

## ペルー・クレーター奇譚

大塚 勝 仁

日本スペースガード協会 会員

このペルーでの「衝突クレーターと異臭騒ぎ」は、日本でもごく最近、ニュースになったので、JSGA 会員の多くの方がご存じであろうと思う。この事件は9月15日に起こり、18日にロイターから画像とともに世界各地に配信され、翌19日には日本でもTVニュースや新聞各紙に取り上げられた(図1)。しかし一般向けに話題となったのは、クレーター本体よりもむしろ異臭騒ぎの方であった。記事(例えば9月19日付産経新聞)を要約すると「9月15日にチチカカ湖近辺に隕石と思われる物体が落下して、直径数十メートルのクレーターが形成され、そこから硫黄のような異臭が発生し、現地住民数百人が、吐き気、めまいや頭痛などの体調不良を訴え、病院で手当を受けた」というもので、実に奇怪極まりない、もしかしたら名探偵シャーロック・ホームズもお手上げの難事件であったかも知れない。

さて我々、惑星物理関係者の関心は、そんな事よりもどうしてクレーターが出来たのか? という事である。これに関しては、当初、多くの専門家の

意見は、隕石起源のクレーター説に懐疑的であった。というのも、ここ数年、南米の政情不安定な地域では同様の事件が何度かあったが、何れも戦争兵器によって出来た「穴」であり、そんな事もあって、今回もガセネタだろうと関係者は皆、思ったであろうし、自分自身そうであった。異臭に関しては、最初、化学兵器の誤爆なども容易に想像できた。また地質学者などは火山活動などの地質形成メカニズムが十分あり得る事を、指摘していた。クレーターリング研究の第一人者も最初は「あのクレーターは地球外物体の衝突のものではなく、火山活動のものだろう」と決めつけていたくらいである。また天から降ってきたにせよ、スパイ衛星の落下の可能性の指摘する意見も

あり、隕石落下形成説を唱える人の方が遙かに少なかった。当初、送られてくる隕石のメーリングリストでもこれらに追随するようなネガティブな意見が多数をしめていた。これを書いている10月6日現在、この天文ニュースにも雑誌にも、この事が扱われていないので、読者の中にはいまだ非隕石形成説を信じて疑わない人もいる事と思われる。

しかしながら、数日してから隕石メーリングリストを通じて、その奇跡的な実態が段々明らかになってきた。たまたま南米ボリビアでフィールド調査をしていたあるカナダ地質調査所のジャクソンが、急遽現地へ向かい、「ありゃ天体衝突によって出来たクレーターに間違いない」という意見を出して



図1 クレーターの概観 (9月18日ロイター/Miguel Carrasco/La Razon)



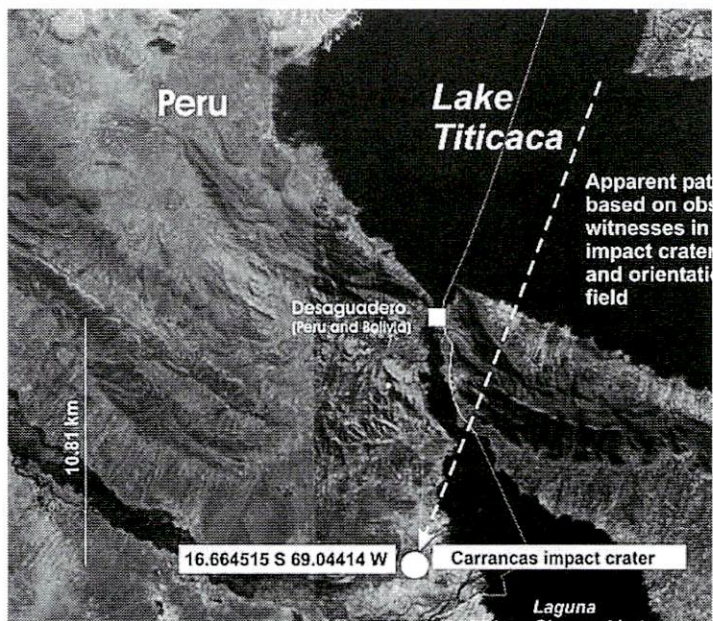


図2 火球の飛行経路（ファーマー氏のホーム・ページより）

きたり、やはり現場へ行ったペルー地球物理研究所のイシツカは、クレーター付近で3インチ大の物体の破片を回収した。その回収試料は、金属鉄を含み、磁性があり、地球外の鉱物を含むものであった。また地震計にも、隕石火球特有の4.9トンTNT相当の衝撃波が記録されていた。

こうなると俄然、隕石成因説に注目が集まってくる。そうこうしている内に、9月25日にペルー地質鉱物調査所から最初のプレスリリース（9月21日付）が出された。またこの記事を書いている途中、たった今、隕石ハンターのマイケル・ファーマーも独自のホーム・ページに遠征記と現地調査をまとめたものを公表した。彼は今や隕石ハンターかつ隕石商人として世界的に有名な第一人者で、世界各地で採集した隕石を、隕石研究機関やコレ

クターに数多く販売している（<http://meteoriteguy.com>）。更にこれらに、ボリビアのサンアンドレス大学や隕石メーリングリストからの情報など加えて、その概要をまとめると  
落下地点：

ペルー、プナ地方カランカス（西経  $69^{\circ} 02' 38''$  南緯  $16^{\circ} 39' 52''$  海拔 3824m）

ボリビア国境にも近く、有名なチチカカ湖のすぐそばである。  
落下時刻：

2007年9月15日午前11:45 現地時

現地の地質学的特徴：

プナ高地、新生代の南米大陸の堆積岩でモラッセ或いは赤色層である。それらは泥岩、頁岩、粘板岩よりなる。数mの厚みのある、赤茶けた土壤が発達したところでもある。

主な現象：

火球は北東30度方向ボリビア領空より飛来し、チチカカ湖

を越えて、プナ地方のカランカスに落ちた（図2）。火球頭部は白く太陽よりも明るく輝き、後に隕石雲（ダスト雲）が棚引いていた。火球は1個のみで分裂片などは認められなかった。衝突地点から20km離れた経路直下の国境沿いのディサガデロ市では、大きな爆発音が聞こえ、多くの窓ガラスが割れた。1kmしか離れていない地域医療センターの窓は粉々になった。爆発音は15分間持続した！（信じがたい話であるが、これは付近の山岳に山彦として反射し続けて減衰したのでは？）衝突直後、キノコ雲が立ち上った。数分後、カランカスの村人達が現場に着くと、クレーター内部には水かさが、どんどん増しているところで、水たまりは沸騰し湯気が立ち上り、それは数分間続いた。と同時に硫黄臭が報告されている（これも個人的見解であるが、例えばこの地域はなにしろ湿っているし塩分が多いみたいだし、それに隕石ならばFeS（トロイライト）が多く含まれることから、衝突による強いショック、即ちエネルギーの解放で高温状態になり硫化水素などが発生したのでは？と想像するが、村人の中毒症状は硫化水素の毒性とは異なるようだ）。  
クレーター：  
衝突の衝撃で柔らかかなで湿っぽい大地に、クレーターが形成された。クレーターのり



ム径は14mあり、深さは3m以上ありそうである。水たまりは差し渡し径7~8mであり、深さは数mはあるであろう。リムの高さは、高いところでは1mもある。衝突エジェクタ・ブランケットはクレーター中心から全ての方向に150mまで拡がり、地質的な赤茶けたものと粉碎したグレーの衝突体とが混ざったものである。サンアンドレス大学から発表されたクレーターの模式図を図3に示した。

#### 隕石サンプル：

ペルー地質鉱物調査所のメンバーがイベント発生から36時間後に、現地を訪れたところ、水たまりの外の（おそらく20~30kgはあったであろう）衝突物質の多くは既に村人らに持ち去られた後であった。それでもメンバーは周囲に散らばっていた幾つかのサンプルの回収に成功した。それらの見た目は、内部は細粒のもので、色はグレーがかった。脆い物質で、1mmサイズの鉄らしきものが、散らばっていた。表面を研磨して顕微鏡で調べてみると、オリビン、パイロキシン、トロイライト、アルカリ長石、金属鉄、更にコンドリュールを認め、コンドライトらしい事が確認された。顕微鏡写真を見て、部分溶融していたり、熱変成の進んだものである事を指摘するリストメンバーもいた。ファーナー氏らも落下約2

週間後に現場に到着し、「警官の警護」のもと、周辺の野外調査で隕石の破片を見つけ、また現地人から買い求めて、サンプルの入手に成功した。ただそれらは衝突の衝撃で飛び出してきた脆く崩れやすい破片で、合計でも概ね300gである。外観は隕石内部のライトグレーのマトリックスがむき出ししており、溶融被膜は見られないが、黒いショック・ベインが認められる。これは母天体上での、他天体との大きな衝突現象の履歴を意味するものである。いわゆる角礫化したHコンドライト隕石ではないかと、マイクは見ている（図4）。ただ、今回の衝突イベントで出来たものかどうかはまだ判らない。リストメンバーの大方の見方では、多分、水たまりの下には、少なくとも数トンに達する、壊れた

コンドライト隕石が埋まっているであろうとの事である。

従って今回のイベントがコンドライト隕石落下に伴うクレーター形成であった事は、全く疑いの余地がない。そのコンドライトは1個ものとしては、記録に残っているものの中でも最大級のものであろう。隕石を伴う隕石クレーターの形成といえば、大方、鉄隕石か石鉄隕石のものである。最近の形成された隕石クレーターとしては、1947年のシホテアリン鉄隕石雨の最大27mクレーターや1990年のスターリタマーク鉄隕石の10mサイズのもものがあげられるが、ともにロシアで起きたイベントである（そういえばツングース現象もそうであった）。後者の場合、鉄隕石本体はまだ引き上げられずクレーター内部に留まっている

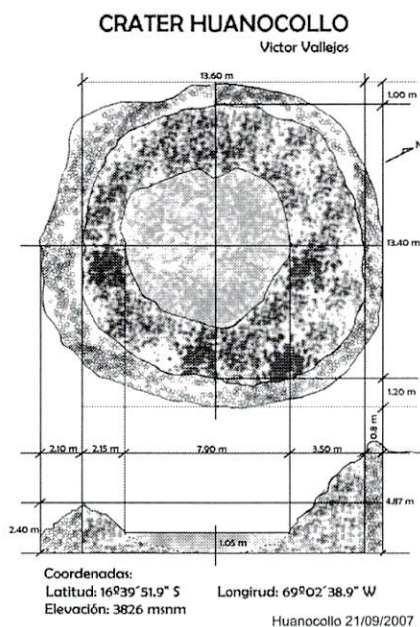


図3 クレーターの模式図  
([http://fcpn.umsa.bo/fcpn/app?service=page/Planetarium\\_PublicationList](http://fcpn.umsa.bo/fcpn/app?service=page/Planetarium_PublicationList)より)

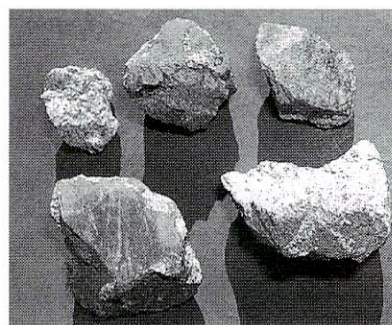


図4 ファーナー氏（上）とショック・ベインを伴うカララズ隕石（下）（ファーナー氏のホーム・ページより）





図5 隕石雲（ダスト雲）の写真（ファーマー氏のホーム・ページより）。火球出現後5～7分後の姿。

らしい。コンドライト隕石が形成したクレーターといえば、1976年の中国の吉林隕石雨が思い出される。その内、最大のものは1.7トンもあったが、それが形成したクレーター径はたった2mしかなく、隕石本体は6mの深さから回収された。これはランカス・クレーターの14mと比較すると1桁近くスケールが小さい。ランカス・イベントでは地震計データから20～21GJのエネルギーが解放されたのではないかと、いう指摘があった。これは隕石を蒸発させるのに十分なエネルギーである。しかしながら火球と衝突のデータが混在したものと思われ、実際はそれよりも小さいであろう。また、スケール則を当てはめて考えた場合、ランカス・クレーターは土壌の弱いところに作られたというファクターは無視できない。ただ隕石クレーターが保存される地域では

ないのが気かりである。雨期にはしばしば洪水もあるらしいので、直に浸食されて消えゆく運命であろう。より数が多くありそうなこの程度のサイズのクレーターが地球上に余り残っていない理由としては、ランカス隕石に相当する大きさのものは、しばしば地球大気との衝突により分解し、隕石雨となりやすいというバイアスがかかるのと、例えクレーターが形成されても地上風化による浸食作用が大きいからだと思われる。

ランカス隕石火球の力学や物理にも興味を尽きない。オリジナルの衝突体の質量やサイズがどれくらいであったかはJSGAとしては、大いに気になるところではないだろうか？地震計で捕らえられているようだし、アメリカ国防省(DoD)監視衛星の赤外センサーなどに受かっていれば、それらが判明するものと思われる。なお隕石

雲の写真が、現地の少年によって捕らえられている(図5)。

という事でまだまだ不確定要素をはらんではいるが、以上が、今現在までに判っている、ペルー隕石クレーターの真相の第一報である。今後、更に興味深い結果が次々に出てくるであろう。尚、隕石とクレーターの名称をランカスとしたが、これはあくまでも隕石メーリングリストで呼ばれていた仮称で、名前の最終決定は隕石学会命名委員会に委ねられるはずである。今回使用した写真の幾葉かはファーマー氏のホーム・ページにあるもので、彼の許可を得て掲載した。これに対して感謝の意を表したい。またJAXA/ISASの吉川真助教授と九州大学の中村智樹准教授のお二方には、ご多忙にもかかわらず、急遽、拙稿を閲読して頂いた上、貴重なコメントや誤りのご指摘を頂いた。厚く御礼を申し上げる次第である。

追記:

書き終えた直後で、また新たな情報が入ってきた。カナダ西オンタリオ大のピーター・ブラウン教授はボリビアのラパス観測所で記録された超低周波データを解析して、衝突体のエネルギーを約0.03キロトンTNTと見積もった。これは先のペルー地震計データよりも1桁大きい。



D3



1 0 0



3 2 0 0



2 0 0



6 4 0 0



4 0 0



1 2 8 0 0



8 0 0



2 5 6 0 0



1 6 0 0

画像：

4 2 5 6 × 2 8 3 2 (1 2 0 0 万画素)の内、  
約 1 5 0 × 7 5 (11, 250 画素)を拡大





1 0 0



3 2 0 0



2 0 0



6 4 0 0



4 0 0



1 2 8 0 0



8 0 0

画像：

4 7 5 2 × 3 1 6 8 (1 5 0 0 万画素)の内、  
約 1 8 5 × 1 0 0 (18, 500 画素)を拡大

コメント：

- 1) 感度 2 0 0、4 0 0 でも徐々に画質が落ちる
- 2) 感度 1 6 0 0 を超えると荒れが目立つ
- 3) 感度 1 2 8 0 0 を超えると色まで変わる
- 4) 高感度が必要な場合でも感度 6 4 0 0 で撮影し、  
必要に応じて Photoshop など高感度化する方法  
もある。感度 1 2 8 0 0 以上で撮影した画像を高  
画質に戻すことはできない



