Jack Sulentic commented that looking directly at the radiant gave him an impression of the earth moving through space toward Leo. Viewing with wide-field 13-degree binoculars, I was fascinated by the Leonids slowly burning in through the Sickle. One came in glowing green, and I watched its twisted train drift northwestward at several degrees a second. Everywhere I looked with binoculars I saw one or more trains."

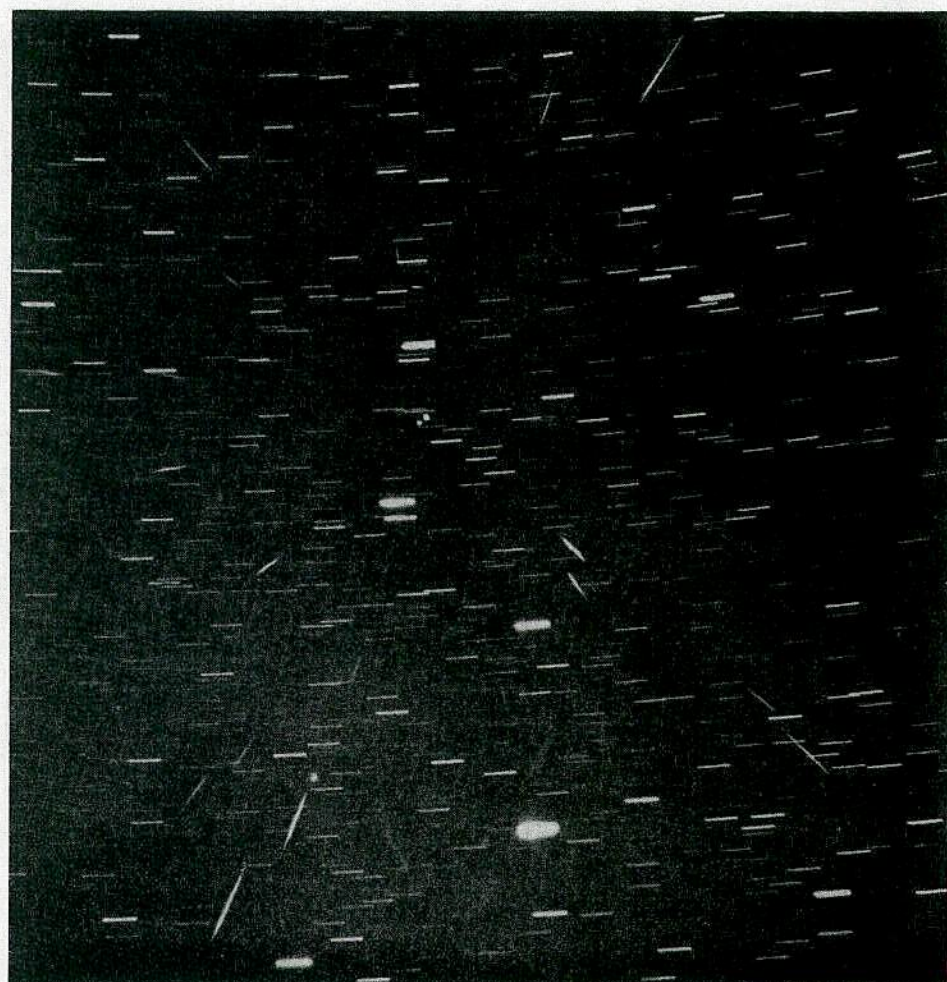
Then the extraordinary spectacle began to wane. There had been over 1,000 meteors a minute from 11:30 to 12:30, with a peak of perhaps 2,400 per minute

at 11:55. "By 12:40 the shower was back down to 30 per minute," writes Mr. Milon. "We continued to see Leonids in the brightening dawn sky until a beautiful Arizona sunrise closed our observing." At Kitt Peak that morning, astronomical twilight began at 12:31 UT, this being the time when the sun was 18 degrees

below the horizon. The sun rose at 13:57 UT.

#### CALIFORNIA

At Table Mountain Observatory, near Wrightwood, California, James W. Young and Charles Capen made photographic and visual observations of the Leonids



#### ABOUT THE FRONT COVER

In this montage of five Leonid-shower portraits on November 17th, we see (counterclockwise from upper left): 1, three Leonids in Perseus, with the Pleiades at left; 2, a brilliant fireball exploding just north of Mu Ceti; 3, a Leonid streaking toward the inverted Little Dipper, and beginning to flare near Kochab; 4, meteors near Gamma Eridani; 5, a bright Leonid passing Mizar and Alcor in the Big Dipper handle.

All pictures were taken with f/1.9 lenses on High Speed Ektachrome. No. 5 (upper right) is by T. B. Kirby and T. P. Pope in New Mexico at 12:13 UT, the others by D. Pearson in Arizona about 11:55.



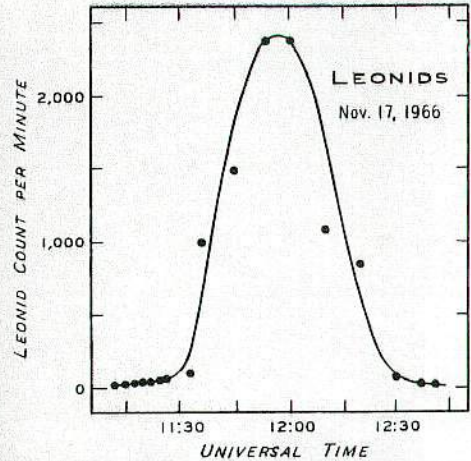


At Wrightwood, California, Dale A. Etheridge photographed these Leonids in the north circumpolar sky (the Big Dipper is at right). He used a Hasselblad 500C camera, equipped with an f/2.8 lens of 80-mm. focal length. In front of it was placed a rotating shutter that interrupted the exposure 10 times a second, producing breaks in each meteor's trail. From these the meteor's duration can be determined, and from its path length the apparent velocity across the sky. Mr. Etheridge used Tri-X film.

during the morning of November 17th. "The sky began to clear about 10:20 UT and after 11:00 numerous bright and long-train meteors were observed in a clear sky," reports Mr. Capen. "The rate continued to increase, so we saw a rain of meteors turn into a hail of meteors and finally become a storm of meteors too

numerous to count by 11:50. The scintillating sky looked like a radium spintharoscope, and instinctively we sought to shield our upturned faces from imagined celestial debris."

Mr. Young notes, "By 11:50 the shower had reached a maximum of possibly 10 meteors per second, a figure from several



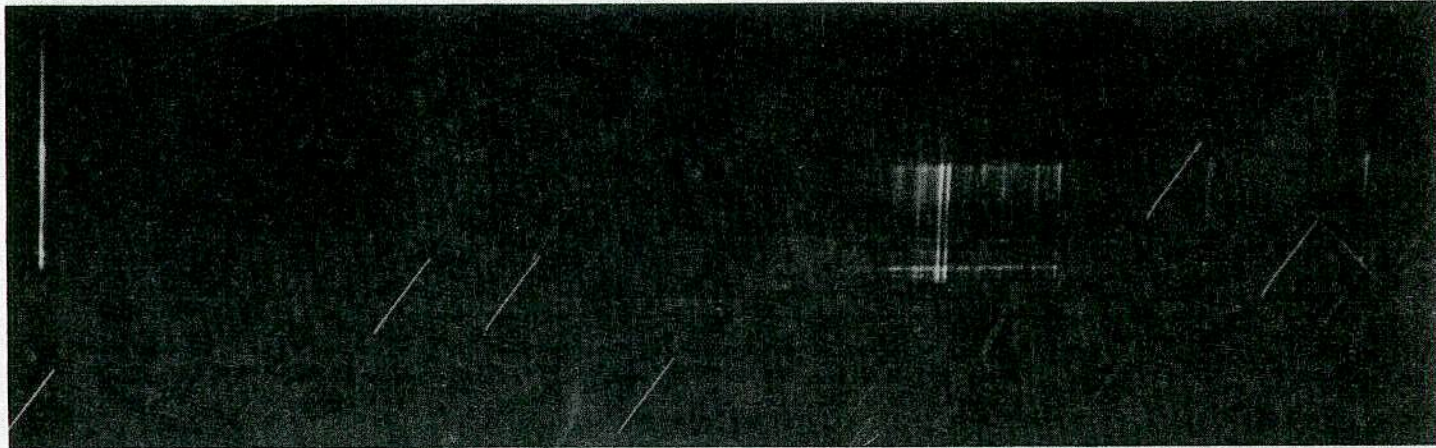
This graph was prepared by Dennis Milon from observations by a 13-man team on Kitt Peak, Arizona. The dots represent various individual observers' counts (or estimates) of the meteors seen in one minute. The great burst of activity began near 11:30 Universal time and lasted about an hour. The peak is some 2,400 per minute.

one-second intervals. The peak seemed to last for about 30 minutes, and did not slacken much until 12:30. At this time larger and brighter meteors were seen. Of the 16 or more fireballs from 11:15 to 13:47, almost all left trains, lasting for up to 20 minutes."

From the Table Mountain narratives, it appears that the peak activity had passed before dawn began to interfere, since astronomical twilight did not begin until 12:58 UT.

#### NEW MEXICO

H. Gordon Solberg, Jr., observed the shower from Las Cruces, New Mexico. He judged that the number of Leonids visible over the entire sky was 15 per second at 11:45 UT, and after moving to a darker location found 25 per second at 12:00. Both these numbers, he suggests, should be divided by three for comparison with conventional counts made by an observer facing in one direction. As it stands, the second estimate corresponds to 90,000 meteors an hour.



At the right is the spectrum of the bright Leonid meteor seen at far left (zero-order image). The most intense spectral features are the H and K lines of ionized calcium. Dale A. Etheridge, of Mt. San Antonio College, exposed Royal-X Pan film for 10 minutes in a Speed Graphic camera of 127-mm. focal length (f/4.7). The spectrum was produced by a grating of 14,440 lines per inch placed in front of the camera's lens.

カ17.11.17 11:50 10/s  
 ニュ-キニ 11:45 15/s } 3~4人の  
 12:00 25/s } 合計  
 コロド 10:53 曇り 11:45 intence  
 11:13 10/分 オクノホ 9:30-10:40 157/70min  
 >10/s





"Pouring out of the Big Dipper were 43 Leonids in 43 seconds," writes Dave McLean, who took this picture from Kitt Peak. About half of the meteors are retained in this reproduction. Per unit time interval, more Leonids were recorded on this photograph than on any other by the Kitt Peak observing group.

#### COLORADO

Dana K. Bailey, Boulder, Colorado, is an astronomer and physicist whose experience as a Leonid observer goes back to 1933. On November 17th this year, skies were still mostly overcast at 10:55 UT, but he realized that in the clear patches meteors were numerous. At 11:13 he was seeing about 10 Leonids per minute. To escape the clouds, he drove west on Colorado 119 up Boulder Canyon, aware of steadily increasing numbers of meteors. Finally he reached a favorable

spot at 8,600 feet elevation (about four miles from Nederland) where skies were clear and dark. Mr. Bailey reports:

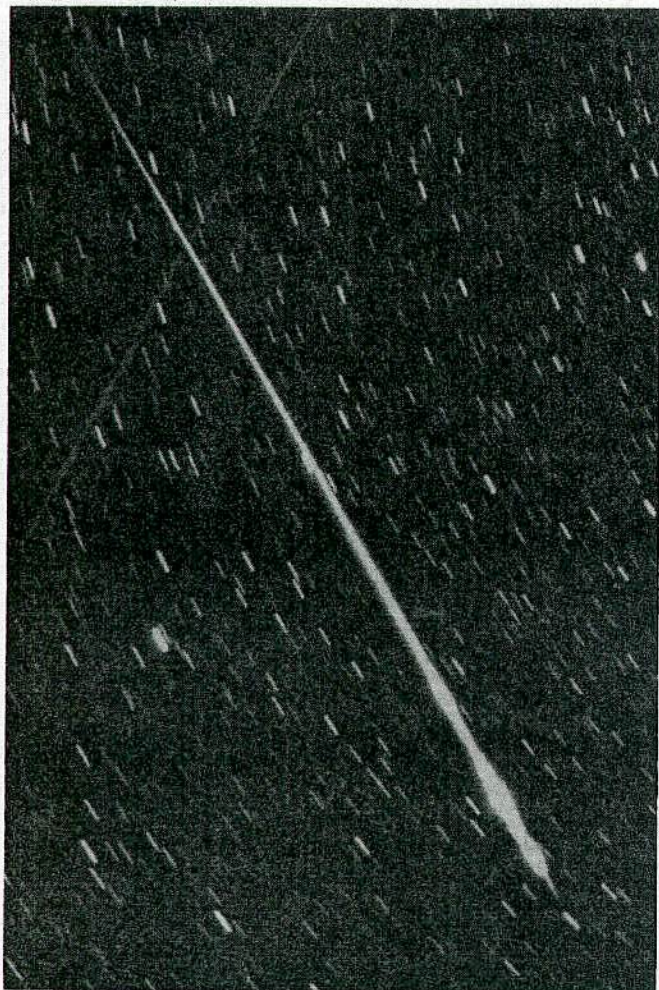
"From my arrival at about 11:50 UT until 12:15 I was simply stunned by the awesome display. There were far too many meteors for any direct count. They were swift, and many left luminous trains of a few seconds duration. I had the feeling that I should be hearing something.

"Counting 'one thousand and one' over and over again, I tried to guess how many new meteors appeared before me

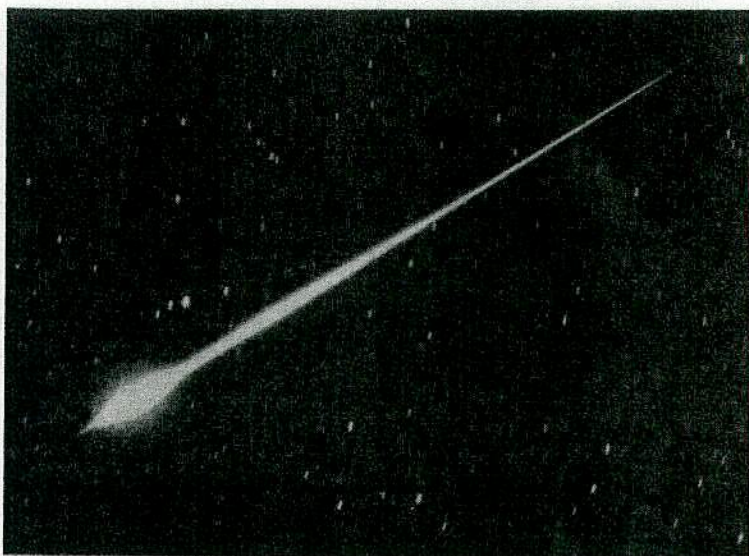
in a one-second interval. I also tried opening my eyes for one-second periods and keeping them shut afterward while I visualized what I had seen. After several minutes of such observing, I decided that not fewer than 10 new meteors were appearing each second, for many minutes. Sometimes the rate was double or triple that, and a one-second interval with fewer than 10 new meteors in view was rare.

"Between 12:15 and 12:20 I examined the radiant, high in the southeast, its location made plainly evident by the me-





These Leonid fireballs were recorded by James W. Young at Table Mountain Observatory of the Jet Propulsion Laboratory. The meteor at the left was about visual magnitude  $-5$ , while the one above was near  $-6$ .



in a very clear sky. Their numbers climbed steadily from eight in the first hour until by 11:15 they were pouring down, too many to count. The meteor storm appeared even more intense at 11:45.

Mr. Olivarez noted that Leonids as bright as magnitude 0 to  $-3$  left broad trains 10 to 30 degrees long, with a seemingly granular texture. Those of magnitude  $+1$  or  $+2$  had bright, narrow whitish trains, which for fainter meteors seemed much thinner than the heads.

He saw at least 10 green fireballs near the height of the display, three of which cast shadows. All the fireballs exploded with a white light, and their luminous trains lasted up to three minutes.

Near the radiant, the greatly foreshortened meteor trails had a peculiar appearance, resembling short bright strings of beads. From visual inspection, the position of the radiant was right ascension  $10^h 06^m$ , declination  $+21^\circ.5$ . Mr. Olivarez made a second determination photographically, on a plate taken with a camera of eight inches focus. By extending the trails of 24 meteors backward, he found the point of divergence to be  $10^h 10^m$ ,  $+21^\circ.5$ .

teors diverging from it. But this view was relatively unspectacular because of the shorter apparent trajectories. The meteors appearing nearly at the radiant were little more than somewhat diffuse points. I marked the radiant relative to the stars, and later obtained the following position with the aid of a star atlas having 1925 coordinates: right ascension  $10^h 11^m$ , declination  $+21^\circ.7$ . From careful observation, I concluded that about 90 percent of the meteors seen within 25 degrees of the radiant had paths which, if prolonged backward, passed within one

degree of the place marked on my chart.

"Soon after 12:20, I realized that the rate of meteors had decreased considerably and that counting was meaningful. Between 12:30 and 12:40 there were 30 meteors a minute, and at 12:50 about 10 per minute. But now clouds were growing and dawn brightening, so I started for home about 13:05."

#### TEXAS

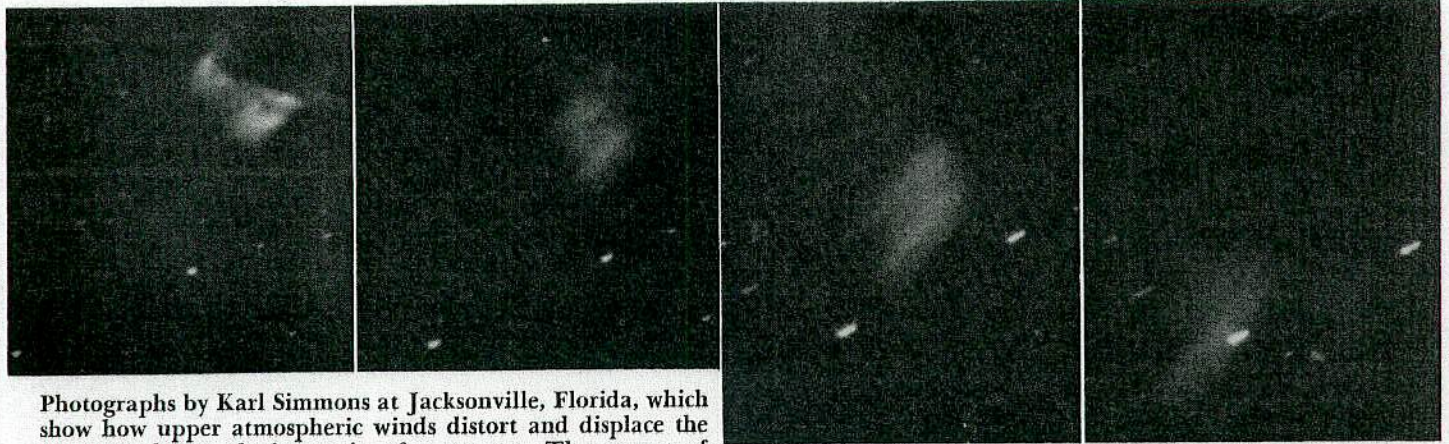
On the morning of November 17th, Jose Olivarez at Mission, Texas, observed the Leonids from 7:25 UT until 12:00



The windblown train at left was produced by a Leonid of magnitude  $-10$ . At right is the train of a  $-8$  fireball, and on the same film a meteor of magnitude  $-2$ ; the bright star at upper right is Gamma Leonis. These pictures also were obtained by Mr. Young at Table Mountain in California. Compare these long-enduring trains with the ones of Leonids pictured in *Sky and Telescope*, February, 1966, pages 114 and 115.







Photographs by Karl Simmons at Jacksonville, Florida, which show how upper atmospheric winds distort and displace the luminous long-enduring train of a meteor. The parent of this train was a white-and-red Leonid fireball that appeared at 5:05 EST and lasted for about 0.3 second. With an f/1.5 Contax camera and Tri-X film, Mr. Simmons made these exposures (left to right): 4 seconds, beginning at 5:05:10; 10 seconds at 5:05:44; 25 seconds at 5:06:39; and 25 seconds at 5:07:34. In the first frame, the star at the lower left corner is Iota Hydrae; that on the last frame's right edge is Tau<sup>2</sup> Hydrae. These stars have nearly the same declination.

As the shower reached its climax, the radiant was very high in the southeastern sky, and the meteors falling in all directions gave the impression of a gigantic umbrella. The *waterfalling* effect seemed most intense in the south-southwest before maximum, and in the north-northwest around the time of maximum.

#### OKLAHOMA

At Tulsa, Oklahoma, Louis Desjardins counted a total of 1,914 meteors between 10:45 and 12:15 UT, when bright morning twilight halted his work. The rate of Leonids was still mounting steadily until dawn began to interfere. All meteors left brief trains, he noted.

A second Oklahoma amateur who watched the shower that morning was Melvin E. Helms of Mill Creek. In addition to making counts, he determined by inspection the coordinates of the radiant as 10<sup>h</sup> 05<sup>m</sup>, +19°.5.

#### EASTERN UNITED STATES

A large number of reports have been received from observers east of the Mis-

issippi River. These show that Leonid activity on the morning of November 17th was heavy, but by no means as exceptional as seen from the western states.

For example, at Leechburg, Pennsylvania, Robert A. Yajko logged 157 Leonids during the 70 minutes that ended at 10:40 UT. At that time, twilight had begun and the sun rose at 12:06. Thus, the brief and very intense maximum seen in Arizona took place after daybreak for the Atlantic states.

This would lead us to expect the sighting of some daytime fireballs. One was seen by C. D. Naylor at Norristown, Pennsylvania, at 11:37 UT, only 13 minutes before sunrise. It streaked down the northwestern sky, greatest brilliancy occurring midway along its 25-degree path. It was unquestionably a Leonid, and would have been an extremely brilliant fireball in a dark sky.

At Morgantown, West Virginia, W. C. Grady saw 286 Leonids in 4.6 hours, 171 of these between 10:00 and 11:00 UT. A fireball as brilliant as a crescent moon appeared in the twilight at 11:18, leaving

a train which he examined in a home-made 7 x 50 telescope. "I saw the train dim rapidly and begin to form innumerable small clouds of various sizes and shapes, which quickly scattered and dissipated. The train was 1½ degrees wide when first seen."

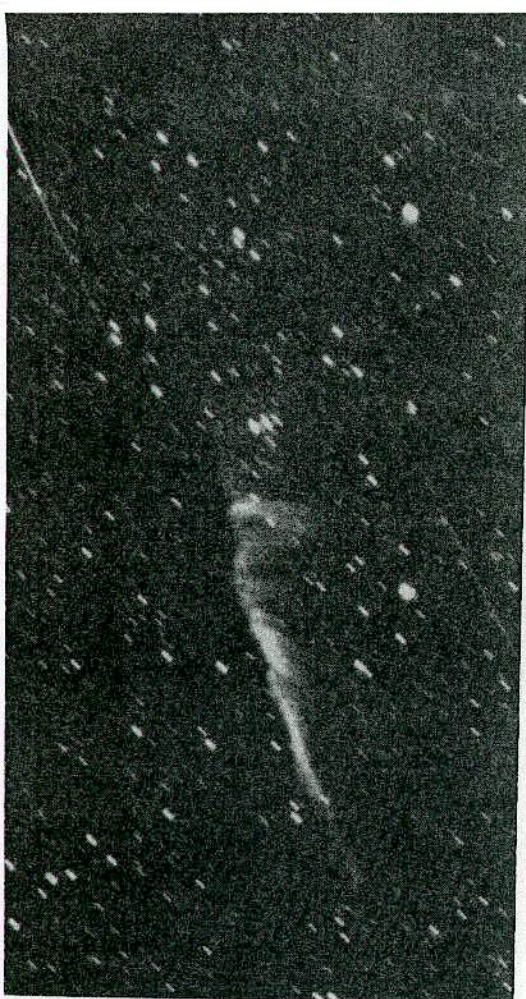
Other evidence that the peak of the 1966 Leonids came during daytime in the East is furnished by amateur radio operators, who listened on a frequency of 144 megahertz for the characteristic reflections of radio signals from meteor trails. Shelby Ennis (W4WNH/4), of Elizabethtown, Kentucky, reports:

"First checks at 9:00 UT indicated it would be a good shower, but not like the previous year's. However, it began to build up, reaching a peak about 12:00 UT. There were many more stations on the band this year (alerted by the Leonid observations of 1965), but the bursts were somewhat different. Instead of the long, overdense bursts, there were very many short underdense pings, with a few bursts scattered in. . . . For us in Kentucky, the 1966 Leonids will be rated much bet-

"Stray lion" said Dave McLean of the lone sporadic (nonshower) meteor that flashed out between Denebola (lower left) and Delta Leonis (above center). The other meteors radiate from a center that lies outside the right edge of the picture, in the Sickle of Leo. The Leonid trails are all much foreshortened because they are less than 20 degrees from the radiant of the shower.







The long-enduring train of a Leonid fireball, captured in a 42-second exposure by Dave McLean, is already warped by upper-air winds. Another bright meteor appears at top left.

ter as a 'radio' shower than as a 'visual' shower, due at least in part to the very sharp peak coming after dawn."

Robert E. Fried, of the Atlanta Astronomy Club in Georgia, observed Leonids while he was flying to Columbia, South Carolina, and back on the morning of the 17th. On the eastbound flight, only three meteors were seen, but on the ground at the Columbia airport 34 were recorded between 8:00 UT and 9:00 UT. On the return flight, Mr. Fried watched through the port cockpit window and his copilot through the starboard one. During the hour beginning 9:35 UT, they saw a total of 351 Leonids, which Mr. Fried believes to be the equivalent of a count by a single observer with an unobstructed view.

At Tallahassee, Florida, Reynold S. Welch counted 1,128 Leonids and 33 sporadic meteors between 7:20 and 11:20 UT. He describes the typical Leonid as swift and blue white, leaving a brief train. Most were magnitudes 0 to +2.

Mr. Welch observed alone, and used a portable typewriter as an aid to counting. Three keys were marked with tape, *L* for Leonid, *S* for sporadic, and the period key, the number of strokes with the last indicating the meteor's brightness by a simple code. This method allows the observer to keep his eyes constantly on the sky, yet count and classify with a minimum of distraction.



On the negative of this picture by Alvin Post, one of the Kitt Peak team, 22 Leonids were recorded. He used an f/4.5 camera and Tri-X film.

So many reports of the great 1966 Leonid shower have been received by SKY AND TELESCOPE that only a fraction have been cited here. The others are of great value in filling in the picture of a historic meteoric event, comparable to that of 1833. The many systematic counts of Leonids reported by readers will be analyzed and reported in a later issue.

Listed below are the names of persons who up to November 30th had supplied Leonid reports not specifically mentioned in the article. Some of these represent the work of a group. An asterisk indicates photographs were submitted.

J. Aldrich, Arlington, Mass.; P. Bell, Lubbock, Tex.; W. Bell, College Heights, Ark.; R. Boineau,\* Columbia, S. C.; J. Bortle, Mount Vernon, N. Y.; J. Bridges, Inman, S. C.; R. Buecher, Warwick, R. I.; W. Bures, Omaha, Neb.; R. Cole, Williamsport, Ind.

C. Davis, Clyde, Tex.; B. Doucet, Portland, Ore.; J. Drummond, Charlottesville, Va.; F. Esplin, Cedar City, Utah; G. Fleming, Greenbelt, Md.; A. Foreman, Fort Worth, Tex.; G. Fortmayer, Denton, Tex.; P. Gill, London, England; D. Glackin, St. Petersburg Beach, Fla.; J. Goehring, Sonoma, Calif.; D. Gordon, Dallas, Tex.; E. Guilbert, Pensacola, Flor-

ida; Milford Gutridge, Alexandria, Ohio.

R. Hamann, University Park, Pa.; A. Heath, Long Eaton, England; Mrs. V. Hefferan, Albuquerque, N. M.; W. Houston, Hadam, Conn.; W. Hyde, Dewdney, B. C.; G. Johnson, Idalou, Tex.; B. Knapp, Roanoke, Va.; T. Komorowski, Charlotte, N. C.; E. Kurczewski, Eglin AFB, Fla.; J. Lambert,\* Woodstock, Md.; F. Larsen, Los Angeles, Calif.; R. Lehman, Harrisonburg, Va.; R. Leverone, Fairfield, Ill.

D. Male, Manchester, Tenn.; T. Mallama, Solon, Ohio; G. Mann, Fallbrook, Calif.; F. Mardus, Guadalajara, Mexico; N. McKinnon, Panama City, Fla.; J. Millard, Cocoa, Fla.; C. Miller,\* Huntington, W. Va.; J. Mishler, Portland, Ore.; R. Modica, Tucson, Ariz.; A. Moore, Apollo, Pa.; P. Moore, Armagh, Northern Ireland.

R. Oglesby, Roanoke, Va.; T. Quigley, Green Bay, Wis.; C. Reynolds, Annapolis, Md.; J. Roberts, Wichita, Kan.; D. Rosebrugh, St. Augustine, Fla.; G. Ross, Oak Park, Mich.; C. Rost, Santurce, Puerto Rico; G. Sanderson, Quiriquire, Venezuela; D. Scott, Panama City, Fla.; M. Seslar, Rockledge, Fla.; J. Shelton, Hollins, Va.; D. Swann, College Station, Tex.; R. Sweetsir, Jacksonville, Fla.; J. Willis, Chandler, Ariz.; R. Windell, San Angelo, Tex.; R. Worley, Shreveport, La.



A bright Leonid flashing past Sirius' overexposed image. This was far from the radiant, so the meteor trails appear nearly parallel. McLean photograph.



1925, 35, 85年に突発 → 95年の突発を予測

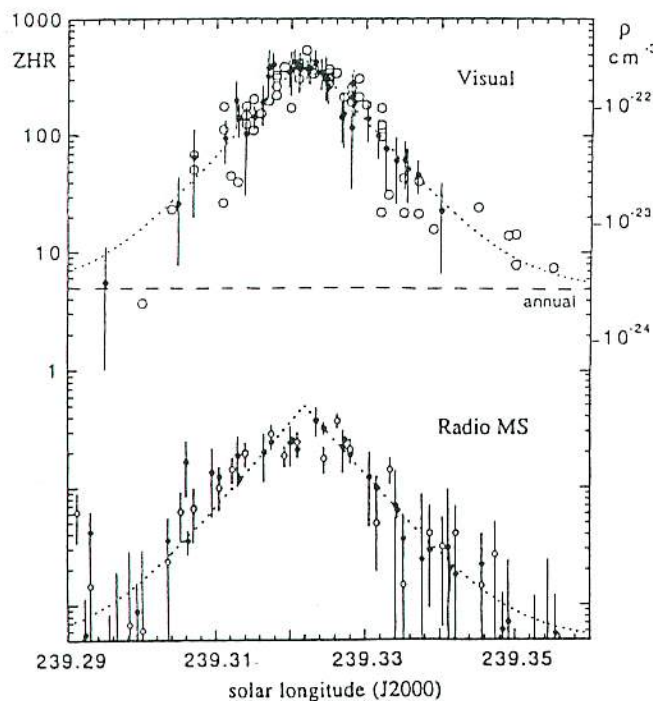


FIG. 1.—Variation of meteor rates along Earth's path

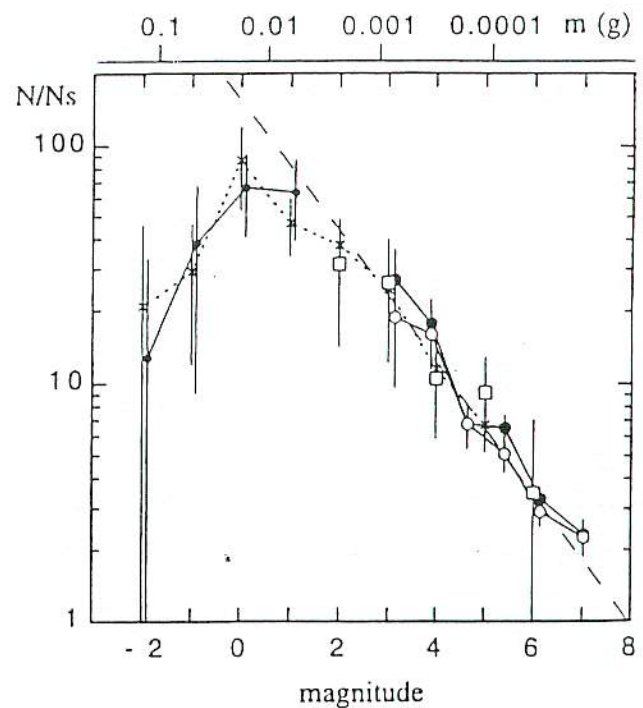


FIG. 2.—Dust particle size distribution in terms of the ratio of stream vs. sporadic meteors.

35mmカメラによる5点観測 ( $f=50\text{mm}$  F1.8 各12台) 回転シャッター  
高感度 (Low-light-level) TV による2点観測

スペイン

電波観測 (radio forward scattering) フィンランド, オランダ, ベルギー, ハンガリー  
眼視観測 Dutch Meteor Society (23人), Spanish Meteor Society (10人)

極大 ZHR 400~500, 出現期間の幅 (ZHR > 200) 20分

例年は ZHR 5

正確な光度分布を求めるために 各等級ごとに群流星数 ( $N$ ) と  
散在流星数 ( $N_s$ ) との比を測定 → Fig. 2

写真: 小黒田, 眼視: x, TV: □, 電波: 白田と大黒田

0等級より明るい流星が欠損している。

0等級より暗い部分の光度係数は 1.9 (明るい流星が多い。散在は 3.4)



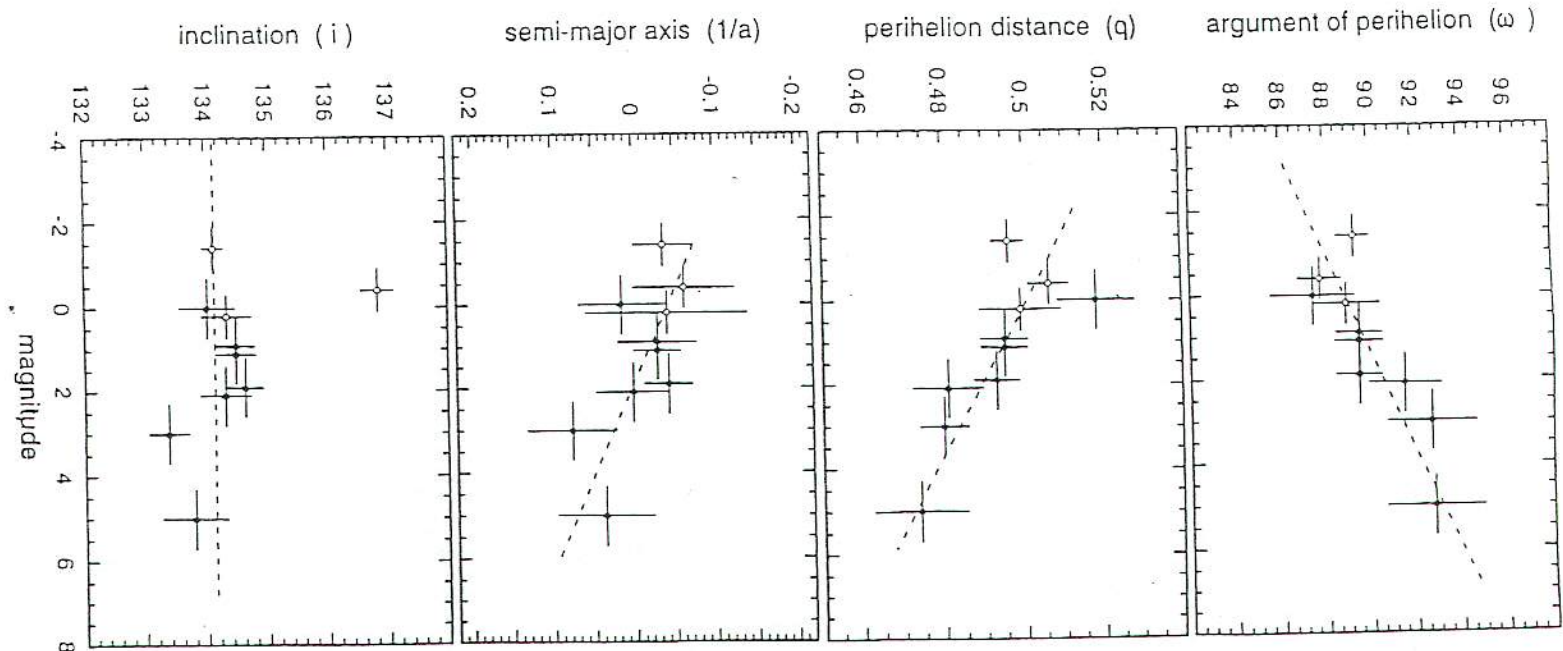
TABLE 1

OSCULATING ORBITAL ELEMENTS OF  $\alpha$  MONOCEROTIDS AT THE EPOCH OF THE METEOR

Imaging <sup>a</sup>	Time (1995 Nov 22)	R.A. <sup>b</sup> (deg)	Decl. <sup>b</sup> (deg)	$V_{\infty}$ (km s <sup>-1</sup> )	$H_b$ (km)	$H_e$ (km)	$m_V$ (mag)	$M/C_D S$ (g cm <sup>-2</sup> )	$1/a$ (AU <sup>-1</sup> )	$q$ (AU)	$i^b$	$\omega^b$	$\Omega^b$
Annual													
PH .....	3:57:41	117.53 $\pm$ 0.05	+1.18 $\pm$ 0.05	63.6 $\pm$ 0.4	97.5	84.1	-0.9	0.48	+0.013 $\pm$ 0.042	0.485	138.18	91.25	59.4252
Outburst													
PH .....	1:41:21	117.13 $\pm$ 0.02	+0.99 $\pm$ 0.03	64.3 $\pm$ 0.5	110.8	81.3	-1.4	0.10	-0.036 $\pm$ 0.036	0.496	134.12	89.26	59.3295
	1:33:41	117.87 $\pm$ 0.13	+1.82 $\pm$ 0.15	65.1 $\pm$ 0.6	97.1	85.2	-0.4	~0.05	-0.062 $\pm$ 0.062	0.506	136.83	87.73	59.3242
	1:37:54	117.12 $\pm$ 0.13	+1.02 $\pm$ 0.15	64.4 $\pm$ 1.0	97.0	85.0	+0.2	0.05	-0.040 $\pm$ 0.099	0.499	134.33	88.91	59.3271
TV .....	1:41:51	118.09 $\pm$ 0.17	+0.38 $\pm$ 0.25	64.1 $\pm$ 0.6	116.9	99.2	+0	...	+0.015 $\pm$ 0.053	0.518	134.02	87.42	59.3299
	1:45:53	117.21 $\pm$ 0.11	+1.10 $\pm$ 0.28	64.3 $\pm$ 0.5	101.3	89.6	+1	...	-0.028 $\pm$ 0.048	0.495	134.48	89.48	59.3327
	1:29:40	117.19 $\pm$ 0.15	+1.15 $\pm$ 0.27	64.3 $\pm$ 0.3	103.1	95.7	+1	...	-0.028 $\pm$ 0.029	0.495	134.48	89.48	59.3213
	1:25:10	116.94 $\pm$ 0.17	+1.38 $\pm$ 0.25	63.9 $\pm$ 0.5	123.6	94.8	+2	...	+0.002 $\pm$ 0.045	0.481	134.31	91.52	59.3182
	1:37:39	117.10 $\pm$ 0.20	+1.26 $\pm$ 0.22	64.4 $\pm$ 0.3	112.4	89.1	+2	...	-0.042 $\pm$ 0.030	0.493	134.63	89.49	59.3269
	1:21:33	117.24 $\pm$ 0.13	+0.94 $\pm$ 0.27	63.1 $\pm$ 0.6	114.0	88.9	+3	...	+0.077 $\pm$ 0.055	0.480	133.38	92.71	59.3156
TV .....	1:31:14	116.89 $\pm$ 0.12	+1.30 $\pm$ 0.28	63.5 $\pm$ 0.7	...	97.0	+5	...	+0.037 $\pm$ 0.059	0.474	133.80	92.81	59.3224
Parent - 推定													
		117.10 $\pm$ 0.13	+0.83 $\pm$ 0.16	64.0 $\pm$ 0.2					0.002 $\pm$ 0.019	0.488 $\pm$ 0.005	134.13 $\pm$ 0.34	90.66 $\pm$ 0.78	59.3220 $\pm$ 0.4

<sup>a</sup> PH = photographic, TV = television.<sup>b</sup> Equinox J2000.

Fig. 3.—Osculating orbital elements as a function of meteor magnitude



↓  
 突然群から未発見  
 の長周期彗星の  
 検出と地球  
 への衝突の予知  
 α1116群の母天体  
 周期を 10000~40000 年  
 直径を 0.2~0.8 km  
 と推定

MSS-089



1999.10.17 流星物理セミナー

## 1999 年ジャコビニ群中間集計

橋本岳真

母彗星も去り、予想極大日の8/9日もわずかな出現に留まったジャコビニ群が予想極大日の翌日、9日20時(JST)頃にHR=30程度の突発出現をしました。予想極大日後の突発的出現のためデータは少ないのですが、確実な出現が岡山県の赤木誠司(眼視)、北海道の児玉広幸(眼視)、野勢國雄(TV)の各氏によって捕らえられました。母彗星である21P/Giacobini-Zinner 彗星が降交点を通過してから約316日後、極大予想時刻9日12時13分(21P降交点:Ls=195.3993)から遅れること8時間後の出現でした。

## ★出現数変化 (10/17 日午前9時現在までの集計)

9日12時 JST  
降交点一致

DATE	JST	TIME	aM	Spo.	GIA	Lm	CL	Dir	Obs.	Meth.
Oct./1999										
01/02	20:30-22:00	90	38	36	1	5.8	0	Z	長田和弘	V
02/03	20:00-21:15	75	30	28	1	5.7	1	Z	長田和弘	V
03/04	19:00-20:00	60	24	22	2	5.8	2	Z	長田和弘	V
04/05	18:30-19:30	60	26	24	2	5.7	1	Z	長田和弘	V
04/05	19:50-21:00	70	29	24	3	5.8	2	Z	長田和弘	V
06/07	19:30-20:30	60	-	-	1	-	-	-	伏見賢一	V
08/09	19:00-19:50	50	3	3	0	5.0	1	Lyr	岡安裕之	V
08/09	19:00-20:00	60	10	-	0	5.5	0	Z	赤木誠司	V
08/09	19:15-20:00	45	12	9	3	5.0	3	Cyg	阪口満栄	V
08/09	19:55-21:00	65	5	3	2	5.1	1	-	藪保男	V
08/09	20:00-21:00	60	5	5	0	5.0	0	Cyg	岡安裕之	V
08/09	20:00-21:00	60	6	-	1	5.5	0	Z	赤木誠司	V
08/09	20:20-20:40	20	8	6	2	4.0	2	Dra	関口孝志	V
08/09	20:30-21:23	53	37	30	6	5.5	2	Z	長田和弘	V
08/09	20:30-21:05	35	7	4	3	5.0	3	Cyg	阪口満栄	V
08/09	20:59-21:49	50	14	8	6	7.6	-	-	野勢國雄	TV (50mm, F=1.4)
08/09	21:00-22:00	60	6	-	1	5.5	0	Z	赤木誠司	V
08/09	21:00-21:10	10	3	1	1	4.0	2	Dra	関口孝志	V
08/09	21:00-22:00	60	2	0	2	4.0	0	-	千種高校	V
08/09	21:10-22:00	50	1	1	0	5.1	4	Lac	佐藤孝悦	V
08/09	21:20-22:00	40	15	13	2	6.5	0	Dra	住江和博	V
08/09	21:20-22:30	70	5	4	1	5.2	1	Peg	藤原康德	V
08/09	21:20-22:00	40	8	7	1	5.2	3	Cyg	阪口満栄	V
08/09	21:45-23:00	75	44	33	8	5.8	2	Z	長田和弘	V
08/09	21:45-22:30	45	4	2	0	5.1	2	-	伊藤大雄	V
08/09	21:50-22:00	10	3	3	0	4.5	2	Cep	関口孝志	V
08/09	21:55-22:30	35	6	6	0	6.8	-	-	野勢國雄	TV (50mm, F=1.4)
08/09	22:00-23:00	60	34	31	3	6.6	0	Z	住江和博	V
08/09	22:00-23:00	60	2	0	2	4.0	3	-	千種高校	V
08/09	22:00-23:00	60	-	-	5	-	-	-	下地隆史	V
08/09	22:10-23:10	60	-	-	0	-	-	-	伏見賢一	V
08/09	22:30-23:15	45	6	2	1	5.2	0	-	伊藤大雄	V
08/09	22:35-23:30	55	6	6	0	4.9	0	Cep	植原敏	V
08/09	22:50-23:20	30	7	5	2	5.2	3	Cyg	阪口満栄	V
08/09	23:00-23:30	30	-	-	0	4.0	3	-	森田亮介	V
08/09	23:00-00:00	60	39	27	4	5.7	1	Z	長田和弘	V
08/09	23:00-00:00	60	38	36	2	6.7	0	Z	住江和博	V
08/09	23:00-00:00	60	3	3	0	3.7	4	-	千種高校	V
08/09	23:30-00:30	60	11	6	2	5.5	1	Cep	植原敏	V
08/09	00:00-01:00	60	35	35	0	6.7	0	Z	住江和博	V
08/09	00:00-01:00	60	0	0	0	3.8	4	-	千種高校	V
08/09	01:00-02:00	60	12	-	1	6.0	0	Z	赤木誠司	V
08/09	01:00-02:00	60	0	0	0	3.8	4	-	千種高校	V
08/09	02:00-03:00	60	2	2	0	3.9	3	-	千種高校	V
08/09	03:00-04:00	60	2	2	0	4.0	0	-	千種高校	V
08/09	03:00-04:00	60	9	-	0	6.0	0	Z	赤木誠司	V
08/09	03:20-03:30	10	4	5	0	5.0	2	Cep	関口孝志	V
08/09	04:00-05:00	60	1	1	0	4.0	0	-	千種高校	V
09/10	18:25-19:10	45	13	10	3	5.5	0	Z	田中正一	V
09/10	18:45-19:15	30	4	1	3	4.6	3	-	伊藤大雄	V
09/10	19:00-20:00	60	30	-	28	5.7	0	Z	赤木誠司	V



1999.10.17 流星物理セミナー

09/10 19:20-20:20	60	-	-	4	-	9	-	寺久保一巳	V
09/10 19:20-20:20	60	-	-	5	-	9	-	佐藤幹哉	V
09/10 19:20-20:20	60	-	-	6	-	9	-	西野亨	V
09/10 19:55-21:58	123	3	1	2	5.2	0	Dra	児玉広幸	TV (28mm)
09/10 20:00-20:50	50	23	05	18	5.5	0	Z	児玉広幸	V
09/10 20:00-21:00	60	41	14	27	7.8	0	-	野勢國雄	TV (50mm, F=1.4)
09/10 20:00-21:00	60	28	-	23	5.7	0	Z	赤木誠司	V
09/10 20:20-21:00	40	23	20	3	6.6	0	Dra	住江和博	V
09/10 20:20-21:20	60	-	-	2	-	9	-	寺久保一巳	V
09/10 20:20-21:20	60	-	-	2	-	9	-	佐藤幹哉	V
09/10 20:20-21:20	60	-	-	2	-	9	-	西野亨	V
09/10 21:00-21:57	57	19	15	4	7.2	0	-	野勢國雄	TV (50mm, F=1.4)
09/10 21:00-22:00	60	22	-	10	5.8	0	Z	赤木誠司	V
09/10 21:00-22:00	60	39	36	3	6.7	0	Dra	住江和博	V
09/10 21:00-22:00	60	13	07	6	5.5	0	Z	児玉広幸	V
09/10 21:00-22:00	60	15	12	3	5.6	0	Cyg	佐藤孝悦	V
09/10 21:20-22:20	60	-	-	2	-	9	-	寺久保一巳	V
09/10 21:20-22:20	60	-	-	2	-	9	-	佐藤幹哉	V
09/10 21:20-22:20	60	-	-	1	-	9	-	西野亨	V
09/10 22:00-23:00	60	9	-	3	6.1	0	Z	赤木誠司	V
09/10 22:00-23:00	60	33	32	1	6.7	0	Z	住江和博	V
09/10 22:00-23:00	60	10	10	0	5.6	0	And	佐藤孝悦	V
09/10 22:05-23:12	59	8	5	3	5.5	0	Cyg	前田幸治	V
09/10 23:00-00:00	60	41	41	0	6.8	0	Z	住江和博	V
09/10 23:40-01:00	80	47	43	1	6.6	0	-	豆田勝彦	V
09/10 00:00-01:00	60	48	48	0	6.8	0	Z	住江和博	V
09/10 01:00-02:00	60	37	35	0	6.6	0	-	豆田勝彦	V
09/10 01:00-02:00	60	21	-	0	6.1	0	Z	赤木誠司	V
09/10 02:00-03:00	60	10	-	0	6.1	0	Z	赤木誠司	V
09/10 03:00-04:00	60	21	-	0	6.1	0	Z	赤木誠司	V
10/11 18:30-19:30	60	9	5	4	5.1	0	Dra	橋本岳真	V
10/11 19:00-19:30	30	1	-	0	5.2	1	Z	赤木誠司	V
10/11 19:30-20:15	45	7	5	2	5.3	0	Dra	橋本岳真	V
10/11 21:00-22:30	90	48	39	2	6.0	0	Z	長田和弘	V
10/11 21:40-22:20	40	5	5	0	5.6	0	Cas	小林わかば	V
10/11 22:00-22:30	30	7	-	1	5.5	1	Z	赤木誠司	V
11/12 18:30-20:00	90	39	34	4	6.0	0	Z	長田和弘	V
11/12 19:15-20:15	60	7	5	2	4.6	0	Dra	橋本岳真	V
11/12 23:00-00:00	60	39	28	0	6.0	0	Z	長田和弘	V
13/14 18:30-20:00	90	33	29	3	5.5	1	Z	長田和弘	V
13/14 03:00-04:00	60	43	29	-	5.8	0	Z	長田和弘	V

## ★光度分布

	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	All	Ave	Lm	
GIA			2	2	4	8	2			18	3.33	5.5-5.8	長田和弘(08/09)
Spor.	1	0	3	5	14	46	21			90	3.80	5.5-5.8	V
GIA				0	2	1				3	3.33	4.0-5.0	関口孝志(08/09)
Spor.				2	8	5				14	3.42	4.0-5.0	V
GIA	0	0	4	10	7	3				24	2.4	5.2-5.5	児玉広幸(09/10)
Spor.	1	1	0	5	5	0				12	2.0	5.2-5.5	V
GIA				2	0	2	12	8	3	27	5.2	7.2-7.8	野勢國雄(09/10)
Spor.				0	2	1	1	6	4	14	5.6	7.2-7.8	TV

## ★輻射点

No.	YMD(UT)	CONST	R.A	DEC	N	d	Wt	Vel	Mag	HR	備考	方法
1.	1999/10/04.45	γ Dra	264	+52	5	3	1	rS-M	3.6	2.3	長田和弘	V
2.	1999/10/08.49	ν Dra	265	+56	6	3	1	S-rS	3.6	2.4	阪口満栄	V
3.	1999/10/09.50	ν Dra	268	+56	-	-	-	-	-	-	野勢國雄	TV
4.	1999/10/10.43	ν Dra	265	+55	6	2	2	vS-M	3.2	3.4	橋本岳真	V
5.	1999/10/11.43	γ Dra	268	+54	4	3	1	rS-M	4.3	2.7	長田和弘	V
6.	1999/10/13.43	γ Dra	270	+55	3	2	P	rS-rR	4.3	2.0	長田和弘	V



## 日本で観測されたしし座流星群の昼間火球報告

戸田雅之〇、岡 雅行、橋本岳真、芹澤寛隆、長田和弘、  
前田幸治、関口孝志、森田亮介、山本真行、高梨雅章  
(日本流星研究会／NMS同報グループ)



○はじめに

1999年のしし座流星群はヨーロッパで大出現した。流星群の活動がピークを迎えた11月18日02時UT（11時JST）前後に日本で複数の観測地と観測者によって日中にしし座流星群の火球が観測された。



## ○まとめ

- ・ 昼間火球が複数の観測者（観測地点）によって観測されたのは例がない。
- ・ 昼間火球の出現数は18日02hUT=11hJSTが最も多い。厳密には観測者が11hJST 台に最も多い点も考慮する必要もある。
- ・ 観測者全員が流星観測経験者であり、昼間の金星、夜間の飛行機の明りや人工衛星などを数多くみているので、他のものと見間違いの可能性は少ないと思われる。
- ・ 電波（MURO、HRO）エコーとの同定はまだやっていない。
- ・ しし座流星群の極大日、ヨーロッパでは大出現でも明るい火球の数は少なかったという報告がある。
- ・ 2000年のしし群の極大予想時刻は日本では昼間にあたるので、1999年と同様に、昼間火球の観測体制をしいたほうがよいだろう。



# ○観測概況

昼間火球の報告は6地点9名から寄せられた。最も早い報告は仙台での06h15m15s(JST)の日の出数分前のマイナス8等級の火球である。以後は9時台から12時台まで昼間火球が観測されている。

観測者名	UT	17d21h	22h	23h	24h	18d01h	02h	03h
	JST	18d06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h
山本真行	宮城県仙台市	1						
長田和弘	静岡県小山町				1			
関口孝志	埼玉県川越市				2			
前田幸治	宮崎県宮崎市					5	2	
森田亮介	山梨県大泉村						1	1
岡 雅行	静岡県小山町					1	10	
橋本岳真	静岡県小山町						9	1
戸田雅之	静岡県小山町						3	2
芹澤寛隆	静岡県小山町						1	

139.0 35.3  
Leo 153 22

1999年しし座流星群、昼間火球時間別出現数

9:30 45° 10:30 32° 11:30 20° 12:30 8°  
9:00 51° 10:00 38° 11:00 26° 12:00 14°



## Giacobinid shower 2000.

< Observation Period >  
October 4/5 - 7/8

< Data >  
DATE JST UT TIME aM Spo. GIA Other Lm CL Dir Obs. Meth.

Oct./2000.  
04/05 21:00-22:00 12:00-13:00 60 25 25 0 - 6.2 0 Z SUMKA V(C)  
04/05 22:00-23:00 13:00-14:00 60 30 30 0 - 6.6 0 Z SUMKA V(C)  
04/05 23:00-23:30 14:00-14:30 30 15 15 0 - 6.7 0 Z SUMKA V(C)  
06/07 23:00-23:35 14:00-14:35 35 4 4 0 - 4.0 3 Z SUMKA V(C)  
07/08 18:30-19:10 09:30-10:10 40 0 0 0 - 4.0 3 Lyr MATYU V(C)  
07/08 18:20-19:30 09:20-10:30 70 5 3 2 - 3.5 0 Lyr HASTA V(C)  
07/08 18:46-19:46 09:46-10:46 45 10 8 2 - 4.6 3 Cyg UCHSH V(C) \*  
07/08 20:10-21:00 11:10-12:00 50 24 20 4 - 5.3 1 Dra OSAKA V(C)  
07/08 20:11-20:42 11:11-11:42 30 8 5 3 - 4.3 3 Cep UCHSH V(C) \*  
07/08 20:20-20:50 11:20-11:50 30 1 1 0 - 4.4 1 Z TERKA V(C)  
07/08 20:30-21:15 11:30-12:15 45 2 2 0 - 3.0 0 Dra OGAHI V(C)  
07/08 20:30-21:15 11:30-12:15 45 4 4 0 - 3.0 0 Dra MIYMA V(C)  
07/08 21:00-22:00 12:00-13:00 60 4 2 2 0 4.5 0 N USUKE V(C)  
07/08 21:00-22:15 12:00-13:15 75 24 17 7 - 5.0 2 Dra OSAKA V(C)  
07/08 21:05-22:05 12:05-13:05 60 7 6 1 - 4.4 1 Cas UCHSH V(C)  
07/08 21:20-21:50 12:20-12:50 30 2 2 0 - 4.6 1 Z SATMI V(C)  
07/08 21:30-22:00 12:30-13:00 30 2 2 0 0 4.4 0 Cep MURMI V(C)  
07/08 21:50-22:50 12:50-13:50 60 12 12 0 - 4.7 0 Cep YOSKA V(C)  
07/08 22:00-23:00 13:00-14:00 60 8 8 0 0 4.6 0 Cep MURMI V(C)  
07/08 22:00-23:00 13:00-14:00 60 6 5 1 0 4.5 0 N USUKE V(C)  
07/08 22:50-23:50 13:50-14:50 60 15 15 0 - 5.1 1 Cep YOSKA V(C)  
07/08 23:00-00:00 14:00-15:00 60 5 5 0 0 5.1 1 Cep MURMI V(C)  
07/08 23:00-00:00 14:00-15:00 60 13 11 2 0 5.0 0 N USUKE V(C)  
07/08 00:00-01:00 15:00-16:00 60 5 5 - 1 5.3 0 Ori MURMI V(C)  
07/08 00:00-01:00 15:00-16:00 60 10 9 1 0 5.0 0 N USUKE V(C)  
07/08 00:00-01:00 15:00-16:00 60 16 15 0 1 5.3 0 Z YOSKA V(P)  
07/08 01:00-02:20 16:00-17:20 80 5 5 - 1 5.5 0 Ori MURMI V(C)  
07/08 01:00-02:20 16:00-17:20 80 20 19 0 1 5.6 0 Z YOSKA V(P)  
07/08 01:20-01:50 16:20-16:50 30 2 1 1 - 5.0 1 N YAMMA V(C)  
09/10 20:23-21:28 11:23-12:28 56 5 4 1 - 6.8 0 Z NOSKU TV(C) 5  
09/10 20:55-21:30 11:55-12:30 35 7 7 0 - 4.7 3 Z SUMKA V(C)  
09/10 21:30-22:42 12:30-13:42 65 9 9 0 - 6.5 0 Z NOSKU TV(C) 5  
10/11 19:00-19:30 10:00-10:30 30 3 3 0 - 4.0 0 Lyr HASTA V(C)

\* : Stopped observation interval caused by cloud

Time : Observed time interval  
Total : Total number of meteors  
Spor. : Number of Sporadic meteors

1 ページ

8/9 は 全国的に 曇り

GIA : Giacobinid meteor shower  
Other : Other shower(STA, NTA, ORI and so on)  
Lm : Limiting magnitude of field stars  
CL : Cloud cover  
Dir : Observation direction(Z:Zenith)  
Meth : Observation method(C=Counting, P=Plotting)

Magnitude distributions  
OSAKA(7/8)

	1	2	3	4	5	6	All	Ave	Lm
γ Dra	1	3	4	3			11	2.8	5.0-5.3
Spor.	2	5	13	15	2		37	3.3	5.0-5.3

< Observation site >

OGAHI : Hiroshi Ogawa Sakura, Tsukuba, Ibaraki, Japan.  
OSAKA : Kazuhiro Osada Oyama, Shizuoka, Japan.  
HASTA : Takema Hashimoto Shimoyugi, Hachioji, Tokyo, Japan.  
MATYU : Yukihiisa Matsumoto Fujihashi, Ibi, Gifu, Japan.  
MIYMA : Masako Miyazaki Sakura, Tsukuba, Ibaraki, Japan.  
MURMI : Minoru Muraki Asoh, Ibaraki, Japan.  
NOSKU : Kunio Nose Shibetu, Hokkaido, Japan  
SATMI : Mikiya Sato Ito, Shizuoka, Japan.  
SUMKA : Kazuhiro Sumie Chigusa, Hyogo, Japan.  
Kobe, Hyogo, Japan.  
TERKA : Kazumi Terakubo Ito, Shizuoka, Japan.  
UCHSH : Shigeo Uchida Ageo, Kamitsuka, Tochigi, Japan.  
Awano, Kamitsuka, Tochigi, Japan.  
USUKE : Kenichi Usuki Niizuru, ohnuma, Fukushima, Japan.  
YAMMA : Masayuki Yamamoto Tohoku Univ, Iwate, Japan  
YOSKA : Katsuhiko Yoshizaki Asoh, Ibaraki, Japan.

These data presented by NMS-Mailing list

thashi@din.or.jp(Hashimoto Takema)

HOME

2 ページ



日本天文学会秋季年会@群馬県総合教育センター

# 日本における1999年しし座流星群の昼間流星観測報告

～‘00しし座流星群昼間観測キャンペーン～

○芹澤寛隆、戸田雅之(日本流星研究会)

他に 藤野 氏  
国体協会 支援  
リポート  
の  
下  
に



○はじめに

1999年のしし座流星群はヨーロッパで大出現した。流星群の活動がピークを迎えた11月18日02時UT(11時JST)前後に日本国内の5地点8人の観測者によってしし座流星群の流星が昼間に観測できた。



## ○観測概況

昼間流星の報告は5地点8名の観測者から寄せられている。

観測者名	Location	UT	18d00h	01h	02h	03h
		JST	18d09h	10h	11h	12h
長田和弘	静岡県小山町		1			
関口孝志	埼玉県川越市		2			
前田幸治	宮崎県宮崎市			5	2	
森田亮介	山梨県大泉村			1	2	
岡雅行	静岡県小山町			1	10	
橋本岳真	静岡県小山町				9	1
戸田雅之	静岡県小山町				3	2
芹澤寛隆	静岡県小山町				1	
放射点高度(°) 静岡			45	32	20	8



# ○詳細

上記の観測の中で、秒単位までの精度の観測を以下に示す。

観測者名	Location	Time	Place
関口孝志	埼玉県川越市	9h12m37s 9h20m48s	SW40° W50°
前田幸治	宮崎県宮崎市	10h58m12s 11h02m16s 11h15m01s	
岡雅行	静岡県小山町	10h56m25s ◎11h10m56s ◎11h20m10s ◎11h25m20s 11h34m30s ◎11h39m40s 11h44m30s 11h51m30s ◎11h53m00s	
橋本岳真	静岡県小山町	◎11h08m21s ◎11h10m56s ◎11h20m10s ◎11h25m20s ◎11h39m40s	
戸田雅之	静岡県小山町	◎11h08m21s 11h31m01s 11h41m25s 12h01m20s 12h03m55s	
芹澤寛隆	静岡県小山町	◎11h53m00s	

◎＝複数人で確認されたもの



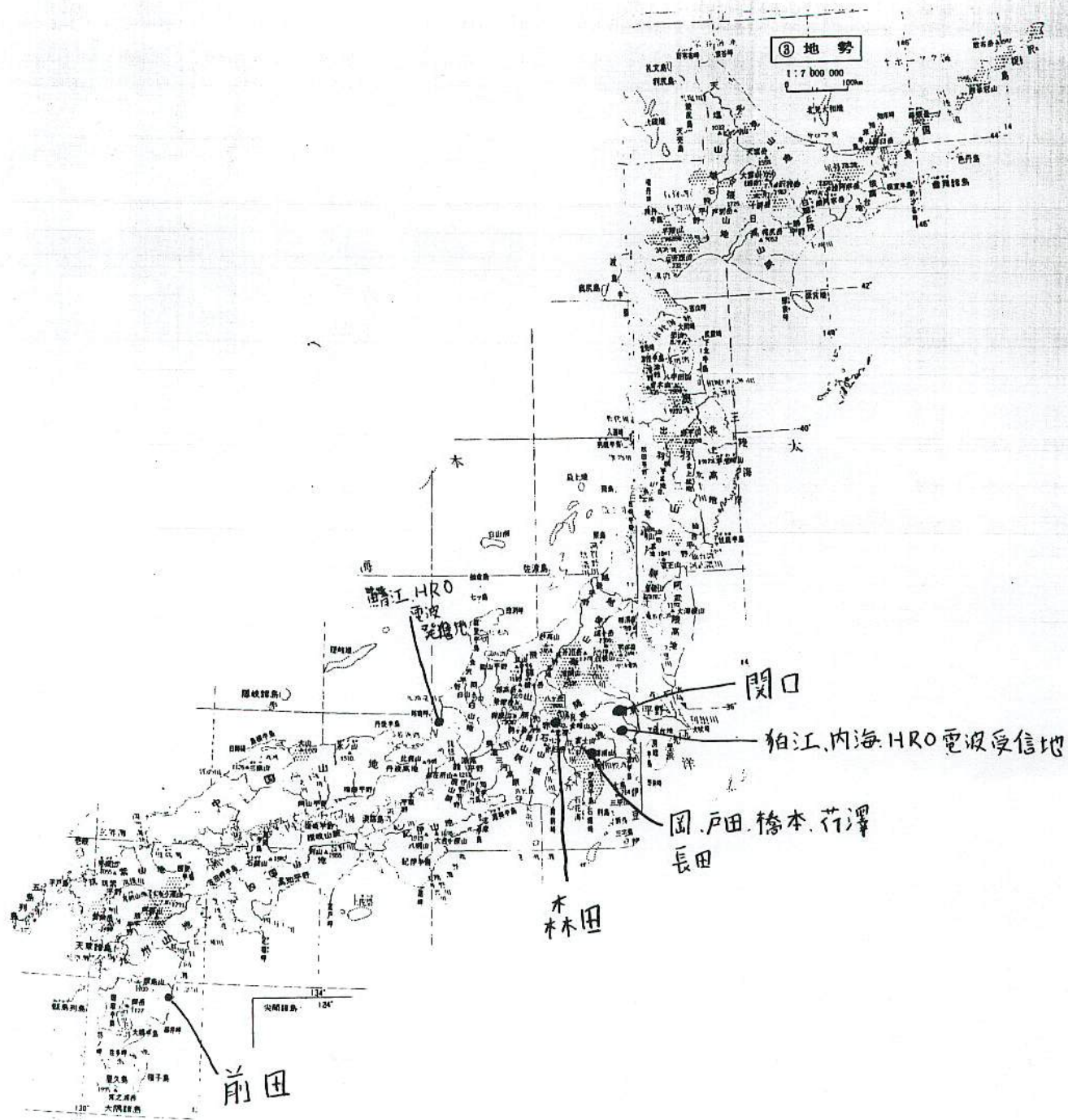
## ○同定

我々の観測では、最大HR=10という結果であった。しかし、その全てが本当に流星であったかという証明がなされていない。そこで、日中でも観測が行われている「電波観測」との同定を求めることで、証明をしようと試みた。

## 方法

今回の観測の中で最も流星数の多い静岡県小山町での観測をもとに電波観測との同定を試みた。用いた資料は、東京都狛江市にて電波観測を行っている内海洋輔氏のHROFFTの画像である。この資料を用いた理由は内海氏が観測に用いてる電波の発信地が福井県鯖江市のため、小山町との同定が得られやすいと判断したためである。







## ○結果

小山町での20個の観測の内、電波におけるエコーと完全に一致するものが1例、±5秒のずれのものが3例、分単位までの精度のために同定できなかったものが6例、全く一致しないものが10例であった。しかし、この一致しない10例の中には電波で捕捉されていない可能性もあるために、一概には言えない。



## 〇まとめ

- ・昼間流星が複数の観測地、観測者によって観測されたのは例がない。
- ・昼間流星の出現数は18日02hUT = 11hJST台が最も多い。
- ・昼間流星観測者全員が熟練した流星観測者であり、昼間の金星、夜間飛行の飛行機の明かり、人工衛星などを数多く見ているので今回の流星が他のものとの見間違いは少ないと思われる。
- ・しし座流星群の極大日はヨーロッパで大出現だったが、-4等級以上の明るい火球クラスの流星は少なかったとの報告がある。(注1)
- ・我々の観測の内、本当に流星本体の発光であったかどうかの証明ができなかった。(注2)
- ・2000年のしし座流星群の極大予想時刻は18日03h45mUT = 12h45JST と日本で昼間にあたる。この時間帯のしし座流星群の放射点高度は10度以下だが、1999年と同様に組織的な観測体制を敷く必要がある。

(注1) 昨年ヨーロッパ上空で観測をされた矢野氏らによると、「火球クラスが少ないのではなく、相対的に少ないと感じた。」という話であった。

(注2) 京都大学宙空電波科学研究センターの中村卓司助教授によると、「もし、流星本体でなく、流星痕に太陽光が反射しているのであれば、流星自体の光度が-1~2等級程度であっても肉眼で観測できる可能性がある。その場合考えられるのは、

- ・分子、原子による共鳴散乱
- ・エアロゾルによるミー散乱

などが考えられる。」とのことである。ただ、現在の所それを実証することはできていない。



# Activity of the Geminids Meteor Shower past 29 years

過去 29 年間のふたご座流星群の活動

泉 潔  
( K i y o s h i I z u m i )

## Abstract

The activity of the Geminids for the recent 29 years has been investigated from the visual observations carried out by the author myself, in order to clarify the long-term variation of the Geminids.  
NO significant variability has been recognized in the activity of the Geminids around the maximum ( solar longitude of 262 ).  
However the average magnitude of the Geminids is more bright during the 29 years. The population index (  $\gamma$  ) is decreasing year by year.  
The observational DATA reported Nippon Meteor society ( NMS ) also has been surveyed in order to investigate the activity of Geminids before 1970 year.  
The patterns of the solar longitude variations of the activity in each year do not show significant difference for the last 42 years.  
However, meteor rate at the maximum of activity has increased since 1960s.

## Introduction

Geminids Meteor Shower is very active around 13/14 December every year. However, some precedent studies showed the possibility that the Geminids activity will vanish in the next century because of the planetary perturbation.  
If it is really in the case, decrease of the activity of the Geminids should be observed in recent years. The author has been observing Geminids since 1971.  
The DATA of the visual observation of the Geminids for the last 29 years carried by myself have been analyzed in this study.  
Furthermore the visual observational DATA collected by Nippon Meteor society have also been used for the analysis in order to investigate before 1970.

## Method and analysis of observation

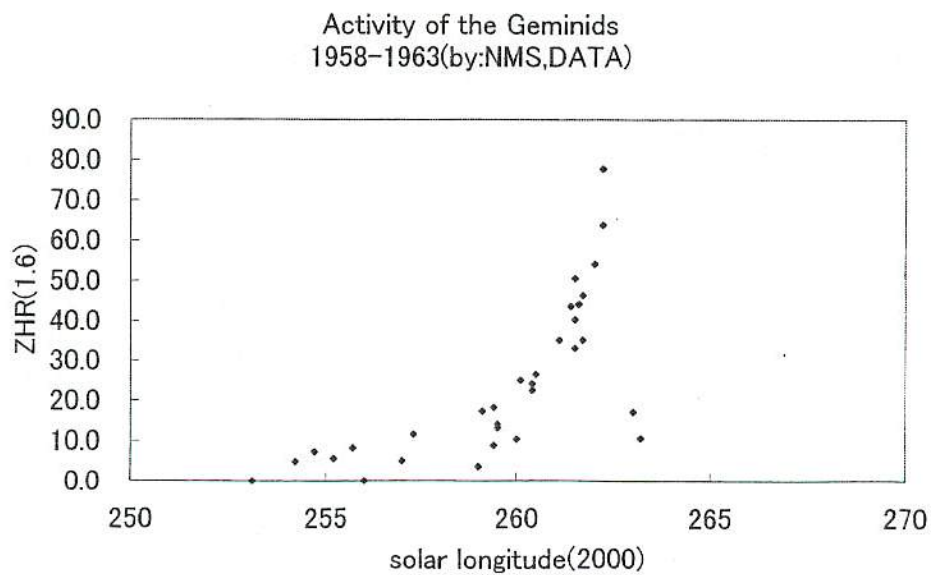
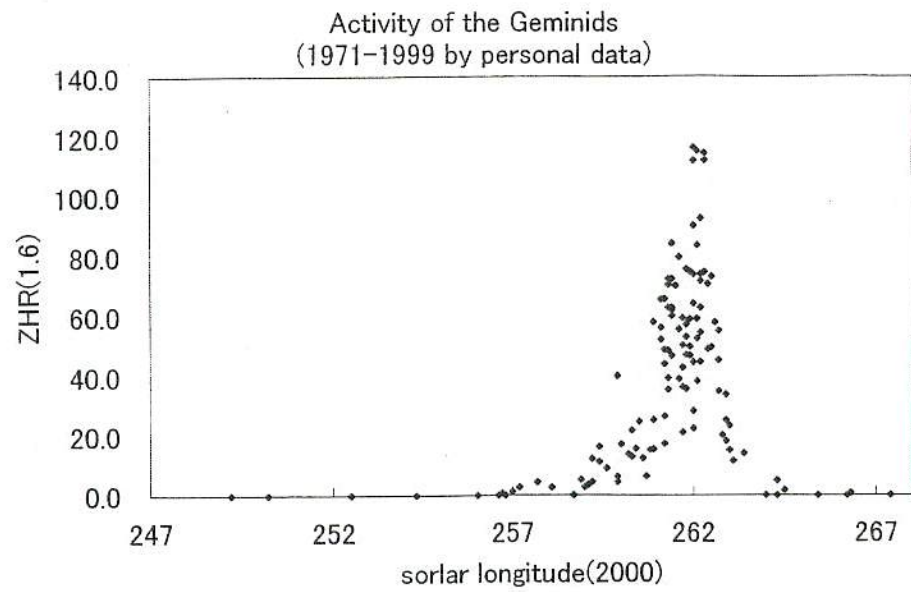
All the observations are either visual count observation or visual plot observations. The major part of observations were executed by visual counting. Because the meteor rate of Geminids is large. The HR, CHR and ZHR are calculated from the observation DATA. The population index (  $\gamma$  ) in calculating CHR is chosen to be 1.6.



### Result

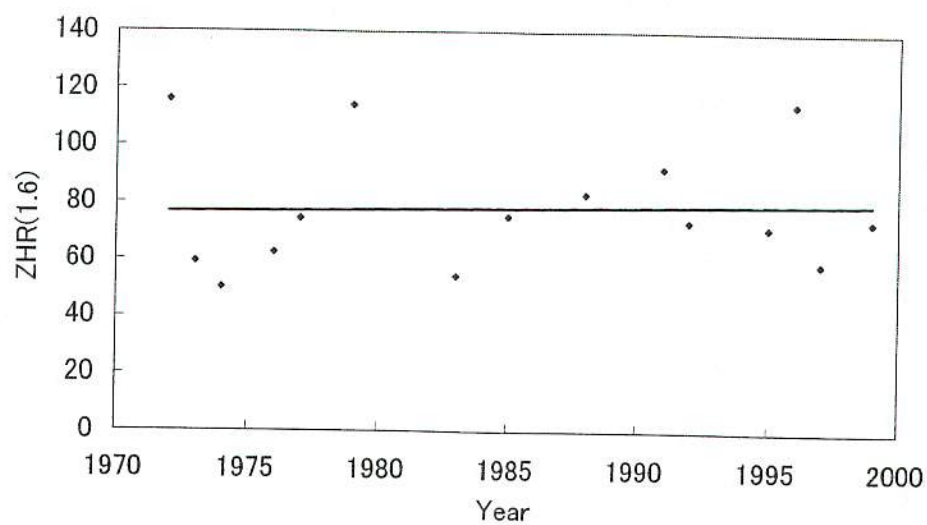
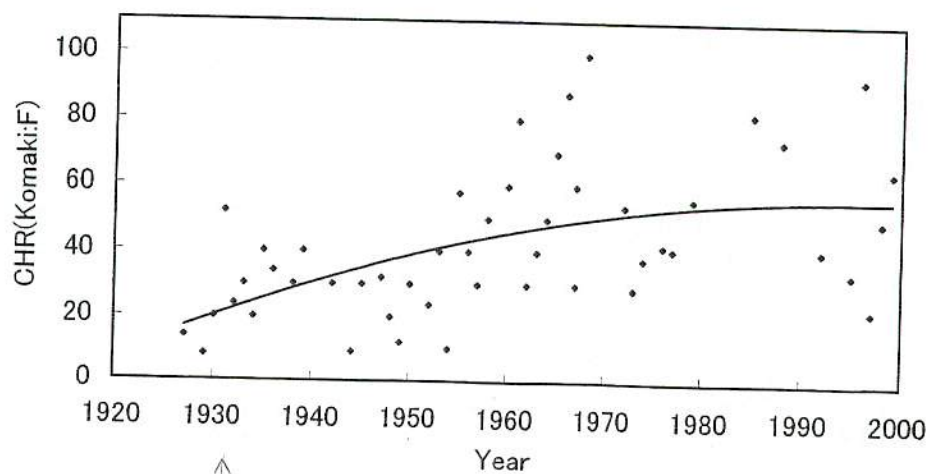
- (1) The meteor rate of the Geminids showed a solar lognitude variation of a high rate before the maximum and a sudden decrease after the maximum .  
This variation pattern has not change for 42 years .
- (2) The ZHR at the maximum was asbout 50 - 100 , and has not changed signifcantly since 1971 .  
However , it showed an increating trend after 1960 s , acording to observations from 1927 .
- (3) The solar lognitude of the maximum is found to be around  $262^{\circ}$  and has not varied for 42 years .
- (4) The average magnitude of sporazic meteors has been invariant for the last 29 years .  
However the average magnitude of the Geminids meteors shows a trend of increasing brightness during same period .  
The population index (  $\gamma$  ) is increasing brightness too .





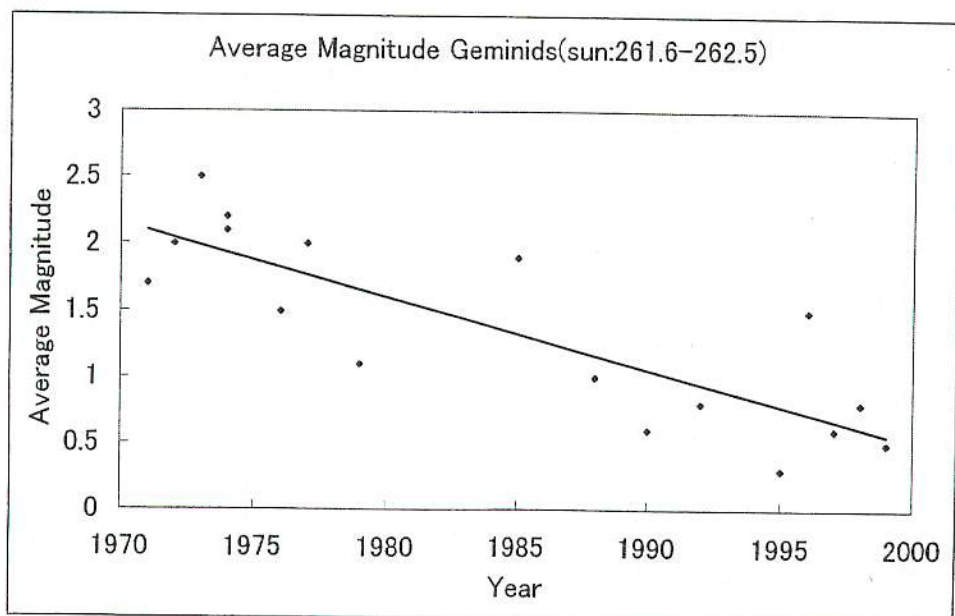


Maximum ZHR Geminids (sun:261.7-262.3)

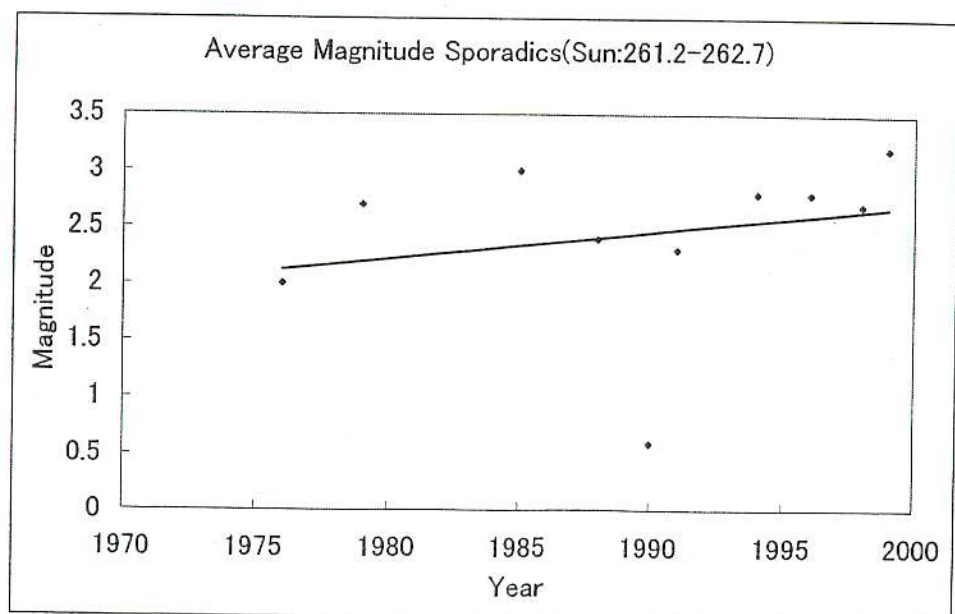
Activity of Geminids(maximum CHR) 1927-1999  
by:Yabu,Izumi

↑  
少なうは アロト観測のためか?

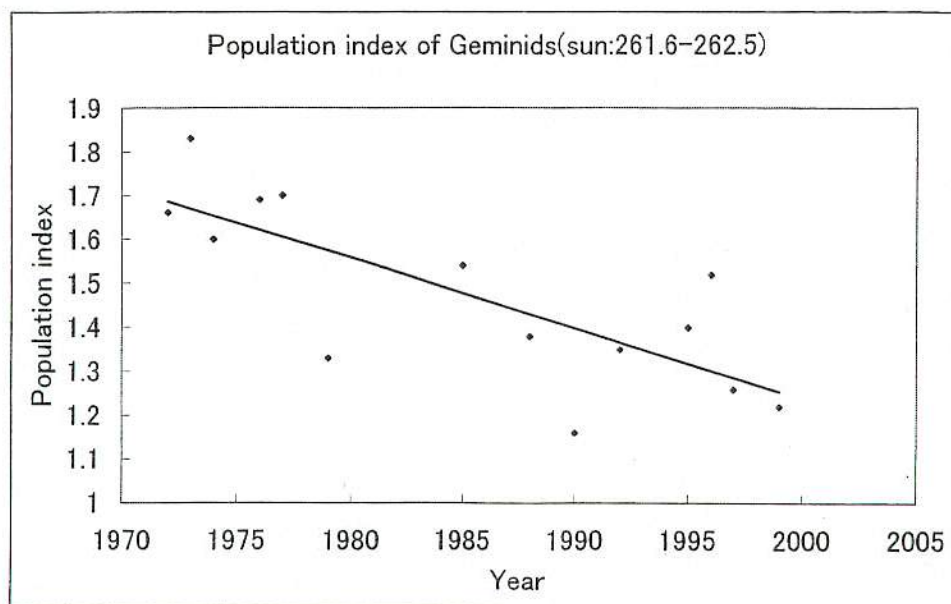




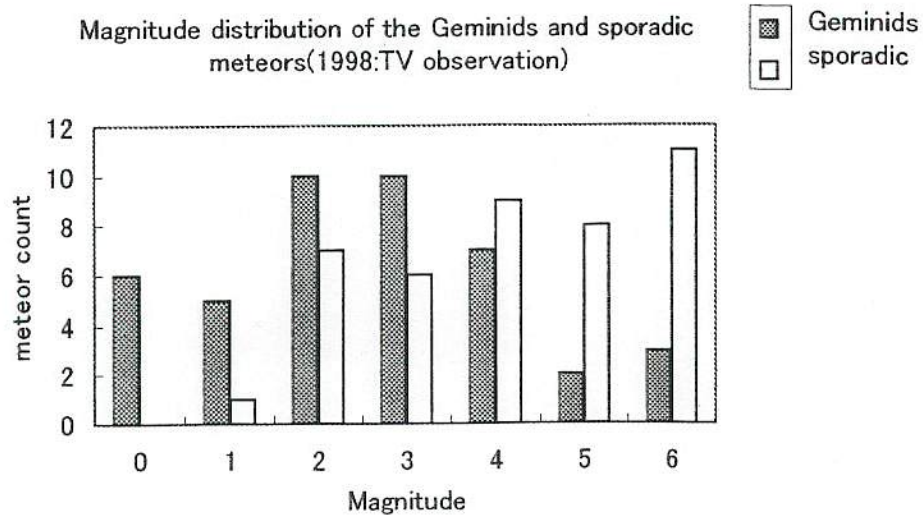
空が明るくなって来たためではない。銀河地は良くなっている







4等級制使用





☆観測報告：  
観測情報は全てNMS-MLからのものです。

★眼視観測の報告

2000 Nov. 18

UT	TIME	aM	name	location
9:00-11:00	120	0	薄謙一	
10:15-11:30	75	0	伊藤大雄	つくば市内の公園
12:00-12:45	45	3	比嘉義裕	宮城県仙台市若林区文化町
	5		戸田雅之	御殿場の須走口
		0	藤野宣知	千葉県三門
		0	久保田陽介	千葉県三門
9:30-13:00	210	0	羅定南	千葉県館山市
9:30-13:00	210	0	二葉文彦	千葉県館山市
11:33-13:00	117	0	重野好彦	川崎市木月住吉
	少し		上田昌良	

★ビデオ観測の報告

2000 Nov. 18

UT	TIME	aM	name	location
		1	松本孝	千葉縣市原市
11:33-13:00	117	0	重野好彦	川崎市木月住吉
9:00-11:00		0	薄謙一	
10:00-13:00			理科大流星班	千葉県夷隅郡岬町(ほとんど見ていません)

★眼視データと電波観測の対比

電波観測のデータは小川宏さんのものを用いて、対比させました。

○12h14m15s(±5s) 高度：30～45度の間 方角：ほぼ西  
イメージ：白く短い筋状、増光なし、痕不明  
ジャスト12:14:15に弱いですがエコーが入っています。

○12h15m02s(±5s) 高度：30～45度の間 方角：ほぼ西  
イメージ：白く短い筋状、増光なし、痕不明  
これはそれらしきものは見あたりません

○12h21m25s(±5s) 高度：30～45度の間 方角：ほぼ西  
イメージ：白く短い筋状、増光なし、痕不明  
12:21:21に極めて弱いエコーがあります。  
ただ、12:22:29にはっきりとしたエコーがあります。

★ビデオ流星と電波観測の対比

電波観測データは同じく小川宏さんのものを用いて、対比させました。

出現時刻(JST)12h19m07s(±?s) 継続時間：2s

方角：西南西 高度：低空  
12h19m\*\*s(±1m) に対して  
12:18:29に若干強めのエコー  
12:18:46に普通レベルのエコー

☆結果：眼視で一人、ビデオで一人確認したという人がいるが電波での裏付けが無いので、何とも言いがたい。

☆考察：1999年の結果に比べて、極大時刻での出現数が一桁小さく、相当に注意しないと見えなかったと思われる。2001年の極大時に昼である地域での観測に期待したい。

☆おまけ：ひょっとしたら、戸田雅之さんが二次会に松本さんの昼間流星ビデオを持ってくるかもしれないそうです。



神楽3年 藤野宣知

発表

☆はじめに  
海老塚昇、矢野創のカナリヤ諸島での獅子群ビデオ観測の結果について暫定的ではありますが報告します。

☆データ  
12月3日のビデオ観測会@国立天文台でのカウント会の結果に基づいています。

☆参加者；  
阿部新助、石田篤司、石原明香、内山茂男、海老塚昇、河合良徳、黒田智久、久保田陽介、塚本登志男、戸田雅之、野崎克彦、橋本岳真、三間康人、矢野創、羅定南、渡辺美和、藤野宣知

☆観測場所；  
Location: Tenerife (Canary Islands, Spain)  
Longitude: 16° 30' 35" West  
Latitude: 28° 18' 00" North  
西に10Km、0.1° 移動。  
標高約2200m

☆観測機材  
Waterco 902H  
6mm F0.8 12.5mm  
デルホト H1S20 (100000-1000000倍) (約20-40%の効率)  
SONY デジタルビデオカメラ DCR-TRV20  
電池ボックス

視野 60°

☆観測結果；  
向けた方向は月と垂直になるような角度を保ち観測した。別紙のグラフ参照のこと。

DATE	UT	TIME	am	Spo.	Leo	Tau	Lm	CL	Dir
2000 Nov.									
17/18	2:06:56-2:30:56	24	40	11	22	7	6.4	0	Tau
17/18	2:30:56-2:53:44	22.8	25	5	18	2	6.4	0	Tau
17/18	3:14:22-3:43:56	29.6	41	10	28	3	6.6	0	Tau
17/18	3:43:56-4:02:30	16.5	25	7	16	2	6.6	0	Tau
17/18	4:13:26-4:40:56	27.5	73	16	53	4	7.0	0	Tau
17/18	4:40:18-4:56:07	15.7	43	8	33	2	7.0	0	Tau
17/18	5:01:10-5:12:26	15.3	28	4	22	2	7.2	0	Tau
17/18	5:16:16-5:40:22	24.1	120	29	85	6	7.6	0	Tau
17/18	5:48:58-6:04:58	16.0	68	19	48	1	7.4	0	Aur
17/18	6:06:26-6:16:16	5.8	42	7	33	2	7.2	0	Aur
17/18	6:17:38-6:21:21	3.7	16	4	11	1	7.0	0	Aur
17/18	6:29:56-6:36:06	6.2	22	1	21	0	6.6	0	Aur

UT (Start-End) ZHR

2:06:56 2:30:56	257.4
2:30:56 2:53:44	163.2
3:14:22 3:43:56	115.0
3:43:56 4:02:30	111.2
4:13:26 4:40:56	166.7
4:40:18 4:56:07	135.8
5:01:10 5:12:26	105.9
5:16:16 5:40:22	150.1
5:48:58 6:04:58	130.6
6:06:26 6:16:16	262.7
6:17:38 6:21:21	148.7
6:29:56 6:36:06	202.8

光度比 1.6

☆考察  
非常に興味深い結果となったと思います。

★HR、ZHRの値を調べると、  
18日2:00UTから18日6:30UTにかけては、ZHR 100 を越える継続時間の長い極大（流星群のバックグラウンド構造）が認められました。

なだらかな極大時間

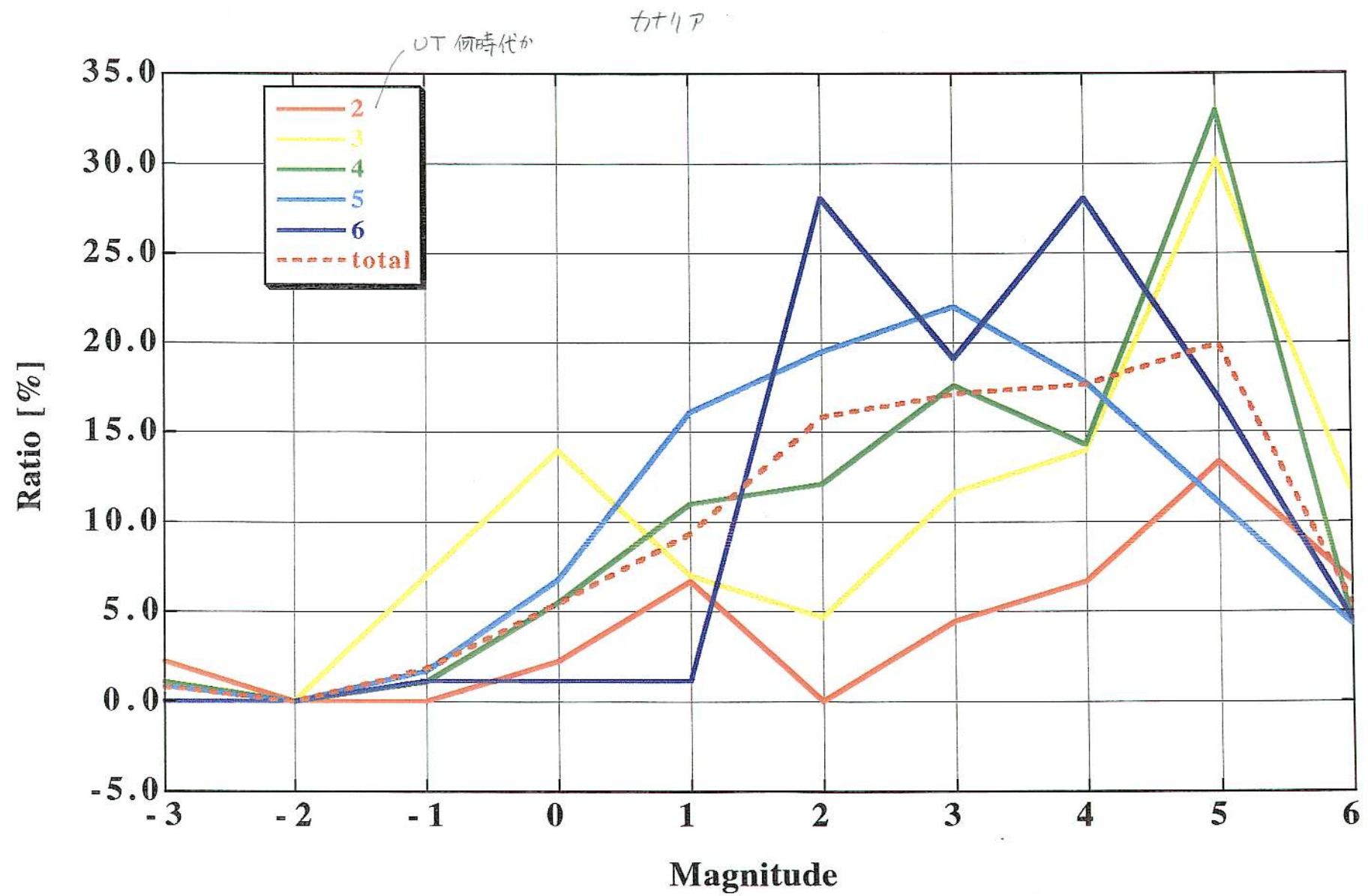
★しかし、主にヨーロッパで観測されたという11月18日3時45分±15分UT、ZHR = 約300の極大は見受けられませんでした。Asher and McNaught の予報による18日3時44分（1733年（8回帰前）にテンペル・タットル彗星（55P/Tempel-Tuttle）から放出されたダスト・トレイルによる極大。）での極大は見られなかった。もしくは、少し無理があるが、4時台後半の微増がそれに相当すると思われる。

★流星の時間ごとの等級ごとの数の分布を調べると、  
特に3時台には、1等と5等以下が多く流れたが、それ以外（2-4）等の流星がほとんど出現しなかった。5時台には3等台の流星が一番多く、5等台の流星の多かった3時台4時台とは流星粒の大きさの分布が異なっている。

☆解析；  
海老塚昇、矢野創、久保田陽介、羅定南、三間康人、藤野宣知

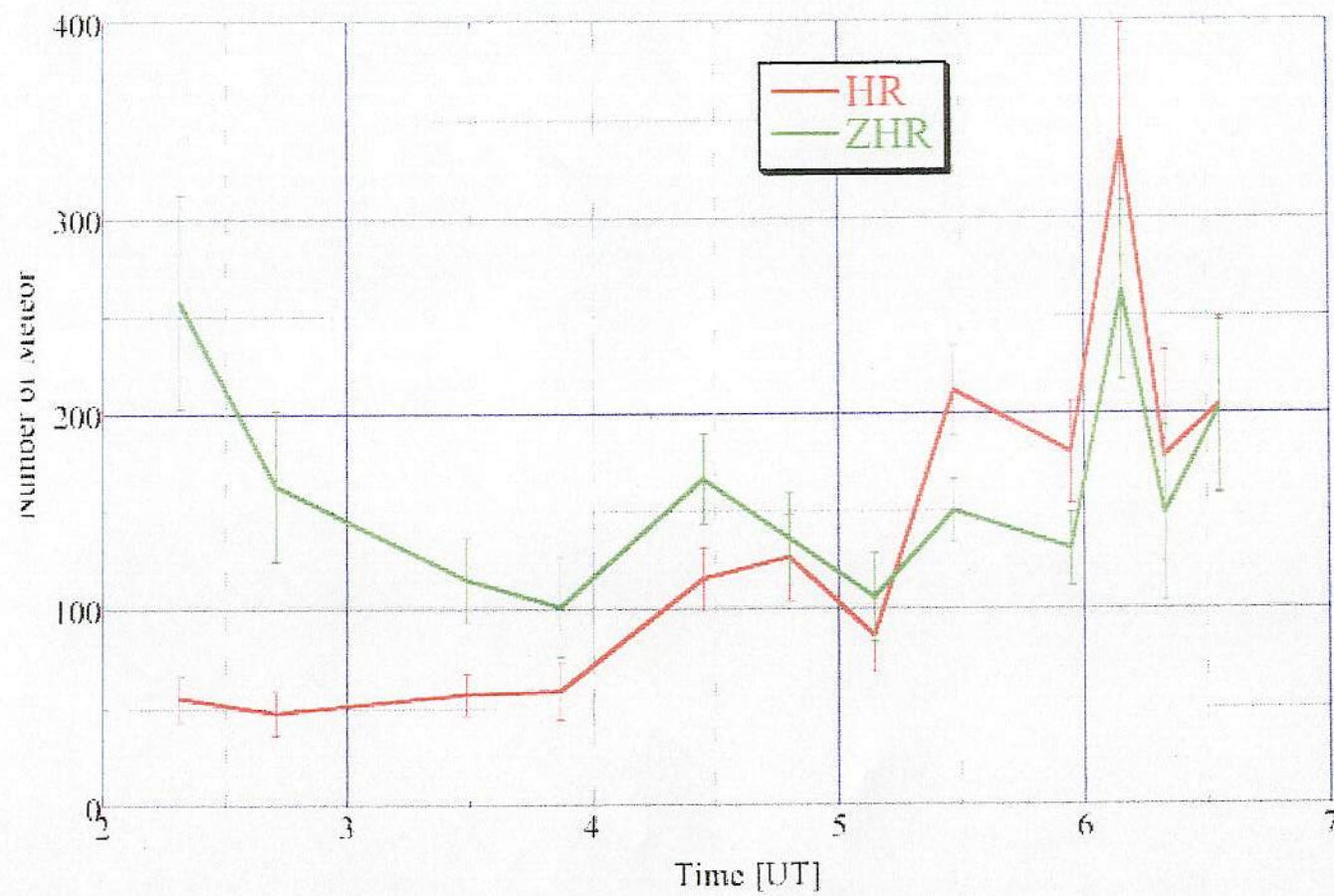
☆今後の課題；  
ばらつきの多い時間のピンを合わせる、光度比を実測値にする、などなど山積みです。  
6月の合同大会での発表、夏の国際会議で98-99年のデータを絡めた発表までにはよりしっかりしたデータにしようと思います。







7+17 2000, 11, 18



MSS-096



# A long-term high-resolution study of the visual activity curve of the Perseid meteor stream 1953–1983

B.A. Lindblad \*

Lund Observatory, P.O. Box 43, S-22100 Lund, Sweden

Received 1 October 1999; accepted 10 November 1999

2001. 7. 13 MSS

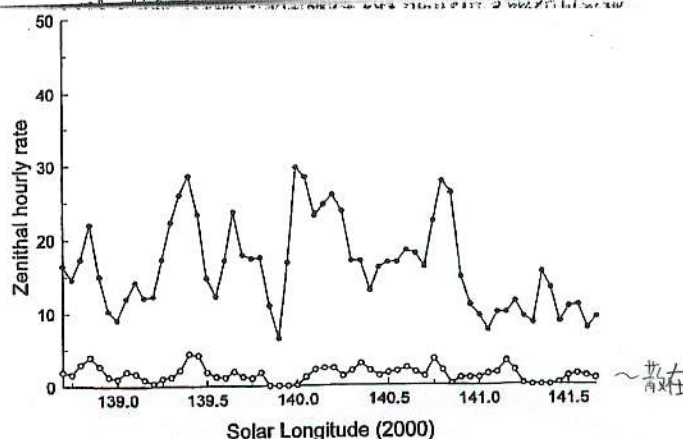
橋本岳夏

## Abstract

Perseid and sporadic meteor hourly rates and magnitudes observed in 1953–1983 by a team of visual observers at the Onsala Space Observatory, Sweden, are analysed. A high-resolution study of the zenithal hourly rates of bright Perseid meteors ( $m \leq 2.5$ ) versus solar longitude has been made using a step length of  $0.05^\circ$  in solar longitude. The present study, which is based on 147 Perseid hourly rates, observed between solar longitudes  $138.70^\circ$ – $141.65^\circ$  (equinox 2000) covers the period of maximum Perseid activity. Somewhat surprisingly it reveals a multi-peak structure of the Perseid maximum with at least four separate peaks in the activity curve of bright Perseids. The first peak located at  $139.38^\circ$  corresponds to the crossing of the nodal plane of the parent comet, the second at  $139.68^\circ$  is the so-called “new” Perseid maximum, the third peak at  $140.20^\circ$  is the “old” or “traditional” maximum of the shower, while the fourth peak although less intense than the previous three peaks indicates a well-defined activity maximum centred on  $140.78^\circ$ . It is interesting to note that, for bright Perseids, the nodal maximum is of the same intensity as the “new” and “old” maxima, but is of a somewhat shorter duration than these two maxima. A similar study of the activity curve of all observed Perseid meteors (i.e. independent of apparent magnitude) shows the same multi-peak structure, but with slightly less pronounced peaks. In a previous study of the Perseid activity curve based on 605 photographic Perseid orbits obtained in various two-station programs 1937–1985 the multi-peak structure can be recognised in a number versus solar longitude diagram (Lindblad and Porubcan, 1994. Planet Space Sci. 42, 117–122.). The various peaks in the photographic data are located at the same solar longitudes as in the visual data. This agreement between the results of the present long-term visual study and a long-term photographic study of the Perseid activity curve strongly supports our conclusions as to the multi-peak structure of the Perseid shower. © 2000 Elsevier Science Ltd. All rights reserved.