1 6 0 0



## 流星痕自動撮影装置 について

NMS 鈴木智

- メインターゲット 散在、中低速系流星群の痕  
出現頻度の少ない痕の観測 → **自動化必須**
- 移動用装置(2008年完成)の問題点
  1. 観測毎の設置、撤収が大変
  2. 導入位置精度が低い。(設置時の調整の問題)

2010/02/7

3

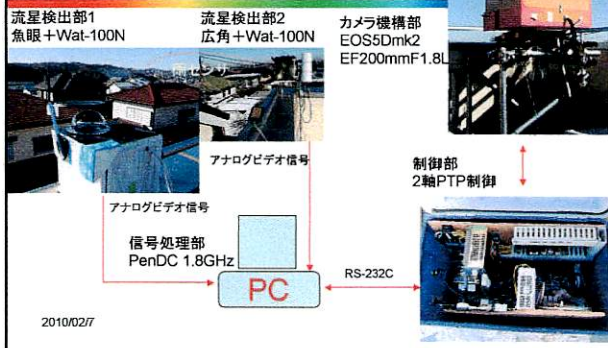
## 対策

- 装置の固定化 問題点を解決可能
- 固定化 → 電力・重量の制約なし  
光害の影響を軽減 → **大口径化**(痕は線光源)
- 開発事項
  1. 大型高速の2軸駆動機構
  2. 剛性の確保(焦点距離も伸びるため)
  3. 雨対応(ドームでは画像劣化が顕著)

2010/02/7

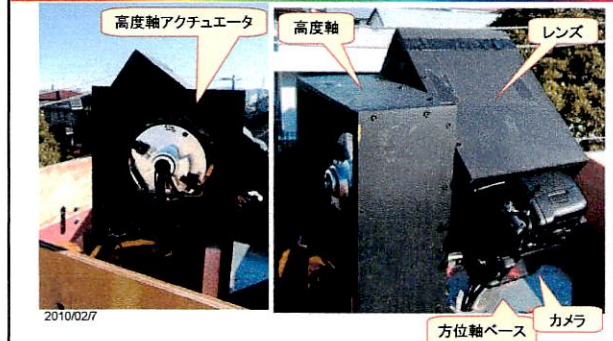
4

## システム概略図



2010/02/7

## カメラ機構部 外観



2010/02/7

## 仕様

- 撮像機器 Canon EOS5Dmk2+EF200mmF1.8L  
撮像部重量 約5kg
- 導入時間 約1秒(全天)
- 導入機構 2軸経緯台式(高度、方位)
- アクチュエータ  
方位 NSK製 YSB-4080  
高度 ハーモニックドライブ製 FHA-17C-100
- モーションコントローラ  
汎用シーケンサ キーエンス製 KV1000

2010/02/7

7

## 結果

上 移動用で撮影  
露出開始:流星出現1.0秒後

下 固定用で撮影  
露出開始:流星出現1.0秒後

Meteor Data  
2009/10/19 2:43:04  
Amag-3.2 spo  
(SonotaCo Networkより)

8



## 1. 流星観測の方法と流星群

眼視観測で得られた輻射点(流星群)と写真・電波観測で認められるものとはかなりの違いがある。そして、しばしば、眼視観測は精度が低いとして、写真・電波観測で認められた流星群が公式のものとして認められてしまう。しかし、鬼怒川流星会議でも述べたように、流星群がどのように認識されるのかは、観測方法によってかなり異なっている。流星会議でのレジュメから引用する。

流星群の活動強度(出現数)は観測方法により異なる。しぶんぎ群やオリオン群はどのような観測方法でも活発な活動が認められるが、それらは例外的である。

(A)写真観測では、明るい流星の割合が多い場合に空間密度が低くても流星群として認知される。

例1:「黄道型流星群」は写真観測によって確認・検出されている。

(B)電波観測では、暗い流星が多数観測され空間密度の低いものは認知されない。

例1:ペルセウス群やしし群は電波観測では小流星群に過ぎない。

(C)眼視は明るい流星であるが、空間密度が低いものは認知されない。

例1:「かみのけ群」のように、小流星群の観測は眼視観測間でも不一致が目立つ。

(D)写真・眼視と電波では異なる対象を観測している。問題点(課題)を挙げる。

(a)「流星」自体が、写真・眼視では可視光での発光現象、電波では電離現象である。

(b)(A)~(C)のように、認知される流星群自体が異なる。昼間群は電波観測の独壇場である。

(c)流星体の大きさにより、軌道の分散が異なる。

以下では、観測方法の違いにより、流星群はどのように認識されるのか検討する。

## 2. 写真観測と電波観測の違い:ペルセウス群を例として

写真観測のデータは小関が再計算して、一部に補正を加えた写真観測のデータを用い、電波観測はIAU meteor data centerのデータを利用している。ここでは、太陽黄経が $115 < L_s < 155$ 、輻射点の座標が $275 < L - L_s < 295$ 、 $30 < B < 45$ のものを仮に「ペルセウス群」として輻射点と速度の分布を検討している。

### (1)輻射点分布

観測された輻射点の座標を黄経と黄緯に換算し、縦軸には黄緯、また黄経から太陽黄経を引いたものを横軸に取っている。写真観測(旧ソビエト)では観測輻射点が明らかな集中を示しているのに対して、電波観測(ハーバード)では集中が見られない。これは、写真観測と電波観測で「見ている」流星の違い、観測誤差と散在流星の混入が重なり合ったことによるものと考えられる。

### (2)速度分布

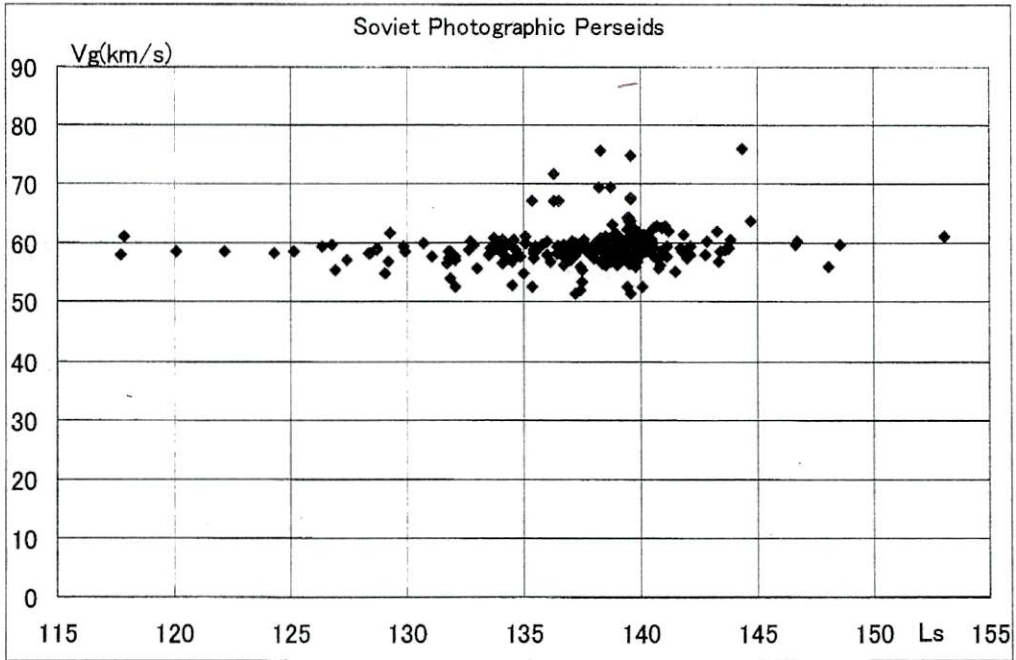
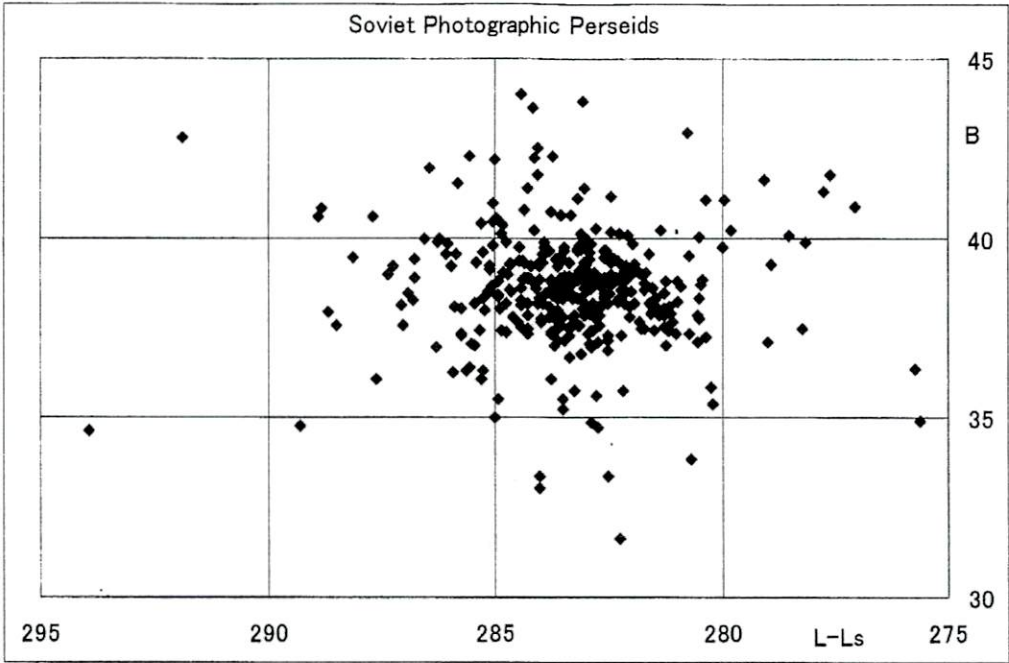
電波観測の場合には $V_g$ ではなく、与えられた数値は $V_0$ となっているが、傾向をつかむには問題ない。横軸は観測時の太陽黄経であるが、写真では連続的に観測があるのに対して、電波では観測中断の期間があるため、とびとびのデータしかないことがわかる。また、ペルセウス群の極大期に当たる $L_s=140$ の付近であっても、 $V_0$ の分散は極めて大きい。これは、散在の混入ではなく、観測誤差の大きさを示すものと考えられる。ペルセウス群の速度 $V_0=60\text{km/s}$ から上下に分布が大きく伸びていることは、放物線・双曲線軌道をもつ流星が見せかけのものであることを示唆する。

## 3. 「かみのけ群」とは何か

かみのけ群と称される活動が見られる輻射点領域 $230 < L - L_s < 255$ 、 $10 < B < 30$ について写真データを検索すると、 $200 < L_s < 310$ の広い期間にわたって輻射点が記録されていることが分かる。速度分布のグラフから、活動期を5つに分けて、輻射点分布を示したが、明瞭な集中はどの期間にも見られない。電波観測の状況も同様であり、これらの活動を「流星群」と呼ぶのか、黄道群同様に1つに括るのか十分検討する必要がある。

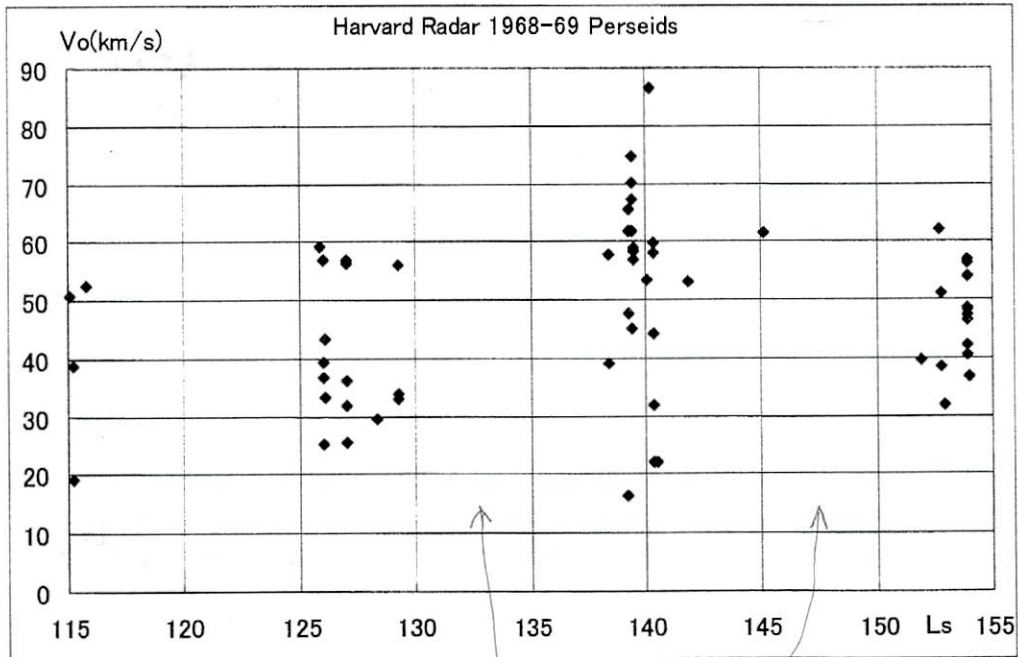
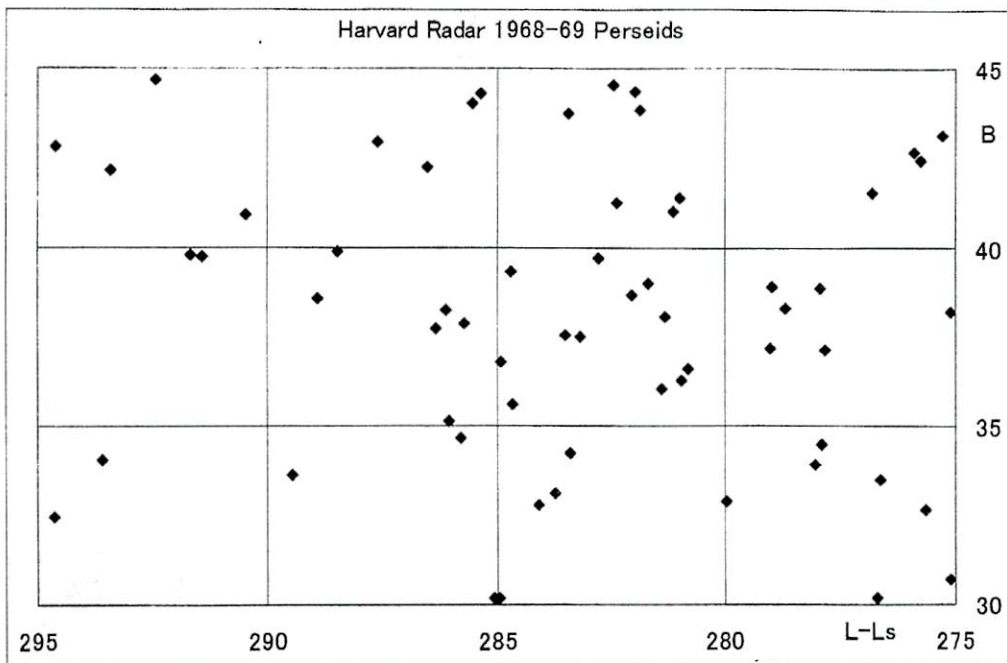
## 4. 予告編: CCDとIIではどのような違いを生じるのか

CCD観測とIIによる観測では、写真観測と電波観測に近い、違いが見られると想定される。質的に均一性の高いCCD観測として上田、II観測として重野のものを用いて分析を実施している。wgnへの投稿とともに、次回MSSでの発表を予定している。

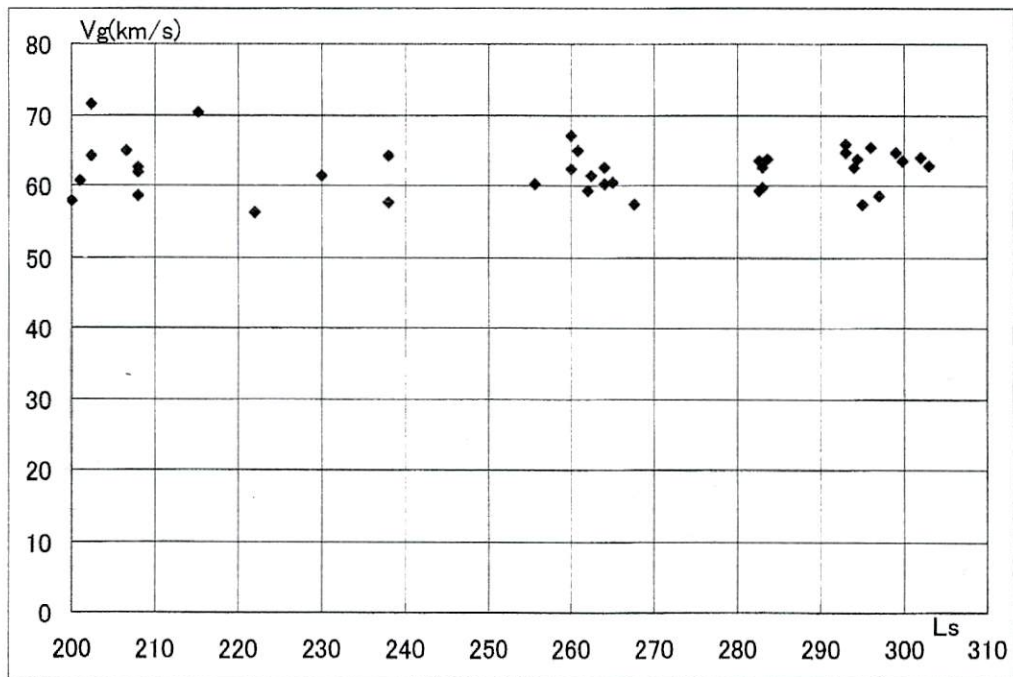
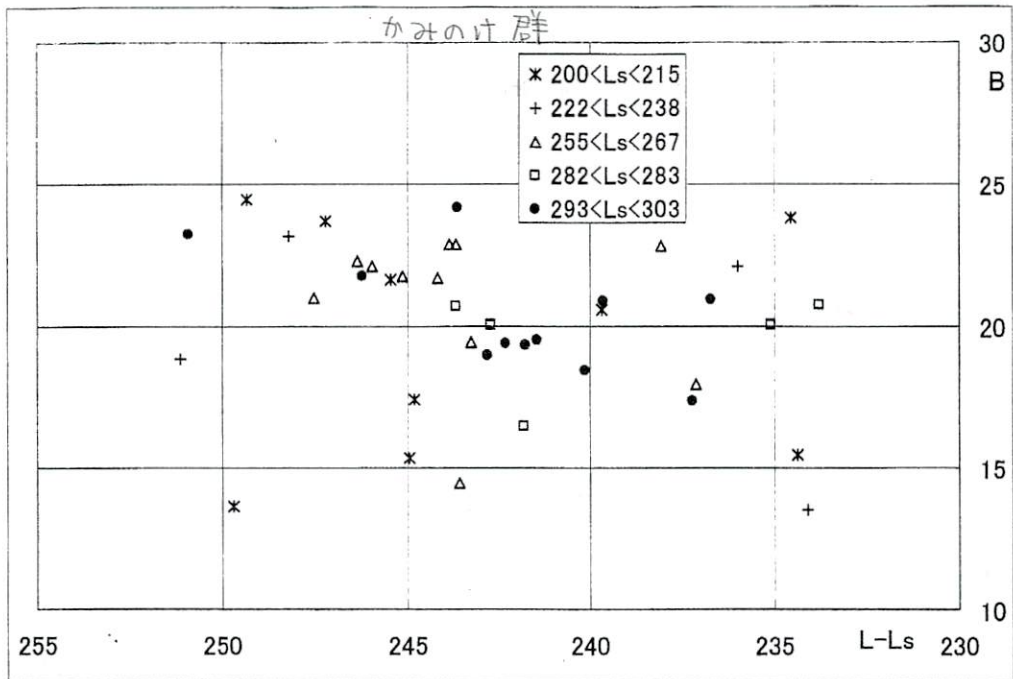




軌道からD判定でノールセ群とした



空いているところは欠測





## 1. 流星観測の方法と特性

## I I と CCD の特性比較

	CCD	I I
感度	写真観測レベルの明るい流星	電波観測に近いレベルの暗い流星
運用	連続運用が可能	連続運用が困難
レンズ	流星数を増すために広角＝短焦点	暗い流星を捉えるために大型＝長焦点
流星の角速度	短焦点のために小さい	長焦点のために大きい
流星の経路長	短く、視野内に収まりやすい	長く、視野内に収まらないことが多い
時間分解能	1/30	1/30
適合する流星群例	$\eta$ -みずがめ	オリオン

## 2. 発光点高度・消滅点高度

流星の発光点・消滅点高度は、流星の対地速度、流星の光度（質量）等によって異なる。ここでは、様々な観測によって、同じ速度領域の流星について発光点・消滅点高度がどのように観測されているのか比較する。

同一の観測方法では、絶対等級の暗いものほど、発光点高度が下がり、消滅点高度が高くなるのが分かる。発光点高度の下がり方よりも消滅点高度の上がり方のほうが大きい。

発光点高度は観測方法によって明瞭な違いが見られ、火球ネットに比べて II では同じ等級の流星でもかなり高いところから発光を捉えていることが分かる。一方、消滅点高度は観測方法によらず、ほぼ流星の等級で決まるように見える。

発光点高度と消滅点高度の直線が交わる点が観測され得る限界等級ということになる。II ではおよそ+12 等級、CCD（上田）では+5 等級と推定される。もちろん、実際の限界はこれよりも明るいものになる。

## 3. 黄道型群(ANT)

年間を通して、太陽と反対方向に輻射点をもつ流星活動(ANT)が見られる。これは、木星軌道付近に遠日点をもつ彗星が多いのと同様に、流星粒子の集団も多いことを意味する。時期によって活動は変化し、活動の高まりについて「黄道型群」と呼ばれる場合がある。IMOでは「おうし群」を除いて ANT と総称しているが、必ずしも厳格な規定があるわけではない。

黄道型群の見え方を通して、CCD 観測と II 観測の特徴を見ることにする。4枚の図は、年間を通した太陽と反対方向(L-Ls, B)=(175~210, -15~+10)の輻射点分布を示したものである。ふたご群が左上、みずがめ $\delta$ 群が左下、おうし南群が中央下、おうし北群が中央上に見られる。これらの群は CCD と写真では明瞭であるが、II になると、散在に埋もれそうになる。さらに電波では、かろうじて、ふたご群の輻射点集中がみられるものの、散在流星による輻射点が圧倒的である。II と電波では、散在流星（バックグラウンド）の輻射点が右下から左上に向けて増加している。CCD と写真、II と電波の分布がそれぞれ似ている様子がうかがわれる。

## 4. 流星群の見え方

(1) $\alpha$ -Capricornids

やぎ群は眼視観測では「火球（明るい流星）が多い」とされてきた。その後、写真観測で得られた結果が重視されるようになり、やぎ群の諸要素は写真観測のデータを元としている。当然、+2 等級より明るい流星によるものである。ここでは、2度にわたる重野氏のグループによる II のオーストラリア遠征観測のデータと写真観測のデータを比較する。

II によって検出された「やぎ群」の平均光度は+5 等級である。観測期間は写真観測よりも遅い時期にあたり、輻射点の位置が 5~10 度西にずれている。II によって検出された活動と従来の「やぎ群」を同一の流星群と判定することには慎重さが要求される。

(2) $\gamma$ -Ursae Minorids

果たして、電波観測で検出された流星群が眼視領域で観測され得るか、また、活動が突発的なものか定期的なものか、これからの観測が注目される。もちろん、電波観測とビデオ観測が果たして同定され得るものかの検証も必要である。Space weather watch というサイトに掲載された文章を引用する。

The shower has attracted attention before. It was discovered by Peter Brown and coworkers at the University of Western Ontario, who have recorded gamma Ursae Minorid echoes for the past five years using the Canadian Meteor Orbit Radar (CMOR). But until now, the meteors were invisibly faint. According to Jenniskens, 2010 marks the first bright outburst that could be seen with the unaided eye.

## (3)流星群の検出

観測方法によって、特性に違いがあり、検出される流星群にも違いがあると考えられる。ここでは、上田、

重野、SonotaCo、IMO(Sirko Molau 等)によっても「ビデオ観測」で検出された流星群を比較する。

上田の観測に、しぶんぎ群が含まれていないように、観測期間が短い場合には、存在しても観測されない流星群が存在する。また、活動の年変化が大きいジャコビニ群はいずれによっても検出されていない。上田の観測で検出されていない他の群は出現数が少ないものと考えられる。この範囲を「定常群（確定された群）」と呼ぶことが妥当であろう。

重野が新たに見いだした群と IMO の新流星群は1つも共通しない。これが観測される流星の光度によるものか、流星群の検出方法によるものか検討する必要がある。なお、IMO の観測は(2)で引用した観測同様、単点観測によるものである。

### 5. まとめ

観測方法にはそれぞれ特徴がある。それによって、流星群の見え方は大きく変わる。観測をするにせよ、観測結果を分析するにせよ、違いを把握した上で行うべきであろう。

II は暗い流星を撮影できるところに最大の特徴がある。初期の電波観測の領域に達していると考えられ、電波観測との比較が重要となろう。

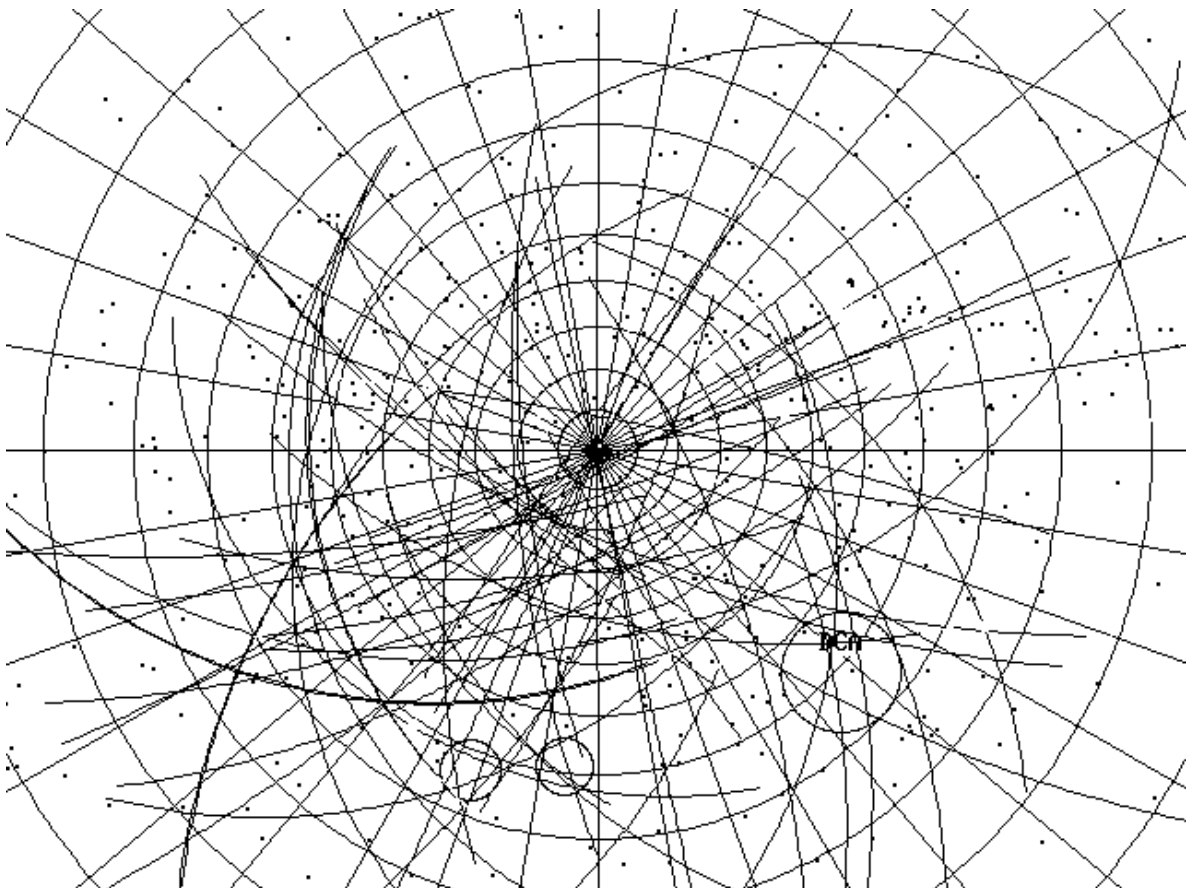
一方、CCD は連続運用が可能であることに長所がある。出現数が少なくとも長期にわたって活動する流星群の活動、突発的な出現のモニター等、過去の眼視・写真データとの比較により得るものが大きいと思われる。

また、いずれも画素数、録画の 30fps という制限がある。観測精度の向上を目指すことと、観測方法の特性をさらに活かすことのどちらが効率的か十分に検討の価値があるであろう。

$\gamma$ -Ursae Minorids : 1/20-21 にフィンランドのビデオ観測で記録された流星経路

[IAUMDC に掲載されたデータ]