Table 1  
Solar longitude of Perseid meteor stream main maxima 1953–1983

Peak no.	Designation name	(Bright visual meteors)		ZHR	Comments	Photographic (Longitude 2000)
		Longitude 1950	Longitude 2000			
1	Nodal	138.68	139.38	28.6		139.38
2	“New”	138.98	139.68	23.8	Broad peak	139.67
3	Traditional	139.34	140.04	29.7	Double peak?	
		139.50	140.20	26.0		140.31
4	Post maximum	140.08	140.78	27.8		140.80





# 学生主体のビデオ流星観測網

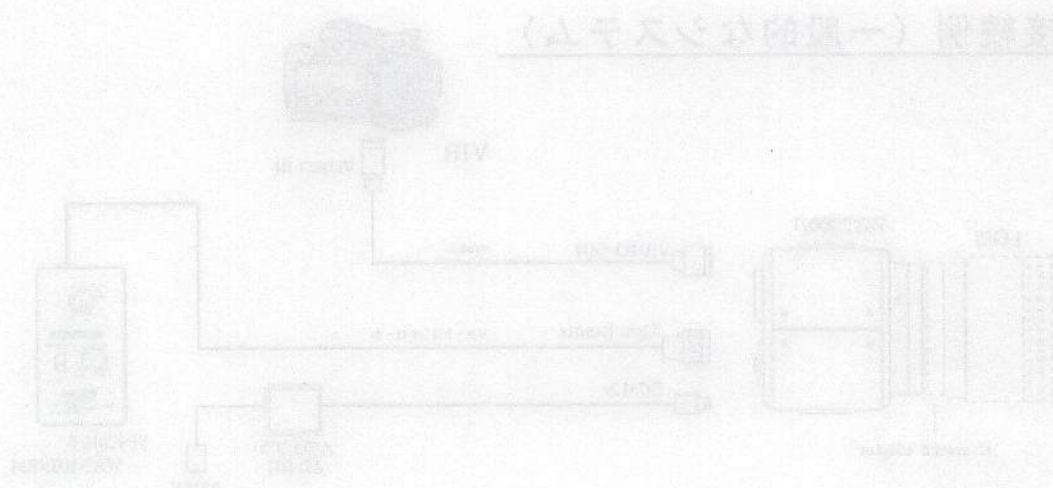
for Leonid 2001  
— 高感度CCTVを用いて —

2001/10/14 流星物理セミナー

**AUUI—COMPASS**

**Leonet**

発表 志倉 匡人  
(東京理科大学天文研究部)



協力:

東京理科大学天文研究部  
明治大学天文部  
筑波大学天文研究会

三間 康人  
竹田 育弘  
豊田 哲也



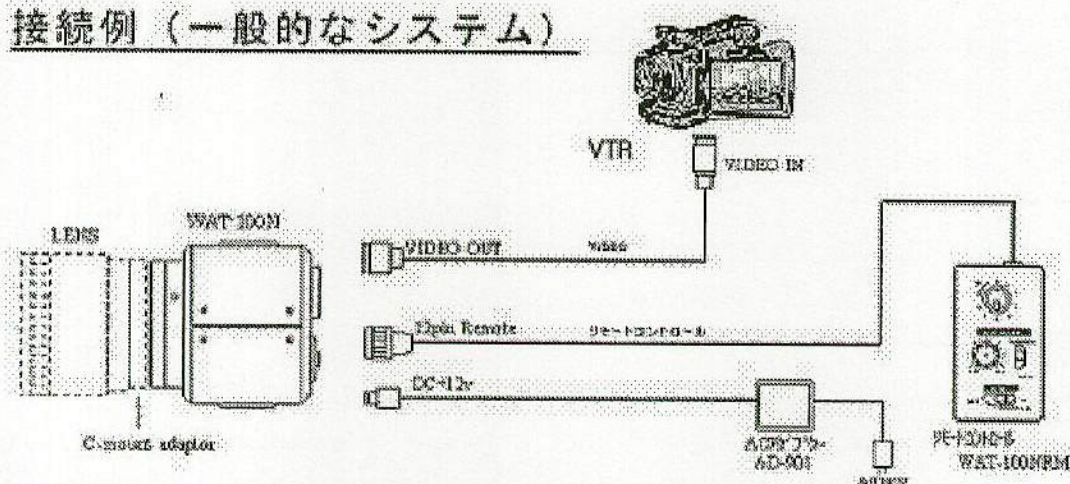
## はじめに

- 我々は昨年末より高感度ビデオカメラを用いた多地点観測し、学生主体の新たな観測網を展開中♪
- 本計画(for leonet)の目的として、しし座流星群に向けて観測～解析法を習得することにある。

高感度CCTVを使うメリットから過去の実際の観測手順を交えながら、レオニードに向けた本計画を紹介したい。

## 高感度CCTV観測システム

### 接続例（一般的なシステム）



- 高感度CCTVカメラ (Watec社製Neptune100及び902H)
- 6mm, F0.8CCTVレンズ (CBC製) ,12.5mm F/0.8C 及び25.0mmF0.8Cマウントレンズ
- 単1電池8本ボックス (12V定電圧電源)
- Hi8あるいはDV (ビデオ記録用)

\*使用したCCDTVカメラはゲインが高いためにACアダプター等を使用すると電源ノイズの影響が大きい。よって12Vの電池ボックスを利用している。



# 高感度CCTVカメラの利点

## ・時刻精度

ビデオ機器での時刻の挿入  
NTSC規格のフレームレート 1/30 秒



かなり高い精度で時刻を測ることが出来る

## ・捕捉数

眼視による係数との比較は一概には言えない。ここではいくつかの特徴を示す

- |                  |   |                |
|------------------|---|----------------|
| ・長く連続した時間で観測できる  | → | タイムロスがほとんど無い   |
| ・高感度で暗い等級の流星を捉える | → | 微細な流星の振る舞いがわかる |
| ・赤外よりに感度が高い      | → | 光害下の撮影もやや有利    |

よって通常は、例えば同じ視野角で換算した場合、傾向として暗い流星も多く捕捉できる。

## ・他

**機動性がある！安価である！暇だけど予算のない学生の見方！**

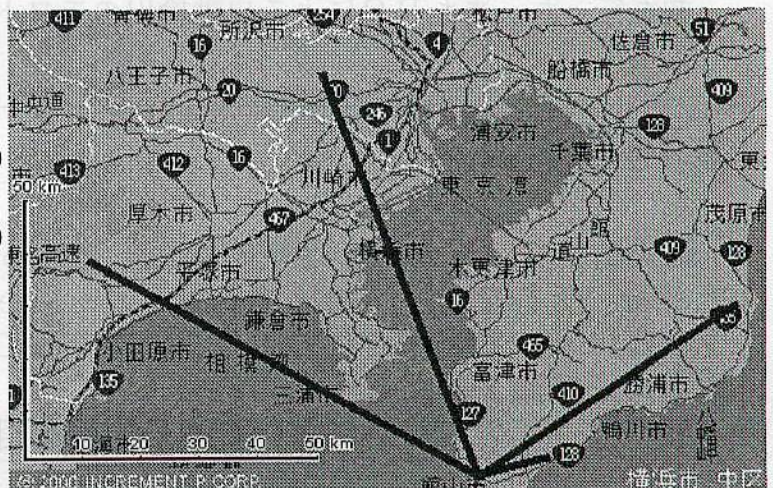
## 過去の同時観測ネットワーク

### 2001・1 しぶんぎ座流星群にて

#### 観測地点

我々は図2のように複数箇所から協定方向を定めて、しぶんぎ座流星群の多地点ステレオ観測を行った。このときの協定エリアは千葉県館山市上空100kmである。また、観測地点は以下の4箇所である。

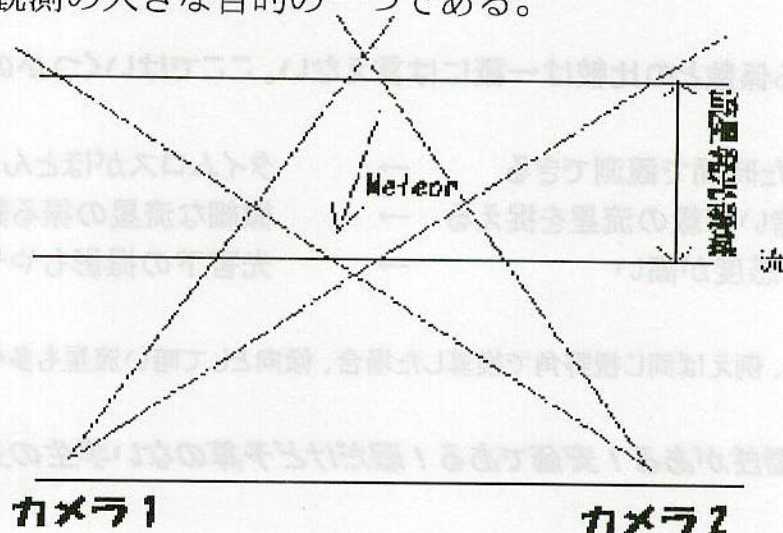
- ・千葉県岬町  
(東京理科大学天文部・東小高観測所)
- ・千葉県千倉市  
(東京理科大学天文部・自動車移動組)
- ・東京都三鷹市  
(国立天文台近傍、海老塚自宅)
- ・神奈川県足柄市  
(明治大学天文部・足柄観測所)





## (多地点観測の意味)

下図のように数10～100km離れた場所で同じ流星を観測した場合、背景の星空が異なる。すなわち多地点観測を行うことにより流星の発光高度や軌道を求めることができる。求めた日心座標の軌道要素より、母天体（流星物質を撒き散らしてきた天体）を特定することが可能である。これが、この観測の大きな目的の一つである。



つづき

## 観測結果

- 観測地点の4地点のうち、3地点で多地点ステレオ観測に成功。
- 1地点観測あたり100個程度（内50個程度が群流星）の流星データを取得。
- 極大時に約1時間あたり2地点で20個（群流星が10個程度）の同じ流星を検出。

\* これらの結果はIMO（国際流星機構）の発表によるものとほぼ一致している。千葉県千倉市の観測地点は装置の不具合によりデータの取得ができなかった。よって3地点のうち東小高と三鷹のデータについては目視による流星の確認作業を行った。またPCによる自動検出のテストも行った。



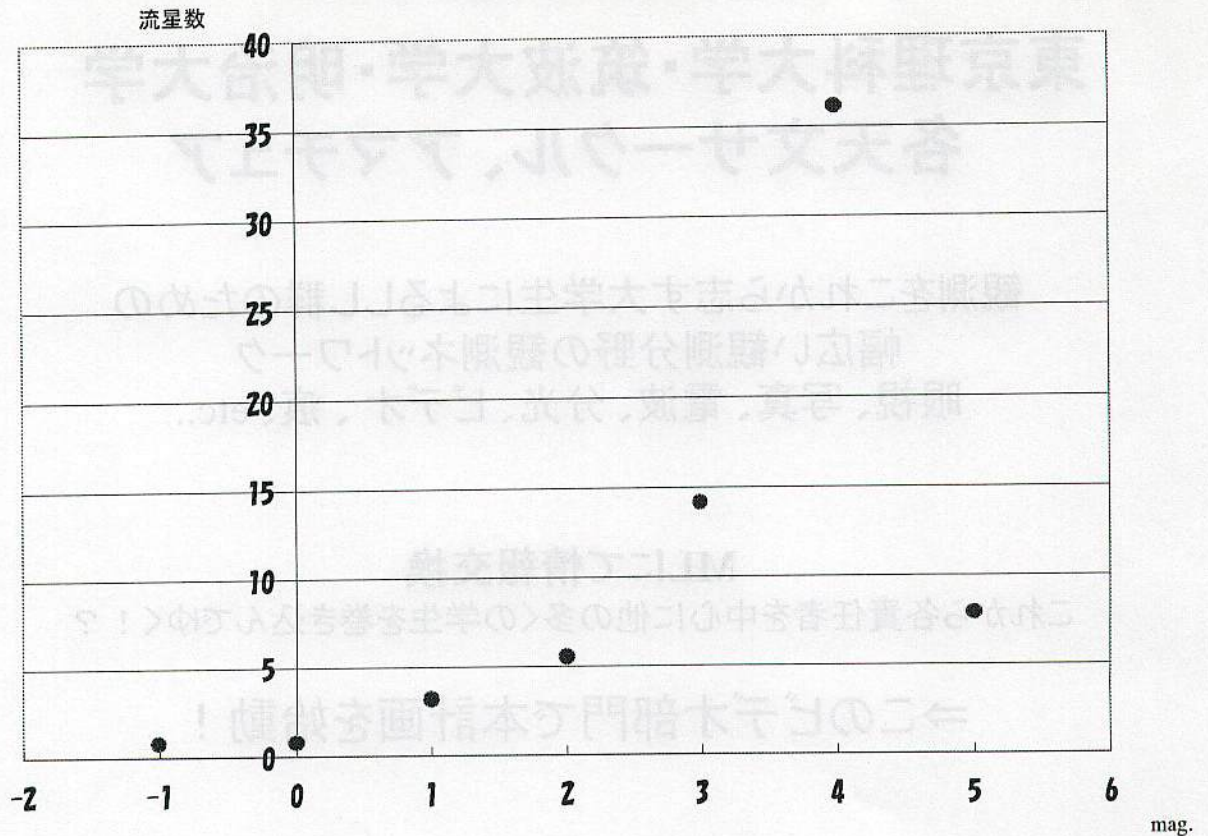
### ☆ミ自動検出

流星は各フレーム間の連続的な変化を見ることによって自動検出可能である。それを利用したソフトウェア：MetRecがシルコ・モラウ氏によって製作されている。日本ではこの運用テストを東京理科大学の三間康人氏が行っている。

我々は今年のしし群において本格運用を目指している。



## グラフ しぶんぎ群における等級別流星数(4:00~5:00ごろ)



つづき

## 2001・5 おひつじ座流星群にて

### 観測地点

今回の協定方向は千葉県銚子市上空100kmである。(明け方の東の空を狙うため)  
また、観測地点は以下の4箇所である。

- ・千葉県岬町(東京理科大学天文部・東小高観測所)
- ・茨城県つくば市(筑波大学天文部 小川宏)
- ・東京都三鷹市(吉祥寺駅周辺 戸田雅之)
- ・神奈川県足柄市(明治大学天文部・足柄観測所)

### 観測結果

2日間にわたって行ったが、関東全域が曇り空だったため観測DATAなし。

## 2001・8 ペルセウス座流星群にて

新潟県魚沼郡と福島県浄土平にて協定観測。(新潟は失敗→不成立)

(25mm(視野角約12°)のレンズを用いて輻射点近くの流星を多数撮影した。)

後に狭視野での多地点観測のための計算ワークシートを作成。(別紙にて発表する予定)



# Leonet 2001

## 東京理科大学・筑波大学・明治大学 各天文サークル、アマチュア

観測をこれから志す大学生によるしし群のための  
幅広い観測分野の観測ネットワーク  
眼視、写真、電波、分光、ビデオ、痕、etc..

### MLにて情報交換

これから各責任者を中心に他の多くの学生を巻き込んでゆく！？

⇒このビデオ部門で本計画を始動！

## Video Observation by Leonet

### 2つの目的

#### 広い視野で計数光度観測

———すぐに役に立つデータを

- ・より客観的な計数観測を連続して行う
- ・速報を出す
- ・リアルタイム自動検出に挑む
- ・フラックスを求める

#### 狭い視野でステレオ観測

———今後のテーマの中心へ

- ・CCTVでいかに流星軌道が求められるか？
- ・精度の評価をし、今後の同時観測の柱とする



# Video Observation by Leonet

## 観測計画I

- ・ 計数光度観測 - 多地点広視野計数光度観測  
———すぐに役に立つデータを

### ☆観測地点

- ・ 岬町 (東小高)
- ・ 名古屋
- ・ (筑波)
- ・ (茨城)

協定: 木下正雄さんの 140° Synchronize観測  
(Mt. Isa in Australia)

6.0mmレンズ  
ゲイン高め、最微重視  
天頂常時カメラを  
晴れている限り回し続ける!

他、協定検討中♪

# Video Observation by Leonet

## 観測計画II

- ・ ステレオ観測 - 2×2地点狭視野同時流星観測  
———今後のテーマの中心へ

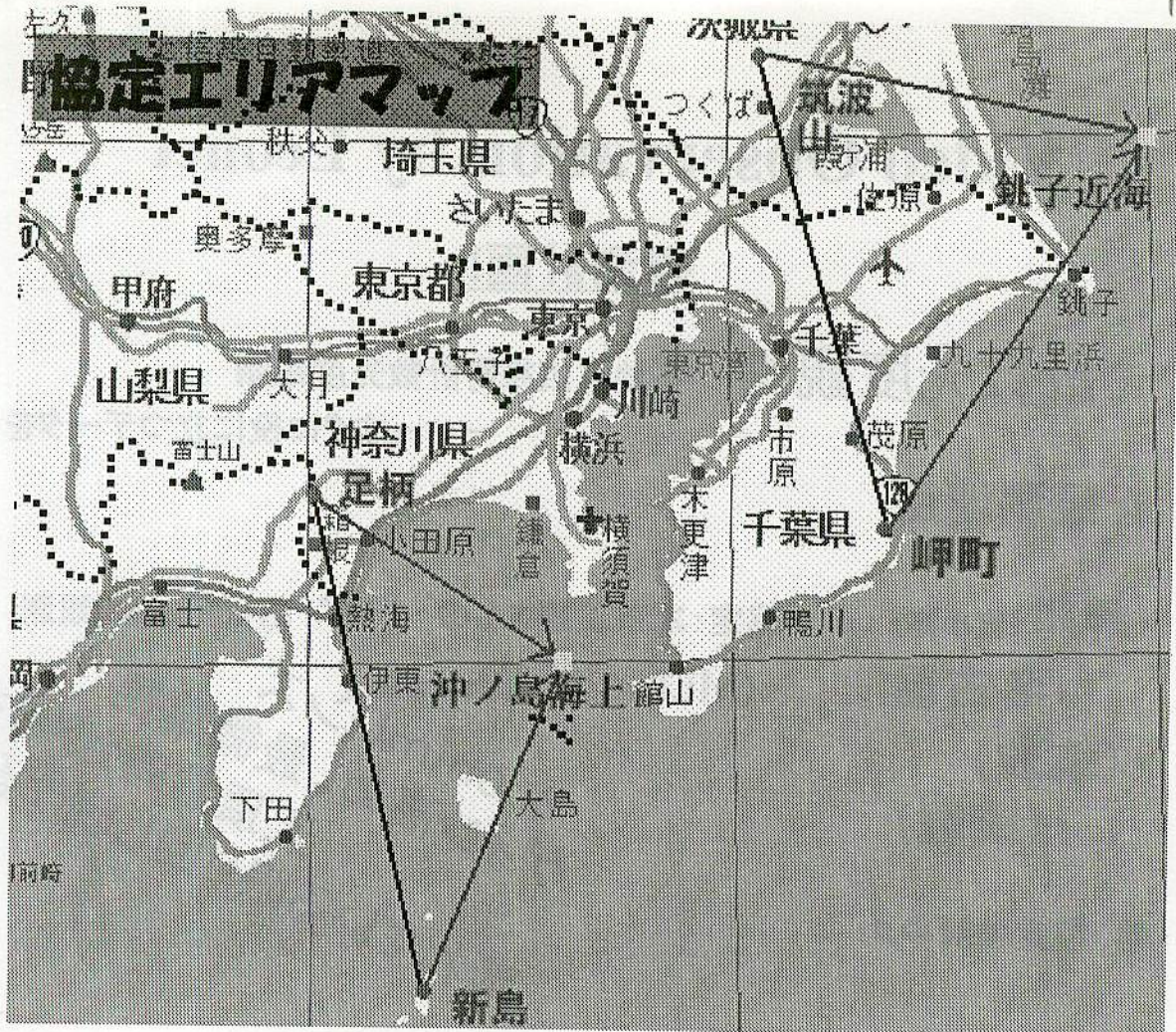
### ☆観測地点

岬町 (東小高) 協定エリア  
& 筑波山 銚子

足柄 協定エリア  
& 新島 沖ノ島 (海上)

12.5mmレンズ  
ゲイン抑えめ、S/N重視  
協定エリアを鋭く導入!  
十分な経路の流星をねらう





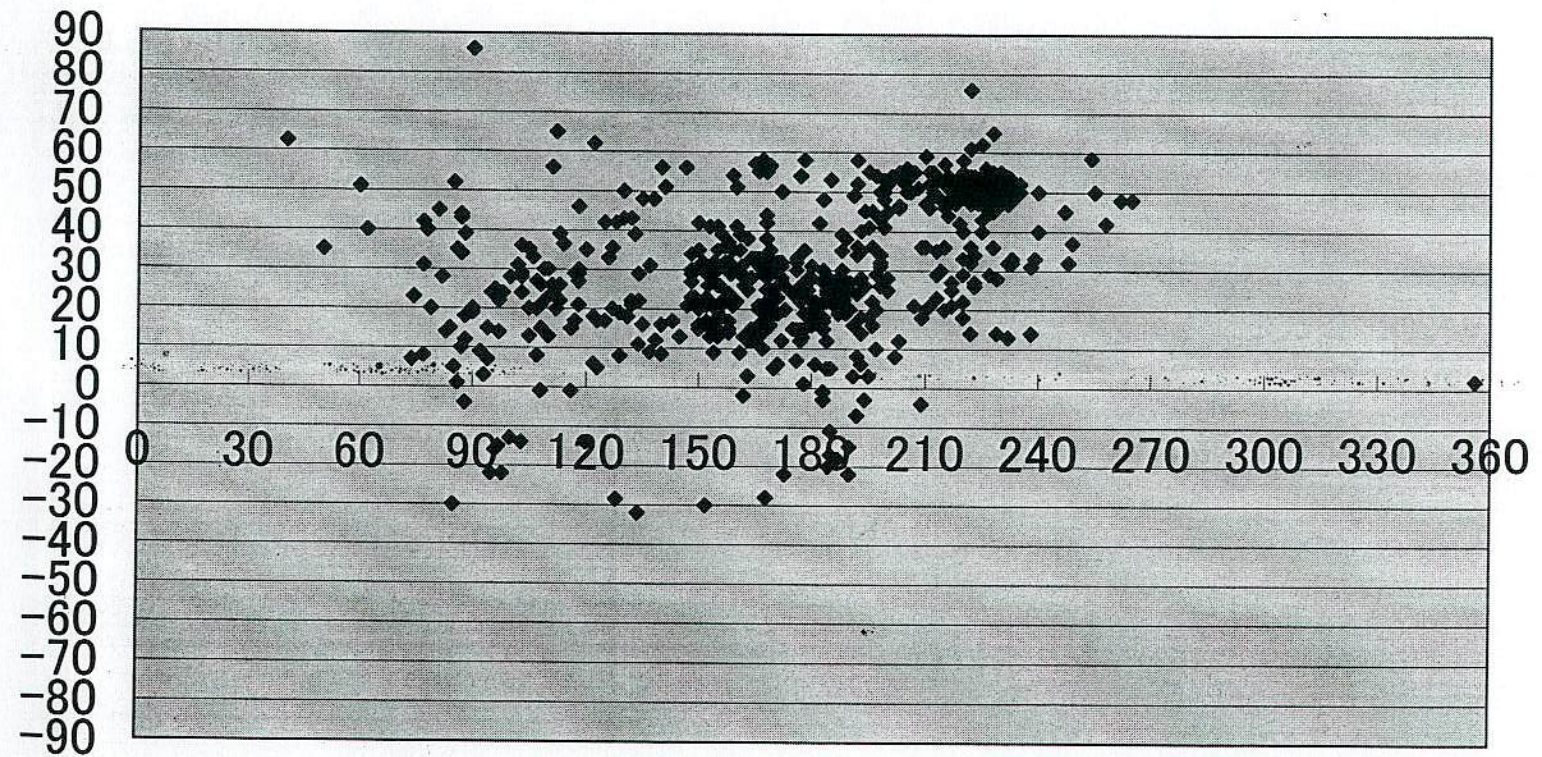
## まとめ

- 我々の蓄積した経験を活かし、高感度CCTVを用いた同時観測ネットワークの完成をめざす。
- しし座流星群では観測ネットワークの充実、速やかな解析チームの育成を目指し、有意義な結果を残したい。
- 今後の各自の研究に大いに役立てる柱としたい。
- この観測への理解、参加、解析を手伝ってくれる学生を募集中！

以上

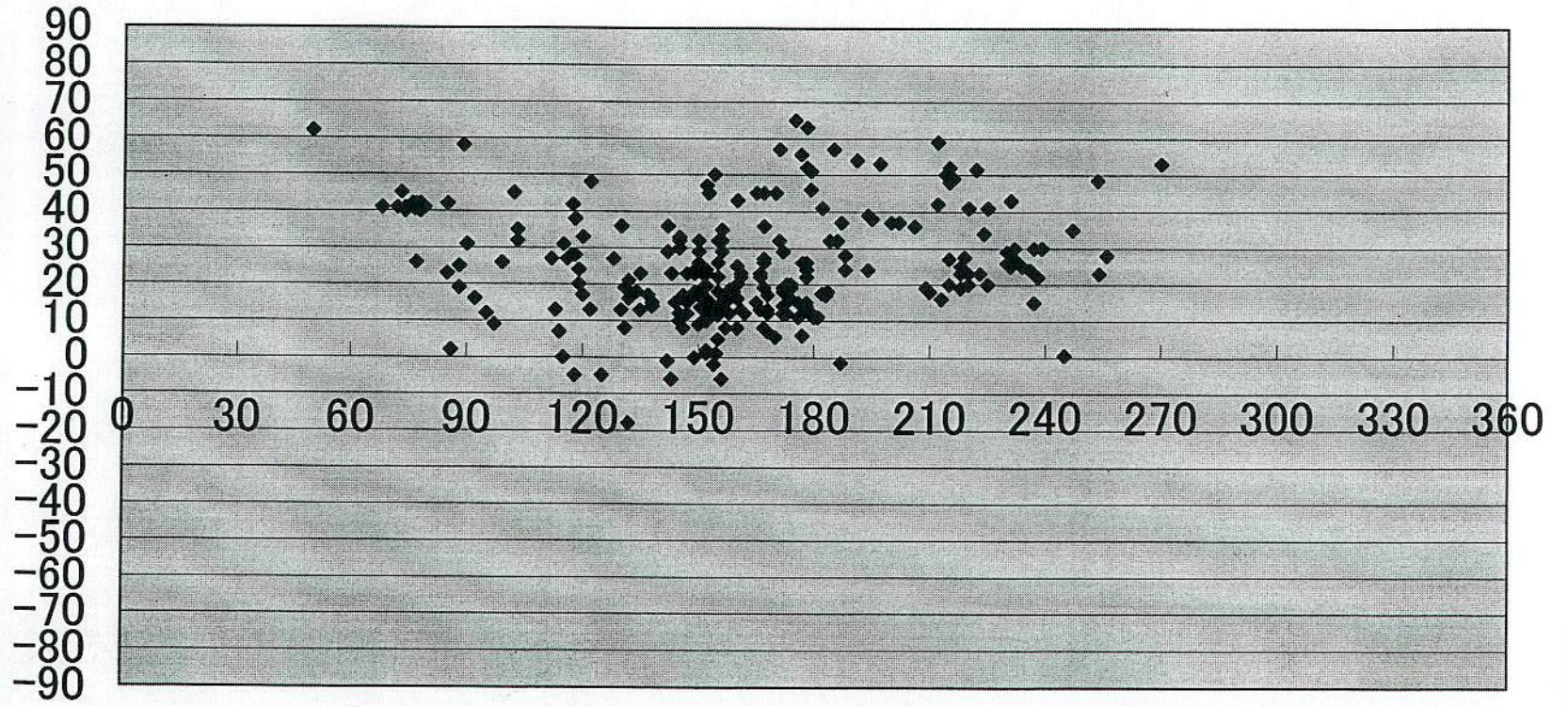


# 1月輻射点



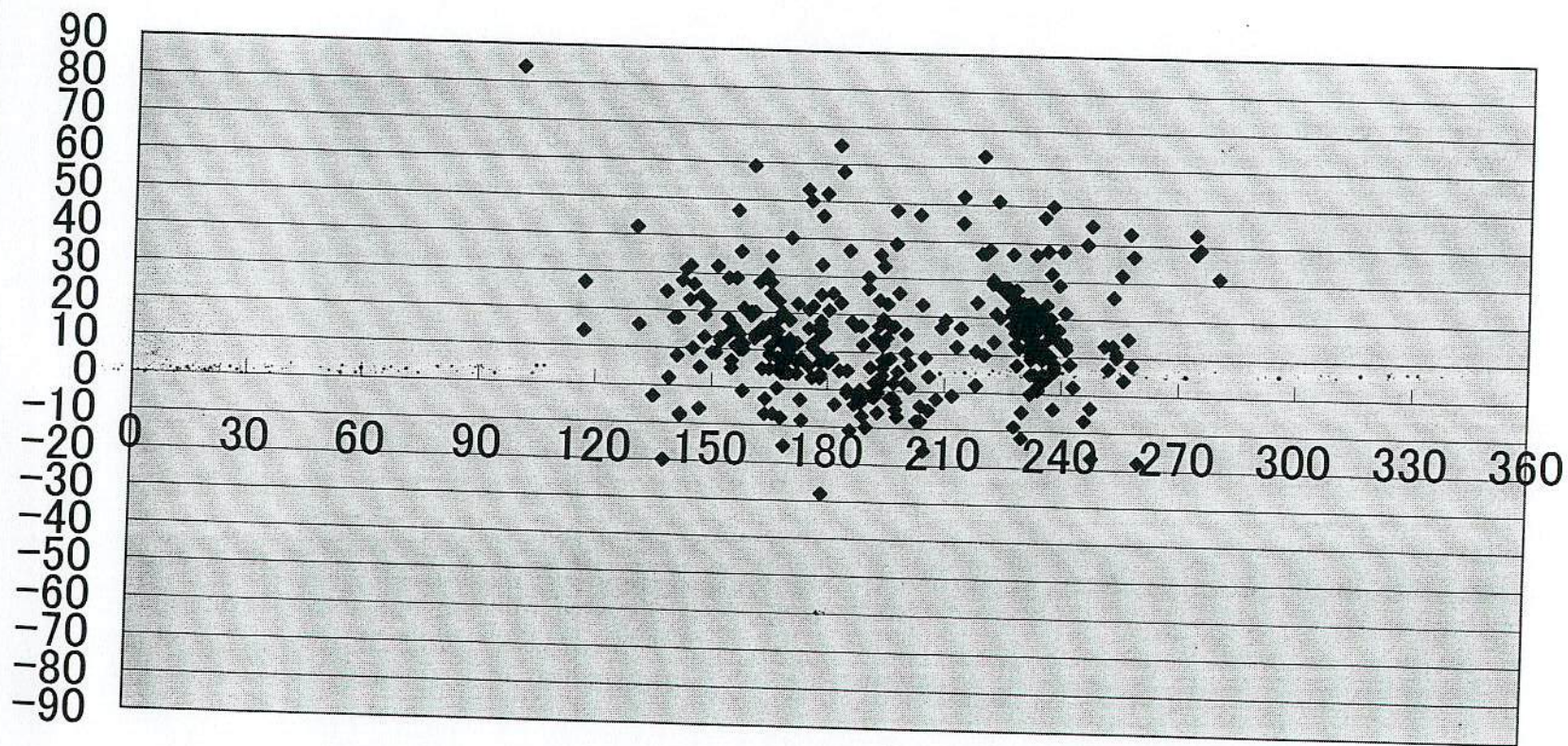


## 2月輻射点



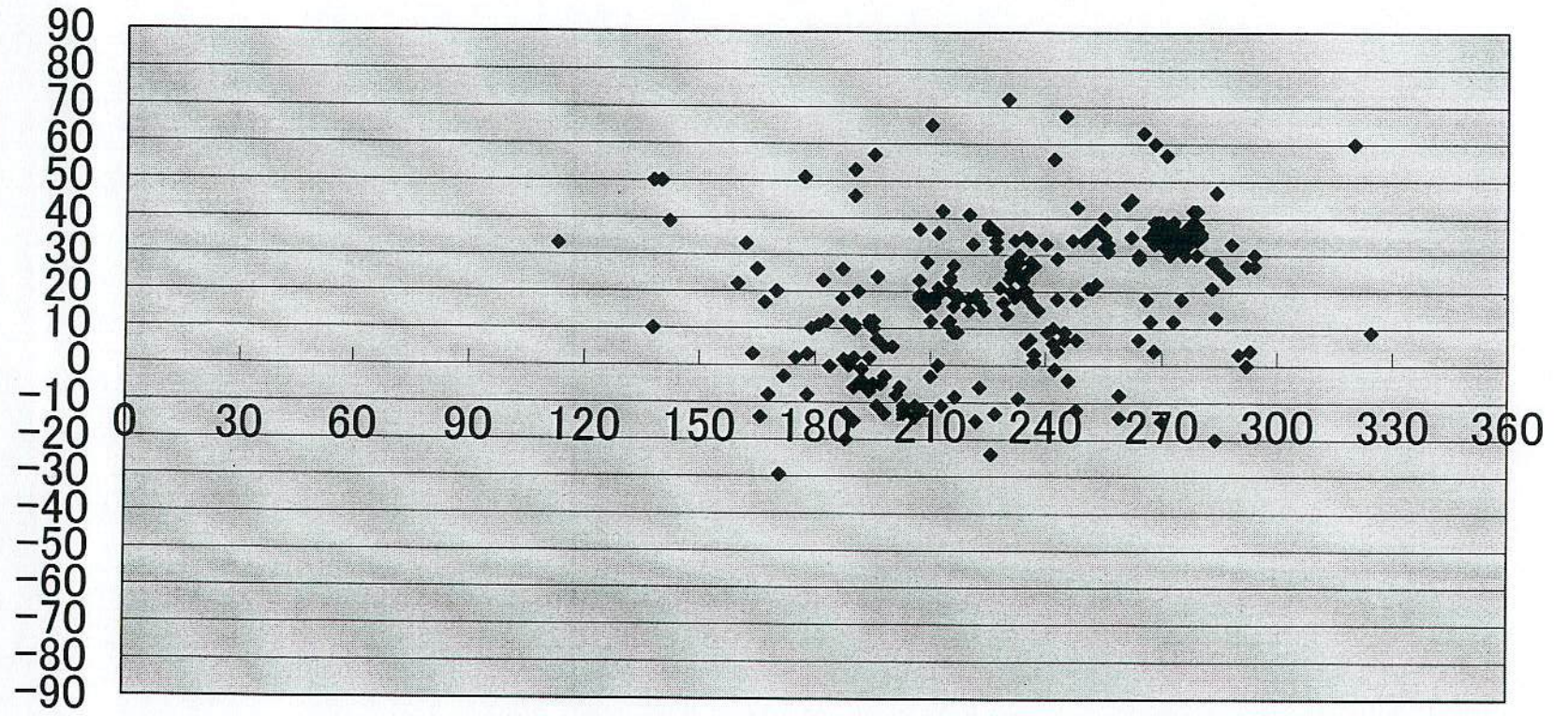


# 3月輻射点



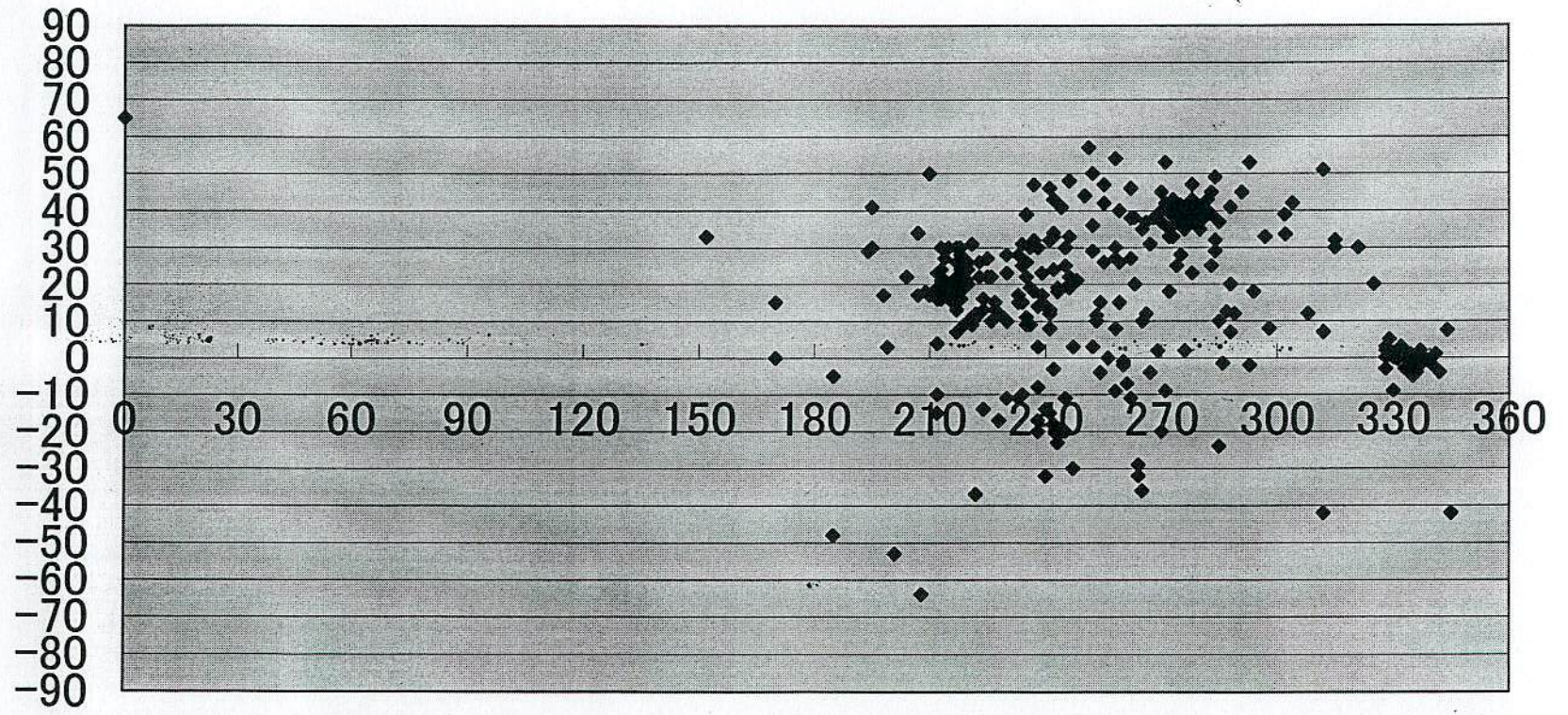


# 4月輻射点



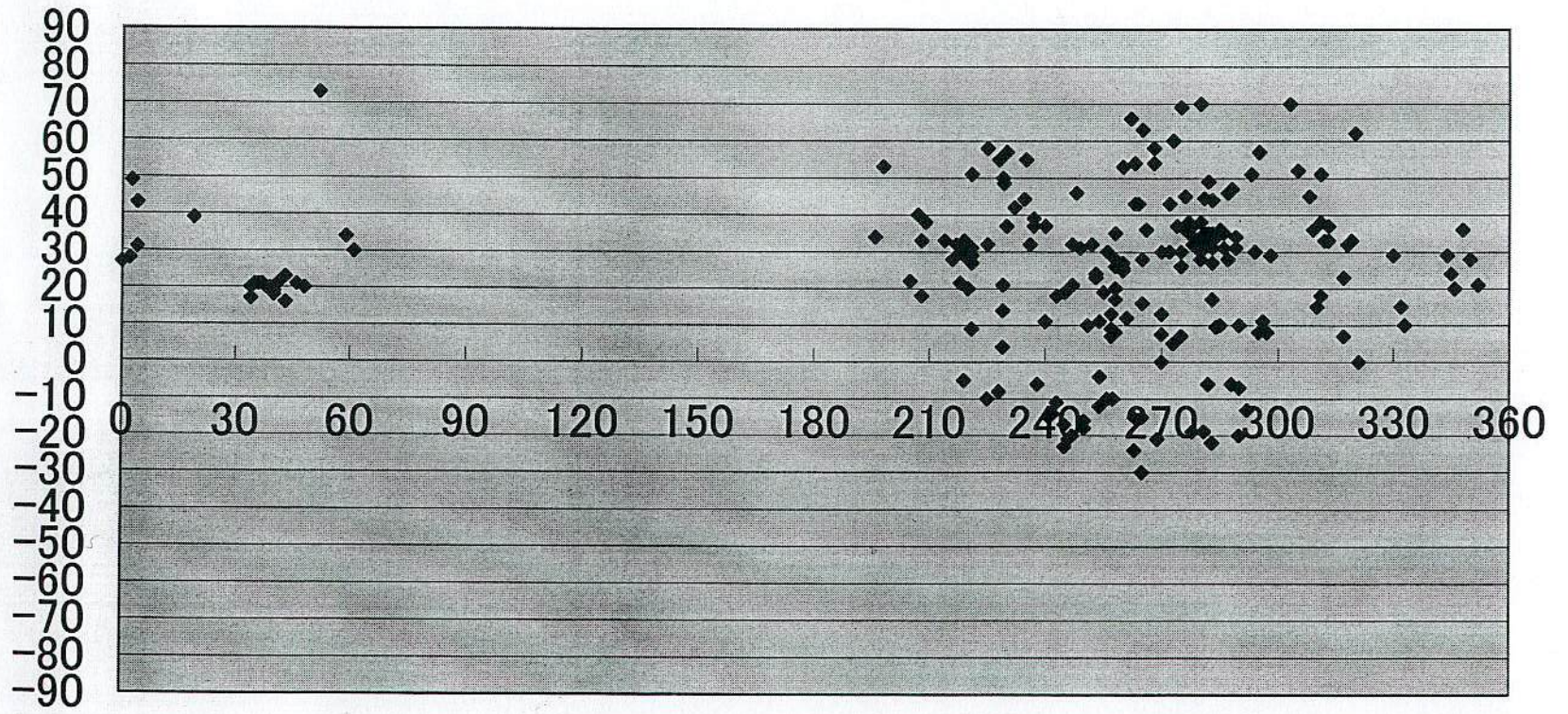


# 5月輻射点



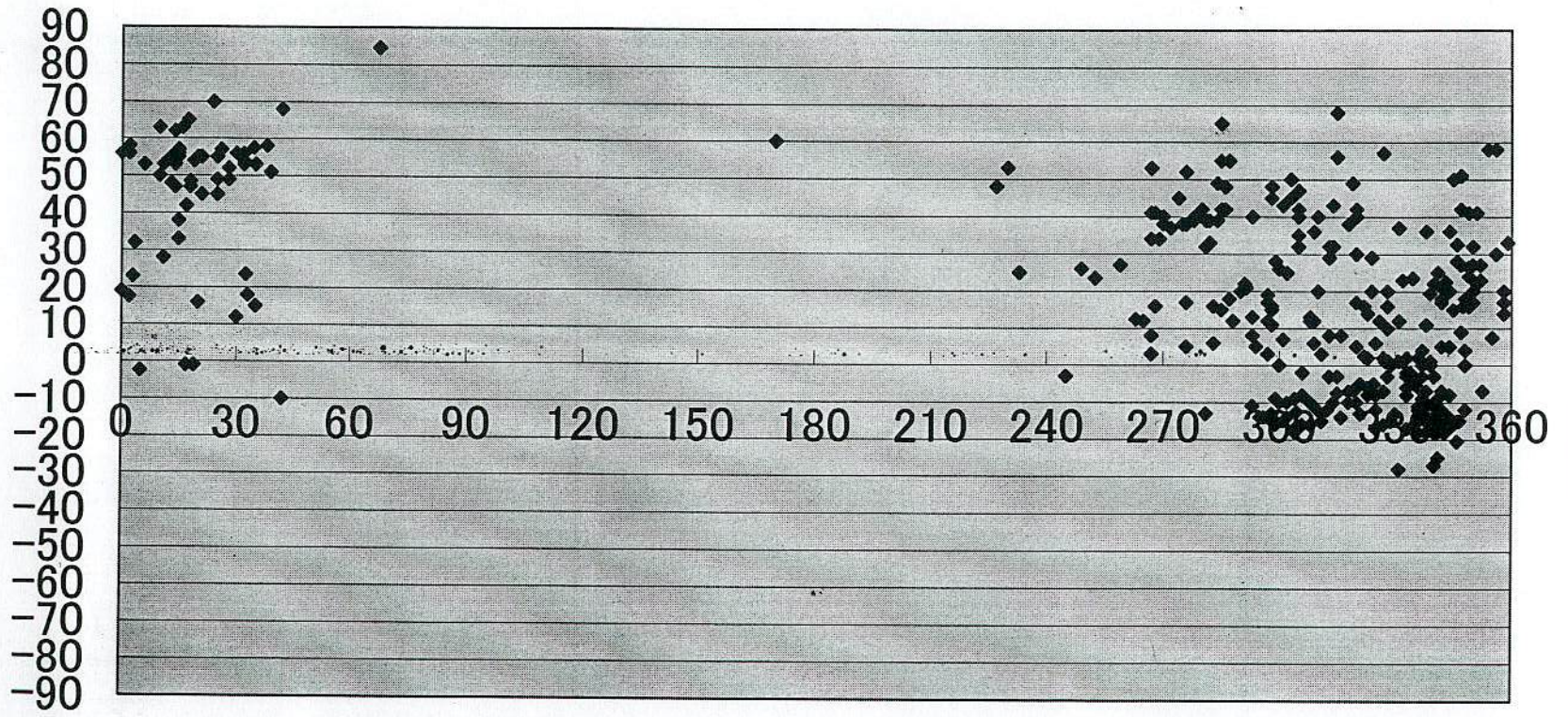


# 6月輻射点



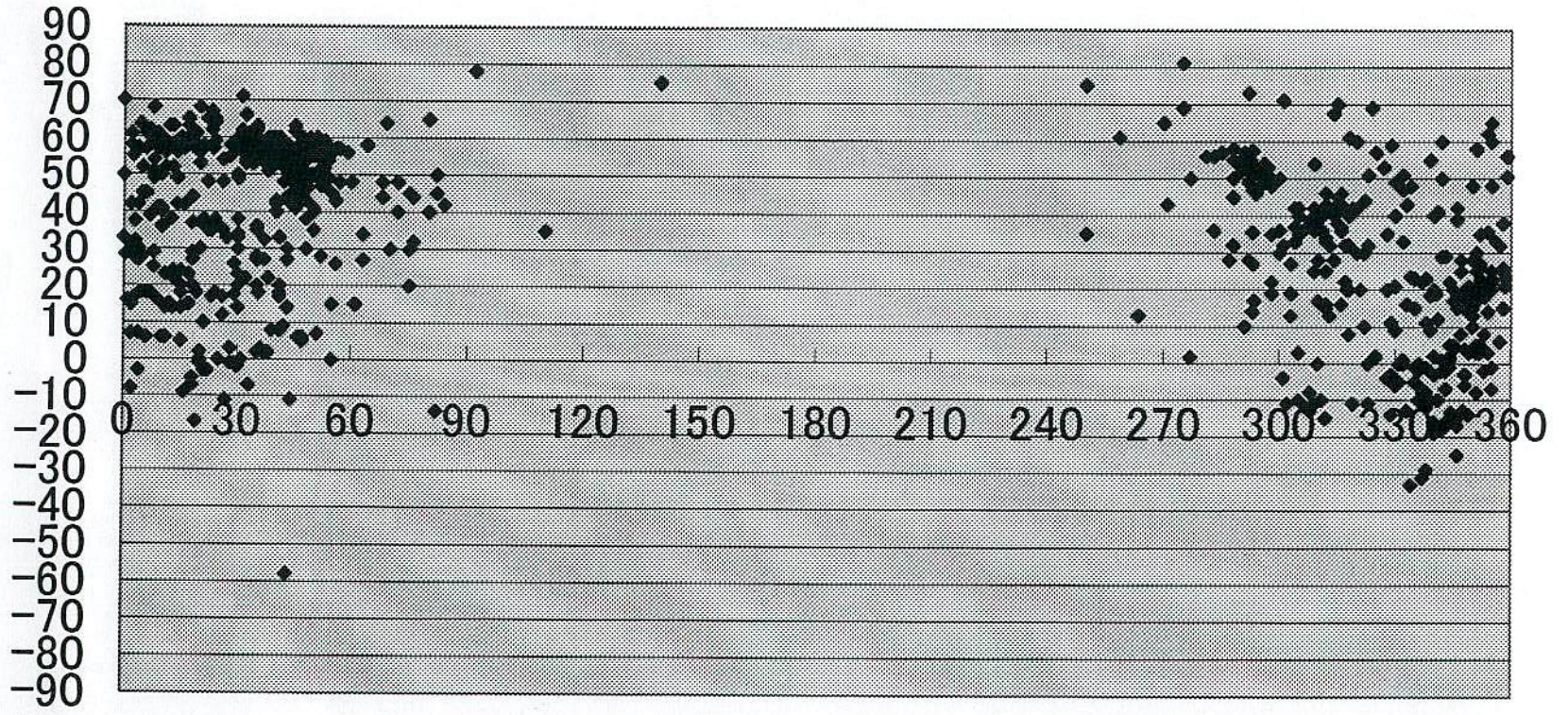


# 7月輻射点



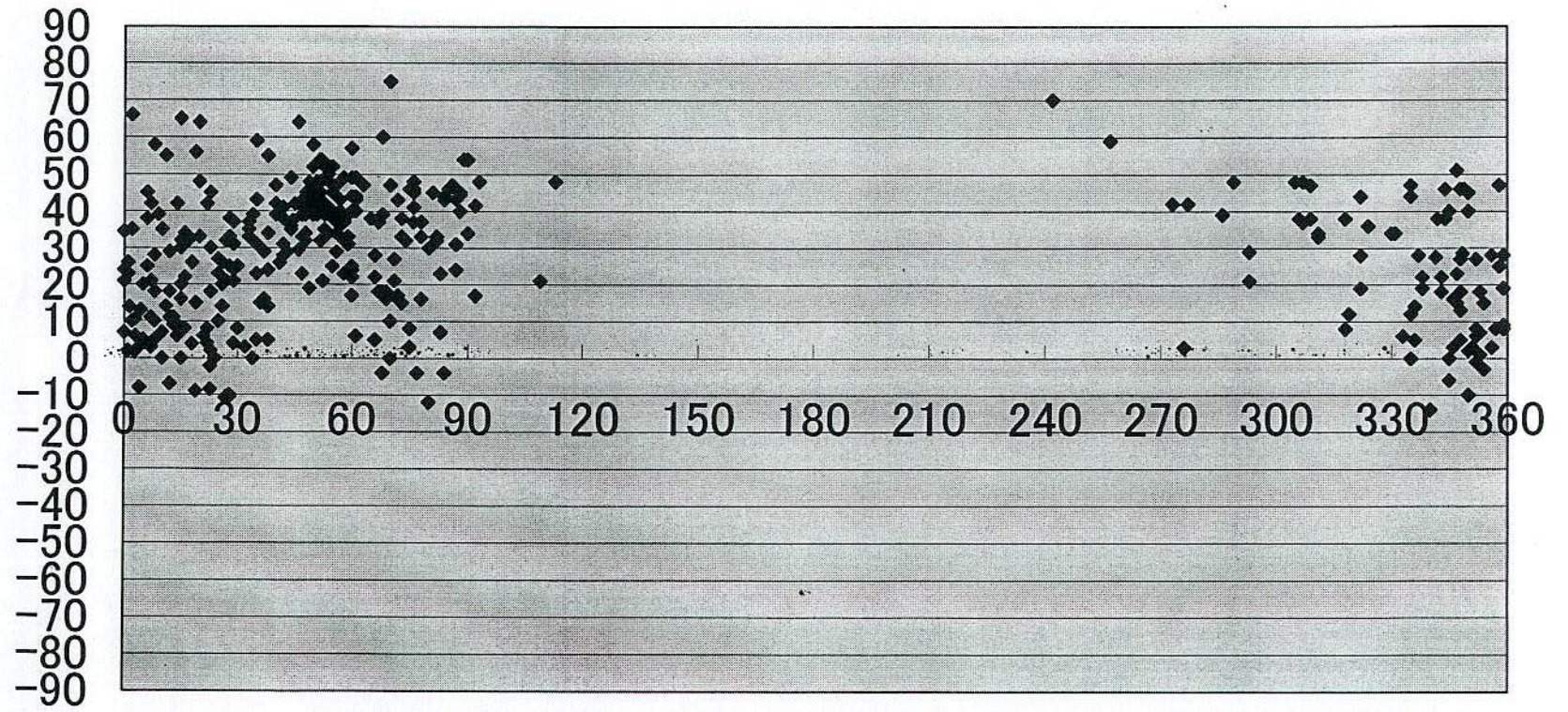


# 8月輻射点



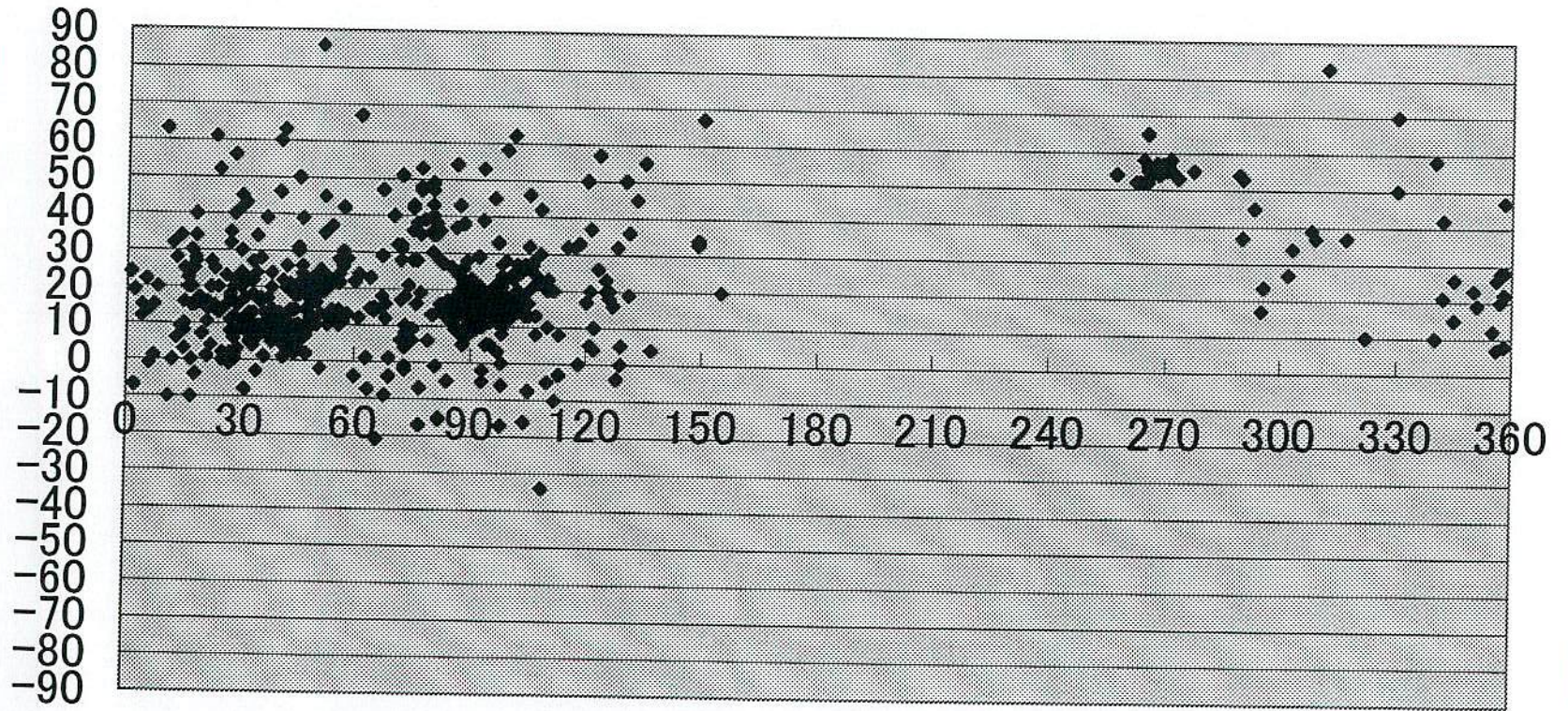


# 9月輻射点



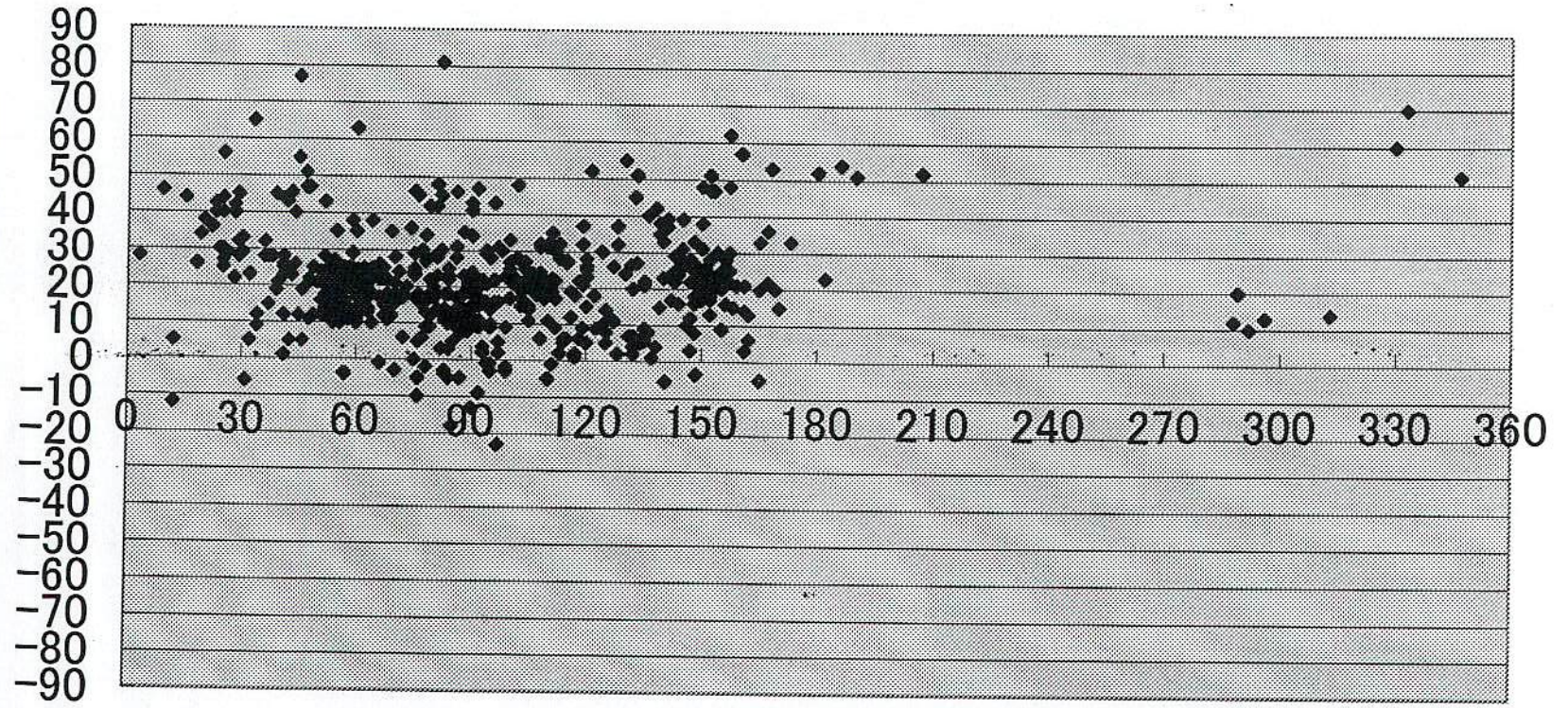


# 10月輻射点



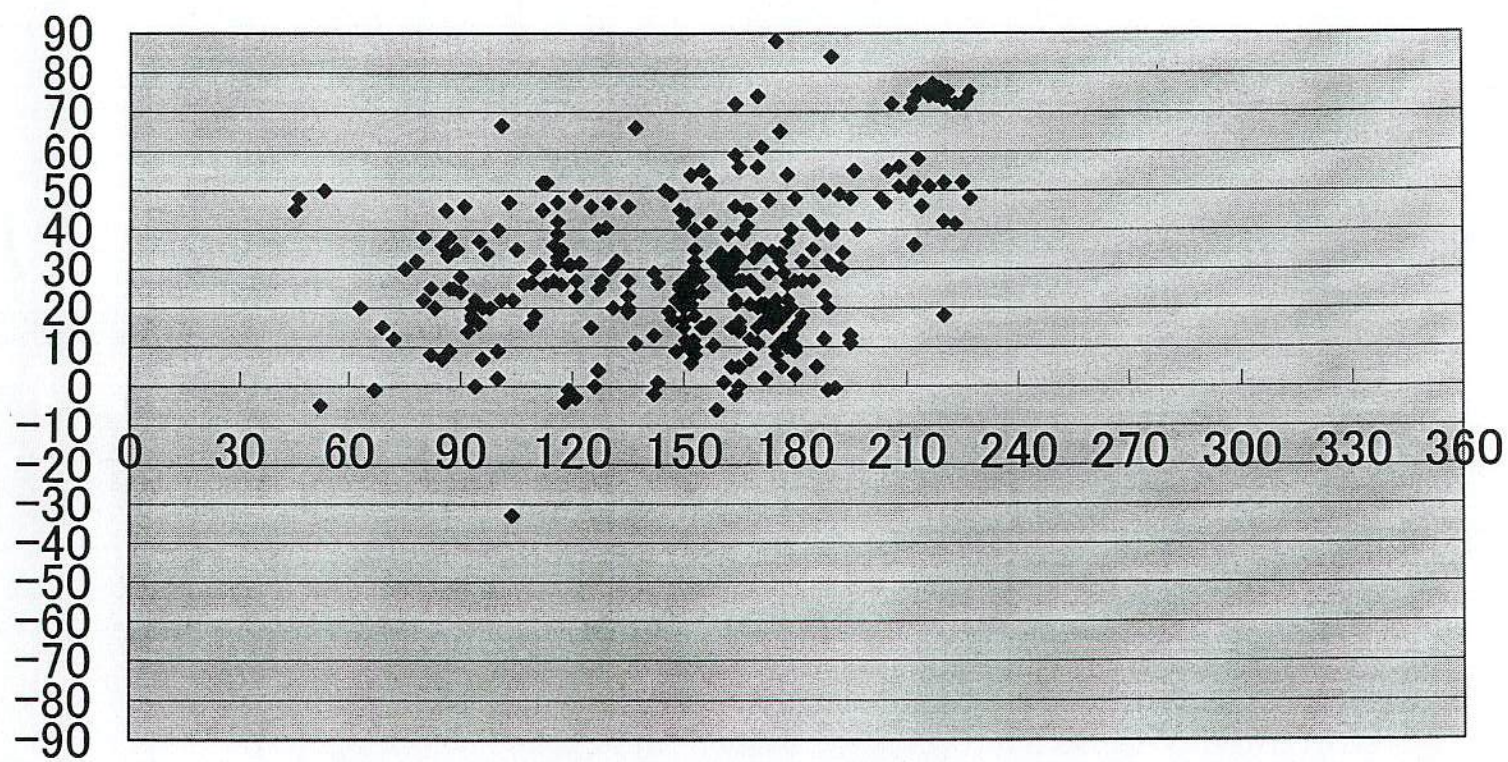


# 11月輻射点





# 12月輻射点





## 73P/Schwassmann-Wachmann 3 彗星関連流星群 2001 年観測集計

橋本岳真

73P/Schwassmann-Wachmann 3 彗星関連群の 2001 年観測中間集計です。なお、ここで取り上げる 73P/Schwassmann-Wachmann 3 彗星関連群は彗星軌道から予測される出現のことを指し、近年出現が確認されているうしかい $\alpha$ 群とは区別することになります。

## ■集計基準

集計期間：5 月 15 日～6 月 5 日

判定基準：以下の、予想輻射点位置に基づいて判定

表1 73P/Schwassmann-Wachmann 3 彗星関連流星群予想輻射点位置(MPC 発表の 2001 年の軌道を使用)

日付	5/11	5/16	5/21	5/26	5/31	6/6	6/11	6/16	重野好彦氏作成の RVO.EXE より q アジャストメント法 を使用して作成
Ls	50	55	60	65	70	75	80	85	
$\alpha$	208	209	209	210	209	207	205	202	
$\delta$	+19	+22	+24	+27	+29	+32	+34	+36	
r-R	-0.070	-0.051	-0.042	-0.046	-0.056	-0.069	-0.081	-0.092	

## ■観測集計

DATE JST TIME aM Spo. SW3 other Lm CL Dir Obs. Meth.

May/2001

17/18 22:45-00:15 90 10 8 0 2 5.8 0 Z 佐藤孝悦 V  
 17/18 23:00-00:00 60 5 5 0 0 5.0 0 Boo 橋本岳真 V  
 17/18 23:35-00:35 60 11 10 0 1 4.8 0 Z 塩井宏幸 V  
 17/18 23:35-00:35 60 12 12 0 0 5.3 2 Z 笹岡満栄 V  
 18/19 22:50-23:50 60 5 5 0 0 5.5 0 Z 佐藤孝悦 V  
 18/19 23:30-00:30 60 6 5 1 0 5.0 0 Boo 橋本岳真 V  
 18/19 23:30-01:00 90 14 13 0 1 5.2 0 Z 村木実 V  
 18/19 23:50-00:30 40 3 2 0 0 5.5 0 Z 佐藤孝悦 V  
 20/21 22:00-23:00 60 5 4 0 1 4.7 0 Boo 橋本岳真 V  
 21/22 22:00-23:00 60 6 4 0 2 4.5 0 Boo 橋本岳真 V  
 28/29 22:00-23:00 60 2 2 0 0 5.4 0 Z 児玉広幸 V  
 27/28 22:40-23:45 60 12 11 1 0 6.2 1 Boo 佐藤孝悦 V  
 28/29 23:00-23:40 40 3 3 0 0 5.2 0 Z 児玉広幸 V  
 28/29 00:45-01:45 60 11 11 0 0 6.2 0 Boo 佐藤孝悦 V  
 28/29 01:55-02:35 40 14 13 0 1 6.2 0 Boo 佐藤孝悦 V  
 29/30 22:45-23:20 35 3 3 0 0 4.3 0 Boo 橋本岳真 V  
 31/01 23:45-00:20 35 4 4 0 0 5.2 0 CrB 橋本岳真 V  
 31/01 02:15-03:15 60 8 8 0 0 5.5 0 CrB 橋本岳真 V

June/2001

01/02 02:25-03:25 60 9 9 0 0 5.4 0 Her 橋本岳真 V  
 02/03 20:15-21:15 60 5 5 0 0 5.0 0 Boo 橋本岳真 V  
 02/03 21:15-22:15 60 6 5 0 1 5.0 0 Boo 橋本岳真 V  
 02/03 01:00-02:00 60 6 6 0 0 5.2 0 Her 橋本岳真 V

橋本岳真：東京都八王子市下柚木

：滋賀県甲賀郡信楽町字神山

村木実：千葉県銚子市 君ヶ浜しおさい公園

佐藤孝悦：宮城県亶理郡山元町笠野

：宮城県刈田郡蔵王町賽ノ碓

住江和博：兵庫県宍粟郡千種町 ちくさ高原

：兵庫県加東郡東条町

塩井宏幸：東京都大田区西六郷

笹岡満栄：東京都大田区西六郷

児玉広幸：北海道小樽市オタモイ

139d22' , +35d38'

136d07' , +34d51'

140d52' , +35d42' 30"

140d55' , +37d57'

140d29' , +38d07'

134d24' , +35d13'

135d02' , +34d52'

139d42' 16" , +35d32' 30"

139d42' 16" , +35d32' 30"

140d57' , +43d13'

31/01, 01/02, 02/03

27/28

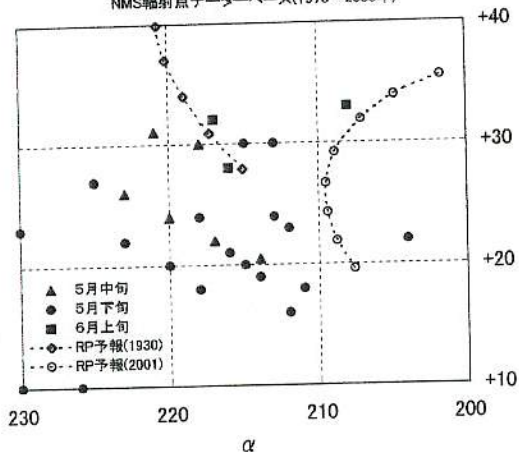
18/19, 19/20



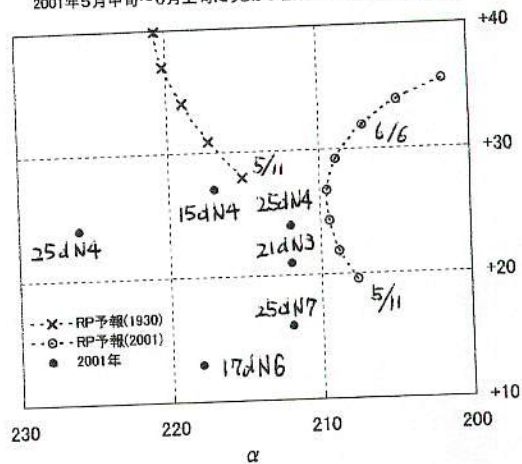
1930にHR100程度

VG = 17 km

5月中旬～6月上旬にうしかい座付近で検出された輻射点  
NMS輻射点データベース(1970～2000年)

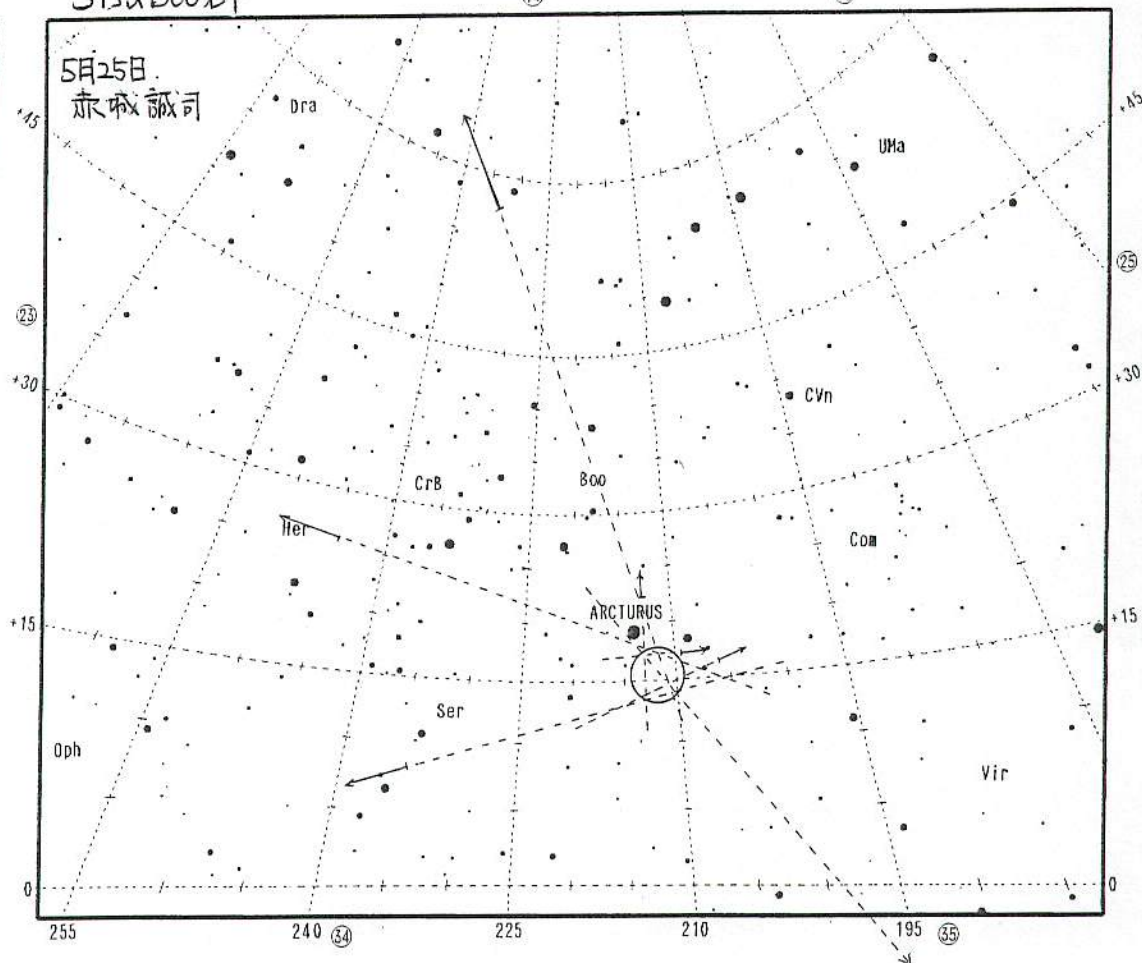


2001年5月中旬～6月上旬にうしかい座付近で検出された輻射点



5月α Boo群

CHART 24





NMS同報 9/24 < 橋本-----  
一昨日のデータに(S)Psc 群とβ Aur 群の活動を加えて昨日のデータとあわせて見  
ました。

★★★★★★★★★★★★★★★★  
★  
★ MMS C速報 No. 752 ★  
★  
★★★★★★★★★★★★★★★★

DATE JST TIME aM Spo. (S)Psc β Aur Lm CL Dir Obs. Meth.

Sep./2001

22/23 23:20-00:20 60 7 7 0 0 5.5 0 Peg 橋本岳真 V(A)  
22/23 00:20-01:20 60 7 7 0 0 5.6 0 And 橋本岳真 V(A)  
22/23 01:20-02:20 60 6 6 0 0 5.6 0 And 橋本岳真 V(A)  
23/24 23:20-00:20 60 10 10 0 0 5.7 0 Peg 橋本岳真 V(A)  
23/24 00:20-01:20 60 11 11 1 1 5.8 0 And 橋本岳真 V(A)  
23/24 01:20-02:20 60 15 15 0 2 5.8 0 Per 橋本岳真 V(A)

★輻射点情報

No. YMD(UT) CONST R.A DEC N d Wt Vel Mag HR Obs. Meth.

1. 2001/09/22.66 ε Per 058 +37 4 5 P rR-R 2.8 1.3 橋本岳真 V  
2. 2001/09/23.66 ε Per 062 +37 5 6 P M-vR 2.8 1.7 橋本岳真 V

<観測地>

橋本岳真(A):山梨県大月市七保町葛野(日大文理大月観測所) 138d58'11", +35d37'39"

昨日は天頂付近と周辺部の透明度の差は一昨日ほど感じられなかった。

昨日の流星数は9月としてはまあまあでしょうか・・・

引き続きε Per 群系と思われる弱い活動が見られましたが、一昨日よりは拡散し  
た感じで輻射点が決めにくい状態でした。

長田君のβ Aur 群ですが、それと思われる流星は0.3,2等と比較的明るいものが見  
られました。しかし、活動といわれるとはなはだ弱い感じです。もう1時間粘れ  
ば良かったのですが、帰りの運転のことを考えるとこんなところが限界でしょう  
か。

いずれにせよ、本人の報告を待ちましょう。でも、今はお彼岸なのできっと忙し  
いのでしょうか。

NMS同報 9/24 < 橋本-----

★★★★★★★★★★★★★★★★  
★  
★ MMS C速報 No. 753 ★  
★  
★★★★★★★★★★★★★★★★

★観測報告

DATE JST TIME aM Spo. β Sep- N-  
Psc Lm CL Dir Obs. Meth.

Sep/2001

22/23 00:00-01:00 60 11 7 0 3 1 6.1 0 Z 塩井宏幸 V(A)  
22/23 02:20-03:05 45 11 9 1 1 0 6.1 0 Z 塩井宏幸 V(A)

<観測地>

塩井宏幸(A):群馬県勢多郡宮城町 E139d11'46", N36d28'33", H529m

★放射点情報

No. YMD(UT) CONST STR R.A DEC N d Wt Vel Mag HR Obs. Meth

1. 2001/09/22.68 ν Per Sep-Per 53 39 4 3 P rR-R 3.8 2.3 塩井宏幸 V  
2. 2001/09/22.69 κ Aur - 98 30 6 3 P rR-VR 3.2 3.4 塩井宏幸 V

コメント:9月のPer 群の一部と思われるものと、未知のAur/Gem境界の  
群の輻射点が出ました。Aur の群は非常に速く、有痕率が高い(50%)特徴で  
す。β Aur 群は明瞭な活動はとらえられませんでした。

NMS同報 09/26 長田

★観測定期便

DATE JST TIME aM Spo. α Aur Psc Sept. β Aur Lm CL Dir

2001 Sept.

1/ 2 21:15-22:30 75 10 10 --- 0 0 --- 5.2 1 Z  
5/ 6 22:00-23:00 60 9 8 --- 0 1 --- 5.0 1 Z  
23:00- 0:00 60 10 8 0 0 2 --- 5.0 1 Z  
8/ 9 22:00-23:00 60 15 14 --- 0 1 --- 5.5 2 Z  
23:00- 0:00 60 16 14 --- 1 1 --- 5.5 2 Z  
9/10 19:30-20:45 75 15 15 --- 0 --- --- 5.5 2 Z  
11/12 22:00-23:00 60 23 19 --- 0 1 --- 5.8 1 Z  
23:00- 0:00 60 22 17 --- 0 2 --- 5.6 0 Z  
12/13 2:00- 3:00 60 31 25 --- 1 3 --- 5.7 1 Z  
3:00- 4:00 60 33 26 --- 0 3 --- 5.7 1 Z  
15/16 2:00- 3:00 60 34 29 --- 1 2 0 5.8 0 Z  
3:00- 4:00 60 37 29 --- 1 4 0 5.8 0 Z  
17/18 19:00-20:00 60 23 23 --- 0 --- --- 5.7 0 Z  
20:00-21:00 60 24 24 --- 0 --- --- 5.8 0 Z  
18/19 2:00- 3:00 60 34 29 --- 0 4 1 5.8 0 Z  
3:00- 4:00 60 36 31 --- 0 4 1 5.8 0 Z  
19/20 19:00-20:00 60 26 25 --- 1 --- --- 6.0 1 Z  
20:00-21:00 60 26 25 --- 1 --- --- 6.0 1 Z  
21:00-22:00 60 27 27 --- 0 --- --- 5.8 2 Z  
22/23 1:00- 2:00 60 45 33 --- 0 3 5 6.3 0 Z  
2:00- 3:00 60 44 34 --- 0 2 5 6.3 0 Z  
3:00- 4:00 60 47 37 --- 0 3 4 6.3 0 Z  
23/24 1:00- 2:00 60 39 32 --- 1 2 2 6.2 0 Z  
2:00- 3:00 60 42 35 --- 0 1 4 6.3 0 Z  
3:00- 4:00 60 48 36 --- 1 4 3 6.3 0 Z  
24/25 1:00- 2:00 60 39 31 --- 0 3 1 6.0 0 Z  
2:00- 3:00 60 44 38 --- 0 2 2 6.3 0 Z  
3:00- 4:00 60 47 38 --- 1 3 2 6.3 0 Z

★輻射点情報

No. YMD(UT) CONST R.A DEC N d Wt Vel Mag HR 備考

1 2001 9 11.58 ε Tri 31 +32 6 5 1 M-R 4.0 3.0  
2 2001 9 11.58 β Per 46 +43 3 3 P rR-R 4.0 1.5  
3 2001 9 12.75 β Tri 33 +33 6 4 1 rR-R 4.2 3.0  
4 2001 9 12.75 32 Per 52 +43 6 4 1 rR-R 4.3 3.0  
5 2001 9 15.75 32 Per 53 +40 6 3 1 rR-R 4.0 3.0  
6 2001 9 15.75 λ Per 63 +52 6 6 1 rR-R 3.7 3.0  
7 2001 9 22.73 ε Per 58 +38 8 5 2 rR-vR 3.6 2.7  
8 2001 9 22.73 ζ Tau 84 +23 10 4 2 M-R 4.2 3.3  
9 2001 9 22.73 β Aur 90 +44 14 5 3 rR-vR 3.6 4.7  
10 2001 9 23.58 ε Per 62 +39 7 3 1 rR-R 4.2 2.3  
11 2001 9 23.58 τ Tau 69 +23 8 4 1 rR-R 4.1 2.7  
12 2001 9 23.58 β Aur 91 +42 9 4 2 rR-R 3.9 3.0  
13 2001 9 24.58 δ Ari 49 +18 4 3 1 M-rR 4.0 1.3  
14 2001 9 24.58 ε Per 63 +40 8 4 2 rR-R 4.0 2.7  
15 2001 9 24.58 μ Per 66 +48 5 3 1 rR-R 4.2 1.7  
16 2001 9 24.58 β Aur 93 +45 5 4 1 rR-R 4.0 1.7

<観測地>

静岡県御殿場市古沢

138d56'36.0", +35d20'00.0"

今年ほど明確にβ Aur 群の活動を捉えたのは長い(とはいっても約10年だが)観  
測歴でも初めての事。10日付近のさんかく群も明瞭で今後は主要群に加えたほうが  
よいかもしれない印象を受けた。

09月27日

19時00分

α δ Knys  
17 04 29  
20 04 28

NMS-099



## Giacobinid shower 2001.

< Observation Period >  
October 1/2 - 13/14

< Observation site >

ITODA : Ito Daiyu Ajigasawa, Aomori, Japan.  
HASTA : Takema Hashimoto Shimoyugi, Hachioji, Tokyo.  
OSAKA : Kazuhiro Osada Oyama, Shizuoka, Japan.  
NAKTA : Tatsuya Nakamura Yamada, Nei, Toyama, Japan.  
NOSKU : Kunio Nose Shibetsu, Hokkaido, Japan.  
SUMKA : Kazuhiro Sumie Kobe, Hyogo, Japan.  
YOSKA : Katsuhiro Yoshizaki Tojo, Katoh, Hyogo, Japan.  
Sakuragawa, Inashiki, Ibaragi, Japan.

139d22' , +35d;  
138d57' , +35d;  
137d04' , +36d;  
142d24' , +43d;  
135d00' , +34d;  
135d02' , +34d;  
140d27' , +35d;

< Observation Method >

Visual, Plot : ITODA, OSAKA, YOSKA, HASTA  
Count : NAKTA, SUMKA  
TV : NOSKU, (ITODA)

< Data >

DATE JST UT TIME aM Spo. GIA Other Lm CL Dir Obs. Meth.

Oct./2001

01/02	22:00-22:00	13:00-14:00	60	13	13	0	-	5.4	0	Z	SUMKA	C	
01/02	23:00-00:00	14:00-15:00	60	11	11	0	-	5.2	1	Z	SUMKA	C	
02/03	22:00-23:00	13:00-14:00	60	12	12	0	-	5.3	0	Z	SUMKA	C	
02/03	23:00-00:00	14:00-15:00	60	15	15	0	-	5.4	0	Z	SUMKA	C	
03/04	22:05-23:05	13:05-14:05	60	16	16	0	-	5.6	0	Z	SUMKA	C	
03/04	23:05-00:05	14:05-15:05	60	18	18	0	-	5.5	0	Z	SUMKA	C	
04/05	22:00-22:30	13:00-14:00	30	5	5	0	-	5.2	3	Z	SUMKA	C	
05/06	20:00-21:00	11:00-12:00	60	8	8	0	-	4.8	0	Z	SUMKA	C	
05/06	21:00-22:00	12:00-13:00	60	10	10	0	-	5.0	0	Z	SUMKA	C	
07/08	18:07-19:07	09:07-10:07	60	7	6	1	-	7.6	0	Dra	NOSKU	TV	(50mm, F=1.4)
07/08	18:15-19:30	09:15-10:30	75	24	22	2	-	5.5	1	Z	OSAKA	P	
07/08	18:55-19:25	09:55-10:25	30	3	3	0	-	4.0	4	Z	SUMKA	C	
07/08	19:07-20:07	10:07-11:07	60	10	9	1	-	7.8	0	Dra	NOSKU	TV	(50mm, F=1.4)
07/08	19:30-20:30	10:30-11:30	60	19	17	2	-	5.5	1	Z	OSAKA	P	
07/08	21:35-22:35	12:35-13:35	60	13	13	0	-	5.0	3	Z	SUMKA	C	
07/08	22:35-23:05	13:35-14:05	30	4	4	0	-	4.8	4	Z	SUMKA	C	
08/09	18:05-18:58	09:05-09:58	53	6	5	1	-	6.2	0	Dra	NOSKU	TV	(50mm, F=1.4)
08/09	19:00-20:00	10:00-11:00	60	5	5	0	-	7.2	0	Dra	NOSKU	TV	(50mm, F=1.4)
08/09	19:30-20:30	10:30-11:30	60	6	5	1	-	5.5	0	Cyg	ITODA	P	
08/09	20:00-21:00	11:00-12:00	60	20	16	4	-	5.8	1	Z	SUMKA	C	
08/09	20:00-21:00	11:00-12:00	60	8	7	1	-	6.8	0	Dra	NOSKU	TV	(50mm, F=1.4)
08/09	20:55-21:40	11:55-12:40	45	5	3	2	-	5.2	0	Cep	ITODA	P	
08/09	21:00-22:00	12:00-13:00	60	22	20	2	-	5.8	0	Z	SUMKA	C	
08/09	22:00-23:00	13:00-14:00	60	20	18	2	-	5.6	0	Z	SUMKA	C	
08/09	22:05-23:05	13:05-14:05	60	6	5	1	-	4.8	0	Z	NAKTA	C	
08/09	23:00-00:00	14:00-15:00	60	24	23	1	-	5.7	0	Z	SUMKA	C	
08/09	03:15-04:30	18:15-19:30	75	31	23	2	6	5.5	0	Z	OSAKA	P	
09/10	18:24-18:53	09:24-09:53	29	5	4	1	-	7.8	0	Dra	NOSKU	TV	(50mm, F=1.4)
09/10	19:00-19:55	10:00-10:55	55	5	4	1	-	7.6	0	Dra	NOSKU	TV	(50mm, F=1.4)
09/10	20:03-20:34	11:03-11:34	31	3	3	0	-	6.2	0	Dra	NOSKU	TV	(50mm, F=1.4)
09/10	20:30-22:00	11:30-13:00	90	24	20	3	1	5.3	3	Z	OSAKA	P	
11/12	21:00-22:00	12:00-13:00	60	10	10	0	-	4.6	0	Cas	YOSKA	P	
11/12	22:00-23:00	13:00-14:00	60	3	3	0	-	4.8	0	Cas	YOSKA	P	
11/12	23:00-24:00	14:00-15:00	60	9	8	1	-	5.0	0	Per	YOSKA	P	
11/12	24:00-01:00	15:00-16:00	60	8	7	0	1	4.8	0	Per	YOSKA	P	
12/13	21:10-22:10	12:10-13:10	60	9	8	1	-	4.5	0	Cas	YOSKA	P	
13/14	19:00-20:00	10:00-11:00	60	5	4	1	-	4.6	0	Cyg	HASTA	P	

1 ページ

Time : Observed time interval  
Total : Total number of meteors  
Spor. : Number of Sporadic meteors  
GIA : Giacobinid meteor shower  
Lm : Limiting magnitude of field stars  
CL : Cloud cover  
Dir : Observation direction (Z: Zenith)  
Meth. : Method. V=Visual, TV=TV with I.I.