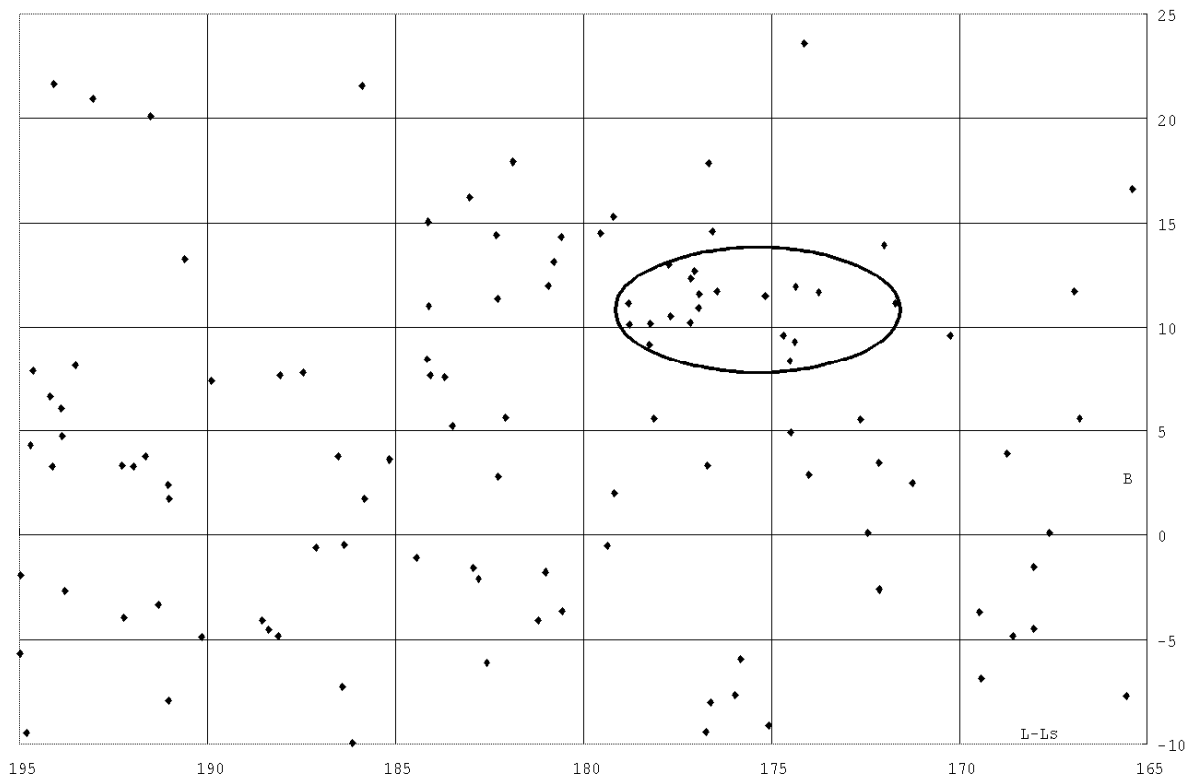
0404	GUM	gamma Ursae Minorids			Working shower					
Activity	S. Lon	RA	DE	dRA/dSL	dDE/dSL	VG	MDI	ZHR	DFP	DT
	[deg]	J2000				[km/s]		(max)		
annual	299.000	231.80	66.80	-	-	31.	-	-	-	-
Parent body:Unknown										
References:Brown et al. 2009										



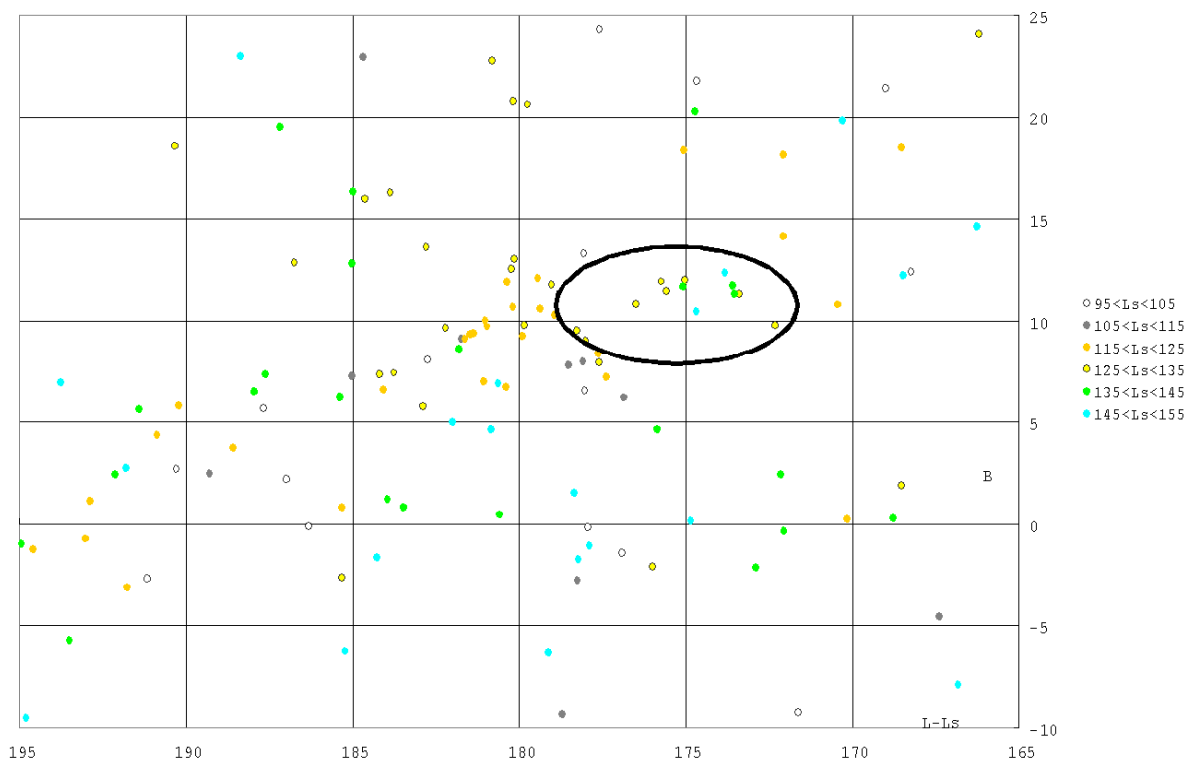


$\alpha$ -Capricornids: I I の観測と写真観測で得られた輻射点分布 (楕円が I I による活動中心)

$\alpha$ -Capricornids: Australia expeditions

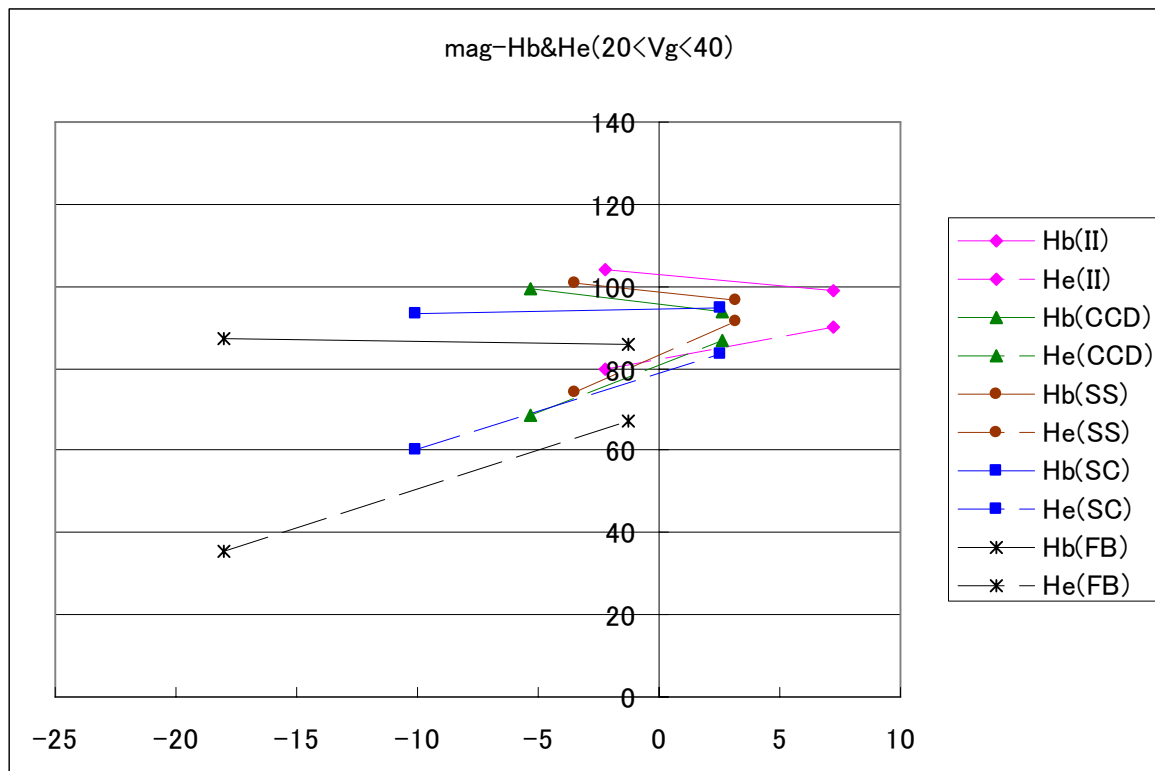


$\alpha$ -Capricornids: Photographic radiants



流星の絶対等級と発光点高度・消滅点高度の関係（地心速度が  $20 < V_g < 40$ ）

SS:スーパーシュミット、SC:小型カメラ、FB:火球ネット

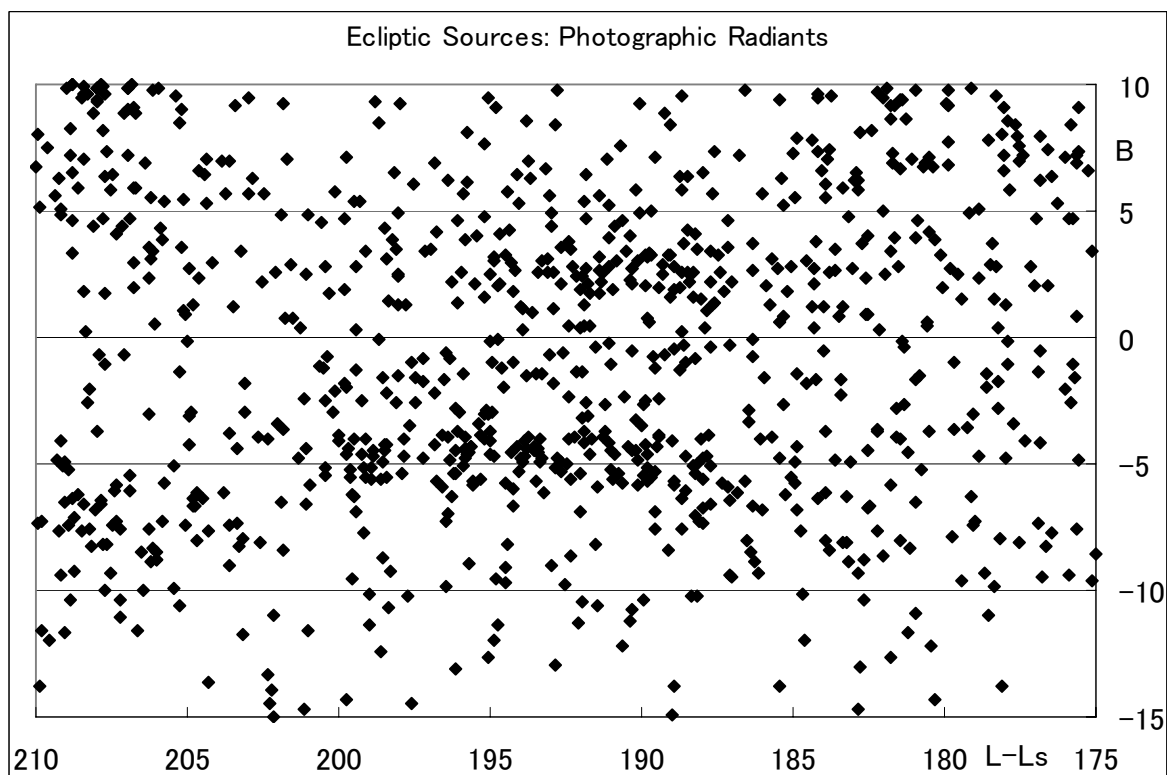
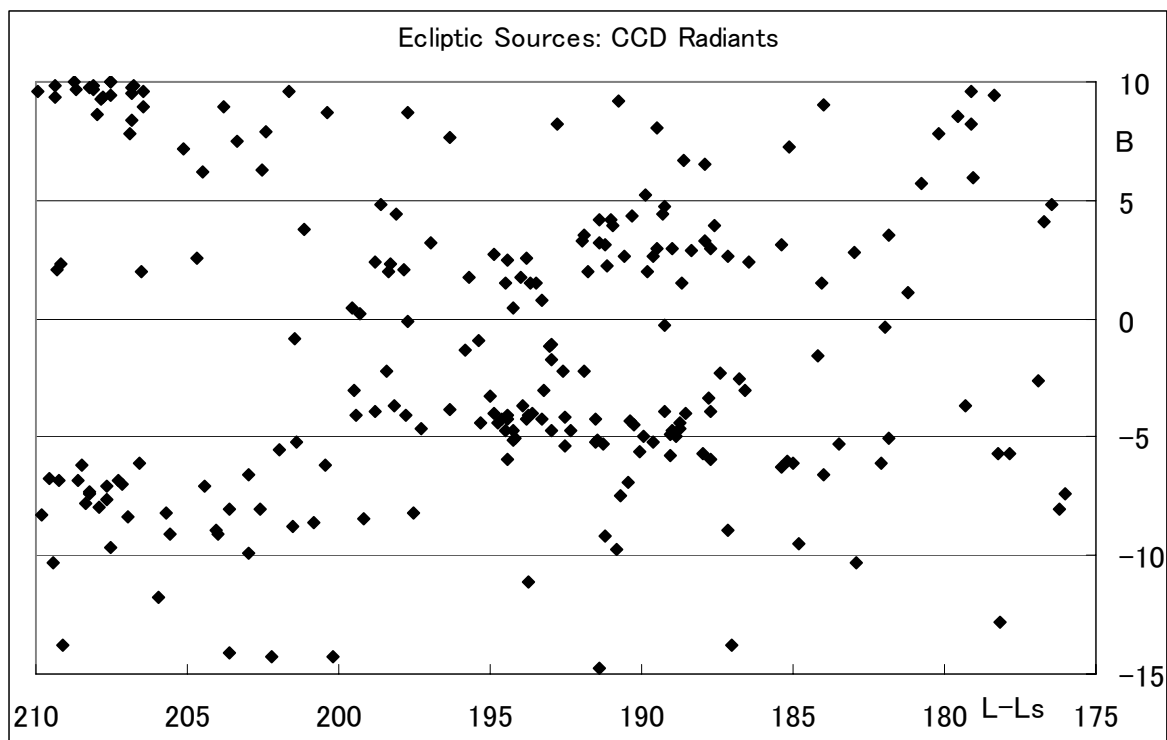