< Magnitude distribution >

SUMKA (11:00-15:00 UT)

	>-4	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	All	Ave	Lm
Dra							1	2	3	3			9	2.89	5.6-5.8
Ori								1	1				2	-	5.7
Spor.							2	3	24	59	13		101	3.77	5.6-5.8

< Radiant >

No.	YMD (UT)	CONST	R. A	DEC	N	d	Wt	Vel	Mag	HR	Obs.	Meth.	Remarks
1.	2001/10/07.43	Gamma Dra	268	+53	4	4	1	rS-M	3.7	1.8	OSAKA	Plot	
2.	2001/10/09.51	Gamma Dra	270	+55	3	4	P	rS-M	3.3	2.0	OSAKA	Plot	

YMD : Year/Month/Day  
N : Number of showered meteor  
d : Radiant diameter  
Wt : Weight  
Vel : Verocity  
Mag : Magnitude  
Meth. : Observing Method

定常群化している

2 ページ



## しし座流星群大出現時の光度別出現数

内山茂男

## 1. はじめに

2001年11月18/19日、東アジアの上空で、しし座流星群の大出現が見られた。その際の、30分毎の光度別出現数が、14名の観測者から報告され、それを解析した。

## 2. 今回の解析に用いた観測者と観測時間(分)

Begin	0:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00	3:30	4:00	4:30	5:00
End	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00	3:30	4:00	4:30	5:00	5:30
清水 稔	30	28	30	30	30	30	30	30	30	
岡安裕之	20	30	20	30	30	20	30	10	20	
川畑賢也		30	15	30	25	25	25	30	26	
清水真澄		29	28	29	29	29	28	28	30	
内山茂男	30	30	25	30	24	30	25	28	28	10
岡 雅行		30	30	30	30	30	30	30	10	
橋本岳真	30	30	30	30	30	30	30	30	10	
伊藤大雄	16	29	24	30	10	6		26	23	
佐藤孝悦			30	35		25	30	30	30	30
田中正一		27							30	
豆田勝彦	30	30	30		30	30	30	23		20
住江和博	35	30	30		30	30	30	33		30
溝口秀勝	20	15	26	19	7					
長田和弘	30	30	30	30	30			30	20	

表1. 解析に用いた観測者と観測時間

(一部観測時間が30分を越えているケースがあるが、これはその直前または直後の数分の観測をこの区間に入れたため)

それぞれの観測者で比較すると、光度別 ZHR に明らかな個人差が見られた。そこで、1:00～5:00 において全て観測データのある観測者 7 名の平均を標準値とし、各観測者の光度毎の捕捉率を算出した。そして、観測データが連続しない他の観測者のデータはこの捕捉率で補正した。

## 3. 光度別出現数変化

図1-1. 光度別ZHR

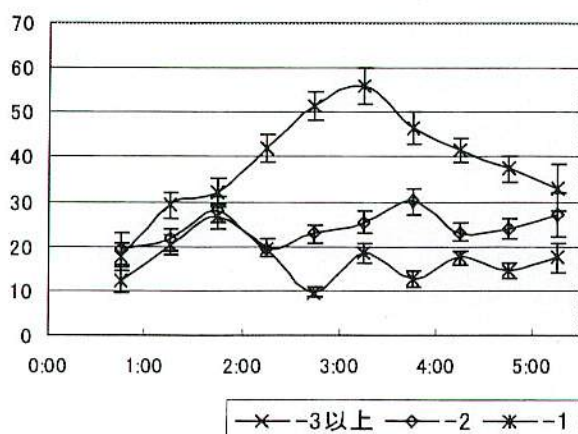


図1-2. 光度別ZHR

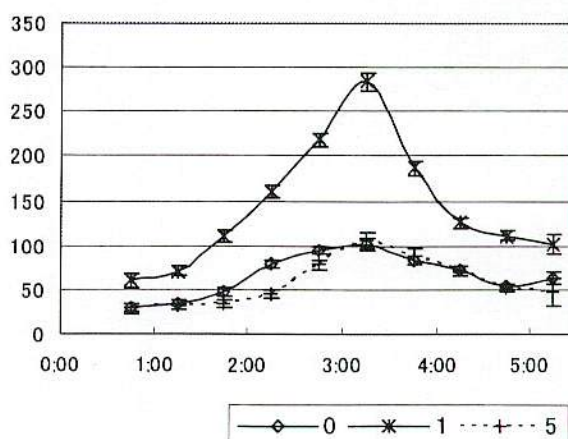


図1から次のようなことが言える。

- (1) ほとんどの光度で、3:15頃をピークとした出現数の変化がきれいに見られる。
- (2) -2等級や-3等級以上の明るい流星では、3:15頃のピークが全く見られず、出現はほとんど一定である。  
⇒ -2等級以上の大きい流星物質は、9公転トレイルにも4公転トレイルにもほとんど含まれていないと考えられる。
- (3) -2等級以上の明るい流星の合計 ZHR は 40 程度と、近年のバックグラウンドにしては非常に多い。

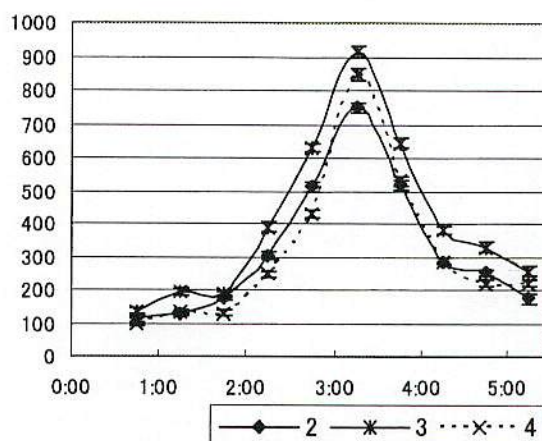


⇒9公転トレイルや4公転トレイル以外の、大きいダスト供給源があったはず。

⇒共鳴領域か???

それとも、拡散した古いトレイルか?

図1-3. 光度別ZHR



(4) やや明るい流星(-1~1等)は暗い流星(4,5等)よりも早く出現数が増加している。

⇒9公転トレイルはやや明るい流星が多く、4公転トレイルは暗い流星が多い。

共鳴領域とは：

しし座流星群の母天体テンペル・タットル彗星は、公転周期が木星と14:5の共鳴状態にある。これは、テンペル・タットル彗星が木星に近づきすぎない領域にある

ということである。しかし、このような共鳴領域はテンペル・タットル彗星の軌道に14ヶ所存在する。

母天体からの放出速度が小さく、光圧の影響も小さい、サイズの大きいダストはこの共鳴領域にとどまりやすい。今回は、母天体の隣の共鳴領域が地球軌道に接近したのかもしれない。

付録. 光度別出現数 (ZHR) の求め方

(1)式が通常のZHRの求め方で、(2)式は観測条件で重みをつけた平均ZHRの求め方である。

$$ZHR = \frac{k \cdot r^{(6.5-lm)}}{T_{eff} \cdot \sin h_R} \cdot N \quad (1)$$

$$\overline{ZHR} = \frac{\sum N_i}{\sum C_i} \quad (2) \quad \text{ただし、} C = \frac{T_{eff} \cdot \sin h_R}{k \cdot r^{(6.5-lm)}} \quad (3) \quad k = \frac{1}{1-cl/10} \quad (4)$$

ここで、Nは観測流星数、 $T_{eff}$ は観測時間[hr]、 $h_R$ は輻射点高度、clは雲量、lmは最微星である。今回の光度別ZHRの求め方は基本的には上と同じである。ただし、最微星補正だけが異なり、

$$(3) \text{式の変わりに} \quad C = \frac{T_{eff} \cdot \sin h_R}{k \cdot P_{6.5} / P_{lm}} \quad (5)$$

ここで、 $P_{6.5}$ や $P_{lm}$ はそれぞれ、最微星が6.5等および、観測時のその等級の流星の可視面積比(認識率)である。これは、流星等級mと最微星lmの差 $\Delta m = lm - m$ の関数である。

表2.  
可視面積比  
(認識率)

$\Delta m$	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0
7	1	1	1	1	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94
6	0.94	0.93	0.92	0.91	0.9	0.89	0.88	0.87	0.86	0.85
5	0.84	0.83	0.82	0.81	0.8	0.79	0.78	0.77	0.76	0.74
4	0.73	0.71	0.69	0.67	0.65	0.63	0.61	0.58	0.55	0.52
3	0.49	0.46	0.43	0.4	0.37	0.35	0.32	0.29	0.26	0.24
2	0.22	0.2	0.18	0.16	0.145	0.13	0.115	0.1	0.088	0.079
1	0.071	0.063	0.056	0.049	0.043	0.039	0.034	0.03	0.026	0.023
0	0.02	0.018	0.015	0.0122	0.01	0.0081	0.0062	0.0046	0.0032	0.0023

なお、(5)式のかわりに、 $C' = \frac{T_{eff} \cdot \sin h_R}{k / P_{lm}}$  (6) を用いると、光度別ZHRではなく、真の光度別出現数

が得られる。これは、光度比を求める際に用いる。また、本来、これで真の出現数を求めて比較すべきだが、ZHR数値の方が、観測者には直感的にわかりやすいので、これを求めた。

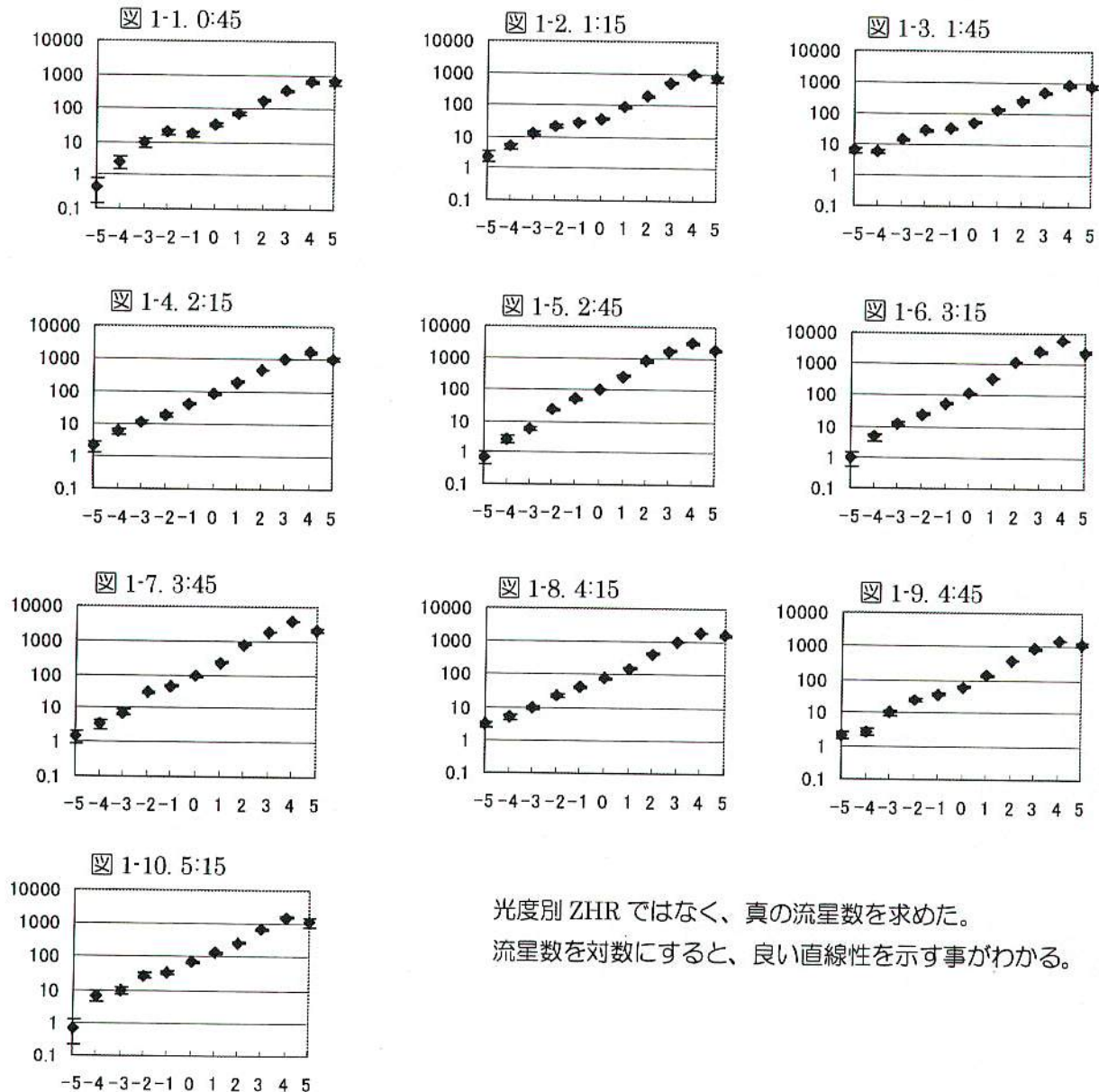


2002年2月17日流星物理セミナー

## しし座流星群の光度比変化と各トレイルの推定 ZHR

内山茂男

## 1. 光度別流星数

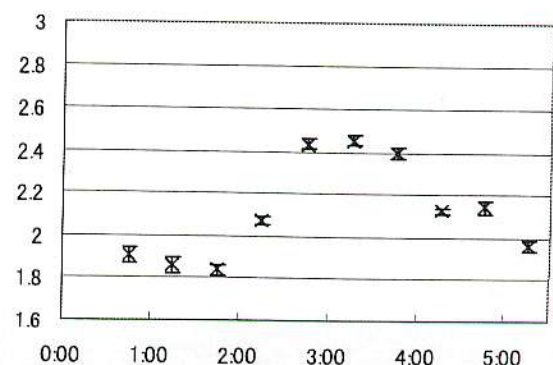


光度別 ZHR ではなく、真の流星数を求めた。  
流星数を対数にすると、良い直線性を示す事がわかる。

## 2. 光度比の変化

1 で求めた光度別流星数のうち、直線性の良い -4~4 等の流星数から光度比を求め、時間変化を調べた (図 2)。  
このグラフから次のようなことが言える

- (1) 出現数が増加したときに、光度比が大きくなっている。
- (2) ピークの前後(2:45 と 3:45)で特別な違いは見られない。

図2. Population Index  $r$ 



### 3. 0～4 等級の流星からの光度比

今回のしし座流星群には、大きく分けて次の 4 種類の流星物質が混ざって出現したと考えられる。

- (1) 4 公転トレイルの流星物質
- (2) 9～11 公転した古いトレイルの流星物質
- (3) 共鳴(?)による大きい流星物質
- (4) 毎年見られるバックグラウンドの流星物質

トレイル成分の様子を見るには、共鳴(?)による大きい流星物質やバックグラウンドを除く必要がある。

そこで、0～4 等級の流星に注目し、光度比を求めてみた (図 3)。この範囲では、共鳴(?)やバックグラウンドの流星数は、ダストトレイルによる流星数と比べてかなり少ないはずである。

事実、図 1 のグラフをよく見ると、0～4 等級の流星では、特に直線性が良い。

( - 2 等付近の流星数が 0～4 等級の流星の直線の上に出っ張っているように見える。)

図3. Population Index  $r$  (mag 0 to 4)

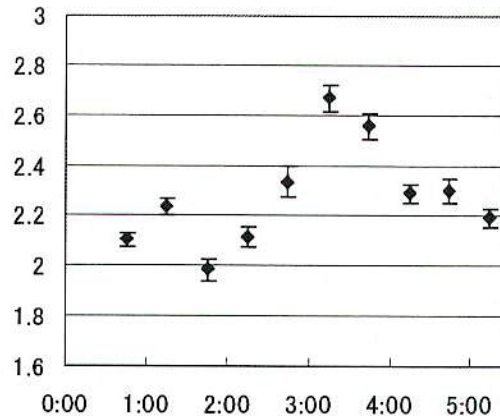


図 3 を見ると、次のようなことが言える。

- (1) 図 2 と同様に、3:15 頃の出現数ピーク時には光度比が上昇している。
- (2) 図 2 より全体的に光度比が大きい。
- (3) 出現数ピークの前後では、前の方が光度比が小さい。

⇒ 9 公転トレイルのほうが、4 公転トレイルより光度比が小さい

表 2. 今回のしし群出現予測 (時刻は JST)

Trail	McNaught-Asher	Lyytinen(Nodal)	Lyytinen(A2 effect)
4-rev	3h13m(ZHR8000)	3h26m	3h20m(ZHR5000)
9-rev	2h24m(ZHR2000)	2h38m	3h03m(ZHR2600)
10-rev	3h43m(ZHR 40)	2h23m	4h10m(ZHR 150)
11-rev	2h36m(ZHR 40)	2h26m	4h10m(ZHR 150)

### 4. 各トレイルの光度比の推定

今回は、4 公転トレイルと 9 公転トレイルのほかに、10・11 公転トレイルも遭遇して流星が出現している。これらが、重なって出現しているので、各トレイルの光度比の推定は困難である。また、10・11 公転トレイルは、予測ではその出現数が多いわけではないが、ピーク時刻予測があまり一致していない。また、Lyytinen によると、出現は長時間続くということである。これらは、公転回数も 9 公転トレイルと近いので、その光度比に大きな違いはないことが予想され、光度比の違いを見分けることは困難だと思われる。そこで、ここでは 9～11 公転トレイルをまとめて扱い、“Old trail” と呼ぶことにする。

#### 4-1. 4 公転トレイルの光度比推定

3:15 頃の出現数ピーク時に、光度比 (0～4 等) もピークとなっている。ピーク時の光度比は  $2.67 \pm 0.05$  であるが、このとき光度比が小さい Old trail も重なった値であるので、4 公転トレイルの光度比はこれより大きいはずである。

⇒ 4-rev trail の光度比は 2.8 以上。(3.0 くらいか?)



#### 4-2. Old trail の光度比推定

- (1) 2:00~2:30 は、流星出現数が明らかに上昇している。しかし、このときの光度比 (0~4 等) の値は  $2.12 \pm 0.04$  で上昇していない。この時点でも、光度比の大きい 4 公転トレイルが少しは出現しているであろうから、Old trail の光度比はこれよりもやや小さい可能性が高い。
- (2) 0:30~2:30 は光度比が 2.1 前後である。
- (3) -2 等以上の流星が増えないということは、光度比が 2.0 より小さいとすると不自然。  
 ⇒ Old trail の光度比は 2.0~2.1 の可能性が高い。

#### 5. 4-rev trail と Old trail の推定 ZHR

4-rev trail と Old trail の光度比を仮定し、この光度比が時刻とともに変化しないと仮定する。すると、実際の 0~4 等の流星の出現数から、そのときの 4-rev trail と Old trail それぞれの  $N_0$  の値が求められ、さらに、それぞれの ZHR を推定することができる。

こうして求めたのが、図 4 である。4-rev trail と Old trail の光度比は仮定しなければならないので、これらの値によって、推定 ZHR も変化する。

#### 図 4 からいえること

- (1) 4-rev trail の光度比が 2.8 の場合には、Old trail の ZHR 曲線が、3:00 過ぎにくぼみを作る。  
 ⇒ 不自然であるので、4-rev trail の光度比が 2.8 よりも大きかった可能性が高い。おそらく、3.0~3.2 程度であろう。(光度比 3.4 でもグラフはなめらかになるが、大きすぎないか?)  
 ただし、Lyytinen 予測では、10-rev trail と 11-rev trail のピークは 4:10 である。ZHR の値が予測より大きい、これらによって 4:00 過ぎに再びピークを迎えたために、3:00 過ぎにくぼみができた可能性も残されている。
- (2) Old trail の光度比が少々変わっても大きな不自然さはない。(光度比 1.6 や 2.1 でも不自然ではない。)
- (3) 4-rev trail のピーク時刻は 3.20 頃、ZHR の値は 2000~2500 程度。  
 (ピーク時刻は、仮定光度比が少々変わってもほとんど変わらない。ZHR は、仮定光度比が大きい方がやや小さくなる。)
- (4) Old trail のピーク時刻 (=9-rev trail のピーク時刻) は、2:40 頃。ZHR の値は 1000~1300 程度。  
 (4-rev trail の仮定光度比が大きい方が、ピーク時刻が遅くなる。Old trail の仮定光度比が大きい方が、ZHR がやや大きくなる。)
- (5) 半値幅(FWHM)は、4-rev trail でほぼ 1 時間、Old trail でほぼ 3 時間。  
 Old trail では、ピーク後はなだらかに減少。これは、10・11-rev trail の影響か?

#### 6. 今後の課題および疑問点

- (1) 30 分毎のデータではピーク時刻や 4-rev trail のピーク ZHR は、あまり正確に求めることはできない。現在、5 分毎の光度報告をいただいているので、今後再計算し、時間分解能を上げた結果を求める予定である。
- (2) Old trail の光度比が 2.1 だとしても、-2 等級の流星数は ZHR で 20 近く上昇するはずであり、観測結果に現れるはずである。しかし、それが見られないのはどうしてか?  
 ⇒ Old trail としてまとめたが、9-rev trail より 10・11-rev trail の光度比が小さく、長時間出現したのか? 大出現時に観測者の視野が狭くなり、明るい流星の観測数が減少したのか???



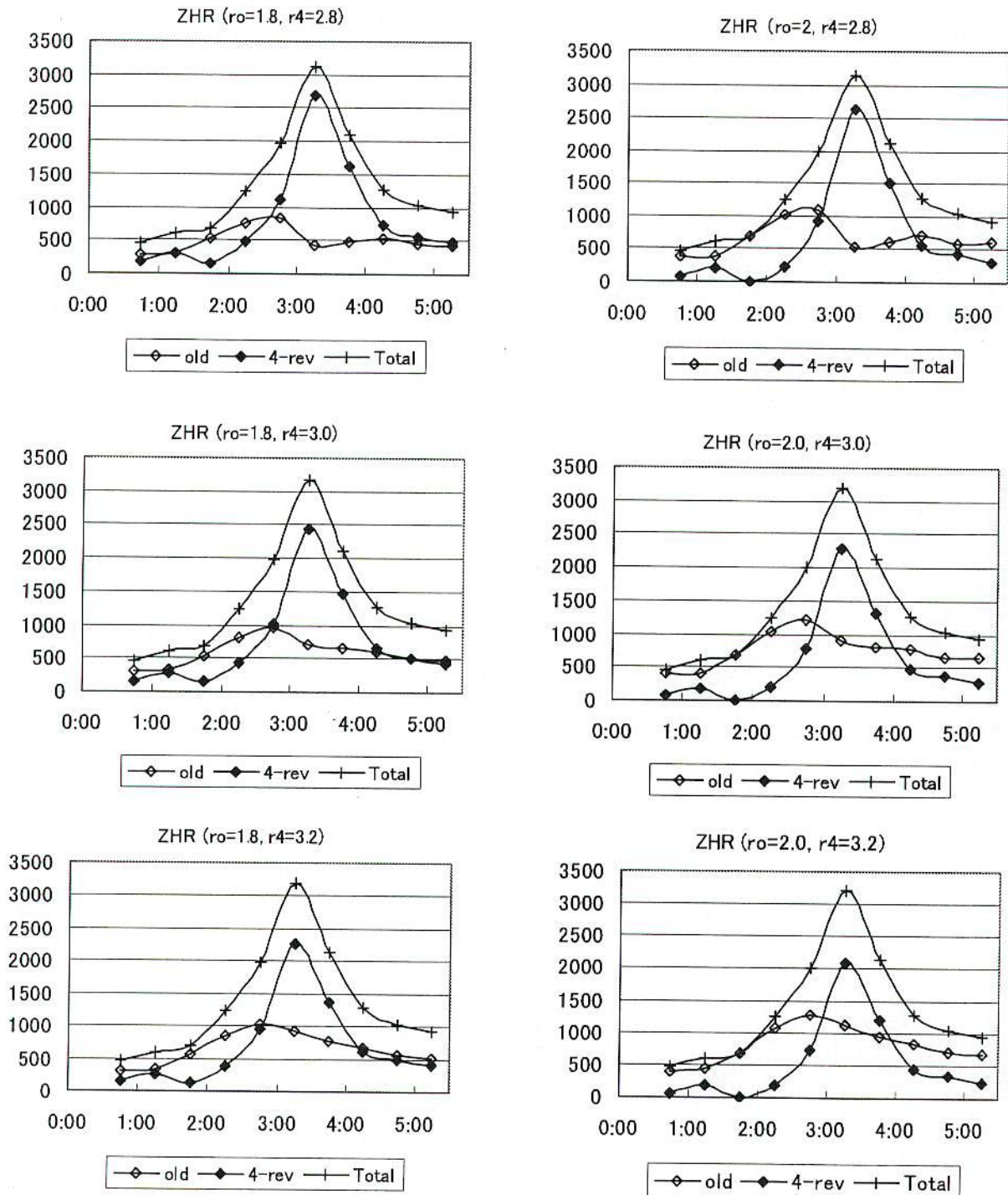


図 4. 4-rev trail と Old trail の推定 ZHR

Total ZHR は、4-rev trail と Old trail の ZHR を加えた値。- 2 等以上の明るい流星（共鳴(?)による流星）は含まれていない。



# 日本における 2001 年しし座流星群

日本流星研究会および流星電波観測プロジェクト  
(中間報告)

筑波大学自然科学類地球科学主専攻  
小川 宏(ogawa@nms.gr.jp)

## 1. はじめに

2001 年 11 月 19 日未明, 日本を含む東アジアやオーストラリアで, しし座流星群歴史的な出現を観測することができた。19 日 3:10JST(18 日 18:30UT)頃に極大 ZHR4500 を記録し, HR2000 ほどと, 素晴らしい光景を見せた。53.750MHz の電波を利用している流星電波観測は, 明るい流星の多さや, 流星痕の影響からカウントが不能な状態に陥った。2001 年のしし座流星群は, 母彗星回帰から 3 年目にもかかわらず, 明るい流星や流星痕も多く, めったに見られないような流星現象も観測された。本発表では, これらの結果から, 2001 年のしし座流星群が, どのような出現であったのかを考察し, しし座流星群活動の全容解明に迫る。

## 2. 日本流星研究会における, 眼視観測結果

日本流星研究会メーリングリストならびに, 速報集計者に送られてきたデータから, しし座流星群の解析を進めている。現段階では, 92 名の観測者から 3960 データ得られている。観測延べ流星数は 17,737 個に達し, 過去例を見ないほどのデータ数となった。

### 2.1 データ概要

報告者数 : 92 名  
全データ数 : 3,960 データ  
延べ流星数 : 17,737 個  
使用データ : 2,116 データ (最微 4.5 以上, 雲量 4 以下のデータ数)  
上記総流星 : 164,789 個 (最微 4.5 以上, 雲量 4 以下のデータ数)

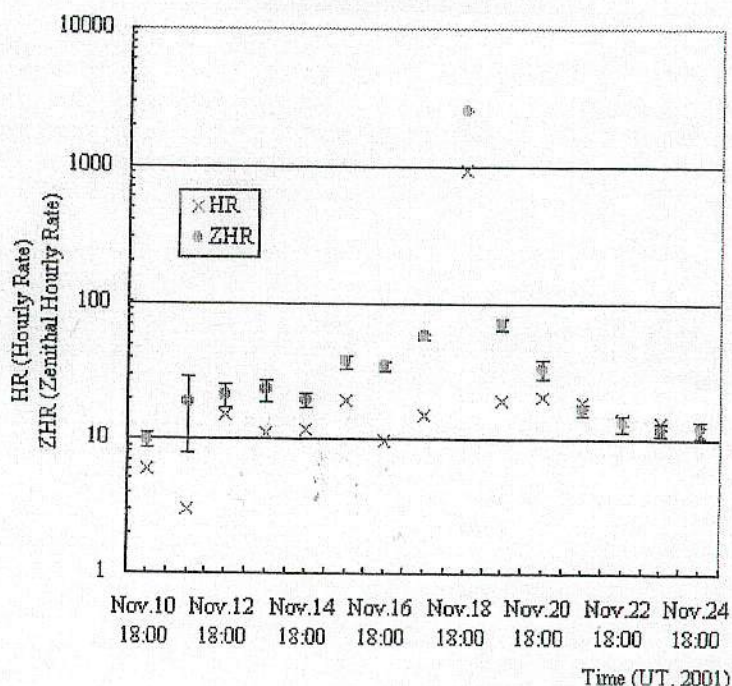
今回の集計では, 最微 4.5 等以上, 雲量 4 以下, 輻射点高度 10 度以上のデータのみを使用。  
光度比 2.2,  $\gamma=1.25$ , Error は  $1/(\text{SQRT}(\text{全 Leo 数}))$  を使用 (国際流星機構(IMO)に準ずる)

### 2.2 日別・時間別変化

Fig2.1 は, 11 月 10/11 日から 23/24 日までの HR(Hourly Rate)ならびに ZHR(Zenithal Hourly Rate)をそれぞれ示したものである。横軸が時刻(UT: 世界時), 縦軸が HR, ZHR をそれぞれ対数軸で示している。別資料 table2.1 に, 数値データを記載した。16/17 日が 15/16 日に比べると若干活動レベルが下がっている。さらに 15/16 日には, 火球も観測されており, 電波観測からも 17 日早朝より 16 日早朝の方がロングエコーの数も多くなっている。

また, 別資料 table2.2 に 1 時間毎の集計データを記載した。

Fig2.1 Leonids 2001 Daily Reports  
(The Nippon Meteor Society)

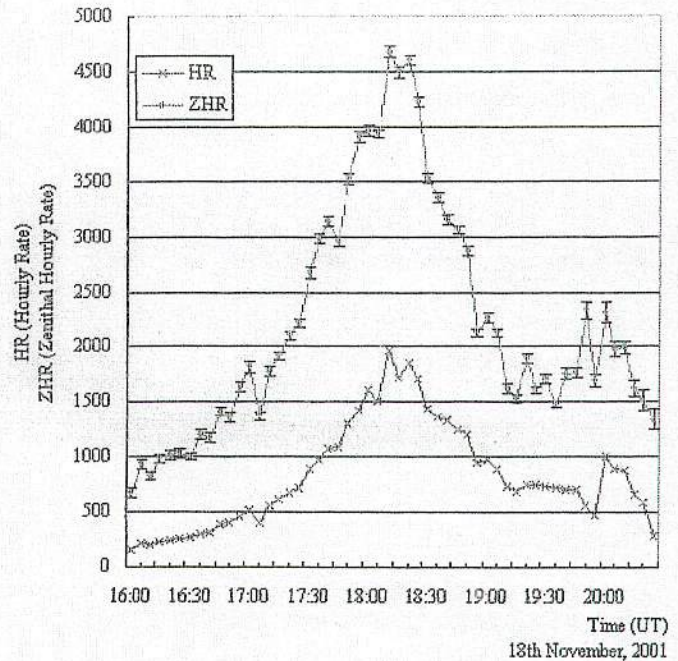




### 2.3 5分毎の出現変化

Fig.2.3 に、5分毎の HR, ZHR それぞれの出現変化を示した。数値データは別資料 table2.3 に記載した。18:10~18:25 まではほぼ同レベルの活動を続けている。また、17:40 頃には、小さな“こぶ”も見られる。19:00 以降は、ZHR1800 付近で推移し、薄明を迎えている。薄明開始は 19:50 頃である。そのため、20 時台は薄明時間の活動となる。細かな変動はたいへん興味深い変化である。結果的に約 ZHR4000 規模の活動が、35 分間、ZHR2000 以上の活動が 1 時間 30 分、ZHR1000 以上の活動は最低でも 4 時間、結果的には流星電波観測の結果からそれ以上続いたと推測される。これだけ活発な活動が長時間継続したこと自体が珍しい。1999 年の活動は、国際流星機構(IMO)によると、ZHR2000 以上の活動は、40 分ほど、ZHR1000 以上は約 2 時間続いたと報告されている。

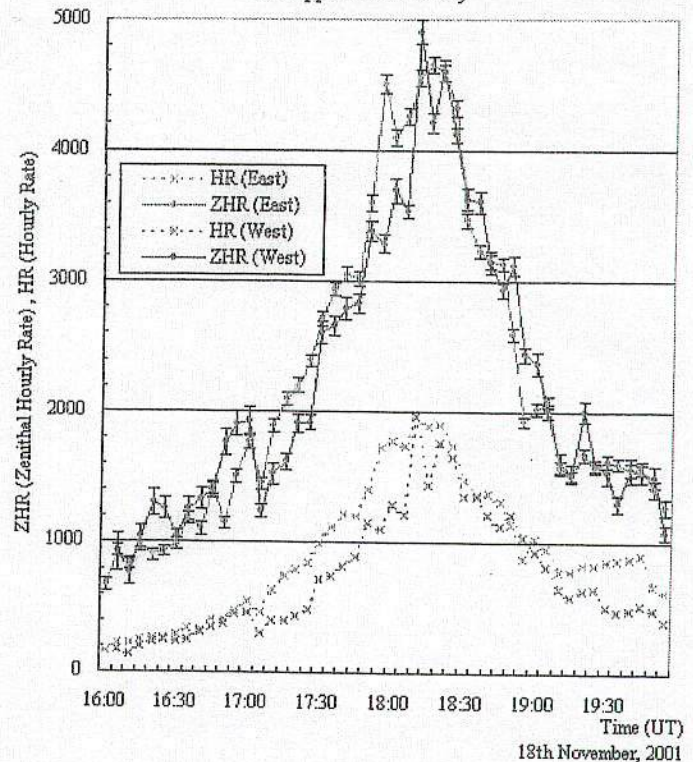
Fig.2.3 Leonids 2001 5minutes reports  
(The Nippon Meteor Society)



### 2.4 東西日本の流星数差

Fig.2.4 に、西日本と東日本それぞれの HR, ZHR を集計したものを示した。5 分毎の集計であるが、5 分から 15 分東日本に遅れて、西日本の結果が同じレベルの活動を捕らえていることがわかる。東日本と西日本の境界は、データ数の関係から東経 138 度である。それぞれのデータの重心地点は、西日本: 東経 133.8 度、東日本: 東経 139.3 度である。両者の距離はおよそ 500km。自転による時間差はおよそ 20 分となる。ダストトレイルが、20 分間、つまり、約 84,000km のダストトレイルの濃度が均一だと仮定すれば、15 分の差であれば、自転による、ダストトレイルとの遭遇と理解することができる。あるいは、ダストトレイルではなく、ダストチューブ自体のムラなのかもしれない。こうなってくると、今回日本が突入したダストチューブは、500km オーダーで流星物質の分布が不均一であったことが示唆される。極大時の HR から、流星物質の間隔を求めると、およそ 230km となり、今回の東西日本のスケールでもムラを検出するには可能な数値ではある。もちろん、地球の進行方向については、流星数変動が見られるため、密度変化が起こっていることがわかる。ただしこれは、公転軸だけなので、公転軸と垂直な面においてのムラ検出の実証を、日本規模でできるかどうかのポイントである。Fig.2.4 はその可能性を示唆しているが、さらなる解析が今後必要となる。例えば、日本をさらに細かいエリアにわけて、考察することにより、日本付近の流星物質の密度変化を見ることが可能となるため、解決の糸口となるかもしれない。現在はこの試みを行っている。この他、オーストラリアの結果がまだわからないが、南北差も見られるかも興味深いところである。

Fig.2.4 Leonids 2001 East - West Japan (Border :138.0E)  
The Nippon Meteor Society





## 2.5 しし座流星群極大夜の特異現象

2001 年しし座流星群活動時は、普段めったに見ることができない現象を数多く見る事ができた。まず、数個から十個ほどの流星が 1 秒～2 秒間の短時間に一気に流れる”豆まき現象”この現象は、流星物質の”群れ”が突入していたものではないかと議論がされている。しかし、この”群れ”がどのようにして形成されたのかは、現在議論中である。仮に 1 秒間に 5 個だとしても、その間隔は、わずか 30km (範囲を 30 度と仮定)ほどとなる。

次に、1.2 秒間に数十個から 100 個もの流星が一気に流れる”木下現象”である。この現象は、地球大気で流星物質が分裂したのではないかと議論がなされている。今回は主体が 3 等級や 4 等級のため、これが 100 個集まっても、火球クラスの流星が分裂であったと思われる。この短時間に視野 30 度内に 100 個流れたとすると、それらの間隔は、10km 程度である。今回は映像で何データがあるため、今後の解析が楽しみである。

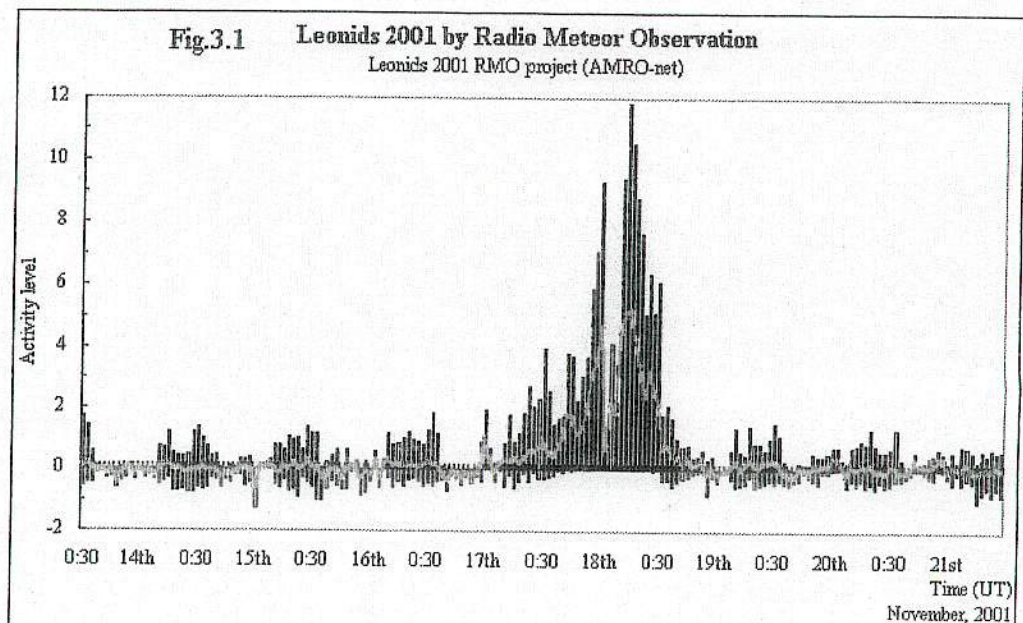
この他、同経路上で一度消滅し、また発光する”不死鳥流星”，これは、光度変化によるものであらうと思われる。流星物質の性状が歪であれば可能性が否定できないのではないかと。そして、音が聞こえる流星。流星からは音波と電磁波が発光の際出る可能性があり、音波は、窓ガラスなどを振動させるなどの記録がある。ただし、この音波は同時には聞こえないため、可能性は電磁波である。現在、低周波が発生するとして、これがどのようにして耳で音として認識するかが問題となっている。先日、筑波大でのセミナーでは鉱石ラジオと似た原理は考えられないか？という提案がされた。他に、曲がる流星。カメラに何かをぶつけたなど外的要因も考えられるが、仮にないとした場合、流星物質の分裂によるのではないかと考えられる。物質が小さな断片と大きな本体とに別れ、明るい本体のみが曲がって見えたとのこと。ただしこの原理では、曲がった後は直進するはず。つまりカタカナの「ハ」の字になるはずである。ここがまた不思議なところではある。

## 3. 流星電波観測プロジェクトによる流星電波観測結果

流星の電波観測は、流星発光の際に大気が電離される事を利用し、超短波帯の電波を用いて観測する方法である。流星電波観測プロジェクトでは、15ヶ国 90 地点のエントリーがあり、現段階では 6 割ほどデータ報告がなされている。太平洋を除いた世界をカバーした天候・昼夜関係なく観測できるこの方法から、しし座流星群の全活動の様子を究明する。

### 3.1 18 日早朝から活発化

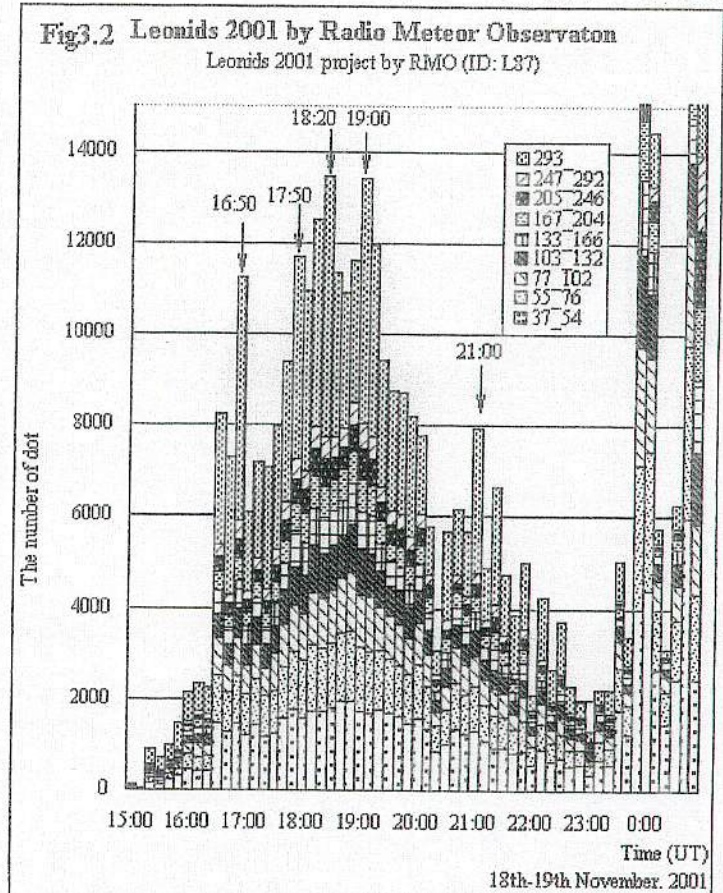
流星電波観測プロジェクトの結果から、日本時刻で 18 日早朝から、活動が活発化し、そのままヨーロッパまで活動レベルは上がり続けた。活動レベル 2 が活発化を示すひとつの目安であるが、18 日 6:30UT(同日 15:30JST)頃から活動レベル 2 を突破し、なおも上昇を続けた。そして同日 9:30UT 頃、アメリカのデータが上昇をはじめ、各種同報へ”増加傾向が見られる”とのアナウンス。その後も上昇を続け、アメリカでは 10 時 UT 台にピーク。その後もカナダのデータから上昇し続ける事を確認。21:00JST に各種同報へアナウンス。この頃は、太平洋上となり、データ空白時間が続き、オーストラリア・日本で観測が開始された頃には既に活発。19 日 1 時 UT 台に活動が落ち着くまで、しし座流星群の大出現が起こった。一連のグラフを Fig3.1 に示す。縦軸が活動レベルである。横軸は時間軸で世界時。





### 3.2 日本での飽和によるカウント不能時間の解析

日本では、HRO 観測者のほとんどが、ロングエコーなどが多かったため、カウントが不能となった。カウントが不能になったため、何らかの指標でこれらのデータを解析する必要性が出てきた。そこで、画像中のどれだけをエコーが占めたか。HROFFT が示す各色 (Spectrum Power) のドット数をカウントし、その変化を求めた。取得画像を bmp に変換し、受信している周波数  $\pm 80\text{Hz}$  を切り出し、筑波大の網倉忍氏 (筑波大情報学類 1 年) が開発したドットカウントソフト「ANAFIT」によってカウントした。筑波大学で観測していた結果を解析したものを Fig3.2 に示す。ピーク構造は実に複雑である。しかし、この結果はカウント数を示しているわけではないため、流星数を表しているとは言えない。この結果が示すものは、10 分間の画像がどれだけエコーによって埋め尽くされたかであるため、これはロングエコーつまり火球の変動を見ていることになる。矢印で示したピークは火球成分のピークであると考えられる。もちろん欠点としては流星痕が長時間続くとそれに依存するということがある。しかし、この結果は日本流星研究会の内山茂男氏による光度別 ZHR の 3 等以上の集計結果と極めて近い一致を示している。このようにしてピーク時間を解析し、全体のデータと何らかの形でリンクできればと現在作業を進めている。



### 4. さいごに

まだ完成とは言えない発表ではあるが、中間報告としてご容赦いただきました。また、さらなる情報を集めているため、ご協力いただければ幸いです。しし座流星群の記録を残すためにも、記憶が新しいうちに、熱いうちに、できる範囲のことを精一杯やっていければと思う。

### 参考資料：

- [1] Rainer Arlt, Luis Bellot Rubio, Peter Brown, and Marc Gyssens, First Global Analysis of the 1999 Leonid Storm, published in WGN, the Journal of IMO 27:6 (December 1999), pp. 286-295
- [2] 内山茂男, 光度別 ZHR, 2001 (WGN 投稿済)

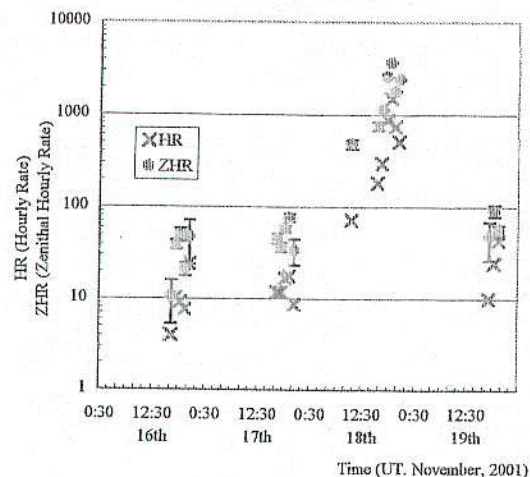


Solar		n	all	time	HR	ZHR	Error
Time (UT)	Longitude						
Nov.10 18:00	228.391	11	60	558	5.9	9.8	1.3
Nov.11 18:00	229.396	1	3	60	3.0	18.6	10.7
Nov.12 18:00	230.403	2	24	100	15.3	21.5	4.4
Nov.13 18:00	231.409	3	33	180	11.0	23.1	4.0
Nov.14 18:00	232.416	6	71	360	11.8	19.4	2.3
Nov.15 18:00	233.424	4	72	223	19.6	37.0	4.4
Nov.16 18:00	234.432	20	155	953	9.7	34.8	2.8
Nov.17 18:00	235.441	68	422	1967	15.3	57.1	2.8
Nov.18 18:00	236.450	1963	163511	10997	922.8	2510.1	6.2
Nov.19 18:00	237.459	14	97	180	19.5	69.7	7.1
Nov.20 18:00	238.469	2	41	120	20.5	33.1	5.2
Nov.21 18:00	239.479	6	112	360	18.7	16.7	1.6
Nov.22 18:00	240.489	4	57	240	14.3	13.3	1.8
Nov.23 18:00	241.500	6	80	360	13.3	11.9	1.3
Nov.24 18:00	242.510	6	51	320	11.5	12.1	1.7

Solar		n	all	time	HR	ZHR	Error
Time (UT)	Longitude						
Nov.16 16:30	234.369	1	4	90	4.0	10.6	5.3
Nov.16 17:30	234.411	8	68	383	10.3	39.0	4.7
Nov.16 18:00	234.453	4	41	210	9.1	50.1	7.8
Nov.16 19:30	234.495	6	38	290	7.7	21.1	3.4
Nov.16 20:30	234.537	1	4	10	24.0	47.2	23.6
Nov.17 16:30	235.378	8	68	350	11.8	45.0	5.5
Nov.17 17:30	235.420	8	74	426	11.7	36.8	4.3
Nov.17 18:00	235.462	28	167	690	16.8	57.5	4.4
Nov.17 19:00	235.504	19	103	426	17.7	76.4	7.5
Nov.17 20:00	235.546	5	10	75	8.7	33.7	10.7
Nov.18 09:30	236.092	1	72	60	72.0	476.0	56.1
Nov.18 15:30	236.345	6	91	30	182.0	746.6	78.3
Nov.18 16:30	236.387	368	10159	2108	295.9	1132.2	11.2
Nov.18 17:30	236.429	535	41884	3004	869.1	2569.6	12.6
Nov.18 18:30	236.471	626	84530	3522	1497.0	3694.0	12.7
Nov.18 19:30	236.513	355	22780	1859	738.1	1807.2	12.0
Nov.19 20:30	236.555	72	3995	418	510.4	2411.6	38.2
Nov.19 17:30	237.438	6	5	30	10.0	47.5	21.2
Nov.19 18:30	237.480	7	49	90	24.3	90.9	13.0
Nov.19 20:30	237.522	1	43	60	43.0	55.0	8.4

Time (UT)	Solar Longitude	n	all	time	HR	ZHR	Error	Esko Lyytinen
16:00	236.367	18	209	78	156.9	670.8	46.4	680
16:05	236.370	25	472	139	212.8	934.1	43.0	730
16:10	236.374	27	497	147	199.7	820.8	36.8	790
16:15	236.377	35	732	214	231.6	987.7	36.5	860
16:20	236.381	30	618	146	250.4	1021.2	41.1	960
16:25	236.384	35	815	200	254.4	1031.5	36.1	1070
16:30	236.388	32	1167	259	272.7	1004.3	29.4	1200
16:35	236.391	35	998	209	307.4	1201.9	38.0	1330
16:40	236.395	31	821	152	320.7	1176.6	41.1	1480
16:45	236.398	37	1477	231	385.4	1410.9	36.7	1680
16:50	236.402	29	955	145	395.2	1359.1	44.0	1930
16:55	236.405	34	1398	188	461.5	1630.9	43.6	2170
17:00	236.409	31	1338	155	517.9	1814.4	49.6	2450
17:05	236.412	47	1861	281	404.3	1370.7	31.8	2760
17:10	236.416	39	1948	211	557.1	1773.8	40.2	3100
17:15	236.419	42	2420	255	614.1	1913.3	38.9	3470
17:20	236.423	41	2581	244	687.8	2099.9	41.3	3840
17:25	236.427	52	3628	325	712.2	2216.6	36.8	4220
17:30	236.430	45	3296	221	891.7	2672.3	46.5	4610
17:35	236.434	52	4547	294	967.7	2975.6	44.1	5040
17:40	236.437	46	4148	232	1068.3	3138.2	48.7	5510
17:45	236.441	48	4669	265	1092.7	2953.8	43.2	5960
17:50	236.444	45	5352	249	1303.4	3518.4	48.1	6390
17:55	236.448	47	6098	272	1420.1	3909.3	50.1	6790
18:00	236.451	47	6210	229	1606.3	3958.1	50.2	7040
18:05	236.455	60	9564	455	1502.8	3933.3	40.2	7230
18:10	236.458	52	8515	260	1956.9	4673.3	50.6	7340
18:15	236.462	58	8923	321	1725.8	4493.1	47.6	7320
18:20	236.465	52	8517	281	1846.9	4598.8	49.8	7140
18:25	236.469	59	9682	350	1700.5	4230.9	43.0	6850
18:30	236.472	52	6357	268	1432.2	3523.5	44.2	6430
18:35	236.476	51	6311	285	1366.5	3357.1	42.3	6010
18:40	236.479	48	5214	233	1329.6	3157.1	43.7	5540
18:45	236.483	58	6858	348	1248.5	3063.2	37.0	5040
18:50	236.486	41	4319	221	1199.0	2865.9	43.6	4510
18:55	236.490	47	4040	267	952.1	2131.0	33.5	4030
19:00	236.493	31	2637	160	976.0	2257.9	44.0	3590
19:05	236.497	41	3152	215	891.6	2130.0	37.9	3200
19:10	236.500	32	1812	144	733.3	1618.1	38.0	2870
19:15	236.504	31	1983	172	693.9	1526.5	34.3	2580
19:20	236.507	32	1991	157	743.2	1885.8	42.3	2310
19:25	236.511	37	2779	215	741.9	1809.5	30.5	2100
19:30	236.514	29	1680	133	730.5	1703.0	41.5	1910
19:35	236.518	30	1884	169	711.0	1475.2	34.0	1740
19:40	236.521	23	1346	116	697.5	1754.1	47.3	1590
19:45	236.525	27	1633	142	702.1	1760.3	43.6	1450
19:50	236.528	20	955	114	561.8	2329.6	75.4	1320
19:55	236.532	22	928	122	466.6	1688.0	55.4	1190
20:00	236.535	8	668	40	1002.0	2311.2	89.4	1090
20:05	236.539	9	705	50	883.3	1980.7	74.6	990
20:10	236.542	9	1406	85	880.3	1990.6	52.0	900
20:15	236.546	8	468	45	652.5	1618.2	74.8	850
20:20	236.549	5	243	25	583.2	1510.0	96.9	810
20:25	236.553	7	198	40	285.4	1337.6	95.1	780

Leonids 2001 Hourly Reports  
(The Nippon Meteor Society)





Time (UT)	Solar Longitude	East Japan						West Japan					
		n	all	Time	HR (East)	ZHR (East)	Error	n	all	Time	HR (West)	ZHR (West)	Error
16:00	236.367	18	209	78	156.9	670.8	48.4	0					
16:05	236.370	22	430	124	218.9	935.5	45.1	3	42	15	168.0	924.3	142.6
16:10	236.374	21	443	123	217.4	834.8	39.7	6	54	24	138.0	771.8	103.0
16:15	236.377	26	585	169	247.4	968.9	40.1	9	147	45	196.0	1042.2	86.0
16:20	236.381	21	440	101	256.0	901.9	43.0	9	178	45	237.3	1299.8	97.4
16:25	236.384	24	576	140	259.0	927.3	38.6	11	239	60	244.4	1258.7	81.4
16:30	236.388	22	511	105	289.3	985.7	43.6	10	656	154	236.1	1045.4	40.8
16:35	236.391	25	787	152	329.3	1182.0	42.1	10	211	57	252.6	1251.8	86.2
16:40	236.395	21	559	102	323.7	1103.5	46.7	10	262	50	314.4	1330.1	82.2
16:45	236.398	24	883	137	408.8	1417.5	47.7	13	594	94	342.1	1398.7	57.4
16:50	236.402	19	642	95	405.5	1149.4	45.4	10	313	50	375.6	1757.5	99.3
16:55	236.405	23	967	128	469.3	1502.1	48.3	11	431	60	445.1	1900.0	91.5
17:00	236.409	21	953	105	544.6	1764.6	57.2	10	285	50	462.0	1919.1	113.7
17:05	236.412	30	1281	170	463.2	1446.3	40.4	17	580	111	300.4	1237.4	51.4
17:10	236.416	27	1564	153	630.4	1885.3	47.7	12	382	58	392.0	1523.0	77.9
17:15	236.419	26	1714	145	748.6	2099.6	50.7	16	706	110	395.6	1610.6	60.6
17:20	236.423	27	1764	134	789.9	2200.8	52.4	14	817	110	432.4	1905.4	66.7
17:25	236.427	33	2574	195	845.1	2389.3	47.1	19	1054	130	481.3	1916.6	59.0
17:30	236.430	29	2342	141	989.0	2708.8	56.0	16	954	80	715.5	2606.1	84.4
17:35	236.434	32	3068	173	1112.9	2939.2	53.1	19	1429	116	742.5	2653.8	70.2
17:40	236.437	29	3049	152	1219.2	3056.8	55.4	16	1044	75	820.5	2787.9	86.3
17:45	236.441	31	3244	165	1202.6	3021.9	53.1	17	1425	100	892.2	2829.6	75.0
17:50	236.444	27	3306	139	1403.2	3602.3	62.7	18	2046	110	1153.8	3392.6	75.0
17:55	236.448	24	3604	128	1728.4	4502.3	75.0	23	2494	144	1098.4	3290.6	65.9
18:00	236.451	31	4555	153	1771.7	4095.1	60.7	16	1655	76	1285.9	3692.7	90.8
18:05	236.455	33	4926	177	1742.3	4258.1	60.7	27	4658	278	1210.0	3536.3	51.8
18:10	236.458	34	5718	178	1954.9	4552.0	60.2	18	2797	82	1960.7	4902.3	92.7
18:15	236.462	37	5687	188	1887.6	4656.0	61.7	21	3236	133	1440.9	4206.0	73.9
18:20	236.465	34	5529	177	1893.8	4593.5	61.8	18	2988	104	1758.5	4608.9	84.3
18:25	236.469	34	4999	182	1737.9	4317.2	61.1	25	4683	168	1649.5	4113.6	60.1
18:30	236.472	34	4315	180	1477.5	3469.6	52.8	18	2042	88	1346.7	3625.3	80.2
18:35	236.476	34	4052	186	1370.5	3233.4	50.8	17	2259	99	1358.5	3604.3	75.8
18:40	236.479	33	3841	167	1383.3	3158.6	51.0	15	1373	66	1211.6	3153.8	85.1
18:45	236.483	37	4372	213	1319.6	3136.3	47.4	21	2486	135	1123.1	2934.3	58.9
18:50	236.486	26	2505	131	1141.8	2592.5	51.8	16	1814	90	1217.0	3131.1	73.5
18:55	236.490	28	2163	157	886.8	1922.6	41.3	19	1877	110	1048.3	2438.1	56.3
19:00	236.493	19	1777	105	1024.5	2022.8	48.0	11	813	50	929.8	2369.6	83.1
19:05	236.497	25	1864	120	950.0	2077.0	48.1	15	1241	90	816.8	2005.0	56.9
19:10	236.500	23	1393	103	782.9	1581.8	42.4	8	397	36	649.5	1609.3	80.8
19:15	236.504	20	1378	107	777.7	1515.0	40.8	10	590	60	577.8	1531.7	63.1
19:20	236.507	19	1332	96	827.9	1676.4	45.9	12	619	56	631.0	1998.3	80.3
19:25	236.511	21	1545	115	836.9	1573.3	40.0	15	1211	95	640.1	1595.7	45.9
19:30	236.514	19	1283	96	850.4	1626.7	45.4	9	355	42	502.6	1534.8	81.5
19:35	236.518	19	1444	103	871.7	1603.0	42.2	10	433	61	468.3	1302.7	62.6
19:40	236.521	14	1040	71	883.6	1560.1	48.4	7	285	35	488.6	1560.0	92.4
19:45	236.525	15	1144	78	901.3	1578.7	46.7	10	467	54	517.2	1532.3	70.9
19:50	236.528	9	523	59	672.3	1411.8	61.7	9	361	45	481.3	1503.9	79.2
19:55	236.532	9	496	52	622.7	1277.0	57.3	10	372	55	394.2	1083.4	56.2



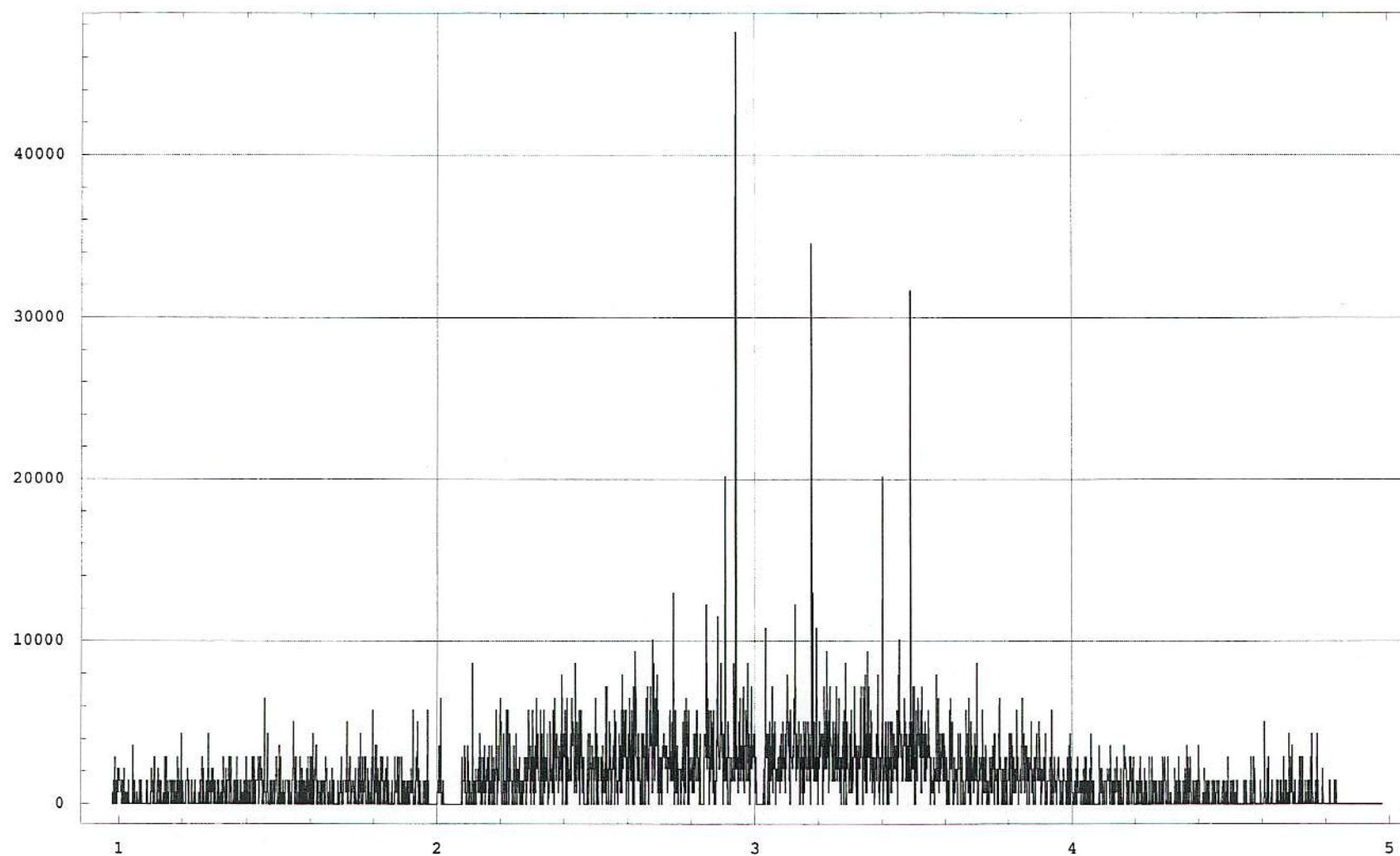
## しし座流星群ビデオ計数結果報告

観測日時 : 2001 年 11 月 19 日 午前 0h58m-5h0m  
観測地 : 茨城県北茨城市  
観測者 : 松本 孝 (明大天文部 OB)  
機材 : WATEC-100N+CBC3.8mm/F0.8 レンズ、SONY DCR-PC3  
測定者 : 竹田 育弘・網 秀夫・市川 志郎・田中 義人 (明治大学天文部)  
田部 一志・吉田 麻子 (株式会社リブラ)  
データ処理 : 田部 一志 (株式会社リブラ)

- ※1 測定は 2002 年 5 月 25 日・26 日、ビデオプロジェクターで投影しながら徹夜で出現数と時刻 (秒単位) を記録した。
- ※2 観測は 0h58m44s から 4h49m55s までであるが、4 本のテープに収まっており、テープ交換のため、2h1m14s-2h4m40s、3h0m10s-3h1m33s、4h4m1s-4h5m3s の間は記録がない。視野の向いた方向は輻射点 (放射点) 方向である。



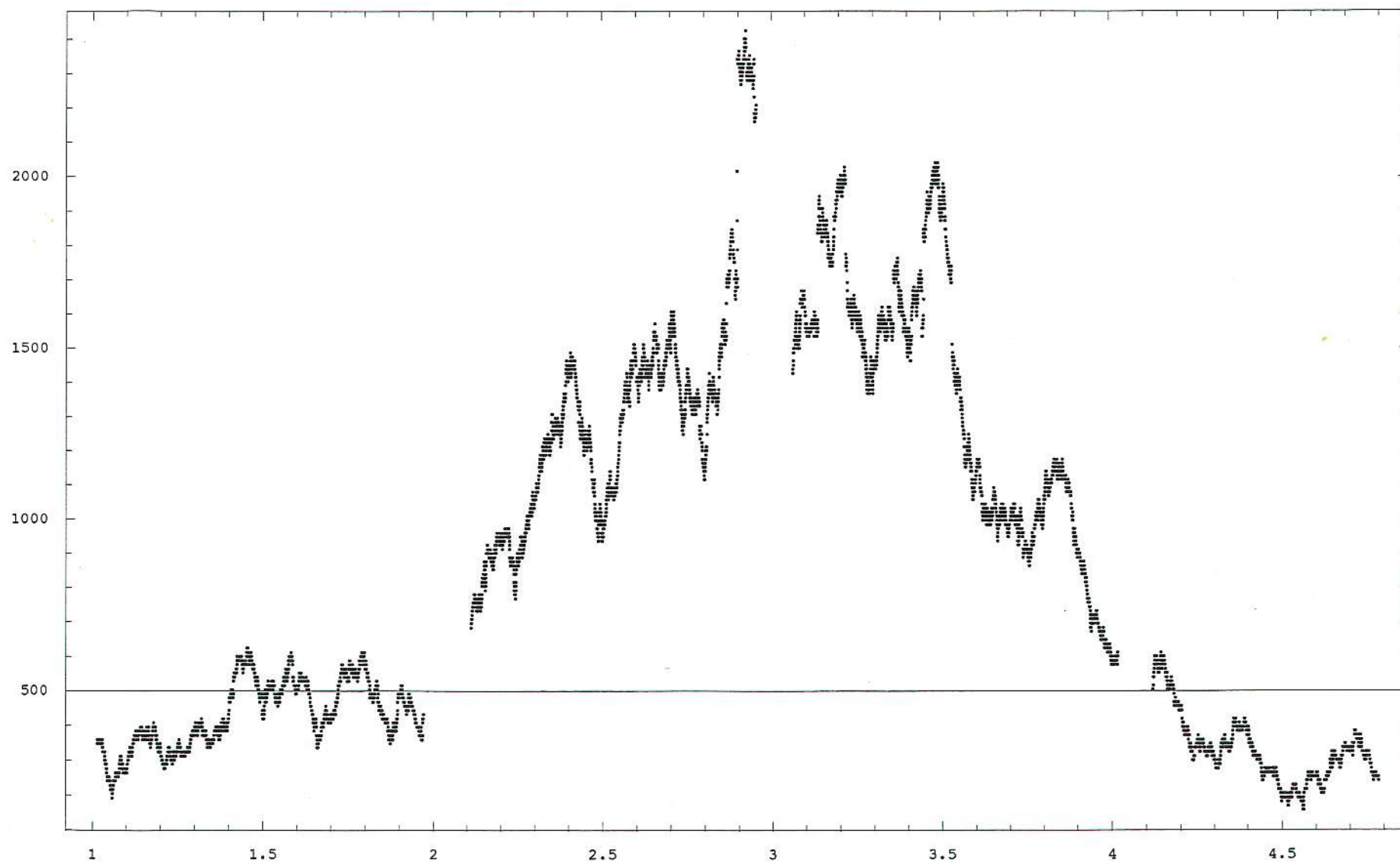
HR



5 秒平均.

HSS-101





300 10/

MS-101



## しし座流星群の超長焦点ビデオ観測

内山茂男

## 1. 観測条件

(1) 観測機材:  $\varepsilon$ -160 (口径 16cm,  $F=3.3$ ,  $f_l=530$  mm)、ワテック WAT-100N CCD ビデオカメラ。写野  $0.64^\circ \times 0.45^\circ$ 、

最微恒星 動画では 11 等 (赤い恒星はもっと写る)、静止画にすると 10 等。

(2) 観測日時: 2001 年 11 月 18/19 日

1h48m~2h50m、2h53m~3h51m、3h54m~4h56m (計 182m)

(3) 観測方向: 輻射点方向

## 2. 観測目的

(1) 4 公転トレイルと 9 公転トレイルの輻射点検出、およびそれぞれの出現数の変化

(アッシャー予報では、この 2 つのトレイルの輻射点は  $0.1$  度程度離れている)

(2) 暗い流星の光度比、およびフラックス

(3) 流星痕の微細構造 (リング構造が写るか?)

## 3. 輻射点方向を観測する理由

(1) 流星の角速度減少 (暗い流星の検出率アップ)

(2) 流星の経路短縮 (経路全体が狭い写野に入る)

(3) 群判定が容易 (散在流星であれば経路が明らかに長い)

(4) 輻射点高度変化による出現数の変化が非常に少ない。

ZHR が同じなら、流星進行方向に直角な断面積  $S$  が同じ場合、そこに出現する流星数も同じ。→通常行われる輻射点高度による補正 ( $\times 1/\sin h$ ) が不要になる。

ただし、次のような補正が必要。

A: 輻射点天頂時に天頂方向を観測

B: 輻射点低空時に低空方向を観測

とすると、観測 A に比較して観測 B では、

a) 流星までの距離が大きくなる

→ 流星が暗くなり、流星数が減る

b) 大気減光が大きくなる。

→ 流星が暗くなり、流星数が減る

c) 観測領域増大

流星進行方向に直角な断面積は距離の

2 乗に比例。

→ 観測領域の流星数がやや多くなる。

この a)~c) の効果を考えると、結果は流星の光度比によってやや変わるが、図 2 のように、輻射点高度が変化しても観測流星数はほとんど変化しないことがわかる。

→ 補正が少なく済むので、結果の信頼性が高くなる。

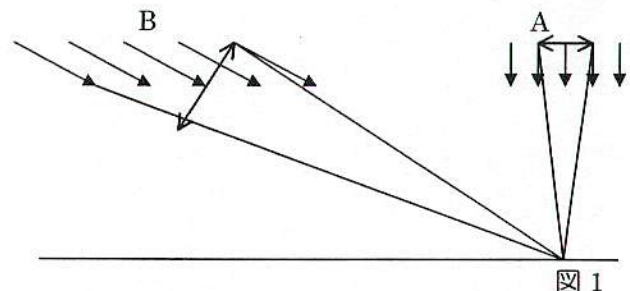
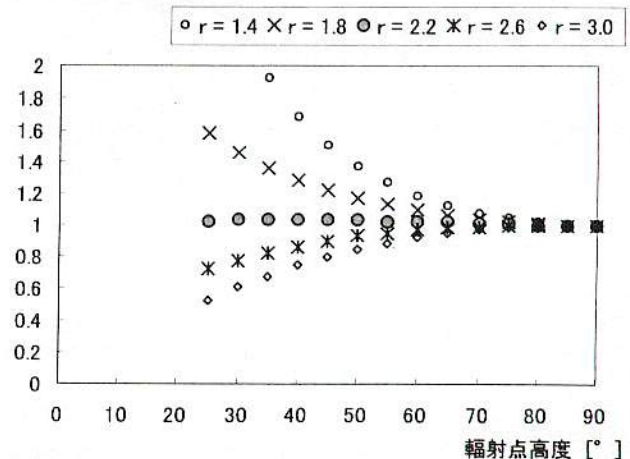


図2. 輻射点高度補正係数





## 4. 観測結果

撮影時間	しし群流星	散在流星	人工衛星
182 分間	0 個	1 個	2 個

## 5. 撮影流星数期待値算出法

眼視観測の光度比と ZHR



$$Q_{6.5}[\text{/h}\cdot\text{km}^2] = \text{ZHR} \cdot c(r) / A_{\text{red}}(r), \quad c(r) = 10.65 \cdot r^{-12.15}, \quad A_{\text{red}}(r) = 178700 \cdot r^{-1.82} \quad [1]$$

フラックス



写野面積、輻射点高度補正、光度比、限界等級

撮影流星数期待値

※ 光度比は一定という仮定のもとで計算。

## 6. 流星限界等級

\* 写野の恒星は、7.4 等、8.0 等、9.9 等、9.9 等の 4 個。

\* 8.0 等はかなり明るく写っている。この明るさの流星を見落とすことは考えられない。

\* 9.9 等の恒星は、動画では常にはっきりと見えている。この明るさの流星はぎりぎり検出できそう。

→ 9 等級 (9.5 等以上) の流星は検出できる可能性が高い。

8 等級 (8.5 等以上) の流星を見落とすことはないと思われる。

## 7. 撮影流星数期待値

元データ	撮影流星数期待値		撮影数 0 個確率	
	8.5 等以上	9.5 等以上	8.5 等以上	9.5 等以上
内山 [2]	16.91	48.78	$4.4 \times 10^{-8}$	$5.6 \times 10^{-22}$
NMS 速報[3]	9.37	20.62	$8.5 \times 10^{-5}$	$1.1 \times 10^{-9}$
IMO [4]	4.72	9.84	$8.9 \times 10^{-3}$	$5.3 \times 10^{-5}$

光度比が暗い流星まで一定であれば、1 個も写らないという事は考えられない。

→ 暗い流星の光度比は、眼視流星に比べて明らかに小さい。

## 8. 等級と流星数期待値

## (1) 内山データより

流星等級	3.5 以上	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5
流星数(合計)	0.18	0.31	0.80	2.15	5.97	16.91	48.78
0 個確率	0.83	0.74	0.45	0.12	$2.6 \times 10^{-3}$	$4.4 \times 10^{-8}$	$5.6 \times 10^{-22}$

## (2) 仮定：5 等までは光度比通りに増加、それ以後は流星数一定

流星等級	3.5 以上	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5
流星数(合計)	0.12	0.31	0.80	1.29	1.78	2.28	2.77
0 個確率	0.88	0.74	0.61	0.28	0.17	0.10	0.06

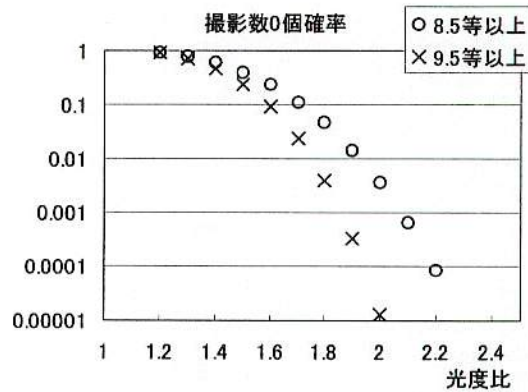
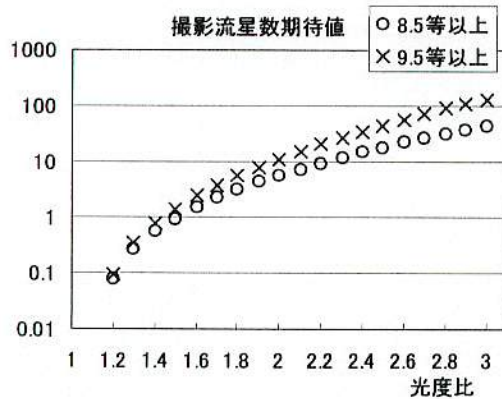
## (3) 仮定：4 等以後は流星数一定

流星等級	3.5 以上	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5
流星数(合計)	0.12	0.31	0.49	0.68	0.86	1.05	1.23
0 個確率	0.88	0.74	0.61	0.51	0.42	0.35	0.29

→ 5 等級以後は流星数が増加していない可能性が高い。



## 9. 仮に光度比が全等級で一定だとすると



1個も写らないというのは：(1) 光度比が1.6程度以下で、運が悪い場合。

(2) 光度比が1.8程度で、ものすごく運が悪い場合。

(ZHRにはNMS速報[3]のデータを使用)

## 10. 参考文献および使用データ

- [1] Ralf Koschack and Jürgen Rentdtel, "Determination of Spatial Number Density and Mass Index from Visual Meteor Observation", WGN 18, 1990, pp.44-58, and pp. 119-140.
- [2] Shigeo Uchiyama, "Estimated ZHR Profiles of the 4-Revolution and 9-Revolution Dust Trails during the 2001 Leonid Meteor Storm", WGN 30, 2002, pp.

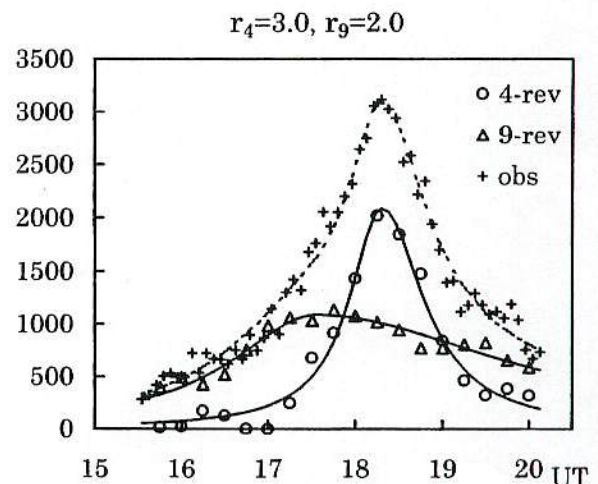
計算に用いたデータ：

	4-rev Trail	9-rev Trail
光度比	3.0	2.0
Peak Time	3h18mJST	2h33mJST
ZHR <sub>max</sub>	2090	1090
Asc. Branch	27m	35m
Desc. Branch	71m	160m

Lorentz Profile:

$$ZHR = ZHR_{\max} \times W_h^2 / ((T - T_{\max})^2 + W_h^2)$$

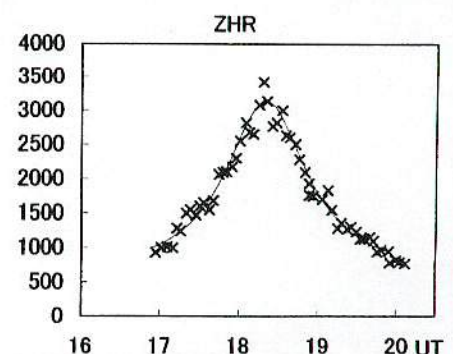
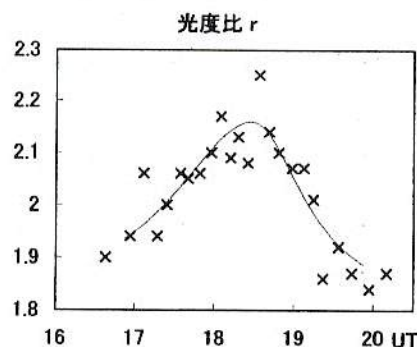
Wh: 半値半幅。ピーク前は Asc. branch、  
ピーク後は Desc. Branch。



- [3] H. Ogawa and S. Uchiyama, "The 2001 Leonids Meteor Storm over Japan", WGN 29, 2001, pp. 206-213 → ZHR<sub>max</sub> 4520, 光度比は 2.2 と仮定。

- [4] Rainer Arlt, Javor Kac, Vladimir Krumov, Andreas Buchmann, and Jan Verbert, "Bulletin 17 of the International Leonid Watch: First Global Analysis of the 2001 Leonid Storms", WGN 29, 2001, pp. 187-194

計算に用いたデータは、  
グラフの値を読み取り、だいたい  
会するようなスムージング  
曲線をつくり、その曲  
線の値を使用。





# おひつじ座流星群観測報告

竹田 育弘 (明治大学天文部・理工学部3年)

## 【1. はじめに】

おひつじ座流星群は、代表的な昼間流星群の一つである。輻射点が太陽に近く午前10時ごろに南中するため、明け方約一時間程しかその姿を捉えることが出来ない。電波観測では毎年 HR100 前後の出現が観測されている。しかし、その観測のやりにくさから光学観測はそれほど活発とは言えないのが現状である。そこで、

- ・ 観測方法を模索する
- ・ 高感度 CCD を用いて複数の流星を捉え、輻射点を求める

の二点を目的に観測を試みた。

## 【2. 観測計画】

日時 : 6月6日(木)～6月9日(日) 26時30分～28時

場所 : 明治大学天文部足柄観測所

使用機材 : WATEC-100N+12mm/F0.8 レンズ、Hi8 ビデオカメラ

- ・ 輻射点近くを狙って観測
- ・ 輻射点を求める関係から、解像度を優先して12mmレンズを用いる
- ・ ゲインは最微が最も良くなる場所に設定し、とにかく流星数を稼ぐ

## 【3. 結果】

4夜の予定のうち、観測を行うことができたのは7日を除く3夜である。全日程通して極薄い雲が張っており(7日は完全な曇り)、映っていた星の最微は4等前後か。さらに足柄観測所は東の光害があまりにもひどく、空の条件が良いとは言えなかった。また雲が出ており、結局輻射点から離れたアンドロメダ座～とかげ座付近を選ばざるを得なかった。案の定、ビデオをチェックした結果、おひつじ群と思われる流星は1つしか得られなかった。

## 【4. 雑感】

今回の試みから、薄明時のビデオ観測はかなり有効な手段であると感じた。もちろん晴れていることが絶対条件ではあるが、ビデオの映り具合から、東が暗い観測地ならば数個の流星を捉えることは充分可能であると思う。全く知識が無いので何とも言えないが、何らかのフィルターを使うことでさらに捕捉数を上げることもできるのではないだろうか。

視野の狭いレンズで輻射点から離れた位置を狙うのは無理があった。仮に複数個の流星を捉えられたとしても、交差角が小さく、輻射点を求めても誤差がかなり大きくなってしまふのは明らかである。二台以上のカメラがあるのならば、それぞれを別の方向に向けて交差角を大きく取ることが考えられる。

## 【5. 協力】

戸田氏、三間氏、重野氏 (以上アドバイス)、田部氏、松本氏 (以上機材提供)



昨年、アメリカピークが同様に日本時間で18日19時頃であった。その時に私に電話が殺到し「アメリカのピークは？」と聞かれた。頼りにしていただけるのはこの上なく嬉しいのだが、18日19時に19時のピークがきたかどうかはわからない。この点はたいへん困った。今年も、アフリカのピークが19日13時JST頃、アメリカのピークは19日19時JST頃になるが、それぞれ、15時JST頃と21時JST頃には判明すると思われるので、その頃をお願いしたい。また、日本の結果については、19日8時JSTには第一報を発表できる予定である。それ以前に情報を得たい方は連絡を頂いて構わないが、十分な情報をお伝えできないかもしれないのでそれだけはご了承ください。私に電話やメールなどの連絡を頂くことは構わないが、タイミングを間違えると何も提供できなくなってしまうのでご注意ください。

## 連絡先・速報報告先

基本的に、私が提供できる情報は、日本流星研究会に寄せられた速報データによる集計と概要、そして、流星電波観測国際プロジェクトによるライブおよび速報データからの結果と概要である。これらの情報を希望する方は遠慮なくご連絡いただければと思う。連絡先は以下の通りである。

小川 宏 (日本流星研究会 / 筑波大学自然学類3年・地球科学専攻)

【電子メール】メイン: ogawa@nms.gr.jp サブ: gl-srv64m@geocities.co.jp プライベート: HZH02257@nifty.ne.jp

【電話・携帯】メイン: 0298-60-5070 (FAX 兼・2回線) サブ: 090-9180-6810 (J-PHON)

(国外から)+81 298-60-5070 (FAX 兼用)

【住所】305-0005 茨城県つくば市天久保2-11-4 D-201

おそらく私は、薄明開始時刻以降は家に戻る予定なので、電話の方はまず家へ電話していただき、家の電話に出ない場合のみ、携帯電話へご連絡いただきたい。電子メールはniftyドメインにはNMS同報やmeteorobsでメール数が発散すると思われるので、できる限りnmsドメインでお願いしたい。ただし、緊急性のメールはnmsドメインとniftyドメインの両方へ送っていただけると確実である。

ここで重大な障壁がある。しし座流星群の期間、筑波大学ではなんと無情にも期末考査が開催される。そのため、状況によっては私はテストへ参加している可能性がある。可能性のある時間帯は12:15~13:30の「気候・気象学」である。その他、8:40~と10:10~にそれぞれ人文地理学、地誌学のテストがあるが、何とか調整する予定でいる。最終の予定(電話可能時間帯)は、日本流星研究会メーリングリストで連絡する。もしも、電話に出ない場合は、留守電には必ずつながるようにしておくので、「お名前・電話番号・用件の概要」を吹き込んでおいていただきたい。特に電話番号をお忘れにならないよう気を付けていただきたい。

## 【海外遠征される方へお願い】

国外へ遠征される方は、夜が明けて電話事情にたどり着いたところで是非ご一報いただきたい。日本の国番号は81番である。特にアメリカへ遠征される方には、日本時間で21時頃までにはご連絡をいただければと思う。だいたいのHR、流星の性状(明るさや流星痕の状況など)をご連絡いただきたい。何卒、ご協力をいただきたい。逆に、そちらの連絡先を教えていただければ日本の結果や世界のMLなどに流れている最新情報を提供することは可能である。もちろんその関係の問い合わせを頂いても構わない。

## 速報で必要な事項

### 【国内】

国内は基本的に速報フォーマットによる電子メール・FAXを受け付ける。ただし、観測地からダイレクト連絡ももちろん受け付けるので、その際は以下の項目をフォローしていただきたい。

- (1) 観測場所
- (2) 時間別流星数(できる限り最微・雲量も同時に)
- (3) 何か気が付いたこと(光度変化などの流星性状、他)
- (4) その他

なお速報フォーマットは昨年に準ずる。昨年の反省点をできるだけフォローするつもりでいる。

### 【海外】

海外も基本的に国内の電話用項目4点をお願いしたい。ただし、電話代も高いので、(2)については、平均値でも構わないが、間隔によるHRだけは避けていただきたい。昨年も間隔ではHR5,000くらいだったが実際は2,300だった。



# しし座流星群2002(暫定結果)

## 概要

2002年のしし座流星群は、アメリカ西海岸及びヨーロッパ西部で大きなDisplayが見られることが予測されていた。

そこで、明治大学天文部及び天文部OB会では総勢12名の遠征隊を派遣し、観測を行った。ここでは、そのうちワテック社製

高感度モノクロCCDカメラ2台を用いた計数観測の結果を報告する。

観測地: 米国カリフォルニア州ランカスター郡モハベ砂漠125丁目698765番地

北緯34度41分10秒、西経118度01分56秒、標高729m (南ポイント)

観測日時: 2002年11月19日午前0h00m - 4h00m

観測者: 竹田育弘(天文部・理工学部3年)

ツアー同行者: 戸田雅之、是恒邦通、比嘉義裕、加藤憲司(以上天文部OB)、久保田康子(天文部・理工学部4年)、平野光伸(天文部・理工学部4年)、塚越未央(天文部・政経学部3年)、福場伸哉(天文部・理工学部3年)、亀岡勇佑(天文部・理工学部1年)、田中義人(天文部・理工学部1年)、福喜多容子(天文部・農学部1年)

機材: カメラ: ワテックN-100カメラ(Watec Neptune100(WAT-100N) 2台(1台はアストロHS鈴木文二氏より借用)

レンズ: CBC 3.8mmF0.8

ビデオカメラ(録画用): DVカメラ2台、Hi8カメラ1台

追尾赤道儀: 五藤光学マークX(ベースモデル)+ビクセンモータードライブ

測定: 2002年12月25, 26, 27の3日間、国立天文台情報解析棟2階会議室にて 測定者: 竹田育弘 天文部・理工学部3年)

網 秀夫(天文部・理工学部2年)

田中義人(天文部・理工学部1年)

高橋 徹(天文部・理工学部2年)

加藤祐樹(天文部・農学部2年)

立澤伸也(天文部・理工学部1年)

武田久美子(天文部・農学部1年)

相馬 望(天文部・農学部1年)

田部一志(天文部OB・株式会社リブラ)

測定はモニターを凝視しつつ出現数と時刻(秒単位)及び光度を記録した。

写野はカメラ1は放射点方向、カメラ2は北極星野である。当夜は西の空に月(月齢14)があったので若干のゴーストが見られる。

2つの写野には重複は無いので、データは単純足し算ができる。(筈である。)

## 結果

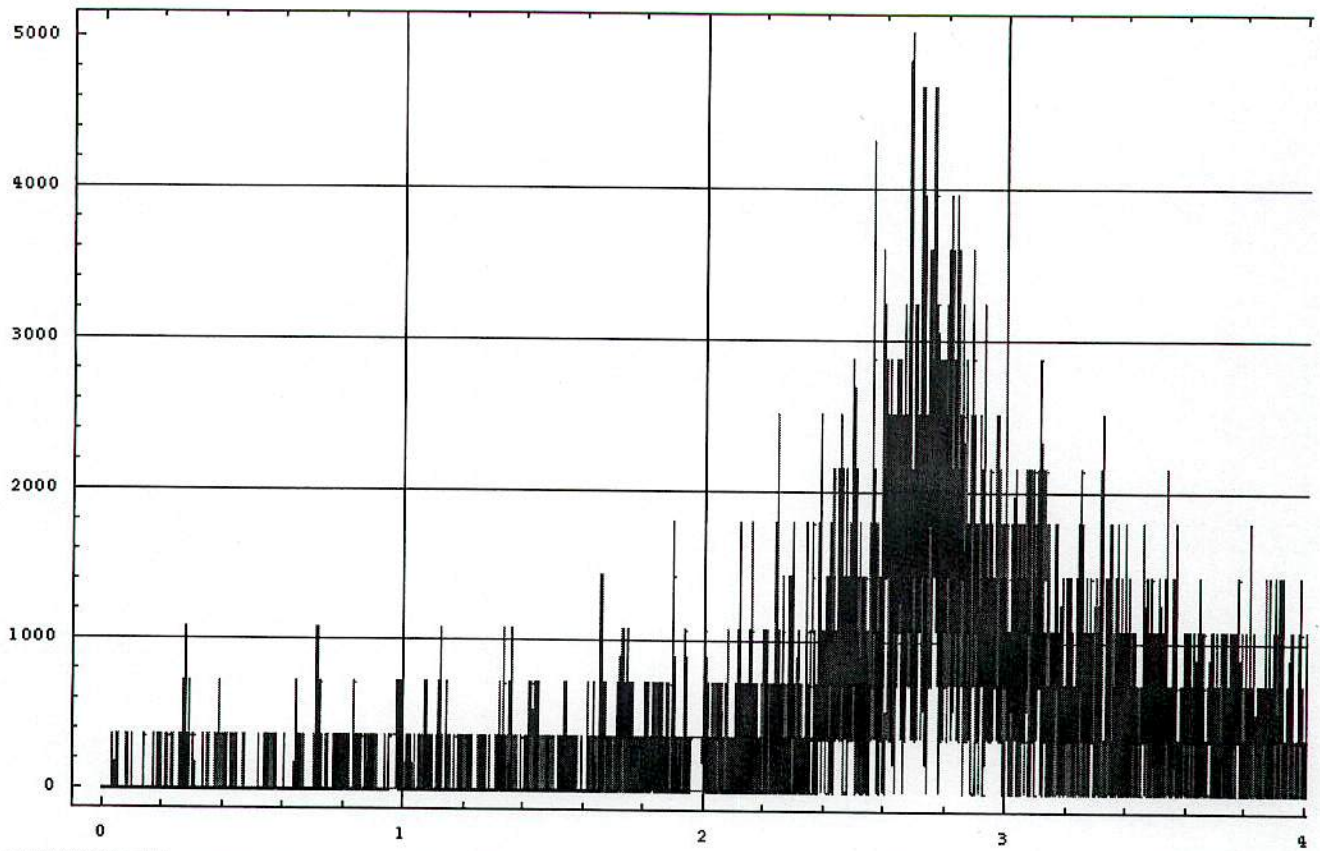
グラフにまとめました。曲線は赤がカメラ1(放射点方向)、青がカメラ2(北極星方向)です。上から順に、10秒、1分、2分、5分、10分の平均(全て移動平均: そのため最大10分+テープ交換時間の曲線の欠落があります。)をとったものです。