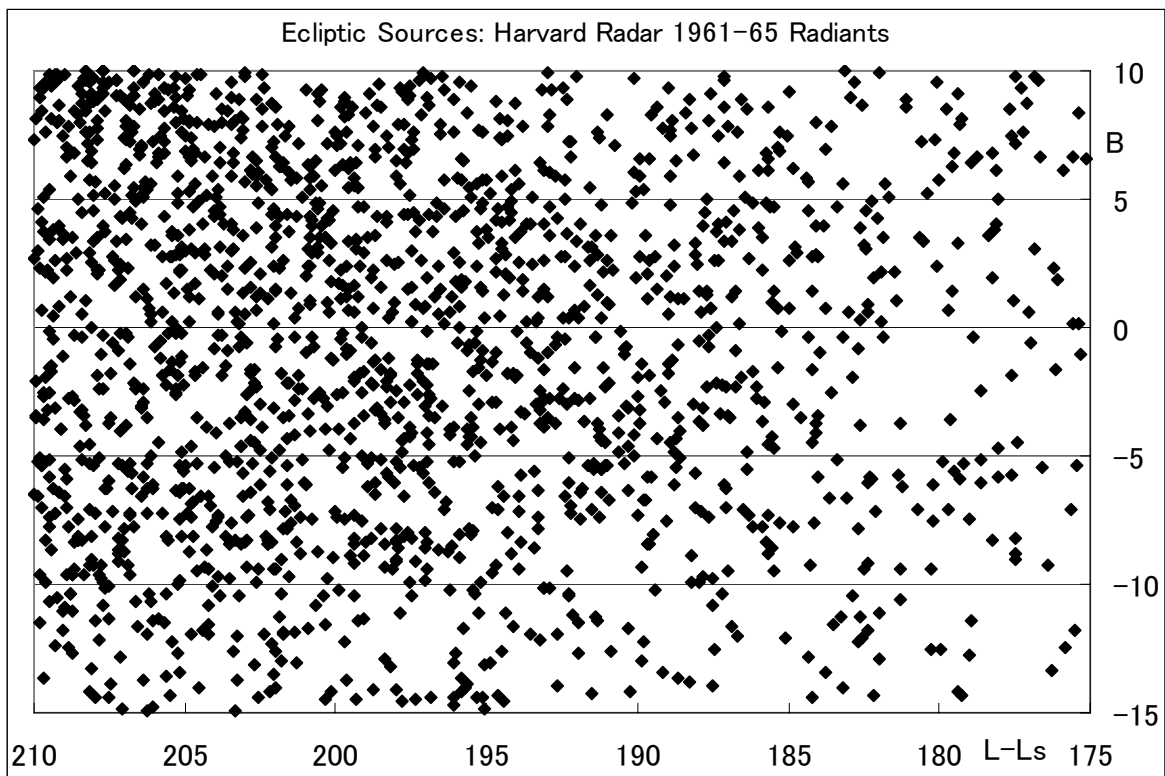
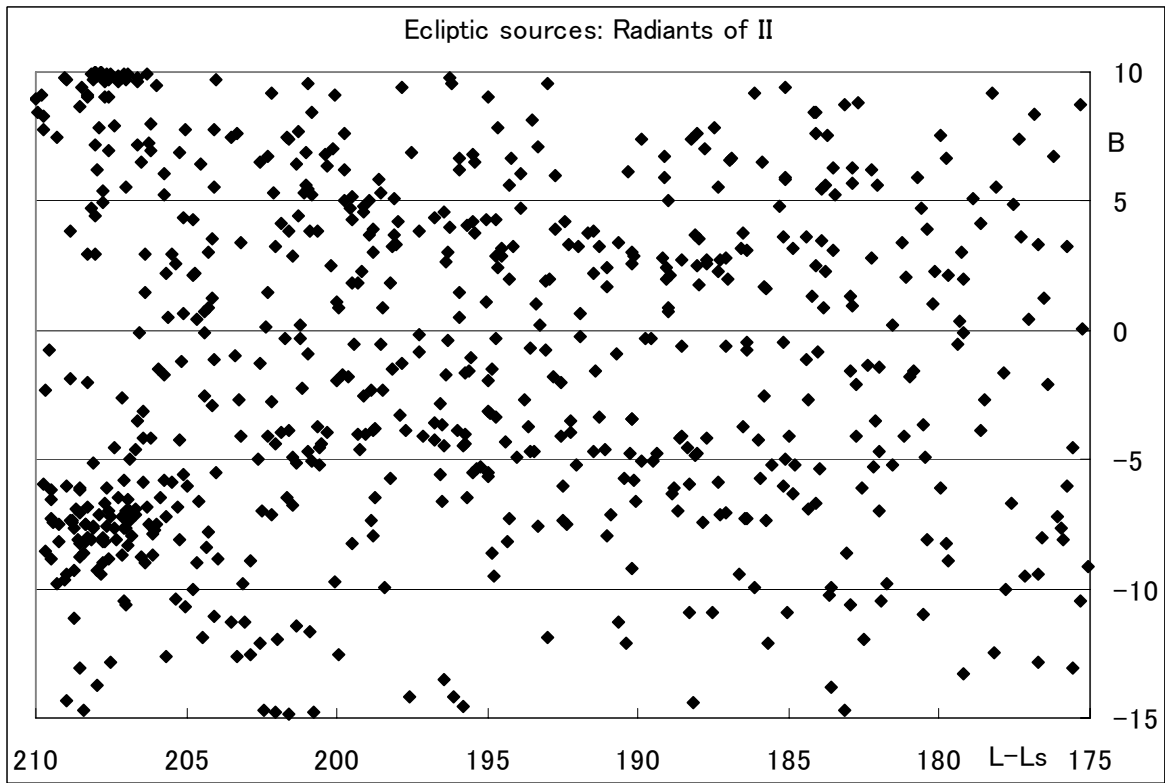
IAU の流星群表と上田(CCD)、重野(II)、SonotaCo(CCD)、IMO(CCD)の比較

MDC	Code	Shower	Ueda	Shigeno	SonotaCo	IMO
1	CAP	$\alpha$ -Capricornids	○	○	○	○
2	STA	Southern Taurids	○	-	○	○
3	SIA	Southern $\iota$ -Aquiriids	-	○	-	-
4	GEM	Geminids	○	○	○	○
5	SDA	Southern $\delta$ -Aquiriids	○	○	○	○
6	LYR	April Lyrids	○	-	○	○
7	PER	Perseids	○	○	○	○
8	ORI	Orionids	○	○	○	○
9	DRA	Oct. Draconids	-	-	-	-
10	QUA	Quadrantis Muralids	-	○	○	○
11*	EVI	$\eta$ -Virginids	-	-	-	-
12	KCG	$\kappa$ -Cygnids	-	-	○	○
13	LEO	Leonids	○	○	○	○
14*	(XOR)	$\chi$ -Orionids	-	-	-	-
15	URS	Ursae Minorids (=Ursids)	-	○	○	○
16	HYD	$\sigma$ -Hydrids	○	○	○	○
17	NTA	Northern Taurids	○	-	○	○
18	AND	Andromedids	-	-	○	○
19	MON	(Dec.) Monocerotids	-	○	○	○
20	COM	Dec. Comae Berenicids	-	-	○	○
21*	AVB	$\alpha$ -Virginids	-	-	-	-
22	LMI	Leonis Minorids	-	-	○	○
23*	EGE	$\varepsilon$ -Geminids	-	-	-	○
24*	PEG	$\mu$ -Pegasids	-	-	-	-
25*	NOA	Northern Oct. ( $\delta$ -)Arietids	-	-	-	-
26*	NDA	Northern $\delta$ -Aquiriids	-	-	-	-
27	KSE	$\kappa$ -Serpentids	-	-	-	-
28*	SOA	Southern Oct. ( $\delta$ -)Arietids	-	○	-	-
29*	(DLE)	$\delta$ -Leonids	-	-	-	-
30*	(PSC)	Piscids	-	-	-	-
31	ETA	$\eta$ -Aquiriids	○	○	○	○
32*	DLM	Dec. Leonis Minorids	○	○	-	○
33	NIA	Northern $\iota$ -Aquiriids	-	-	-	-



黄道型群(ANT)付近の輻射点分布：横軸が輻射点の黄経-太陽黄経、縦軸が黄緯  
—— CCDは写真、 I I は電波にそれぞれ近い分布を示す。





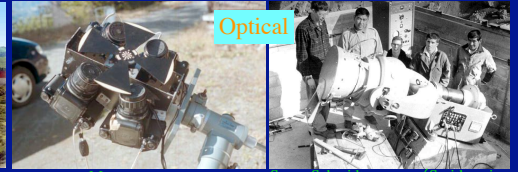


# 太陽系外から飛来する流星 Extra-Solar Meteor

海老塚 昇 (名大・プラズマ工学研究センター)  
EBIZUKA, Noboru  
(Plasma Nanotechnology Research Center, Nagoya Univ.)

重野 好彦 (流星物理セミナー)  
SHIGENO, Yoshihiko  
(Meteor Science Seminar)

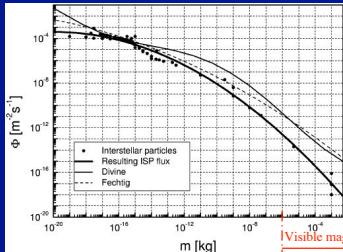
## Detection of interstellar media in the solar system



Particle with  $10^{-19}$ - $10^{-11}$  kg (Radius: 0.005-2  $\mu\text{m}$ @ $1\text{g}/\text{cm}^3$ ) are detected by particle counters of spacecrafts.  
3~30% of particles at 1au are assumed to be interstellar media.  
[M. Baguhl et al. 1996]

- $10^{-14}$ - $10^{-9}$  kg (R: 0.2~10  $\mu\text{m}$ @ $1\text{g}/\text{cm}^3$ ), 4.8% (143/3000)  $\rightarrow e > 1.0$  (Arecibo, Puerto Rico, D=300m, 430MHz).
- $5 \times 10^{-9}$ ~ $10^{-4}$  kg (R: 10~100  $\mu\text{m}$ @ $1\text{g}/\text{cm}^3$ ), 3.2% (7,911/250,000)  $\rightarrow e > 1.0$  (MARS: Ukraine, 31.1MHz).
- $> 10^{-10}$  kg (R:  $> 5 \mu\text{m}$ @ $1\text{g}/\text{cm}^3$ ), 0.46% (1,600/350,000)  $\rightarrow V_e > 100 \text{ km/s}$  ( $e > 2.5$ , AMOR, New Zealand).

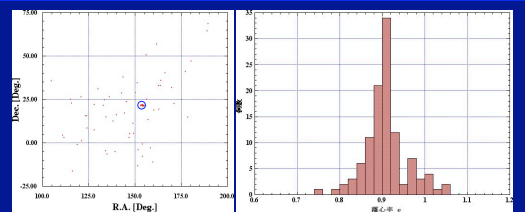
Meteor camera  
<http://www.meteorology.com/leopard.html>  
Super Schmidt camera (Smithsonian Astronomical observatory, 1950s era)  
 $10^{-4}$ ~ $10^{-1}$  kg (R: 0.5~5 mm@ $1\text{g}/\text{cm}^3$ , Mag.: -3~-10) : 1.3% (59/4,581, IAU/MDC Photograph).  
 $10^{-9}$ ~ $10^{-4}$  kg (R: 10~500  $\mu\text{m}$ @ $1\text{g}/\text{cm}^3$ , Mag.: 9.5~-3) : 1~2% (2/160, Video@Canada)  $\rightarrow e > 1.45$  ( $V_e > 46.6 \text{ km/s}$ ).  
 $e \text{ STD: } \sim 0.1$



Flux of interstellar particles  
[M. Hajduková Jr., et al. (2006)]

## Optical meteor observations of Mr. Shigeno

- Photograph in 1983, 1987, 1989 and 1991
- I.I. Video camera from 1992 to 2009.
- 3787 trajectory data of meteors.
- Data could download from <http://www004.upp.so-net.ne.jp/msswg/>.

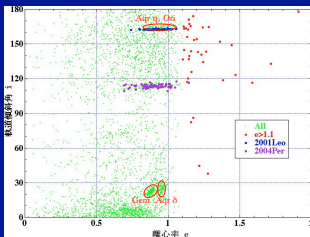


Radiant points of Leonid @18, Nov., 2001.  
R.A. x Dec :  $2^\circ \times 1^\circ$   
N meteors: 110  $e \text{ min.} : 0.742$   
 $e \text{ average} : 0.908$   $e \text{ max.} : 1.056$   
 $e \text{ STD of Leonid} : 0.051$

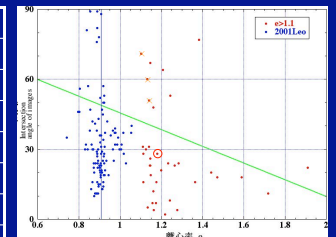
3722 meteors (~20, May., 2007) were investigated.

## Candidates of extra solar meteors

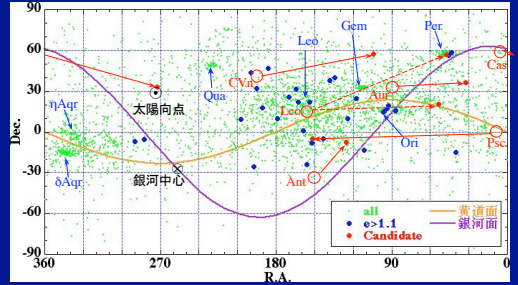
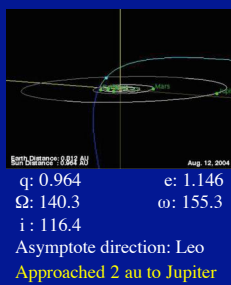
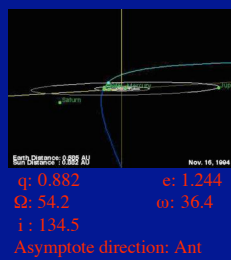
No.	q	e	$\Omega$	$\omega$	i	$V_e$	Vh	L abs	Precision, Asymptote direction
1	1.012	1.909	146.4	181.6	177.9	80.0	50.5	3.6	$\triangle$ Leo (Approached to Saturn)
2	0.822	1.382	211.5	225.5	118.7	65.4	46.9	3.4	$\odot$ Cvn
3	0.882	1.244	54.2	36.4	134.5	68.7	45.2	0.9	$\odot$ Ant
4	0.979	1.208	140.1	200.2	143.0	69.5	44.0	4.6	$\odot$ Aur
5	0.916	1.180	54.7	329.8	153.3	71.9	44.3	-0.7	$\odot$ Psc
6	0.926	1.160	32.9	211.5	82.2	49.7		2.9	$\odot$ Cas
7	0.964	1.146	140.3	155.3	116.4	62.1	43.4	3.8	$\circ$ Leo (Approached to Jupiter)



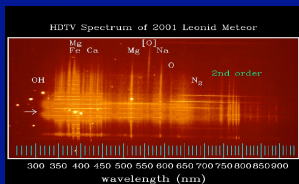
Eccentricity vs. inclination of meteors



Intersection angle of images of a meteor trajectory projected on the celestial sphere.