グラフは横軸が時刻(米国西海岸時間UT-8時間)(2002年11月19日)、縦軸は画角内のHR値です。

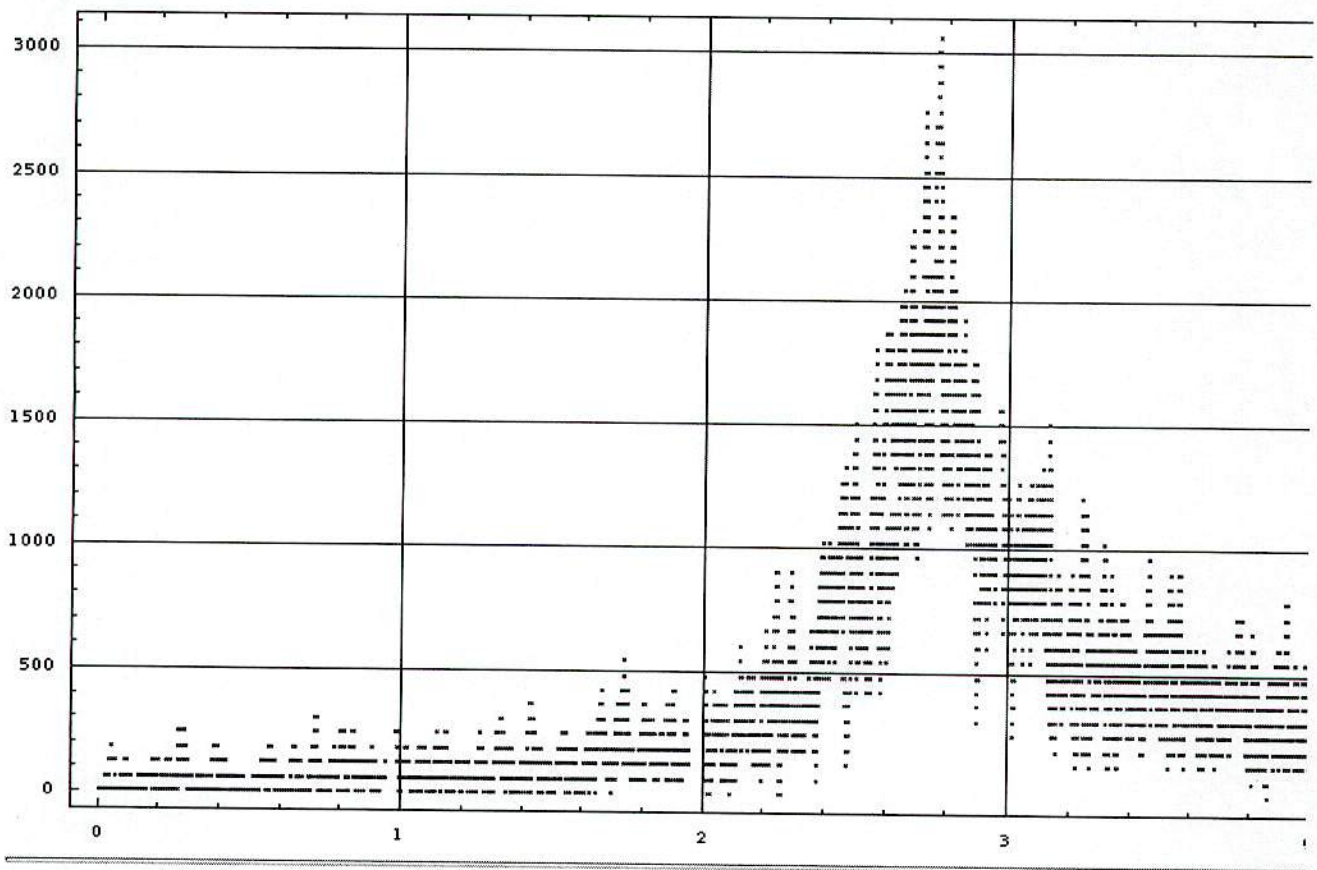
## 10秒平均



1455-103

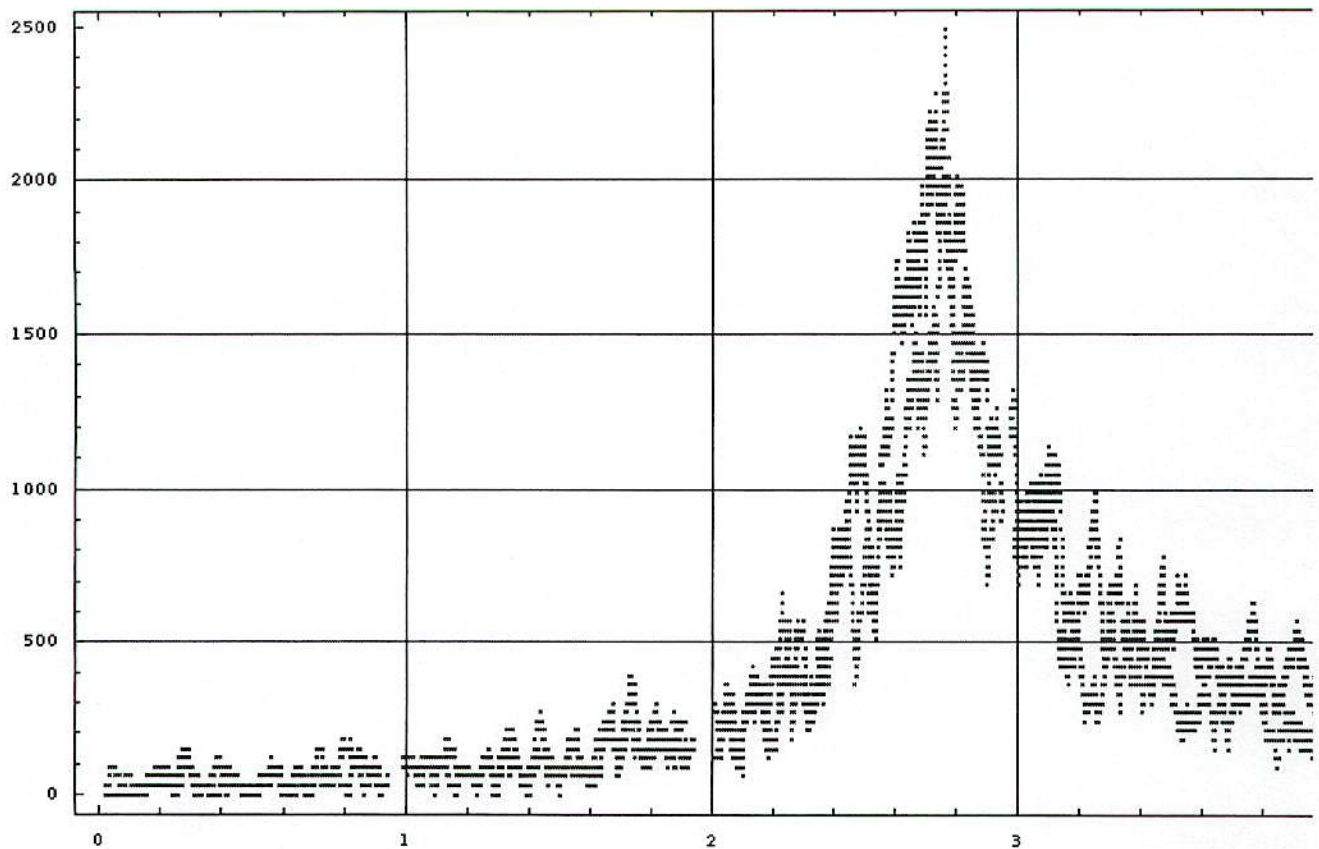


60秒平均

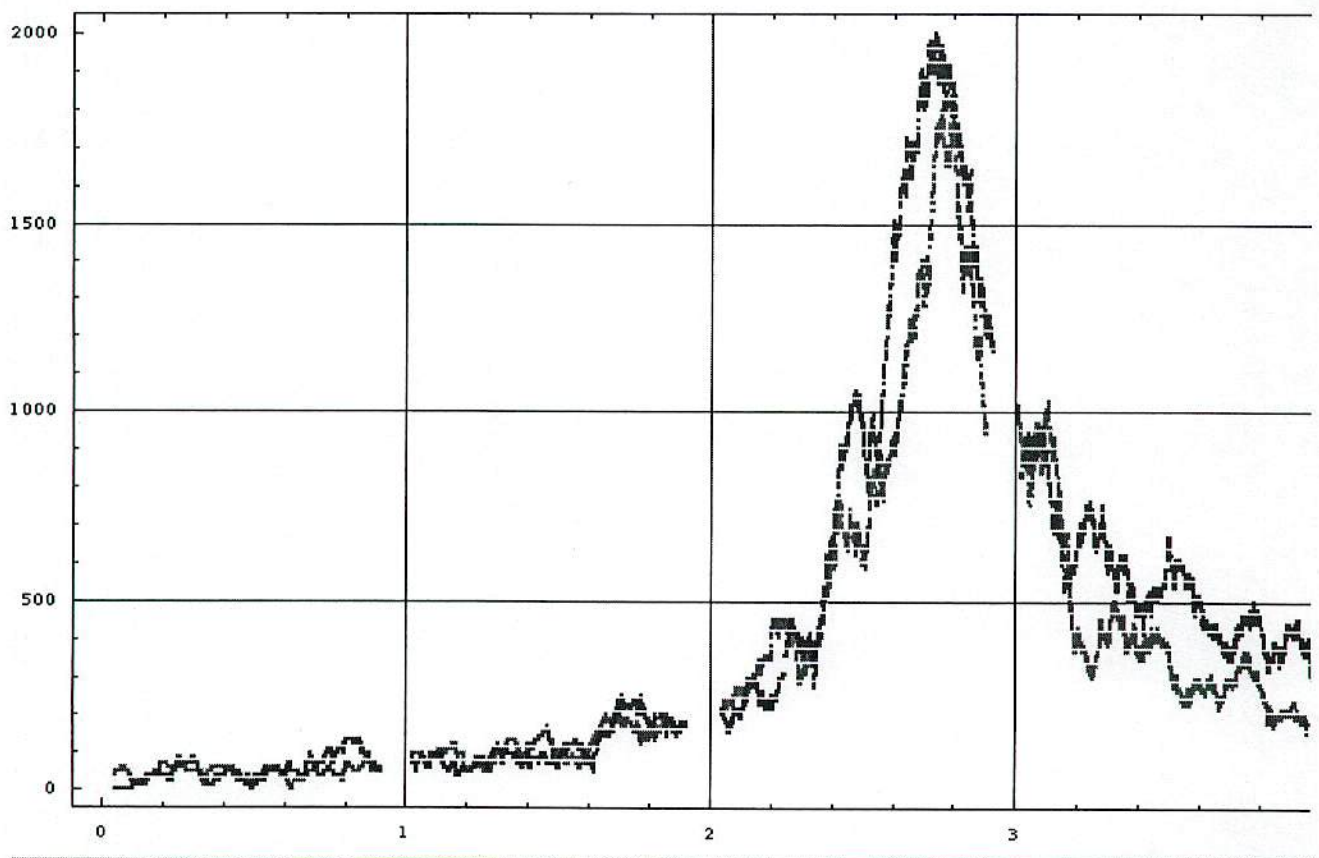


2分平均



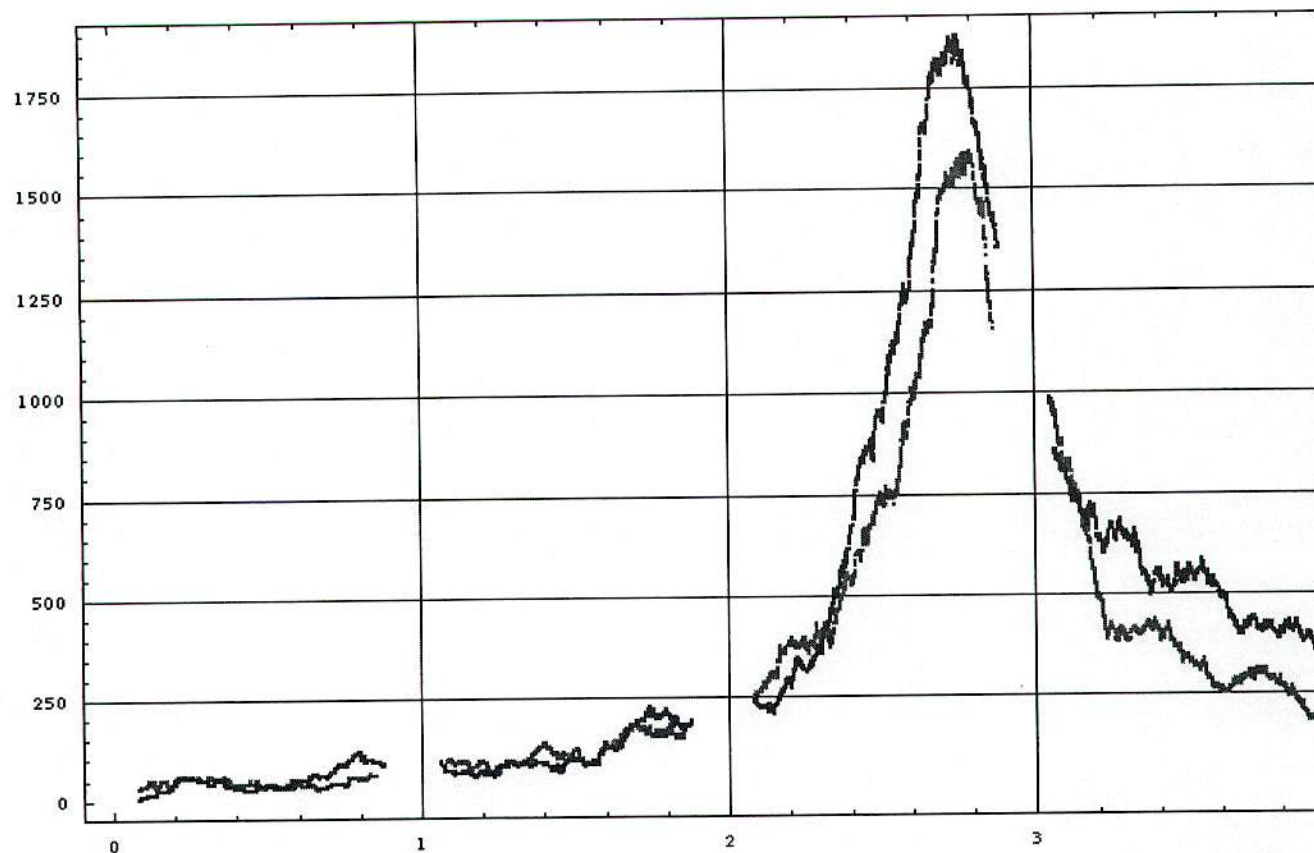


### 5分平均



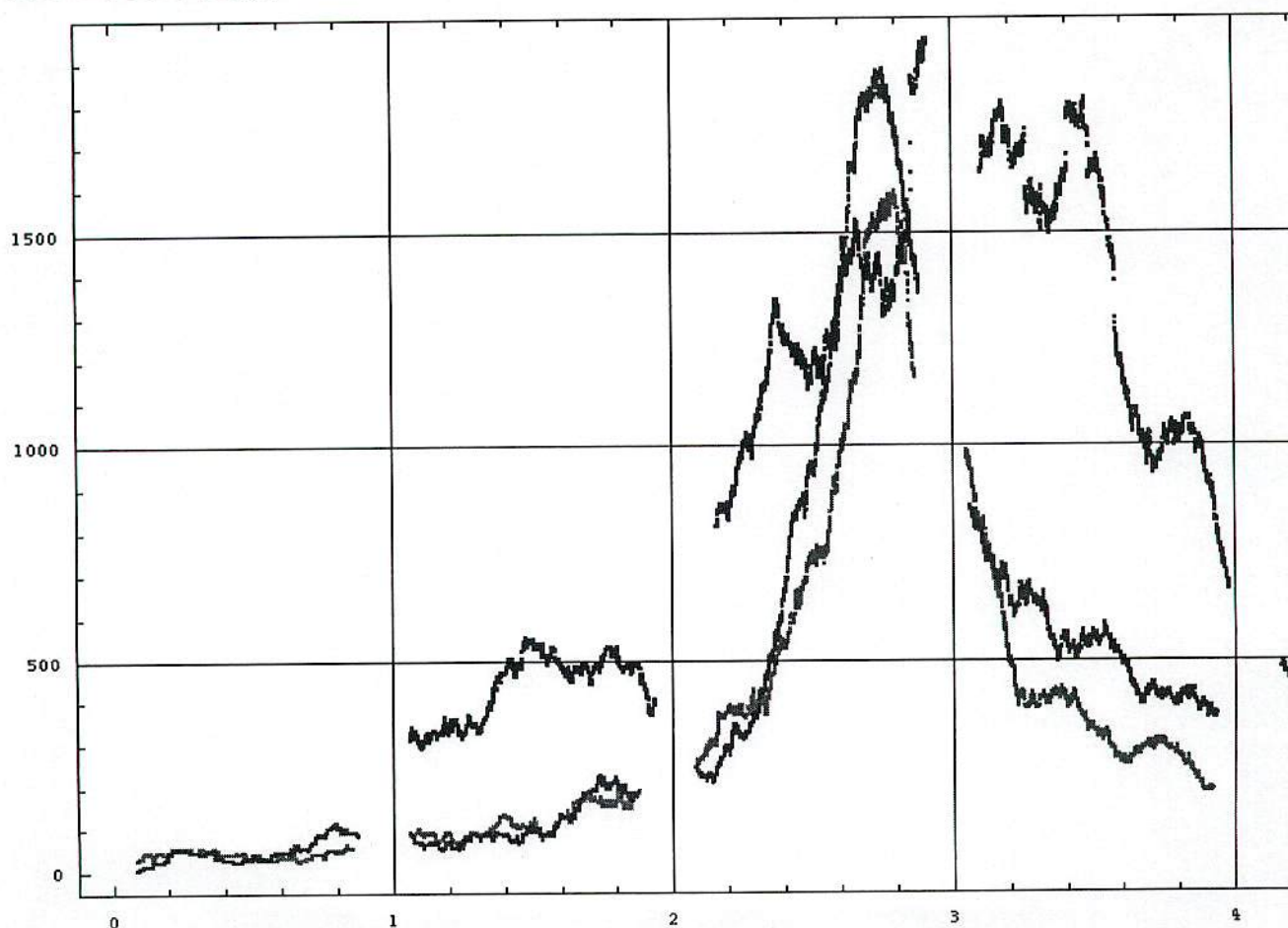
### 10分平均





2001年の観測と比較したのが次のグラフです。このグラフは2001年の結果(黒)に対しては2001年11月19日JST)、赤と青は、2002年11月19日LST(UT-8h)です。本当は極大時刻を合わせるか、太陽黄経のグラフにするべきなので、そのうちやります。縦軸のスケールは一緒です。

## 2001年との比較





これを見て分かるのは、活動時間が、2002年は短かったということです。出現数はピーク時にはほぼ同じと見てよいでしょう。

また、30分周期の波は2002年についてはほとんど見られません。(不思議ですねえ。)

---

クラスター(ローカルシャワー)について。

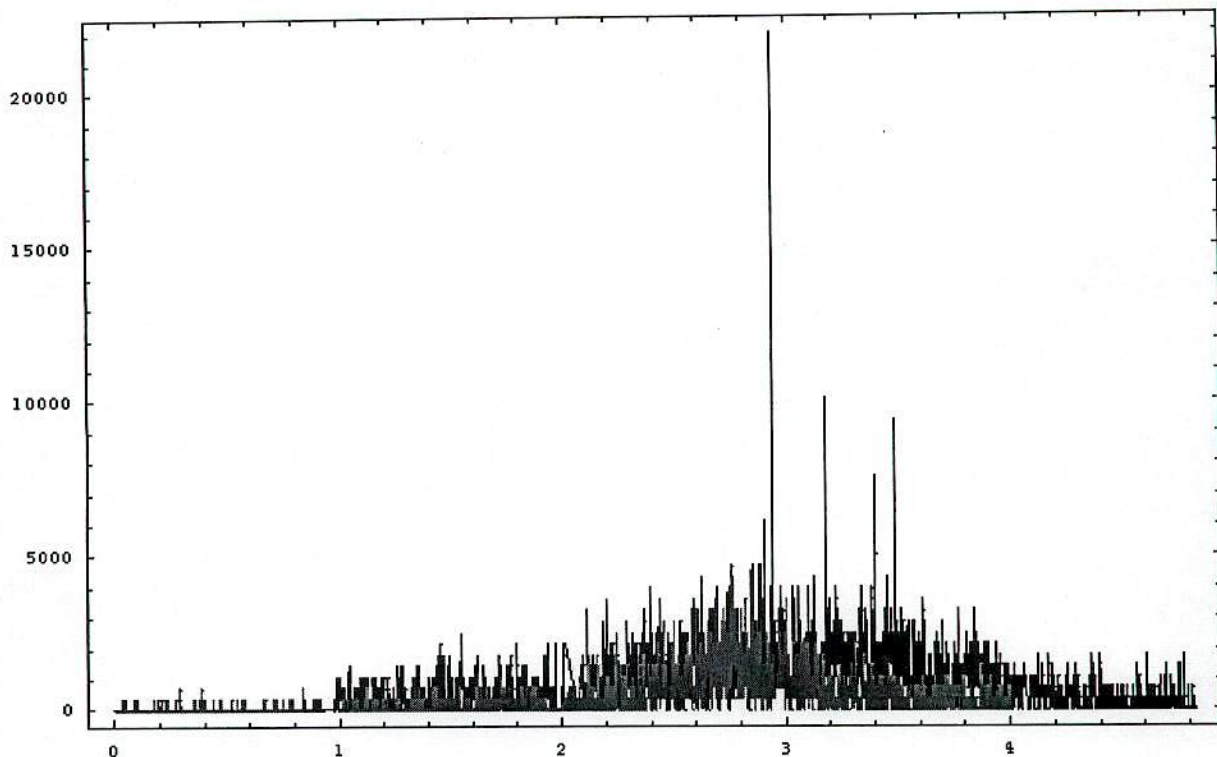
---

2001年に3回観測されたクラスターについて、2002年は同規模のものは1つ也没有。2001年の10秒平均のグラフと重ねて見ると一目瞭然です。

これもたいへん不思議です。2001年の場合、ピークの山の形も正規分布っぽいです(ちゃんとした計算はしてません) 2001年とは違って、きれい

に登ってきれいに下っています。

### 2001年との比較(クラスター)



2001年の日本での結果はしし座流星群2001にありますので参照ください。

---

明治大学天文部OB会流星班

---



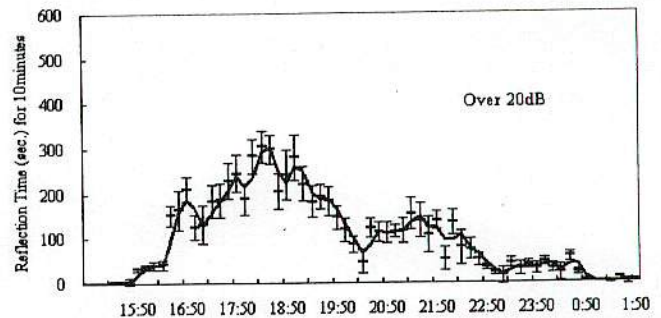
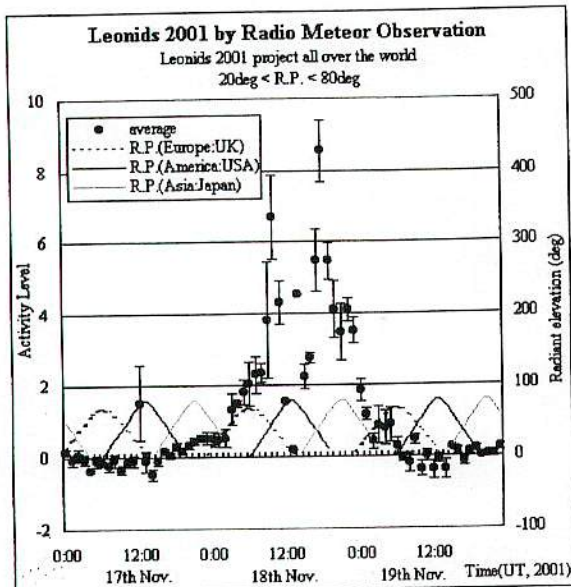
## 2001 年しし座流星群

～ 未発表分の集計結果 ～

内山茂男 (NMS)

## 1. 既発表分の集計結果

## 1-1 電波観測結果



左：小川宏 et. al.

電波観測国際プロジェクト集計結果

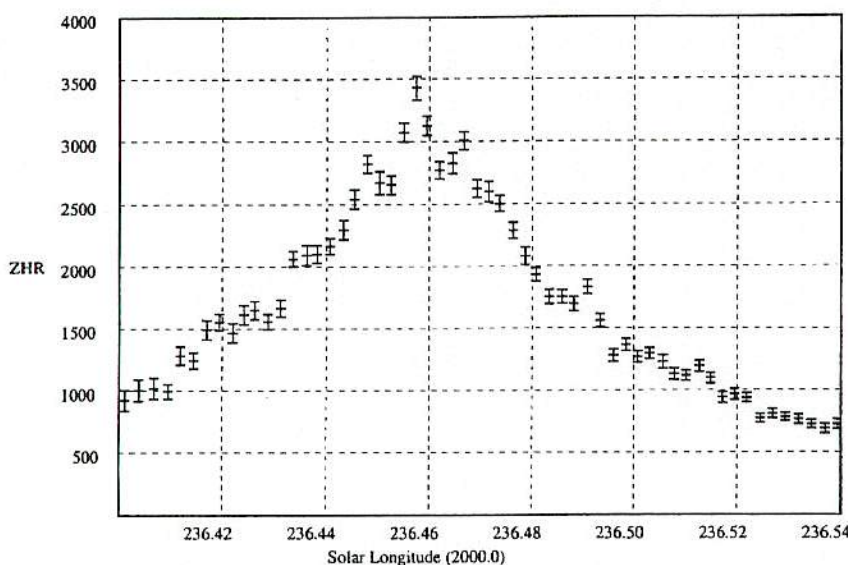
上：小川宏 et. al.

日本の電波観測集計結果（総反射時間解析）

※ 18 日 20 時台 UT (19 日 5 時台 JST) に一度減少、21 時台 (6 時台 JST) にサブピークがあったことを示している。

→ 未知のトレイルか？

## 2-1 眼視観測結果 (IMO)



左: IMO が WGN に発表した  
アジアピーク付近の ZHR。

グラフの横軸は太陽黄経  
(2000.0)で、

左端の 236.40° は

16h53mUT (1h53mJST)、

右端の 236.54° は

20h13mUT (5h13mJST)

に相当する。

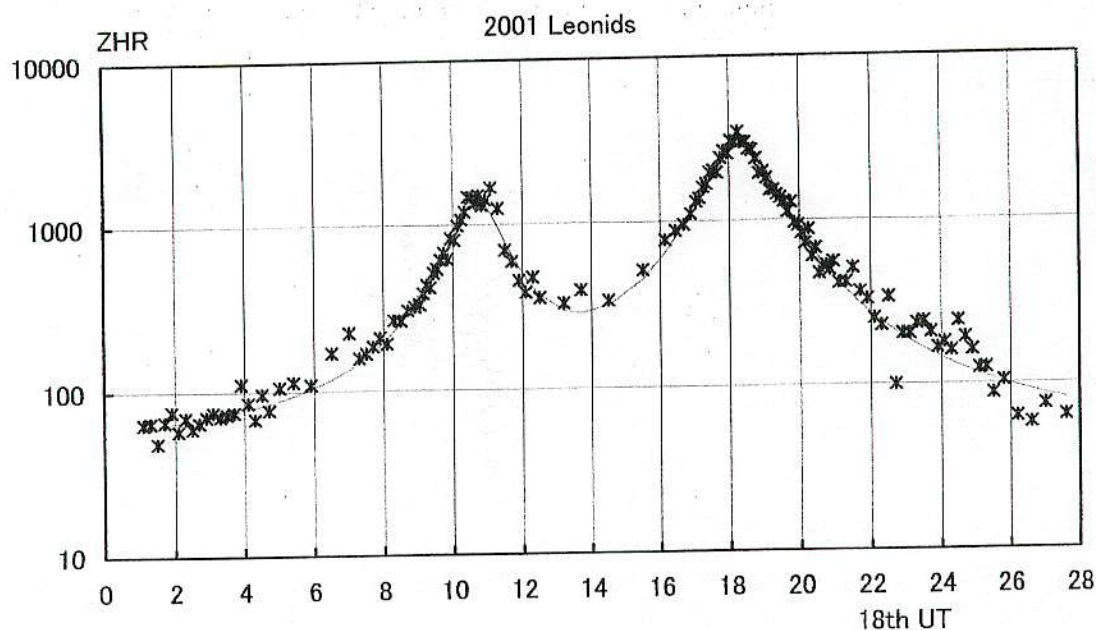
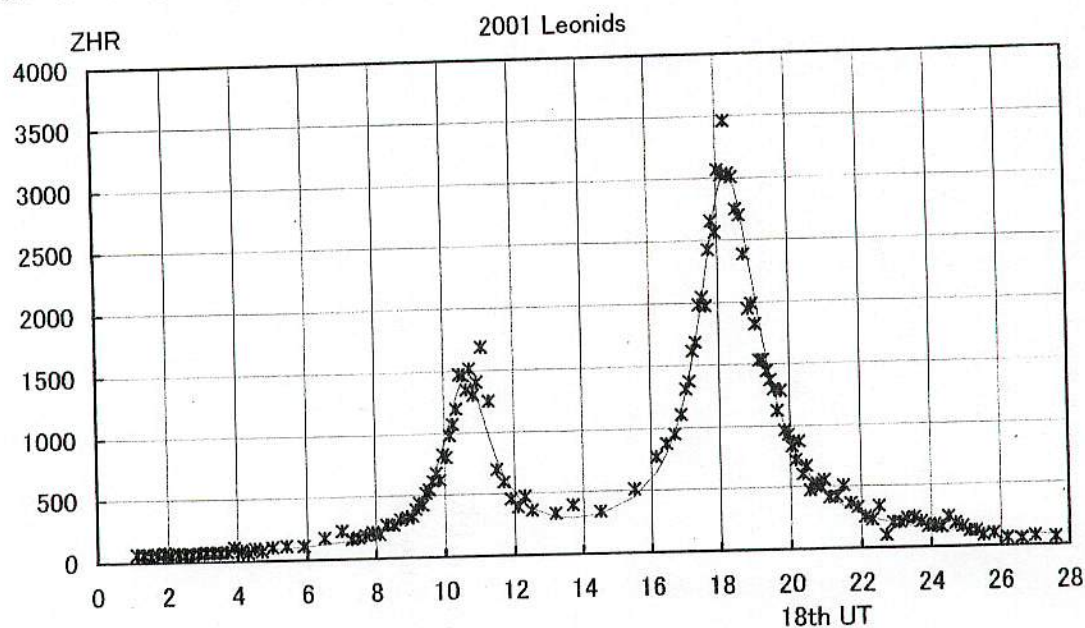
Figure 6 - Final profile of the Asian 2001 Leonid maximum. Observations with  $lm \geq +5.8$  were used in the averaging procedure.

※ 電波観測結果が示す 21 時台のサブピークがあったのかどうかは不明。



## 2. 未発表分の集計結果

IMO の VMDB (Visual Meteor Data Base) には世界の眼視観測結果 (生データ) が集められている。2001 年分のデータも、最近公開された。これから 18 日 0h~19 日 4h(UT) のデータをピックアップして集計した。集計には、輻射点高度 15 度以上、雲量 2.3 以下のデータを使用し、個人補正等の特別な補正は一切行っていない。光度比は 2.0 を用いた。



※ 21 時台 UT のサブピークはまったく見られない!

→ 電波で見られた 20 時台 UT (5 時台 JST) の減少は、K 効果 (天頂効果) によるものではないか?

補足: 曲線データ

次の 2 つのローレンツ曲線とバックグラウンドの合計値。

	American Peak	Asian Peak	Background
Peak Time(UT)	10h39m	18h18m	
maxZHR	1350	3000	ZHR 40
FWHM	1h42m	2h12m	



## 2002 年ふたご群の光度比と等級別出現数の変化

内山 茂男 (NMS)

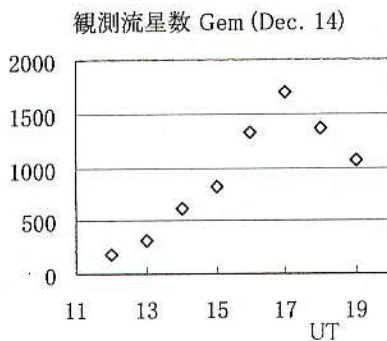
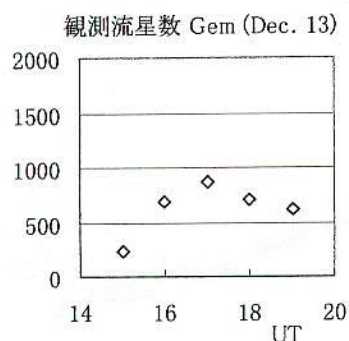
## 1. 使用データ

NMS 同報で報告されたデータより、多くのデータが集まった 13/14 日と 14/15 日のものの中から、幅射点高度  $20^\circ$  以上、雲量 2.5 未満のデータを使用。使用したデータの量は次の通り。

	観測者数	観測時間	ふたご群流星数
13/14 日	19 名	32.8 時間	1728 個
14/15 日	28 名	66.0 時間	4201 個

ちなみに、この年の極大は、14 日の昼間（日本時間）と思われ、速報集計でも 13/14 日が ZHR128、14/15 日が ZHR140.7 と、両日の値は近い。

集計は観測の中央時刻で 2 時間毎に行なった。すなわち、15 時の値というのは、観測中央時刻が 14:00～15:59 のデータを集計したもの、16 時の値というのは、観測中央時刻が 15:00～16:59 のデータを集計したものである。したがって、ほとんどのデータは 2 回の集計で使われている。



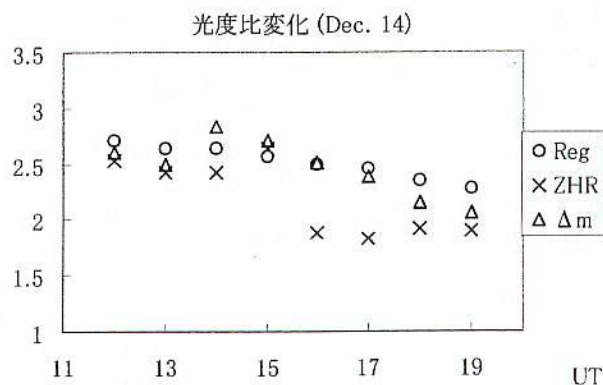
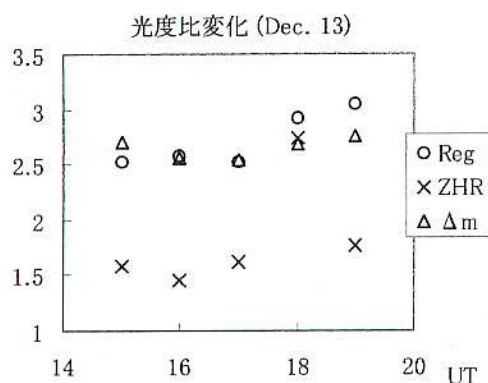
※1. 観測流星数が多い:

流星出現数が多い + 観測者数が多い  
+ 条件の良い観測が多い

※2. 観測流星数が少ないデータ

(500 個未満) は信頼度が低い。

## 2. 光度比変化



※1. 13/14 日は光度比がだいたい安定。14/15 日は、光度比減少傾向が明らか。

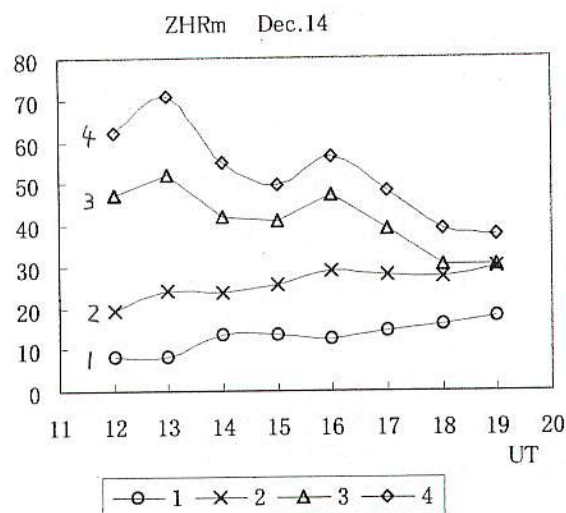
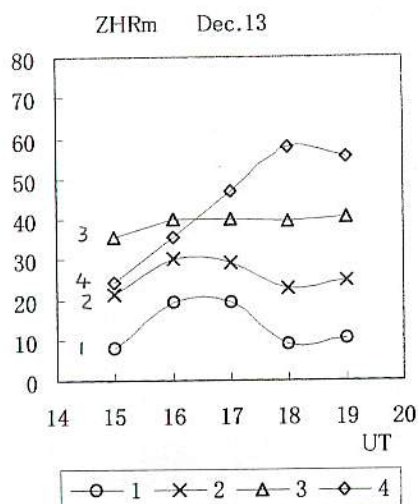
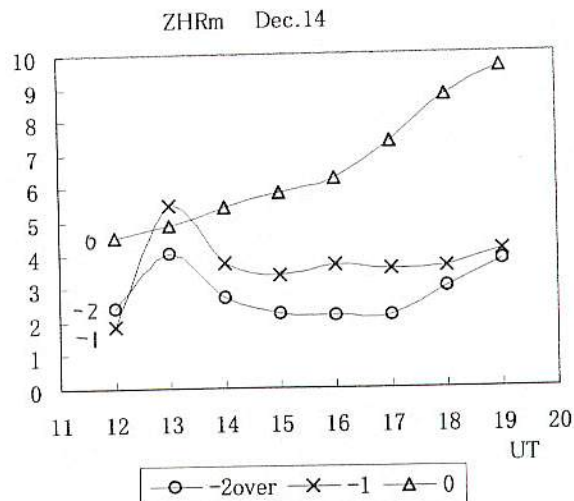
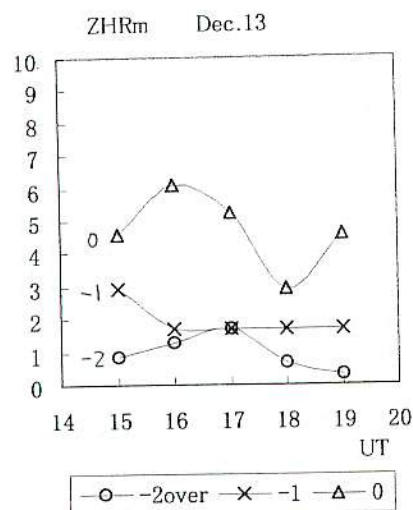
※2. 14/15 日の光度比減少は急激過ぎるのでは? → 観測者の疲労の影響あり?

※3. ZHR 法による光度比は、一部の観測者の影響を大きく受けている。→ 値が安定しない

※4. ZHR 法による光度比の値は、回帰直線法(Reg)や平均等級法( $\Delta m$ )の値より小さい傾向明か。



## 3. 等級別出現数の変化



※1. 13/14日は、4等以外はほぼ一定。4等だけが増加傾向。

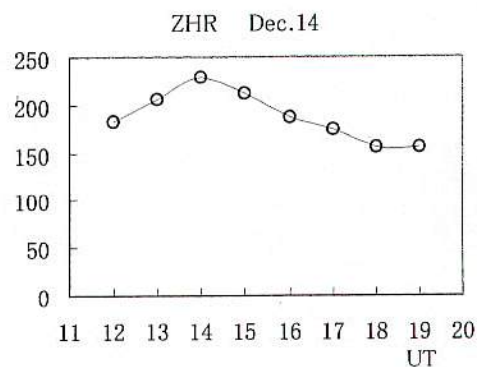
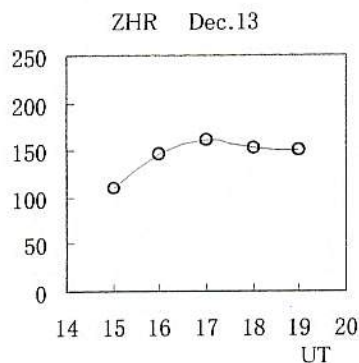
※2. 14/15日は、-1等以上の明るい流星はほぼ一定。0~2等の流星は増加傾向、3・4等は減少傾向。

## 4. 参考：ZHRの変化

※ここでは、

$$ZHR = \sum(ZHR_m)$$

※ 14/15日14時のピークは  
5・6等の流星数も多い。

5. 補足：等級別出現数 ZHR<sub>m</sub> の算出法

$$ZHR_m = \frac{N_m}{T_{eff} \times (1 - cl/10) \times \sin(h_R)} \times \frac{P_{6.5}}{P_{lm}}, \quad \overline{ZHR_m} = \frac{\sum N_m}{\sum [T_{eff} \times (1 - cl) \times \sin(h_R) \times P_{lm} \div P_{6.5}]}$$

$N_m$  : m 等級の観測流星数、 $T_{eff}$  : 観測時間(hr)、 $cl$  : 雲量、 $h_R$  : 輻射点高度、 $P_{6.5}$  : 最微星 6.5 等におけるその等級の流星の視認率、 $P_{lm}$  : 観測時の最微星におけるその等級の流星の視認率



## しし座流星群の観測 2001-2002

田部一志（株式会社リブラ）、竹田育弘（明治大学理工学部）、渡部潤一（国立天文台）

## イントロ

## 略

## 観測

ワテック社の高感度モノクロビデオを用いたしし座流星群の観測を 2001 年、2002 年に実施した。概要は次のとおりである。

## 2001 年の観測ログ

観測日時：2001 年 11 月 19 日午前 0h58m?5h0m（月齢 4）

画面の中心：放射点方向、赤道儀にて追微。

観測地：茨城県北茨城市平潟海岸 北緯 36.81 度 東経 140.80 度 標高 5m

観測者：松本 孝（市川市役所勤務・明治大学天文部 08）

カメラ：CCD Watec Neptune100(WAT-100N) レンズ：LENS CBC 3.8m F0.8

記録用ビデオカメラ (miniDV) : REC SONY DCR-PC3

測定者：竹田育弘、網 秀夫、市川志郎、田中義人、田部一志、吉田麻子

計測は 2002 年 5 月 25 日-26 日、株式会社リブラにて、ビデオプロジェクターでの投影画面にて。

## 2002 年の観測ログ

観測日時：2002 年 11 月 19 日午前 0h00m?4h0m（月齢 14）

画面の中心：放射点方向 (A)、北極星方向 (B) 赤道儀にて追微。

観測地：米国カリフォルニア州ランカスター郡モハベ砂漠 125 丁目 698765 番地

北緯 34 度 41 分 10 秒、西経 118 度 01 分 56 秒、標高 729m

観測者：竹田育弘（明治大学理工学部）

カメラ：CCD Watec Neptune100(WAT-100N) 2 台（1 台はアストロ HS 鈴木文二氏より借用）

レンズ：LENS CBC 3.8m F0.8

ビデオカメラ（録画用）：DV カメラ 2 台、Hi8 カメラ 1 台

測定者：竹田育弘、網 秀夫、田中義人、高橋 徹、加藤祐樹、立澤伸也、武田久美子、相馬 望、荒木智之、田部一志

測定：2002 年 12 月 25, 26, 27 の 3 日間、国立天文台情報解析棟 2 階会議室にて大型モニターにて。

観測の状況は 2001 年は海岸近くではあったが雲の発生もほとんど無かったし、月の影響も全く無かった。2002 年は月の影響は最微等級にはなくゴーストの発生としてあらわれた。雲影響は皆無であった。また、ゴースト、月明かりを避けるために、1 時間おきに画角を少しずつ変えざるをえなかった。

## 制約方法

## A: 出現数

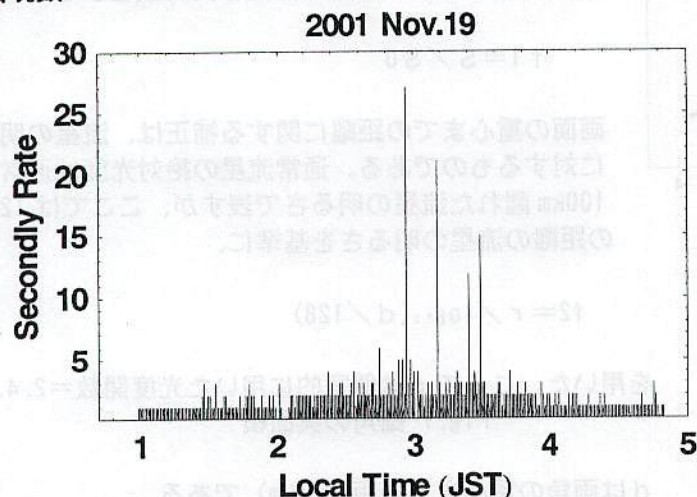


Fig. 1 生データのプロット

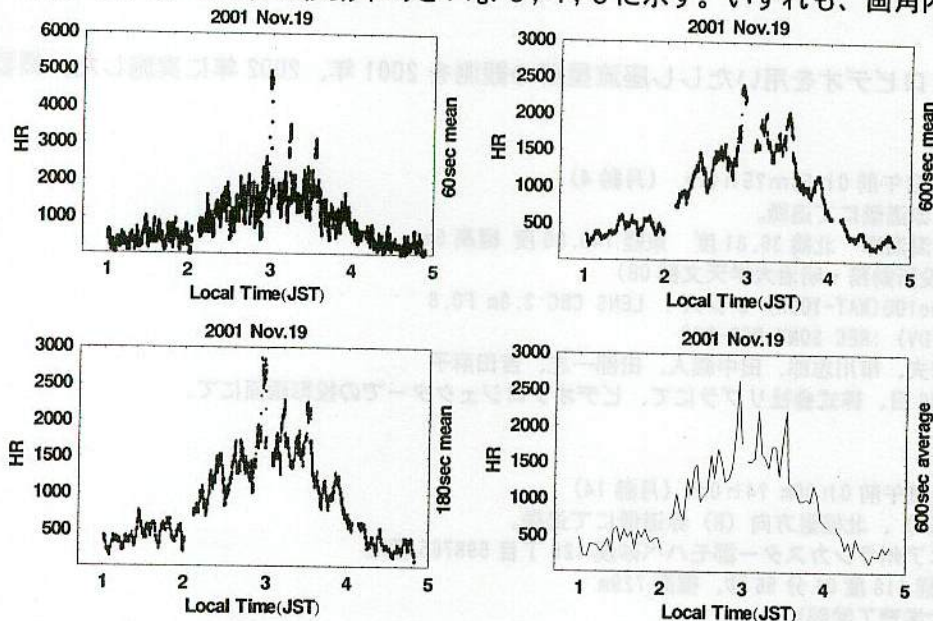
3 本の線はクラスター現象が起こったところ。クラスターは HR 値に大きな影響を与えていることがわかる。

流星の出現は数秒に 1 個から 1 秒に 20 個（クラスター発生時）で常に変化している。生データをプロットしたものが、Fig. 1 である。これまで行われてきた眼視観測では 10 分（600 秒）の値を HR に換算した値が使われることが多い。10 分間の出現数をプロットしたものが Fig. 2 である。ビデオの特徴である秒単位の時間分解能は失われてしまう。そこでここでは 60 秒、180 秒、300 秒の移動平均をとったものをデータとして使用した。各秒における流星出現数を  $N(t)$  とすると、



$$HR = \sum_{T=k-30}^{k+30} N(t) / 60 * 3600 \quad (k=31, 32, 33 \dots n-30)$$

60 秒、180 秒、300 秒の移動平均を Fig. 3, 4, 5 に示す。いずれも、画角内の HR である。



ZHR への換算には通常、放射点光度の補正、雲量の補正、光度関数

(Population Index) の補正が用いられる。雲の影響は全く無かったので、ここでは行っていない。

放射点高度の補正は

$\sin[Z_{rp}]^{1.4}$  で除する方法によった。光度関数に関してはほとんど意味が無い(後述)ので行ななかった。これによる ZHR 値を Fig. 6 に示す。

従来用いられてきた ZHR の計算方法には、カメラの画角が見込んでい

Fig. 3, 4, 5, 6 60 秒、180 秒、600 秒の移動平均、および 10 分の合計。

る面積と、流星発光領域までの距離に関しては、何の補正もなされていない。そこで、ここでは、特に 2002 年の観測方向の違う 2 つのデータに対して、画角が流星発光点の高度である地上 128km の平面を見込む面積、画角の重心までの距離をパラメータとして補正を行った。画角が見込む面積の変化を Fig. 7

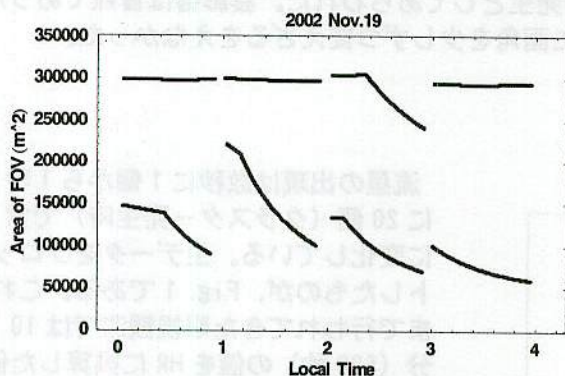


Fig. 7 画角の実面積

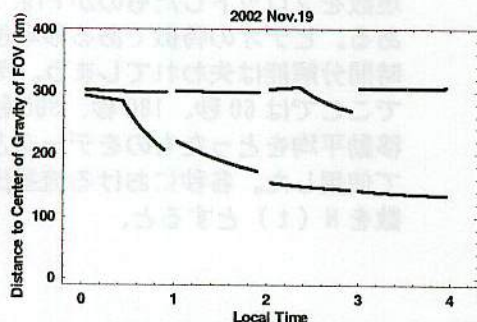


Fig. 8 画角重心までの距離

に、画角の重心までの距離の

変化を Fig. 8 に示す。画角の面積の補正は、カメラを天頂に向けた場合に得られる面積  $S_0 = 4$  万平方 km を 1 として補正を行った。S を高度 10 度以下は見えないと仮定した、画面が見込む実面積とすると、

$$f1 = S / S_0$$

画面の重心までの距離に関する補正は、流星の明るさに対するものである。通常流星の絶対光度は通常 100km 離れた流星の明るさで表すが、ここでは 128km の距離の流星の明るさを基準に、

$$f2 = r / \log_{2.5}(d / 128)$$

を用いた。ここで r は便宜的に用いた光度関数 = 2.4、

Fig. 7 画角の実面積

d は画角の重心までの距離 (km) である。

$$ZHR_{ff} = ZHR / (f1 \cdot f2)$$

面積で数倍、平均距離で 2 倍の違いのある 2 つの ZHR 値がほぼ一致する結果 (Fig. 7) が得られた。



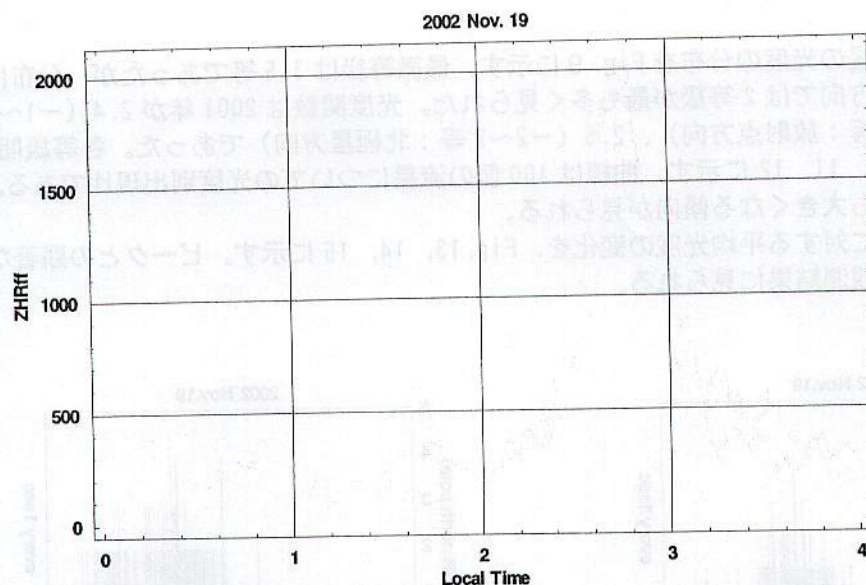


Fig.7 距離と面積の補正を加えたZHR値。放射点方向と北極星方向で数はほぼ同じになったが、極大の時刻には約4分の差がある。

#### 検討

##### 2002年のピーク

細かいHRの変動のため、観測期間内に25のピークが観測された。最大のピークは、

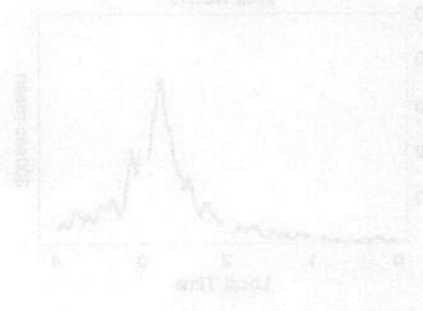
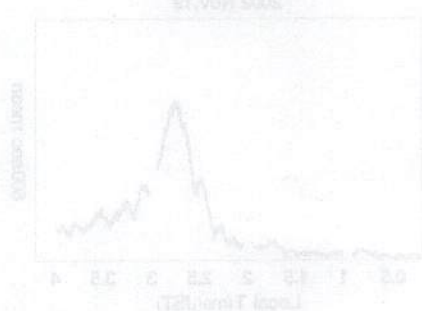
放射点方向 2h46m04s ZHR 3024

北極星方向 2h43m55s ZHR 3398

であった。およそ4分の差が何に起因するものであるかは分からないが、観測している場所は同じでも、見ているところが数百km違うので、ダストトレール内の物質の不均一と合成されてこのような結果が生じた可能性がある。

##### HRの変動

HRの変動について、フーリエ級数に展開して周波数を調べたものが、図16ABCである。数分から数十分周期の波の成分が見られる。これは、従来言われていた“豆まき現象”を捉えたものであると考えられる。2001年、2002年の放射点方向、北極方向いずれにも見られる。また、2003年のふたご座流星群の観測結果にも同様の変動が見られる。全ての流星群に共通して見られるものではないかと考えられる。

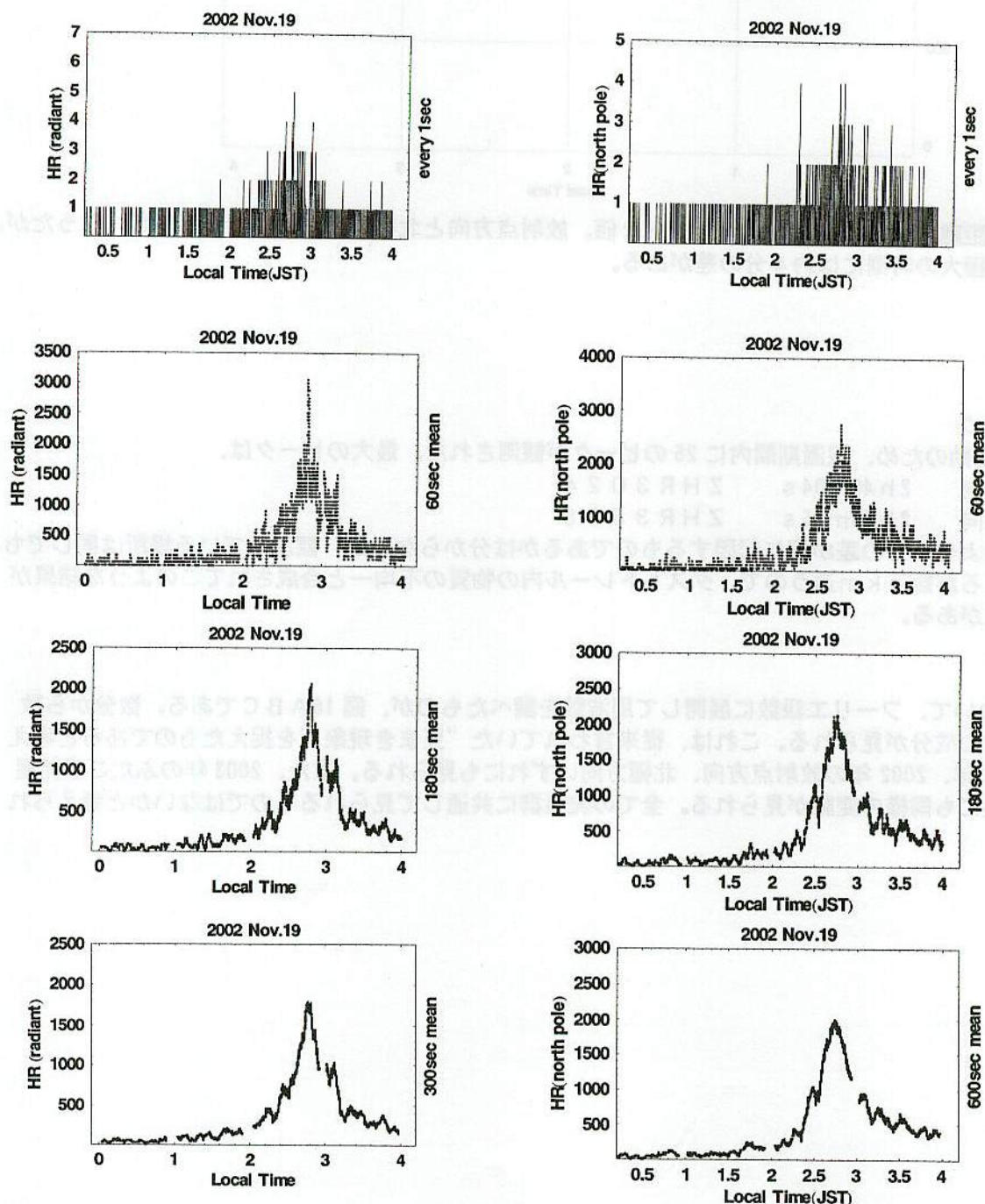




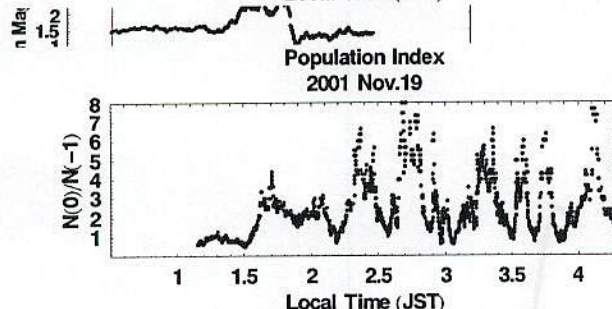
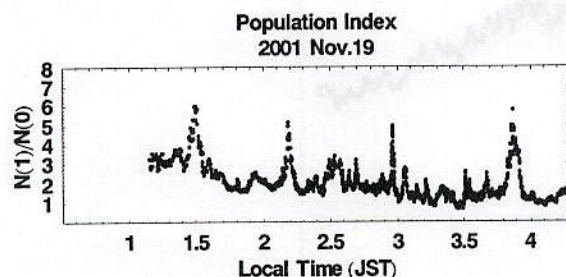
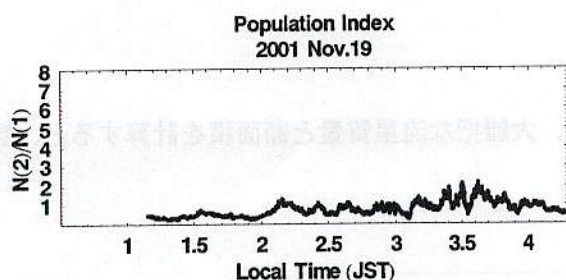
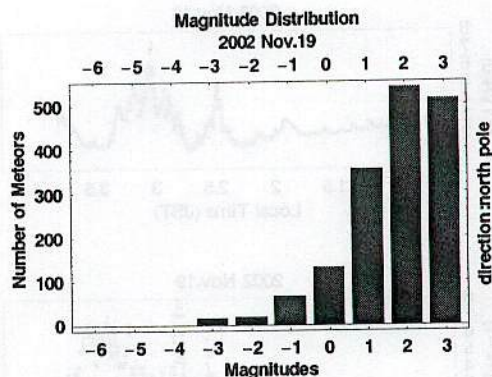
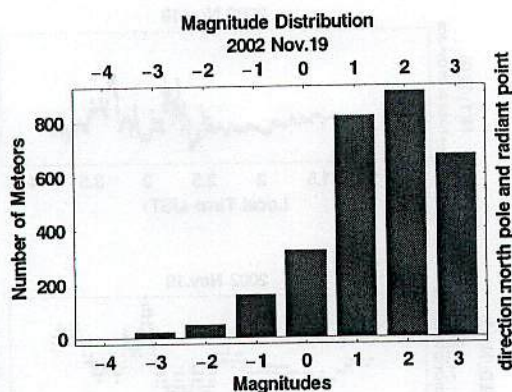
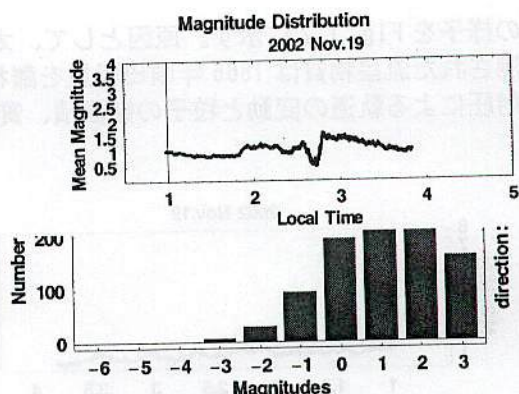
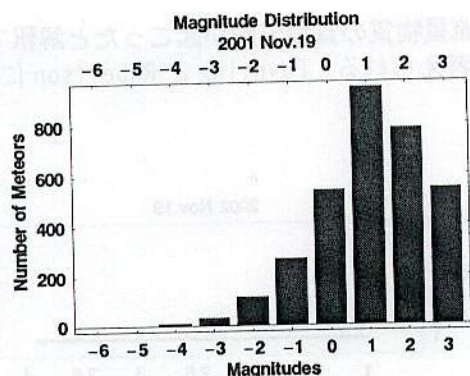
## B 光度

測定された全流星の光度の分布を Fig. 9 に示す。最微等級は 3.5 等であったが、分布は放射点方向では 1 等級が、北極方向では 2 等級が最も多く見られた。光度関数は 2001 年が 2.4 (−1~1 等)、2002 年が 2.4 (−2~2 等：放射点方向)、2.5 (−2~2 等：北極星方向) であった。各等級間の光度関数のくなるほど光度比も大きくなる傾向が見られる。

流星出現 100 個に対する平均光度の変化を、Fig. 13, 14, 15 に示す。ピークとの顕著な相関が 2002 年の放射点方向の観測結果に見られる。







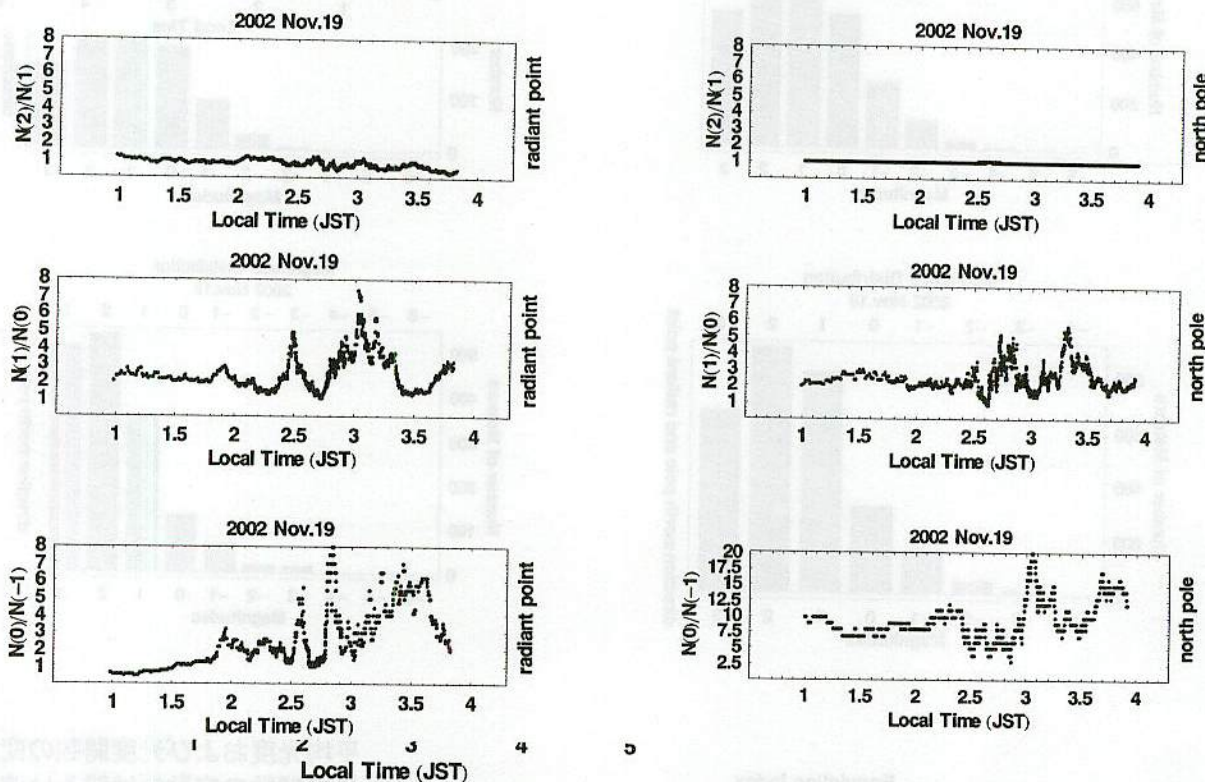
平均光度および光度関数の変動  
光度関数の変動幅は明るい流星ほど大きく、暗い流星ほど少ない。また変動はHRが大きい時期に激しく、少ない時期には比較的静かな傾向が見られた。流星物質の分布がランダムであるならば、光度関数は定常であるが、質量分布に何らかの偏りが起こっているようである。

平均光度とピークとの関係。  
2002年の放射点方向の平均光度と、HRに非常に興味深い関係が見られた。HRの曲線が最も急峻に立ち上がる時刻に、平均光度が著しく上がっている。この傾向は、北極星方向の観測でも弱いながら捉えられている。放射点方向では明るい流星が増えた時間は約10分、光度の上昇は1等級、北極星方向では明るい流星が増えた時間は同じく約10分間、光度の上昇は大雑把には約1等級である。放射点

方向と北極星方向でピークの時刻に約4分の差があるのとは逆に、光度の上昇はやや遅れて起こっている。

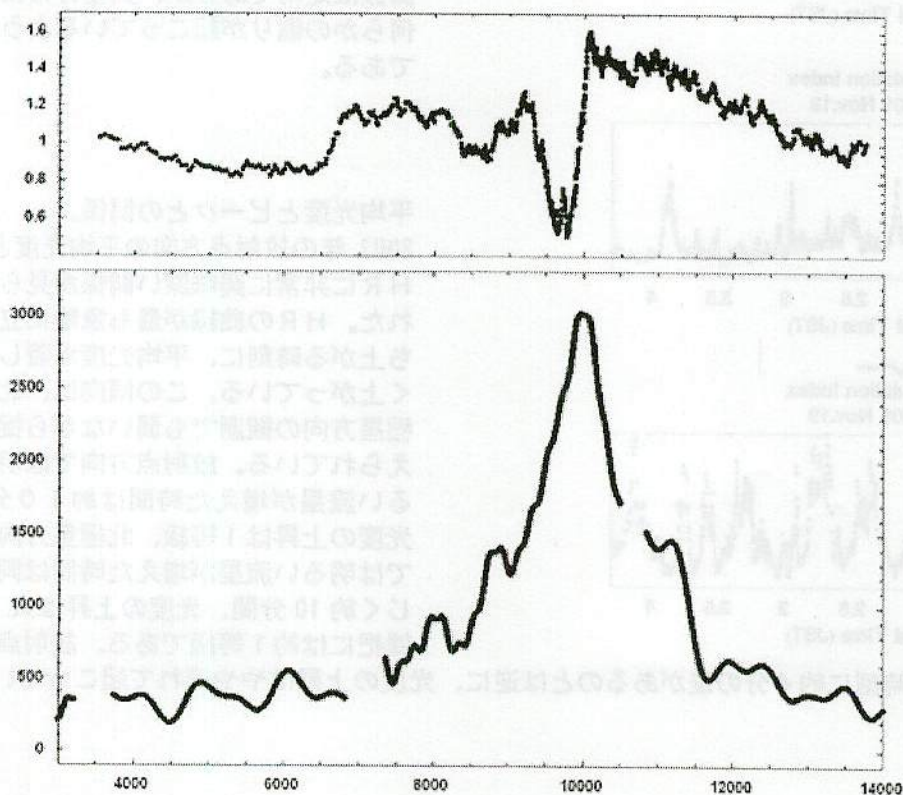


この様子を Fig. 17 に示す。原因として、太陽光圧による流星物質の質量分離が起こったと解釈できる。観測された流星物質は 1866 年頃母彗星を離れたものであると考えられる。Poynting と Robertson による放射圧による軌道の変動と粒子の断面積、質量の関係式は、



$$M = 4 \cdot S \cdot A \cdot a_0 \cdot t / (c^2 \cdot (a_0^2 - a^2))$$

である。粒子の典型的な距離の差を 10000 km とし、大雑把な流星質量と断面積を計算すると、数 g と数平方 cm となり、桁見積も





## 2003 年 11 月 13/14 日のしし座流星群出現状況の解析

内山茂男 (NMS)

## 1. 出現予測

Table 1. 日本で観測可能な時間帯の出現予測 (J. Vaubaillon et al., 2003)

Trail	Model	$\Delta a_0$	Time (JST)	ZHR
1499	Asher&McNaught	0.26	Nov 14, 3h20m	
1499	Lyytinen	0.28	Nov 14, 1h40m, Half day	100
1499	Vaubaillon		Nov 14, 2h17m	120
1733	Lyytinen	0.11	Nov 20, 1h50m	70 (IMO-New で訂正)

1499 年トレイルは、母天体よりも 1 周以上遅れた部分が遭遇するもので、流星が暗いことが予測された。

日本では、1733 年トレイルの 19/20 日の夜は雲が多く、東北地方の観測者によって観測されただけである。一方、13/14 日の夜は晴天に恵まれたところが多く、月明かりにもかかわらず多くの観測データが NMS 同報を通じて報告された。そこで、この 13/14 日の出現を解析した。

## 2. 出現状況 (ZHR)

## 2-1. 速報集計より

Table 2. 13/14 日の ZHR

Month	day	hr	Nobs	Teff	LEO	HRave	ZHRave	Err.
11	14	1	12	8.2	34	4.1	34.9	6.0
11	14	2	16	12.6	78	6.2	37.5	4.2
11	14	3	17	13.3	151	11.4	54.2	4.4
11	14	4	14	11.1	136	12.3	50.7	4.3
11	14	5	6	4.8	76	15.8	52.5	6.0
11	14	all	22	50	475	9.5	47.6	2.2

注) 集計計算方法

(1) 光度比  $r = 2.2$  で計算。

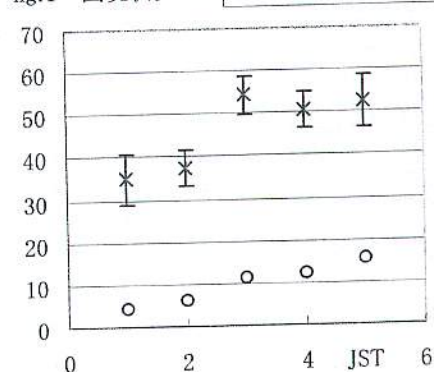
(2) 観測条件の良い観測の比重が高くなる

※1. 輻射点の上昇に伴って、HR も上昇傾向があきらか。

※2. ZHR はやや上昇傾向? ほぼ一定? どちらにしても 2 時前後にピークは見られない。

※3. 11 月 13/14 日としては、ZHR が 50 近いというのはかなり大きい。トレイルによる出現が予測より少ないながらも、あったのでは。

fig.1 出現状況



## 2-2. 各観測の出現状況

※1. 全体として、ZHR の上昇傾向ははっきりしない。ほぼ一定の活動か?

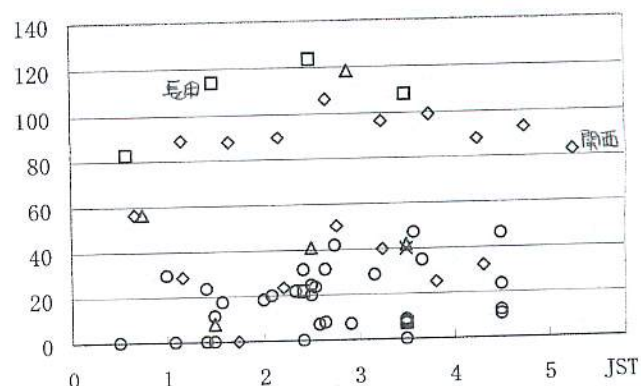
※2. 観測毎のばらつきは非常に大きい。特に、ZHR60 未満と 80 以上に分かれる。

※3. 全観測者 22 名中 19 名は全て ZHR60 未満。残る 3 名は全て 80 以上。

→ 個人差の影響が大きい。

(暗い流星が多く、それが見えるかどうかで大きく流星数が変わった)

fig.2 ZHR (各観測毎)





## 2-3. 観測者を選択した ZHR 集計結果

Table 3. 19 名の観測者から求めた値

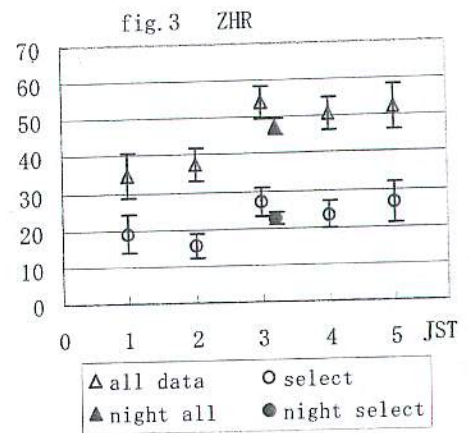
Month	day	hr	Nobs	Teff	LEO	HRave	ZHRave	Err.
11	14	1	10	6.8	14	2.1	18.9	5.1
11	14	2	13	10.6	24	2.3	15.6	3.2
11	14	3	13	10.5	51	4.9	27	3.8
11	14	4	11	9.1	40	4.4	23.3	3.7
11	14	5	4	3.8	22	5.8	26.4	5.6
11	14	all	19	40.8	151	3.7	22.5	1.8

※1. この夜の ZHR は 22.5。実質的には、この程度の出現では。

→ それでも、13/14 日のしし群としては多い。1499 年トレイルによる出現がある程度あった可能性が高い。

※2. ZHR はやはりほぼ一定で、やや上昇傾向？

→ 1499 年トレイルによる出現があったとすると、継続時間が長い。



## 3. 光度分布・光度比

## 3-1 光度分布

Table 4. 光度分布 (観測流星数 ~未補正)

等級	LEO		non-LEO	
	all	select	all	select
-2	4	4	3	1
-1	6	6	6	3
0	5	5	13	11
1	17	11	21	12
2	56	20	49	22
3	128	37	183	69
4	169	35	302	37
5	44	0	97	0
3~5等級の割合	79.5%	61.0%	86.3%	68.4%
平均最微星	4.93	4.71	4.93	4.71
最良最微星	6.1	5.6	6.1	5.6

※1. 最微星を考えると、3 等・4 等の流星数が多い。

→ やはり、1499 年トレイルの出現で暗い流星が多いのでは。

※2. マイナス等級のしし群を観測したのは、宮城県の 3 名と、茨城県の 1 名のみ。

→ 明るいしし群は本当に少ない。

※3. 4 等の流星が見えない観測者は群流星数が少ない。

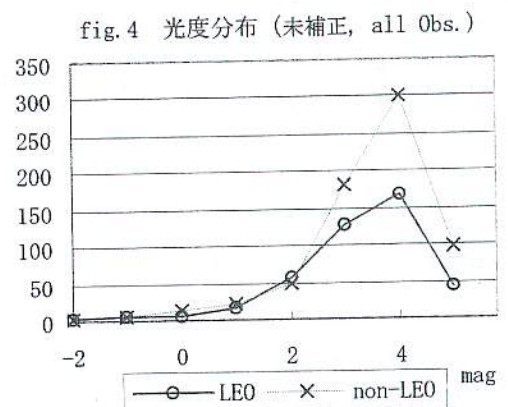
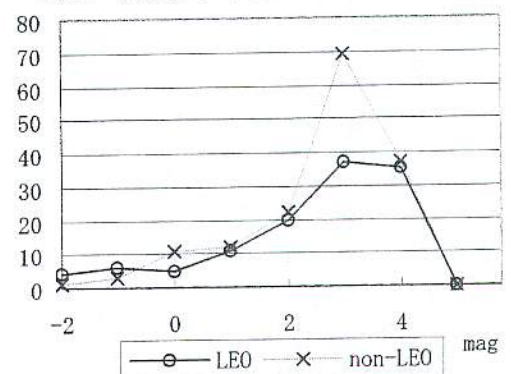


fig.5 光度分布 (未補正, select Obs.)



## 3-2. 眼視観測平均光度法による光度比

Table 5. 光度比の時間変化 (all obs.)

hr	lm-m	r	Err.+	Err.-	N
1	2.31	3.6	1.2	0.72	30
2	2.18	3.84	0.74	0.53	74
3	2.48	3.32	0.44	0.35	128
4	2.33	3.56	0.46	0.37	137
5	2.38	3.48	0.73	0.52	60

※1. 光度比もほぼ一定。

(流星数が少ないので、誤差は大きい)

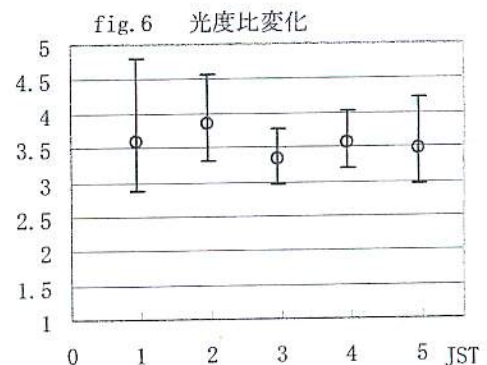




Table 6 13/14 日の光度比

		lm-m	r	Err.+	Err.-	N	
LEO	all	2.36	3.51	0.24	0.22	429	
LEO	select	2.47	3.34	0.46	0.37	118	all: 光度報告のあった全観測から算出
non-LEO	all	2.20	3.80	0.21	0.19	674	select: 捕捉率が特に高い観測者を除いた
non-LEO	select	2.31	3.60	0.44	0.36	155	観測から算出

※1. 流星捕捉率が高い一部の観測者を除いても、あまり違いはない。

(流星捕捉率が高い一部の観測者の流星数は大変多いが)

※2. しし群の光度比は 3.5 程度と大きい。

※3. しし群はしし群以外 (散在+おうし群等) よりわずかに小さい。(あまりかわらないが)

### 3-3. 眼視観測回帰直線法による光度比

Table 7. 回帰直線法による

13/14 日の光度比

	all	select
LEO	4.62	3.44
non-LEO	3.96	3.64

注) 流星数が少ないと誤差が大きいため、1 時間毎の値は求めている。

fig. 7 ZHRt, cum

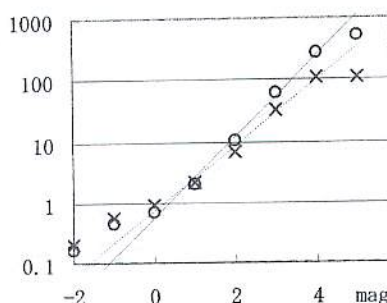
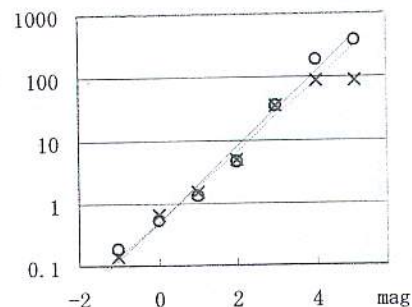


fig. 8 non-LEO CHRt, cum



※1. 全観測(all)と流星捕捉率が高い一部の観測者を除いた観測(select)では、しし群以外の流星ではほぼ同じ結果が出ている。(4 等級の値が異なっているだけ)

※2. しし群では、all と select で有意な差が出る。

→ 暗い流星が多かったとすると、説明可能。標準観測者の視認率(Koschack & Rendtel, 1990)を用いて計算しているので、高捕捉率観測者の値は過修正となり光度比が大きく算出されるのでは?

※3. 平均光度法と合わせてみると、しし群の光度比は 3.4~3.5 程度、しし群以外では 3.6~3.8 程度。

### 3-4. ZHR 法による光度比

Table 8. ZHR 法による

13/14 日の光度比

	all	select
LEO	4.68	2.56
non-LEO	4.97	2.74

ZHRlm: 最微補正をしていない

ZHR(その最微星での ZHR)。

横軸に最微星をとると、傾

きが光度比となる。HRLm も同様。実線は select から求めたライン、点線は all から求めたライン。

使用データ: 輻射点高度 25° 以上、雲量 2.9 未満、観測時間 45 分以上。観測区分 30 分毎の観測は 60 分ごとにまとめて集計。また、観測流星数が特に少ない観測者は 2 時間程度にまとめて集計。

fig. 9 LEO ZHRlm

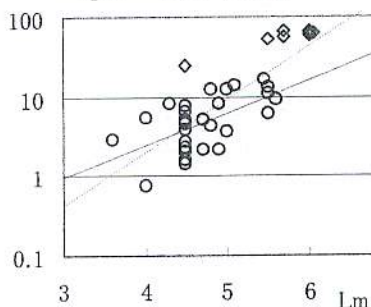
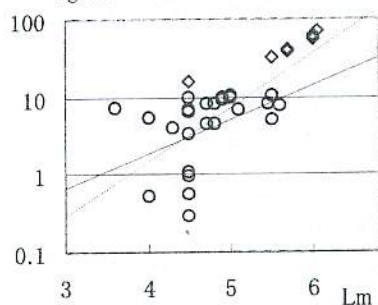


fig. 10 non-LEO HRLm



※1. 全体的にばらつきが大きい。特にしし群以外はばらつきが大きく、信頼度が低い。

※2. 流星捕捉率の高い一部の観測者の影響は大きい。全観測者から求めたラインでは、6.5 等まで見えたとするとしし群以外の流星数が 80 個となるが、これは非現実的。select から求めた光度比はある程度信頼できると思われる。

※3. やはり、しし群の光度比はしし群以外とあまりかわらないが、わずかに小さい。

※4. select から求めた光度比は、眼視観測平均光度法や眼視観測回帰直線法から求めた値よりも小さい。(過去の同様の光度比比較と同様の結果 (内山, 2003))



## 3-5. Video 観測回帰直線法による光度比

撮影機材: WAT-100N, 8mm F0.8。

撮影方向: おうし座・オリオン座方向

(等級判定の比較星が多い、流星経路長も適度に長い)

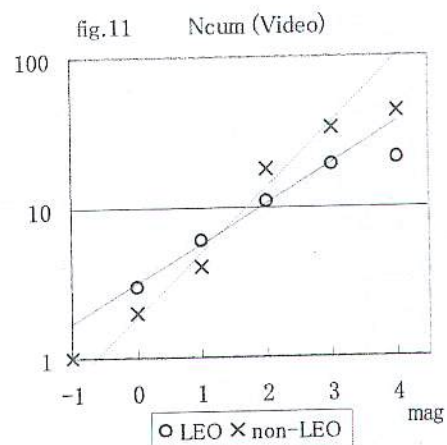
チェック方法: モニター画面を眼視で 2 回チェック (1 回目は画面のやや左を、2 回目はやや右を視野中心として)。等級判定はスロー再生にて、群判定はプロット星図に記入して判定。

撮影時刻: 0h24m07s~4h34m18s。(テープ交換中断あり)

撮影時間: 4 時間 6 分 52 秒

Table 9. Video 回帰直線法による光度比

	光度比	全流星数
LEO	1.85	21
non-LEO	2.72	43



注) Ncum: その等級までの流星数

- ※1. しし群の光度比は、他の算出方法による光度比の値よりも、明らかに小さい。  
 ※2. しし群の光度比の値 1.85 は、群流星としては、標準～やや明るいと言える値である。  
 ※3. しし群以外の光度比は、ZHR 法による値に近く、眼視観測平均光度法や眼視観測回帰直線法による値よりも小さい。(これも、過去の同様の光度比比較と同様の結果 (内山, 2003))

Table 10. 参考: 過去のビデオ観測による光度比

	群流星光度比 (流星数)	散在光度比 (流星数)
2002 年 8 月 10/11 日 PER	1.77 (17)	2.23 (28)
2002 年 12 月 14/15 日 GEM	2.06 (60)	2.49 (36)

## 4. 議論 ～しし群は暗い流星が多かったのか?～

## 4-1. 各観測結果のまとめ

- 眼視観測結果: (1) 月明かりのわりに 4 等の流星数が多い。  
 (2) 流星捕捉率が高い観測者の流星数が、他の観測者の流星数よりもずっと多い。  
 この比は、ふたご群等の時よりも明らかに大きい。  
 (3) 光度比の値も、しし群以外よりわずかに小さいだけで、ほぼ同じである。  
 → すべて「暗いしし群が多く出現した」ことを示す。

ビデオ観測結果: しし群は、暗い流星が多いというよりも、標準～やや明るいといえる。

## 4-2. ビデオ観測の特徴

- ・ 4 等の流星はあまり写らない。(4 等の流星が急増していてもわからない)
- ・ 眼視観測と比較した結果、眼視の方が暗く見積もる傾向がある。  
→ 眼視で 4 等と判定した流星は、ほぼ確実に写る。
- ・ 月明かりの影響は少ない。
- ・ 2 回チェックで、3 等級の流星の見落としはほとんど考えられない。

## 4-3. 総合的に見て

- ・ 眼視観測では「暗い流星が多いはず」という先入観で観測していないか?  
(ただし、必ずしもそのせいと言えない観測結果である)
- ・ ビデオの流星数が十分でないのか?  
→ 13/14 日のしし群は暗かったのかどうかははっきりしない。

## Reference

Jeremie Vaubaillon, Esko Lyytinen, Markku Nissinen and David J. Asher, "The 2003 Leonid shower from different approaches", WGN 31:5, 131-134.

Ralf Koschack and Jürgen Rendtel, "Determination of Spatial Number Density and Mass Index from Visual Meteor Observation", WGN 18:3, 44-58, and 18:4, 119-140.

内山茂男, "観測方法・算出方法による光度比の値の比較", 徳島流星会議発表資料, 2003



MSS-107

## 2004ペルセウス座流星群のHRO・ビデオ同時観測の試行

茨城高専・ラジオ部

高崎良一・一家智史・松沢孝男

。ビデオ：ワニック 6mm 60°

視野方向固定

## ペルセウス座流星群 04/08/12/00:00 ロングエコー

HRO観測データ (ロングエコーのみ)					CCDカメラ観測データ				
日付	始時刻	終時刻	方角		日付	時刻	方角	仰角	番号
1					1	8月12日	0:11:12	ペルセウス座の方角	#05
2					2		0:18:23		
3					3		0:19:53		
4					4		0:21:09		
5	8月12日	0:37:39	0:38:13	西	5		0:42:28		
6					6		0:52:18		
7					7		1:03:51		
8		1:06:12	1:06:38	東	8		1:18:18		
9		1:06:12	1:06:55	西	9		1:22:44		
10					10		1:24:20		
11					11		1:34:39		
12					12		1:39:32		
13		1:40:07	1:40:27	西	13		1:45:10		
14					14		1:51:16		
15		2:07:35	2:08:27	西	15		2:11:45		
16					16				
17					17				
18					18				
19					19				
20					20				
21					21				
22					22				
23					23				
24					24				
25					25				
26					26				
27					27				
28					28				
29					29				
30					30				
31					31				
32					32				
33					33				
34					34				
35					35				
36					36				
37					37				
38					38				
39					39				
40					40				



# ペルセウス座流星群 04/08/12/00:00

HRO観測データ					CCDカメラ観測データ					
	日付	始時刻	終時刻	方角		日付	時刻	方角	仰角	番号
1	8月12日	0:00:24	0:00:26	東	1					
2		0:03:03	0:03:06	西	2					
3		0:06:17	0:06:20	西	3					
4		0:07:16	0:07:17	西	4					
5		0:09:29	0:09:30	西	5					
6		0:09:44	0:09:45	東	6					
7		0:10:08	0:10:09	東・西	7					
8		0:11:14	0:11:15	西	8	8月12日	0:11:12	ペルセウス座の方角		#05
9		0:12:13	0:12:14	西	9					
10		0:13:34	0:13:35	西	10					
11		0:13:48	0:13:49	西	11					
12		0:15:06	0:15:07	西	12		0:18:23			
13		0:19:12	0:19:13	西	13		0:19:53			
14		0:21:11	0:21:12	西	14		0:21:09			
15		0:24:04	0:24:05	西	15					
16		0:30:29	0:30:30	西	16					
17		0:30:52	0:30:53	東	17					
18		0:30:52	0:30:54	西	18					
19		0:31:09	0:31:10	東・西	19					
20		0:35:38	0:35:39	西	20					
21		0:36:40	0:36:43	西	21					
22		0:36:50	0:36:51	西	22					
23		0:37:00	0:37:03	西	23					
24		0:37:41	0:37:58	東	24					
25		0:37:39	0:38:13	西	25					
26		0:38:27	0:38:28	西	26					
27		0:39:56	0:39:57	東	27					
28		0:42:22	0:42:23	西	28					
29		0:42:24	0:42:25	西	29		0:42:28			
30		0:44:58	0:45:00	西	30					
31		0:46:05	0:46:06	西	31					
32		0:46:46	0:46:48	西	32					
33		0:46:58	0:46:59	東	33					
34		0:46:57	0:46:59	西	34					
35		0:47:06	0:47:08	東	35					
36		0:51:02	0:51:03	西	36		0:52:18			
37		0:53:37	0:53:38	西	37					
38		0:53:48	0:53:49	東	38					
39		0:54:00	0:54:08	西	39					
40		0:54:15	0:54:20	西	40					
41		0:55:14	0:55:15	西	41					
42		0:55:34	0:55:37	西	42					
43		0:56:06	0:56:07	西	43					
44		0:56:38	0:56:44	東	44					
45		0:56:43	0:56:44	西	45					
46		0:59:23	0:59:25	西	46					
47		0:59:45	0:59:46	西	47					
48		1:02:45	1:02:46	西	48					
49		1:03:06	1:03:08	西	49					
50		1:03:16	1:03:28	西	50		1:03:51			



# ペルセウス座流星群 04/08/12/01:04

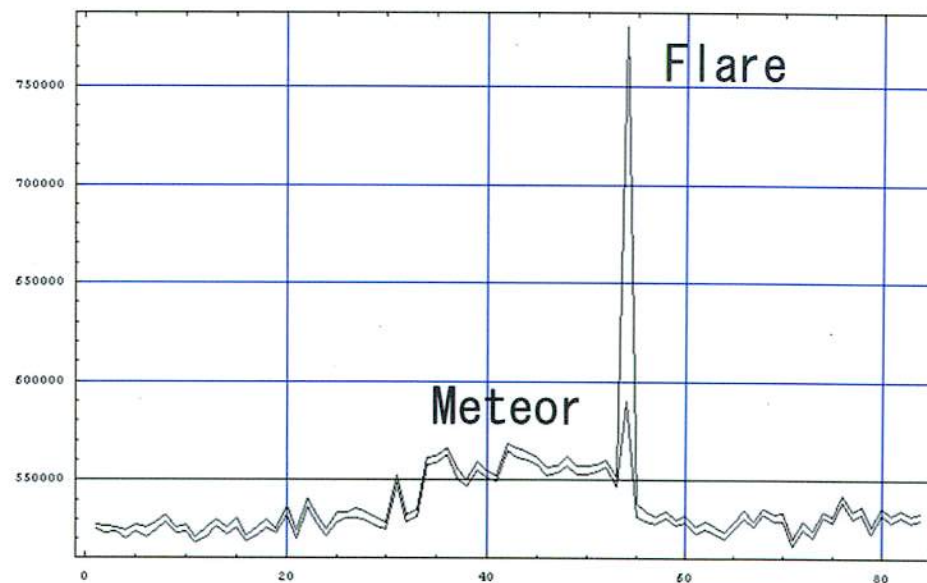
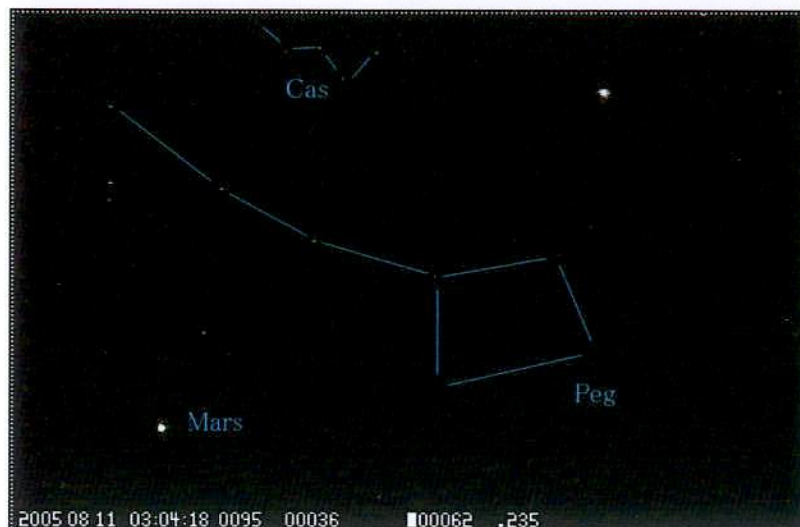
HRO観測データ					CCDカメラ観測データ					
	日付	始時刻	終時刻	方角		日付	時刻	方角	仰角	番号
1	8月12日	1:04:04	1:04:05	東	1					
2		1:05:55	1:05:56	西	2					
3		1:06:05	1:06:06	西	3					
4		1:06:12	1:06:38	東	4					
5		1:06:12	1:06:55	西	5					
6		1:07:38	1:07:39	東	6					
7		1:07:40	1:07:41	東	7					
8		1:07:53	1:07:54	西	8					
9		1:09:52	1:09:55	東	9					
10		1:09:57	1:09:58	西	10					
11		1:10:52	1:10:55	西	11					
12		1:10:58	1:10:59	西	12					
13		1:12:38	1:12:39	西	13					
14		1:13:04	1:13:10	西	14					
15		1:13:50	1:13:51	西	15					
16		1:14:08	1:14:11	東・西	16					
17		1:14:55	1:14:56	西	17					
18		1:16:04	1:16:17	西	18					
19		1:17:34	1:17:35	西	19					
20		1:17:36	1:17:37	西	20					
21		1:18:16	1:18:17	西	21	8月12日	1:18:18	ペルセウス座の方角		#05
22		1:18:28	1:18:29	東	22					
23		1:18:28	1:18:30	西	23					
24		1:19:37	1:19:42	西	24					
25		1:20:35	1:20:37	東・西	25					
26		1:21:33	1:22:43	西	26		1:22:44			
27		1:24:04	1:24:05	西	27		1:24:20			
28		1:24:38	1:24:43	西	28					
29		1:26:15	1:26:16	西	29					
30		1:26:43	1:26:44	東	30					
31		1:28:13	1:28:20	西	31					
32		1:32:21	1:32:36	東・西	32					
33		1:34:06	1:34:08	西	33		1:34:39			
34		1:35:57	1:35:58	東	34					
35		1:36:33	1:36:35	東	35					
36		1:36:24	1:36:47	西	36					
37		1:37:49	1:37:50	西	37					
38		1:39:10	1:39:13	東・西	38		1:39:32			
39		1:40:07	1:40:27	西	39					
40		1:40:56	1:40:58	西	40					
41		1:42:42	1:42:43	西	41					
42		1:43:54	1:43:55	西	42					
43		1:43:59	1:44:00	西	43					
44		1:44:01	1:44:03	西	44					
45		1:44:30	1:44:31	東・西	45					
46		1:45:09	1:45:16	東	46		1:45:10			
47		1:46:12	1:46:13	西	47					
48		1:47:13	1:47:14	西	48					
49		1:48:59	1:49:10	東	49					
50		1:49:14	1:49:16	東	50					
51		1:48:58	1:49:27	西	51					



# Perseid Bolide in 11th August 2005

MSS-111

観測結果



WATEC WAT100N digital Video Camera with UFO Capture  
Observer: Meiji University Astronomical Club  
Digital Meteor Section

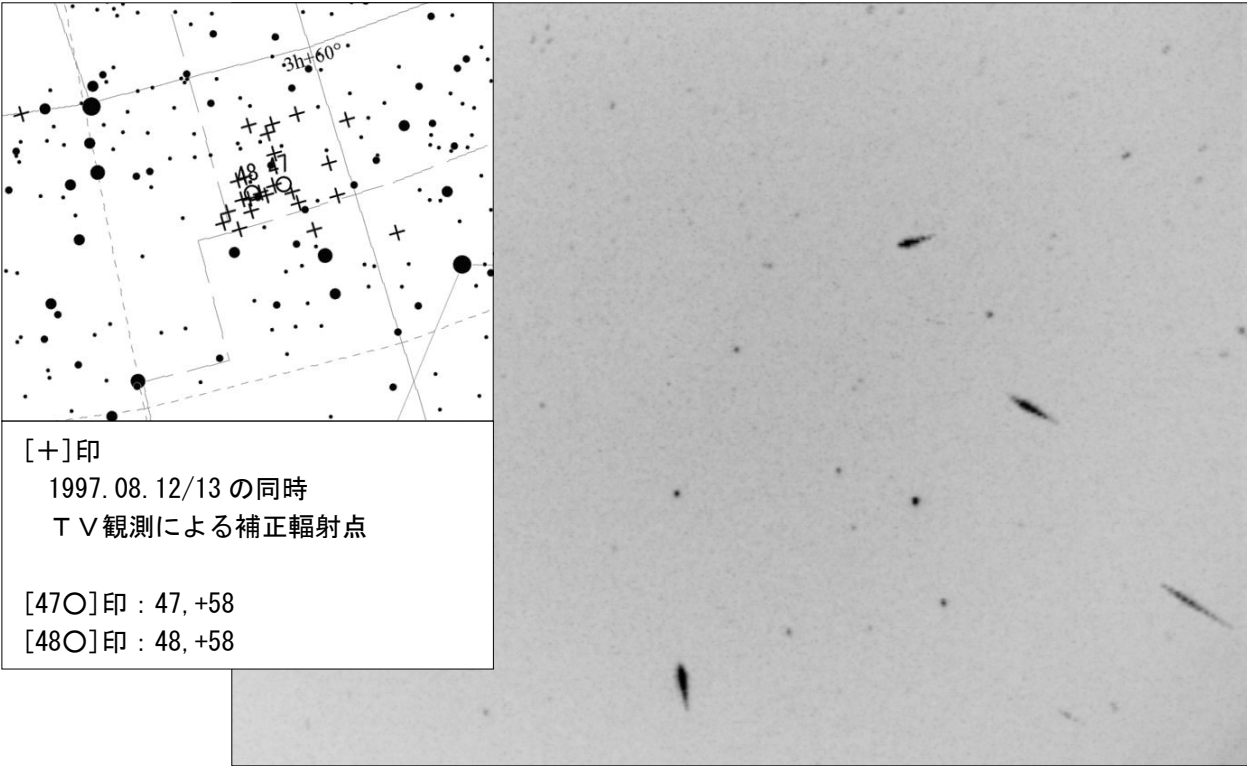


ペルセウス群輻射点拡大撮影

重野好彦

2006年のペルセウス群は満月のため、試しに輻射点方向の拡大撮影を行ってみた。  
極大日は曇りのため、翌日の観測となり流星数が少ないのが残念。最大光度が発光点側に  
偏っており、通常の末端爆発のイメージと異なる。

撮影日時 2006年8月13/14日 00時00分から04時10分(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85mmF1.2×2倍テレコンバータ(170mmF2.4相当)  
写野 6.0度×4.5度  
撮影方向 ペルセウス座流星群輻射点  
画像処理 ペルセウス群6流星をコンポジット



MSS資料集文書管理のため発表原稿に「分類」を記載ください

原稿のページの右上に「MSS-〇〇〇回数」を記載いただいておりますが、  
今後は以下の分類も記載ください。

隕石	解析法	軌道計算研究発表	空間密度	出現予報	電波	発光
隕石落下シミュレーション	観測機器	軌道計算精度	構造	スペクトル	同時観測	輻射点
遠征観測報告	観測結果	軌道計算論文	痕	測光	同時観測MSS-WG	豆まき現象
音	観測理論	軌道シミュレーション	シューメーカー-リーブ-9	その他	同時観測理論	



## ふたご群輻射点拡大撮影

重野好彦

ペルセウス群で輻射点の拡大撮影を行ったところ、最大光度が発光点側に偏っており、通常の末端爆発のイメージと異なることが分かった。そこで速度や性状の異なるふたご群でも輻射点の拡大撮影を行ってみた。極大日は曇り予報のため前々日の観測となり、流星数が少ないのが残念だが、ペルセウス群と同様に最大光度が発光点側に偏っている結果が得られた。

従来、写真(トライX)で流星を撮影していたときは、前半に最大光度がある流星はほとんど得られなかった。その後、ハイスピードインフラレッドフィルム(赤外フィルター付き)でも数十個撮影したが、明らかに前半に最大光度のある流星は記憶にない。

フィルムと較べてI Iの違いは以下であり、何が原因なのか検討を続けたい。

- 1) 暗い流星が写る
- 2) よってより高々度の流星が写る
- 3) 可視光から赤外まで写る

撮影日時 2006年12月10/11日 00時10分から05時30分(JST)

観測地 埼玉登谷山

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85mm F1.2×2倍テレコンバータ(170mm F2.4相当)

写野 6.0度×4.5度

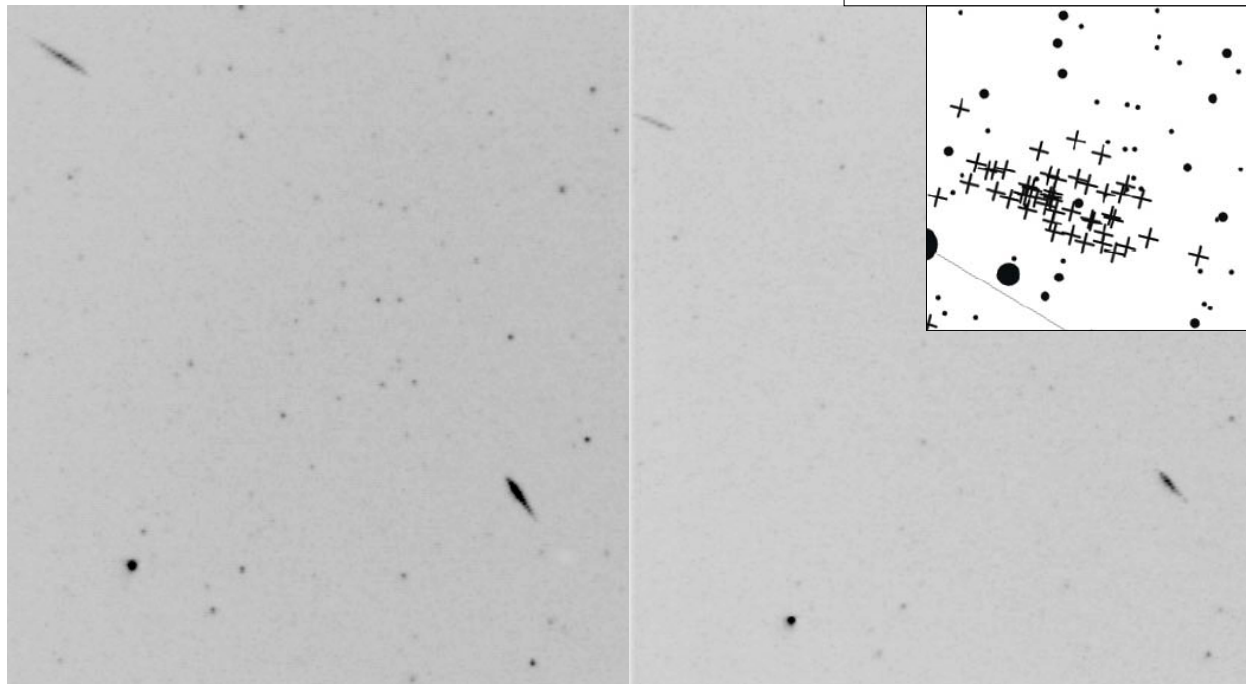
撮影方向 ふたご座流星群輻射点

画像処理 ふたご群2流星をコンポジット

[+]印

1999.12.12/13の同時

TV観測による補正輻射点



フィルター無し (I I 分光感度: 350-900?nm)

フィルター SCHOTT BG18 2.0t

透過範囲: 340-620nm(透過率 10%)

おおよそ眼視の夜間分光感度



## ペルセウス群輻射点拡大撮影

重野好彦

撮影日時 2008年8月11/12日 00時00分から03時32分(JST)  
12/13日 00時30分から04時00分(JST)

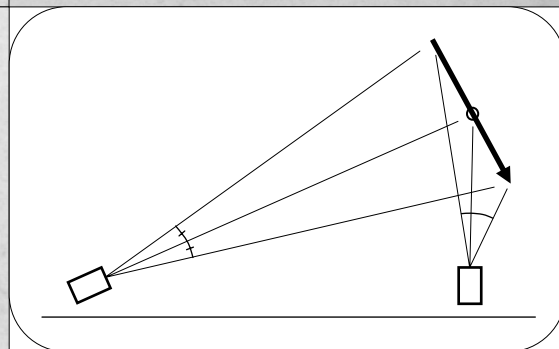
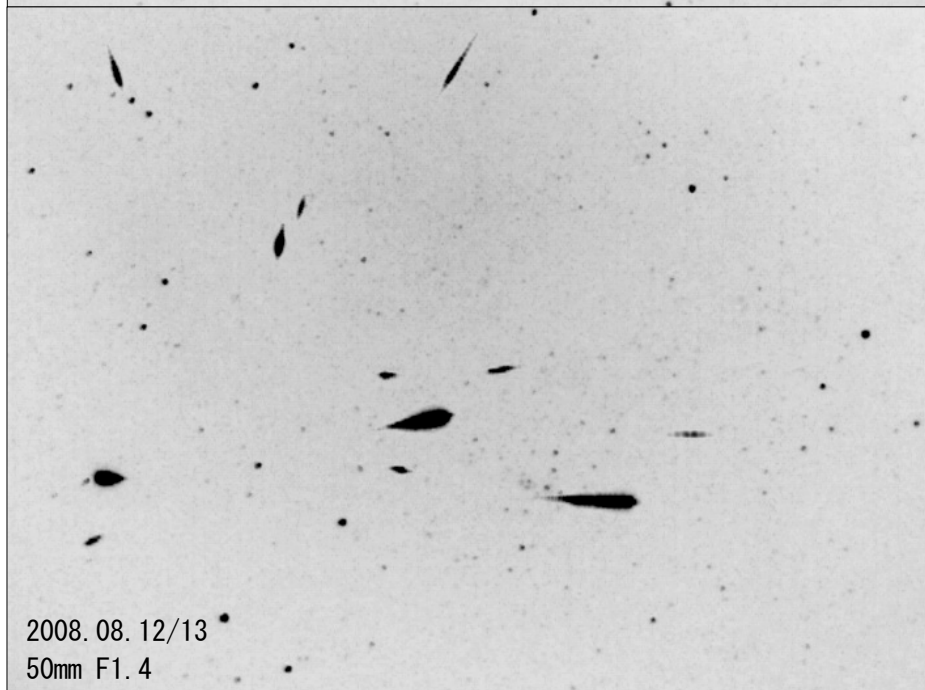
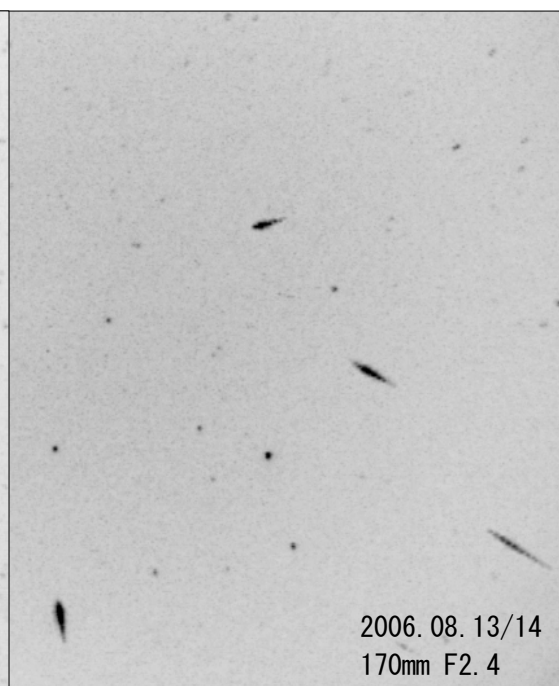
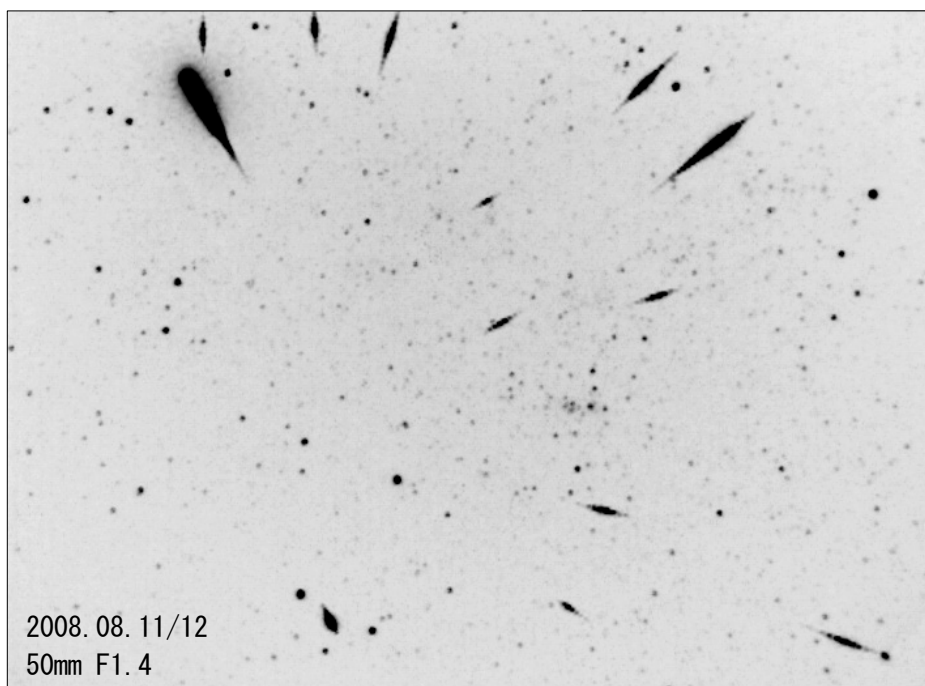
観測地 新潟八海山

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50mm F1.4

写野 20度×15度

撮影方向 ペルセウス座流星群輻射点

画像処理 ペルセウス群13流星(11/12)、12流星(12/13)をコンポジット





## 最微等級と眼視流星数の関係

1. はじめに 明治大学天文部は2010年のペルセウス座流星群の眼視観測で、エリア法による最微等級目測を全員で行った。従来は、クリアの空だと最微5等、少しもやっていると最微4等という曖昧な目測だったため、観測者による最微等級の違いを正しく表すことができなかった。最微等級を0.1等まで正しく目測することにより、観測者ごとの眼視流星数の違いを表すことができるようになったので紹介する。

2. 観測結果 八海山で夏合宿を行い、8月9/10～13/14(5晩)の観測を目指したが、一晩中快晴だったのは9/10日のみだった。そこでこの日の最微等級と眼視流星数の関係を調べた(図1参照)。

- 1) 最微等級を0.1等まで目測したことにより、ばらつきはおおきもののペルセウス群、散在共に、最微等級が暗い人ほど眼視流星数が増加することが分かった。従来の観測では観測者により流星数が数倍違うことがあっても原因が不明だった。
- 2) 最微等級の目測がおおよそ正しく行われていることが分かった。

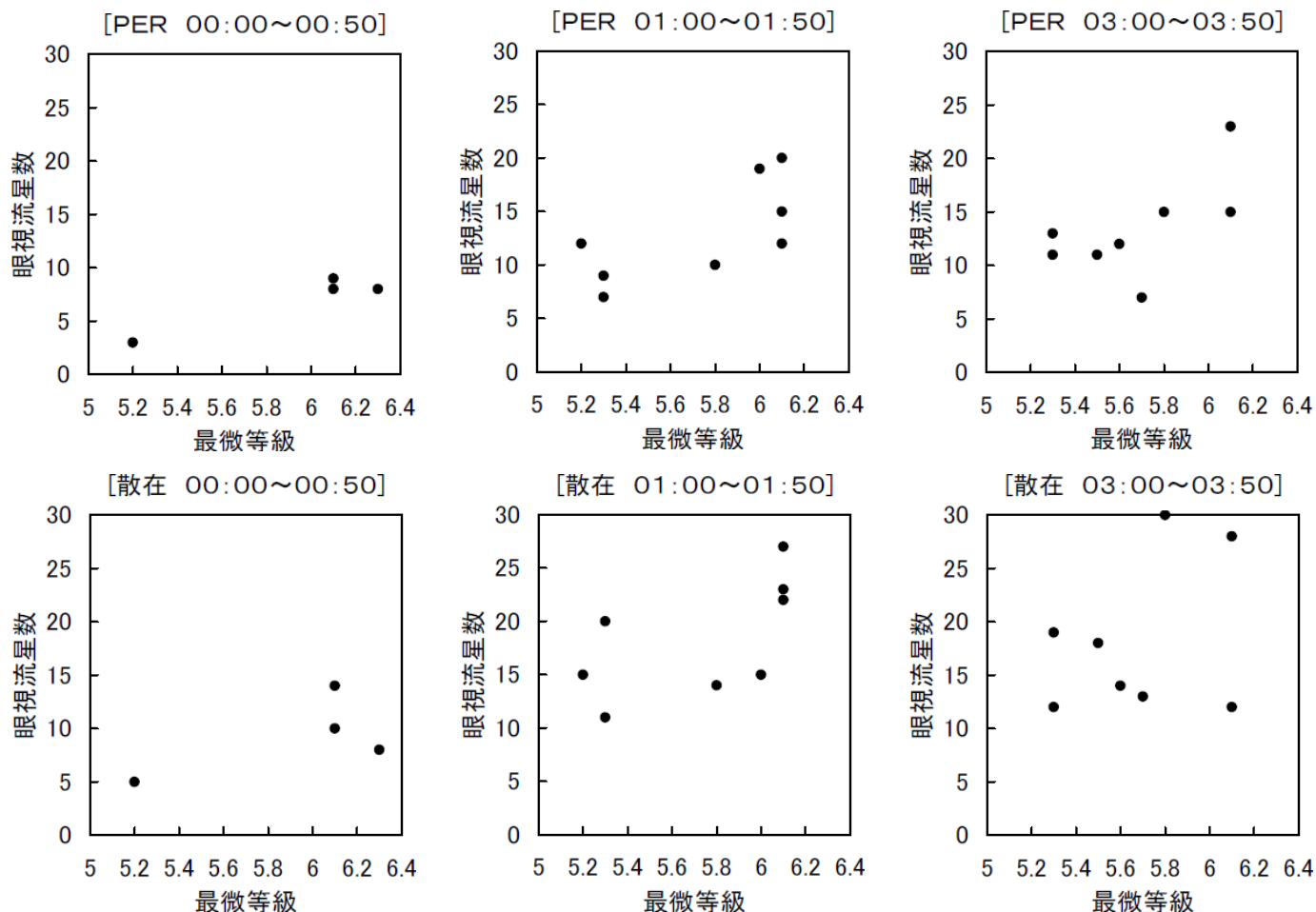
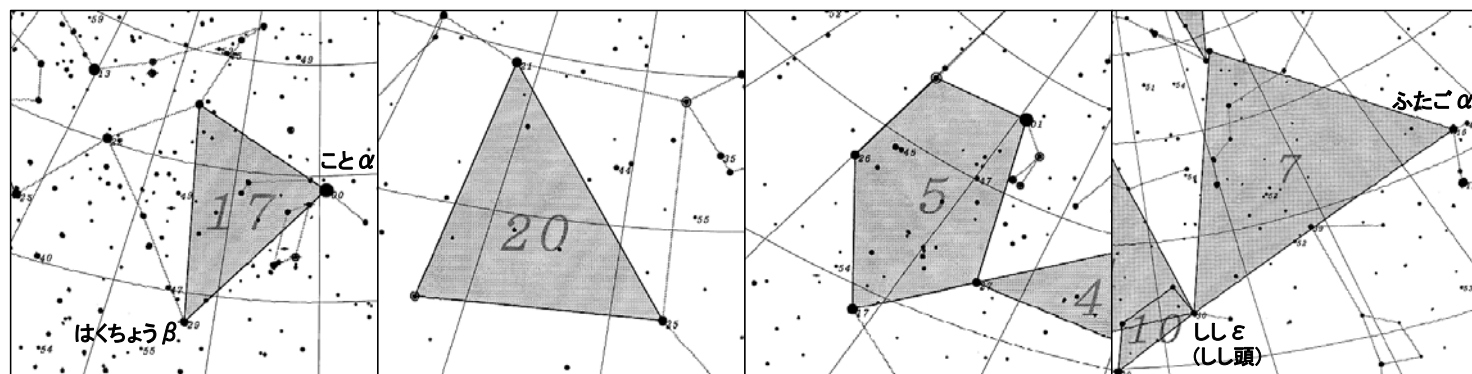


図1. 最微等級と眼視流星数の関係 (2010. 08. 09/10の観測者数の多い時間帯のみを調べた)

3. 付録：推奨エリア 夏・秋・冬の観測で使用するエリア法星図を紹介する。



【ことα-はくちょうβ】  
8月中旬 22時南中

【ペガサス】  
8月中旬 02時南中  
10月中旬 22時南中

【ぎょしゃ】  
12月中旬 00時南中  
10月中旬 04時南中

【ふたごα-ししε】  
12月中旬 03時南中



## 1. はじめに

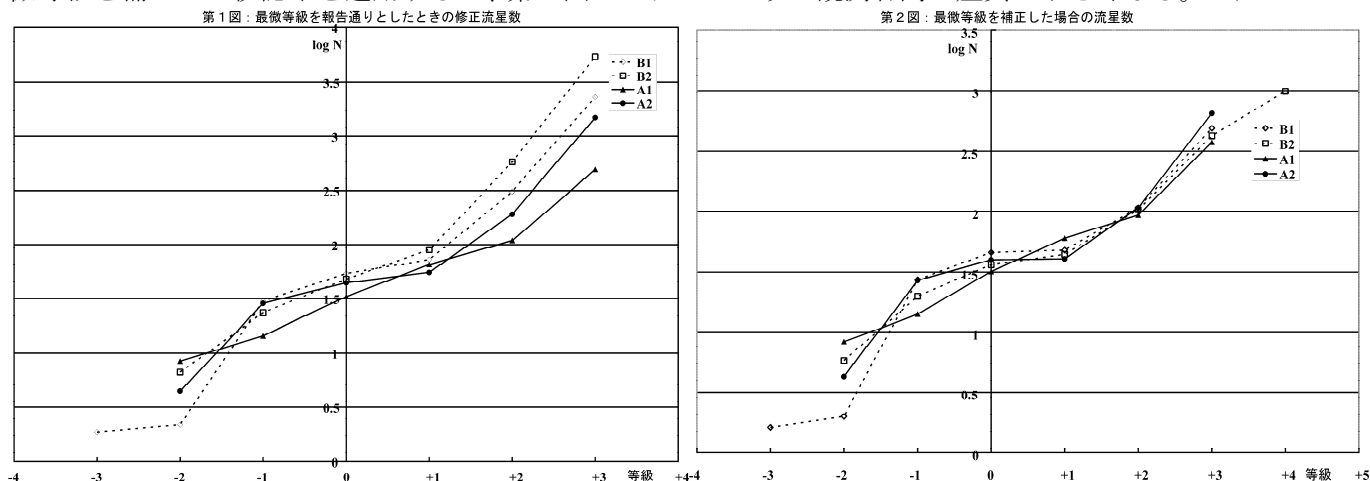
流星を団体で眼視観測することは2, 30年前までは盛んであったが、最近ではあまり行われなくなった。一つには眼視観測者自体が減少していることもあるが、団体観測の意義が不明確になったこともあると考えられる。ZHRを求めるだけが目的であれば、団体で観測する意味は薄れる。しかし、団体ならではの観測意義・目的があることを示すことが本稿の目的である。貴重な資料を提供された、明大天文部並びに重野、比嘉両氏に感謝する。

## 2. 観測精度の検証

2010年のペルセウス群、ふたご群のデータがNMS同報上で公開された。しかし、ふたご群のデータは「最微等級と観測限界流星等級の差が、1等級以上ない観測者は、データそのものをカット」されたものであった。眼視観測の問題点・意義を確認するには、全てのデータが必要であると考え、比嘉氏から直接、カットされたデータを提供して頂いた。まず、ふたご群を中心にデータを分析して、問題点を探る。以下では、公開された（選ばれた）データ群をA、カットされたデータ群をBと呼ぶ。

### (1)最微等級と限界流星等級の差について

クレサコワの視認率[別紙1参照]によって観測流星数を補正してグラフ化すると第1図のようになる。最微等級を補正して視認率を適用すると、第2図のグラフのように観測者間の差異が小さくなる。これについて



は2通りの解釈が成り立つ。

- (a)最微等級の見積もりに誤差が大きい。
- (b)流星の光度を暗く見積もっている。

(a)については、(a1)周囲に引きずられた可能性と、(a2)見えているのか自信が持てないで確実に見えているものにとどめた可能性が考えられる。(b)の可能性は否定できないが、明るい流星が少ない（光度見積もりがずれている）わけではない。従って、最微等級を補正することによって、「カットされた観測」もデータとして使用可能と考えられる。

第1表：最微等級の補正とクレサコワの視認率を適用した場合のふたご群流星数。Lmは最微等級（以下同様）。

観測者	限界等級	補正值	1等級までの累積流星数
B1	Lm=4.2	Lm=4.8	125
B2	Lm=4.0	Lm=5.0	106
A1	Lm=4.4	Lm=4.5	115
A2	Lm=4.0	Lm=4.3	112

### (2)流星の光度見積もり：明るい流星について

ふたご群の光度比を  $r=2.199$  と仮定し（後述）、0等級の流星を観測値（A群とB群の合計）に合わせて275個とすると、各等級のふたご群の流星数は第2表のように推定される。なお、散在流星の光度比は  $r=3.50$  としている。ここでは、触れないが、ペルセウス群とふたご群の観測に際して得られた散在流星の光度比はともに3.5に極めて近いものであった。

1等級より暗い流星については、見落とし率が増加するため、推定値より観測数が少なくなるのは当然であ



る。ここで問題になるのは、-1、-2 等級の流星が推定より多いのに対して、-3、-4 等級の流星が減少していることである。ふたご群の流星体の分布がそのような偏りをもつと考えるよりは、観測に問題があると考えの方が自然であろう。恐らく、-4 等級を推定する際の比較対照となりうる金星が見られないために、明るい流星の等級を暗く見積もっているのであろう。

第2表：ふたご群の観測流星数と光度比から推定される流星数の比較

等級	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
観測群流星数	0	7	66	174	275	267	187	114	26	0
推定群流星数	12	26	57	125	275	605	1330	2924	6430	14140
観測散在流星数	0	0	5	28	59	80	102	81	41	1
推定散在流星数	0	1	5	17	59	207	723	2530	8854	30988

(3)群判定について

ふたご群について問題は見られないが、ペルセウス群の観測では、やや問題が見られる。

第3表：ペルセウスの観測流星数と光度比から推定される流星数の比較

等級	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
観測群流星数	0	0	3	7	34	71	84	80	41	3
推定群流星数	1	2	5	13	34	92	249	672	1818	4915
観測散在流星数	0	0	1	13	15	76	124	134	98	10
推定散在流星数	0	0	1	4	15	53	184	643	2251	7878

ふたご群の場合と同様、0 等級の流星を観測値に合わせており、ペルセウス群の光度比を  $r=2.704$  としている（後述）。ふたご群の観測から推定されたと同様に-3、-4 等級の流星の光度見積もりに問題がある傾向は見られる。しかし、-1 等級の散在流星が推定よりも多く、ペルセウス群の流星は少なくなっている。これは群流星を散在と判定している可能性を示唆する。群流星の出現が散在流星を大きく上回るという条件ではなかったために、判定に揺らぎを生じたものと考えられる。

3. 眼視グループ観測の有用性

初心者を含むグループ観測では、最微等級の推定、明るい流星の光度見積もり、群判定で多少の問題が見られることが示された。しかし、この検証を行うこと自体がグループ観測によって初めて可能になることである。この3つの問題点は、個人の観測では気づかれないままになっているだけで、眼視観測ではベテランであるにせよ常に留意しなければならない点であろう。以下では、グループ観測だからこそ得ることのできるデータについて述べる。

(1)光度比：2通りの求め方

光度比を求める方法は何通りかある [別紙1 参照]。ここでは、グループ観測で有用となる2つの方法について説明する。

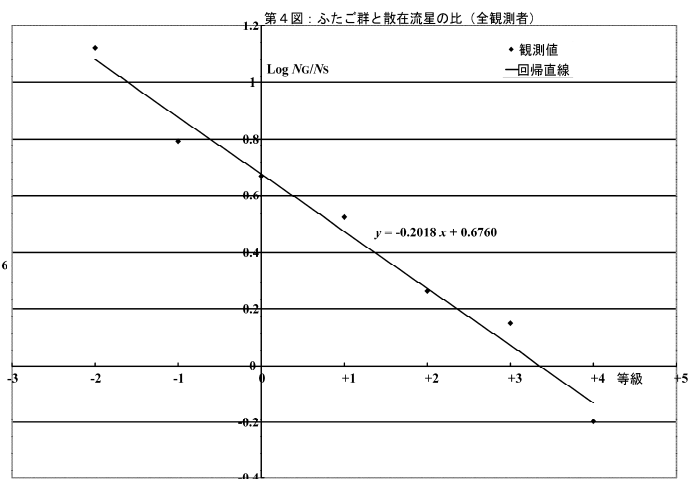
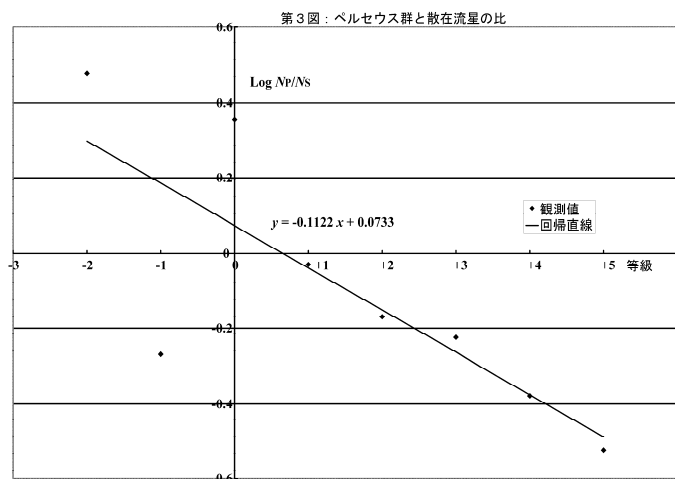
(a)視認率を用いる方法

「1」で示したように、限界等級を補正して視認率を適用することによって、光度比を求めることができる。

第4表：限界等級の補正による光度比の推定値変化。下線を付した光度比から求めた平均を最下欄に示した。下線を付した推定値が、B2 については  $L_m=5.0$  で、A1 については  $L_m=4.5$  でほぼ安定している。

B2		光度比			A1		光度比			
等級	流星数	Lm=4.0	Lm=5.0	Lm=6.0	等級	流星数	Lm=4.0	Lm=4.5	Lm=5.0	
-4	0				-4	0				
-3	0				-3	0				
-2	3				-2	4				
-1	9	5.503	5.465	5.741	-1	6	3.752	3.714	3.732	
0	14	<u>3.118</u>	<u>2.969</u>	<u>2.996</u>	0	11	<u>2.857</u>	<u>2.767</u>	<u>2.726</u>	
1	13	<u>2.464</u>	<u>2.136</u>	<u>2.090</u>	1	14	<u>2.665</u>	<u>2.343</u>	<u>2.242</u>	
2	15	<u>3.638</u>	<u>2.050</u>	<u>1.828</u>	2	6	<u>2.532</u>	<u>2.040</u>	<u>1.790</u>	
3	11	<u>7.022</u>	<u>2.542</u>	<u>1.703</u>	3	3	<u>3.909</u>	<u>2.426</u>	<u>1.808</u>	
4	2		<u>2.554</u>	<u>1.561</u>	4	0				
5	0				5	0				
合計・平均		39	4.060	2.450	2.036		35	2.991	2.394	2.141





### (b) 散在流星数と群流星数の比を用いる方法

同じ等級であれば、散在流星と群流星の視認率は等しく散在流星の光度比を 3.50 と仮定することにより、光度比を求めることができる [別紙 2 参照]。ペルセウス群とふたご群についてグラフを示す。このグラフの傾きから、ペルセウス群とふたご群の光度比をそれぞれ 2.704、2.199 と求めることができる。ペルセウス群の光度比は大きすぎるが、「1」で述べたように、-1 等級の群判定には問題があるので、-2 等級と -1 等級を除くと、ペルセウス群の光度比は 2.439 となり、ほぼ妥当な値となる。ふたご群の場合に A と B それぞれについて光度比を求めると、それぞれ、2.358、2.301 となり、精度の範囲で十分に一致している。

### (2) 視認率の推定

散在流星数と群流星数の比から求めた光度比を用いることにより、視認率を推定することができる。クレサコワの値と比較するために、次の仮定を用いた。

(a) 0 等級におけるクレサコワの視認率を正しいものとする

→ 0 等級の推定出現数をクレサコワの視認率から逆算して求め、光度比から各等級の流星数を推定する。

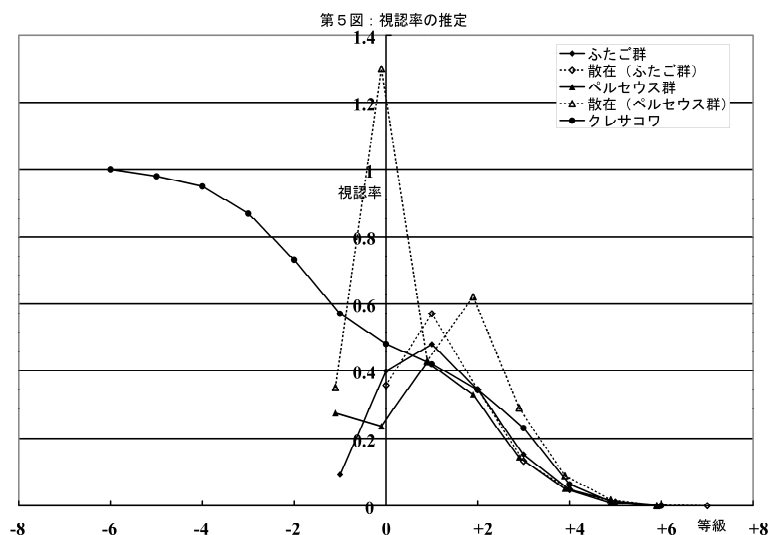
(b) 求めた視認率のグラフを観測時の限界等級から 6.5 等に平行移動できるものとする。

ふたご群では 0 等級の流星が総計 275 個記録されているが、クレサコワの視認率 0 等級の視認率（実際には平均の限界等級が 4.5 等であるので、それを補正した数値）と合わせるには、推定出現数は 800 個と考えられる。この流星数が等級により、光度比 2.199 で変化したと仮定する。推定される流星数に対する観測数が視認率となる。ペルセウス群の観測についても同様に計算し、得られた結果を合わせて第 5 図に示す。

ふたご群については +1 等級までの範囲でクレサコワの値に近いものが得られた。ペルセウス群については、群判定の問題から、ふたご群よりもずれが大きくなっている。また、マイナス等級の流星は数が少ないこともあるが、光度見積りに問題があることがここでも示されている。

## 4. まとめ

グループ観測は同時に得られるデータ量が多いという特性がある。個人観測として ZHR を求めるだけでお終いとしなくて、光度比を求める、視認率の検証をする等の活用が望まれる。光度比は群流星が散在流星に卓越する状況では初心者の方でも用いることができ、50 年以上前の視認率を再検討して更新するという重要な課題に取り組むこともできるのである。





《要旨》

ZHR を計算するために、光度比の算定のしかたを検討した。一般的な ZHR の計算であれば、P.Roggemans (1987)の推奨するように、群流星は 2.5、散在流星は 3.0 と固定して差し支えないと考えられる。光度比を求めることが目的であれば、状況に応じて、推定方法を変えることが望ましい。

I. 序論

NMS でも、いよいよ ZHR の計算式が改訂されようとしている。その中で最も重要と思われるのは、いわゆる小楨 F の代わりに、光度比による補正を導入したことである。その際に、

- a. どのような光度比を用いるのか、または、どのようにして光度比を求めるのか。
- b. 最微星 0.5 等級ではなく、0.1 等級の精度で求めるにはどうすれば良いか。

という問題が生じる。本稿では、最初の問題について検討する。

II. 従来の方法

1. 最小 2 乗法

『流星観測ガイドブック』では、薮(1974)によって以下の手順が紹介されている。

- i. ホフマイスターの『面積比』によって流星数を補正する。
- ii. 流星数の対数を縦軸にとったグラフから直線の傾きを求める。
- iii. 傾きの真数を求める(指数回帰を求める)。

薮はこれにより、自身の観測から散在流星の光度比を 2.2 としているが、明らかにこの数字は小さ過ぎる(小関、1987)。

2. 海外のグループの方法

DMS の Jenniskens は、以下の 3 つの考え方を紹介している(P.Jenniskens、1988)。

- i. エーピクの方法(多重計数)。
- ii. 視認率による補正(上記 1 と同じ)。
- iii. 散在流星との比較法。

彼は様々な理由から、iii を薦めている。iii には 2 通りの方法がある。

- a. 散在流星と群流星の平均光度を比較し、M.Kresakova (1966)の表にあてはめる。
- b. 散在流星と群流星の比の対数をとって、グラフの傾きを求める。

a の方法は海外のグループで広く用いられているものであり、最近、日本でも紹介され、使用されるようになってきている(小関、1987)。また、b の方法は筆者が既に発表しているものと同じである(小関、1983)。

3. 植木の方法

植木は、単純に最小 2 乗法を適用して、指数回帰を求めるのは良くないことを指摘している(植木、1987、p.4-20)。また、彼は光度比を  $r$ 、 $m$  等級迄の流星の平均光度を  $M$  とするとき、光度比の最尤推定値が次式で与えられることを示した(植木、1987、p.4-14)。

$$r = 1 + \frac{1}{m - M}$$

見落としに対する補正無しにこの式を用いることの限界は彼自身が報告の中で指摘している通りである。この補正の仕方については後述する。

III. 適用上の問題点

筆者は近年、光度比を求める際に上記 3 つの方法を試みた(小関 1986, 1987, 1988)。ここでは、その際に生じた様々な問題を列挙する。

- i. 最微光星の精度に極めて大きく影響される。
- ii. 最小 2 乗法は明るい流星の数に極めて大きく影響される。
- iii. 最微光星が 6.5 等から外れた場合に視認率をスライド使用することの適否。
- iv. 散在流星数が少ない場合には比較法は適用が困難である。
- v. 散在流星の光度比は常に一定とは限らない。
- vi. 視認率にはかなりの個人差がある。また、標準視認率を選択する必要がある。
- vii. 散在流星・群流星の混入の問題。



#### IV. 検討

流星の出現数が多く、観測者数が多い場合には、エーピクの方法(多重計数法)が適している。ソヴィエトでは、この方法を推奨している(P.Babadzhanov, 1987)。この方法では、観測者別、等級別に視認率が推定出来る点も優れている。しかし、1人の観測から光度比を求める際に用いられないことは言うまでもないので、ここでは触れない。また、最小2乗法についても植木の指摘通り、不相当と考えられるので除外する。

Ⅲで挙げた最微光星の決定精度の問題については本稿の範囲から外れると考えられるので以下の考察からは除外する。従って、以下に於いては、

- a. 散在流星との比較
- b. 植木の方法

または、その変法(視認率の補正をする、または、下記)を用いる場合について考察する。

aの方法を用いる場合には、Ⅲ－iii、viの問題を或る程度避けることが出来る。bを用いる場合には、当然、視認率の補正が必要になる。また、その際には、最微光星により視認率をスライドさせねばならない。しかし、aとは逆に、bを用いた場合には、Ⅲ－iv、vを避けられる。従って、流星数が多く、光度比を求めること自体が目的であれば、両者を併用すべきである。そのことによって、光度見積りの癖、最微光星の妥当性、最微光星と流星に対する限界等級の差等を知ることが出来る。

更に、植木の方法に流星数それ自身ではなく、群流星数／散在流星数の比をあてはめることにより(この比もまた光度の指数関数である)、光度比の「比」を求める、または、群流星と散在流星の平均光度の差だけを計算しておくのも一方法である。光度比が必要な場合には、散在流星の光度比を別に求めれば良いのである。

#### V. 結論

光度比を求める目的によって、推定方法は替えるべきである。即ち、

1. ZHRの計算を目的とする――P.Roggemans(1987)に従って、群流星 2.5、散在流星 3.0として差し支えない。
2. 光度比の研究を目的とする――
  - 【1】 団体であれば、多重計数法を用いる。
  - 【2】 個人の場合には、前掲の植木法(変法)、または、散在流星との比較法。

とするのが適当であろう。

#### VI. 参考文献

Babadzhanov, P.B., 1987, <Meteory i ikh nablyudeniya>, Nauka.

Jenniskens, P., 1988, <DMS Visueel Handboek>, DMS.

Koseki, M., 1988, "Japanese  $\eta$ -Aquarids Observations in 1987", WGN, 16, 94-96.

Kresakova, M., 1966, "The magnitude distribution of meteors in meteor streams", Contr. astron. obs. Skalnaté Pleso, 3, 75-109.

植木核栄、1987、<NMS Halley Project. review 1>、H計画ワーキンググループ。

小関正広、1983、「光度関数と流星の見落とし率」、第21回東京近郊地区流星観測者会。

小関正広、1986、「日本における1985年のジャコビニ群(Draconids)の観測」、流星研究論文集、p.31-47。

小関正広、1987、「眼視観測についての一考察」、第28回流星会議。

藪 保男、1974、「観測結果の整理」、<流星観測ガイドブック>、p.196-199。

<計算例――1987年のオーストラリアに於ける柳の観測：5月4/5日>

最微光星	6.5		6.4		6.3		6.2		6.1		6.0		
光度	N	視認率	r										
-3	1	0.870*****		0.856*****		0.843*****		0.830*****		0.816*****		0.802*****	
-2	0	0.730	2.000	0.710	2.000	0.692	2.000	0.674	2.000	0.657	2.000	0.641	2.000
-1	2	0.570	3.026	0.559	3.031	0.549	3.034	0.539	3.037	0.530	3.039	0.521	3.039
0	14	0.480	5.861	0.474	5.838	0.469	5.816	0.463	5.795	0.458	5.776	0.452	5.758
1	22	0.420	3.113	0.413	3.115	0.407	3.118	0.400	3.122	0.393	3.127	0.385	3.133
2	23	0.343	2.206	0.334	2.213	0.325	2.221	0.315	2.229	0.305	2.240	0.294	2.251
3	31	0.232	2.023	0.210	2.066	0.189	2.114	0.169	2.169	0.151	2.233	0.134	2.307
4	15	0.064	1.919	0.056	1.969	0.048	2.026	0.042	2.094	0.035	2.174	0.029	2.270

注：ここで、光度比は観測者の推定している最微光星に対するものの他、0.1等級刻みで最微光星を変化させたものについても計算している。2～4等級の光度比が2.2～2.3の範囲にあることは明らかであり、最微光星が6.0等級であったとすると流星数の分布に矛盾がなくなる。この例では余り光度比が最微光星によって大きく変化していないが、このような表は観測者の最微光星の推定値のチェックにも使うことができる。



## [資料2]

### 光度関数と流星の見落とし率

東京近郊地区 1983.12.4

#### 1. 理論

光度比を $r$ , 0等級の流星数を $C$ とすると $m$ 等級の流星数は

$$N(m) = C r^m$$

見落とし率を $m$ の関数として $\Psi(m)$ であらわし、それぞれ添字 $s, p$ を散在流星、群流星をあらわすものとする。このとき、実際に観測される流星数 $N_s(m)', N_p(m)'$ は

$$N_s(m)' = N_s \Psi_s(m), \quad N_p(m)' = N_p \Psi_p(m)$$

ここで  $N_p' / N_s'$  の比を考える (以下  $N_p \dots$  は $m$ 等級の流星数である)

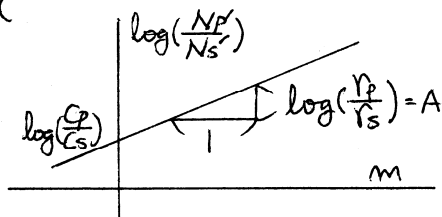
$$\frac{N_p'}{N_s'} = \frac{N_p \Psi_p(m)}{N_s \Psi_s(m)}$$

見落とし率は群流星、散在流星で差ぬまいと見做す ( $\Psi_s(m) = \Psi_p(m)$ ) と、

$$\frac{N_p'}{N_s'} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{C_p r_p^m}{C_s r_s^m} = \frac{C_p}{C_s} \cdot \left( \frac{r_p}{r_s} \right)^m$$

$$\therefore \log \left( \frac{N_p'}{N_s'} \right) = \log \left( \frac{r_p}{r_s} \right) \times m + \log \left( \frac{C_p}{C_s} \right)$$

従って



観測より各等級について  $N_p' / N_s'$  を求め、最小2乗法 (グラフでもよい) によりグラフの傾きを求める

$$A = \log \left( \frac{r_p}{r_s} \right)$$

グラフの傾きを求められれば

$$r_p = r_s \times 10^A$$

より、 $r_s$  を仮定することにより、 $r_p$  を求めることなできる。観測よりほぼ  $r_s$  は一定と見なせるので (右図参照) ... 一般に  $r_s = 3.5 \sim 3.7$  である。

さらに、 $C_s$  または  $C_p$  を仮定すれば (たとえば0等級の見落とし率を0とすれば)、見落とし率  $\Psi(m)$  を知ることなできる。

(参考  $S = 1 + \alpha X$ ,  $X = 2.5 \log r$ ,  $\alpha \approx 1$ )

#### 2. 例題

$m$	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	
$N_p'$	1	0	1	1	10	18	23	44	48	25	10
$N_s'$			0	1	3	5	14	9	2		
$N_p'/N_s'$				10	6	4.6	3.1	5.3			
$\log(N_p'/N_s')$				1	0.78	0.66	0.49				

$r_s = 3.7$  として

$$r_p = 3.7 \times 10^{-0.17} \approx 2.5$$



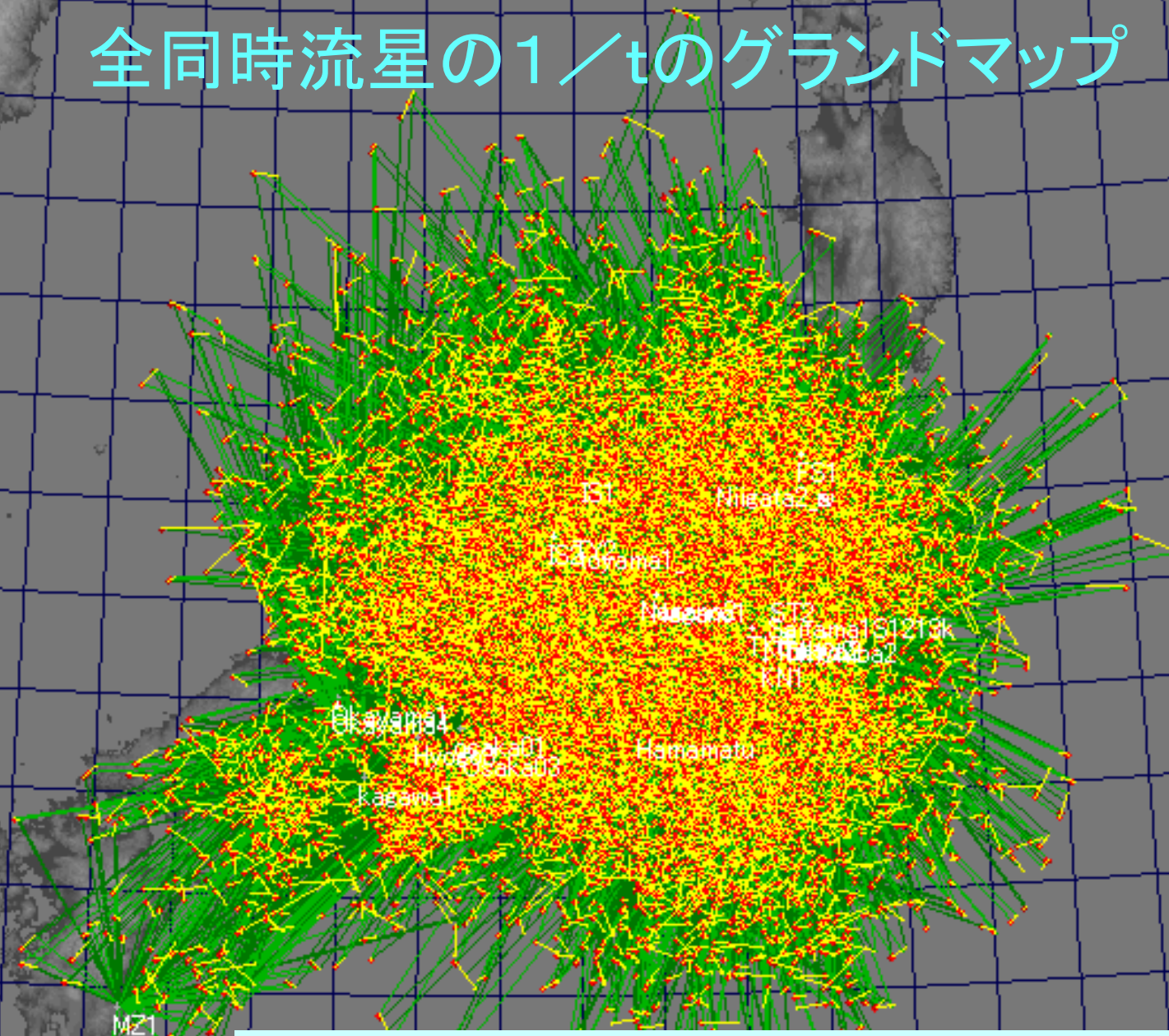
# UFOCaptureによる2011年の流星観測結果と考察

関口孝志 2012年2月5日MSS資料

- 現在の私のシステムは、Watec Neptune 100 + CBCレンズF0.8の6mm(3台)と12mm(1台)の合計4台
- 私のこのシステムで得られた2011年分の全流星数は、**23503個**です。
- 解析ソフト UFO Capture V2: UFO AnalyzerV2  
UFOorbitV2 (<http://sonotaco.com/>)
- SonotacoネットワークにアップされたUFOCaptureによるTV観測から2011年に得られた単点の流星は、全部で**159668個**です。その内、2点以上の同時流星で軌道計算できたのは、**27335個**。これらの内、私とINOUE氏の12mmでの2点同時流星は、全部で**2121個**です。これらの計算結果を基に分かったことをまとめてみました。
- また、2011年のこぐま群の突発を観測できましたので、TV観測と電波観測についても触れたいと思います。



# 全同時流星の1/tのグランドマップ

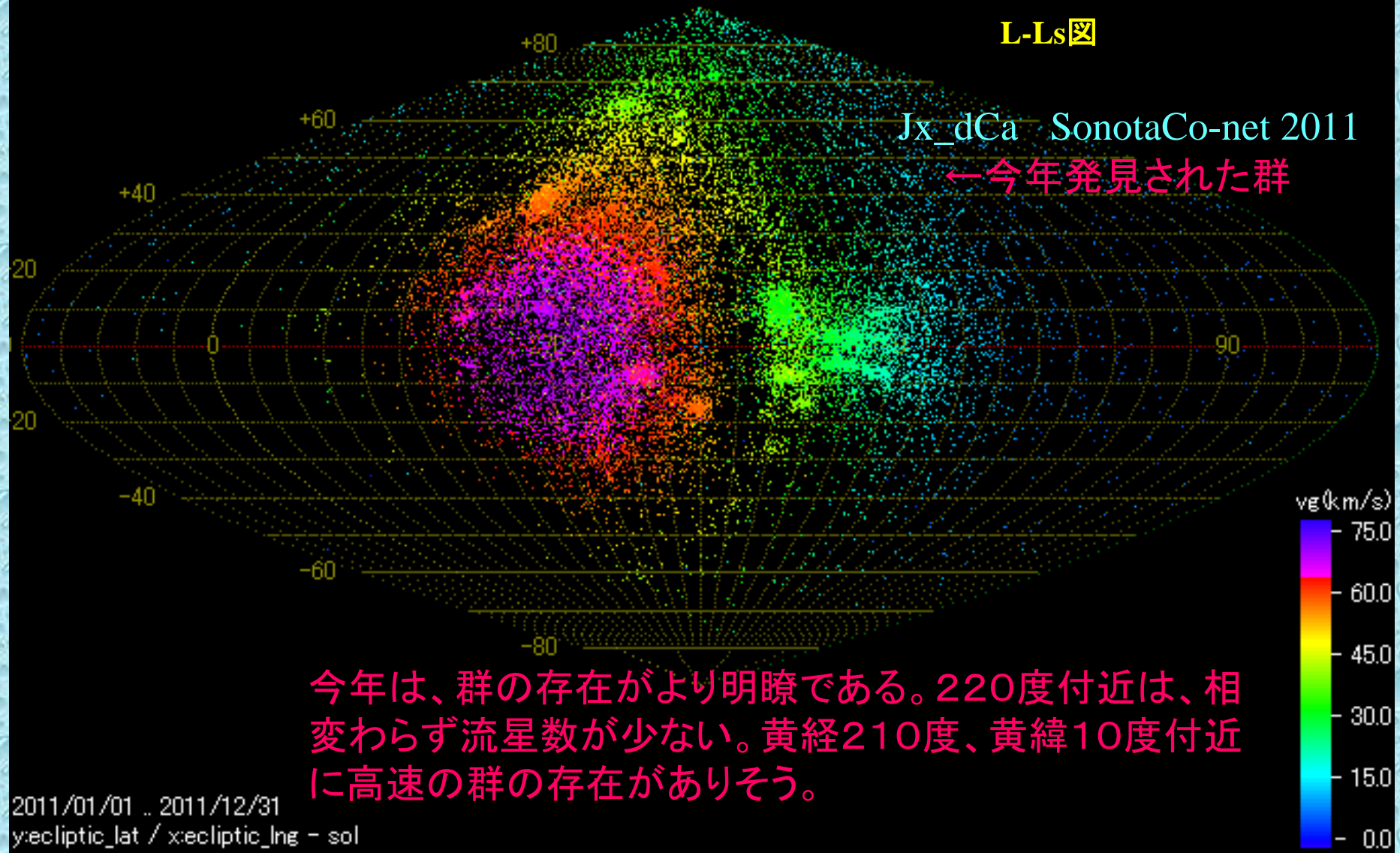


2011/01/01 ... 2011/12/31

関東と関西と中部地方は、ほぼ網羅されている。



# 全同時流星の1/tの輻射点分布図



今年は、群の存在がより明瞭である。220度付近は、相変わらず流星数が少ない。黄経210度、黄緯10度付近に高速の群の存在がありそう。



# 1／tの主要群(J5)と 小流星群の輻射点 分布図(拡大)

今年は、gDra群が殆ど捕らえていない。

## ←今年発見された群

Jx\_dCa onotaCo-net 2011

<http://sonotaco.jp/forum/viewtopic.php?t=2660>

6月のうしかい群、南方の小流星群も観測されている。ふたご群は、まだ回りに群が存在していそうである。9月のペルセウス群やぎょしゃ群も捕らえられている。

今年、オリオン群が長期間観測されている。こぐま群が明瞭である。ろくぶんぎ群やアンドロメダ群が捕らえられている。

Color bar for velocity dispersion ( $v_g$ ) in km/s, ranging from 0.0 to 75.0.

```
2011/01/01 .. 2011/12/31
y:ecliptic_lat / x:ecliptic_lng - sol
```



## 2011年のこぐま流星群

2011年12月22/23日

こぐま群活発(合成)

TV観測 6mm 天頂

4時8分51秒 -0等

この晩の私の単点観測でのこぐま群判定は、83個でした。

同時流星は、Sonotacoネットワークで、112個ありました。

23時10分24秒 0等

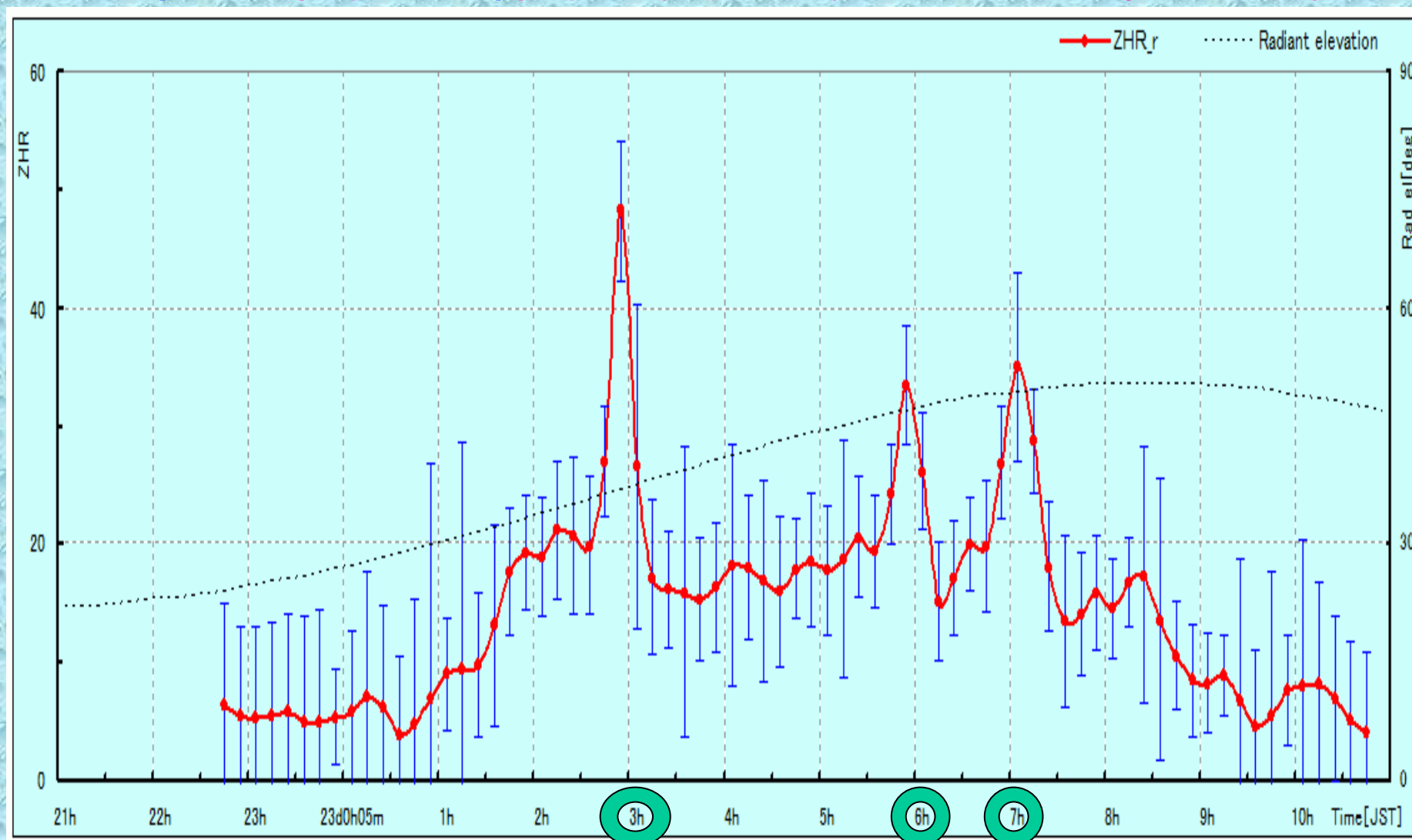
0時17分20秒 0等

5時51分15秒 1等



## こぐま流星群の電波観測結果(杉本氏による)

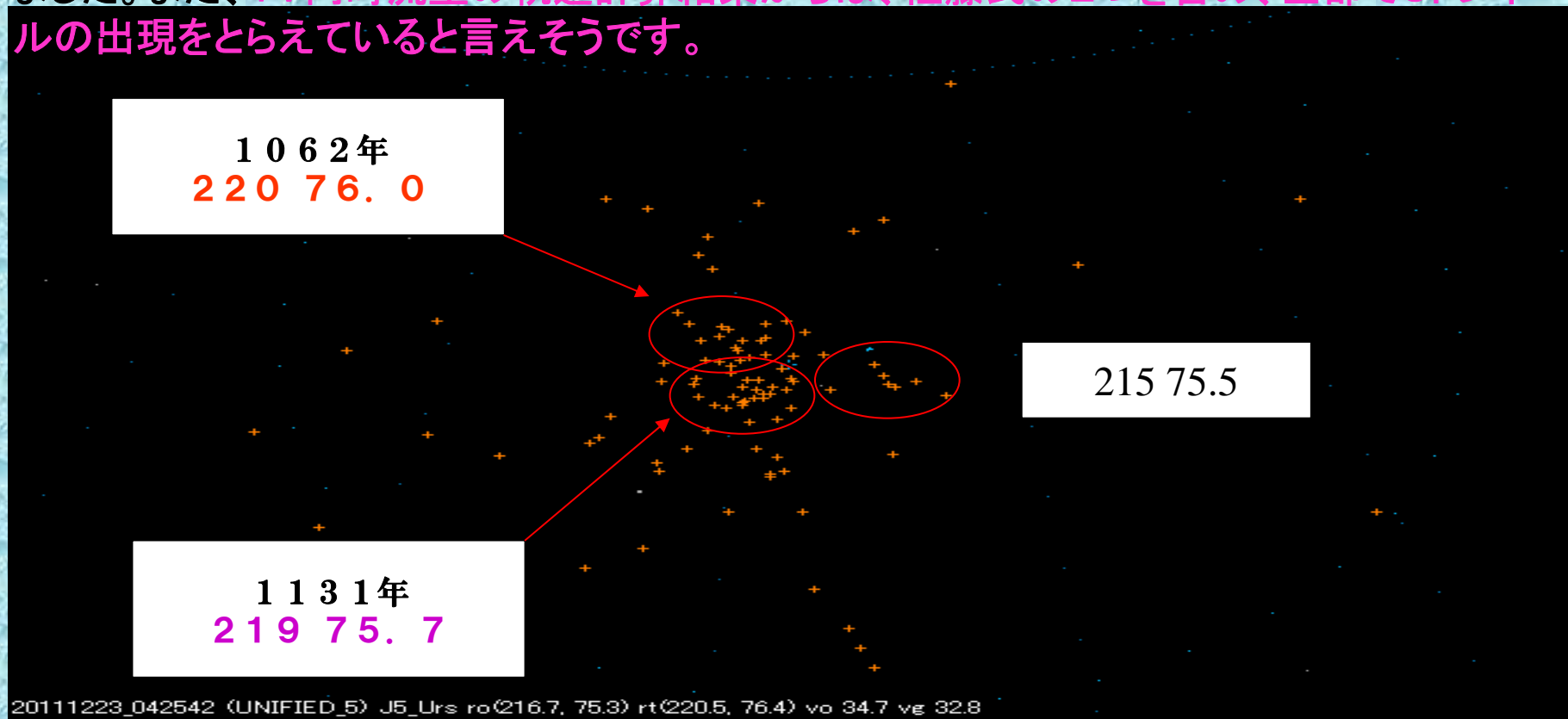
極大付近の1時間毎の出現グラフです。明らかに2時50分前後と5時50分前後と7時前後に突発があったものと思われます。





## こぐま流星群のダスト予想

佐藤氏によるこぐま群のダストトレイルの計算結果が発表されました。それによる突発が杉本氏の電波観測速報10分ごとのグラフで確認できました。10分ほどのズレがありますが見事にとらえています。私のTV観測でも1時50分から高原状になり、5時41分から6時1分の20分間に11個の突発がありました。今回は、1分間に2個の出現が何回もありました。また、TV同時流星の軌道計算結果からは、佐藤氏の2つを含め、全部で3トレイルの出現をとらえていると言えそうです。

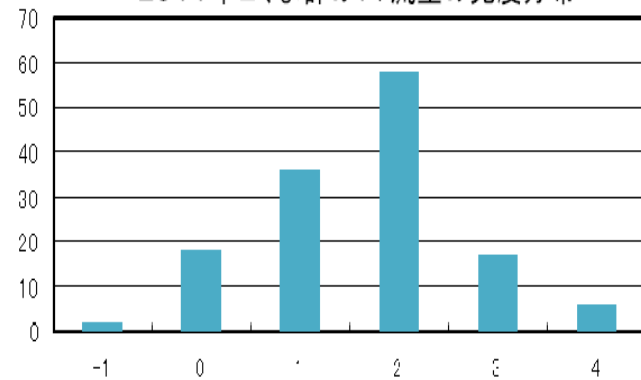


放出年	Date(UT)	Time	JST	LS(2000)	$\Delta r$ (AU)	放出速度(m/s)	fM	$\alpha$	$\delta$	V(km/s)
1062	2011/12/22.89	21:16	12/23 06:16	270.503	-0.0001	-19.43	_.____	219.58	+76.20	33.08
1131	2011/12/22.74	17:42	12/23 02:42	270.352	+0.0016	-13.76	0.039	219.00	+75.74	33.30



## 2011年のこぐま流星群

2011年こぐま群のTV流星の光度分布

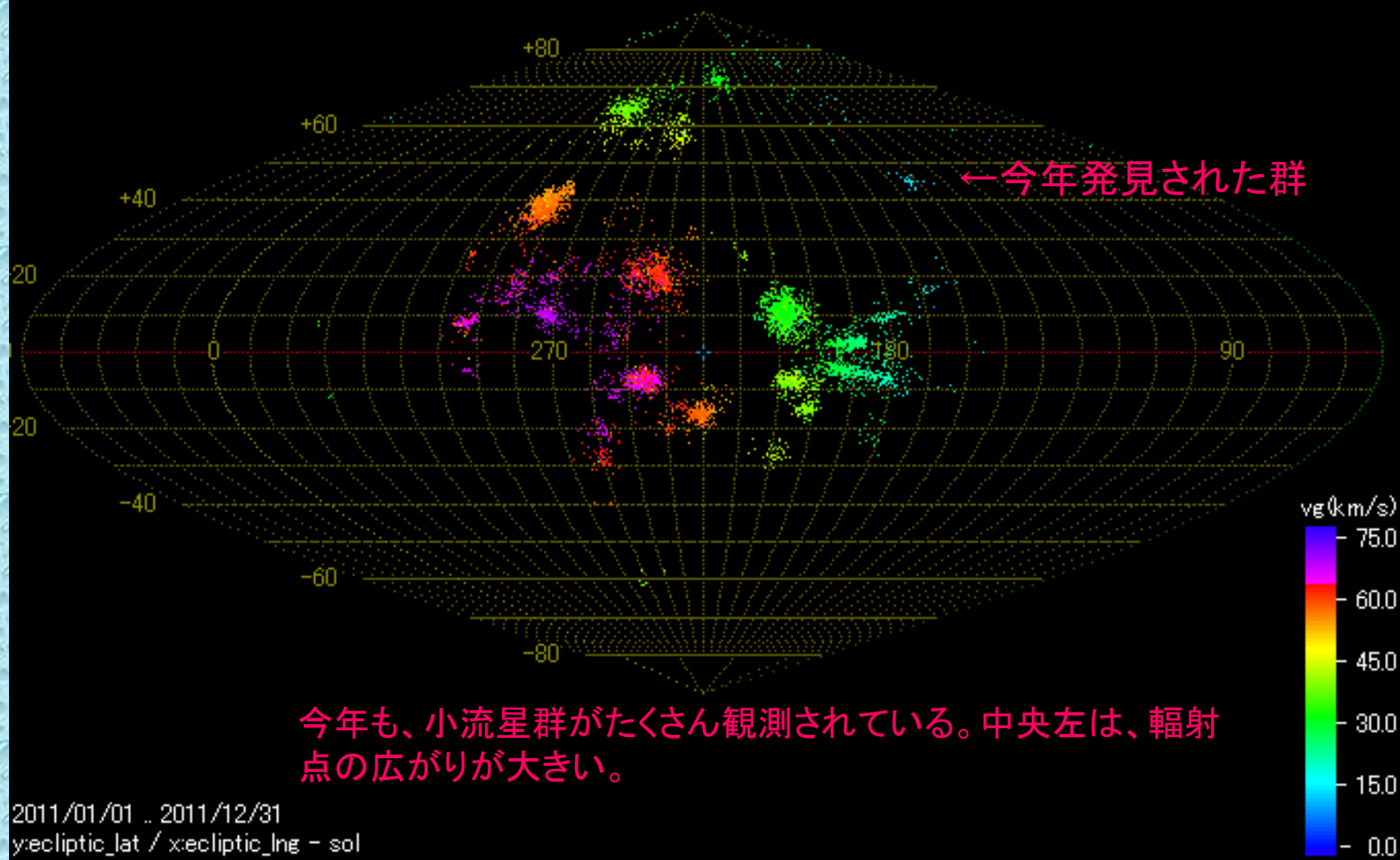


光度分布は、0～2等級が多い。火球はなかった。形状は、短径路の流星が多かった。

20111223\_042542 J5\_Urs (216.7, 75.3) vo 34.7 evr 41.8 amag -2.2 (139.340, 34.298)H 106.5 --> (139.252, 34.044)H 82.6 (38.2km)

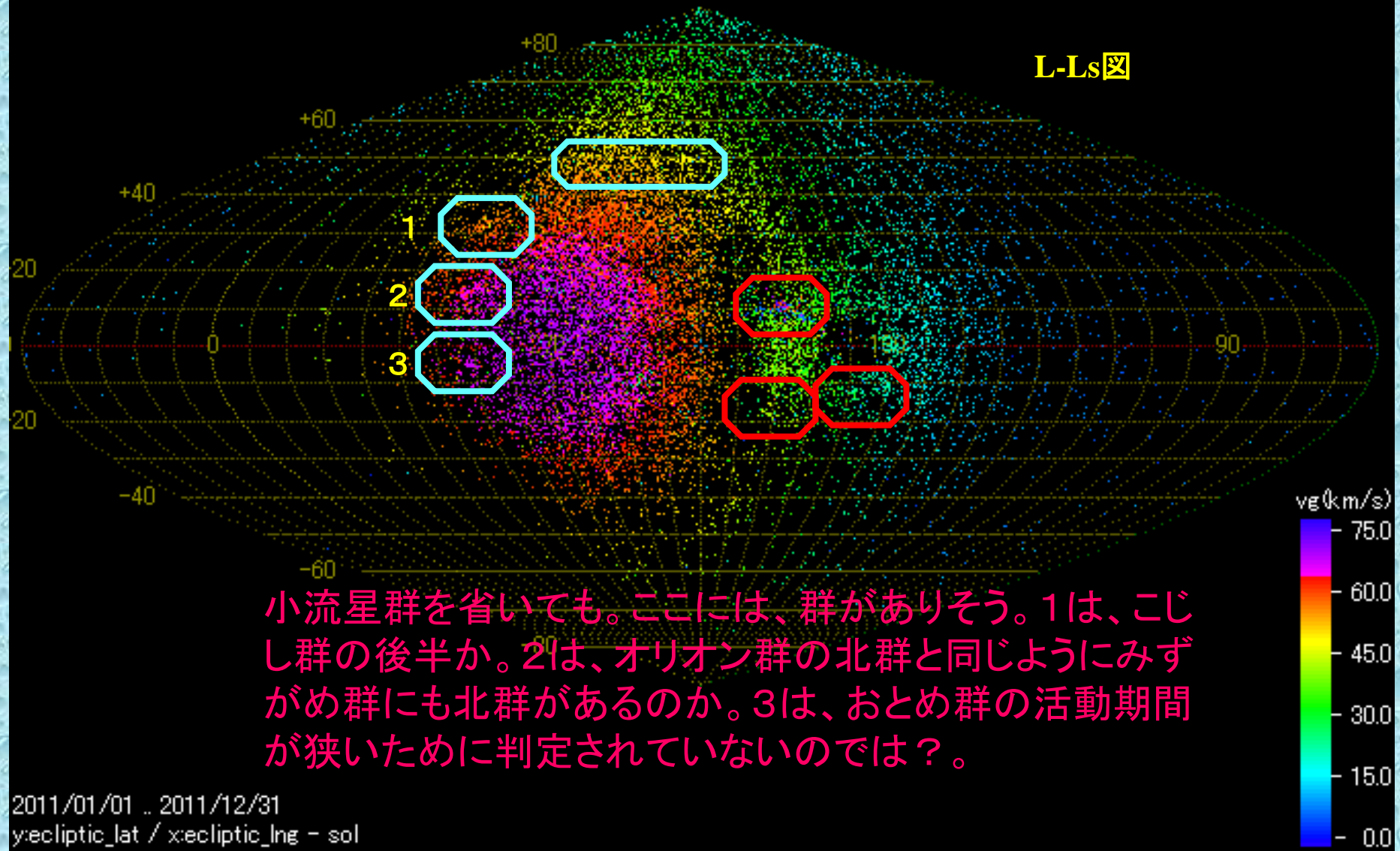


## 1/tの主要群(J5)と小流星群の輻射点分布図





# 小流星群も省いた散在の1/tの輻射点分布図

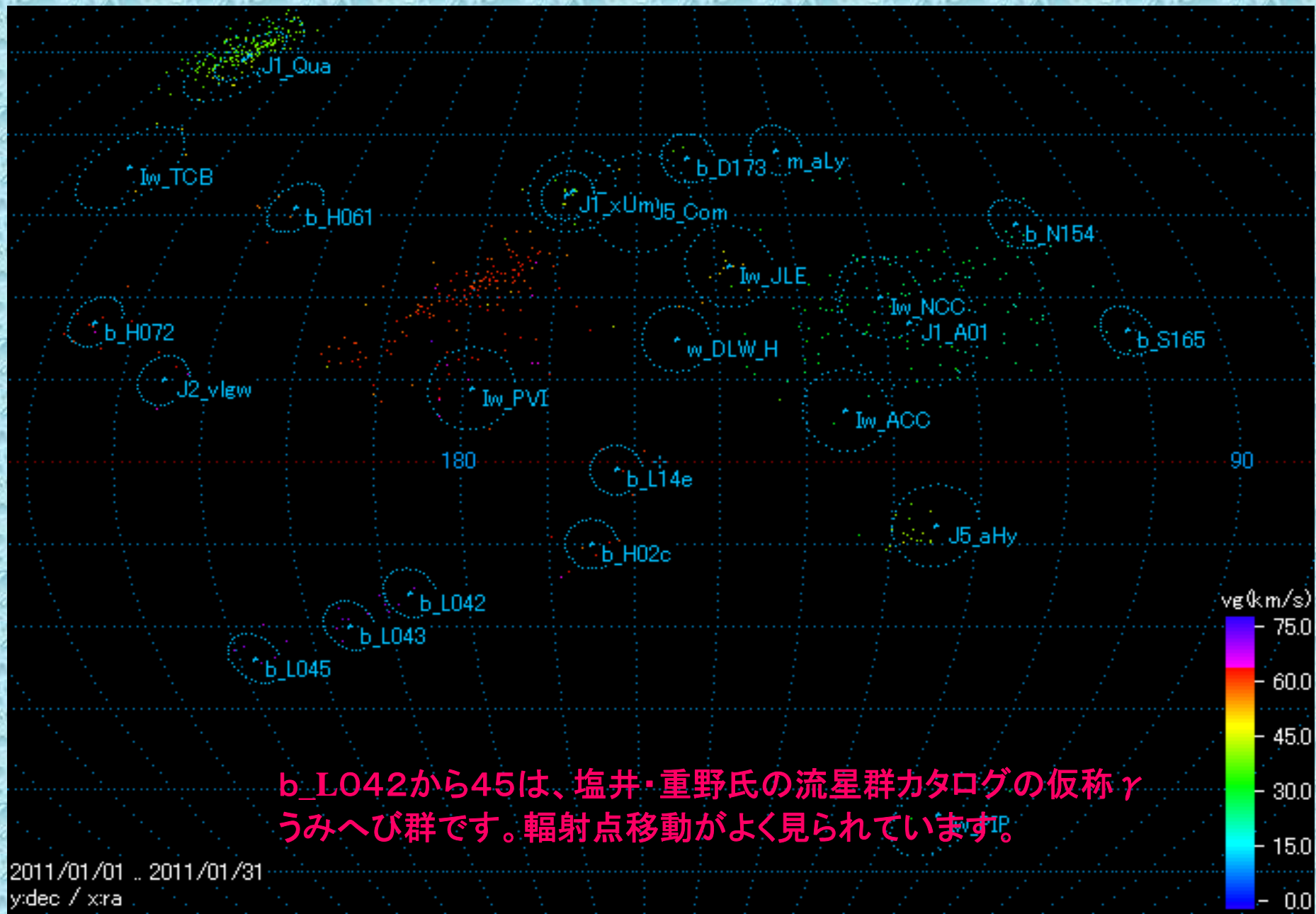


# 12mmの全同時流星の1/tの輻射点分布図



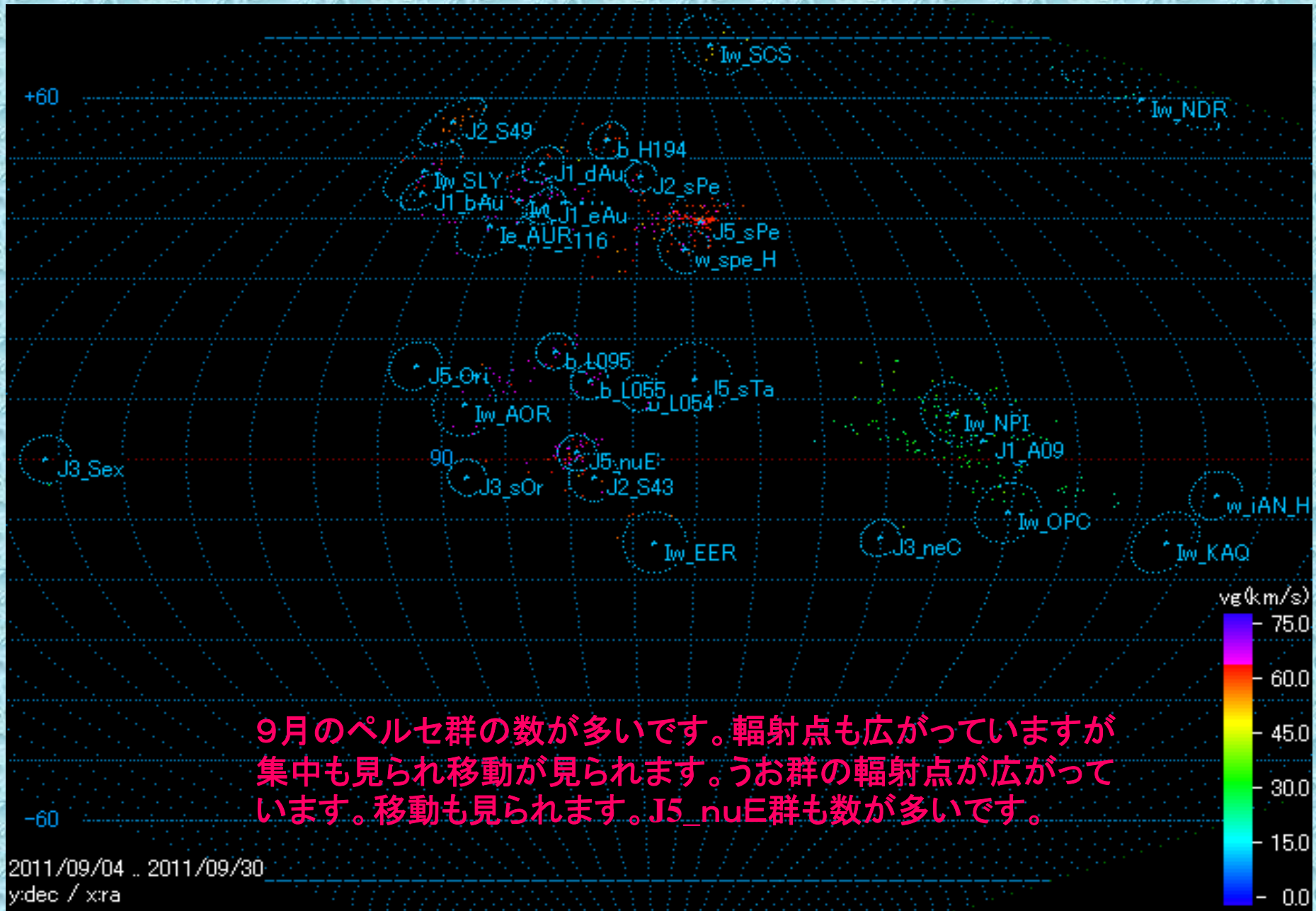


# 1/tの主要群(J5)と小流星群の輻射点分布図 1月



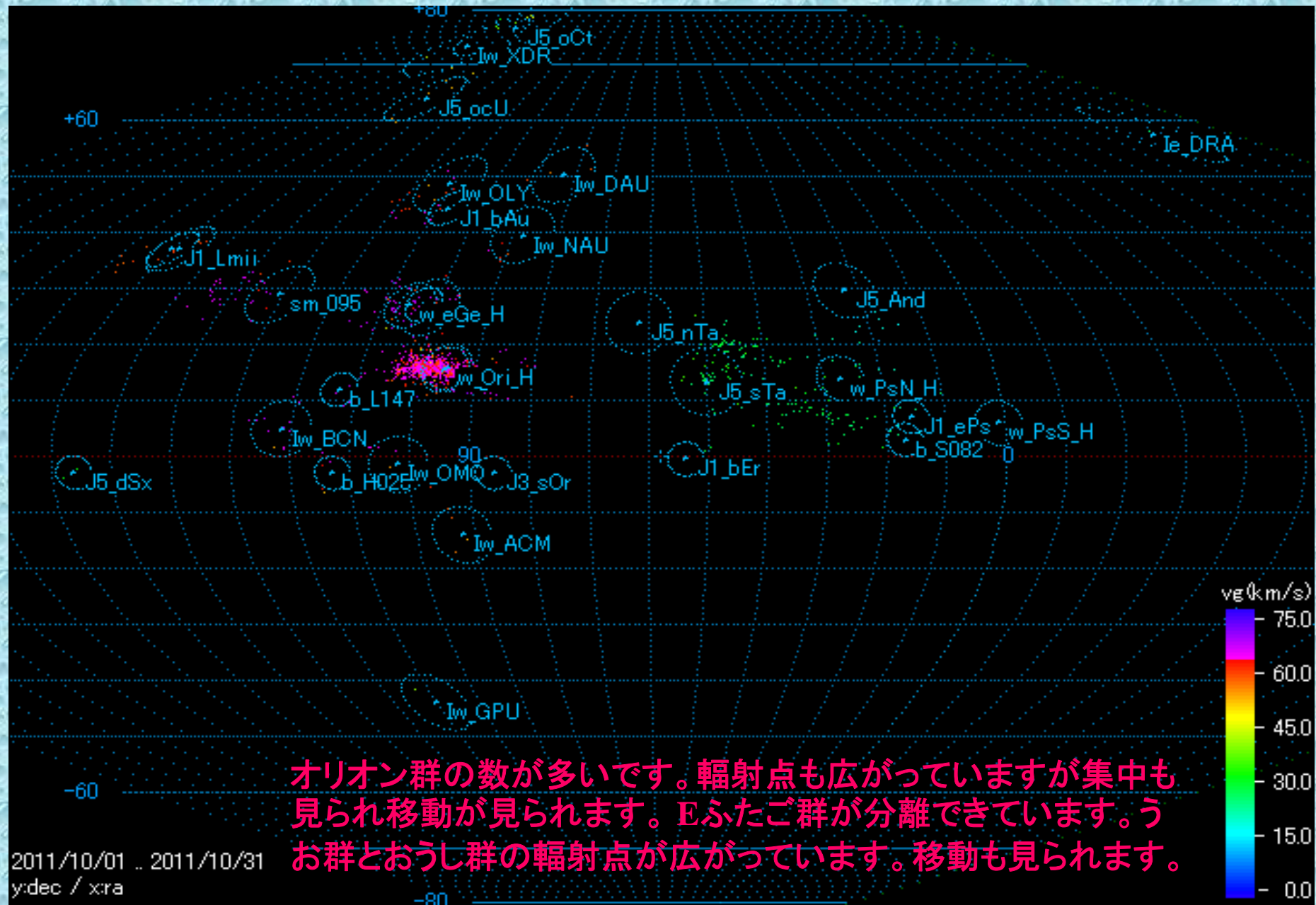
b\_L042から45は、塩井・重野氏の流星群カタログの仮称γうみへび群です。輻射点移動がよく見られています。

## 1/tの主要群(J5)と小流星群の輻射点分布図 9月



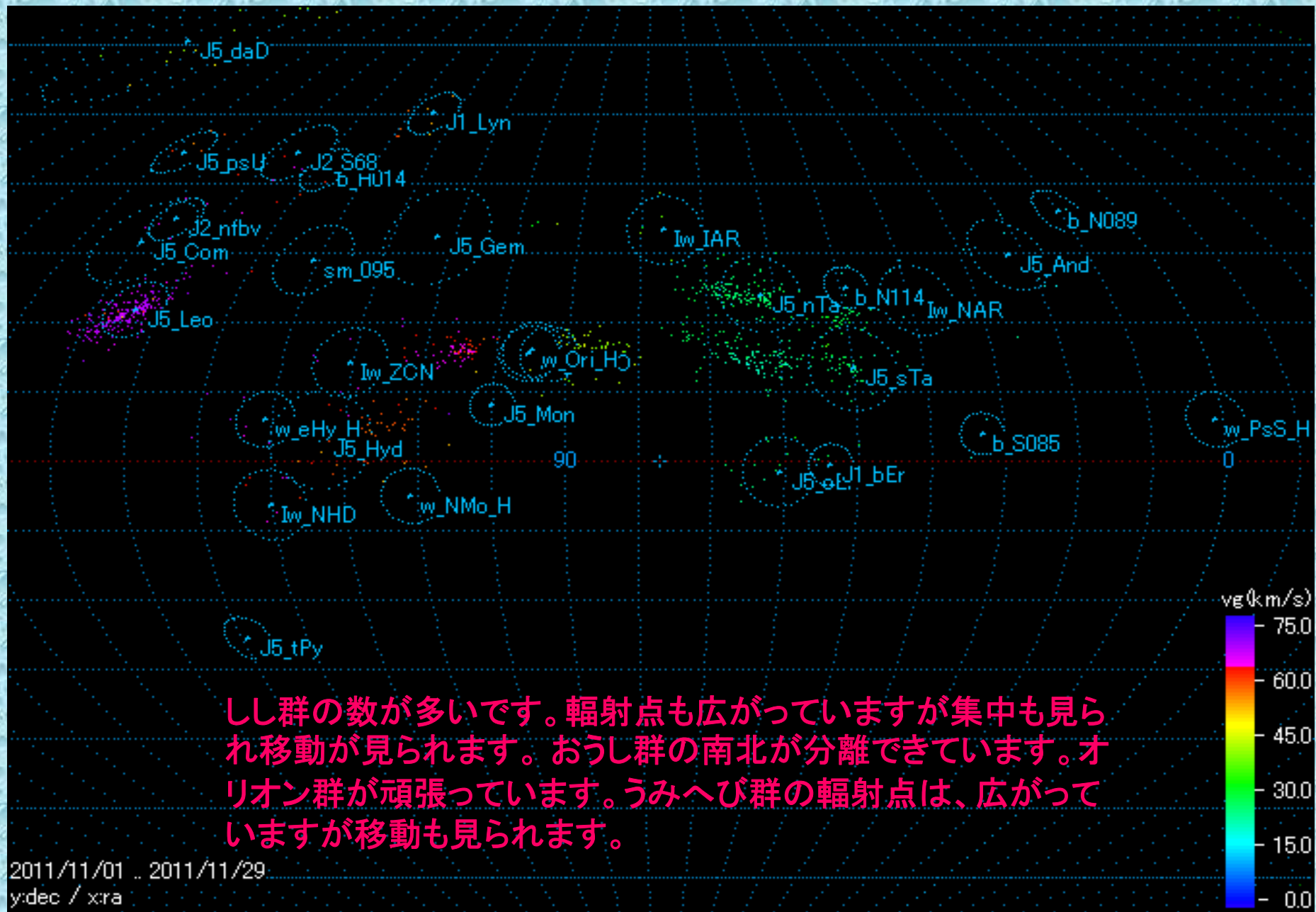


# 1/tの主要群(J5)と小流星群の輻射点分布図 10月



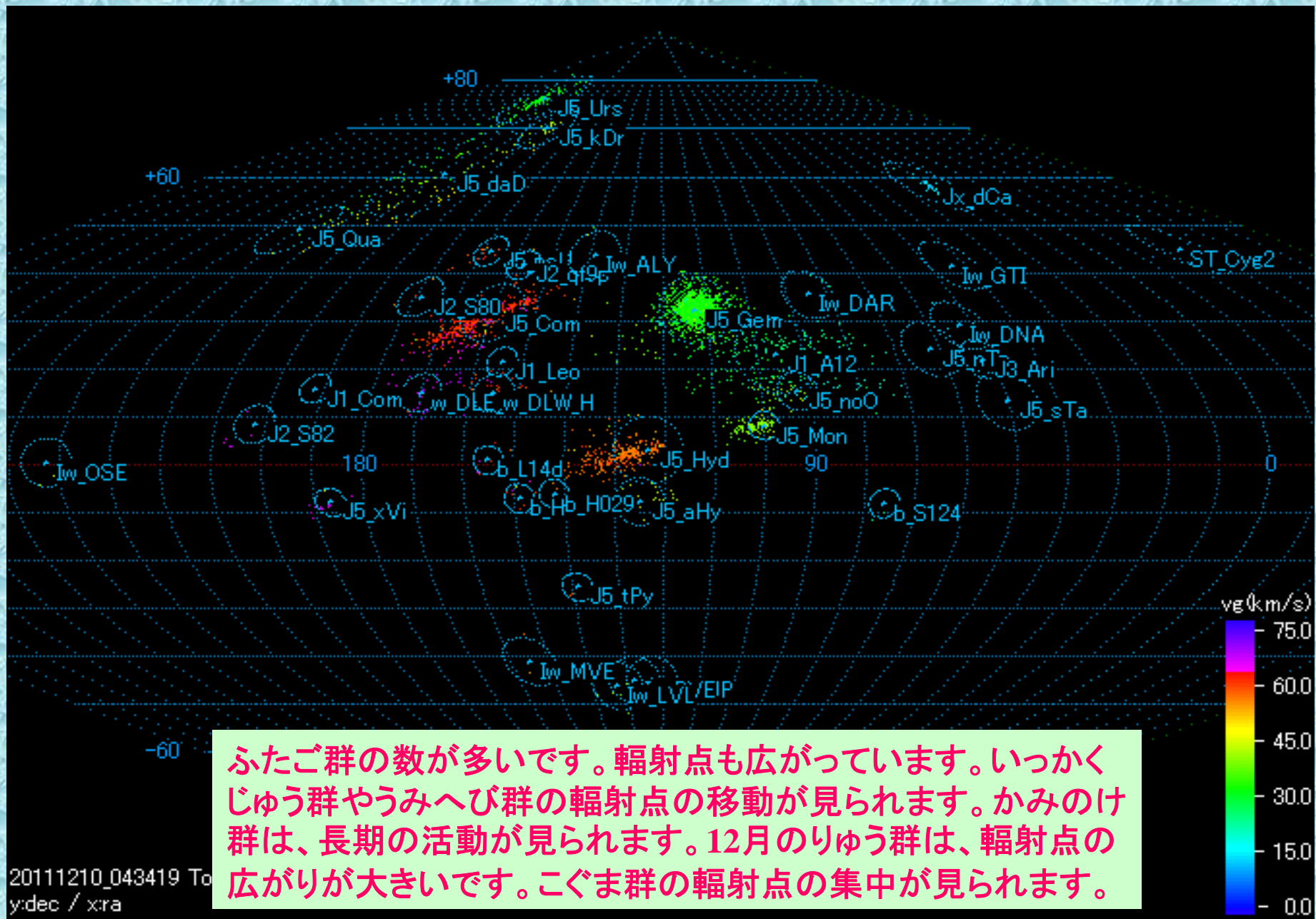
オリオン群の数が多いです。輻射点も広がっていますが集中も見られ移動が見られます。Eふたご群が分離できています。うお群とおうし群の輻射点も広がっています。移動も見られます。

# 1/tの主要群(J5)と小流星群の輻射点分布図 11月





# 1/tの主要群(J5)と小流星群の輻射点分布図 12月



## 1. 流星数の光度分布

観測され得る流星数は流星の光度（等級）の指数関数となると考えられている。しかし、実際に観測される流星数は観測条件によって異なったものになる。眼視観測では、肉眼という制限から暗い流星は極端に見落としが増加する。Kresakova が膨大な眼視観測から得た「視認率」を示す（最微等級=6.5 の場合）。

流星の光度	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
視認率	1	0.98	0.95	0.87	0.73	0.57	0.48	0.42	0.343	0.232	0.064	0.008

NMS 同報に掲載された明大のふたご群観測(2011 年)を総合すると次の結果が得られる。

流星の光度	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	平均
ふたご群の流星数	11	36	113	240	314	131	43	3	0.56
散在流星数	1	8	23	47	78	97	37	5	1.22
最微等級平均	=4.25								

最微等級の違いだけ Kresakova の表をスライドさせて明大の眼視観測に適用すると次のグラフが得られる。

きれいに直線近似できることが分かる。つまり、ふたご群の流星も散在流星も光度（等級）の指数関数で表されることが確認できる。ここで、この直線の傾き（対数）を指数の冪に戻したものを光度比という。ある光度  $m_0$  における流星数を  $N_0$  とするとき、光度  $m$  の流星数は光度比  $r$  を用いて次のように表される。

$$N = N_0 * (m - m_0)^r$$

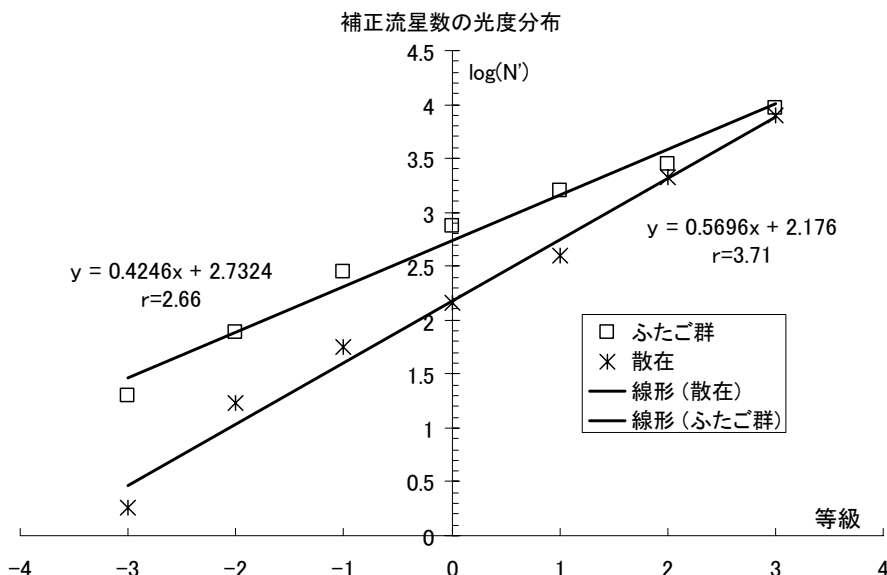
このグラフからは、ふたご群の光度比が  $r=2.66$  であり、散在流星が  $r=3.71$  であると求められる。これから分かるように、一般的に群流星の方が散在流星よりも光度比が小さい。以下では、光度比の大小をモデルによって考えてみることにする。

光度比に小数がつくと計算が大変になるので、 $r=2$  と  $r=3$  の場合を比較してみよう。仮に-2 等級の流星数が群流星で 10 個、散在流星で 1 個であったとする（ペルセウス群の場合に近い）。

流星の光度	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
$r=2$					10	20							
$r=3$					1	3							

10 個と 1 個という大きな差があったとしても、光度が 4 等になると、流星数は逆転し、さらに暗い流星では、散在流星の方がはるかに多くなることが分かる。前述の視認率を当てはめて、実際に観測される流星数を最微等級 6.5 の空として推算すると次の表になる。合計流星数が  $r=2$  に対して 260.6 個、 $r=3$  に対して 167.3 個であるから、ペルセウス群を理想的な晴夜に個人であれば、数時間、または数名の団体観測を総計したものと考えれば、およその状況が再現されていると言えるだろう。

流星の光度	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
$r=2$	0.6	1.2	2.4	4.4	7.3	11.4	19.2	33.6	54.9	74.2	41.0	10.2	0.2
$r=3$	0.0	0.0	0.1	0.3	0.7	1.7	4.3	11.3	27.8	56.4	46.7	17.5	0.5



## 2. 流星群の見え方

眼視観測によって、流星群の活動が認められるには、最低限、次の条件が必要であろう。

(1)経路を記入する：1 時間に 1 個で 4 時間以上の観測。



(2)計数観測：散在流星に対して群流星の数が 1/10 以上ある。

同様に、軌道が求められる観測方法であっても、流星群の活動を認識するには条件がある。流星の光度分布を模式的に示して、条件を考えてみよう。以下では、実際により近いであろう値として、群流星  $r=2.5$ 、散在流星  $r=3.5$ （これは、小関 2011 でも確認されている）として、計算・表示する。

第 1 図は、大流星群と小流星群の見え方を比較するものである。縦軸は対数目盛なので、左側に真数を表示した。ここでは、簡単のために流星数  $N$  が  $HR$  を意味するものと考えよう。横軸は流星の光度（等級）であり、大きく写真(CCD)、眼視、電波の領域に 3 分した。もちろん、相互の重なりはある。グラフ中で  $r=3.5$  と示した線が散在流星数であり、その 1 目盛り下の平行線（点線）は散在流星数の 1/10 を示し、群流星の検出限界を意味する。 $r=3.5$  の線で上側の 1 点鎖線は大流星群、下側の 2 点鎖線は小流星群を表す。大流星群は-1 等級の 1 時間当たり流星数が 1 個、小流星群は 4 等級で 1 個と仮定した。図中の網掛け部分が一般的な観測可能領域となる。つまり、大流星群であれば、全ての観測方法で検出される。しかし、小流星群の直線は、この領域をかすめるだけであり、時によっては観測されるが、常に検出されるわけではないことになる。また、4 等級より明るい領域では、辛うじて検出限界の点線を上回り、1.5 等級程度までは  $HR>0.1$  となるので、写真や CCD 観測では検出が可能となる場合もあり得る。

第 2 図は火球群と微光群（電波群）の見え方を比較するものである。 $r=1.5$  が火球群、 $r=4.5$  が微光群を模式的に示している。ともに 4 等級で  $HR=1$  としている。光度比が実際にどれくらいなのか、また、本当に直線近似でできるのかという問題があるが、この図から、基本的な違いを理解することができる。写真や CCD では、軌道が得られるので、出現数が少なくとも群判定が可能であり、 $HR>0.1$  を検出限界と考えることができる。従って、撮影可能等級（ここでは 1 等級）よりも明るい範囲にわずかながら検出可能領域が存在する。また、微光群の場合には、4 等級より暗い領域で散在に対する判別可能条件である 1/10 を超える（破線より上）の領域が存在する。

流星群によって光度比の違い、全体的な流星数の違い（それぞれ、グラフ上の傾きと切片を意味する）の違いがあることは当然である。従って、観測手段によって、流星群の見え方は大きく違ってくる。さらに、電波流星の領域では他の観測手段に比べ、観測年による違いも大きいことが知られている。このような違いを無視した IAUMDC の<established list>は無用の混乱を招くものである。付録として、IAUMDC の<established list>にコメントをつけて示すが、従来から知られていた流星群の他は、かなり怪しいもの、不確定なものが含まれていることに十分留意する必要がある。