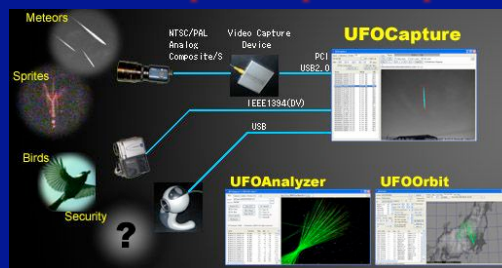


UV-HDTV camera (UV sensitive I.I.-HDTV camera, above) and I.I.-HDTV camera with grism (Direct vision grating, below).

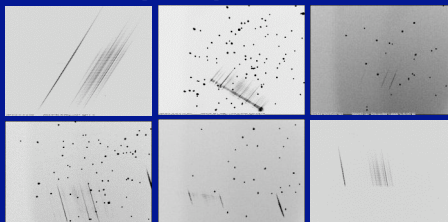


UV spectrum of a meteor taken by the UV-HDTV camera above and an objective spectrometer of reflection grating.

## Stereoscopic and spectroscopic observation system for extra-solar meteors

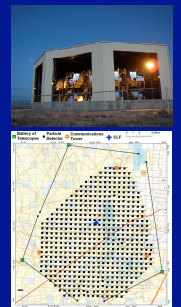


UFOCapture, <http://sonotaco.com/>



Meteor spectra taken automatically by a grism, CCTV camera and UFOCapture. (Dr. K. Maeda, Mikyazaki Univ.)

- I.I.-HDTV camera is sensitive about 1 magnitude fainter than a I.I.-CCTV camera since a HDTV camera have 6 times pixels as a CCTV camera.
- 3 sets of I.I. HDTV cameras will be placed with 20~50 km in distance.
- Remote observations and automatic detection.
- ~240,000 (150 meteors x 8 hours x 200 nights) of meteors brighter than 8 magnitude will be detectable in a year?
- I.I. HDTV camera : ~\$15,000/camera  
Initial costs : \$100,000 ~ \$200,000?  
Maintenance costs : ~ \$20,000?  
Human resource : 2  $\rightarrow$  0.5 persons?



Telescope Array for observations of extreme high energy cosmic ray. (Institute for Cosmic Ray Research, Univ. Tokyo, Utah, USA)

## Conclusions

- 0.99% (37/3722) of meteors on Shigeno's observations are  $e > 1.1$ .
- Trajectory of 2 meteors have been influenced by Jupiter or Saturn, nevertheless, 5 meteors (0.13%) are supposed to be extra-solar meteor, among the 7 candidate meteors.
- Several 100,000 of meteors ( $< 8 \text{ mag.}$ ) will be detectable in a year by stereoscopic observations with I.I.-HDTV camera.
- Spectral observations for meteors with hyperbolic trajectory provide direct information of abundance of extra-solar systems.

# 太陽系外から飛来した流星

海老塚 昇 (名大・プラズマナノ工学  
研究センター)、  
重野 好彦 (流星物理セミナー)



# 太陽系における星間物質の検出

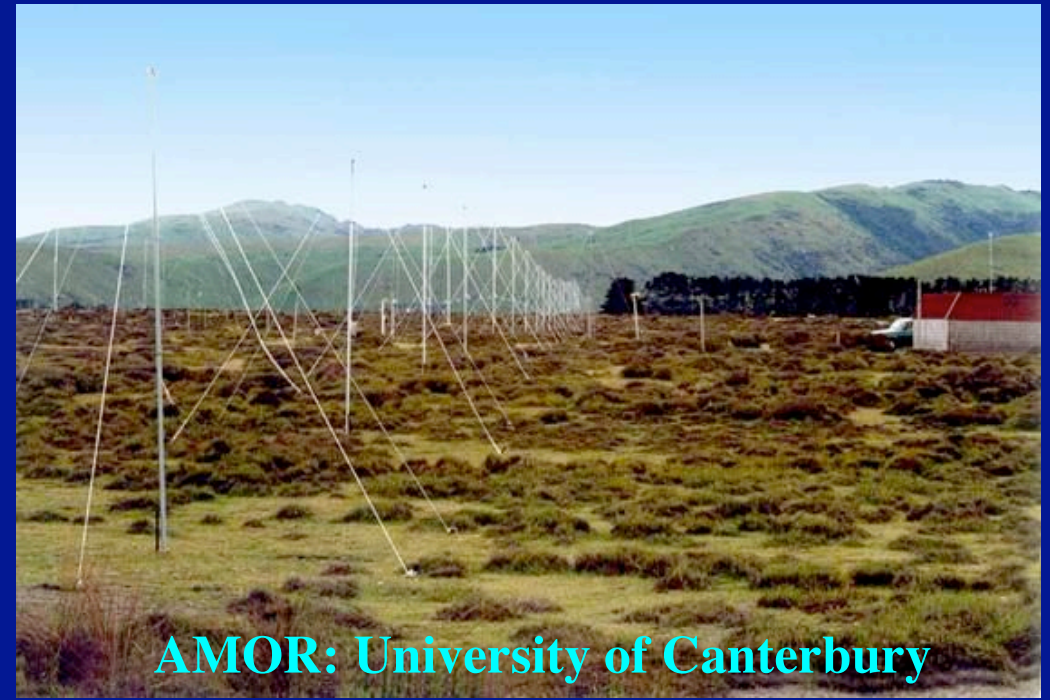


探査機等のParticle counterによって $10^{-19} \sim 10^{-11} \text{kg}$   
(直径:  $0.005 \sim 2 \mu\text{m} @ 1 \text{g/cm}^3$ ) の粒子を検出。

半数以上が星間ダストと思われる。



# 流星レーダ観測



- $10^{-14} \sim 10^{-9} \text{kg}$  (直径:  $0.2 \sim 10 \mu\text{m}$  @  $1 \text{g/cm}^3$ ) : **4.8%** (143/3000) が  $e > 1.0$  (Arecibo, プルトリコ, 口径300m, 430MHz)。
- $5 \times 10^{-9} \sim 10^{-6} \text{kg}$  (直径:  $10 \sim 100 \mu\text{m}$  @  $1 \text{g/cm}^3$ ) : **3.2%** (7,911/250,000) が  $e > 1.0$  (MARS: ウクライナ, 31.1MHz)。
- $> 10^{-10} \text{kg}$  (直径:  $> 5 \mu\text{m}$  @  $1 \text{g/cm}^3$ ) : **0.46%** (1,600/350,000) が地心速度  $> 100 \text{ km/s}$  ( $e > 2.5$ , AMOR, ニュージーランド)。

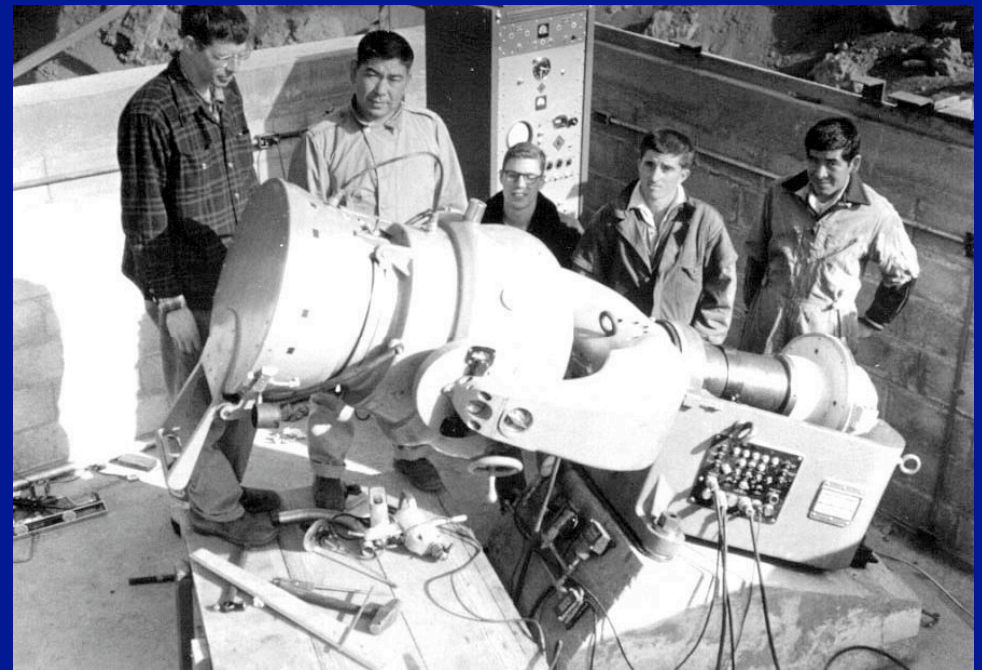
# 光学観測

$10^{-4} \sim 10^{-1}$  kg (-3 ~ -10等): 1.3% (59/4,581) と  $10^{-9} \sim 10^{-4}$  (9.5 ~ -3等) kg: 1~2% (2/160) が  $e > 1.45$  (日心速度  $> 46.6$  km/s、IAU/MDC銀塩写真、カナダのビデオ観測)。



四連写真儀

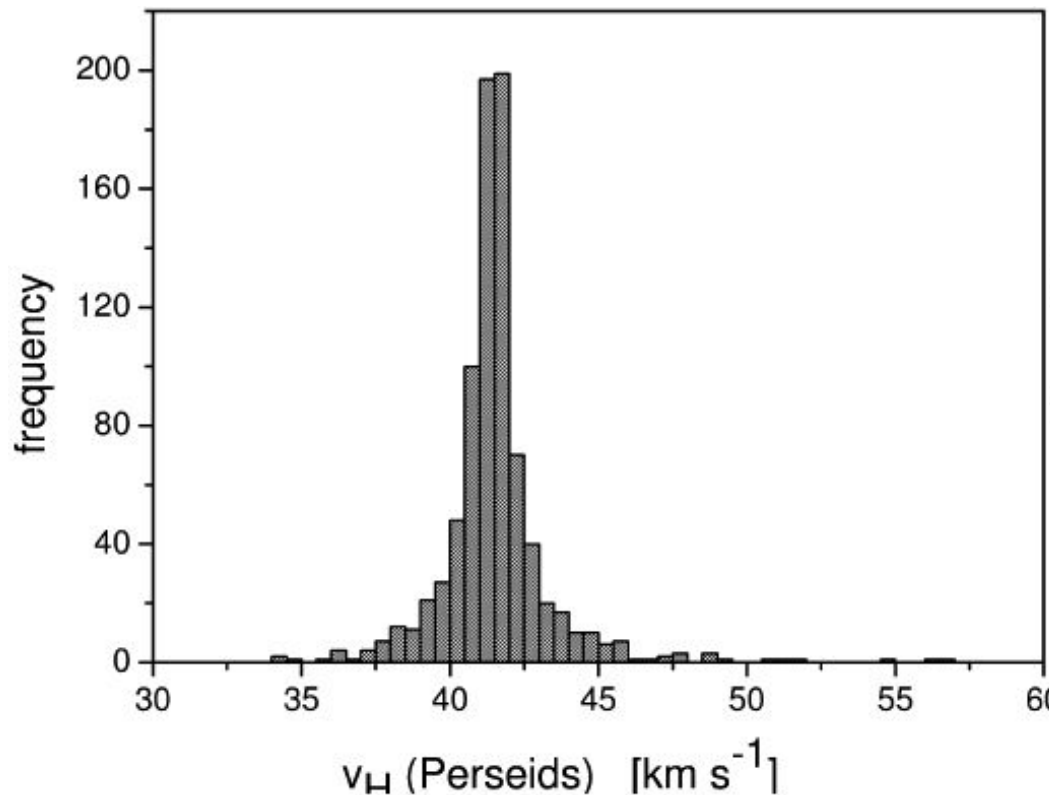
<http://www.ne.jp/asahi/meteor/star/index.html>



SAOのSuper Schmidt camera  
(1950年代)

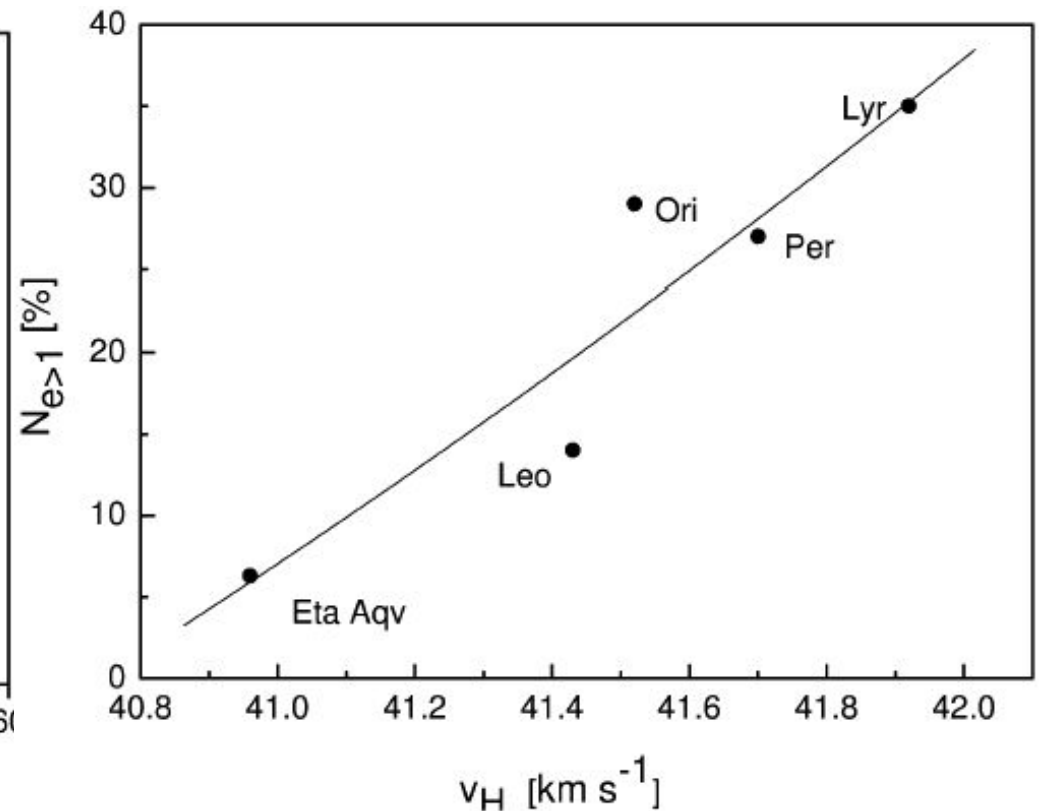


# 写真観測の精度



ペルセウス座流星群 (41.7  $\text{km/s}$ ) の速度分布。224/835 (27%)が  $> 42.1$   $\text{km/s}$  ( $e > 1$ )、5/835 (0.6%)が  $> 46.6$   $\text{km/s}$  ( $e > 1.45$ )。

標準偏差 : 1.3  $\text{km/s}$  ( $e$ : 0.11)?