#### 参考文献

小関正広、2011、明大天文部の眼視グループ観測から分かること（2011/Feb./6 流星物理セミナー）

Figure 1: Major Shower / Minor Shower

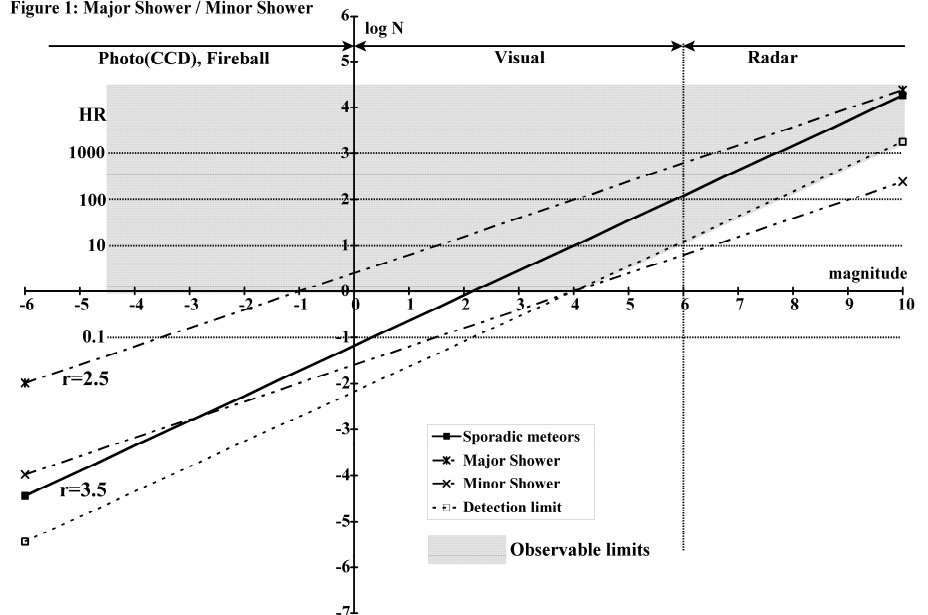
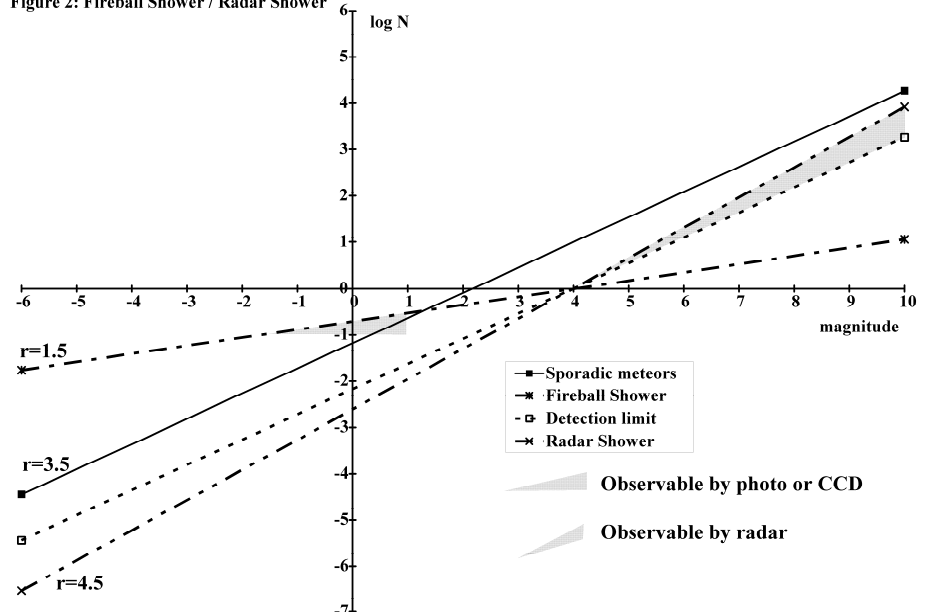


Figure 2: Fireball Shower / Radar Shower



付録:IAUMDC の?established? list

IAU	Code	流星群和名	$\lambda_s$	$\alpha$	$\delta$	$\lambda-\lambda_s$	$\beta$	Vg	Remarks
27	KSE	へび座 $\kappa$ 流星群	15.7	230.6	17.8	206.8	35.0	45	Cook の working list に登場。1950 年代の写真以外に確実な観測はない。
<b><u>144</u></b>	APS	4 月うお座昼間流星群	30.3	7.6	3.3	338.0	0.0	28.9	昼間群。Kashcheyev(旧ソ連)と Nilsson の観測。
6	LYR	4 月こと座流星群	32.4	272	33.3	240.6	56.7	46.6	☆
137	PPU	とも座 $\pi$ 流星群	33.6	110.4	-45.1	93.5	-65.9	15	1977, 1982 年に突発出現。26P/Grigg-Skjellerup の軌道変化により注目されている。
<b><u>152</u></b>	NOC	くじら座 $\omega$ 北昼間流星群	46.7	2.3	17.8	322.7	15.4	33	昼間群。Kashcheyev(旧ソ連)、Sekanina と Nilsson の観測。
<b><u>153</u></b>	OCE	くじら座 $\omega$ 南昼間流星群	46.7	22.5	-3.6	332.7	-12.1	36.6	昼間群。Lovell 以来知られている<歴史ある>流星群。
31	ETA	みずがめ座 $\eta$ 流星群	46.9	336.9	-1.5	291.2	7.6	65.9	☆
145	ELY	こと座 $\eta$ 流星群	49.1	292.5	39.7	257.4	60.3	45.3	C/1983 H1 (IRAS-Araki-Alcock)に関連するとされるが、写真観測のみ。
<b><u>156</u></b>	SMA	5 月おひつじ座南昼間流星群	55	33.7	9.2	339.6	-4.1	28.9	昼間群。Kashcheyev(旧ソ連)と Nilsson の観測。
61	TAH	ヘルクレス座 $\tau$ 流星群	72	228.5	39.8	136.2	54.7	15	73P/Schwassmann-Wachmann 3 に関連。ほぼ写真観測のみ。突発出現(1930 年?)
<b><u>171</u></b>	ARI	おひつじ座昼間流星群	76.7	40.2	23.8	328.4	7.8	35.7	昼間群。Lovell 以来知られている<歴史ある>流星群。
<b><u>172</u></b>	ZPE	ペルセウス座 $\zeta$ 昼間流星群	78.6	64.5	27.5	348.8	6.0	25.1	昼間群。Lovell 以来知られている<歴史ある>流星群。
165	SZC	6 月わし座南流星群	80	297.8	-33.9	213.4	-12.7	33.2	Kronk の表にある以外は、1 回の電波観測のみ。#164 の南群というだけ。
<b><u>325</u></b>	DLT	おうし座 $\lambda$ 昼間流星群	85.5	56.7	11.5	331.6	-8.2	36.4	Brown(2007)の電波観測以外には知られていない。
164	NZC	6 月わし座北流星群	86	298.3	-7.1	212.9	13.5	36.3	McIntosh の表の他、電波観測で知られている。
63	COR	からす座流星群	94.9	192.6	-19.4	104.3	-12.9	9.1	1937 年に Hoffmeister が突発出現を観測。それ以降の確実な観測はない。
324	EPR	ペルセウス座 $\varepsilon$ 流星群	95.5	58.2	37.9	328.7	17.3	44.8	Brown(2007)の電波観測以外には知られていない。
170	JBO	6 月うしかい座流星群	96.3	222.9	47.9	97.8	59.6	14.1	7P/Pons-Winnecke に関連。突発出現(1916 年等)以外は写真観測のみ。
<b><u>173</u></b>	BTA	おうし座 $\beta$ 昼間流星群	96.7	84.9	23.5	348.6	0.1	29	昼間群。Lovell 以来知られている<歴史ある>流星群。
326	EPG	ペガスス座 $\varepsilon$ 流星群	105.5	326.3	14.7	228.6	26.5	29.9	昼間群。Brown(2007)の電波観測以外には知られていない。
328	ALA	とかげ座 $\alpha$ 流星群	105.5	343	49.6	266.3	50.7	38.9	Brown(2007)の電波観測以外には知られていない。
187	PCA	カシオペア座 $\pi$ 流星群	106	389.4	71.5	316.0	53.9	40.3	電波観測（特に旧ソ連）のみ。Northern toroidal の一部と言うべき。
327	BEQ	こうま座流星群	106.5	321.5	8.7	220.4	22.6	31.6	Brown(2007)の電波観測以外には知られていない。
<b><u>188</u></b>	XRI	オリオン座 $\chi$ 昼間流星群	117.7	94.4	15	336.6	-8.4	44	昼間群。Kashcheyev(旧ソ連)と Nilsson の観測。
183	PAU	みなみのうお座流星群	123.7	347.9	-23.7	215.7	-17.0	44.1	McIntosh の南半球の流星群に登場。それらしい電波観測もあるが、不明確。
5	SDA	みずがめ座 $\delta$ 南流星群	125.6	342.1	-15.4	212.0	-7.2	40.5	☆
1	CAP	やぎ座 $\alpha$ 流星群	127	306.6	-8.2	179.9	10.7	22.2	☆
3	SIA	みずがめ座 $\iota$ 南流星群	131.7	339	-15.6	203.1	-6.3	34.8	Whipple が指摘したもので、それらしい電波観測もあるが、散在に埋もれている。
191	ERI	エリダヌス座 $\eta$ 流星群	137.5	45	-12.9	260.8	-28.6	64	大塚の報告のみ。
7	PER	ペルセウス座流星群	140.2	48.3	58	283.1	38.4	59.4	☆
198	BHY	みずへび座 $\beta$ 流星群	143.8	36.3	-74.5	168.3	-71.3	22.8	1985 年の突発出現のみ。
12	KCG	はくちょう座 $\kappa$ 流星群	145.2	284	52.7	158.1	74.5	24	写真観測、眼視観測ともにあるが、定義自体が不明確。
33	NIA	みずがめ座 $\iota$ 北流星群	147.7	328	-4.7	180.8	7.8	27.6	Whipple が指摘したもので、それらしい電波観測もあるが、散在に埋もれている。



206	AUR	ぎょしゃ座流星群	158.7	89.8	38.7	291.1	15.3	65.7	1935 年以降、突発出現を繰り返している。
208	SPE	9 月ペルセウス座 $\epsilon$ 流星群	170	50.2	39.4	248.2	20.3	64.5	写真、CCD で近年注目されている。
<b>212</b>	KLE	しし座 $\kappa$ 昼間流星群	181	162.7	15.7	337.1	7.7	43.6	昼間群。Kashcheyev(旧ソ連)と Nilsson の観測。
<b>221</b>	DSX	ろくぶんぎ座昼間流星群	188.4	154.5	-1.5	328.5	-11.3	31.2	昼間群。Nilsson の観測でふたご群との関係が指摘された。
233	OCC	10 月やぎ座流星群	189.7	303	-10	113.3	9.7	10	Terentjeva の火球群。その後、眼視観測も少数ある。
281	OCT	10 月きりん座流星群	193	166	79.1	280.0	62.0	46.6	突発出現らしき目撃証言のみ。
9	DRA	10 月りゅう座流星群	195.1	264.1	57.6	55.1	80.6	20.4	☆
8	ORI	オリオン座流星群	208.6	95.4	15.9	246.6	-7.4	66.2	☆
22	LMI	こじし座流星群	209	159.5	36.7	297.6	25.9	61.9	Cook の working list に登場。写真観測の他 CCD 観測もある。
2	STA	おうし座南流星群	224	49.4	13	186.5	-5.0	28	☆
17	NTA	おうし座北流星群	224	58.6	21.6	197.0	1.3	28.3	☆
18	AND	アンドロメダ座流星群	232	24.2	32.5	162.6	20.8	17.2	歴史上の大出現。写真観測で痕跡らしきものが捉えられている。
13	LEO	しし座流星群	235.1	154.2	21.6	273.2	10.2	70.7	☆
246	AMO	いっかくじゅう座 $\alpha$ 流星群	239.3	117.1	0.8	239.7	-20.0	63	1935 年の突発出現の他、1995 年にも DMS で突発出現を捉えている。
250	NOO	11 月オリオン座流星群	245	90.6	15.7	205.6	-7.7	43.7	1964 年の突発出現以外には、確実な観測はない。
254	PHO	ほうおう座流星群	253	15.6	-44.7	98.3	-46.2	11.7	1956 年に突発出現が観測されたが、以後の状況は不明確。
19	MON	12 月いっかくじゅう座流星群	260.9	101.8	8.1	201.2	-14.8	42	写真観測と電波観測が中心。代表的な小流星群
4	GEM	ふたご座流星群	262.1	113.2	32.5	207.7	10.6	34.6	☆
16	HYD	うみへび座 $\sigma$ 流星群	265.5	131.9	0.2	228.8	-17.0	58	写真観測では比較的よく捉えられている。
15	URS	こぐま座流星群	271	219.4	75.3	218.6	72.1	33	☆
20	COM	12 月かみのけ座流星群	274	175.2	22.2	252.5	18.4	63.7	#32DLM, #90JCO を合わせてかみのけ群と呼ばれる。#32 のみ CCD で確認できる。
320	OSE	へび座 $\omega$ 流星群	275.5	242.7	0.5	325.0	21.2	38.9	Brown(2007)の電波観測以外には知られていない。
330	SSE	へび座 $\sigma$ 流星群	275.5	242.8	-0.1	325.3	20.6	42.67	Brown(2007)の電波観測以外には知られていない。
319	JLE	1 月しし座流星群	282.5	148.3	23.9	219.8	10.4	52.7	Brown(2007)の電波観測以外には知られていない。
10	QUA	しぶんぎ座流星群	283.3	230	49.5	276.9	63.6	41.4	☆
331	AHY	うみへび座 $\alpha$ 流星群	285.5	127.6	-7.9	206.8	-26.0	43.6	Brown(2007)の電波観測以外には知られていない。
323	XCB	かんむり座 $\xi$ 流星群	294.5	244.8	31.1	299.7	51.5	44.25	Brown(2007)の電波観測以外には知られていない。
322	LBO	うしかい座 $\lambda$ 流星群	295.5	219.6	43.2	259.8	54.4	41.75	Brown(2007)の電波観測以外には知られていない。
321	TCB	かんむり座 $\zeta$ 流星群	296.5	232.3	35.8	279.2	52.4	38.66	Brown(2007)の電波観測以外には知られていない。
110	AAN	ポンプ座 $\alpha$ 流星群	313.1	140	-10	192.8	-24.3	42.6	McIntosh の表の他、電波観測もあるが同じものか不明確。
102	ACE	ケンタウルス座 $\alpha$ 流星群	319.4	210.9	-58.2	273.0	-42.2	59.3	1980(1974?)年に突発出現。電波観測に類似するものがある。

☆はよく知られている群で、コメントを省略した。コメント欄はイェニスケンスの大著”Meteor Showers and their Parent Comets”に掲載されている’working list’から省略、引用した項目がある。

なお、この’working list’は web 上で取得できる（大著を購入しなくてもよい）。<http://www.astro.sk/~ne/IAUMDC/STREAMLIST/meteoroidstreamworkinglist.pdf>  
<http://meteor.asu.cas.cz/IAU/nomenclature.html> からたどることができる。これは、C22: Task Group on Meteor Shower Nomenclature であり、IAU Meteor Data Center からではたどれない。）。Brown(2007)の電波観測は、この’working list’には含まれていない。その後の追加である。流星群和名は上田が提案した試案をそのまま用いている。

## Discovery of the February Eta Draconids (FED, IAU#427): the dust trail of a potentially hazardous long-period comet

Peter Jenniskens and Peter S. Gural (WGN 39:4 (2011) 93-97)

**Abstract** A previously unknown shower was detected on 2011 February 4, during routine low-light-level video triangulations with NASA's Cameras for Allsky Meteor Surveillance (CAMS) project in California between 02h20m and 14h20m UT. During that time interval, six meteors radiated from a compact geocentric radiant at R.A. =  $239.92^\circ \pm 0.50^\circ$ , Decl. =  $62.49^\circ \pm 0.22^\circ$ , with speed  $V_g = 35.58 \pm 0.34$  km/s. The times of arrival for the meteors were 06h25m, 07h59m, 10h49m, 11h18m, 12h14m, and 13h33m UT, suggesting that the outburst peaked around 11h UT ( $\lambda_\odot = 315.^\circ$ ) and had a duration of at least 7 hours. The shower was not detected on the days prior to or after February 4. The meteors were in a narrow magnitude range, with peak visual magnitude of +2.1, +1.9, +2.6, +2.1, +2.3 and +2.4, respectively, moving from  $103.6 \pm 1.4$  to  $95.7 \pm 1.5$  km altitude. The mean meteoroid orbital elements derived from the radiant and speed are:  $q = (0.971 \pm 0.001)$  AU,  $1/a = (-0.004 \pm 0.025)$  AU<sup>-1</sup>,  $i = 55.^\circ 20 \pm 0.^\circ 34$ ,  $\omega = 194.^\circ 09 \pm 0.^\circ 35$ ,  $\Omega = 315.^\circ 07 \pm 0.^\circ 10$  (one standard deviation). The orbital period of this shower is  $P > 53$  y (three standard deviations), so that meteoroids are likely the dust trail of a potentially hazardous long-period comet, which remains to be discovered.

### 観測機材等

- Cameras for Allsky Meteor Surveillance (CAMS) network.  
→ IAU の Working List の300以上の流星群（未確立）を調査することを目的として設置・運営。
- 現在、3点観測。2月4日時点では2点観測。
- ワテックのWat-902H2 Ultimate + 12mm F1.2レンズ（写野 $20^\circ \times 30^\circ$ ）を各観測地点に20台ずつ設置。

### 2月りゅう座 $\eta$ 群の発見 (Fig. 1, Table 1)

- 2011年2月4日、通常のビデオ観測により検出。80個の軌道の中に5個の集中を発見（ゆるい基準で合計6個）。
- 対地速度も 35.6km/s 付近でほぼ一致。→ 順行軌道で、ほぼ放物線軌道（長周期）。
- 等級幅も狭い。→ いくつかじゅう  $\alpha$  群、ぎょしゃ群でも同様の現象を観測。
- 光度変化も似ている。爆発はない。→ 比較的硬い流星物質で、簡単にはボロボロとくずれない。
- 2月りゅう座  $\eta$  流星群 (February  $\eta$  Draconids) と命名。IAU番号 #427。コードは FED。
- 2月4日以前と以後には群流星の検出なし（2月1～10日は晴天）。
- 2007～2009年のSonotaCoデータベースにもなし。
- 他に11個、群の候補あり。10～13hUTに出現。ピークは11hUT頃。最初の2個は wing 活動では。（Fig. 3）
- 電波観測(Finland)でも10～12hにピークあり（対流圏伝播障害(?)やオーロラのため、不明確）(Fig. 3)

**Table 1** Meteoroid physical parameters, trajectory, and orbital elements.  $mv$  is the visual magnitude,  $F$  the light curve parameter (position of peak relative to distance from begin to end point),  $H_b$  and  $H_e$  are beginning and end altitude,  $RA_g$  and  $Dec_g$  are the geocentric Right Ascension and declination,  $V_g$  is the geocentric speed. Orbital elements are in J2000.

Time	$mv$	$F$	$H_b$	$H_e$	$RA_g$	$Dec_g$	$V_g$
06:24:31	+2.3	0.68	105.1	94.6	$239.43 \pm 1.32$	$62.38 \pm 0.60$	$35.67 \pm 0.28$
07:59:25	+2.1	0.59	105.1	96.3	$240.47 \pm 0.53$	$62.23 \pm 0.48$	$35.16 \pm 0.07$
10:48:53	+2.6	0.62	102.7	97.0	$239.40 \pm 1.22$	$62.46 \pm 0.85$	$35.90 \pm 0.34$
11:17:46	+1.9	0.67	103.9	97.1	$239.98 \pm 2.14$	$62.79 \pm 1.58$	$35.30 \pm 1.06$
12:13:49	+2.1	0.40	103.1	95.7	$240.33 \pm 1.28$	$62.61 \pm 1.39$	$35.87 \pm 0.61$
13:32:19	+2.4	0.67	101.4	93.4	$239.80 \pm 2.88$	$62.38 \pm 3.01$	$35.62 \pm 0.94$

Time	Sol. long	$q$ (AU)	$1/a$ (1/AU)	$i$ ( $^\circ$ )	$\omega$ ( $^\circ$ )	$\Omega$ ( $^\circ$ )
06:24:31	$314.^\circ 929$	$0.970 \pm 0.002$	$-0.002 \pm 0.030$	$55.39 \pm 0.44$	$194.42 \pm 1.05$	$314.923$
07:59:25	$314.^\circ 995$	$0.972 \pm 0.001$	$+0.032 \pm 0.020$	$54.94 \pm 0.29$	$193.73 \pm 0.43$	$314.990$
10:48:53	$315.^\circ 115$	$0.970 \pm 0.002$	$-0.022 \pm 0.043$	$55.54 \pm 0.64$	$194.41 \pm 0.88$	$315.111$
11:17:46	$315.^\circ 135$	$0.971 \pm 0.003$	$+0.002 \pm 0.095$	$54.74 \pm 1.51$	$194.17 \pm 1.39$	$315.132$
12:13:49	$315.^\circ 175$	$0.972 \pm 0.002$	$-0.032 \pm 0.072$	$55.37 \pm 1.07$	$193.73 \pm 0.84$	$315.175$
13:32:19	$315.^\circ 229$	$0.971 \pm 0.004$	$+0.037 \pm 0.136$	$55.90 \pm 2.11$	$194.09 \pm 2.24$	$315.228$



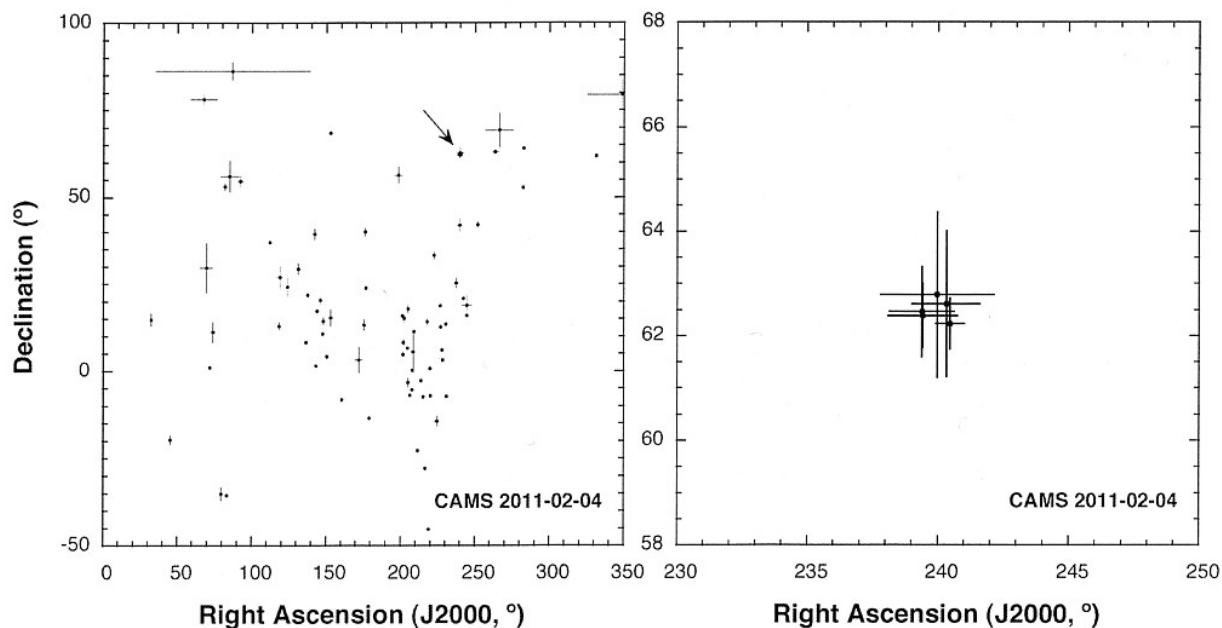


Figure 1 – Geocentric radiant positions of meteors observed in the CAMS network on 2011 February 4. Results for five meteors (marked by arrow) are shown enlarged in the right diagram.

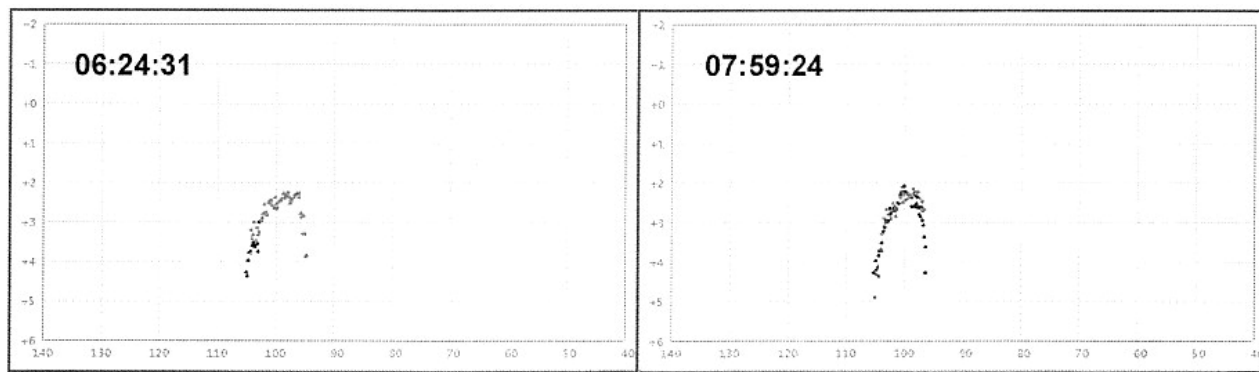


Fig. 2 (一部) Meteor light curves. 縦軸：等級、横軸：発光高度

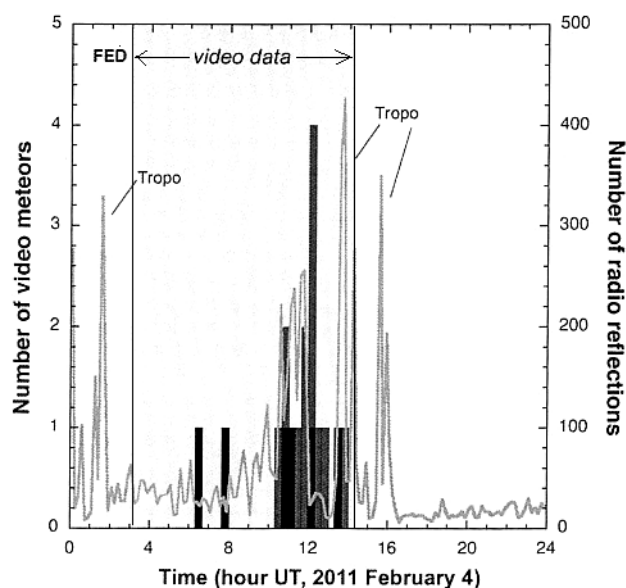


Figure 3 – Number of detected shower meteors as a function of time on 2011 February 4. The gray area is the timeframe for which video observations are available. Also shown is the count of radio reflections in observations by Ilkka Yrjölä of Kuusankoski, Finland (GlobalMSNet).

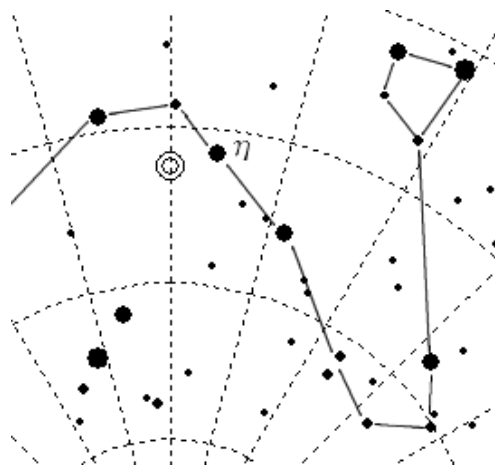


Fig. 4 輻射点位置 (内山制作)

## 長周期彗星の1公転トレイル

- ・地球軌道に十分近い軌道の長周期彗星は、1公転トレイルによる流星群活動が見られることがある。
- ・彗星が1公転前にダストを放出。→ ダストにより公転周期が少し異なる（放出速度・太陽光圧の違いのため）。→ トレイルを形成。
- ・惑星の引力でダストトレイルの軌道は変化。→ 地球軌道の内側・外側に行ったり来たりする（彗星軌道が地球軌道に近ければ）。→ 1時間程度の流星群活動が観測されることがある。最近の例では、1995年のいくつかのじゅうα群や2007年のぎょしゃ群。（この流星群は7時間。通常の長周期1公転トレイルでは0.7～2時間。）
- ・このような群活動はめったにない（トレイルが細い、軌道が交差したときに地球がそこにいる必要がある）。→ 60年に1～2回。→ 多くの流星群が発見されずに残っている。
- ・2公転すると、拡散。
- ・周期200～1万年の彗星であれば、ダスト密度は十分で、流星群活動と認められる。
- ・新彗星でよくある周期10万年では、十分なダストを軌道に残せない。短周期彗星であれば、定常群として検出されやすい。→ この流星群の母天体の周期は、200～1万年あたりがもっともらしい。

## 衝突危険性 (potentially hazardous long-period comet)

- ・Lyytinenの計算では、今後のトレイルの地球軌道交差は、2016年（地球通過1.98ヵ月後）と2023年（同2.1ヵ月前）。その次は2076年。ただし、いつも0.008AU以内。
- ・母彗星はダストトレイルの中にいる可能性大。
  - 理由1. 軌道傾斜角大きい→木星に近づかない→軌道安定。
  - 2. 非重力効果は周期を変えやすい。軌道の方向はあまり変えない。
  - 3. ダストの放出速度&太陽光圧はダストの周期を変える。他はあまり変化しない。
- ・ダストトレイルが地球にぶつかることがある → 母彗星が地球に衝突することもありえる。
- ・彗星が軌道のどこにいるかは不明。数百年前に知られずに通過したかもしれないし、現在接近中かもしれない。
- ・太陽光圧は、ダストの周期を伸ばす。→ 彗星はすでに通過しているという可能性が大きい。  
ただし、こと群は彗星の接近の前にも後にも観測された。

## 衝突の確率

- ・彗星軌道が地球軌道にぶつかるのは20×60年に2回。（トレイルは60年に2回通過。トレイルは地球より20倍太い→彗星軌道が地球に衝突する確率は、トレイルが衝突する確率の1/20）
- ・彗星軌道が地球軌道に2月4日にぶつかる可能性は15%。（1年でトレイルが動く平均距離は0.0026AU。それは地球が0.15日で公転する距離）（・・・ということが書いてあると思われるが、十分理解できていない）
- ・彗星が地球の大きさを通過するのは5分間（公転周期200～10000年に1度）。
- ・1回の衝突に要する年数は、 $1/(2/20/60 \times 0.15 \times 5/60/24/365/200) \sim 850$ 億年に1回（周期200年の場合）。  
周期1万年の場合、4兆2000億年に1回。
- ・(Weissman,2006) のより正確な計算によると、長周期彗星の衝突可能性は、5億回の回帰に1回。  
→ 周期200年で1000億年に1回、周期10000年で5兆年に1回。
- ・長周期彗星の地球衝突はまれな現象。しかし、彗星が十分たくさんあれば起きる。
- ・長周期彗星の衝突は、比較的高速な衝突となる。→ 10km以上のクレーターは3～9%、100km以上のクレーターではもっと多くの比率が、長周期彗星によるものと見積もられる(Weissman,2006)。

## 対策 (?)

- ・「トレイルの軌道上で2月4日に地球軌道に達するところ」を搜索すれば、2～3年の警告期間を与えることができる。
- ・流星のビデオ観測(軌道チェック)を少なくとも60年間行えば、衝突可能性天体 (potentially hazardous comets) の存在を調べられる。

## 注意事項

今回の論文紹介では、こちらの判断で論文記載の順番を変更し、見出しもつけなおしています。



# 2012年の9月のペルセウス群の結果

## 第132回 流星物理セミナー 文責 関口

はじめに、杉本氏より「北アメリカ西部の5ヶ所の観測データを集計したところ、全箇所が同じ時間に増加していました。・・・国内では、「天頂効果」の影響により減少したとも考えられます。SPE群を想定すると、鋭いピークは、9月10日1～2時台(JST)の2時間で推定ZHR<sub>r</sub>=24程度となっています。(グラフ3)他の時間帯は、ほとんど確認ができませんでした。」のメールを見て、日本のTV観測のデータを使用し軌道計算した結果です。

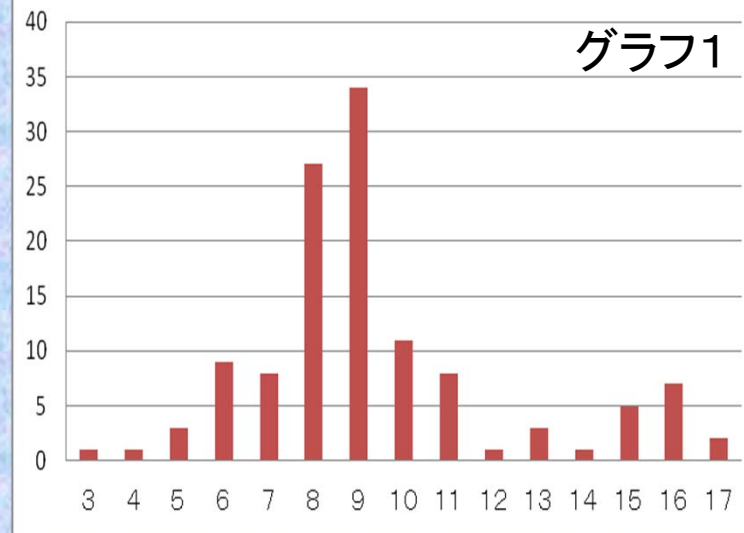
### 1. 同時流星数の変化(グラフ1)

天候にもよりますが、明らかに 8/9日と9/10日は、増加しています。しかも、輻射点が集中しています。(図1)また、輻射点の移動も分かります。(図2) 9/10日の出現分布と光度分布も求めました。明らかに1時から3時頃にピークで2時にピークとなっているようです。(表1)ー1等～1等の流星が多かったです。(表2)

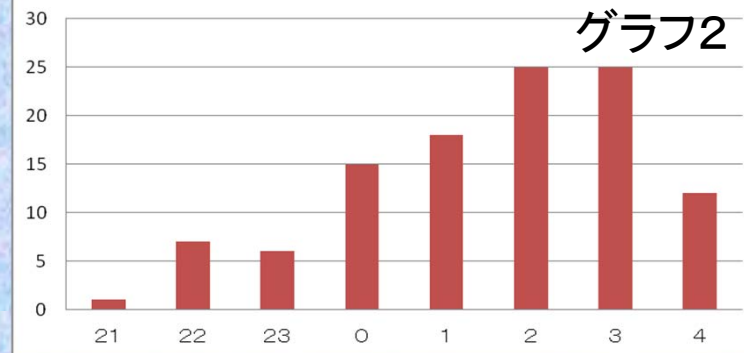
### 2. 単点での変化(グラフ2)

9/10日のみ調べましたが、こちらは、群判定は、不確かな物もあると思われますが。ピークは、2時半から3時半の31個。10分間では、2時から8個。2時50分から7個。3時40分から10個となっています。単点では、3時頃にピークとなっています。

2012年TV観測同時観測結果

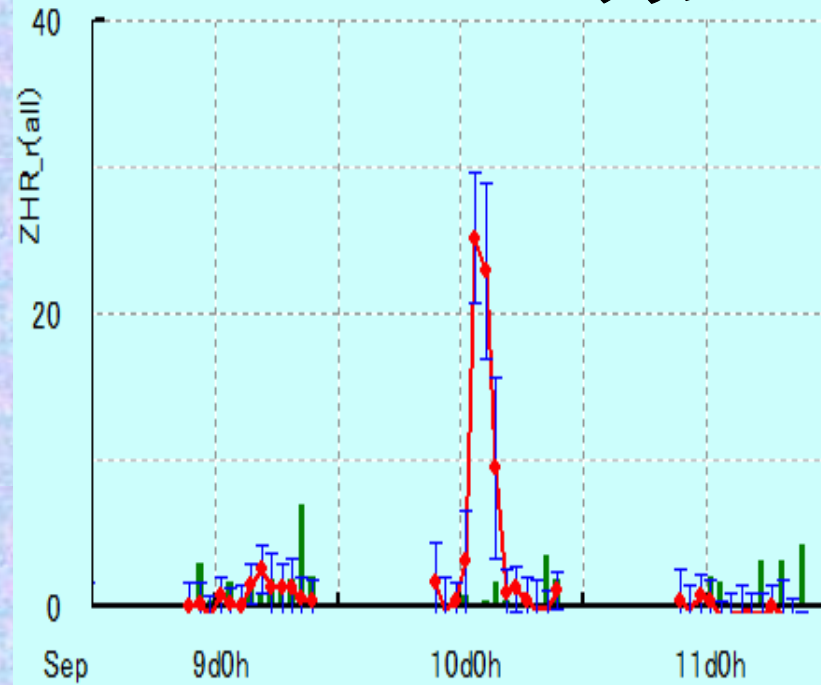


2012年TV観測単点観測結果



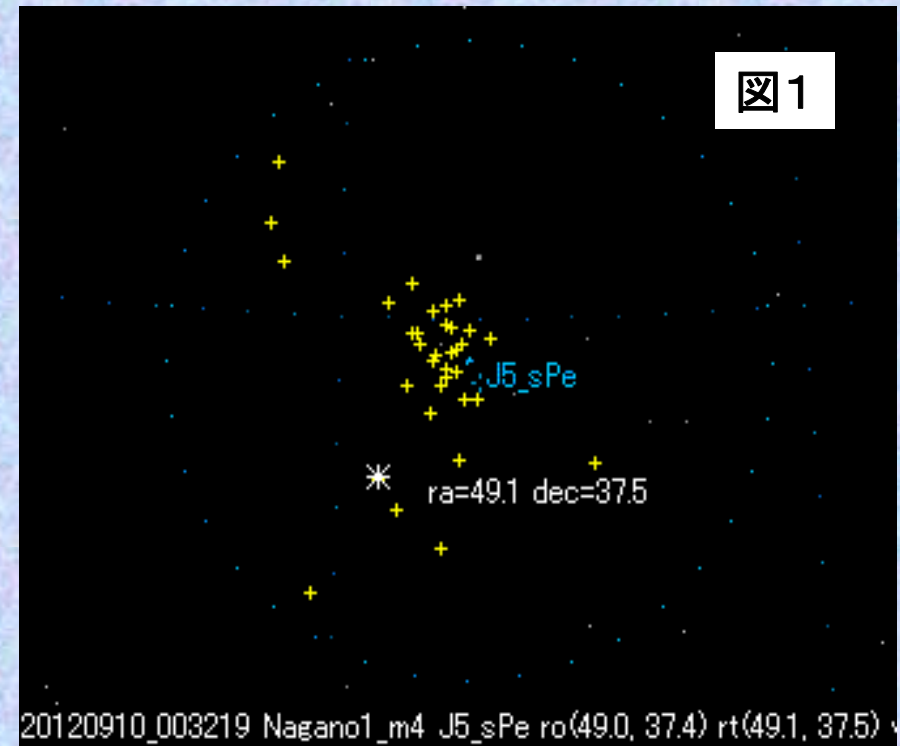
## 2012年杉本氏の電波観測速報結果

グラフ3



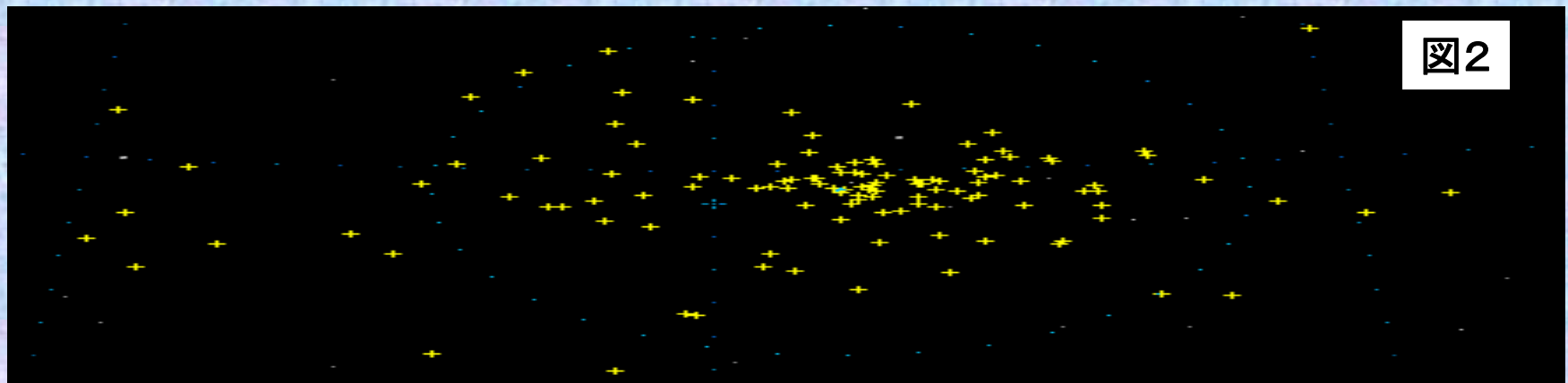
## 2012年9月9／10日の同時流星の輻射点

図1



## 2012年9月3／4日から17／18日のsonotacoネットワークで得られた同時流星より

図2





# 2012年のsonotacoネットワークで得られた同時流星の出現分布と光度分布

9月9／10日の出現分布 TV観測 表1

22	23	0	1	2	3	4
2	1	3	5	11	8	4
		10分おき	20分おき	30分おき	1時間おき	
1:00-1:10		0				
1:10-1:20		3	3			
1:20-1:30		0		3		
1:30-1:40		0	0			
1:40-1:50		2				
1:50-2:00		0	2	2	5	
2:00-2:10		5				
2:10-2:20		0	5			
2:20-2:30		1		6		
2:30-2:40		2	3			
2:40-2:50		0				
2:50-3:00		3	3	5	11	
3:00-3:10		0				
3:10-3:20		1	1			
3:20-3:30		0		1		
3:30-3:40		2	2			
3:40-3:50		4				
3:50-4:00		1	5	7	8	
4:00-4:10		1				
4:10-4:20		1	2			
4:20-4:30		0		2		
4:30-4:40		2	2			

9月9／10日の光度分布 TV観測 表2

-3	-2	-1	0	1	2
1	3	7	7	12	4

2012年9月3／4日～17／18日までの全同時流星の光度分布

-3	-2	-1	0	1	2	3
4	11	31	28	33	16	1

## 2010年の9月のペルセウス群との比較

今までのsonotacoネットワークでは、9月の $\gamma$ アンドロメダ群として注目されていたのですが、2008年のアメリカでの電波とTV観測での突発観測されたことで、9月のペルセウス群の活動の様子がはっきりしました。日本での2008年の結果は、私が、以下のトピックで紹介しています。また、2010年には、日本でも火球が多く観測され、上田氏が以下のようにまとめています。

2010年の9月ペルセウス座 $\epsilon$ 流星群は、2010年9月1日から25日の間に同時流星で軌道計算できたものが95個あった。それらから、輻射点、速度が次のように求った。

$$\alpha = 50.30^\circ + 0.97343 (\lambda 170^\circ) \pm 2.2^\circ$$

$$\delta = +39.35^\circ + 0.06174 (\lambda 170^\circ) \pm 1.6^\circ \quad (\text{J2000.0})$$

$$V_g = 64.08 - 0.02743 (\lambda 170^\circ) \pm 1.6 \text{ km/s}$$

2010年9月13日(太陽黄経 $\lambda 170^\circ$ )での位置は、修正輻射点 $\alpha 50.3^\circ$   $\delta +39.4^\circ$  地心速度 $V_g$  64.1km/sであった。光度分布をみると、同群は-7等や-6等の火球クラスのものが出ていたことがわかる。

今年は、火球よりも1等の流星が多く出現したことになります。以下にsonotacoネットワークのHPに関連記事があります。

2012年分 <http://sonotaco.jp/forum/viewtopic.php?t=2826>

2010年分 <http://sonotaco.jp/forum/viewtopic.php?t=2353>

2008年分 <http://sonotaco.jp/forum/viewtopic.php?t=1811>

2010年9月、SPE群の光度分布

絶対光度	SEP数	SPO数
-8		1
-7	2	1
-6	5	1
-5	3	8
-4	9	41
-3	28	129
-2	15	264
-1	18	403
0	8	298
1	7	121
2		38
3		2
合計	95	1307
平均等級	-2.32	-1.03



## 最微等級と眼視流星数の関係（2013年版）

重野好彦

明治大学天文部は2010年からエリア法による最微等級目測を行っている。図1を見ると2010年の観測では、最微等級の暗い観測者ほど眼視流星数が多いことが分かる。しかし、図2を見ると2013年の観測では、この傾向が無くなってしまった。最微等級の目測が周りの観測者に影響されることは少ないと思われるので、眼視流星数が周りの観測者に影響されたことが主な原因と考えられる。

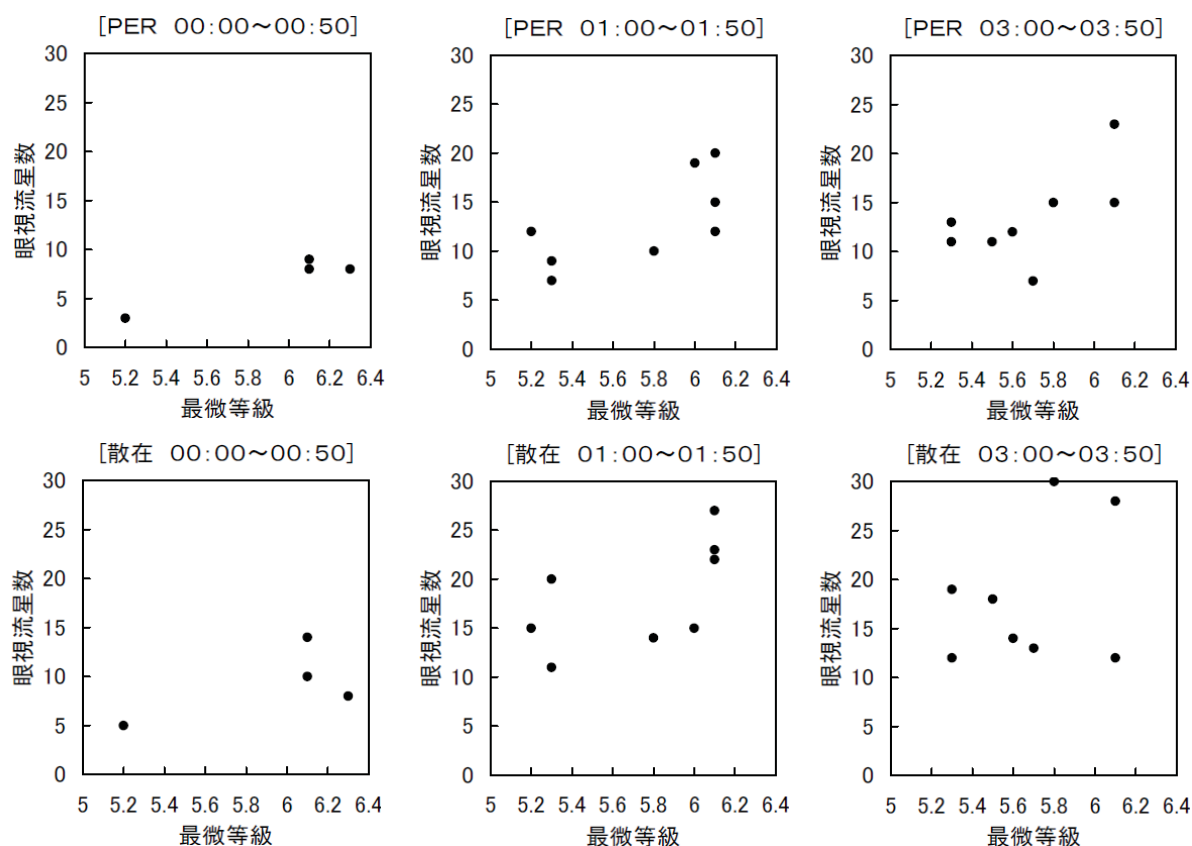


図1. 最微等級と眼視流星数の関係（2010.08.09/10の観測者数の多い時間帯のみを調べた）

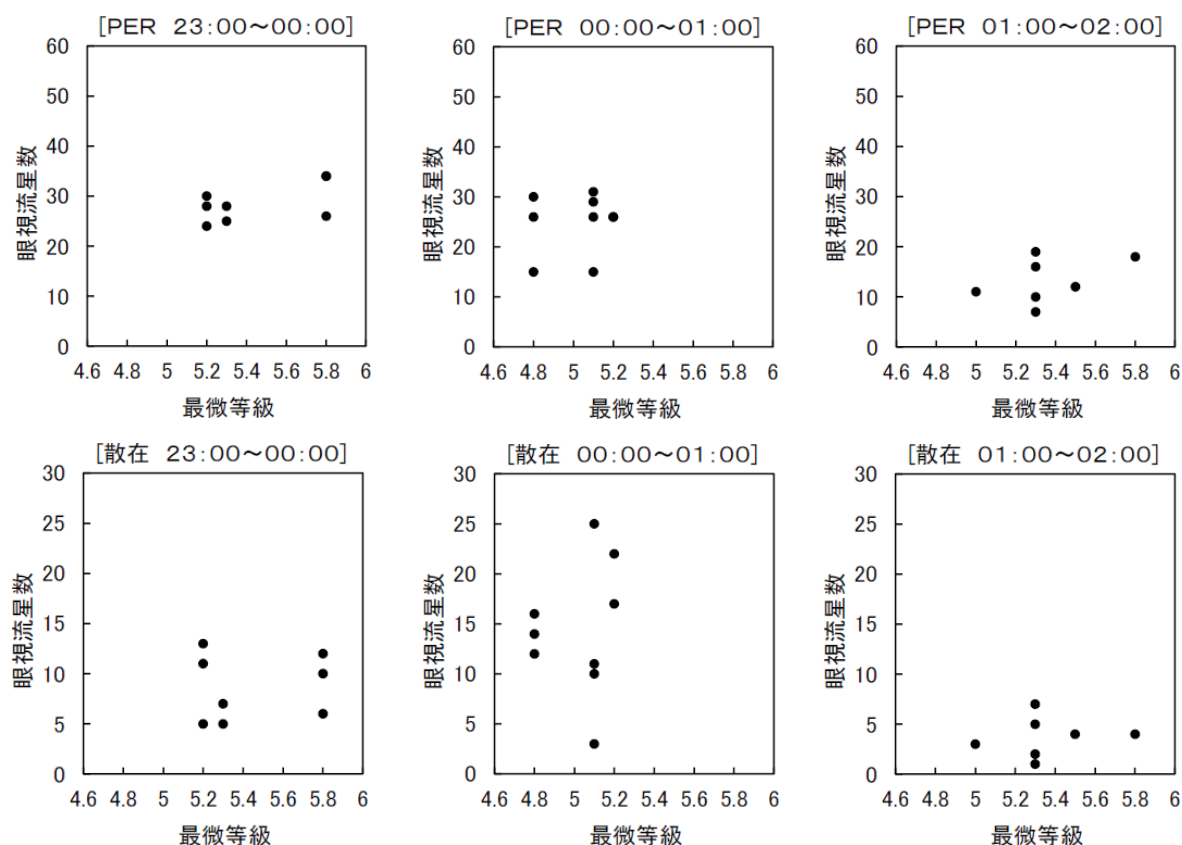


図2. 最微等級と眼視流星数の関係（2013.08.12/13の流星数の多い時間帯のみを調べた）

## 東海大学天文学宇宙同好会の流星観測再開について

東海大学天文学宇宙OB会  
野島 康宗

### 1. 東海大学天文学宇宙同好会の紹介

会の名称 : 東海大学天文学宇宙同好会 (略称 TUD) 大学公認サークル  
発足年 : 昭和42年(1967年)  
活動拠点 : 東海大学湘南キャンパス (神奈川県平塚市北金目)  
工学部航空宇宙学科附属湘南天文台(第2実験実習棟3階)  
日本光学工業 20cm 屈折望遠鏡  
一般サークルのため、部室の貸与なし



写真1. 天文台ドーム (キャンパス外から撮影)

会員数 : 90余名  
代表者 : 委員長

沿革 : 昭和42年(1967年) 発足 (初代委員長: 越智裕男氏)  
昭和45年(1970年)頃 大学天文連盟に加盟  
昭和46年(1971年) 流星班発足 (初代班長: 早川典氏)  
昭和47年(1972年) 第2実験実習棟(昭和42年竣工)増築 天文台設置  
この頃までに7班体制確立  
太陽、惑星、流星、変光星、天体写真、新天体、宇宙構造  
昭和48年(1973年) 大学天文連盟 事務局校 (事務局長: 鈴木正治氏)  
大学天文連盟解散まで事務局校を9回務める  
昭和54年(1979年) 大学天文連盟 流星分科会長に TUD 会員 (徳永健氏)  
大学天文連盟解散まで5名務める  
平成6年(1994年) 五日市 OB 観測所(東京都あきるの市乙津)廃止  
ドームは明治大学足柄観測所プレハブ隣に移転  
平成8年(1996年) 太陽班活動停止  
この頃から会の活動が低迷してくる  
平成9年(1997年) 流星班活動停止、神話班発足  
平成10年(1998年) この年を最後にペルセウス座流星群観測会は中断  
平成11年(1999年) 新天体班活動停止  
平成12年(2000年) 宇宙構造班活動停止  
大学天文連盟解散  
この年に入学した会員は卒業時に3名のみまで減少



平成16年(2004年)	ハヶ岳遠征帰路中に死亡交通事故 建学祭を取り止めるなど活動一時停止 ※ 再発防止策で自動車使用の遠征がほぼ不可能に
平成19年(2007年)	定期遠征を再開 ※ 遠征先はこれまでの富士山から天城高原がメインに
平成23年(2011年)	宇宙構造班、太陽班活動再開
平成24年(2012年)	14年振りにペルセウス座流星群観測会実施
平成25年(2013年)	流星班活動再開

卒業生 : 東海大学天文宇宙 OB 会が組織されている  
 天文業界で活躍する卒業生多数  
 科学館勤務、宇宙関連産業従事  
 天文学研究者（天文学で博士号取得者）  
 天文ガイド観測ガイドの執筆  
 天体写真フォトコンテストの常連、日食ハンターなど

## 2. 流星観測の再開

昭和41年(1971年)に流星班が発足して以降、少数ながらも毎年コンスタントに班員が存在していた。しかし、平成9年(1997年)に流星班の4年生卒業後は班員数ゼロになり、流星観測会はほとんど開かれることはなかった。昨年、ペルセウス座流星群の観測会を開く話がOB間で持ち上がり、学生を連れて観測合宿を開催し、これを契機に中～大型流星群の観測会が開かれるようになった。

### 平成24年(2012)年 ペルセウス座流星群観測会

日程：8/11～13(2泊3日)

場所：長野県下伊那郡阿智村浪合 銀河もみじ平キャンプ場

参加者：OB 3名、学生 10名 計13名

OBの企画により開催

キャンプ場予約から流星観測指導までOB主導で実施

極大夜(2晩目)が晴れ、観測実施

### 平成24年(2012)年 オリオン座流星群観測会

日程：10/20～21(1泊2日)

場所：足柄観測所(神奈川県足柄上郡大井町柳)

参加者：OB 1名、学生 11名 計12名

ペルセウス座流星群観測会に参加した学生の要請

天候に恵まれて観測実施

### 平成24年(2012)年 しし座流星群観測会

日程：11/17～18(1泊2日)

場所：金目親水公園(神奈川県平塚市北金目) 東海大学近所

参加者：学生 6名

現役生のみで観測会実施

雲が多く観測は80分のみ。

### 平成24年(2012)年 ふたご座流星群観測会

日程：12/14～15(1泊2日)

場所：金目親水公園(神奈川県平塚市北金目)

参加者：学生 9名

現役生のみで観測会実施

4等前半の最微だったが、多くの流星を捉えることが出来た。

### 平成25年(2013)年 しぶんぎ座流星群観測会

日程：1/3～4(1泊2日)

場所：南足柄市運動公園(神奈川県南足柄市怒田)

参加者：OB 2名、学生 3名

晴れ間が出たのが夜遅く観測開始は2:30から。極大が日中帯で月明かりもあり流星数は少なめ。

### 平成25年(2013)年 ペルセウス座流星群観測会

日程：8/12～14(2泊3日)

場所：長野県下伊那郡阿智村浪合 銀河もみじ平キャンプ場

参加者：OB 1名、学生 6名 計7名

予約から運営まで学生にて実施

2晩のうち極大夜の観測実施。

※ このほか、今年のみずがめ座  $\delta$  南流星群の観測会も計画したが、悪天候にて中止。



### 3. 観測方法

学生の観測歴が浅いため、気軽に流星に親しんでもらうことを目的に、個人計数観測に絞って行うことにした。また、観測方法や集計方法は以前から大天連で慣例的に行われてきた方法から改めた。以前との違いについて表1にまとめた。

表1. 以前との流星観測の比較

	以前の流星観測	再開後の流星観測
観測方法	団体計数観測 写真同時観測 FM 電波観測(～1989年頃まで)	個人計数観測(さぐり書き)
観測対象	しぶんぎ みずがめ $\delta$ 南 ペルセウス オリオン しし ふたご (おうし：大天連3年生)	しぶんぎ みずがめ $\delta$ 南(計画のみ) ペルセウス オリオン しし ふたご
最微光星の計測	見た目(カン)	エリア法
集計方法	小楨 F	光度比使用
観測地 (ペルセウス群以外)	足柄峠 足柄観測所(1995年～) 湘南キャンパス内 檜原村ヘリポート(1994以前の QUA)	足柄観測所(最微5等前後) 金目親水公園(最微4等前半)

再開後の個人計数観測の記録は「さぐり書き」を採用している。以前の流星観測時は記録担当を設けていたが、流星観測にそれなりのスキルが必要、出来るだけ流星を見てもらいたい、各個人で記録することを身につけてもらいたいという考えから、「さぐり書き」を採用した。

流星の概要、観測方法や集計方法を「流星観測の手引き」としてまとめ、学生に配布している。

なお、以前も現在も、流星観測は50分観測・10分休憩を1ラウンドとして実施している。

## 4. 観測結果

### (1) ペルセウス座流星群 (2012年)

学生10名(1~3年生)参加したが、初めての流星観測ということもあり、雲量や最微や群判定などをともに記録できた者は2名しかいなかった。図1に ZHR と HR を示す。r は1.6で計算し、以後同様。

極大太陽黄経：140.0度

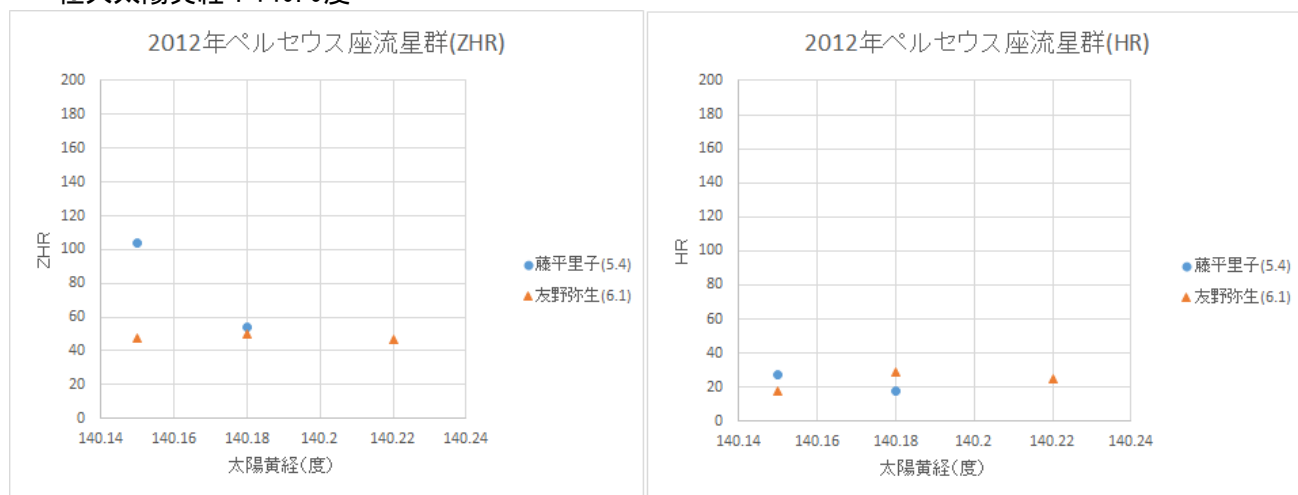


図1. 2012年ペルセウス座流星群推移 (凡例括弧内は平均最微等級 以後同じ)

### (2) オリオン座流星群 (2012年)

2度目の観測ということもあり、探り書きによる記録が出来ていた。また、ペルセウス座流星群観測会に参加した3年生には、おうし南北群、ふたご  $\epsilon$  群の群判定も課した。

オリオン群は低調な出現で、2時台はおうし群(HR:5)の出現の方が目立った。ふたご  $\epsilon$  群については、HR1~2程度だった。

極大太陽黄経：208度

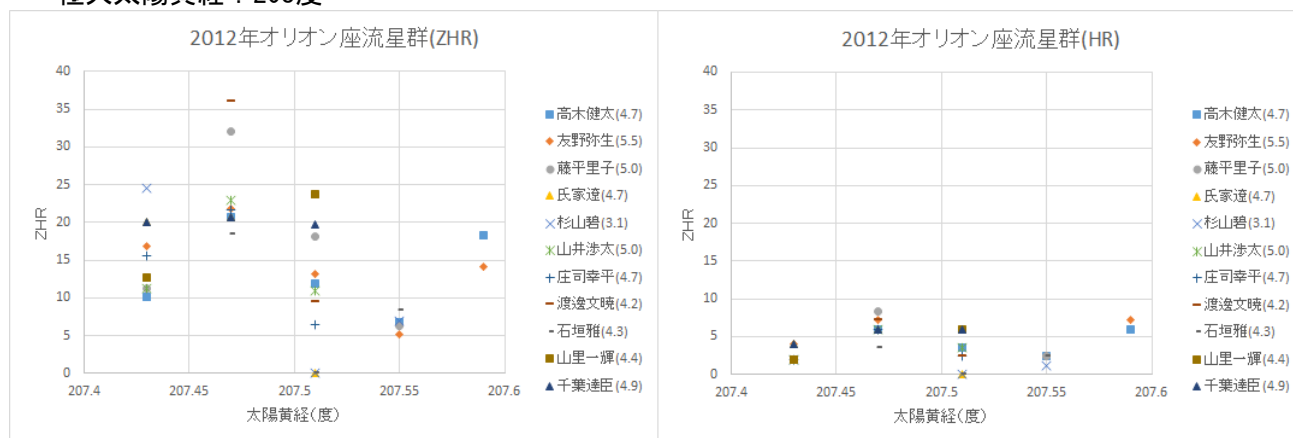


図2. 2012年オリオン座流星群推移



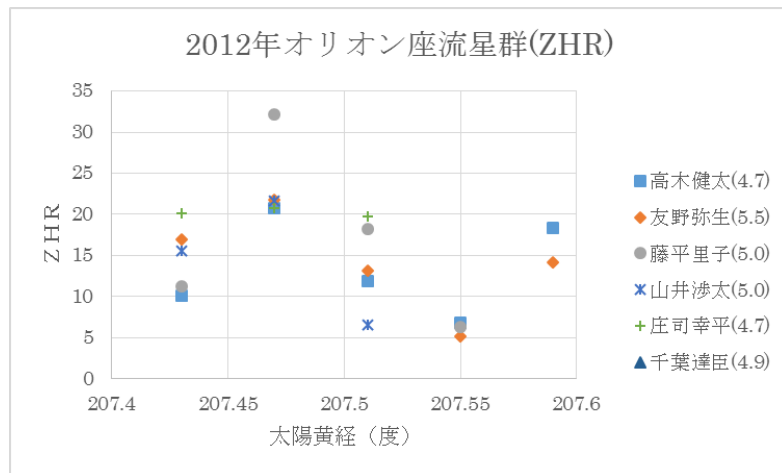


図3. 2012年オリオン座流星群推移 (平均最微4.5等以上抜粋)

### (3) しし座流星群(2012年)

光害の大きい大学周辺で観測したことや、天候不良で雲量が多かったこともあり、まともな結果を残すことは出来なかった。HR 最大でも4。グラフは省略。

### (4) ふたご座流星群(2012年)

光害の大きい大学周辺でも最大で HR60を超える大きな出現で、用意した採り書き用紙が不足、裏面に記載して対応した。学生たちも舐めてかかると反省したほど。最微等級に個人差に大差は無かったが、図4からも言えるように、個人による捉える差が大きくなった。

極大太陽黄経：262.2度

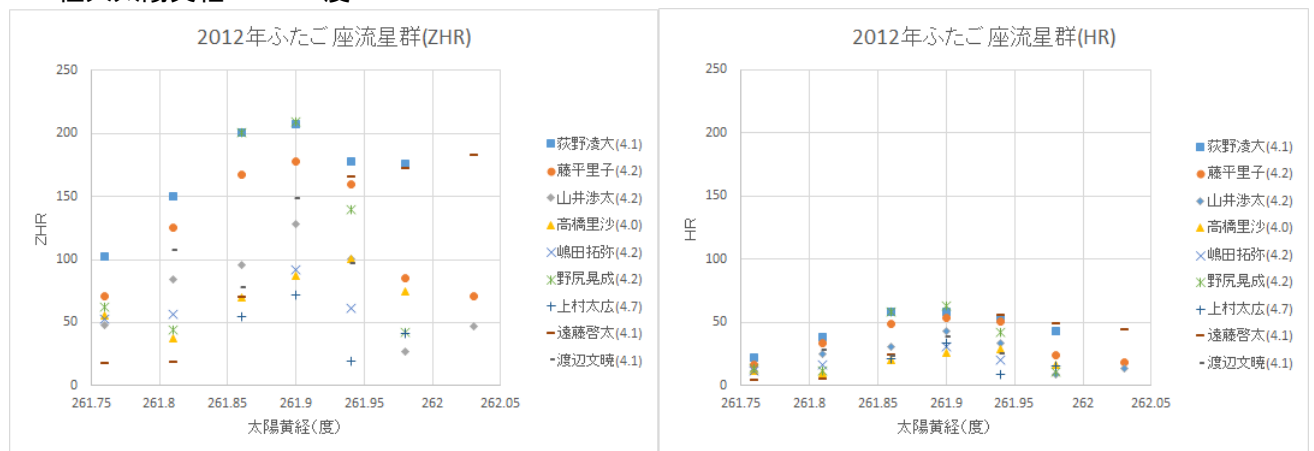


図4. 2012年ふたご座流星群推移

(5) しぶんぎ座流星群(2013年)

正月のため、神奈川県在住の学生のみで参加者は少なめだった。天候不良もあり、晴れてきたのはかなり遅い時間になってから。極大時刻から離れていたことや、月明かりで最微はやや悪かったことから、出現数は低調だった。

極大太陽黄経：283.16度

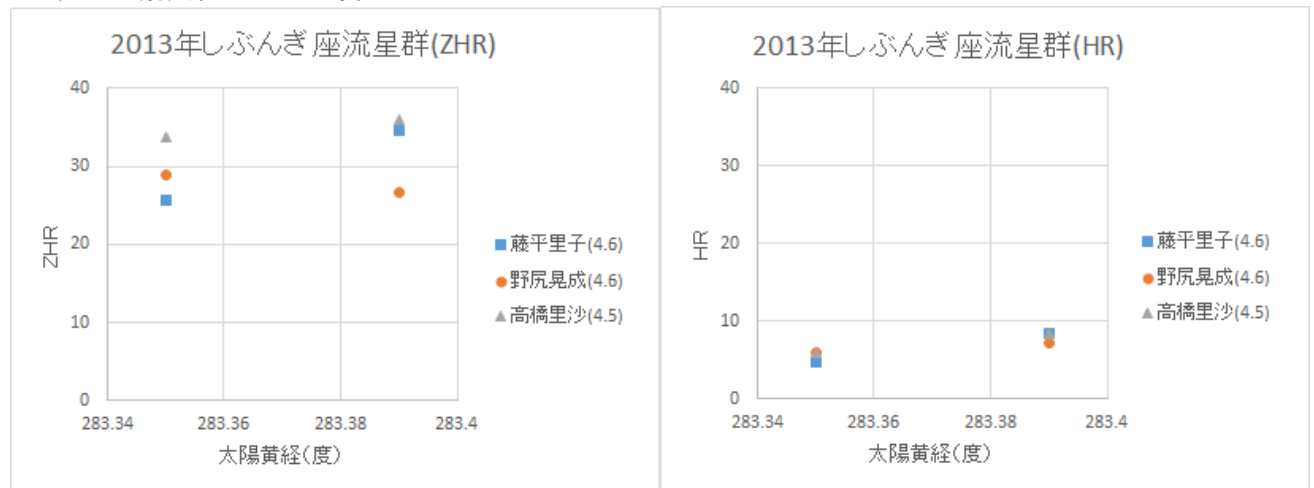


図6. 2013年しぶんぎ座流星群推移

(6) ペルセウス座流星群(2013年)

極大が未明の時間帯だったこともあり、昨年よりも多くの流星を捉えることが出来た。観測時間を通してほぼ快晴だったが、高湿度で空が若干にじん で透明度がやや悪く、最微等級は5等前半にとどまった。また、流星群の前評判が高かったが、出現数はそれほど伸びず、マイナス等級の明るい流星はあまり見られなかった。

極大太陽黄経：140.0度

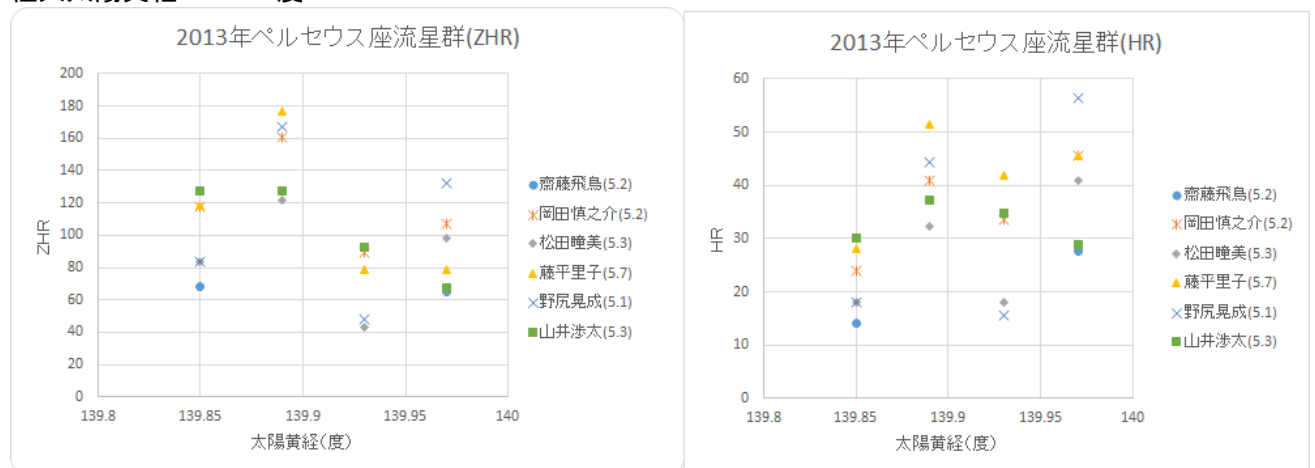


図7. 2013年ペルセウス座流星群推移



## 5. 再開後の状況について総括

昨年のペルセウス座流星群の観測は、初めての流星観測だったこともあり、集計できるレベルの結果を残せたメンバーはわずかだった。そのため、後日流星観測の反省会を設け、観測時に回収した探り書き用紙を返却するとともに、参加者個別に説明を行った。

その後の流星観測については、個人差があるもののおおむね観測としては成立しており、学生間で未経験者に対する指導もスムーズに行われ、観測会の運営も学生自ら行っている。

これらの結果として、学生自ら流星班の復活に動き、本年の活動再開にこぎ着けることができた。

## 6. 課題

- ・ 眼視観測における等級の見積もり。
- ・ 流星に関する知識の向上。
- ・ 観測しっぱなしで、結果に対する考察が出来ていない。
- ・ 年度が始まってから最初の中～大型流星群が梅雨明け後のみずがめ  $\delta$  南群であり、新入生の流星班への囲い込みが難しい。
- ・ 多様な観測方法のへの挑戦。
- ・ 実験実習棟の老朽化と19号館建設問題。

## 7. 参考

1996年ペルセウス座流星群観測結果

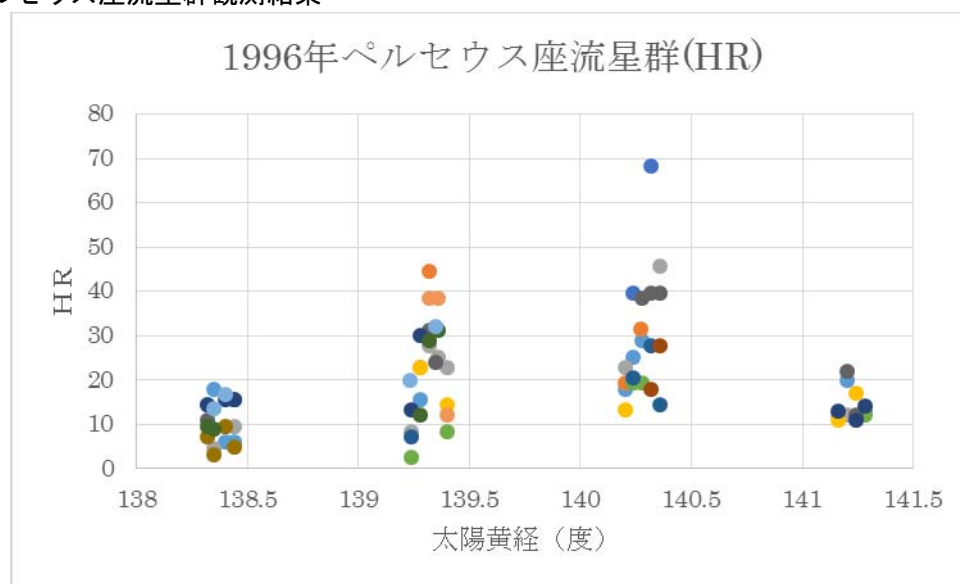


図8. ペルセウス座流星群推移

## 火球パトロールの試行

2024.02.02 MSS 泉 潔

2013年9月より、デジタル一眼+魚眼レンズによる火球パトロールを始めた。  
目的は、隕石落下を伴うような大火球の対地経路計算の他点観測の補助データを提供することと、おうし群のレゾナンスに伴う火球増加など、眼視観測データと共に明らかにすることである。

長期にわたりコンスタントに行わないと収穫は得られないので、撮影後の画像チェックの時間を極力、短縮したい。また、カメラのセッティングや回収なども迅速に行いたい。この点に関して模索中である。自宅の庭にカメラを置いているので視界はあまり良くなく、周辺の障害物などで、全天の8割弱が撮影されている。火球の高度を100kmとすると、群馬を中心に半径300km位上空に出現した火球なら捕らえられることになる。北は新潟、福島、西は長野、静岡上空位までである。光害もあり、眼視最微等級が5等級位なので、絞りもISO3200で、F4以下は無理であると思われる。現在までに撮影出来た火球は以下のとおりである。

なお、画像チェックはカメラのモニターで行い、火球撮影画像は、パソコン、ipad に保存している。

撮影地：群馬県渋川市渋川（自宅）

撮影機材 CanonEOS 60D シグマ8 mmF4.0-5.6 露出60s インターバル5s

NO	出現時刻（± 30s）	光度	群	他
1	2013,11,05 03:22:21s	－4		
2	2013,11,06 04:55:26s	－4		
3	2013,11,06 04:15:21s	－2		
4	2013,11,06 02:44:21s	－3	TauN	
5	2013,11,11 04:33:44s	－2		
6	2013,11,11 05:20:19s	－3		
7	2013,11,14 02:21:29s	－3	TauS	
8	2013,11,27 01:39:29s	－3	TauS	下田氏と同時
9	2013,11,26 22:20:02s	－3		
10	2013,12,25 22:24:58s	－3		下田氏など3点同時
11	2013,12,29 05:29:09s	－2		

2013年9月－2013年12月

総露出時間：5081m 撮影火球11個 1個／7.7時間



## 最微等級と眼視流星数の関係（ペルセウス群とふたご群の比較）

重野好彦

明治大学天文部は2010年からエリア法による最微等級目測を行っている。図1を見ると2010年のペルセウス群の観測では、最微等級の暗い観測者ほど眼視流星数が多いことが分かる。しかし、図2を見ると2013年のふたご群の観測では、この傾向がはっきりしない。ふたご群の観測は最微等級が約1等明るい、明暗のレンジが狭いことなどが原因と思われる。

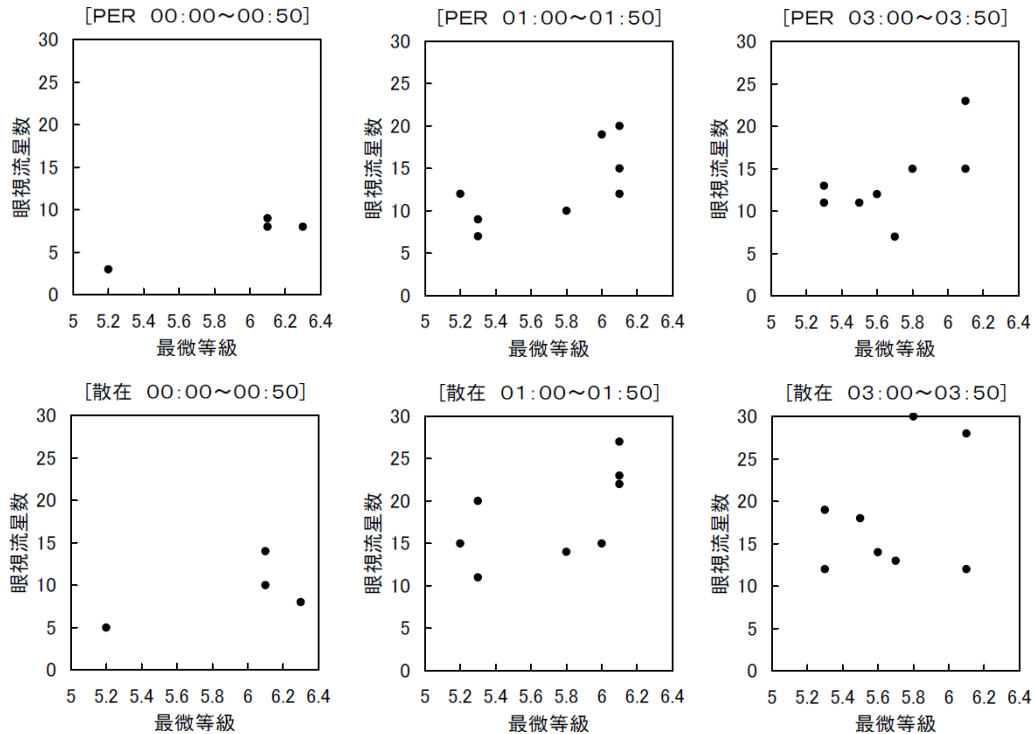


図1. 最微等級と眼視流星数の関係（2010. 08. 09/10の観測者数の多い時間帯のみを調べた）

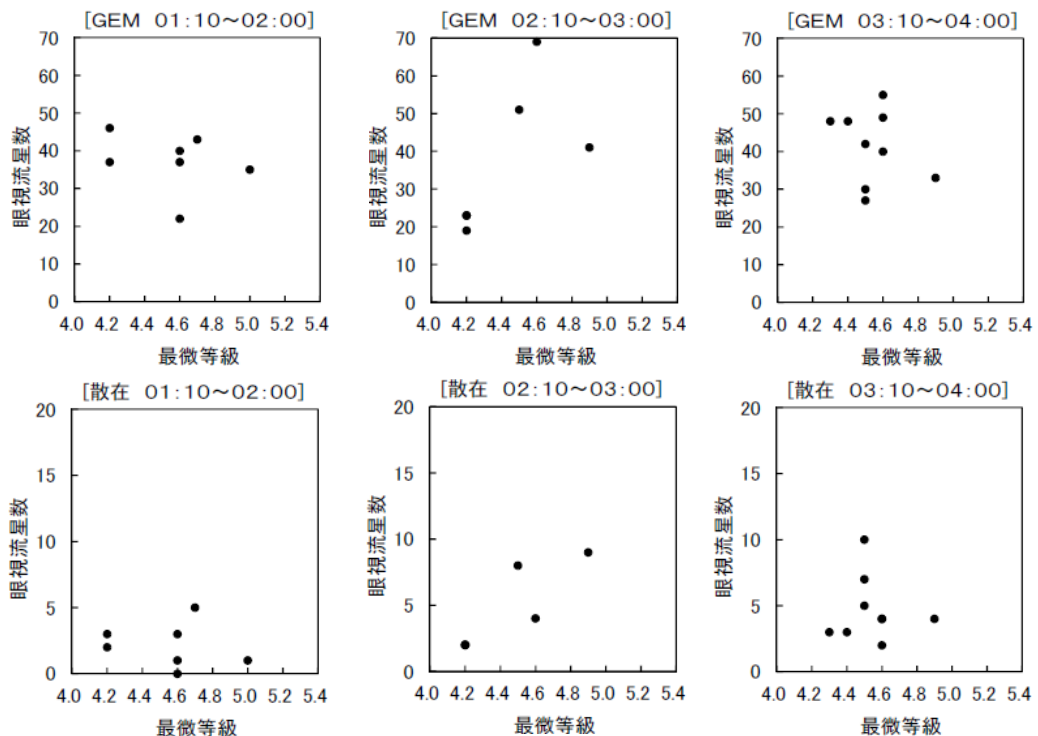


図2. 最微等級と眼視流星数の関係（2013. 12. 13/14の流星数の多い時間帯のみを調べた）

## ペルセウス座流星群の眼視観測報告

信太 一那、岩田 彩花（中等 4） 島 匠、石井 奏人、阿部 海舟、多田 菜々子（中等 5）

【東京大学教育学部附属中等教育学校天文部】

### 1. はじめに

私たちは 8 月 12 日～8 月 13 日にかけて、ペルセウス座流星群の眼視観測と撮影を行った。初めて流星観測を行うという人がほとんどで、眼視観測のデータは信憑性に欠けるが、天候には恵まれ、観測を行った 2 日共快晴であった。今回はペルセウス座流星群の眼視観測の報告である。

### 2. 観測方法

観測場所：長野県松本市安曇スポートピア乗鞍

#### ○計数観測

8 月 12 日、8 月 13 日の 2 日間とも、計数観測を行った。8 月 12 日は東西南北天頂にわかれ、4 人の観測者と記録者 1 人で、8 月 13 日は 8 月 12 日のメンバーと、活動が活発になると考えられる明け方に 4 名ほど観測者を増やして観測を行った。流星の出現時刻、発光時間、光度、色、痕の有無、群流星か散在流星かを記録した。ベガを 0 等星、デネブとアルタイルを 1 等星とみて観測した。

8 月 11 日～8 月 12 日の暦

日没	18 : 37
薄明終了	20 : 11
月の出	8 : 54
月没	20 : 40
日の出	4 : 56
薄明開始	3 : 23
月齢	4.2

8 月 12 日～8 月 13 日の暦

日没	18 : 36
薄明終了	20 : 09
月の出	09 : 55
月没	21 : 16
日の出	4 : 57
薄明開始	3 : 24
月齢	5.2

### 3. 観測結果

眼視観測による流星群の出現の様子についてまとめたものを、以下に表す。

表 1 : 0 時から 4 時までの HR

時間 (hh:mm:ss)	8 月 12 日	8 月 13 日
00:00:00～00:59:59	25	80
01:00:00～01:59:59	41	98
02:00:00～02:59:29	59	105
03:00:00～03:59:59		121

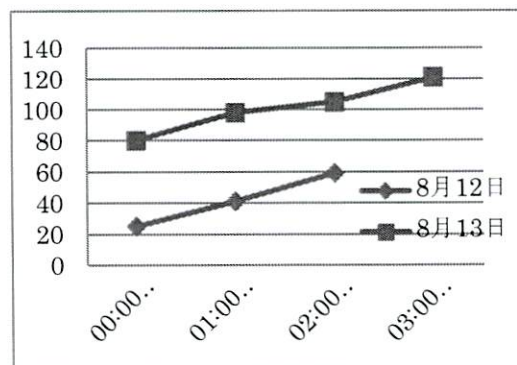


図 1 : 表 1 のグラフ

最微 6.2 雲量 0



表 2：8 月 13 日の光度分布

時間 (hh:mm:ss)	3 等級	2 等級	1 等級	0 等級	- 1 等級	- 2 等級	- 3 等級
00:00:00～00:59:59	1	17	26	20	15	0	0
01:00:00～01:59:59	0	16	39	25	13	3	0
02:00:00～02:59:29	0	16	29	39	18	3	0
03:00:00～03:59:59	0	23	48	31	16	3	0

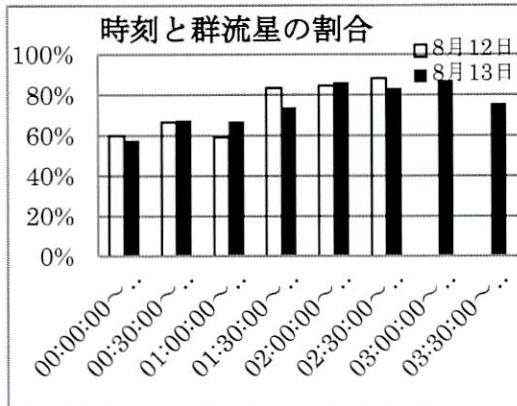


図 2：30 分ごとの群流星数/全流星数

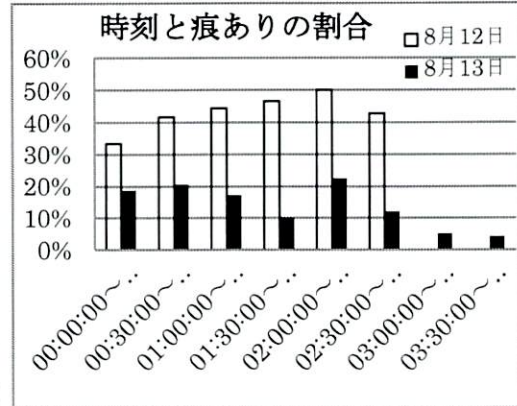


図 3：30 分ごとの群流星痕あり/群流星数

#### 4. 考察

- ・表 1 より、極大日の観測データの最大 HR121 に対し、予想が HR70 であった。  
→観測条件が良いことに加え、ペルセウス座流星群の活動が活発であったのでは。
- ・図 1 より、両日とも明け方にかけて出現流星数が増加していることが分かる。  
→明け方にかけてペルセウス座が天頂付近に昇ってくるためと考えられる。
- ・表 2 より、火球は観測されなかったが、明るい流星も出現した。
- ・図 2 より、HR と同じく群流星の割合が明け方に増加している。  
また、群流星の割合が両日で大差ないことがわかる。
- ・図 3 より、活動が活発になると予想されていた 8 月 13 日の 3 時から、痕ありの群流星の割合が極端に低い。  
→薄明が始まり、痕が見えにくくなっていったと考えられる。

#### 5. 今後に向けて

眼視観測については、各観測者の技術を向上することが課題である。

今後は、観測されたデータと撮影された流星写真を合わせて、放射領域を検出する予定である。

#### 6. 参考文献

- ・天文年鑑編集委員会 「天文年鑑 2013 年版」(誠文堂新光社)
- ・国立天文台「ペルセウス座流星群」 <http://www.nao.ac.jp/astro/sky/2013/perseids.html>

## ペルセウス座流星群の眼視観測報告

信太 一那、岩田 彩花(中等4)島 匠、石井 奏人、阿部 海舟、多田菜々子(中等5)  
【東京大学教育学部附属中等教育学校 天文部】

## 研究目的

- 眼視観測の可能性を探る
- HRの予測値と差を調べる
- 放射領域の割り出しを行い、予測値との差を調べる
- 今後の観測のために、観測方法を確立させる。

## 観測方法

### <計数観測>

東西南北天頂に分かれて流星の出現時刻、発光時間、光度、色、痕の有無、群流星か散在流星かを記録した。

ベガを0等星

デネブ、アルタイルを1等星とした。

## 観測情報

- 機材  
カメラ:Nikon D5000      レンズ:35mm
- 観測期間  
8月11日～8月13日 0時～3時(4時まで)
- 観測場所  
長野県松本市スポーティア乗鞍  
(緯度:36、経度137)



## 眼視観測

表1: 8/12と8/13の0時～4時までのHR

時間(hh:mm:ss)	8月12日	8月13日
00:00:00～00:59:59	25	80
01:00:00～01:59:59	41	98
02:00:00～02:59:29	59	105
03:00:00～03:59:59		121

図1: 表1のグラフ化

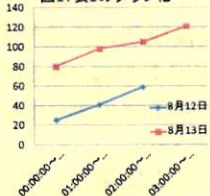
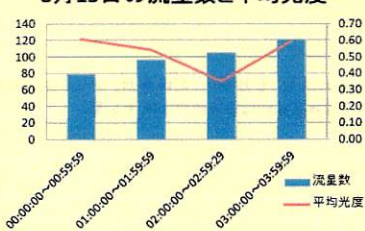


表2: 8/13の0時～4時までの光度分布

時間(hh:mm:ss)	3等級	2等級	1等級	0等級	－1等級	－2等級	－3等級
00:00:00～00:59:59	1	17	26	20	15	0	0
01:00:00～01:59:59	0	16	39	25	13	3	0
02:00:00～02:59:59	0	16	29	39	18	3	0
03:00:00～03:59:59	0	23	48	31	16	3	0

時間 (hh:mm:ss)	流星数	平均光度
00:00:00～00:59:59	79	0.61
01:00:00～01:59:59	96	0.54
02:00:00～02:59:29	105	0.35
03:00:00～03:59:59	121	0.60

8月13日の流星数と平均光度



## 結果

- 表1より、極大日の観測データの最大HR121に対し、予想がHR70であった。
- 図1より、両日とも明け方にかけて出現流星数が増加していることが分かる。
- 表2より、火球は観測されなかったが、明るい流星も出現した。

## 放射領域

- ①眼視観測データと流星の写った写真から、群流星の写った写真を探す。
- ②星図(心射図法)に群流星をプロットする。
- ③カメラの写真のゆがみは、ステラナビゲーター8を使用し処理した。
- ④プロットした群流星の軌道を延長する。

流星番号	出現時間
No.1	23:51:40
No.2	24:40:27
No.3	25:03:21
No.5	25:54:06
No.6	26:14:10
No.7	26:53:40
No.8	27:07:40
No.9	27:09:16
No.10	27:09:16



求めたペルセウス座流星群の放射領域は、  
赤経: 03h21m11.64s 赤緯: +59° 10' 04.3"

オーストラリアでの“みずがめ座  $\eta$  流星群”の観測

柳 信一郎

みずがめ座  $\eta$  流星群の観測を目的とした海外遠征はこれで 3 回目になる。今年(2014 年)はオーストラリア・ケアンズ近郊のアサートンという町で流星観測を行った。本報告では全天計数観測の結果をまとめると共に、1987 年、1989 年の観測結果と比較した。

## 1. 遠征の記録

今年(2014 年)を含めた過去 3 回の海外遠征は次の通りである。

1987 年 4 月 30 日～5 月 10 日 (このうち観測したのは 3 夜)

重野氏を隊長にして 6 名が遠征。メルボルン近郊のモアマ(Moama)とウォンブータ(Wamboota)に分かれて 4 連カメラ 2 セットを用いて 2 地点同時観測を行った。

柳はラムカ観測(眼視観測)を行った。以下は柳の観測地のデータである。

2/3, 4/5 Wamboota E144°34'09" S35°54'13" H=92m

5/6 Moama E144°44'56" S36°06'04" H=97m

1989 年 4 月 27 日～5 月 7 日 (このうち観測したのは 3 夜)

重野氏を隊長にして 7 名が遠征。内陸部のマウント・アイサ(Mt. Isa)で 4 連カメラ 2 セットを用いて 2 地点同時観測を行った。

柳はラムカ観測(眼視観測)を行った。以下は柳の観測地のデータである。

2/3, 4/5, 5/6 Mt. Isa E139°23'58" S20°57'36" H=400m

2014 年 5 月 3 日～5 月 8 日 (このうち観測したのは 2 夜)

家族旅行という形で 2 名で遠征。ケアンズ近郊のアサートン(Atherton)で全天計数観測を行った。

4/5, 5/6 Atherton E145°28'43" S17°14'10" H=770m

## 2. 観測結果

以下に 2014 年の観測結果を示す。

時刻は日本時間(JST)で表示する。現地時刻は日本時間+1 時間(UT+10h)である。

観測方向は天頂で、記録はさぐり書きで行った。

DATE	JST	Time	aM	Spo	$\eta$ Aqr	Lm	CL	Dir
May 2014								
04/05	03:00-03:30	30	19	5	14	5.5	0	Z
04/05	03:30-04:00	30	27	9	18	5.2	0	Z
04/05	04:00-04:30	30	15	8	7	4.5	0	Z
05/06	02:30-03:00	30	44	24	20	5.5	0	Z
05/06	03:00-03:30	30	31	14	17	5.0	0	Z
05/06	03:30-04:00	30	28	10	18	4.7	0	Z
05/06	04:00-04:30	30	51	16	35	4.5	0	Z

1 日目と 2 日目で最微等級(Lm)がほぼ同じだったのに、散在流星の数が大きく異なってしまった。主たる原因は慣れない南天の星座だったので、群判定を間違えたためだと思う。



### 3. これまでの観測結果との比較

1987年, 1989年, 2014年の観測結果を比較する。

1987年, 1989年は空の一部を区切って“ラムカ観測”を行ったが、本報告ではこの時に記録されたラムカ外の流星も含めて全天計数観測とした。

光度比は1987年に求めた 1.57 と仮定した。

図-1 に太陽黄径と ZHR の関係を示す。

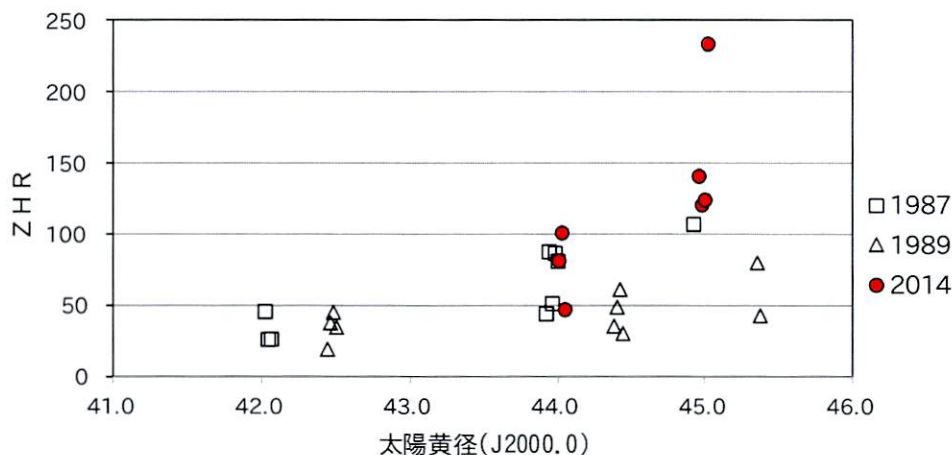


図-1 太陽黄径と ZHR の関係

図-1 によれば今年(2014年)の活動規模は1987年と同等だったと思われる。

しかしプロット状況から判断すると、輻射点の高度補正が充分であったとは思われない。

図-2 では補正を行う前の流星数、すなわち観測された群流星の1時間あたりの個数(HR)で比較する。但し観測は30分ごとに区切り、時間補正を行っている。(1987年5月5/6日だけは60分の観測記録を用いた。)

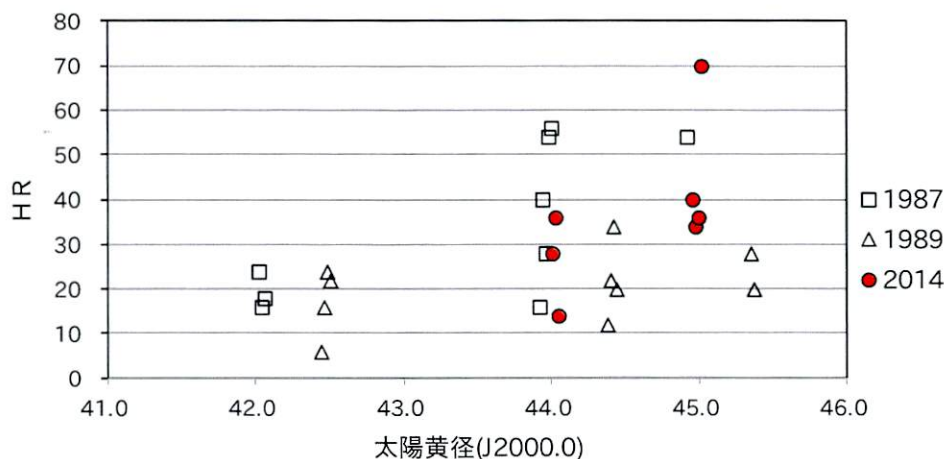


図-2 太陽黄径と HR の関係

縦スケールが広がった分、バラつきが大きくなったが、実際に観測された群流星の個数は図-2 の範囲で1時間あたり50以上、今年は70に達している。

今年の遠征では“みずがめ座η流星群”が健在であることを確認できた。

#### 参考文献

同時流星写真観測オーストラリア遠征報告 WOMB00TA-MOAMA 編(1987年4月30日~5月10日)

同時流星写真観測オーストラリア遠征報告 Mt.Isa 編(1989年4月27日~5月7日)

表-1 これまでの観測記録

JST(UT+9h)		Dur (分)	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	計	最微星	雲量	太陽黄径 (J2000.0)	輻射点 高度	光度比 $\gamma$	HR	Fa	CHR	Fb	ZHR
1987.05.02/03	03h30m-04h00m	30					3	4	4	1			12	6.5	0	42.02	31	1.57	24	1.00	24.0	1.93	46
	04h00m-04h30m	30			2	2	2	2					8	6.5	0	42.04	37	1.57	16	1.00	16.0	1.67	27
	04h30m-05h00m	30					1	2	4	2			9	6.5	0	42.06	42	1.57	18	1.00	18.0	1.49	27
1987.05.04/05	02h30m-03h00m	30					2	3	1	2			8	6.5	0	43.92	21	1.57	16	1.00	16.0	2.79	45
	03h00m-03h30m	30				2	3	5	8	2			20	6.5	0	43.94	27	1.57	40	1.00	40.0	2.20	88
	03h30m-04h00m	30			1	2	1	2	4	4			14	6.5	0	43.96	33	1.57	28	1.00	28.0	1.85	52
	04h00m-04h30m	30			1	5	6	4	8	3			27	6.5	0	43.98	38	1.57	54	1.00	54.0	1.61	87
	04h30m-05h00m	30	1			2	7	7	7	4			28	6.5	0	44.00	43	1.57	56	1.00	56.0	1.45	81
1987.05.05/06	03h00m-04h00m	60				4	12	9	14	11	4		54	6.5	0	44.92	30	1.57	54	1.00	54.0	1.99	108
1989.05.02/03	02h30m-03h00m	30			1				1		1		3	6.5	0	42.44	18	1.57	6	1.00	6.0	3.31	20
	03h00m-03h30m	30						1	1	3	3		8	6.5	0	42.46	25	1.57	16	1.00	16.0	2.40	38
	03h30m-04h00m	30		2		1	1	1	5	1	1		12	6.5	0	42.48	32	1.57	24	1.00	24.0	1.91	46
	04h00m-04h30m	30				2	2	2	3	2			11	6.5	0	42.50	39	1.57	22	1.00	22.0	1.60	35
1989.05.04/05	02h30m-03h00m	30					1		2	2	1		6	6.5	0	44.38	19	1.57	12	1.00	12.0	3.01	36
	03h00m-03h30m	30			1			3	4	2		1	11	6.5	0	44.40	26	1.57	22	1.00	22.0	2.24	49
	03h30m-04h00m	30			1	3	4	1	5	2	1		17	6.5	0	44.42	33	1.57	34	1.00	34.0	1.81	62
	04h00m-04h30m	30			1	1	2		6				10	6.5	0	44.44	40	1.57	20	1.00	20.0	1.54	31
1989.05.05/06	02h30m-03h00m	30			1	1	2	3	3	1	1	2	14	6.5	0	45.35	20	1.57	28	1.00	28.0	2.87	80
	03h00m-03h30m	30				1		2	2	5			10	6.5	0	45.37	27	1.57	20	1.00	20.0	2.17	43
2014.05.04/05	03h00m-03h30m	30		1	1				4	8			14	5.5	0	44.01	33	1.57	28	1.57	44.0	1.86	82
	03h30m-04h00m	30	1					2	6	8	1		18	5.2	0	44.03	40	1.57	36	1.80	64.7	1.57	102
	04h00m-04h30m	30							3	4			7	4.5	0	44.05	47	1.57	14	2.46	34.5	1.38	48
2014.05.05/06	02h30m-03h00m	30		1			1		4	8	6		20	5.5	0	44.96	26	1.57	40	1.57	62.8	2.26	142
	03h00m-03h30m	30				2		3	5	7			17	5.0	0	44.98	33	1.57	34	1.97	66.9	1.81	121
	03h30m-04h00m	30				1	1	2	1	13			18	4.7	0	45.00	40	1.57	36	2.25	81.1	1.54	125
	04h00m-04h30m	30	1	1			1	3	17	12			35	4.5	0	45.02	47	1.57	70	2.46	172.5	1.36	234



# 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

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・タッ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が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	0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





## ペルセウス群輻射点拡大撮影 ～流星本体と流星痕～

重野好彦

2006年以降、ペルセウス群輻射点の拡大撮影を行ってきた。試行錯誤の結果、ようやくイメージに近い画像を得ることができたので紹介する。

撮影日時 2016年8月11/12日 22:00~04:00(JST) 2流星  
12/13日 21:30~04:00(JST) 14流星 (極大22:00)

観測地 新潟八海山

撮影機材 Nikon D500 4K(3840×2160) 30fps動画 1/125secシャッター ISO:10万  
レンズ 85mm F1.4 (35mm版200mm相当) 写野 11度×6度  
恒星最微等級7.5等 流星最微等級6等  
高橋P型+ビクセンモードラ自動ガイド

図1. 従来の合成画像

発光点から消滅点まで全てのコマを合成して1つの流星としている。全て流星本体であり、痕の存在は分からない。

2008.8.