高速流星群の日心速度と  $e > 1$  の割合。

IAU/MDCの銀塩写真カタログ

M. Hajduková Jr., et.al. (2006)

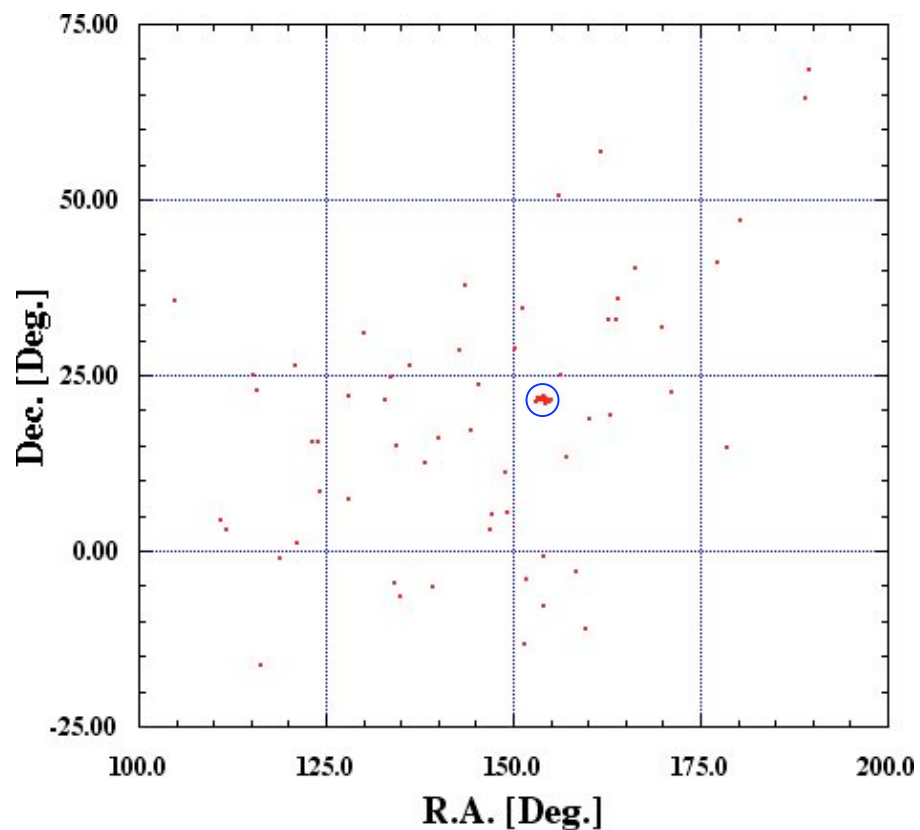


# 重野 好彦氏等の流星ステレオ 観測および軌道データ

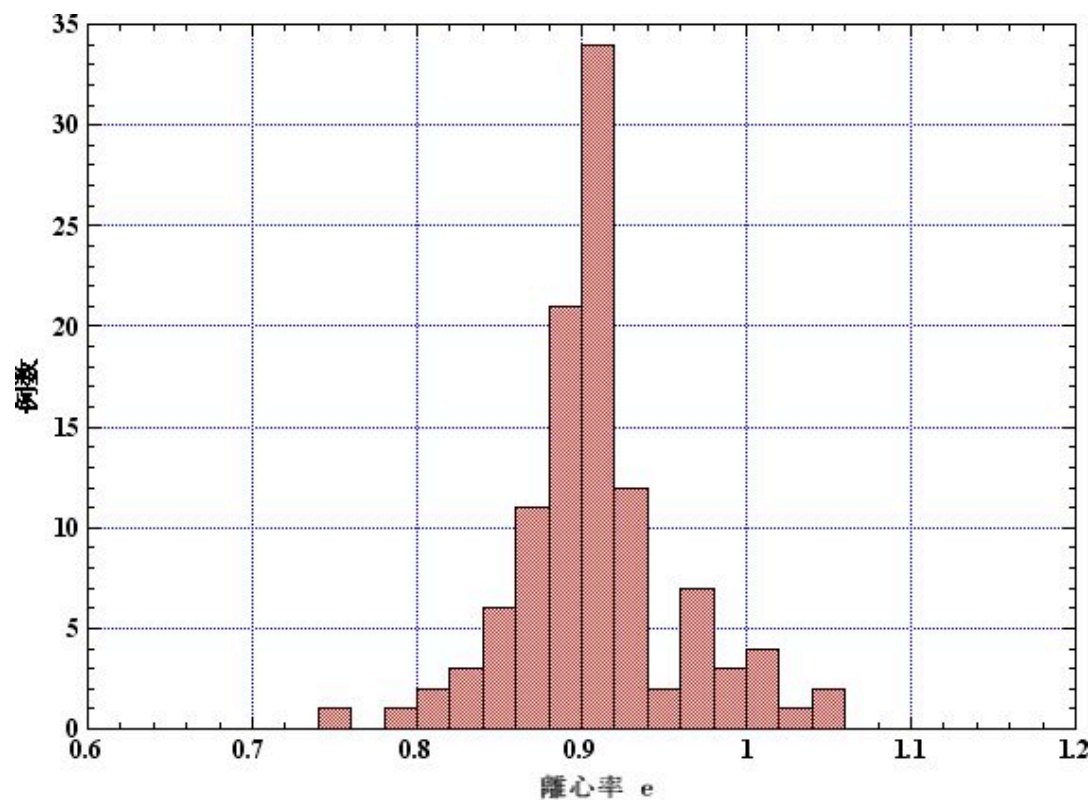
- 3787個の流星軌道データ。
- 1983, 1987, 1989, 1991年は銀塩写真。
- 1992~2008年は主にI.I.+ビデオカメラ。
- <http://www004.upp.so-net.ne.jp/msswg/>からダウンロード可能。

3722個の流星軌道データ（~2007.5.20）を使用。

# しし座流星群の離心率分布

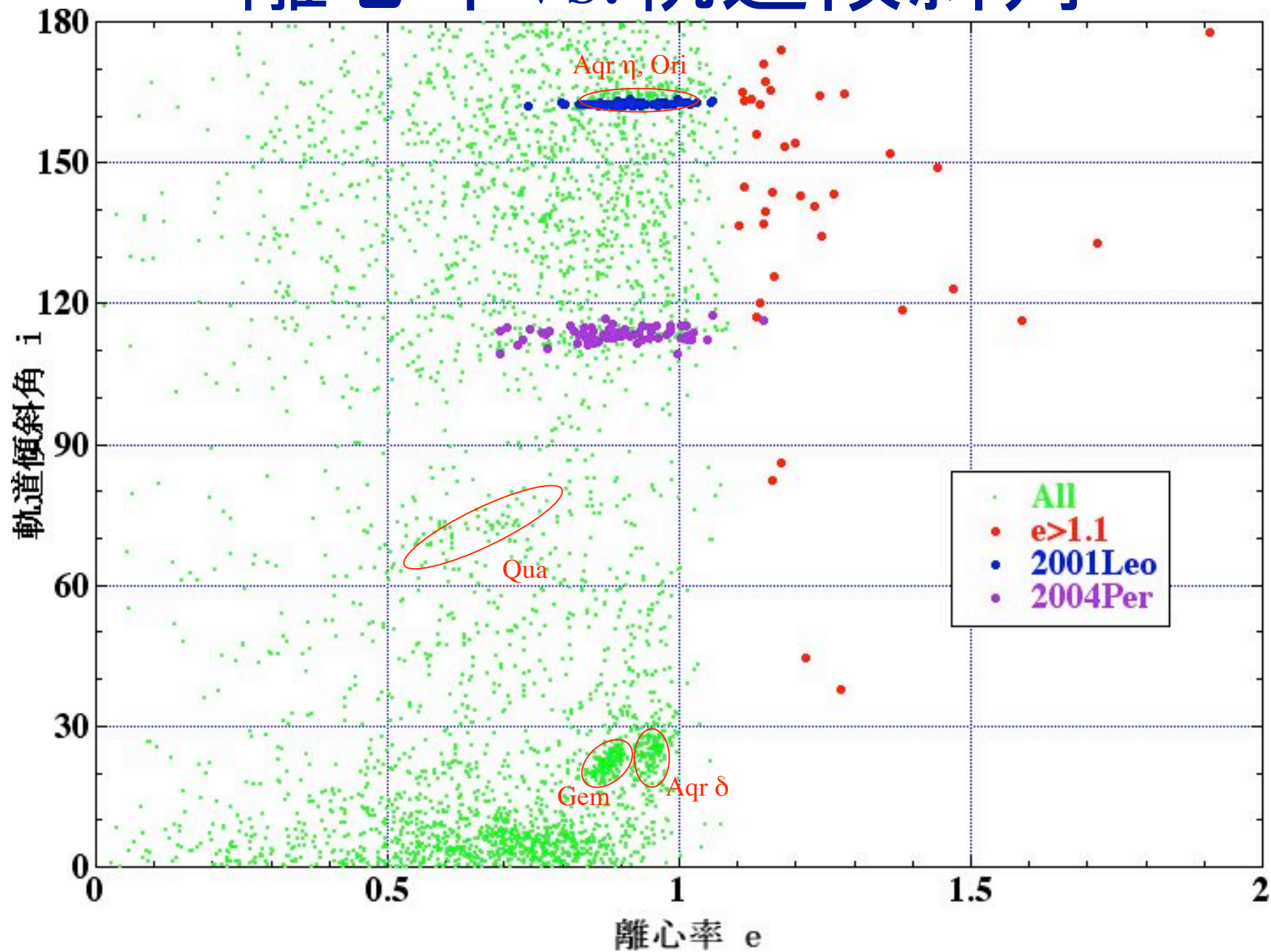


2001. 11. 18の輻射点、  
R.A:  $2^\circ \times$  Dec.:  $1^\circ$ の範囲。



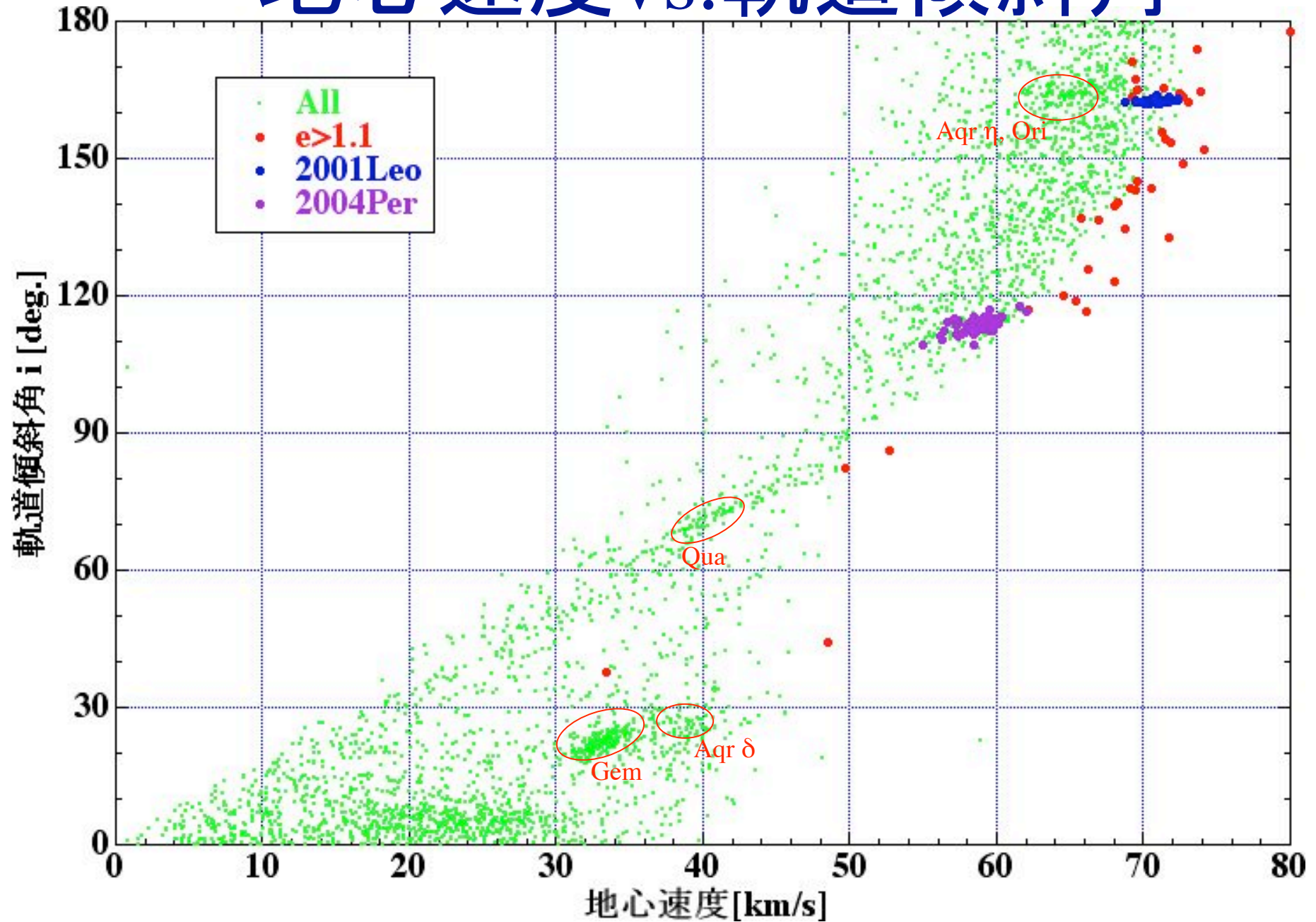
流星数 : 110      最小 : 0.742  
平均 : 0.908      最大 : 1.056  
標準偏差 : 0.051