11/12 00:00-03:32 13met

12/13 00:30-04:00 12met

IIによる動画像(720×540)

50mmF1.4(20度×15度)

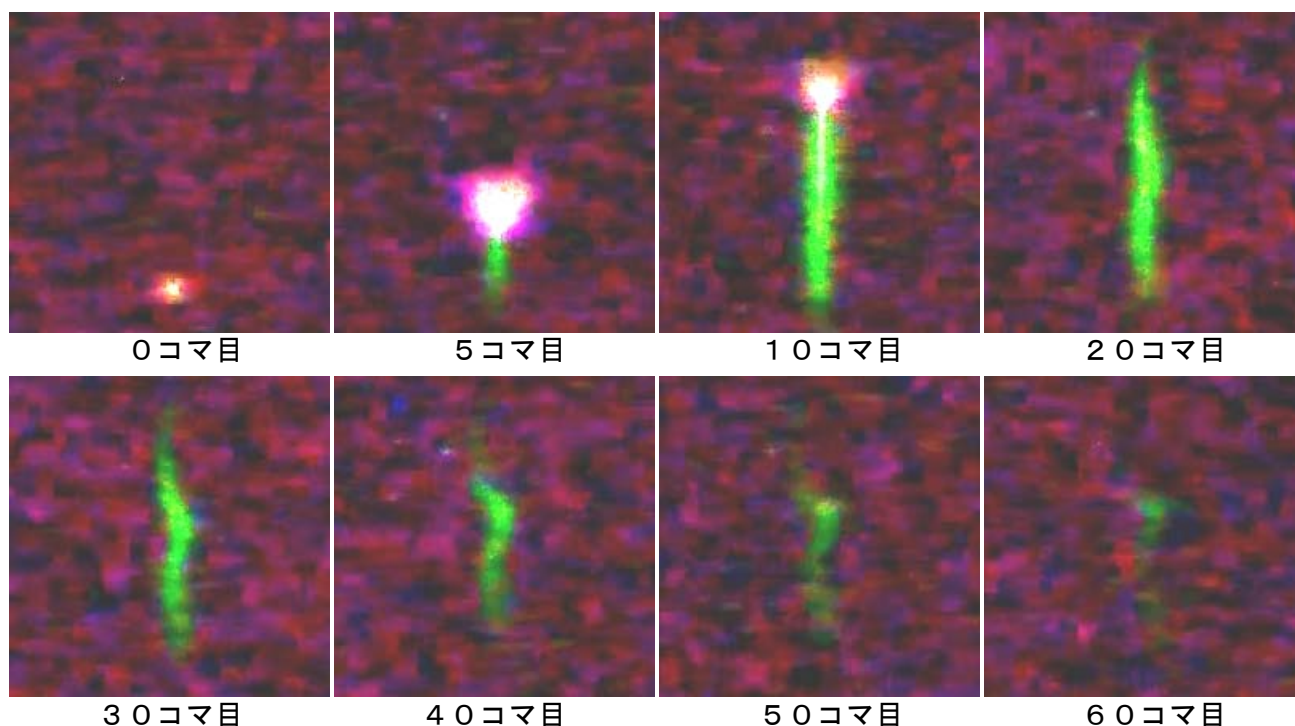
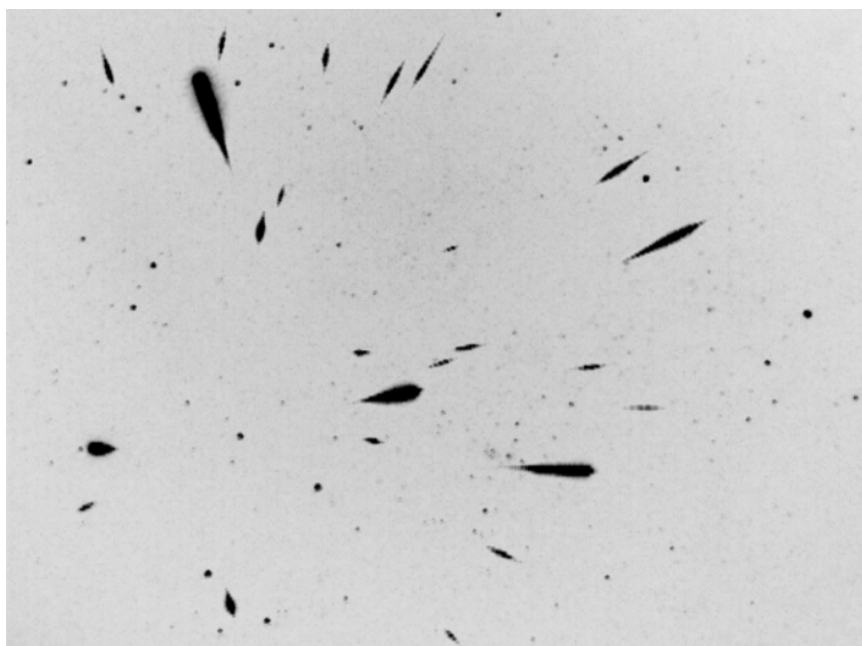


図2. 今回の観測で得られた流星拡大画像。流星本体が消滅点付近に存在する(この流星の場合は10コマ目)を使用して全流星合成画像(図3)を作成した。





図3. 流星本体が消滅点付近に存在するときの1コマをキャプチャーして1つの流星画像とした。16流星全てが経路上に痕を残している。



# 眼視団体観測から得られるもの

## ——明治大学天文部 2016 ペルセウス群観測

2017/2/5 流星物理セミナー  
小関正広、重野好彦、平泉達哉

### 要約

初心者であっても眼視団体観測が有用なものであることを示し、いくつかの提言を行った。

### 1. 明治大学天文部の活動

明治大学天文部は1963年に創立し、今年で53年になる。大学天文連盟6大学7サークルの主要メンバーとして活躍してきた。さらに大学間での同時流星観測を推進する関東写真流星ネットワーク(KPM)のメンバーとしても活動してきた。

観測体制としては太陽、惑星、流星、変光星の4つの班で構成されている。一方、創立当時より、部員相互の協調を図るため、上記班活動の他に、部員全員による流星の団体観測を行ってきた。

### 2. 2016 ペルセウス群の観測

#### 2. 1. 合宿計画

福島県南会津郡南会津町の会津アストリアロッジにて、8月10日(水)～8月16日(火)の日程で行った。流星班以外の部員を含め、総勢74人であった。名簿を第1表に、また、集合写真を第1図に示す。

#### 第1表：2016年ペルセウス群観測の参加人数

～1年生～32名

相合一毅(Kazuki Aigo)、青山美幸(Miyuki Aoyama)、芦田樹(Tatsuki Ashida)、飯島輝(Hikaru Izhima)、市川美和(Miwa Ichikawa)、今井映璃果(Erika Imai)、大熊研太郎(Kentaro Okuma)、岡嶋渚(Nagisa Okazhima)、小佐野将(Sho Osano)、木村桃実(Momomi Kimmura)、片岡航星(Kosei Kataoka)、工藤亮太(Ryota Kudo)、桑久保朱音(Akane Kuwakubo)、佐竹郁也(Ikuya Satake)、佐藤匠(Takumi Sato)、柴田海那(Kaina Shibata)、鈴木美穂子(Mihoko Suzuki)、谷川航太(Kota Tanikawa)、津田洸希(Koki Tsuda)、永田果穂



第1図：2016年ペルセウス群観測の参加者

(Kaho Nagata)、中村思裕(Shiyu Nakamura)、新美敦也(Atsuya Nimi)、丹羽信崇(Nobutaka Niwa)、野田凜太郎(Rintaro Noda)、早坂渉(Wataru Hayasaka)、平林大知(Tichi Hirabayashi)、藤田知慧(Tomoaki Fujita)、北條雄大(Yudai Hojo)、松本敦子(Atsuko Matsumoto)、水野宏彦(Hirohiko Mizuno)、山橋悠希(Yuki Yamahashi)、横江泰地(Tichi Yokoe)

～2年生～18名

大和田篤(Atsushi Owada)、小澤優(Yu Ozawa)、加藤聡一郎(Soichiro Kato)、君塚大樹(Daiki Kimiduka)、久能友宏(Tomohiro Kuno)、小山直斗(Naoto Koyama)、斎藤堂也(Takaya Saito)、坂梨朱里(Akari Sakanashi)、肖石(Shoseki)、杉一輝(Kazuki Sugi)、時野祐吾(Yugo Tokino)、長澤遼(Ryo Nagasawa)、野畑大空(Ozora Nobata)、羽場拓実(Takumi Haba)、平泉達哉(Tatsuya Hiraizumi)、森谷諒(Ryo Moriya)、山川修平(Shuhei Yamakawa)、米持大樹(Daiki Yonemochi)

～3年生～24名

阿部奈々子(Nanako Abe)、伊澤彩貴(Saki Izawa)、井手一樹(Kazuki Ide)、岩瀬優(Yu Iwase)、上田真結(Mayu Ueda)、内海佑香(Yuka Utsumi)、大木梨花(Rika Oki)、大野輝純(Azumi Ono)、河合麻美(Mami Kawai)、川上真帆(Maho Kawakami)、木村詩乃(Shino Kimura)、小谷怜央(Reo Kotani)、佐々木茉歩(Maho Sasaki)、鈴木奈津美(Natsumi Suzuki)、鈴木亮太(Ryota Suzuki)、曽根浩子(Hiroko Sone)、高嶋真園(Masono Takshima)、高橋直之(Naoyuki Takahashi)、寺村崇之(Takayuki Teramura)、縄田景太(Keita Nawata)、丹羽杏奈(Anna Niwa)、萩野誠一郎(Seiichiro Hagino)、吉田奈津美(Natsumi Yoshida)、吉村光史(Mitsfumi Yoshimura)

長年にわたり 5 人 1 組での団体計数観測を行ってきたが、個人計数観測が主流となってきたため、2000 年ごろより団体観測ではあるが、計数はあくまでも個人ごとに行う個人計数観測に移行した。また 2010 年ごろよりエリア法星図（第 2 図）を利用して、最微等級を 0.1 等刻みで目測している。

Figure 1 consists of two diagrams, Table A and Table B, illustrating the structure of a multi-observer study. Both diagrams show a central 'Recorder' box connected to a 'timer' box, which in turn is connected to multiple 'Observer' boxes (Observer 1, Observer 2, ..., Observer m, Observer n). In Table A, the Recorder is connected to the timer, and the timer is connected to all observers. In Table B, the Recorder is connected to the timer, and the timer is connected to all observers. The diagrams are identical in structure, with the only difference being the labeling of the tables.

10/11 日、13/14 日、14/15 日、15/16 日は天候不良のため観測できなかった。以下に述べるのは 11/12 日と 12/13 日の観測についてであるが、12/13 日も 0 時台と 3 時台は天候悪化で観測を中断した。

[illegible][illegible]

第4図：記録用紙

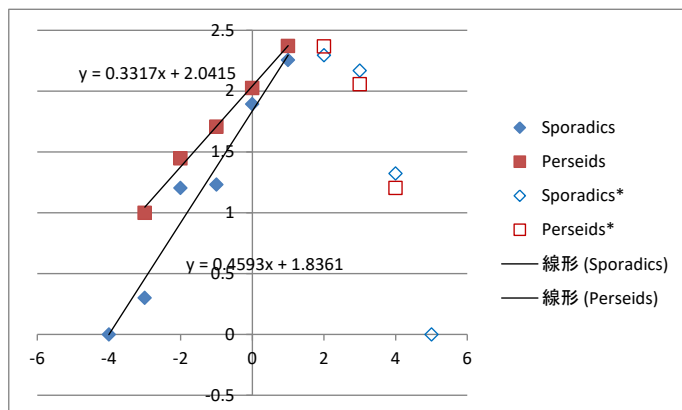
日	時間帯	観測時間	ペルセウス群			散在流星			最微光星 光度
			流星数	HR	流星数計	流星数	HR	流星数計	
11/12	21	40/43 分	2~5	2.8~7.5	24	0~5	0~7.5	21	2.89~4.67*
	22	50	3~10	3.6~12.0	48	4~10	4.8~12.0	52	2.89~4.67*
	23	50	7~17	8.4~20.4	94	4~14	4.8~16.8	66	2.89~5.08
	00	45/49	5~18	6.7~22.0	82	4~13	4.9~17.3	74	4.66~5.80
	01	52	9~15	10.4~17.3	50	13~34	15.0~39.2	88	5.08~5.49
	02	45/49	11~21	13.5~28.0	127	6~26	8.0~31.8	112	2.84~5.56
	03	54	9~13	10.0~14.4	45	6~11	6.7~12.2	32	5.49
12/13	21	30/35	1~6	2.0~10.3	21	2~8	4.0~13.7	36	2.89*
	22	35/50	7~12	8.4~18.9	73	4~17	4.8~29.1	70	2.89~5.08*
	23	50/55	8~20	8.7~24.0	99	3~10	3.6~10.9	48	4.66~5.08
	01	54	28~31	31.1~34.4	120	16~25	17.8~27.8	84	5.08~5.56
	02	50/60	15~26	16.0~31.2	174	6~17	7.0~18.0	100	5.08~5.80
総計		3984			957			783	



### 3. 観測結果の分析

#### 3. 1. 今回の分析結果

##### 3. 1. 1. 仮の光度比



第5図：光度分布と光度比

とし、1人のみ4.67としている。このNo.16のエリアではコーナースターで最も暗いものが2.89等、次が4.67等なのである。本来、IMOでは0.3等級以上の開きがある場合には別のエリアを使うよう指示されている。しかし、月明下ではこのような条件を満たすことは困難である。ここでは、クレサコワによる視認率をスライドして用いることによって、実際の最微光星光度の推定を試みる。

第3表：Kresakovaによる視認率

-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
1	0.98	0.95	0.87	0.73	0.57	0.48	0.42	0.343	0.232	0.064	0.008	7E-05

この視認率は最微光星光度が6.5等のものであり、1等級刻みでしか数値が与えられていない。これを内挿して0.1等級刻みの表を作成し、さらにこれを最微光星光度が変化した場合にもスライドして用いることが出来ると仮定する。また植木によると流星数は光度に対して指数関数であらわされるので最尤推定値は次式であらわされる。 $m$ は $M$ 等級までの流星の平均光度である。

$$r = 1 + \frac{1}{M - \bar{m}}$$

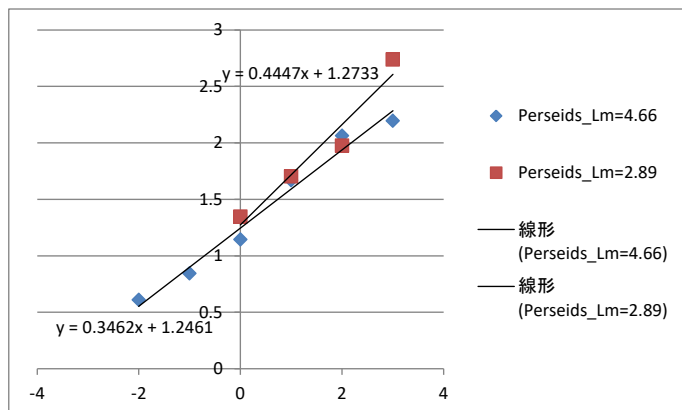
11/12日の21時台の8人の観測者の光度分布を下の表に示す。実際の最微光星光度が2.89であれば3等級の流星を見ることは不可能であるので、クレサコワの視認率を最微光星光度が3.5等にスライドさせると、上式から求められる光度比は $r_{\text{Per}}=27.3$ 、 $r_{\text{Spo}}=31.5$ となり、ありえない数値を示す。

第4表：11/12日21時台の観測

mag	1	2	3
Per	10	11	3
Spo	2	15	4

最微光星光度を4.7等にスライドさせると、 $r_{\text{Per}}=3.01$ 、 $r_{\text{Spo}}=3.76$ となり、仮に求めた数値に近づく。No.16のようなエリアを使わざるを得ない状況下では、このような方法によって、最微光星光度を検証する必要がある。また、実際にエリア内で見られた最微星

よりも1つだけ暗いものを最微光星光度として記録することが有効と考えられる。少なくとも確認できた最微星と次の星の光度の中間値を最微光星光度とすることが望ましい。



第6図：12/13日22時台の光度分布(グループ比較)

くなる。

夜半前の観測は月明の影響を受け、一晩の観測中に大きく最微光星光度が変化しているが、それを無視して光度分布を作成すると左図のようになる。ペルセウス群、散在流星ともに1等級未満ではグラフが直線になるので、この傾きから光度比を仮に $r_{\text{Per}}=2.15$ 、 $r_{\text{Spo}}=2.88$ とする。

##### 3. 1. 2. 最微光星光度の検討

最微光星光度の決定はかなりの経験者にとっても決してやさしいものではなく、初心者にとっては難関である。今回の観測でも11-12日の21時台の観測では月明下、月の方角に近いエリア(IMO-No.16)を選定しているため、最微光星光度を8人中7人が2.89

今回の観測では、12-13日の22時台に最微光星光度決定用のエリアを半数がNo.6、残りがNo.16を使うということが生じたために、最微光星光度の推定に有益な情報が与えられた。No.16を用いた4名はいずれも最微光星光度を2.89とし、残りの4名はNo.6を用いて1名が5.08、3名が4.66としている。これとともに最微光星光度を4.7等とみなしてペルセウス群の光度分布を補正したものが左図である。わずかに最微光星光度を2.89としたグループの傾きが大きい、ほぼ一致していることがわかる。エリアNo.6で5.08等の次は5.49等であり、実際には4.7等より暗い星まで見えていた可能性がある。最微光星光度が4.66等よりも暗ければ、両者の差はもう少し小さ

##### 3. 1. 3. 光度比の推定

以上述べてきたように、最微光星光度を補正して用いれば、初心者の方の観測であっても光度比に関して有意義

な情報を得ることが出来る。ここでは2通りの方法で光度比を推定する。

(1)クレサコワの視認率をスライドさせた光度分布

12/13 日の 23 時台を例にとる。最微光星光度については上の考察より、最も暗い推定をしている観測者に合わせて 5.1 等として補正を行って流星数の分布を示したものが右図である。この傾きからペルセウス群、散在流星の光度比はそれぞれ  $r_{\text{Per}}=2.11$ 、 $r_{\text{Spo}}=3.15$  と算定される。

(2)散在流星数との比

(1)と同じデータを用いて、ペルセウス群の散在流星に対する比の光度変化を求める。ペルセウス群と散在流星の視認率が同一であると仮定すれば、視認率について具体的な数値を知らなくても、ペルセウス群と散在流星の流星数の比の光度変化の指数を求めることが出来る。

直線の傾きは、 $a=(r_{\text{Per}}/r_{\text{Spo}})=10^{-0.2135}$ であることを意味している。ここで仮に  $r_{\text{Spo}}=3.5$  とすると、 $r_{\text{Per}}=2.14$  という値が得られる。この方法は、視認率の具体的な数値がわからなくてもよいので、最微光星光度が変化している今回の観測でも一晩の観測を総合して扱うことが出来る。次項に以前の観測と合わせてこの方法による光度比を示す。

3. 2. 今までの結果との比較

3. 1. 3. (2)の方法によって、明治大学天文部によって得られたペルセウス群の光度比の値を現在と同様の観測方法が用いられた 2010 年以降について示したものが次表である。

第5表：散在比によるペルセウス群の光度比の比較

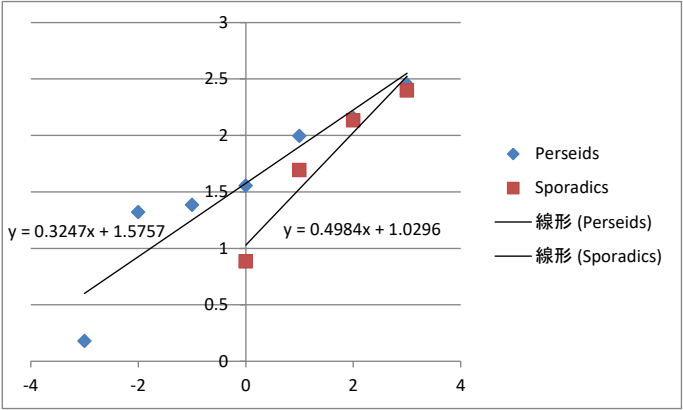
観測	2010Aug.9/10	2012Aug.12/13	2013Aug.12/13	2013Aug.13/14	2013Aug.14/15	2016Aug.11/12	2016Aug.12/13
$a$	-0.1569	-0.1959	-0.2153	-0.2064	-0.2810	-0.1560	-0.1553
$r_{\text{Per}}$	2.44	2.23	2.13	2.18	1.83	2.44	2.45

4. まとめ

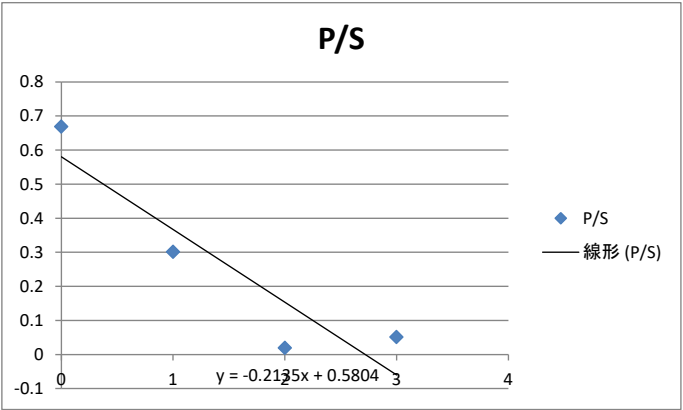
時間帯ごとに全観測者の平均 HR を算出し、仮の  $r_{\text{Per}}=2.15$  を用いて ZHR を求めたものを IMO のデータと比較したものが次のグラフである。最微光星光度を補正することにより、ほぼ妥当な数値を得られることがわかる。

光度比、ZHR いずれの算定についても、最微光星光度の決定が非常に重要な意味を持つ。これを決定するにあたっては、一般的な注意に加えて、実際に見ることが出来た最微光星よりもエリア内で次に暗い星を最微光星光度とすることが推奨される。特に月明下、都市光害の影響を受ける場合にはこのことにより妥当な光度比、ZHR を得られることが本研究により示された。

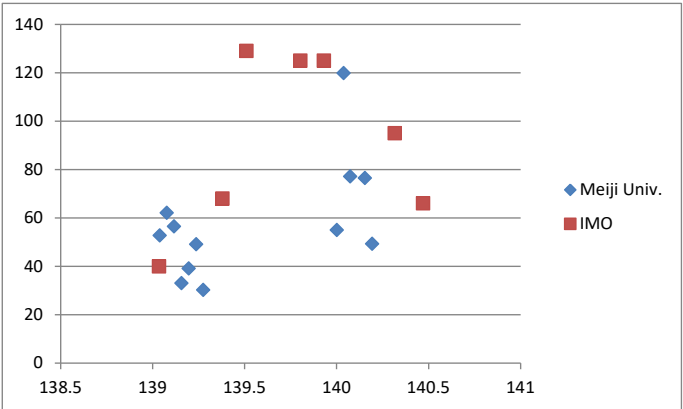
初心者の観測であっても、大流星群の活動期でデータ数が多い場合には有意義な結論を導くことが出来る。初心者であっても、改善できる今後の課題としては、相互の影響を排除するために観測者個人が探り書きで記録を取るようにすること、観測方向を天頂に限らず分散させる（天頂であっても頭の方を四方に分ける）こと、流星数が多い方が信頼性を上げられるので開始・終了を 00 分にこだわらず、正味で 60 分（以上）の観測時間を確保すること等があげられる。



第7図：12/13 日 23 時台の光度分布(視認率スライド)



第8図：12/13 日 23 時台の光度分布(散在比)



第9図：最微光星光度で補正した明治大学天文部の観測と IMO によるものとの比較(縦軸は ZHR、横軸は太陽黄経)



## Letter — Entertaining meteor observations by a student group — 2016 Perseids by Meiji University students

*Masahiro Koseki<sup>1</sup>, Yoshihiko Shigeno<sup>2</sup>, Tatsuya Hiraizumi<sup>3</sup>*

It seems group observing of meteors is not approved today. Aren't the results of group observing useful? In our opinion the answer is yes, group observing is entertaining and bears fruits well even if their first observation. We show group observing by students can yield comparable results to veteran observer's and, more, students are encouraged to do further studies.

We examined the reports of Meiji University students including their first meteor observations and get reasonable ZHRs and the magnitude ratios. It is suggested even chats during observations could stir up their morale and they learn how to observe meteors in practice. This report is an answer from Japan for 'A perspective on the future of meteor astronomy' discussed in IMO members.

### 1 Observations

Members of Meiji University Astronomical Club made an expedition for 2016 Perseids and stayed at Aizu Astraea Lodge in Minami-Aizu heights Fukushima during 2016 August 10–16 (Figure 1). The list below shows the participants of observations including those that are not meteor section members. Almost all freshmen experienced their first meteor observations and many others also are not trained in it.



Figure 1 – Meiji University 2016 Perseids campaign participants.

They organized two teams of six for each time span; recorder, time keeper and four observers each. They seated as shown in Figure 2 and two teams depart 10–15 m apart. When a meteor appeared, observers call meteor magnitude and shower membership. Figure 3 shows a recoding sheet for an example.

They could observe Perseids only two nights August 11/12 and 12/13. Their Perseids campaign by the style shown below has started since 2010 but resulted in failure three times 2011, 2014 and 2015, because summer season in Japan is wet. Many Japanese observers were hindered by bad weather and by the existence of the moon in evening sky 2016. They were even lucky in Japanese circumstances last year and enjoyed Perseids display of bright meteors. Table 1 presents the summary results.

<sup>1</sup> 4-3-5 Annaka Annaka-shi, Gunma-ken, 379-0116, Japan. The Nippon Meteor Society (NMS). Email: [geh04301@nifty.ne.jp](mailto:geh04301@nifty.ne.jp)

<sup>2</sup> 5-6 Kizuki-Sumiyoshi, Kawasaki City, 211-0021, Japan. Meteor Science Seminar (MSS). Email: [cyg@msswg.net](mailto:cyg@msswg.net)

<sup>3</sup> 4-3-18 Nishinogawa, Komae City, Tokyo, 201-0001, Japan. Meiji University Astronomical Club.  
Email: [libra.h.tty.104@gmail.com](mailto:libra.h.tty.104@gmail.com)

Table 1 – Summary results of Perseids campaign 2016. Lm with an asterisk represents observations under moonlight. Slashes in the duration columns show two groups started/ended observations independently and the duration differs.

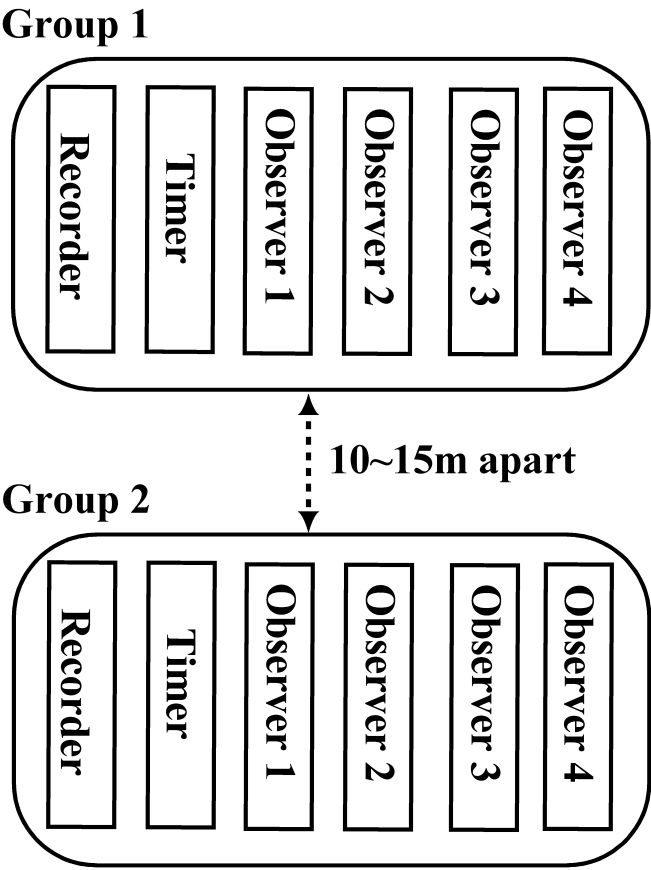
Day	Time	Duration (min)	Perseids			Sporadics			Lm
			N	HR	Sum	N	HR	Sum	
11/12	21	40/43	2 ~ 5	2.8 ~ 7.5	24	0 ~ 5	0 ~ 7.5	21	2.89 ~ 4.67*
	22	50	3 ~ 10	3.6 ~ 12.0	48	4 ~ 10	4.8 ~ 12.0	52	2.89 ~ 4.67*
	23	50	7 ~ 17	8.4 ~ 20.4	94	4 ~ 14	4.8 ~ 16.8	66	2.89 ~ 5.08
	00	45/49	5 ~ 18	6.7 ~ 22.0	82	4 ~ 13	4.9 ~ 17.3	74	4.66 ~ 5.80
	01	52	9 ~ 15	10.4 ~ 17.3	50	13 ~ 34	15.0 ~ 39.2	88	5.08 ~ 5.49
	02	45/49	11 ~ 21	13.5 ~ 28.0	127	6 ~ 26	8.0 ~ 31.8	112	2.84 ~ 5.56
	03	54	9 ~ 13	10.0 ~ 14.4	45	6 ~ 11	6.7 ~ 12.2	32	5.49
12/13	21	30/35	1 ~ 6	2.0 ~ 10.3	21	2 ~ 8	4.0 ~ 13.7	36	2.89*
	22	35/50	7 ~ 12	8.4 ~ 18.9	73	4 ~ 17	4.8 ~ 29.1	70	2.89 ~ 5.08*
	23	50/55	8 ~ 20	8.7 ~ 24.0	99	3 ~ 10	3.6 ~ 10.9	48	4.66 ~ 5.08
	01	54	28 ~ 31	31.1 ~ 34.4	120	16 ~ 25	17.8 ~ 27.8	84	5.08 ~ 5.56
	02	50/60	15 ~ 26	16.0 ~ 31.2	174	6 ~ 17	7.0 ~ 18.0	100	5.08 ~ 5.80
Total		3984			957			783	

The participants of 2016 Perseids campaign in Aizu were as follows:

Freshman: Kazuki Aigo, Miyuki Aoyama, Tatsuki Ashida, Hikaru Izshima, Miwa Ichikawa, Erika Imai, Kentaro Okuma, Nagisa Okazhima, Sho Osano, Momomi Kimmura, Kosei Kataoka, Ryota Kudo, Akane Kuwakubo, Ikuya Satake, Takumi Sato, Kaina Shibata, Mihoko Suzuki, Kota Tanikawa, Koki Tsuda, Kaho Nagata, Shiyu Nakamura, Atsuya Nimi, Nobutaka Niwa, Rintaro Noda, Wataru Hayasaka, Tichi Hirabayashi, Tomoaki Fujita, Yūdai Hojo, Atsuko Matsumoto, Hirohiko Mizuno, Yuki Yamahash, Tichi Yokoe.

Sophomore: Atsushi Owada, Yu Ozawa, Soichiro Kato, Daiki Kimiduka, Tomohiro Kuno, Naoto Koyama, Takaya Saito, Akari Sakanashi, Shoseki, Kazuki Sugi, Yugo Tokino, Ryo Nagasawa, Ozora Nobata, Takumi Haba, Tatsuya Hiraizumi, Ryo Moriya, Shuhei Yamakawa, Daiki Yonemochi.

Junior: Nanako Abe, Saki Izawa, Kazuki Ide, Yu Iwase, Mayu Ueda, Yuka Utsumi, Rika Oki, Azumi Ono, Mami Kawai, Maho Kawakami, Shino Kimura, Reo Kotani, Maho Sasaki, Natsumi Suzuki, Ryota Suzuki, Hiroko Sone, Masono Takshima, Naoyuki Takahashi, Takayuki Teramura, Keita Nawata, Anna Niwa, Seiichiro Hagino, Natsumi Yoshida, Mitsfumi Yoshimura.



## 2 Results from observations

### 2.1 ZHRs

Observations in evening hours were hindered much by moonlight and the limiting magnitude records are wide spread (Table 1). If we calculate ZHRs strictly by the records, they would reach unreliable values. It is necessary to correct the record by the method described in following section (3.1 Limiting magnitude) and, then, we get proper results as shown in Figure 4.

### 2.2 Magnitude ratio

If we corrected the observed limiting magnitude by following way (3.1 Limiting magnitude), we could get good estimates of the magnitude ratio of Perseids also. There are two ways to estimate the magnitude ratio; compensating the observed limiting magnitude to the ideal sky by Kresáková’s (1966) perception coefficient or comparing magnitude distribution with sporadic one (see 2.2.2).

Figure 2 – The disposition of 2016 Perseids campaign.



<b>[NO. ]      流星観測記録用紙      [A・B・C]</b>								
記録者: 1 1 <sup>st</sup> A		観測地:		海拔: m		経度:		
開始日: 8 月 13 日		月齢:				緯度:		
開始時間: 2 時 10 分		終了時間: 3 時 00 分		記録対象: ノルセウス流星群				
ZHR:								

出現時刻	1	備考	2	備考	3	備考	4	備考
時・分・秒	青山	51.6	市川	1.5	中村	1.6	長たね	51.6
2:10:56	3		—		3		—	
2:12:05	2		3		3		2	
12:11	②		3		③		③	
15:56	③		—		③		③	
16:07	②		①		②		②	
16:41	—		—		②		—	
17:39	③		—		③		—	
18:02	③		③		2		③	
19:28	①		1		—		—	
22:01	①		—		—		—	
22:36	②		3		—		②	
22:57	—		—		2		2	
23:28	—		3		—		3	
24:11	①		②		②		②	
25:34	②		—		②	2人	—	
26:17	—		3		—		2	
26:53	—		1		②		②	
27:22	—		—		—		③	
27:35	③		—		②		—	
27:57	—		—		—		3	
28:09	—		—		②		—	
28:11	③		③		③		②	
28:12	②		②		②		③	
28:24	③		③		②		②	
28:55	③		—		—		③	
32:07	③		—		③		③	
34:36	2		②		2		2	
合計観測数(HR):			51.49		51.49		51.49	

備考: ~~39.4~~

O群  
それ以外 散在

Figure 3 – An example of the recording sheet of group observing. The first frame; Title, the second; Primary observational records (Day, time, location, and so on.), the third; records for individual meteors (four observers' magnitude estimates are shown in each column with indication for Perseids by a circle.).

### 2.2.1 Compensating by Kresáková's perception coefficient

We calculate ZHRs by the formula such as  $ZHR = HRr^{m-m_0}/\sin h$ , where HR is the hourly meteor rates,  $r$  is the magnitude ratio,  $m$  is the observed limiting magnitude (Lm) and  $m_0$  is set 6.5 usually. Here we accept the hypothesis that we might see meteors in proportion to the power of the difference between  $m$  and  $m_0$ . This means we consider the perception coefficient would be shifted by the difference between  $m$  and  $m_0$  also.

One of the author, Koseki (2011) modified Kresáková's table to 0.1 magnitude bin interpolating with the third power function. We use the modified table to compensate the meteor number and estimate the magnitude ratios for Perseids and sporadics (see for an example Figure 5). We can estimate the magnitude ratios from the slope of the drawn in the figure for Perseids and sporadics  $r_{Per} = 2.11$  and  $r_{spo} = 3.15$  respectively.

### 2.2.2 Comparing meteor numbers of Perseids with sporadics

If we assumed the perception coefficient of Perseids equals to sporadics, we could calculate the ratios of Perseids to sporadics not using any supposed perception coefficient. Figure 6 gives an example from the same observation period of Figure 5. If we use  $r_{spo} = 3.5$  based on Kresáková's result, we could estimate  $r_{Per} = 2.14$  from the slope of the line.

## 3 Problems

### 3.1 Limiting magnitude

As shown in Table 1 the observed limiting magnitudes (Lm) differ very widely because of the disturbance of the moonlight and of inexperience of observers to such recording. IMO instructs to select the area in which star number increases smoothly near Lm in order to record Lm correctly. But, sometimes we need observations of major meteor showers when the moon is bright or when city light hinders much. In such cases, we cannot help using discontent areas and are confronted with a difficult problem to estimate proper Lm.

We have two approaches to reach reasonable Lm; the meteor magnitude distribution and the existence of two independent observing groups in this case.

Firstly, we test observed magnitude distribution and Lm by shifting Kresáková's perception coefficient at where we could get the proper magnitude ratio. Table 2 lists the magnitude distribution of 8 observers (see the second line of Table 1). It is clear they could not recognize magnitude +3 meteors and magnitude ratios both Perseids and sporadics would be reached improbable value if  $Lm = 2.89$  is correct. If we shifted supposed Lm to 4.7 on the basis of an observer's report  $Lm = 4.67$ , we could get  $r_{Per} = 3.01$ ,  $r_{spo} = 3.76$ . It is suggested we can select the faintest Lm in all reports or the next star in Lm table rather than reported value themselves. This suggestion can be confirmed by following interesting observations.

Secondly, we compare the report of two groups apart 10–15 m, who recorded Lm independently by using different areas in 12/13 night 22 JST period. One used No. 6 and other No. 16. Former group recorded  $Lm = 2.89$ , because they hindered much by moonlight and could see only corner stars. Another turn opposite to the moon and got  $Lm = 4.66$ – $5.08$ . Nevertheless, two groups observed similar sky area, that is, up to the zenith. Therefore,

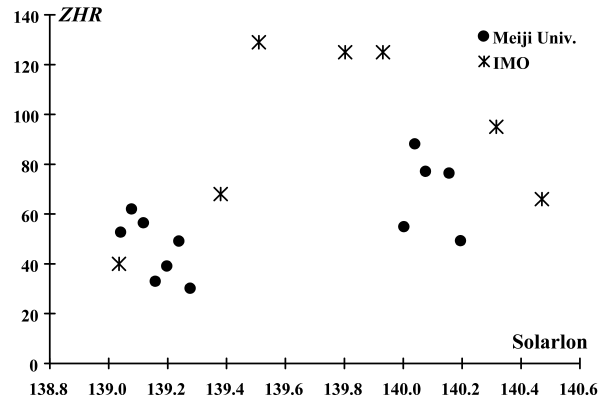


Figure 4 – ZHRs calculated from students' observation (black circle) comparing with IMO VMDB (2016, asterisk).

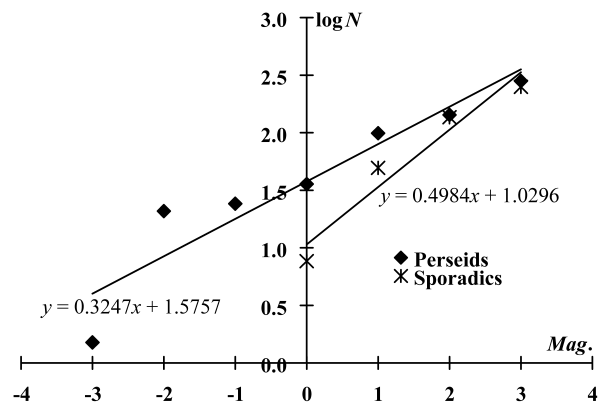


Figure 5 – Magnitude distributions of Perseids and sporadics compensated by Kresakova's perception coefficient (modified). Data used here are combined two groups of 12/13 night 23 JST period.

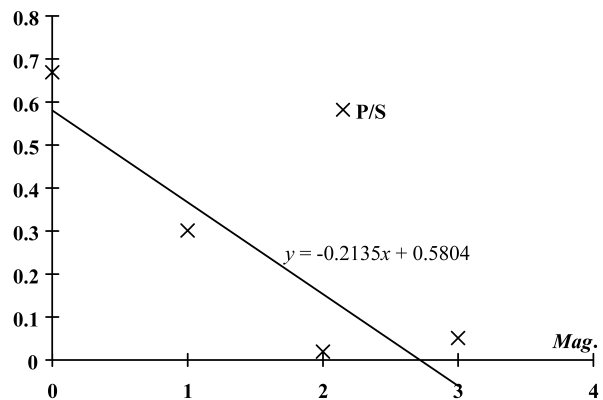


Figure 6 – Perseid meteor ratios to sporadics with magnitudes.



Table 2 – The magnitude distribution in the moonlight.

Date	JST	mag.	0	+1	+2	+3
11/12	21:17(20)–22:00	Perseids	0	10	11	3
		Sporadics	0	2	15	4

we can combine two observations and test above suggestion. Figure 7 shows clearly the estimation of  $L_m = 5.08$  is better than  $L_m = 2.89$ ; the estimated magnitude distribution by shifting Kresáková's perception coefficient to  $L_m = 5.1$  (Perseids\_  $L_m = 5.1$  in Figure 7) seems to be more probable than  $L_m = 3.5$ . We would be better to use 'next' star in the  $L_m$  tables to the reported  $L_m$  (star) itself when the sky condition is not good. We get ZHRs in the section 2.1 ZHRs by this manner.

### 3.2 Membership judgement

Though we can get proper magnitude ratios for Perseids and sporadics in 2.2.1., there are several cases which show unreliable meteor number ratio Perseids to sporadics and give the contrary magnitude ratios. 11/12 night 01 JST period is an example;  $N_{\text{Per}}/N_{\text{spo}} = 50/88$ ,  $r_{\text{Per}} = 3.36$  and  $r_{\text{spo}} = 2.02$ . Koseki (2011) pointed out beginners intend to reject possible Perseids out to sporadics. When a beginner looks up the zenith heading for the south, he/she would see meteors distant from the radiant point and feel difficulty to classify them as Perseids/sporadics. We had better note Perseids magnitude ratios from whole data in this campaign might be higher than the real one and ZHRs lower. But, if we choose carefully observations done properly, we could get very nice results shown in 2.2.1.

### 3.3 Magnitude estimation

Some groups have a tendency to estimate meteor magnitude narrower extent. It may be suggested they are not familiar with a fireball and to record faint meteors and record them moderate magnitude. But, as Figure 8 shows a good linear expression, they had done good job for estimating meteor magnitude. Shigeno and Toda (2008) concluded that mean magnitude estimates by students equals of video ones.

## 4 Discussions

Japanese meteor observers have discussed the future meteor observations with several IMO members and it became clear that encouraging young observers is very important. This report is an answer from Japan and following discussions are based on such progress. The outline of this report was presented at the 145th MSS (Meteor Science Seminar) meeting and we exchanged the ideas for enjoying observations and obtaining more useful results.

Determination of the limiting magnitude is difficult for every observer. We feel uncertain the faintest star we look is real one or a vision. It is recommended we accept such star as real or we estimate the limiting magnitude from the next star we confirm.

→ Students are not familiar with any asterisms always and they missed area No.14 which is the most suitable in their observations in this campaign.

The bulk data from student group observing make possible to reach reliable results, though each data might be insufficient, that is, errors of the identification and estimates of magnitude exist somewhere.

+ Student observations must be entertaining and this leads to gather more and more participants.

→ Checks of the data are necessary. It should be corrected the limiting magnitude report by comparing magnitude distributions of observations with estimates from the perception coefficient for an example.

There may be interference between observers when they seat near and call their estimates to a recorder, but such conversations or even chats play important role in group observing especially for students.

+ Chats keep one awake.

+ If one slipped a meteor, he/she would concentrate his/her care to the sky not to overlook the next.

+ If estimates were different, they might talk about it and make efforts to get more proper results.

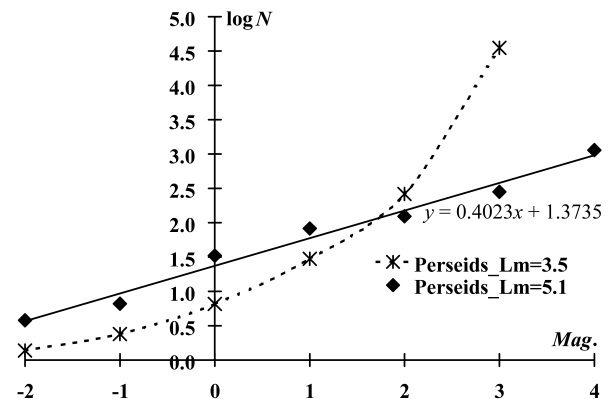


Figure 7 – Comparison with the compensation of the limiting magnitude on the magnitude distribution.

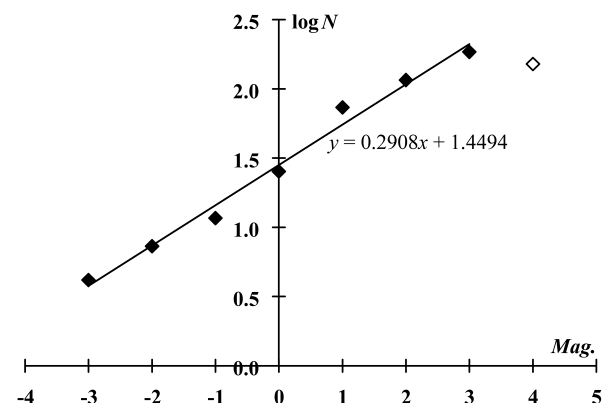


Figure 8 – Magnitude distribution compensated by Kresakova's perception coefficient (modified). Data used here are 12/13 night whole records and the magnitude distributions of each period are weighted by each Perseids number.

Observers in this campaign saw the same area but it seems to be interesting to see different areas. They may count different meteor number.

+ The group observing is said to do so as Levy (2008) wrote.

+ It would be useful to observe 90 degrees different direction each four members.

→ Observers who see the opposite direction to the radiant might feel difficulties to classifying meteors.

+ It would be entertaining and interesting to alter the center of one's view; who could count meteors most?

→ It is necessary to special chair to alter one's view or a "coffin". If not, the change from the zenith could not be larger than 30 degrees.

→ To look the same view and to chat on the event are joyful and give useful experiences for students.

It is very useful to keep looking up the sky and record meteors on a roll paper not looking down the record.

+ A recorder and a time keeper can join observations. Time calling might be left to a talkative clock.

→ Chattering with neighbor observers is useful to activate observers' mind.

We feel happy when we take a meal together and would take a positive attitude (Figure 9).

→ To avoid being sleepy in observations, we had better be careful in overeating or enjoying alcohol drinks.

The observational method might be different with what is the goal of observations.

+ Observers seat side by side and call witness to a recorder when we intend to enjoy and skill up observations.

+ Observers seat radially and write down record by oneself when we try to get better results.

→ This method is good for veteran observers not for students.

+ Experienced and enthusiastic students can challenge video, radio observations simultaneously with visual ones.



Figure 9 – Joy of the expedition: students powered by meals.

Group observing sheets (Figure 3) give more information for future meteor works.

+ We can study why the difference magnitude estimates causes; the existence of the train, the angular speed of a meteor (the distance from the radiant in case of a meteor shower), and etc.

+ The rate of missed meteors with magnitude could give us real perception coefficients.

+ The relation of the rate of different classification to the distance from the radiant might suggest us the ideal direction of the center of the view.

→ IMO instructs us to see the areas distant from the radiant 20–40 degrees. It is a good idea all four observers faces to such area but it is problematic to post one who see the unfavorable direction when they turn to different direction.

#### [NOTE]: Why Japanese observers often look up the zenith?

Light pollutions became severe in the last quarter of the 20th century in Japan and many observers looked up the zenith in order to avoid poor sky. To observe zenith area is said as the ordinary way in visual observations even if the good sky condition afterward. Many observers now record meteor numbers and magnitude estimates only, not plotting meteor paths on the charts and, so, it is easier to lie on a rug than sit on a chair. Guidance books recommend beginners to look up the zenith and young observers act in obedience to the instruction, though skilled observers view where they like, of course.

## References

IMO VMDB (2016). "Perseids 2016 campaign". [http://www.imo.net/members/imo\\_live\\_shower?shower=PER&year=2016](http://www.imo.net/members/imo_live_shower?shower=PER&year=2016).

Koseki M. (2011). "An analysis of visual group observing by Meiji University students: 2010 Perseids". (presented in 127th MSS meeting (in Japanese).).

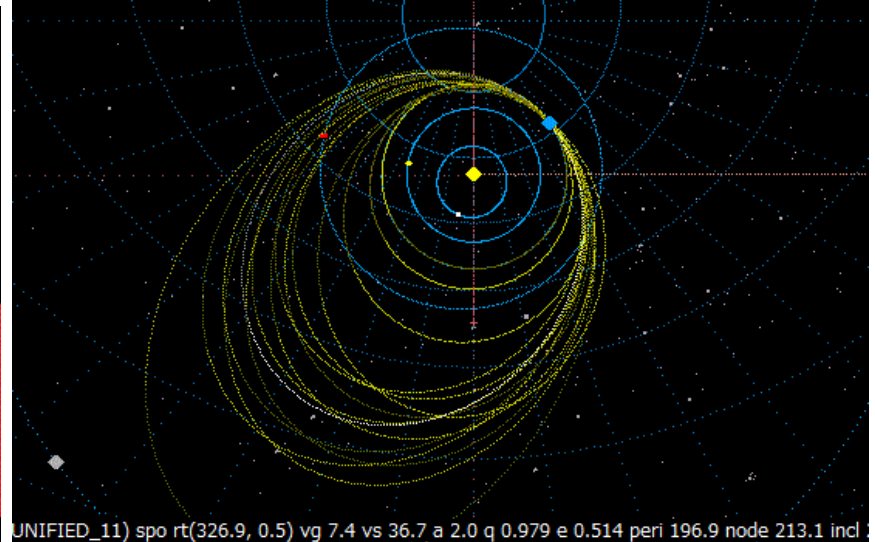
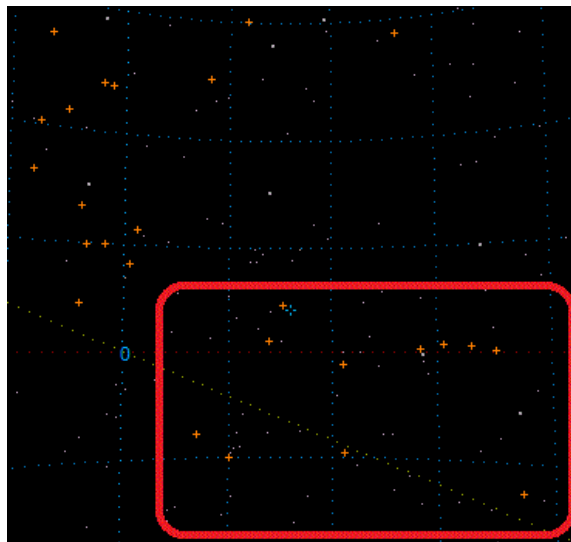
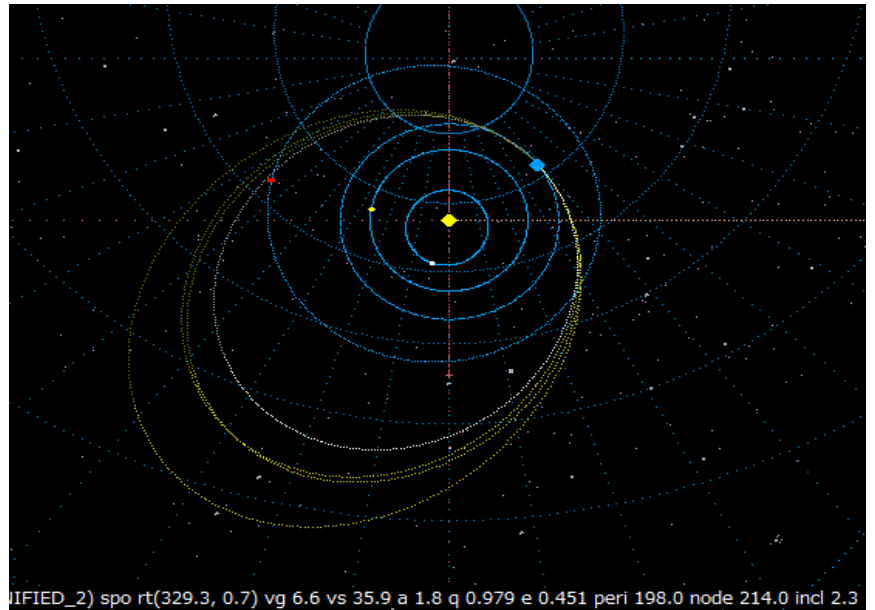
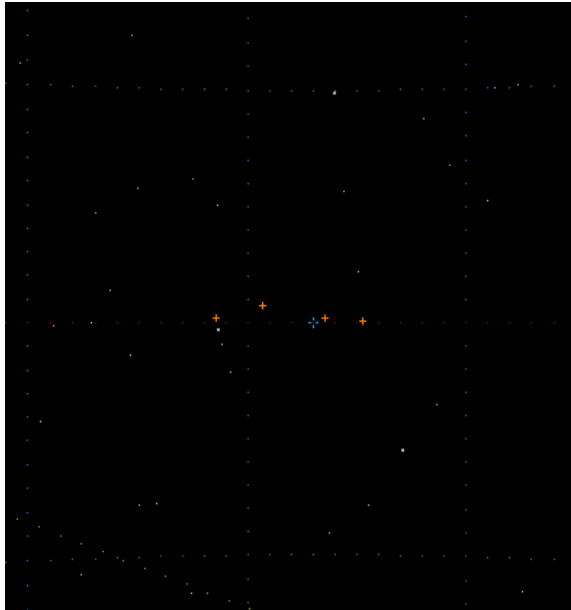
Kresáková M. (1966). "The magnitude distribution of meteors in meteor streams". *Contr. astron. obs. Skalnaté Pleso*, pages 75–109.

Levy D. H. (2008). *David Levy's Guide to Observing Meteor Showers*. Cambridge.

Shigeno Y. and Toda M. (2008). "Comparison of TV magnitudes and visual magnitudes of meteors". *WGN, Journal of the International Meteor Organization*, **36:4**, 79–82.



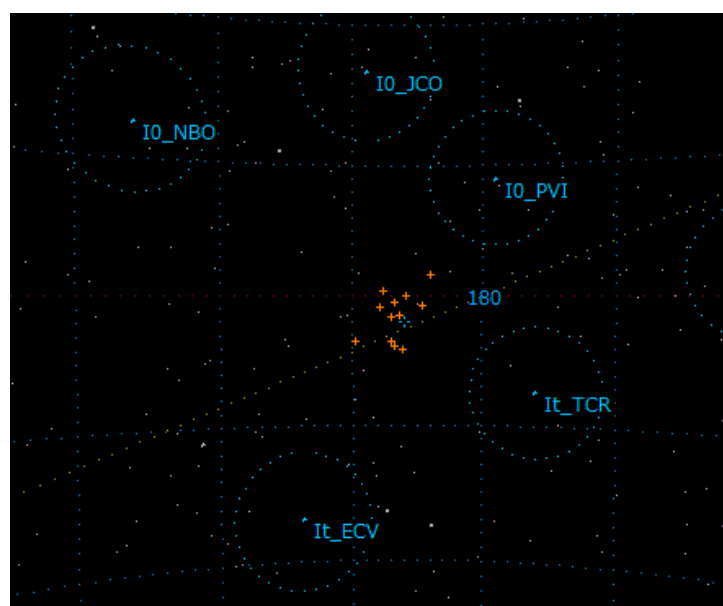
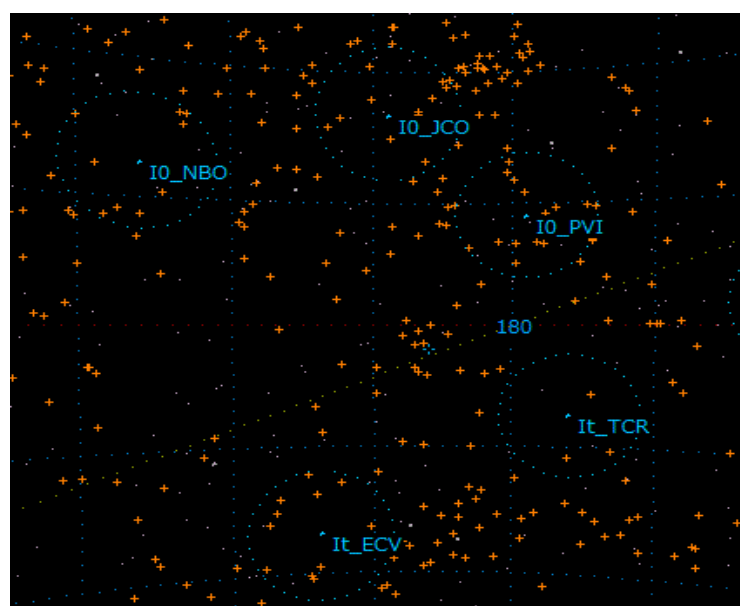
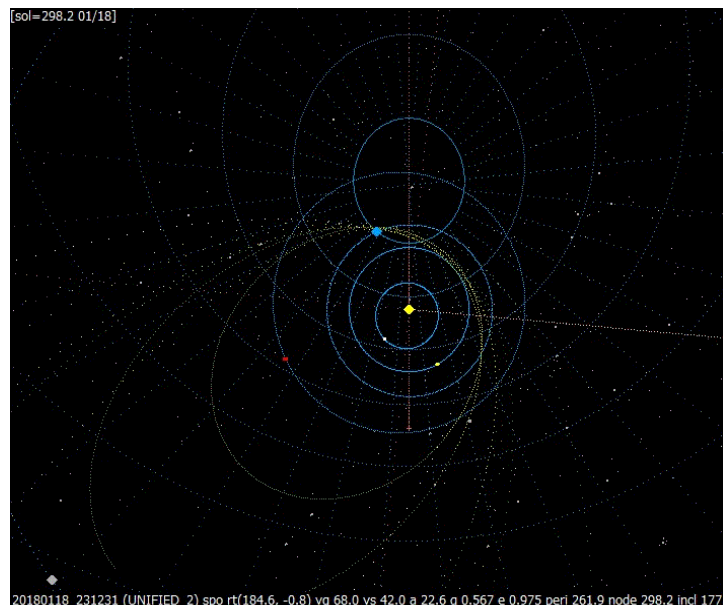
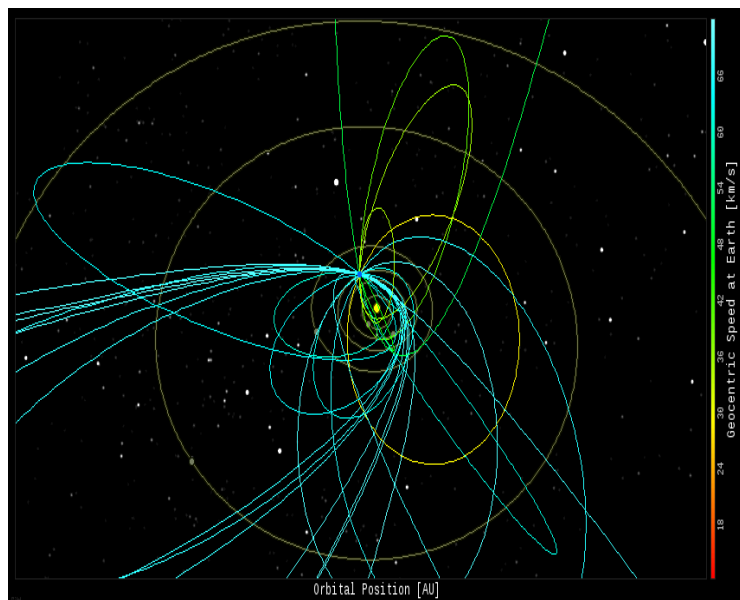
司馬氏によると10月26から27日にかけて、太陽黄径で $213.29^{\circ}$  から  $213.97^{\circ}$  の範囲で4個の流星が集中した輻射点を示しているとのこと。  $\alpha 330^{\circ}$ 、 $\delta +2^{\circ}$  付近、 $V_g=9\text{km/s}$  程度であった。別の下田氏が非常に珍しい感じの低速流星がありましたとのことでした。この流星は、永続痕もカラーで長く撮影されていました。こちらにも似た軌道は、結構あったので報告する。



2010UB関連流星群の同時軌道リスト

localtime	sol	amag	ra_o	dc_o	ra_t	dc_t	vo	vg	a	q	e	p	peri	node	incl	st	Qo	dur	H1	H2
20141024_184519	210.70	-1.5	329.40	10.20	329.90	4.10	13.40	8.90	2.40	0.97	0.60		201.10	210.70	3.60	N			94.00	73.80
20161025_021257	211.50	1.5	351.10	16.10	331.70	2.50	13.20	7.70	2.00	0.97	0.51		201.30	211.50	2.80	N			79.60	72.30
20171025_215451	212.06	-1.6	344.01	11.90	322.66	-12.47	10.01			0.98			212.06	212.06		N	5.77	2.04	58.13	40.37
20171026_210904	213.03	-0.7	338.25	8.45	331.51	0.21	13.32	7.47	1.97	0.97	0.51	2.77	199.74	213.02	2.28	N	4.21	0.94	86.86	76.27
20171026_212158	213.04	0.9	349.15	11.47	344.71	4.50	13.42	7.56	1.75	0.95	0.45	2.31	209.74	213.03	2.17	N	1.85	0.6	75.69	68.41
20171026_235147	213.14	-2.4	341.75	11.03	326.86	0.45	13.11	7.41	2.02	0.98	0.51	2.86	196.89	213.14	2.62	N	12.33	2.55	96.14	76.41
20171027_001318	213.16	0.6	340.18	10.88	324.72	0.07	13.49	8.12	2.30	0.98	0.57	3.50	195.48	213.15	2.88	N	11.91	1.72	91.65	80.83
20171027_150111 UTC	213.55		339.12	8.40	337.13	3.08		8.35	2.12		0.55		203.66	213.55	2.67	N				
20171027_195407	213.97	-0.9	333.05	9.82	329.33	0.71	12.94	6.61	1.78	0.98	0.45	2.38	197.98	213.97	2.27	N	4.5	0.91	88.92	78.56
20171029_211251	216.03	0.9	360.89	19.05	359.42	8.27	11.43	2.31	1.10	0.96	0.12	1.16	222.04	216.01	0.57	N	0.57	0.12	72.96	71.65
20171031_230944	218.11	0.9	349.02	7.02	338.86	-1.31	13.78	8.47	2.31	0.97	0.58	3.52	200.51	218.10	1.60	N	1.46	0.17	77.32	75.71
20171101_011819	218.20	2.3	375.07	20.86	358.75	11.38	12.45	6.06	1.38	0.94	0.32	1.62	218.79	218.19	1.97	N	1.28	0.3	79.92	77.28
20171101_201325	218.98	1.2	348.10	8.47	346.14	0.95	13.73	8.00	1.88	0.96	0.52	2.80	205.15	218.98	1.40	N	6.88	1.2	84.96	70.42
20171101_222722	219.08	0.5	367.88	14.88	363.37	9.88	14.43	9.28	1.77	0.91	0.48	2.35	221.62	219.08	2.05	N	3.87	0.63	74.36	66.12
北群の平均	214.61	0.13	347.64	12.04	338.93	2.31	12.98	7.40	1.91	0.96	0.47	2.53	205.69	214.61	2.22		4.97	1.02	81.58	71.39
母天体 2010UB									2.14	0.99	0.52		199.50	215.10	3.40					
SonotaCoNet									1.90	0.98	0.50		196.30	213.10	2.60					
20171023_235606	210.15	-0.6	358.82	-1.32	349.88	-10.06	14.36	9.38	2.18	0.94	0.57	3.21	31.51	30.17	1.35	S	2.21	0.58	76.00	70.43
20171026_022014	212.25	1.9	368.96	4.22	353.01	-7.84	13.62	8.37	1.86	0.94	0.49	2.53	32.79	32.26	1.04	S	1.87	0.37	78.05	76.12
20171026_194646	212.97	2.7	339.75	-1.73	338.73	-9.66	14.83	9.72	2.92	0.97	0.67	5.00	21.96	33.06	0.17	S	1.21	0.63	86.29	78.92
20171101_225720	219.10	0.5	350.99	-10.46	338.12	-24.12	13.39	7.78	2.20	0.98	0.55	3.26	14.04	39.10	2.89	S	9.24	0.79	85.06	79.62
南群の平均	213.62	1.12	354.63	-2.32	344.93	-12.92	14.05	8.81	2.29	0.96	0.57	3.50	25.07	33.65	1.36		3.63	0.59	81.35	76.27

下田氏によると1月19日に大塚勝仁氏から、spaceweatherの火球軌道のページで流星群活動の可能性について連絡があったとのこと。確かに軌道に集中が認められることから、この日 NASA all-sky cameras で撮影された21個の火球について、放射点をプロットし、 $\alpha 185$ 、 $\delta 0$  付近に顕著な集中が見られた。該当する火球は8個、平均値は $\alpha 185.2$ 、 $\delta +0.4$ 、 $V_0=68.2\text{km/s}$ であった。対応しそうな既知の流星群としては、PVI (January pi Virginids) がある。ただし、大塚氏は「これだけの高速で放射点位置が10度近くもずれるとなると、おとめ座 $\pi$ 群との関連の可能性は低いと言う。なお、SonotaCo ネットでは18日前後天候不順でこの群と同一の同時流星は1個のみでした。似た軌道は、結構あったので報告する。



1	localtime	sol	amag	ra.t	dc.t	vg	a	q	e	p	peri	node	incl	Qo	dur	H1	H2
2	20180111_045022	290.3	2.0	184.0	1.6	70.3	68.9	0.75	0.99	572.5	238.91	290.28	174.12	0.64	0.13	104.53	96.66
3	20180111_052246	290.3	-1.1	189.8	-3.6	71.3	15.8	0.90	0.94	63.0	215.00	290.31	178.94	2.17	0.29	112.86	96.41
4	20180111_234124	291.1	-0.1	187.9	-0.9	71.4	-121.1	0.83	1.01	0.0	225.77	291.08	175.75	18.19	0.75	121.60	111.96
5	20180112_051209	291.3	-1.3	186.4	-1.5	70.1	11.7	0.79	0.93	39.8	233.03	291.31	177.94	3.86	0.22	109.22	96.86
6	20180113_011232	292.2	-0.7	187.0	-1.6	71.4	-29.6	0.80	1.03	0.0	230.57	292.16	177.54	8.20	0.25	112.55	104.17
7	20180113_020258	292.2	-3.4	185.8	0.0	70.2	30.5	0.75	0.98	168.7	238.17	292.20	175.63	21.67	1.10	132.20	84.36
8	20180113_021941	292.2	-1.5	186.7	-0.5	74.7	-2.6	0.82	1.31	0.0	225.54	292.21	176.06	0.99	0.18	109.63	99.83
9	20180113_035031	292.3	-4.3	187.6	0.4	71.9	-9.7	0.80	1.08	0.0	229.67	292.27	173.85	4.04	0.33	110.97	92.13
10	20180118_231231	298.2	-0.1	184.6	-0.8	68.0	22.6	0.57	0.97	107.5	261.88	298.19	177.68	2.72	0.22	100.11	96.41
11																	
12	北群平均	292.2	-1.2	186.6	-0.8	71.0	-1.5	0.78	1.03	105.7	233.2	292.2	176.4	6.9	0.4	112.6	97.6
13																	
14	20180111_044621	290.3	-0.9	186.7	-3.9	65.2	1.8	0.77	0.57	2.4	66.04	110.27	178.23	1.80	0.12	97.83	91.67
15	20180114_050923	293.3	-1.5	186.1	-4.2	66.8	2.8	0.72	0.75	4.8	68.08	113.35	177.21	1.20	0.10	104.90	99.71
16	20180115_023343	294.3	0.0	187.0	-3.6	69.0	6.3	0.75	0.88	15.9	60.99	114.25	179.02	3.80	0.19	112.08	103.02
17																	
18	南群平均	292.6	-0.8	186.6	-3.9	67.0	3.7	0.7	0.7	7.7	65.0	112.6	178.2	2.3	0.1	104.9	98.1



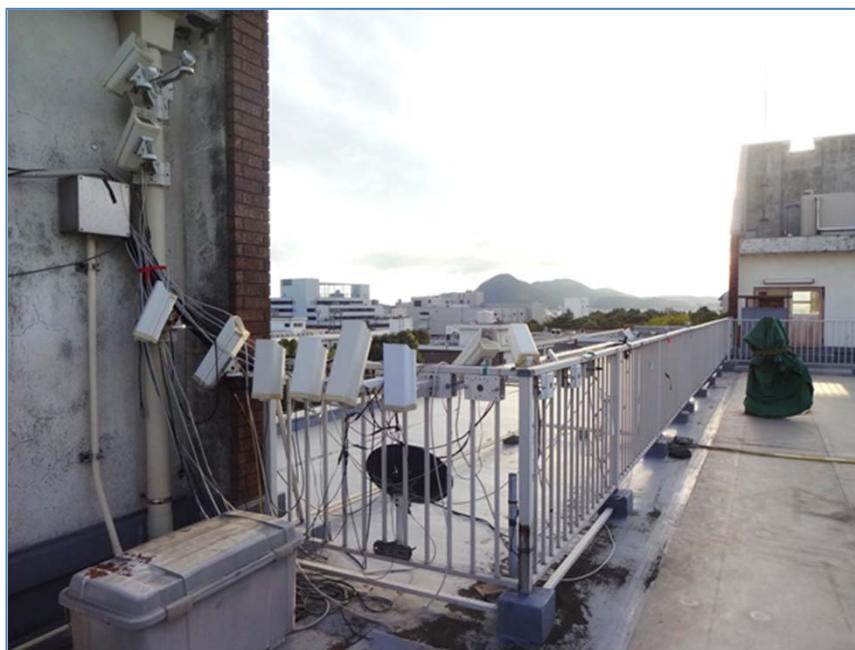
# 定年から始めた僕らの流星観測

## (平博流星分科会の2019年ふたご群観測報告)

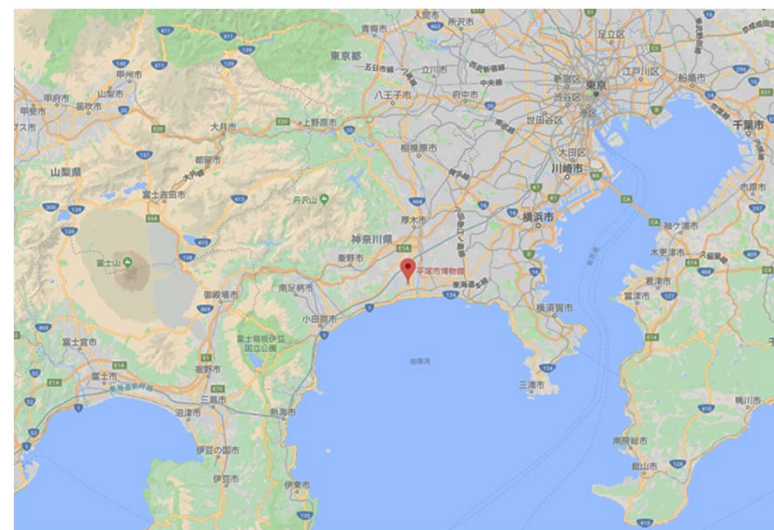
2019年10月にペルセ群の集計結果を報告致しました.今回は2019年12月のふたご座流星群のご報告です.

2/Feb/2020, No.154 MSS

平博天体観察会流星分科会 永井和男



博物館の流星TVカメラ(博物館屋上)



博物館の位置

# 1月14日のスターリンク衛星



2020/01/14 18:09:42.1(LT) 0013

00656 M00028+173 902HU 12mm KN9 03



# 第42回 彗星夏の学校 2020

日時 : 2020/3/29 10:00-17:00

場所 : 八王子 生涯学習センター クリエイトホール 11階 第6学習室

参加費 : 1000円

申込締切 : 2020/3/1

彗星、流星、小惑星、観測機材等についての研究発表、講義、勉強など  
初心者向けの入門講座も行う予定です



# 流星分科会

## 流星分科会

2014年のしぶんぎ群が切欠で発足  
藤井学芸員の指導で流星の観測  
2017年から同時流星観測開始

## 観測装置

自作TVカメラ + UFO capture2

カメラは2種類

CMOS (MX225, 1/3inch) f=8mm

⇒ ICX672

CCD (ICX672, 1/3inch) f=6mm

## 観測地と観測者

平塚を中心に14台(9名)のカメラ

⇒ 17台(11名)

観測地が固まっていて交差角が狭い  
画角(30x20deg)が狭い

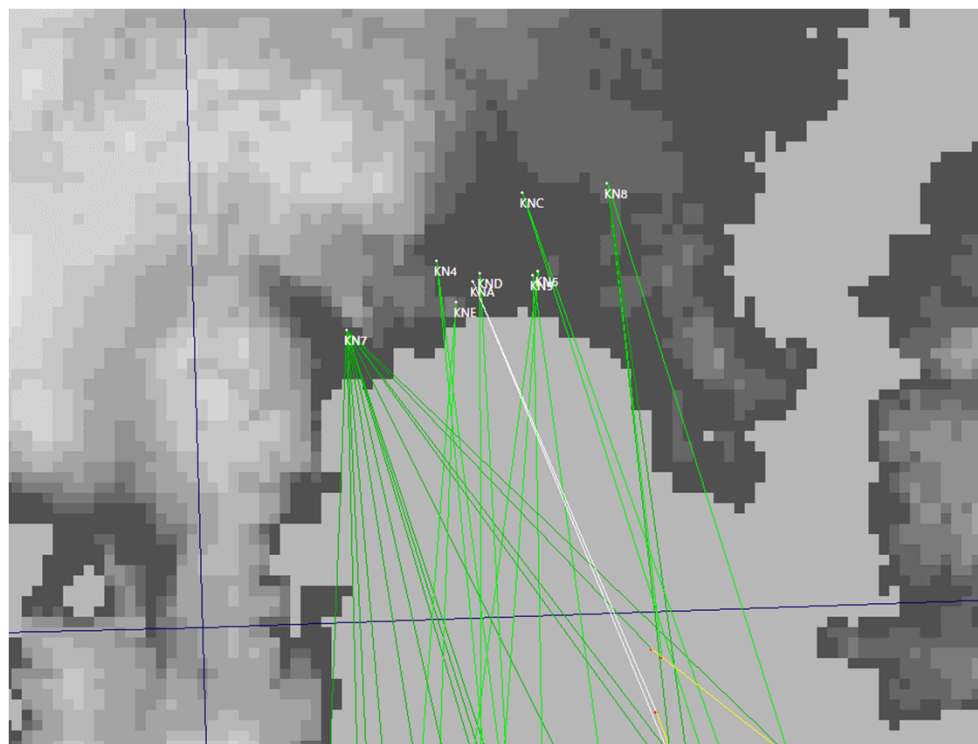
大島上空100km, 御蔵島上空100km  
全天の1%弱をカバー



CMOS



CCD





# 2019年12月の僕らの観測

2019年12月1日から12月31日までの観測を集計しました

510個の日心軌道が得られました(ふたごは12/2から12/27の期間に204個の軌道が得られました)

観測者は6名でカメラは12台です。KN8\_1とKN9\_3はWATECで、他は自作カメラ

(夏以降、3名が休止中で2名が新規で観測を始める準備中)

解析はUFO orbit2を用いました

観測者が固まっていますので交差角が狭くなりますので解析の品質はQ1としました

No.	観測者	観測地	ID	_count	_scount	_s%	remarks
1	秋山	平塚	KN4_01	546	190	35	
			KN4_02	480	207	43	
2	岡澤	茅ヶ崎	KN6_01	246	112	46	
			KN6_02	762	221	29	
3	清水	小田原	KN7_01	193	70	36	
			KN7_02	477	208	44	
4	鈴木	横浜	KN8_1	547	165	30	WATEC
5	永井	茅ヶ崎	KN9_01	32	10	31	分光
			KN9_02	54	16	30	分光
			KN9_03	108	1	1	WATEC
6	横関	平塚	KND_01	707	55	8	
			KND_02	427	103	24	

休止中: 藤木・萩原・鷹

新規: 小林・戸村

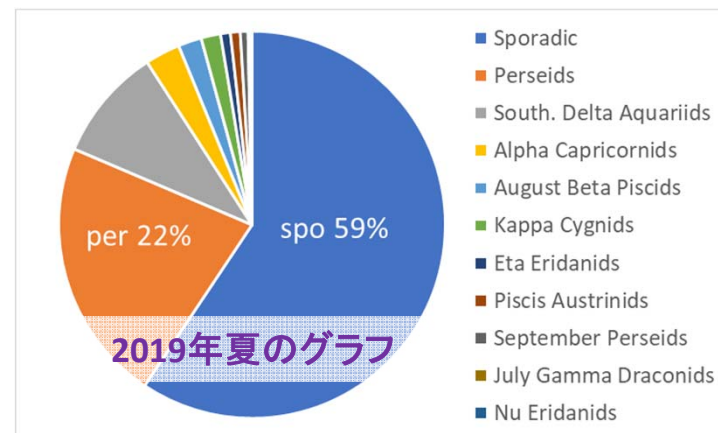
背景がピンクは定年している人

The screenshot shows the UFO orbit2 software interface. It has two main sections: 'Single' and 'Pair'. The 'Single' section includes checkboxes for 'Qo>', 'dur>', 'Nts>', 'Nos>', 'leap<', 'tme<', 'rstar>', 'ddeg<', and 'cdeg<', each with a corresponding numerical input field. The 'Pair' section includes checkboxes for 'dt<', 'GD>', 'Qc>', 'Ed<', 'Ex<', 'Vo>', 'e<', 'H1>H2', and 'QA>', each with a corresponding numerical input field. There are also checkboxes for 'dGP<', 'Gm>', 'dV<', 'H1<', 'H1>', 'H2<', 'zmv<', and 'Vio'. At the bottom, there are checkboxes for 'drop f check' and 'inout check', a 'Multi' section with a 'dD' input field and an 'update' button, and a 'preset' section with buttons for 'Q0', 'Q1', 'Q2', 'Q3', and a 'log' checkbox.

# 軌道の求まった流星・流星群

2019年12月の観測から日心軌道が求まった流星は510個でした。  
ふたご座流星群は12/3から12/27に検出され得られた軌道は204  
個でした。

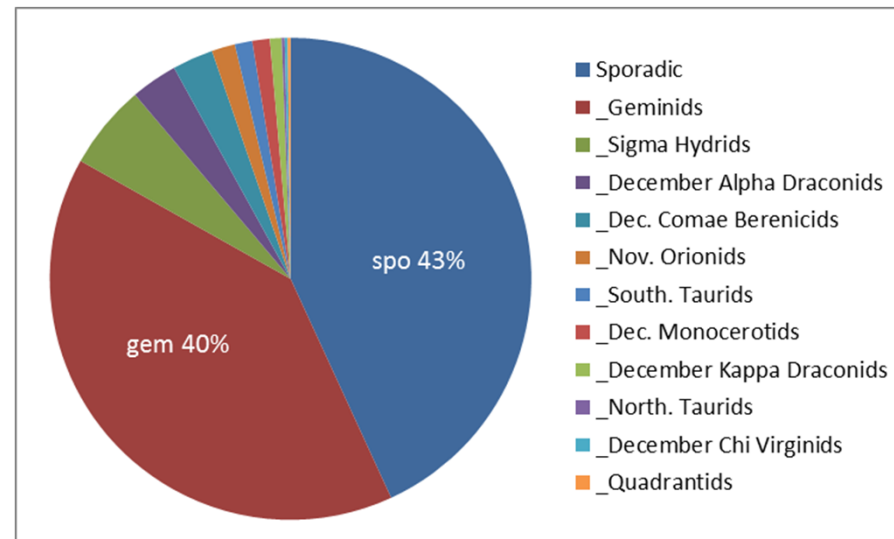
散在とふたごで全体の8割になっていました。ペルセの時も8割で  
したがspoが6割もありました。今回はspoは4割で ふたごも4割ありま  
した



2019/12/1～12/31、軌道が求まった群流星の数

_code	_name	number	%
spo	Sporadic	220	43.1
J5_Gem	Geminids	204	40.0
J5_Hyd	Sigma Hydrids	29	5.7
J5_daD	December Alpha Draconids	16	3.1
J5_Com	Dec. Comae Berenicids	14	2.7
J5_noO	Nov. Orionids	8	1.6
J5_sTa	South. Taurids	6	1.2
J5_Mon	Dec. Monocerotids	6	1.2
J5_kDr	December Kappa Draconids	4	0.8
J5_nTa	North. Taurids	1	0.2
J5_xVi	December Chi Virginids	1	0.2
J5_Qua	Quadrantids	1	0.2

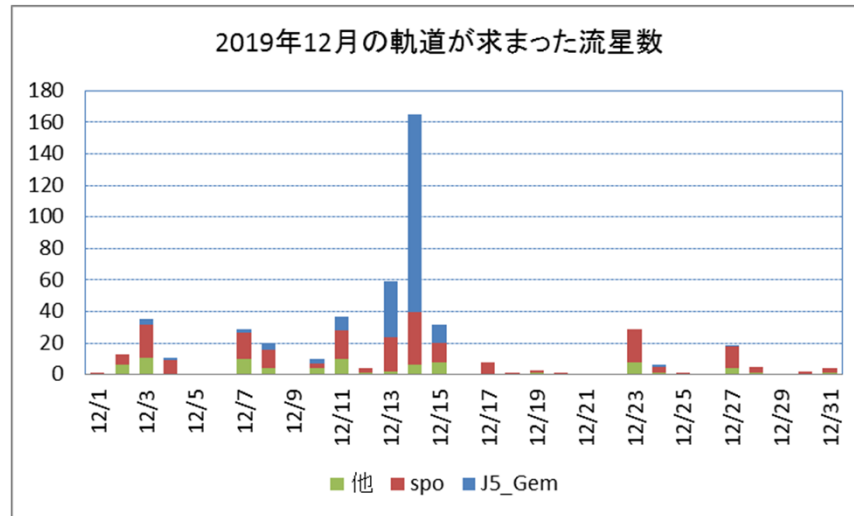
TTL 510



Based on “ALL SHOWER LIST edited by SonotaCo 2009 April 16, ULE\_J5(confirmed showers only)”



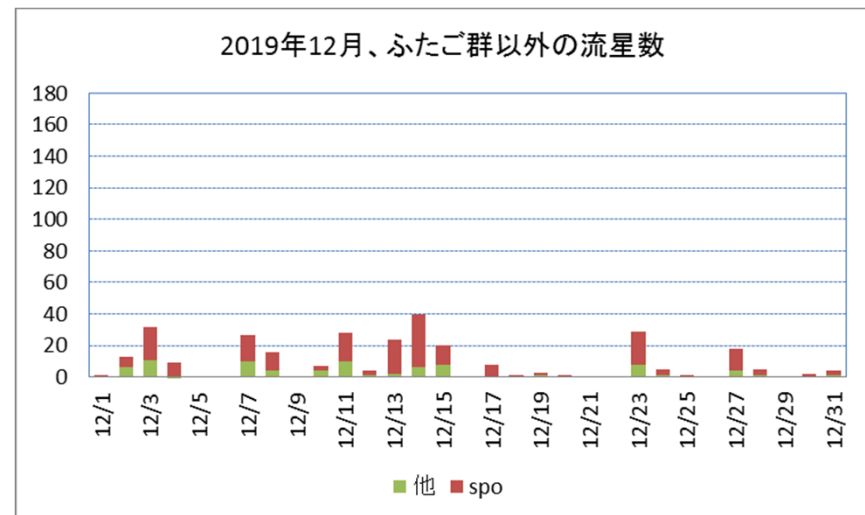
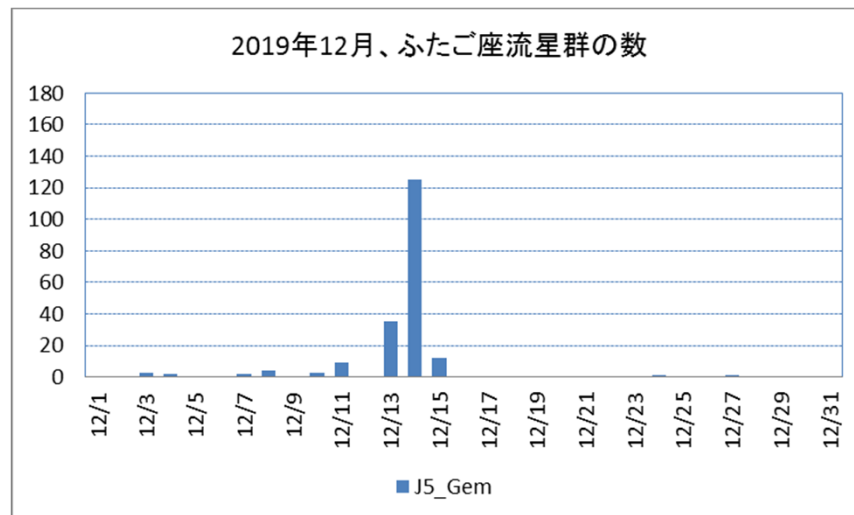
# 軌道が求まった流星の日別数



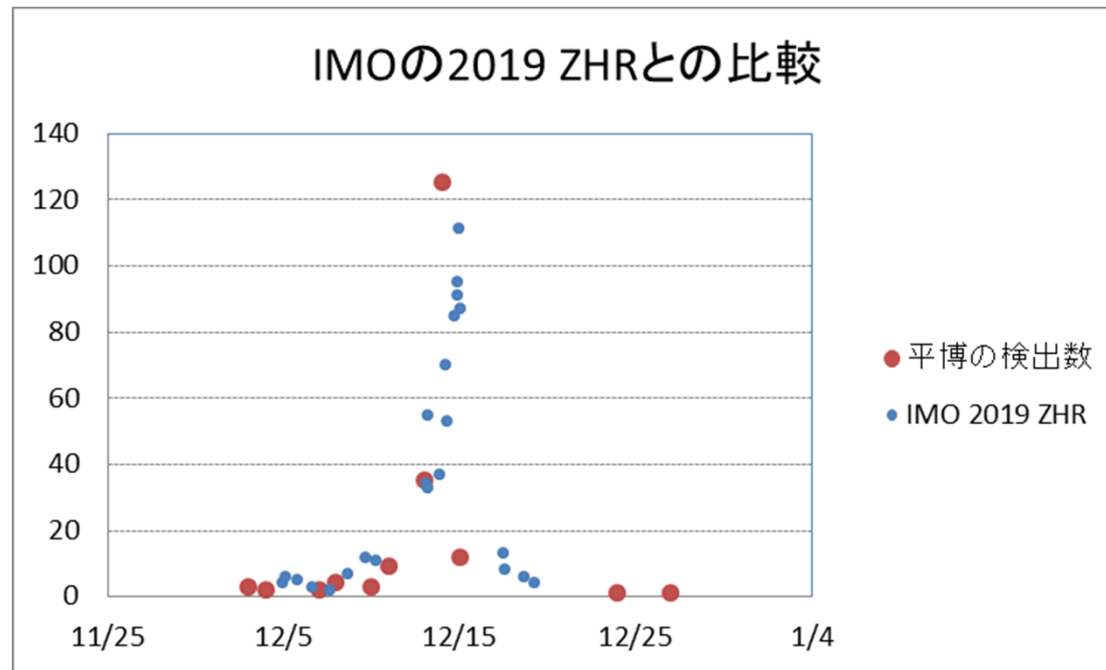
12月の流星検出数です. 単純に数を数えただけのものです.

ふたご座流星群は12/14に多く検出されました. 前後の12/13と12/15は少なくはありませんが12/14と比べるとだいぶ数少ないです

散在流星は特に目立った増減は無く、均等に出現しているように見えます



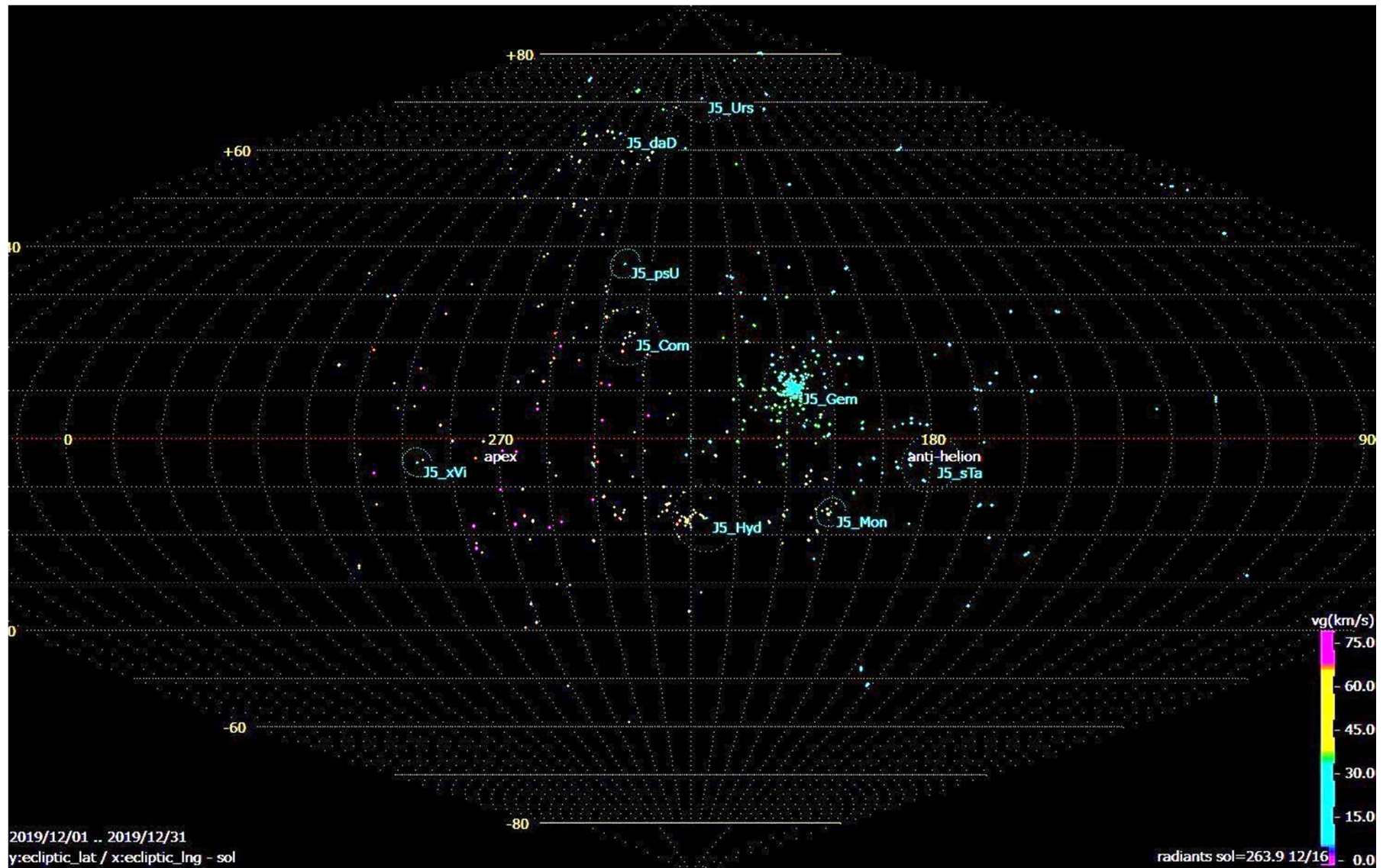
# 去年のふたご群との比較



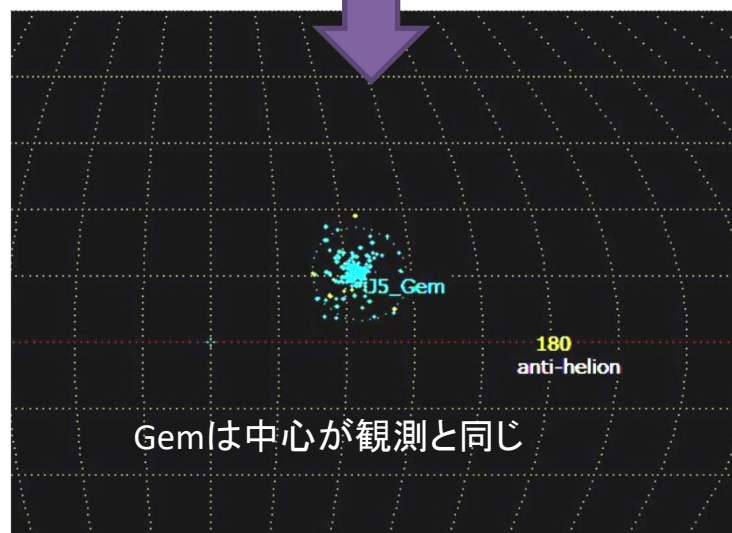
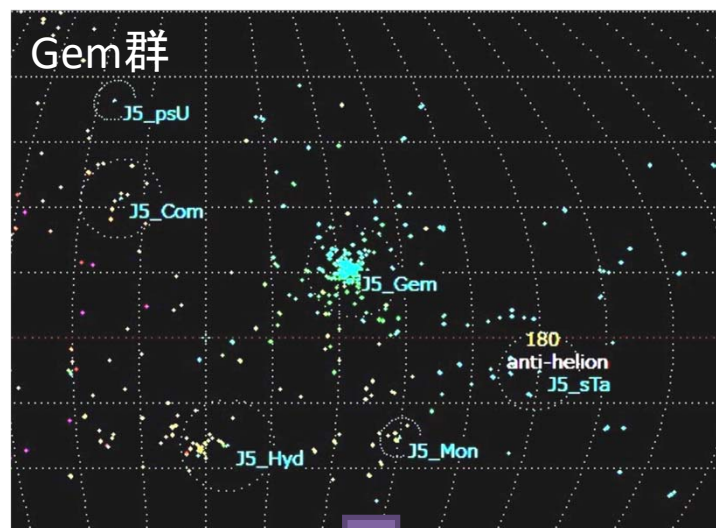
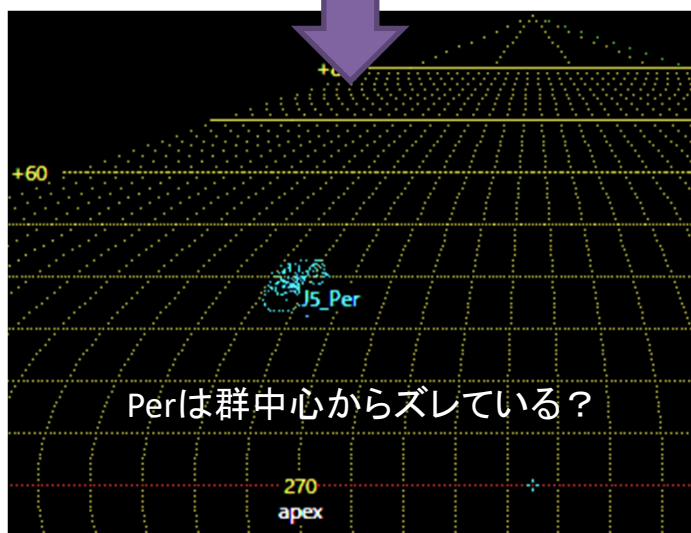
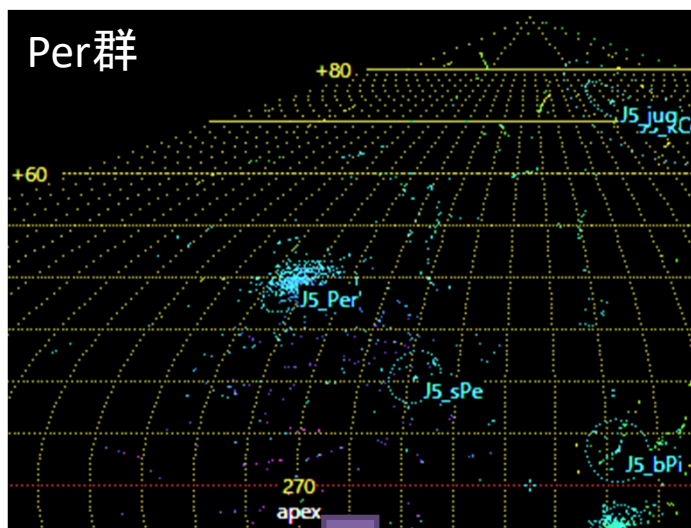
IMO databaseより得た2019GeminidsのZHRと、今回の流星検出数を重ねてみました  
平博のものはZHRではなく、検出数を数えた物なので値を比較することは出来ませんがグ  
ラフの形状はよく似ていました



# Radiant



# Per群とGem群のRadiantの比較

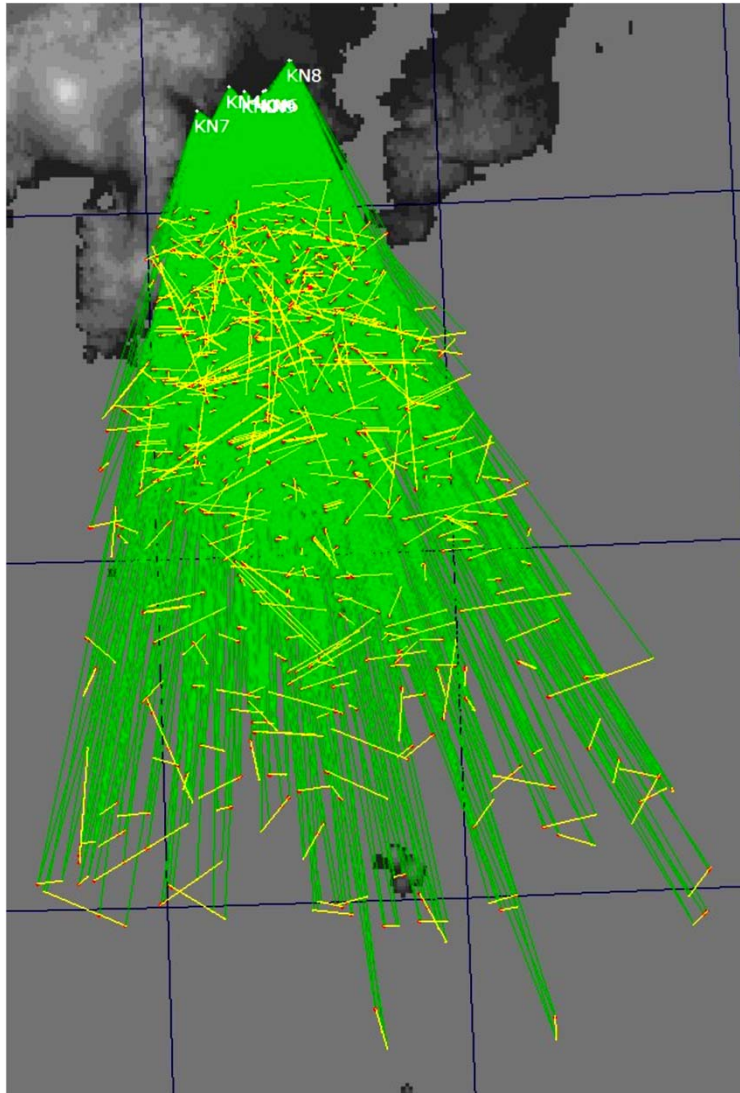


Based on "ALL SHOWER LIST edited by SonotaCo 2009 April 16, ULE\_J5(confirmed showers only)"

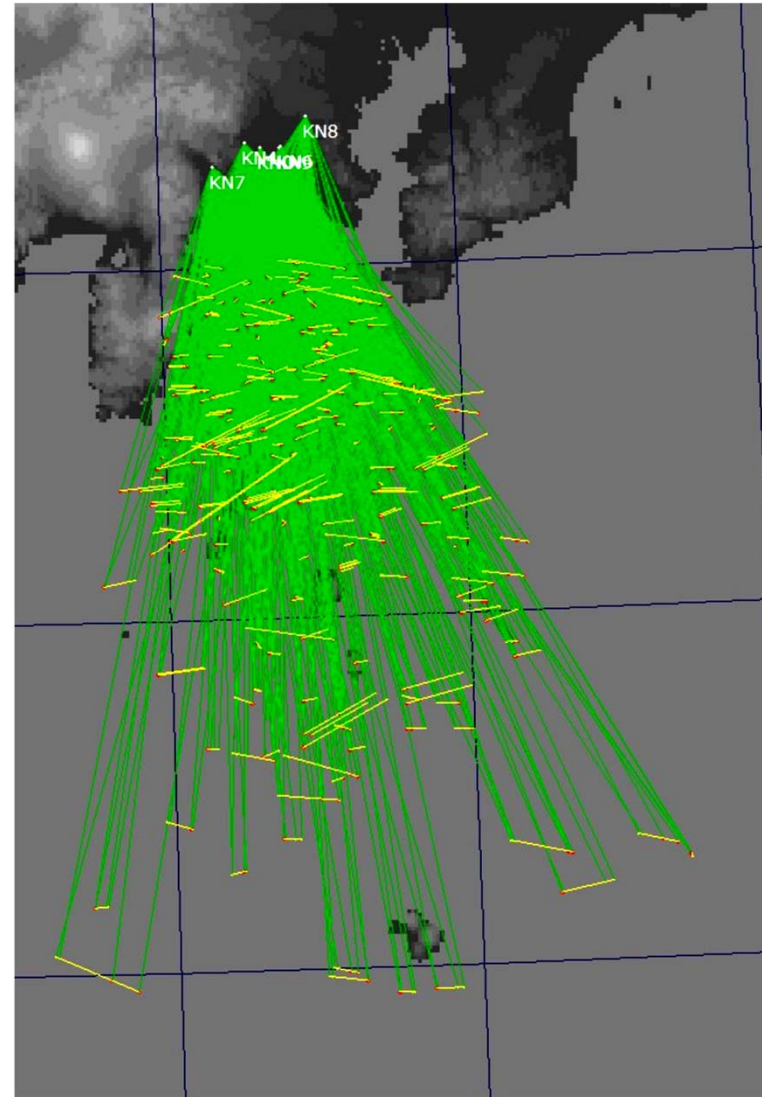


# Ground Map

全部

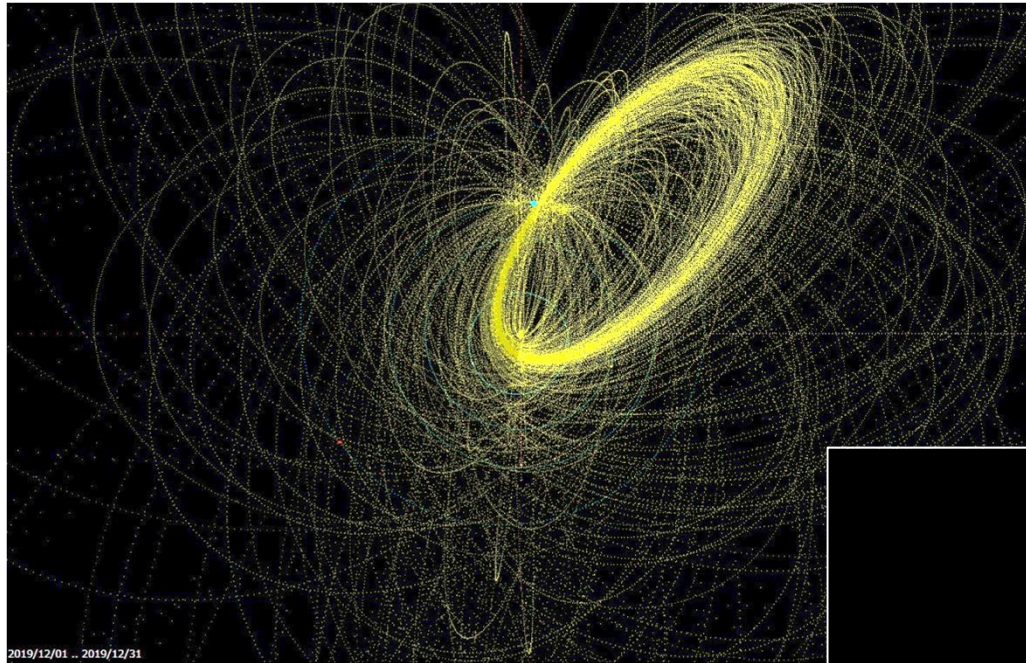


Gem群

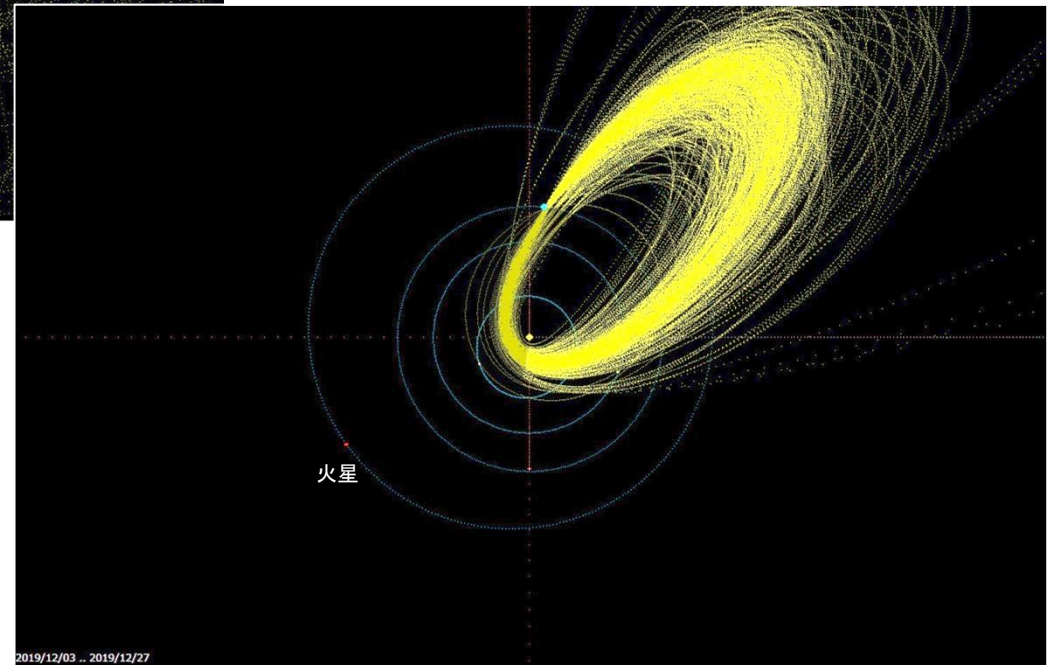


# Orbit

全部



Gem群

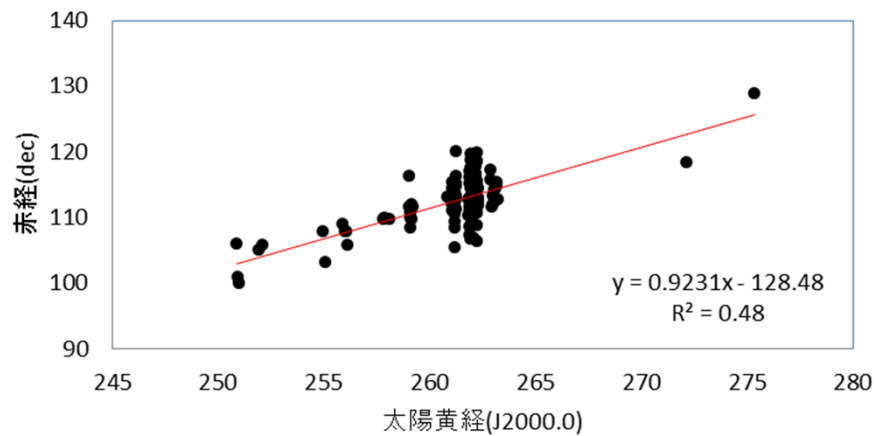


夏は様々な軌道がいくつも見えていました.  
12月はGem群が目立って見えます.

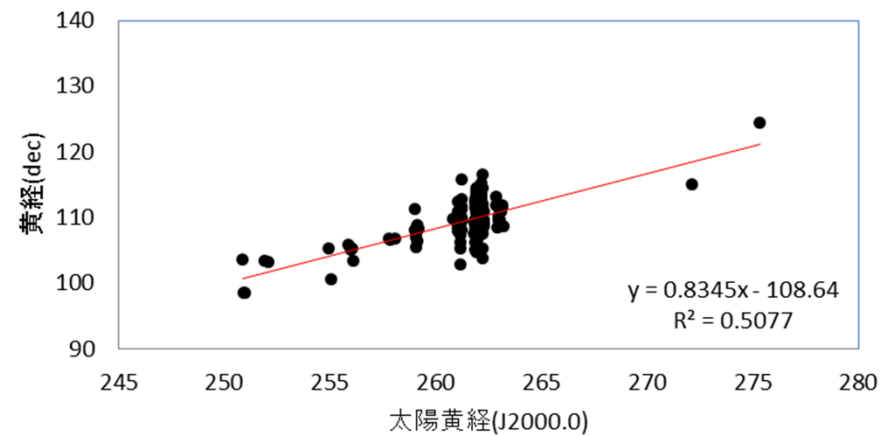


# 放射点と太陽黄経

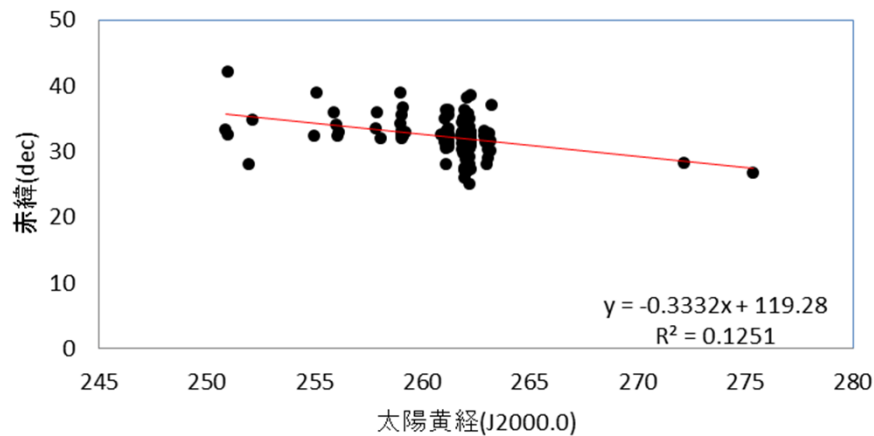
2019 ふたご群 輻射点赤経と太陽黄経



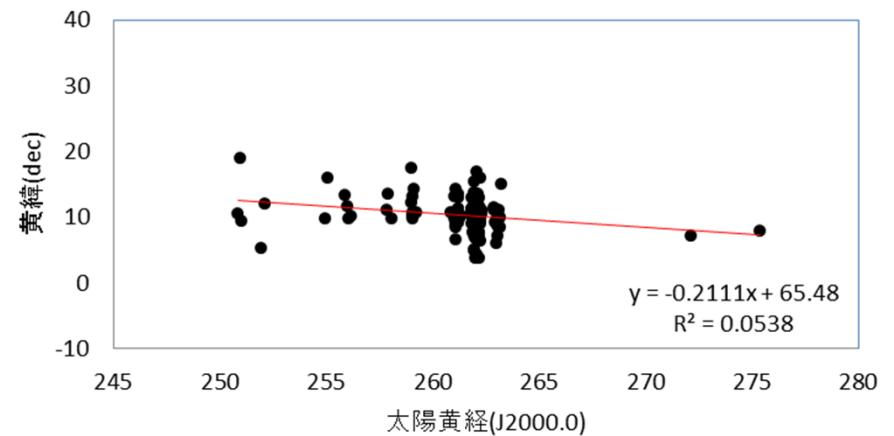
2019 ふたご群 輻射点黄経と太陽黄経



2019 ふたご群 輻射点赤緯と太陽黄経

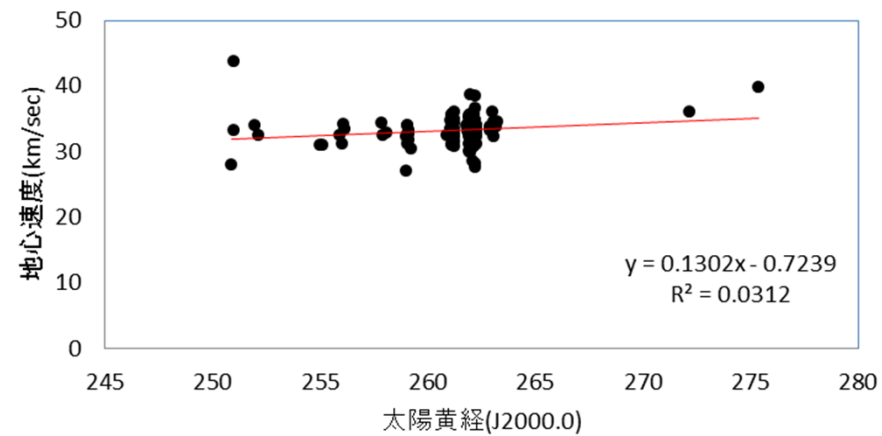


2019 ふたご群 輻射点黄緯と太陽黄経

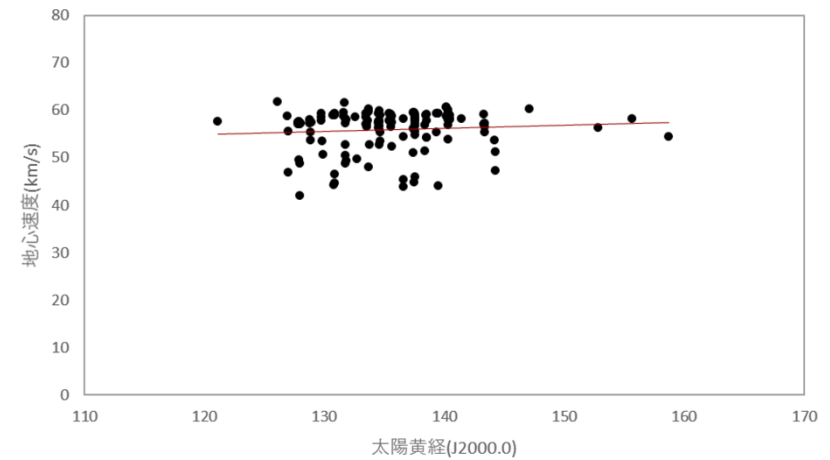


# 地心速度と太陽黄経

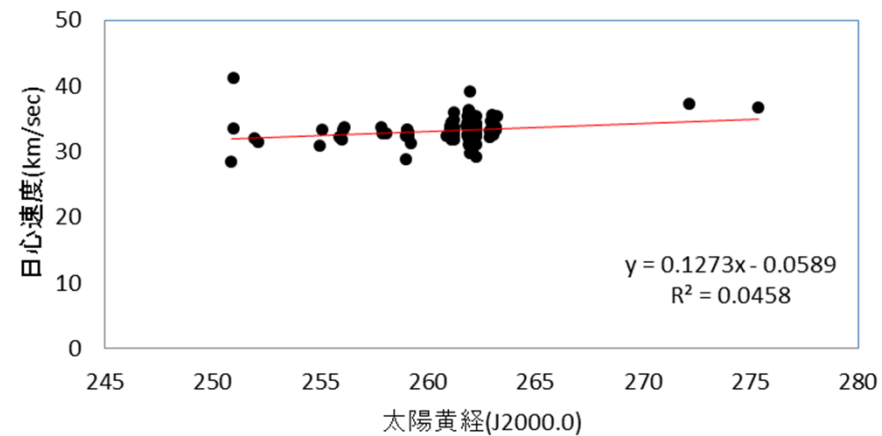
2019 ふたご群 地心速度と太陽黄経



2019 ペルセ群 地心速度と太陽黄経



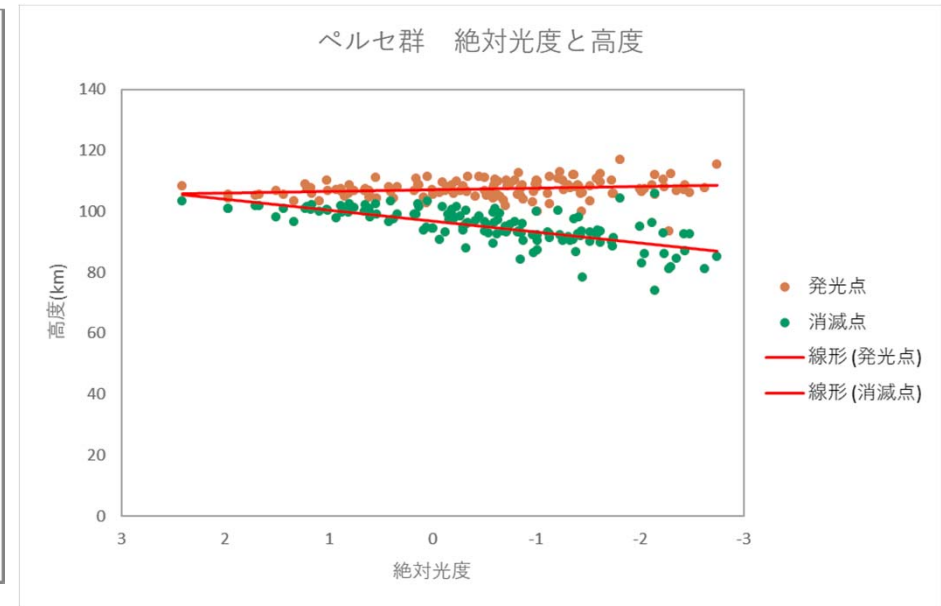
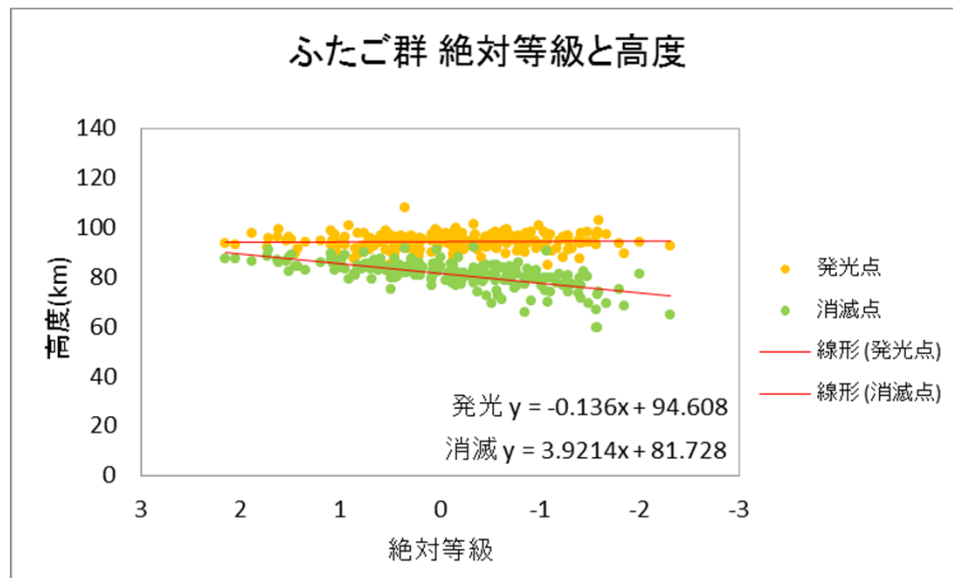
2019 ふたご群 日心速度と太陽黄経



ペルセ群が58km/secに対して  
ふたご群は32km/sec程度でした



# 絶対等級と発光点・消滅点高度

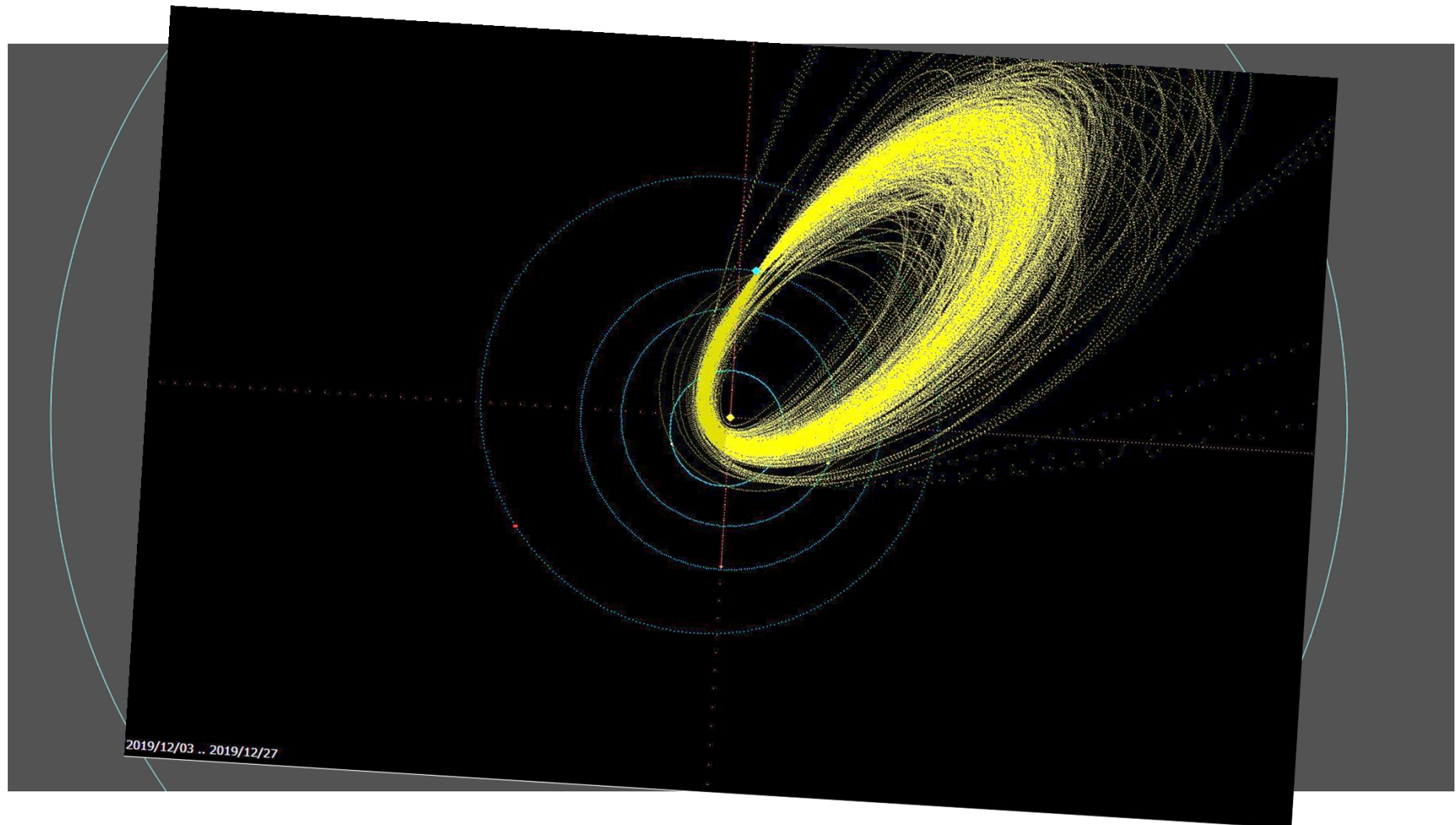


ふたごは-1.6~-1.7より明るいものの数が減るが  
ペルセは-3等までおおむね一様にあるようです

ペルセ群の方が全般に高度が高かった  
(表は0等の値)

	ペルセ群	ふたご群
発光点高度	107km	95km
消滅点高度	97km	82km

# ファエトンとの軌道比較



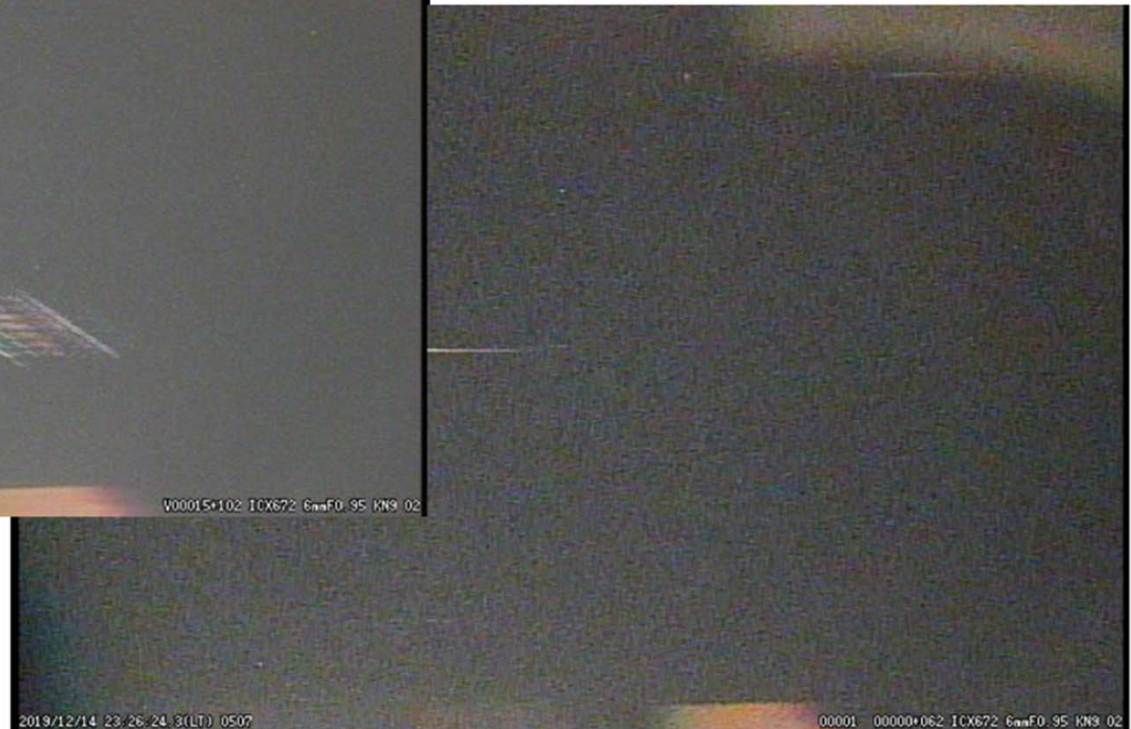


# ふたご群で明るかったもの



M20191214\_213353\_KN9\_02

M20191214\_232625\_KN9\_02



# M20191214\_232625\_KN9\_02P 解析

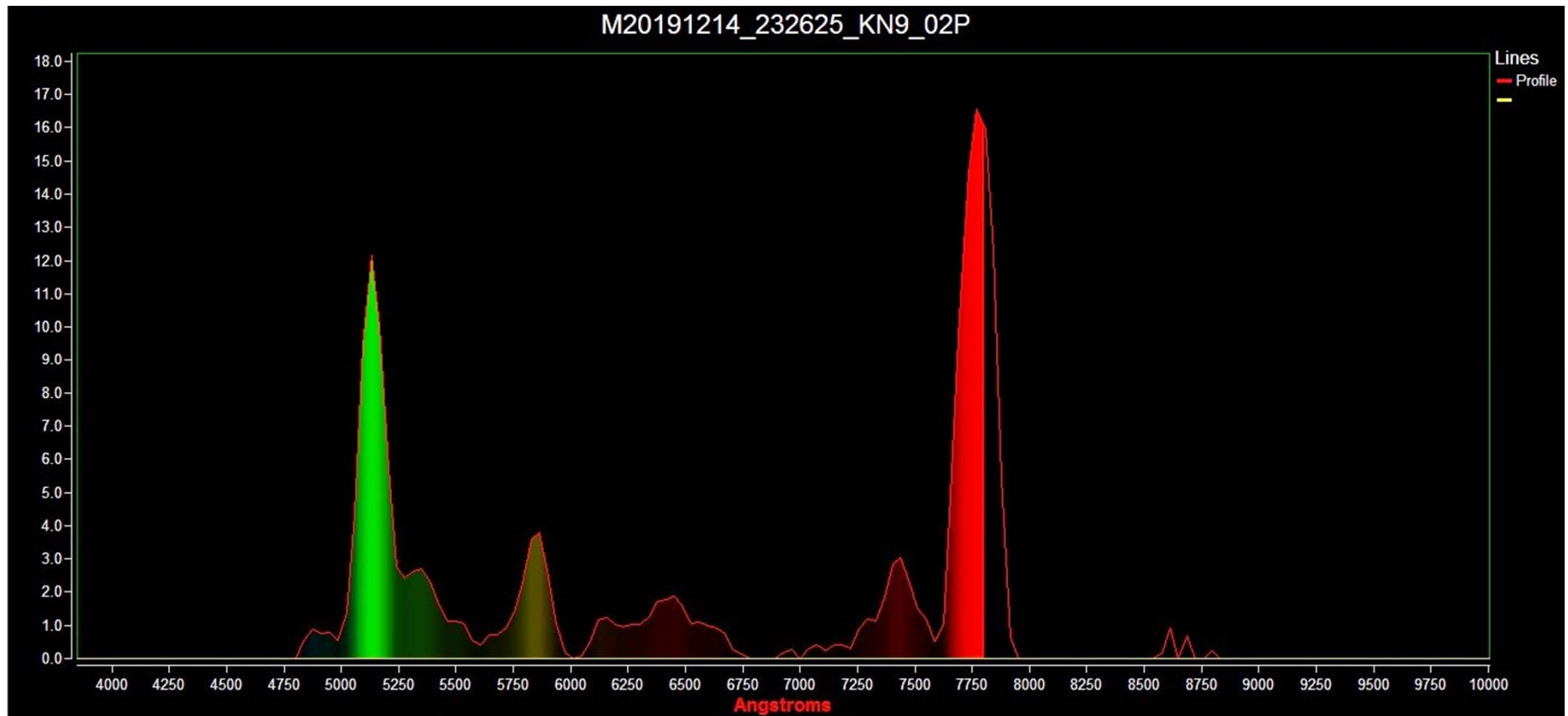




# $\gamma$ 補正後の画像

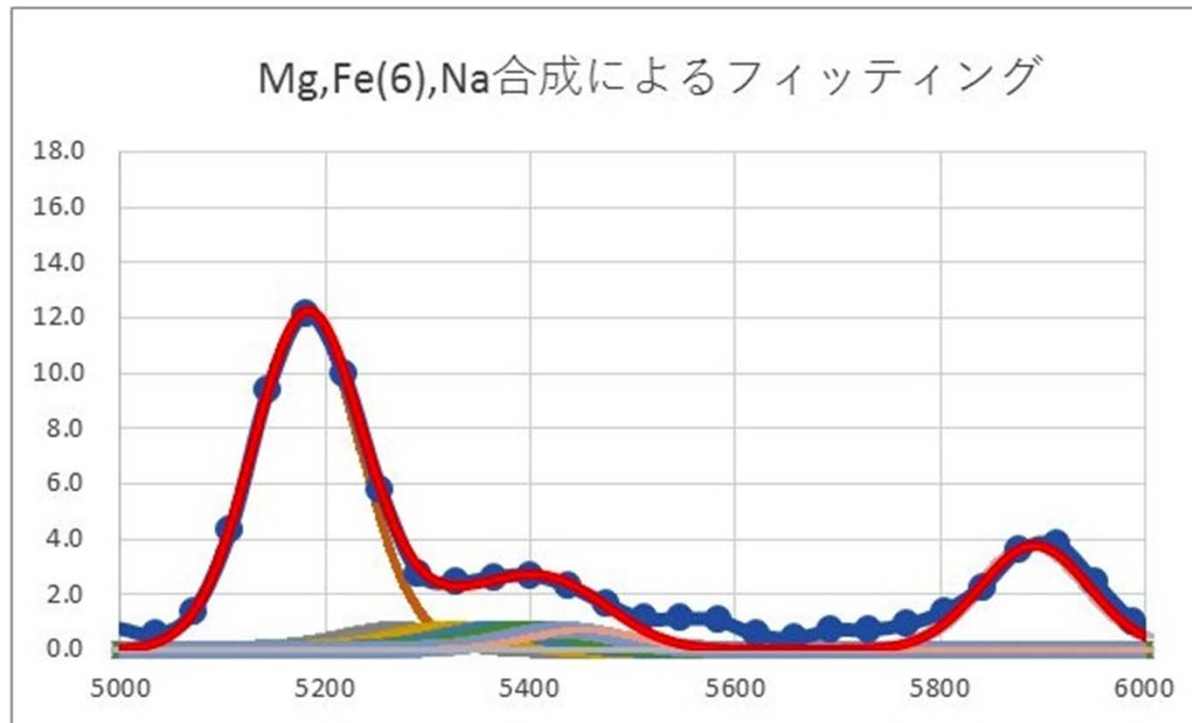


# 波長校正・感度補正後の連続光





# Mg Fe Na の強度測定



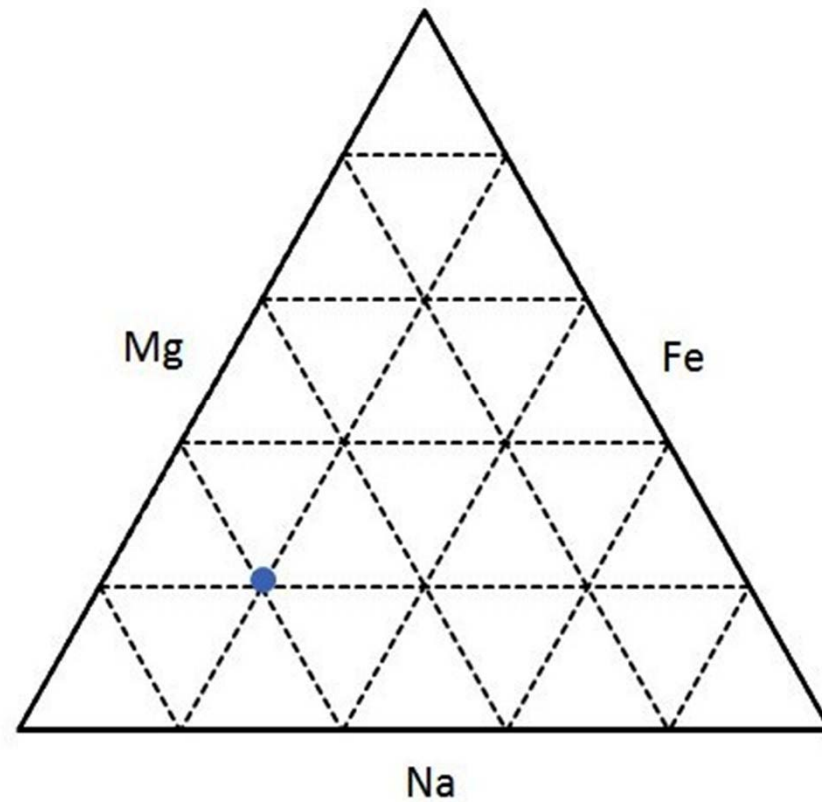
組成比

Mg	0.60
Fe	0.21
Na	0.19

黄色に数値を入れます

	Mg I	Fe I	Fe I	Fe I	Fe I	Fe I	Fe I	Na I
標準偏差	53	53	53	53	53	53	53	53
輝線波長	5182	5269	5328	5371	5404	5431	5449	5892
定数	1600	95	95	95	95	95	95	500

# 三角ダイアグラム(強度比)





# おしまい

## M20191214\_232625の軌道

みんなで観測したふたご群の解析ができました

夏に行ったペルセ群とは異なる事が多かった

極大期間が急峻

高度が低めで速度が遅い

Naが少ない

今後も目立った群を同様な解析をしてみます

20191214\_232625 (UNIFIED\_4) J5\_Gem rt(113.9, 32.9) vg 33.2 vs 33.1 a 1.3 q 0.151 e 0.879 peri 324.0 node 262.0 incl 23.5

## ふたご群輻射点拡大撮影

重野好彦

日時 2019年12月14/15日 22:50~05:32 (極大予想15日04時) (JST) 秩父郡  
機材 Nikon D500 4K(3840×2160) 30fps動画 1/30secシャッター ISO:2.5万  
レンズ 50mm F1.2→2 (35mm判111mm相当) 写野18×10度  
恒星最微等級8.0等 流星最微等級7等 (月明のため感度を下げ、レンズを絞った)

図1.  
観測写野の星図  
(ステラナビゲータ)  
2019.12.15 00時  
星図最微等級7.0等

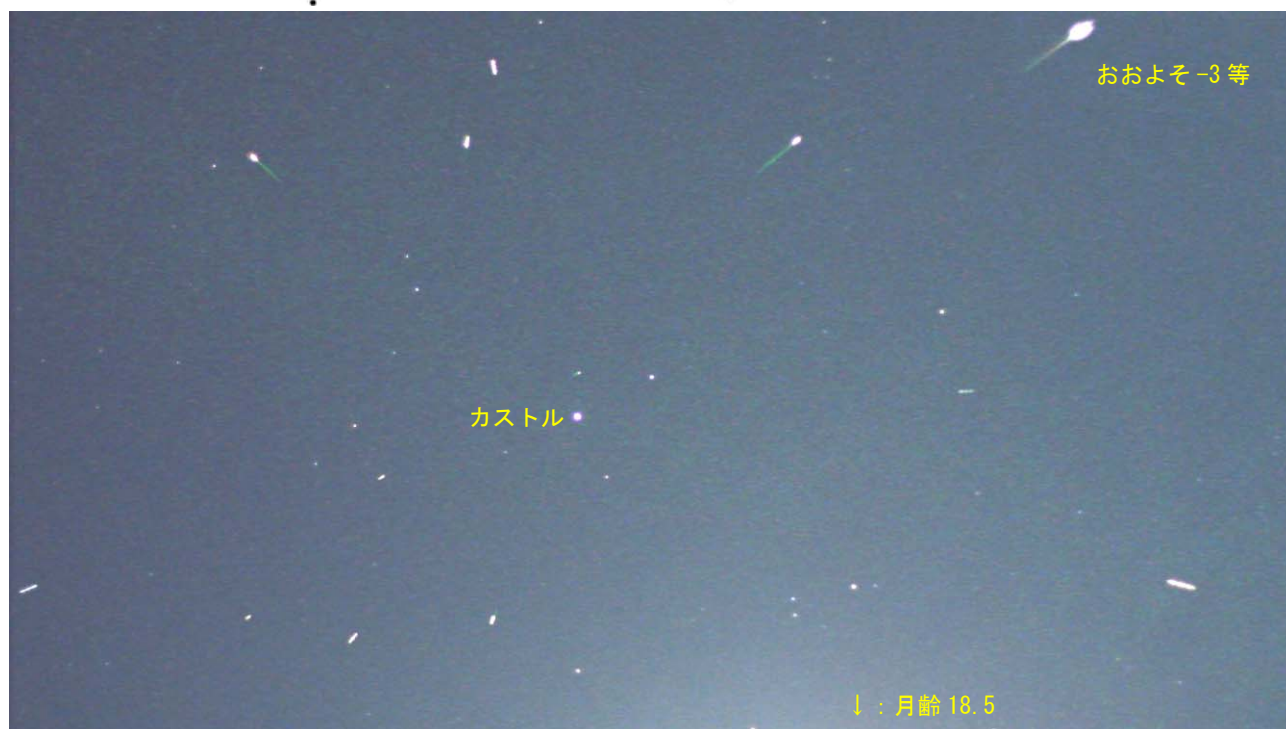
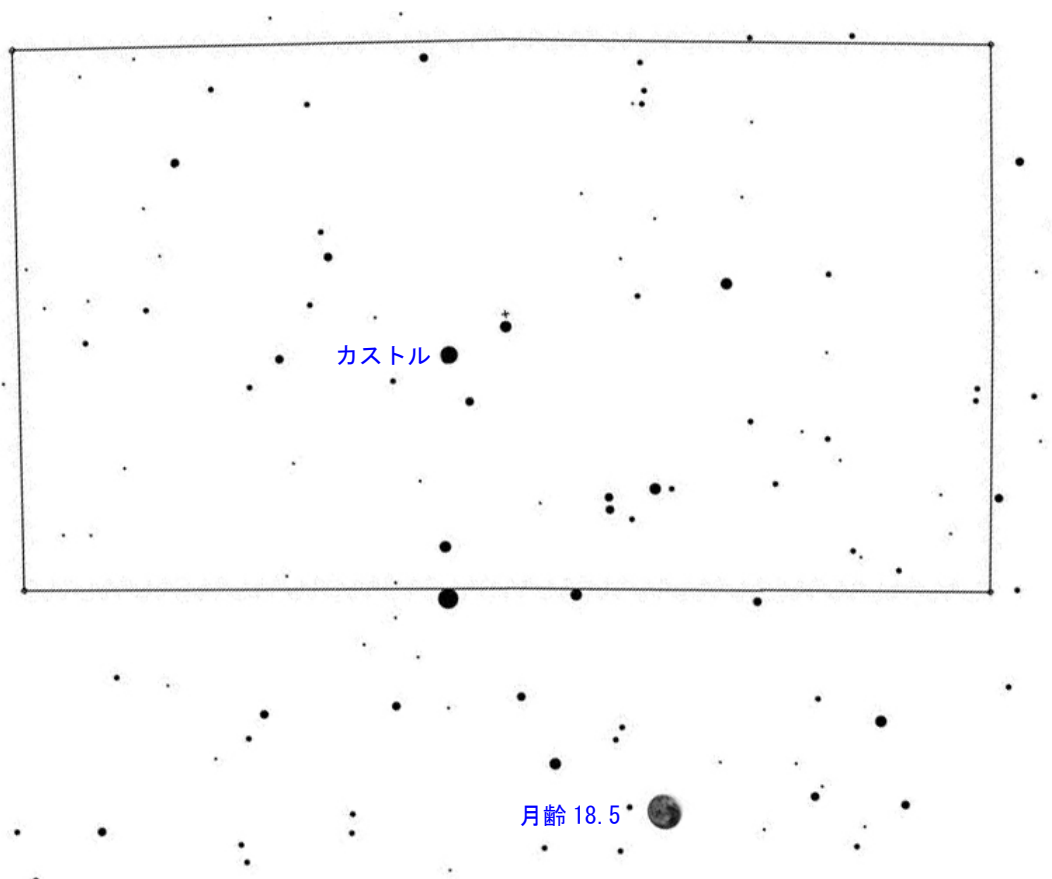


図2. 2019.12.14/15 (実際の画像よりかなり明るくした。明度+10, コントラスト+10)  
3等より明るいふたご群13流星。



# Visual等級で測光したい

私たちは流星の等級を測っていないの！？

NMS-MLの雑談会 2022年6月18日 20:00 on zoom

メテオロイズ・ワークショップ2022 2022年12月3日 平塚市博物館

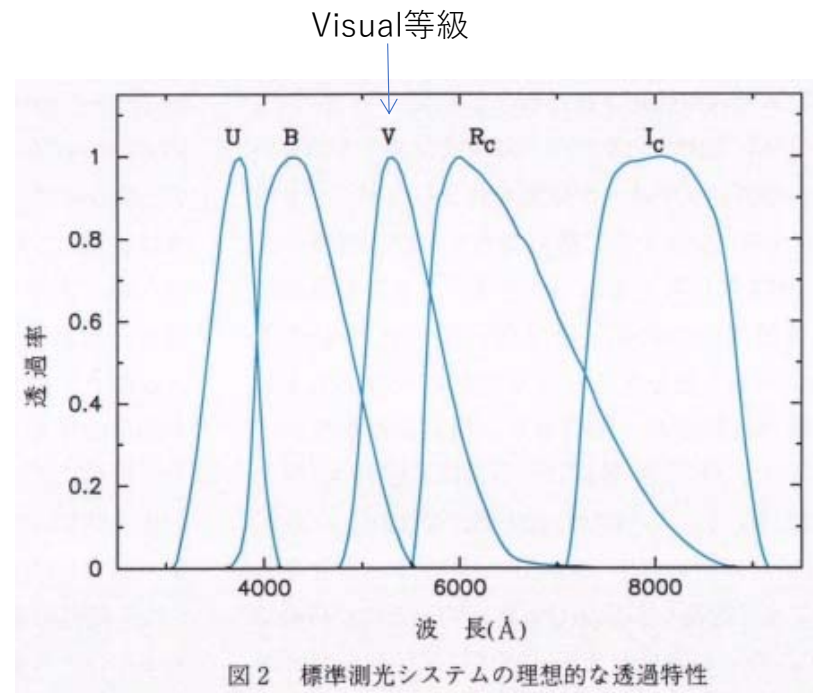
平塚市博物館 天体観察会 流星分科会 永井和男

# 私たちが使っている等級( $\neq$ 光度)

- ベガを基準としたベガ等級



- どのバンドでもベガを0等とした





# 研究にはV等級を使っている

- 流星電波観測ガイドブック

線電子密度と流星の光度は、以下のような関係があるとされています。

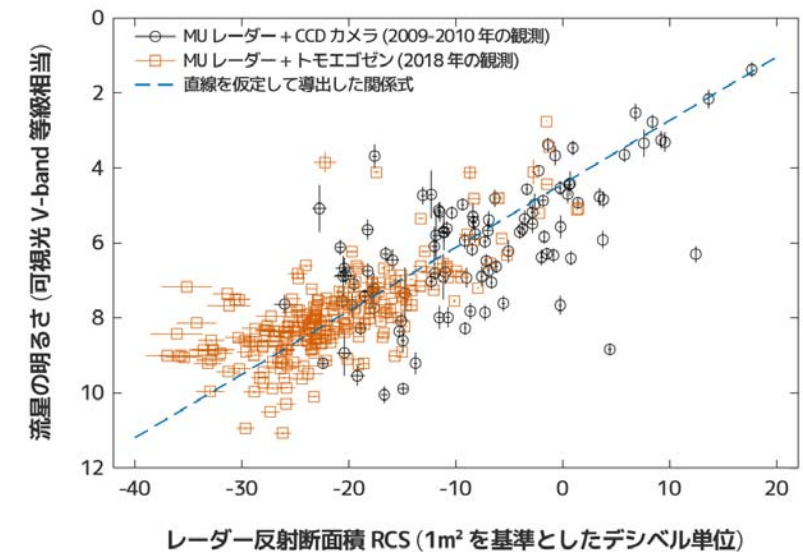
$$M_r = 36 - 2.5 \log_{10} \left( \frac{q}{v} \right) \quad (3.1)$$

$M_r$ は流星光度,  $q$ は線電子密度( $\text{m}^{-1}$ ),  $v$ は流星の突入速度( $\text{km/s}$ )です。一方, アンダーデンス

- 流星の明るさ (アストラルシリーズ3 流星II-解析と理論-)
- V等級を元に写真を測定する写真実視等級 (pg等級)  $\div$  V等級

- Tomo-e Gozen

- 可視光V-band等級相当
  - 観測機器のレスポンスが分かっている
  - 流星の温度(色)を仮定してV等級に変換している



# 流星画像の事例

- IMX327で撮影されたミラは7.1等だが2等星のベラトリクスより明るく写っている



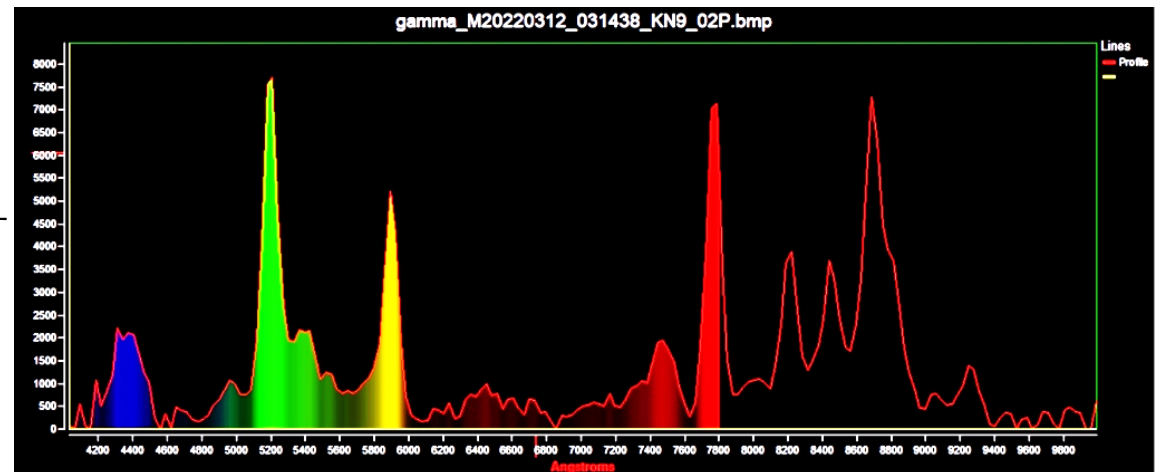
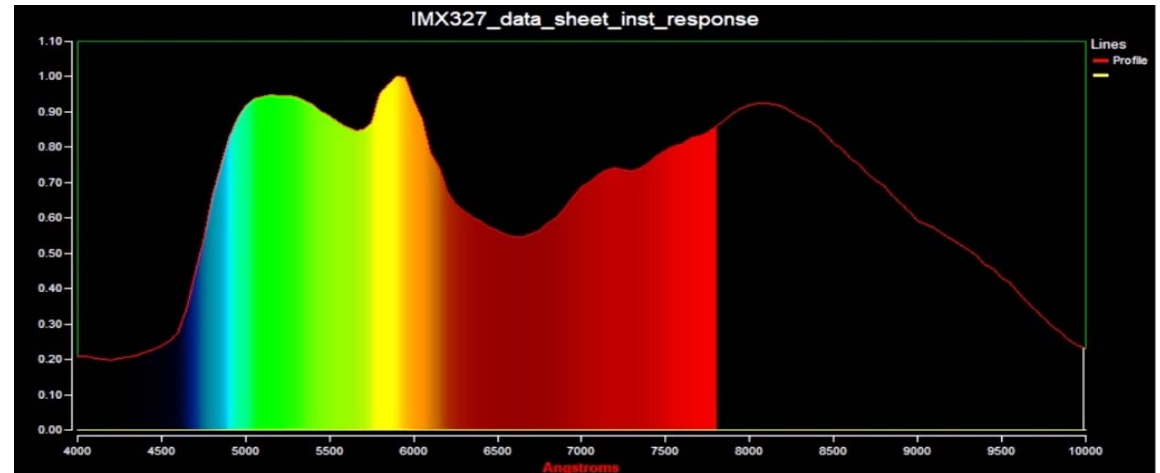
- これでは同じ等級の流星でも、赤い流星と青い流星では求まる等級が違ってしまう



# IMX327 response

- 流星分科会で多用されている
- 流星号3のレスポンスカーブ
- 可視光の外(特に赤外)にも感度がある
- IMX327をNTSCで録画しているので  
 $\gamma$ 補正が掛かっている
  - これも測光にはよろしくない
  - ATOMCAMも $\gamma$ 補正されています

IMX327 f=8mm 300gpm

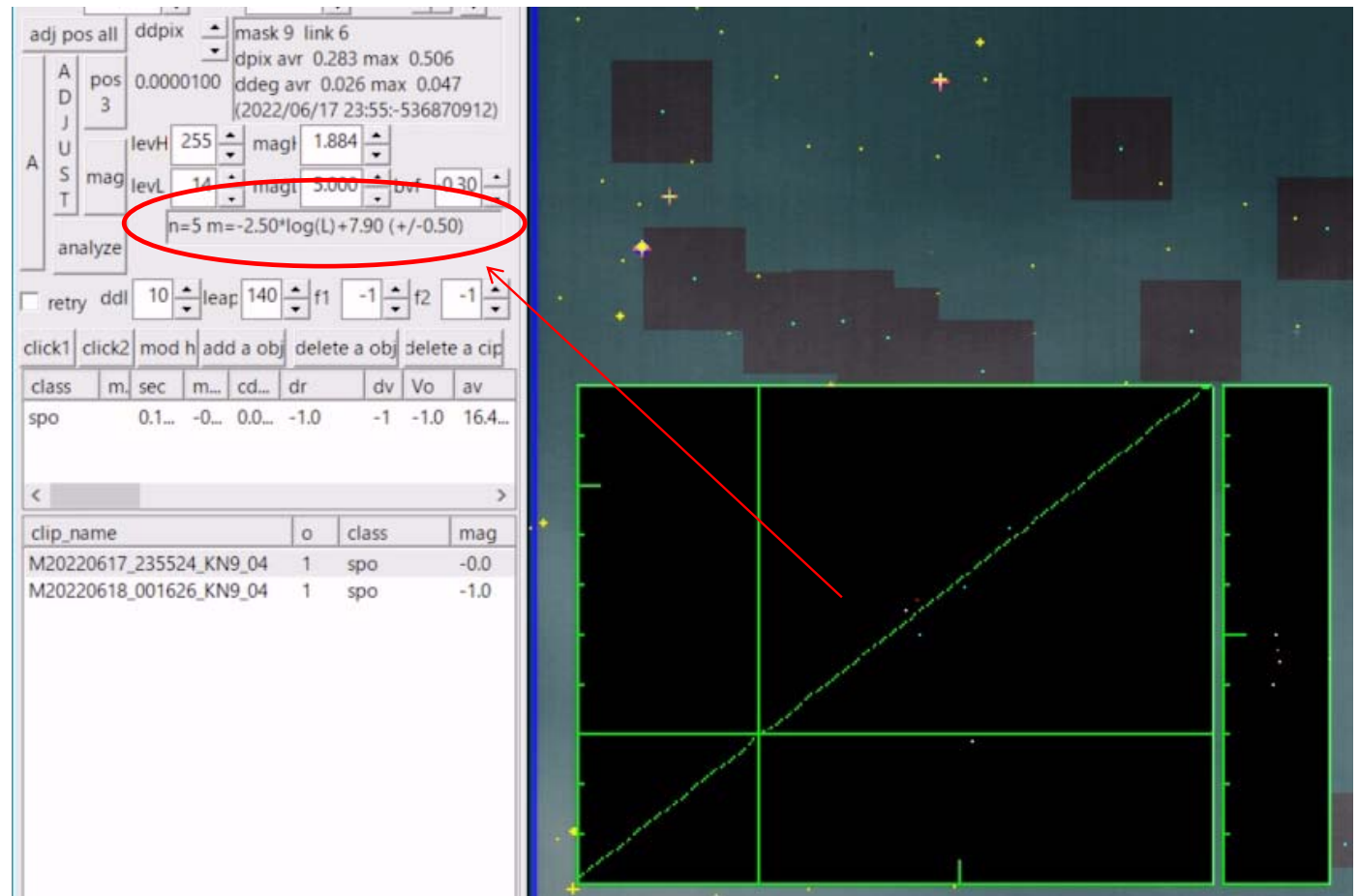


この波長域にも感度がある

この波長域にも感度がある

# UA2の測定

- 星のV等級と測光カウント値からフィッティングする一次変換式を作って流星の等級を求めます
- 測光バンドが不明な等級が求まります
- 他の観測と比較できない



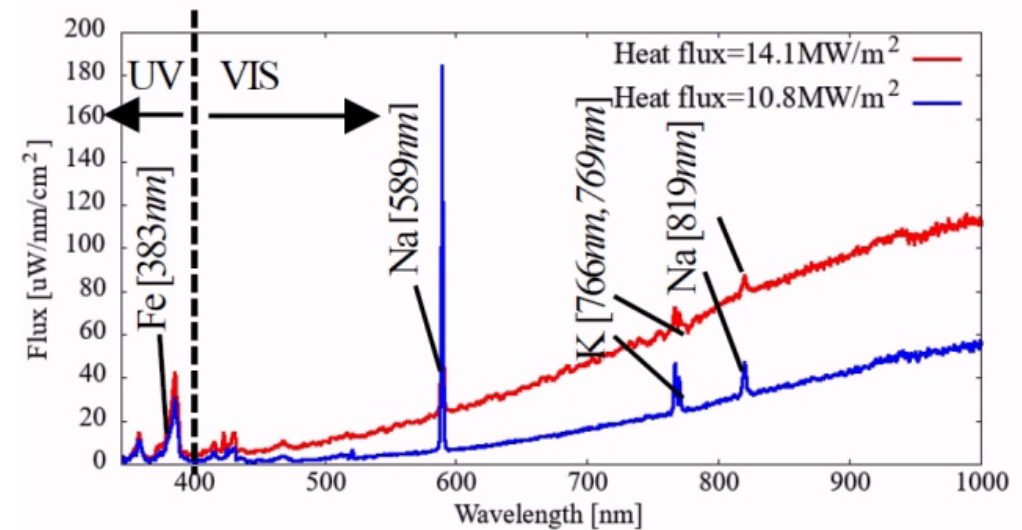
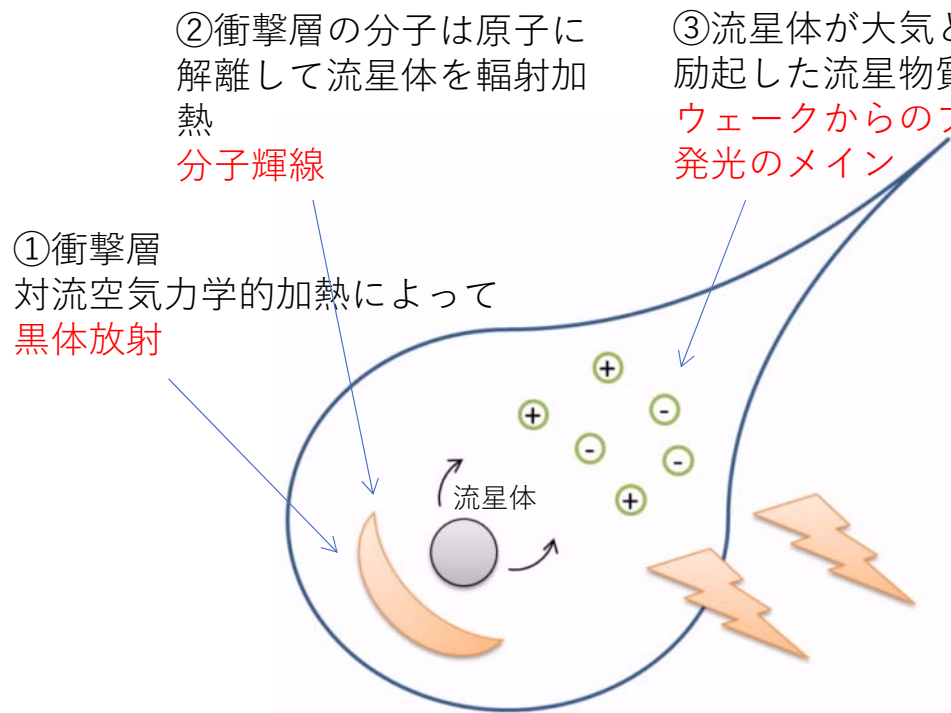
## [等級計算]

光量  $L$  と等級  $M$  との関係を  $M = K_m \cdot \log_{10}(L) + M_1$  として、Profile シートの levH において magH、levL において magL となる 直線の係数  $K_m$  と  $M_1$  を求め、観測された  $L$  について  $K_m \cdot \log_{10}(L) + M_1$  により等級を決定する。



# 何にかに注目してV等級に変換したい

- 黒体放射より輝線が卓越している



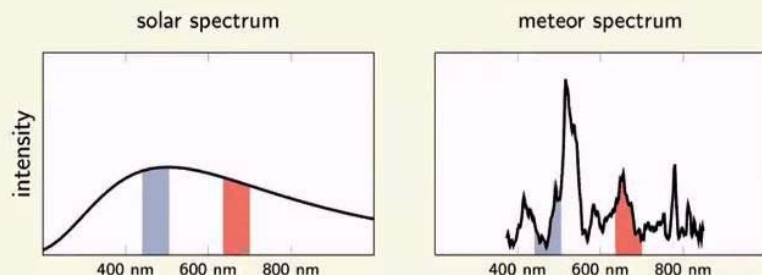
Observational and Experimental Study of Meteor Ablation  
Takumi Ogawa et. al., 2018, Abe Laboratory

# 基線強度を測ってV等級に変換したい

- 可視光帯域の MgI, NaI, OI の基線強度を使ってV等級に変換出来ないか？

Althea Moorhead et. al., IMC 19/Sep/2020

However, meteors do *not* resemble black bodies.



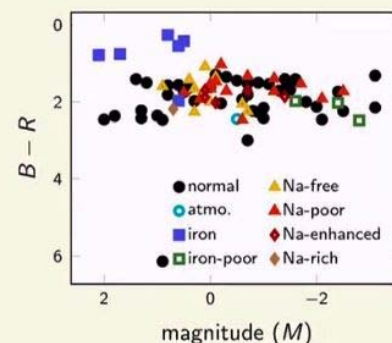
No well-defined temperature, emission is line-dominated.  
Color may not be a viable way to categorize meteors.

3 / 8

輝線が支配的なので色指数で温度は推定できない

と言って終わっていますが良いのでしょうか？

Only iron meteoroids stand apart from the crowd in a color plot.



- ▶ Most categories are indistinguishable by color.
- ▶ Only iron meteoroids appear to stand out (they are both bluer and less red than their magnitude).
- ▶ All other categories would require a full spectrum or line-specific filters.

8 / 8

等級と色(B-R)の関係は見いだせない  
単色測光が必要

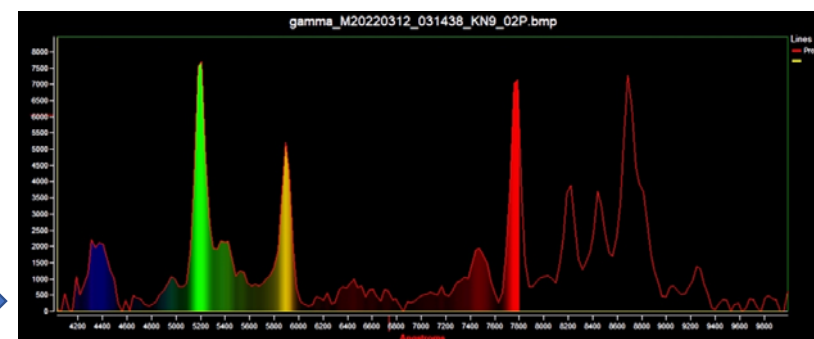


# では、どうしましょう

6月18日のNMS雑談会での発表はこのページまで

- 単色測光、測光用Vフィルターを付けてTV観測
  - 標準システムに変換するにはVフィルターとBフィルターのように2色が必要
  - この観測は単色なので「ナチュラルシステム」となる
  - 干渉フィルターは入射角で特性が変わるのでガラスフィルターを使う（等価率は半分程度≒ 1 等級）
- 同時にフィルターの無いカメラと分光カメラでも観測
  - Mgl, NaI, OI の基線強度を使ってNoフィルターの等級をV等級に変換出来ないか調べる
  - 3つの基線強度をparameterとした関数からノーフィルタの等級を補正してV等級を求めたい

No	date time	UnFiltered	V mag	stream
1	2022/3/07 03:13:58	0.0	-0.6	spo
2	2022/3/09 03:24:20	-0.5	-0.7	spo
3	2022/3/09 05:11:23	-0.2	-0.9	spo
4	2022/3/09 05:12:08	0.7	-0.3	spo
5	2022/3/09 22:16:07	0.0	-0.9	spo
6	2022/3/12 03:14:38	-1.0	-1.8	spo
7	2022/4/13 02:11:49	-0.3	-1.0	J5_Lyr
8	2022/4/30 01:23:28	-1.6	-2.5	spo
9	2022/5/02 02:44:41	-1.1	-1.8	J5_etA
10	2022/6/01 00:15:09	0.1	-0.8	spo



# 使用機器

- フィルター無しカメラ： WATEC902H2U  $f=6\text{mm}$
- Vフィルターカメラ： WATEC902H2U  $f=6\text{mm}$  V-band filter
- 分光カメラ： CMOS IMX327  $f=8\text{mm}$  Edmund 300gpm ブレーズド回折格子





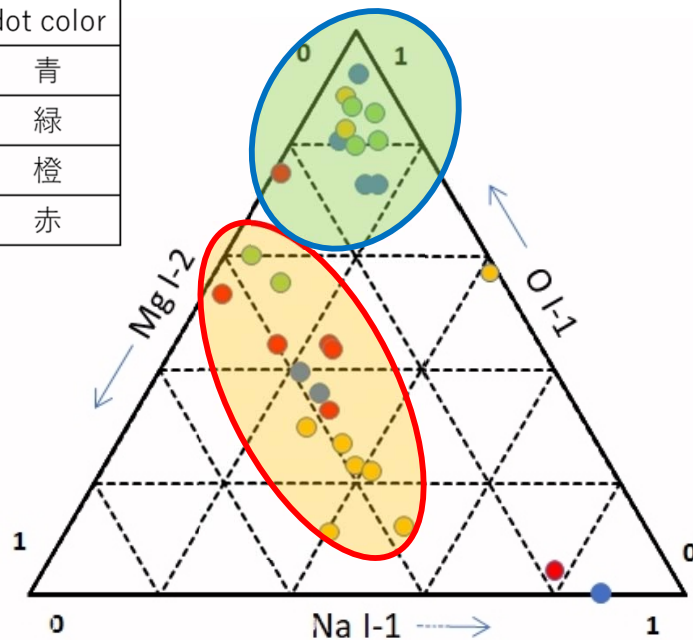
# 観測結果

- 観測期間：2022/2/27から  
2022/11/13まで9カ月
- UnFiltered とVbandの同時  
流星は180個
- 同時流星のスペクトルは69  
個
- スペクトル解析を行ったもの  
は29個（Linkが10以下は除  
いた）

No	date time	UnFiltered	V mag	Un-V	MgI-2	NaI-1	OI-1	stream	雲	UA2 Link	V Link	Remarks
1	20220227 215258	-1.2	-1.2	0.0	0.13	0.87	0.00	spo	快晴	31	50	Oxygen無し
	20220228 030548	-1.5	-1.6	0.1				J5 eVi	快晴	31	58	画面端・解析不可
2	20220307 031358	0.0	-0.6	0.6	0.10	0.06	0.84	spo	快晴	31	24	Na,Mg微弱
3	20220309 032420	-0.5	-0.7	0.2	0.12	0.06	0.82	spo	快晴	21	13	Na,Mg微弱
4	20220309 051123	-0.2	-0.9	0.7	0.24	0.00	0.76	spo	快晴	16	19	Na poor
	20220309 051208	0.7	-0.3	1.0				spo	快晴	16	22	飛跡斜め・解析不可
	20220309 221605	0.0	-0.9	0.9				spo	快晴	15	13	画面端・解析不可
5	20220312 031438	-1.0	-1.8	0.8	0.38	0.29	0.33	spo	快晴	21	16	Normal
	20220413 021149	-0.3	-1.0	0.7				J5 Lyr	快晴	17	15	画面端・解析不可
6	20220430 012328	-1.6	-2.5	0.9	0.39	0.15	0.45	spo	快晴	41	25	不思議なスペクトル
	20220502 024441	-1.1	-1.8	0.7				J5 eTa	曇り	16	13	飛跡斜め・解析不可
	20220601 001512	0.1	-0.8	0.9				spo	快晴	26	21	画面端・解析不可
	20220626 204416	0.1	-0.5	0.6				spo	快晴	22	16	画面端・解析不可
	20220627 010012	0.1	0.0	0.1				sm 025	快晴	29	29	画面端・解析不可
7	20220629 213944	-0.1	-0.7	0.6	0.38	0.51	0.12	spo	薄曇り	16	16	画面端
	20220630 032740	0.9	-1.1	2.0	0.05	0.91	0.03	spo	薄曇り	9	10	Na rich
	20220725 025811	-2.2	-2.9	0.7				sm 025	快晴	12	8	画面端・解析不可
	20220727 000222	-0.2	1.1	-1.3				spo	快晴	24	23	Na rich・解析不可
	20220728 014537	-0.3	-0.9	0.6				sm 025	快晴	29	19	画面端・解析不可
8	20220730 235738	-0.6	-1.0	0.4	0.06	0.12	0.82	J5 sDa	快晴	25	16	Na poor
	20220731 040109	0.7	-1.3	2.0				J5 sDa	薄曇り	7	9	飛跡斜め・解析不可
	20220801 012529	-1.9	-0.6	-1.3				J5 Eri	薄曇り	1	5	等級不正
	20220801 221017	-1.0	-1.3	0.3	0.31	0.01	0.67	J5 sDa	薄曇り	6	5	Mg poor?
9	20220809 025503	-1.0	-1.4	0.4	0.07	0.05	0.88	J5 Per	快晴	20	7	O強い
10	20220810 035905	-0.5	-1.1	0.6	0.07	0.03	0.90	J5 Per	快晴	17	13	O強い
	20220812 024152	0.7	2.7	-2.0				J5 Per	曇り	1	1	等級不正
	20220812 032156	-0.3	-2.2	1.9				Iw ZAR	雲有り	8	7	画面端・解析不可
	20220815 025040	1.4	-2.6	4.0				J5 Per	雲有り	6	7	月明り、-1次・解析不可
	20220815 025405	-0.9	-2.1	1.2	0.24	0.25	0.52	J5 Per	雲有り	6	7	月明り・Normal?
	20220815 033904	-2.6	-0.6	-2.0				J5 Per	曇り	1	2	等級不正
	20220816 041940	-0.3	-0.8	0.5				J5 Per	曇り	2	3	等級不正
	20220819 031017	-1.9	-2.8	0.9				J5 Per	曇り	8	6	月明り、-1次・解析不可
	20220824 005447	-5.1	-1.1	-4.0				Iw AUD	曇り	1	1	等級不正
	20220906 011642	-0.9	-1.6	0.7				spo	曇り	21	10	木星と重なり解析不可
	20220922 015206	-0.9	-1.6	0.7				spo	雲有り			画面端・解析不可
11	20220925 190412	-0.6	-1.6	1.0	0.17	0.78	0.04	spo	快晴	17	19	O弱い
12	20220928 041056	-0.5	-0.6	0.1	0.03	0.03	0.94	Iw SLY	快晴	45	42	
13	20220928 045237	-0.5	-0.9	0.4	0.11	0.09	0.81	spo	薄曇り	20	29	
14	20220930 220211	-0.8	-1.8	1.0	0.10	0.16	0.74	Iw SLY	快晴	19	16	Normal
15	20221001 005648	-0.3	-1.1	0.8	0.44	0.02	0.54	spo	快晴	24	20	Na poor
	20221001 034216	-0.5	-0.4	-0.1				Iw NPI	快晴	42	33	画面端・解析不可
	20221002 023023	-0.7	-0.9	0.2				Iw KLE	快晴	45	31	画面端・斜め・解析不可
	20221011 181636	-2.9	-1.9	-1.0	0.00	0.00	1.00	spo	曇り	2	2	等級不正
	20221019 233440	0.0	-0.6	0.6				Iw OCG	快晴	23	15	画面端、O希・解析不可
	20221020 234434	-0.7	-0.9	0.2				Iw BCN	快晴	24	10	斜め・解析不可
16	20221020 235241	-0.9	-1.3	0.4	0.04	0.09	0.87	Iw OLY	快晴	16	13	Mg弱い
	20221024 000329	-1.1	-1.4	0.3				Ie EGE	曇り	9	7	Mg画角外・解析不能
17	20221026 033426	-0.4	-1.4	1.0	0.38	0.26	0.36	J5 And	雲有り	31	28	Normal
18	20221030 233302	0.0	-0.8	0.8	0.32	0.24	0.44	J5 sTa	薄曇り	12	12	Normal, FHD
19	20221030 233649	-0.3	-0.5	0.2	0.38	0.21	0.40	J5 nTa	薄曇り	21	13	Normal, FHD
	20221031 205215	-0.5	-1.0	0.5	0.34	0.18	0.48	spo	晴れ	9	15	Normal, FHD
20	20221102 225556	-0.8	-1.8	1.0	0.32	0.23	0.45	J5 nTa	快晴	22	20	FHDあり
21	20221103 023630	-0.3	-0.8	0.5	0.49	0.40	0.11	J5 noO	快晴	51	35	Na rich FHD
22	20221103 033942	-0.2	-0.7	0.5	0.43	0.27	0.30	J5 And	快晴	35	30	Normal FHD
23	20221103 043702	-1.0	-1.4	0.4	0.36	0.03	0.61	Ie EGE	快晴	25	16	Na poor FHD
	20221104 010900	-0.7	-1.4	0.7				J5 Hyd	晴れ	40	26	斜め解析不可
	20221106 010804	0.4	0.2	0.2				spo	快晴	27	18	画面端・解析不可
24	20221106 025953	-1.1	-1.3	0.2	0.12	0.14	0.74	Iw XDR	快晴	34	26	Noramal
25	20221106 035308	-0.5	-0.8	0.3	0.34	0.10	0.56	Iw PAR	快晴	37	24	Noramal
26	20221107 012504	0.1	-0.5	0.6	0.37	0.41	0.22	J5 nTa	曇り	12	12	Normal, FHD
	20221109 200724	-2.2	-1.9	-0.3	0.20	0.33	0.48	i5 sTa	晴れ	3	5	Na rich, Link小、電波エコーあり
	20221110 201558	0.1	-0.8	0.9	0.37	0.37	0.25	J5 nTa	薄曇り	2	3	Normal, FHD
	20221110 232021	0.1	0.9	-0.8	0.53	0.21	0.26	J5 nTa	快晴	5	8	画面端・Normal
27	20221111 013227	-0.3	-0.8	0.5	0.39	0.38	0.23	Iw NAR	快晴	10	15	Normal, FHD
	20221111 044607	-1.2	-2.0	0.8				Iw PAR	快晴	10	15	2次・解析不可
28	20221112 020321	-0.4	-0.9	0.5	0.39	0.34	0.27	J5 nTa	晴れ	13	19	Normal
	20221112 204836	-0.9	-1.8	0.9	0.33	0.37	0.29	J5 sTa	快晴	7	8	Normal FHDあり
29	20221113 030535	-1.2	-1.7	0.5	0.01	0.41	0.58	J5 sTa	晴れ	15	22	Mg poor FHDあり

# 三角ダイアグラムとUn-V値

Un-V値	dot color
0.0-0.4	青
0.3-0.4	緑
0.5-0.6	橙
0.7-1.0	赤

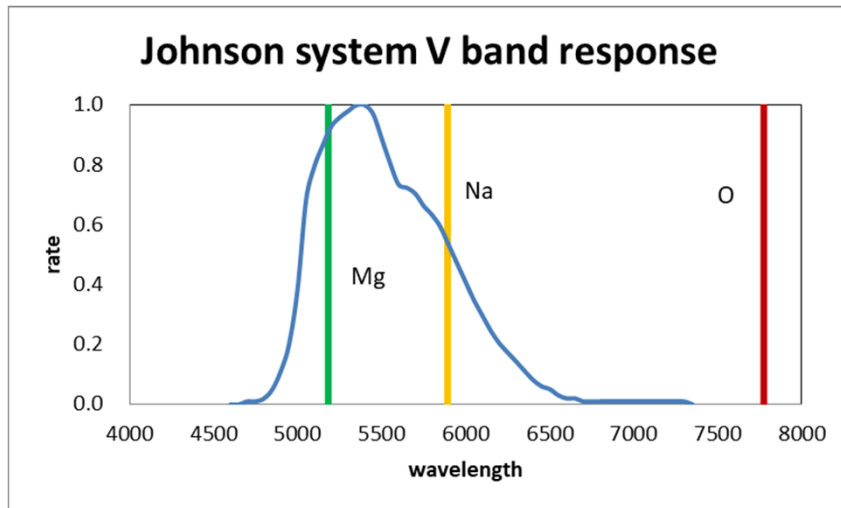


- Mg,Na,Oの輝線強度を三角ダイアグラムにプロットした
- Un-V値はUnFiltered等級とVband等級の差
- Un-V値を各点に記入した、値に応じて点の色を変えた
- Un-V値と三角ダイアグラム上の位置に目立つ特徴が無いようにも見える
- 0.5以上のV等級が明るくなるものは中央の帯状の系列にあり、0.5以下のUn-V値の小さい物は上方に固まっているようにも見える
- 3つの基線強度をparameterとした関数からUn等級をV等級に変換する件は難しそう

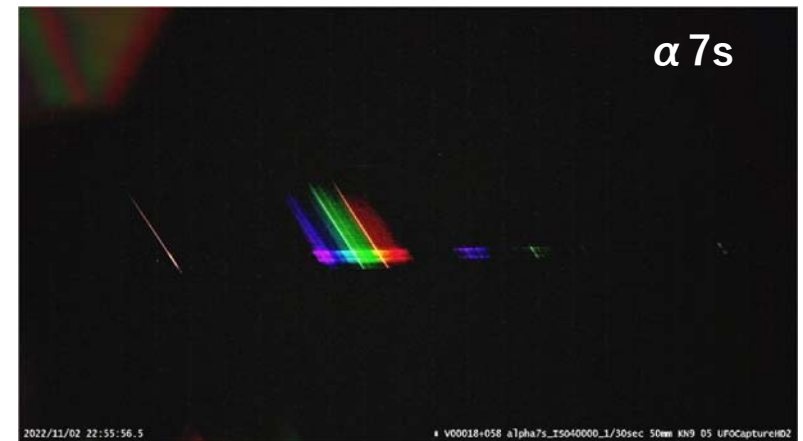
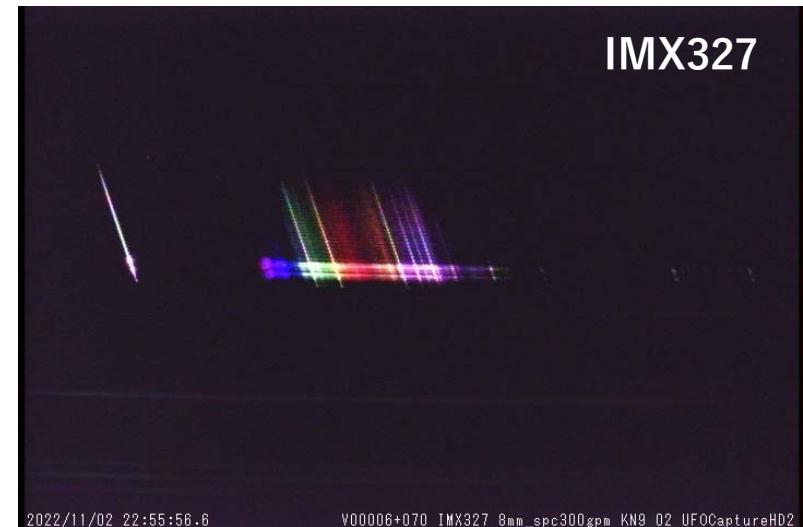
$$(Un-V) = f_x (Mg, Na, O \text{ flux})$$



# そもそも酸素(O)はV等級に無関係？

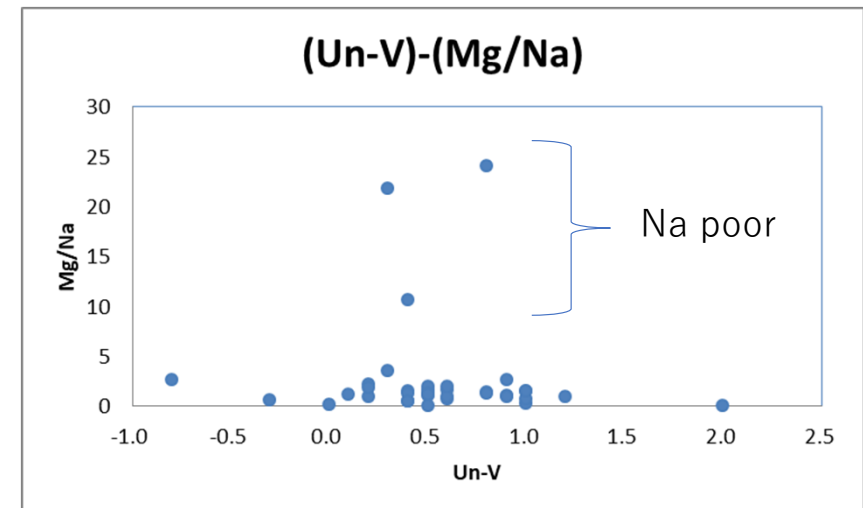
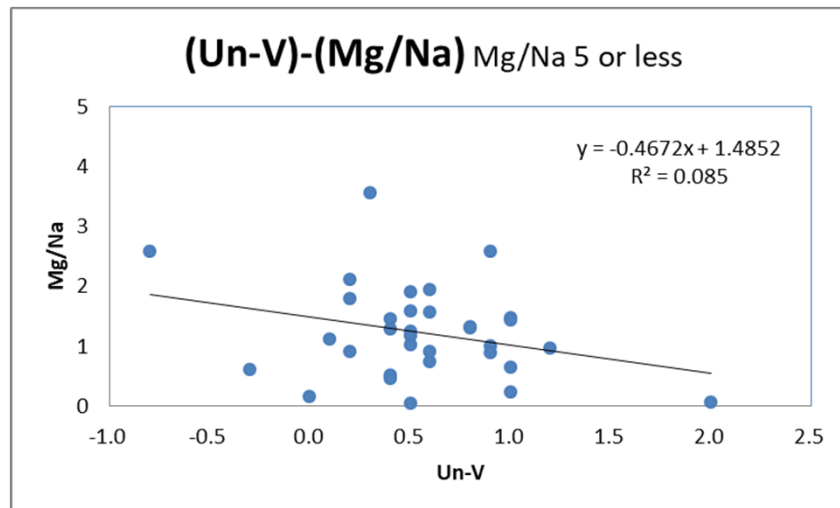


- OはV bandのresponse curveの外にある
- $\alpha 7s$ はO(777nm)は写らない
- 肉眼で見えない波長なので写ってはいけない
- Mg と Na の強度だけで評価する事が望ましい



# Un-V値 と Mg/Na比

- 決定係数( $R^2$ )が小さく相関が見られない

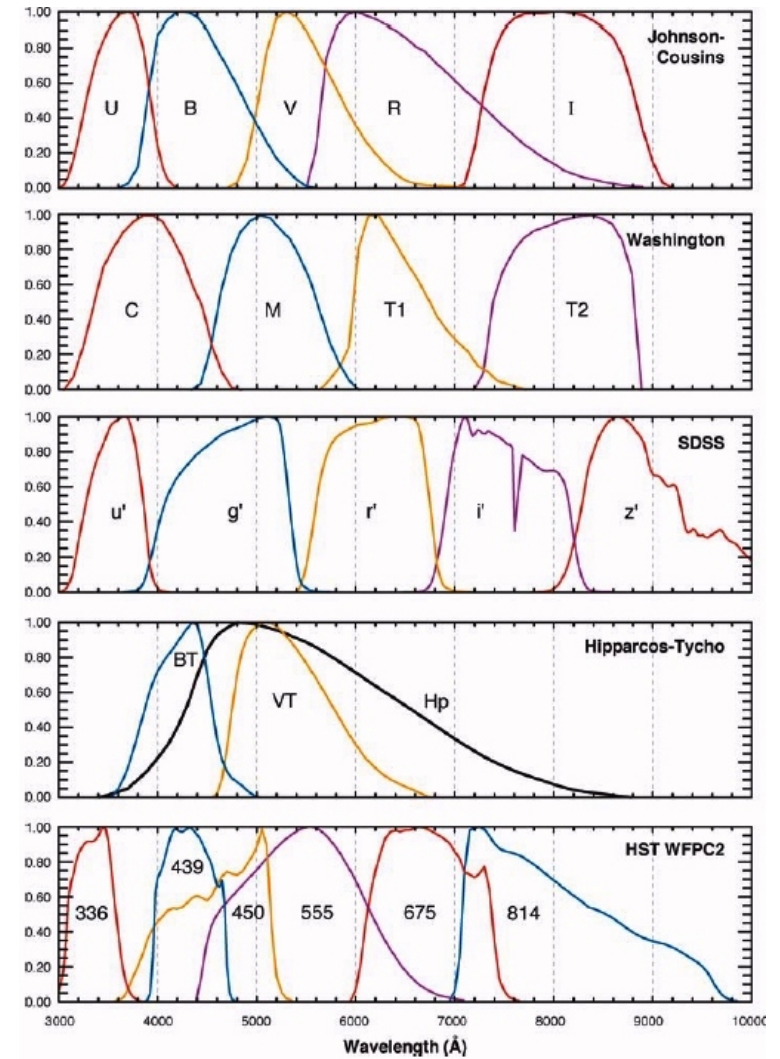


- 母数を増やせば相関があるかも知れない



# まとめ

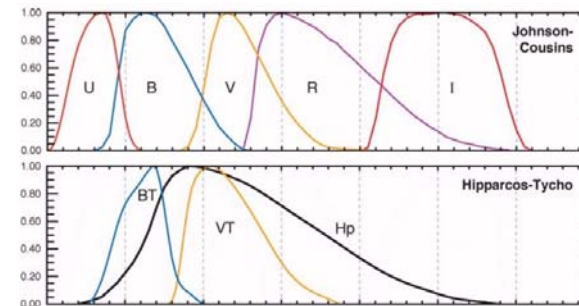
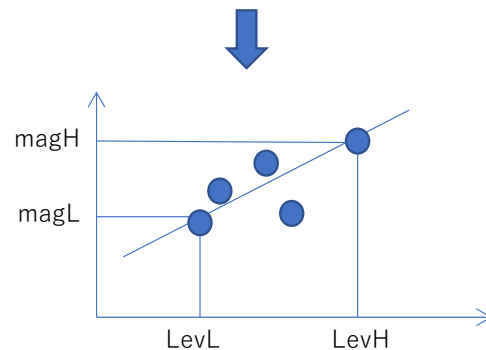
- Mg,Na,Oの輝線ではV等級に変換できないと思われる
- Mg/Na比を扱う場合は母数を増やせば期待できそう
- それにしても、No Filterの等級と分光観測からV等級を求めるよりはV filterを付けてしまった方が手っ取り早い



# 余談：本来は？

機器のレスポンスがV-bandなら比較星はV等級を使う  
機器のレスポンスがB-bandなら比較星はB等級を使う  
機器のレスポンスに合わせた比較星等級を使う

- 本来はその観測装置のレスポンスに合わせた等級を求めます
  - V-bandと同じレスポンスならV等級になります
  - 固有のレスポンスなら固有の等級になります
- UA2の場合は写っている星の測定値Lとカタログ値magから一次式を作っています（機器のレスポンスは考慮しない）



標準測光システムと  
Hipparcos衛星のレスポンス

- 本来は、
- Hipparcos衛星のHpバンドのような固有のレスポンスの場合は比較星の色指数とV等級を使って比較星をHp等級に変換すれば目的星のHp等級が求められる。目的星の色指数が不明ならV等級には変換できない。標準システム等級を知るには2色以上の測光観測が必要です。
- ひとつの例： $V = Hp + \alpha_1(B - V) + \alpha_2(U - B) + \alpha_3(B - V)^2 + \alpha_4(B - V)^3 + \alpha_5$  (P. Harmanec, 1998)  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$ は係数