# 離心率 vs. 軌道傾斜角

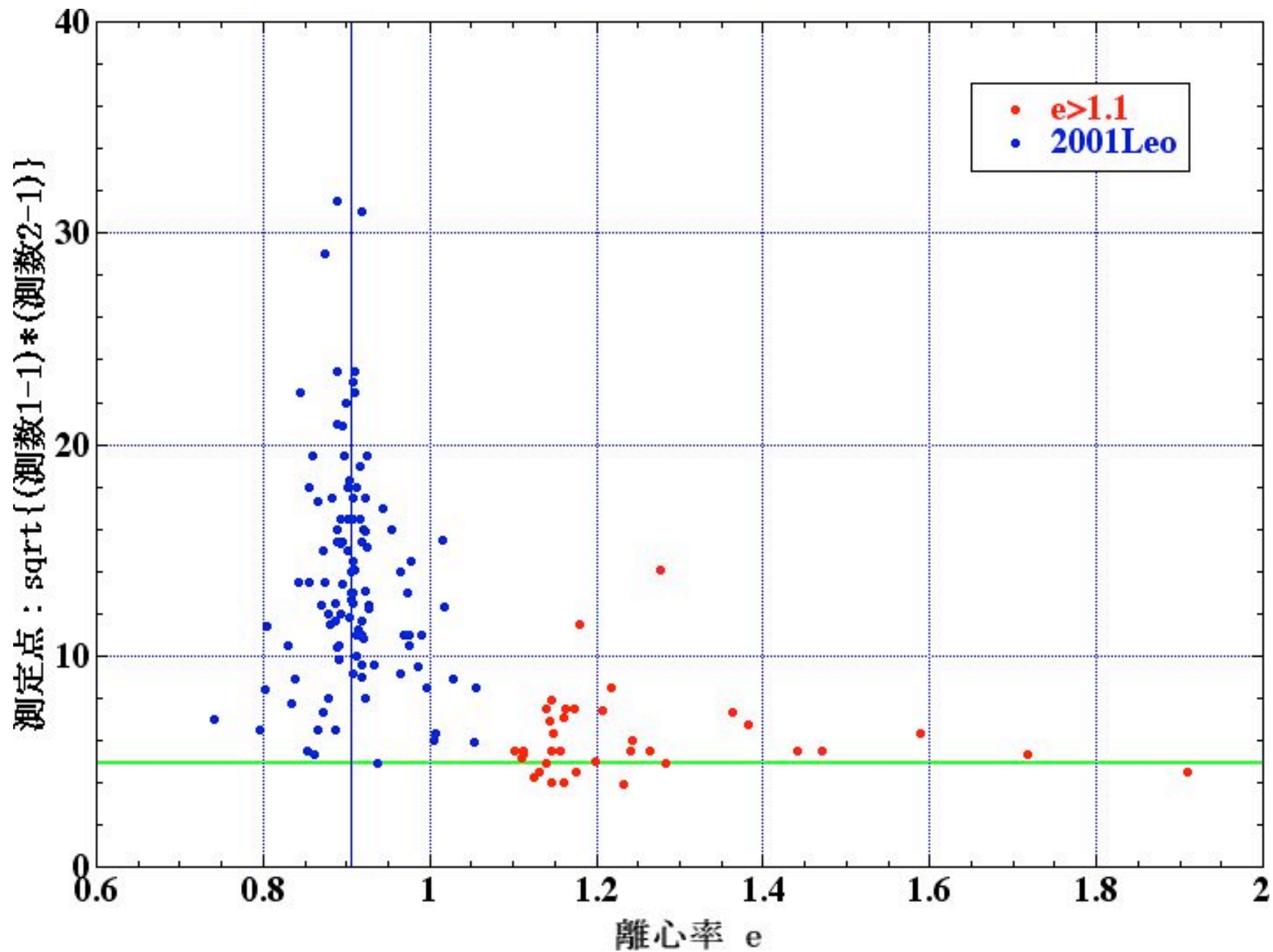




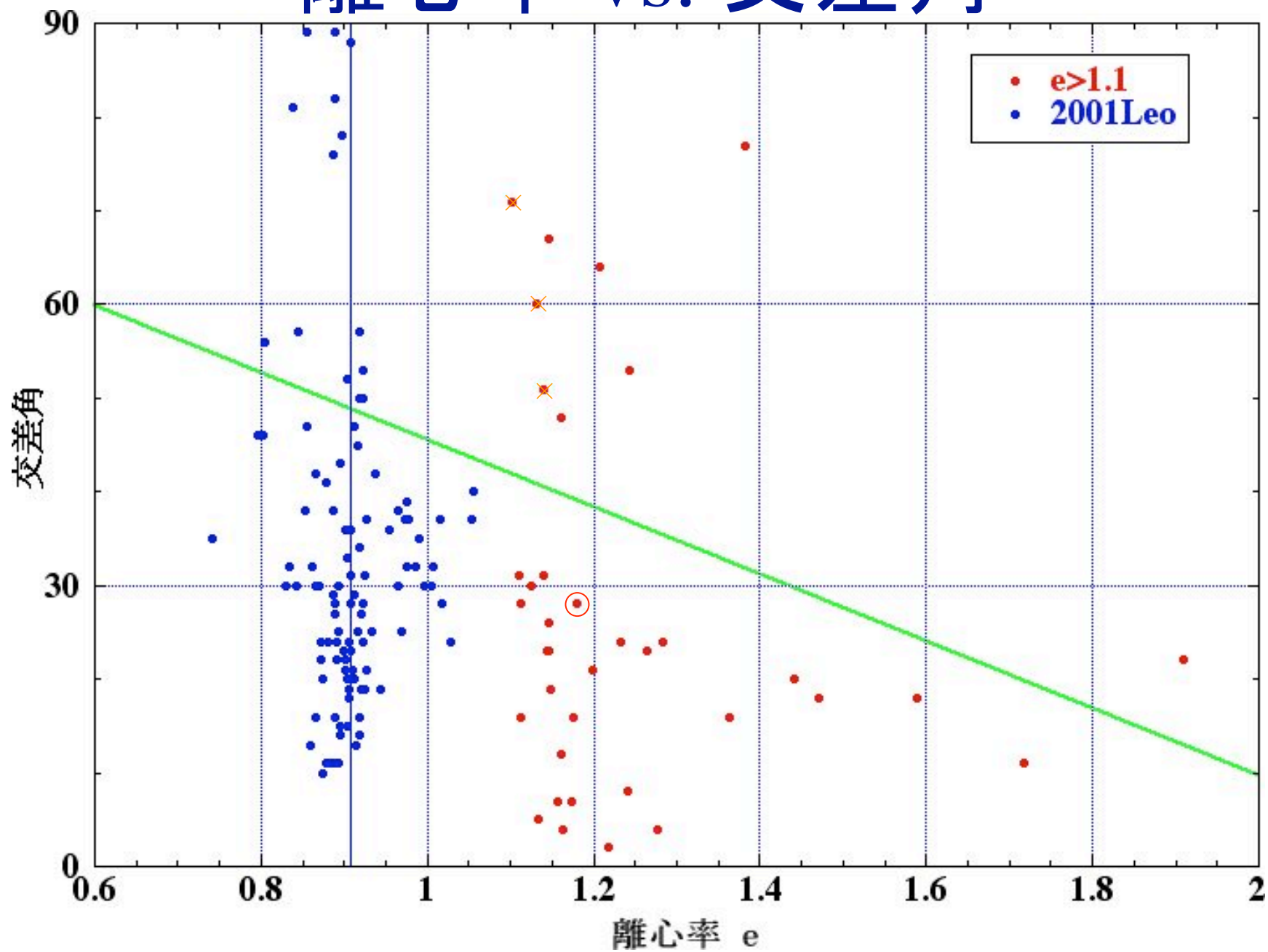
# 地心速度 vs. 軌道傾斜角



# 離心率 vs. 測定点数



# 離心率 vs. 交差角





# 系外流星候補

No.	q	e	$\omega$	$\Omega$	i	Ve	Vh	L abs	精度、到来方向
1	1.012	1.909	181.6	146.4	177.9	80.0	50.5	3.6	△ しし座（土星に接近）
2	0.822	1.382	225.5	211.5	118.7	65.4	46.9	3.4	◎ りょうけん座
3	0.882	1.244	36.4	54.2	134.5	68.7	45.2	0.9	◎ ポンプ座
4	0.979	1.208	200.2	140.1	143.0	69.5	44.0	4.6	◎ ぎよしゃ座
5	0.916	1.180	329.8	54.7	153.3	71.9	44.3	-0.7	○ うお座
6	0.926	1.160	211.5	32.9	82.2	49.7		2.9	◎ カシオペア座
7	0.964	1.146	155.3	140.3	116.4	62.1	43.4	3.8	○ しし座（木星に接近）

# 系外流星候補1の軌道

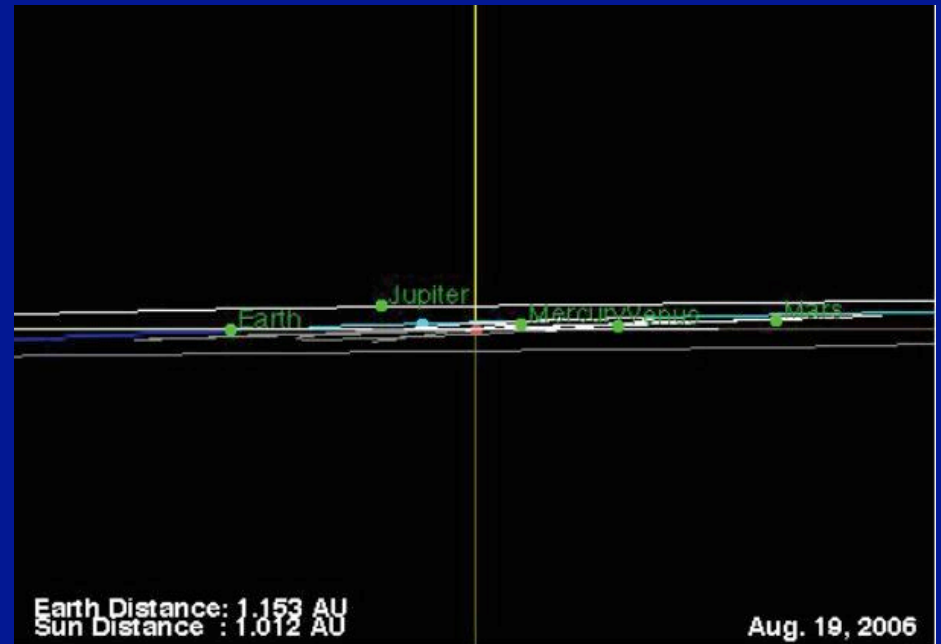
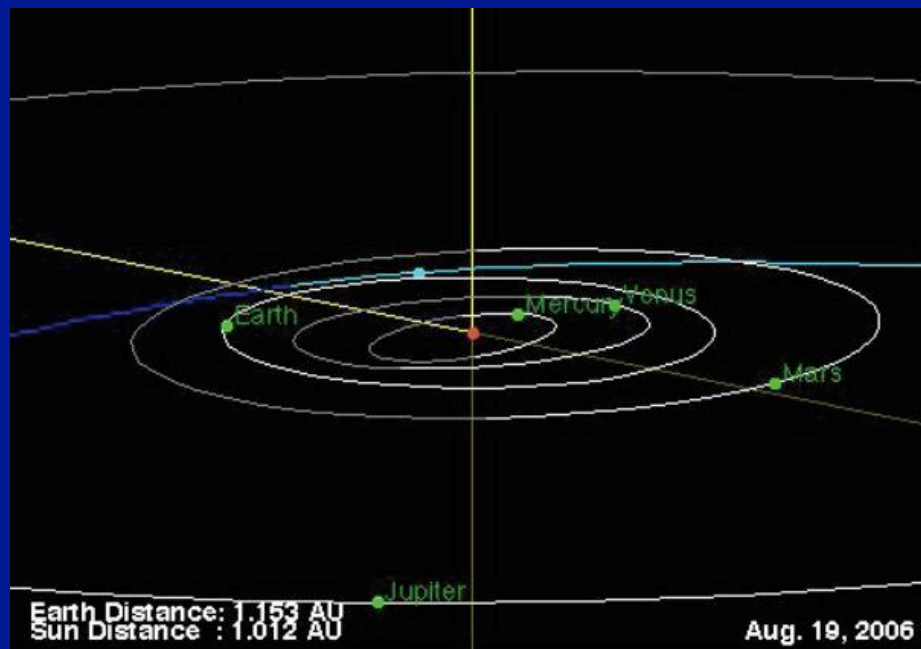
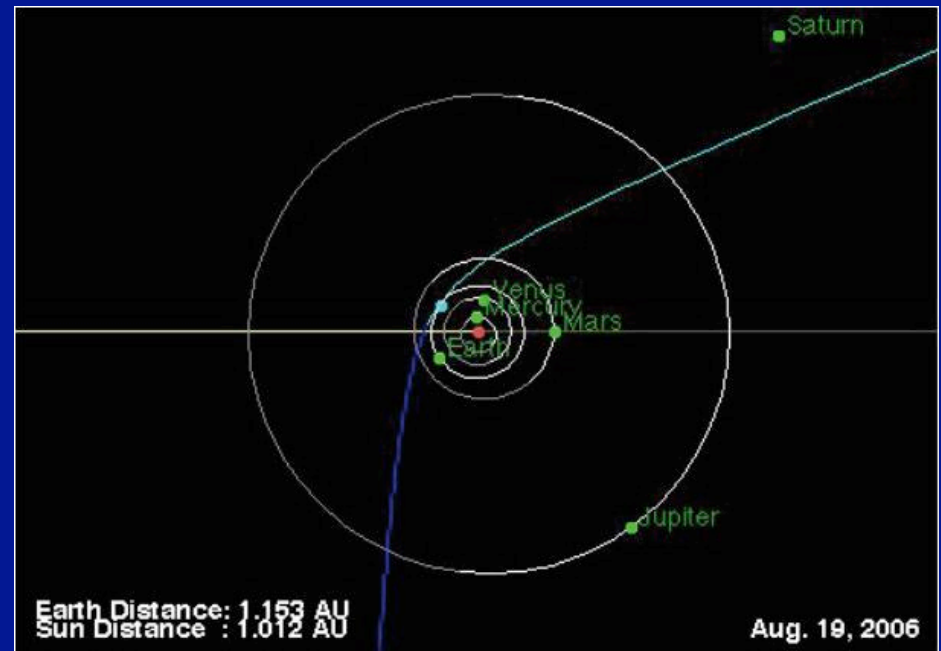
q: 1.012                      e: 1.909

$\Omega$ : 146.4                       $\omega$ : 181.6

i: 177.9

到来方向: しし座

土星に約5 au接近



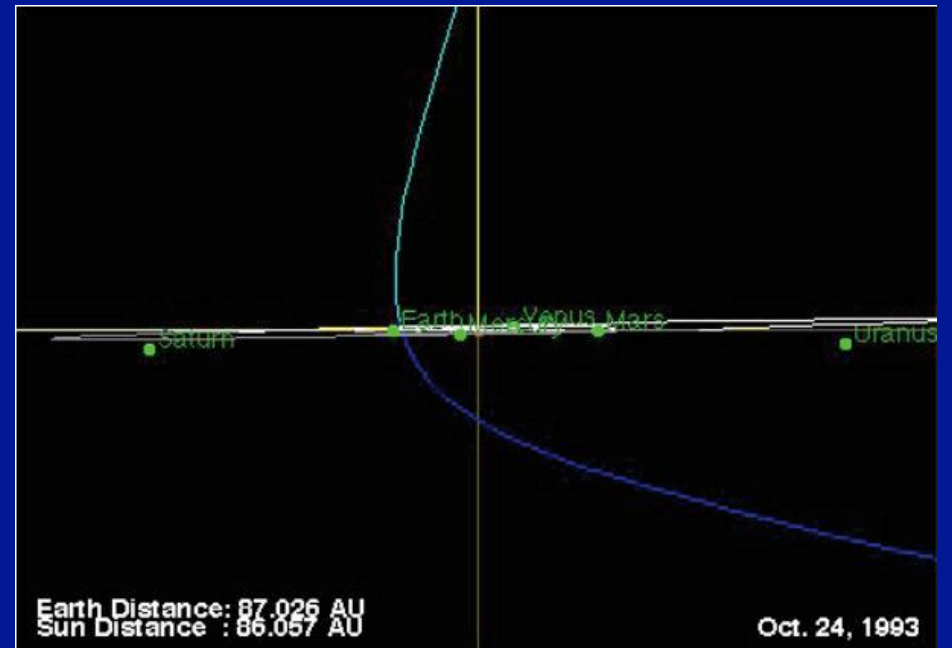
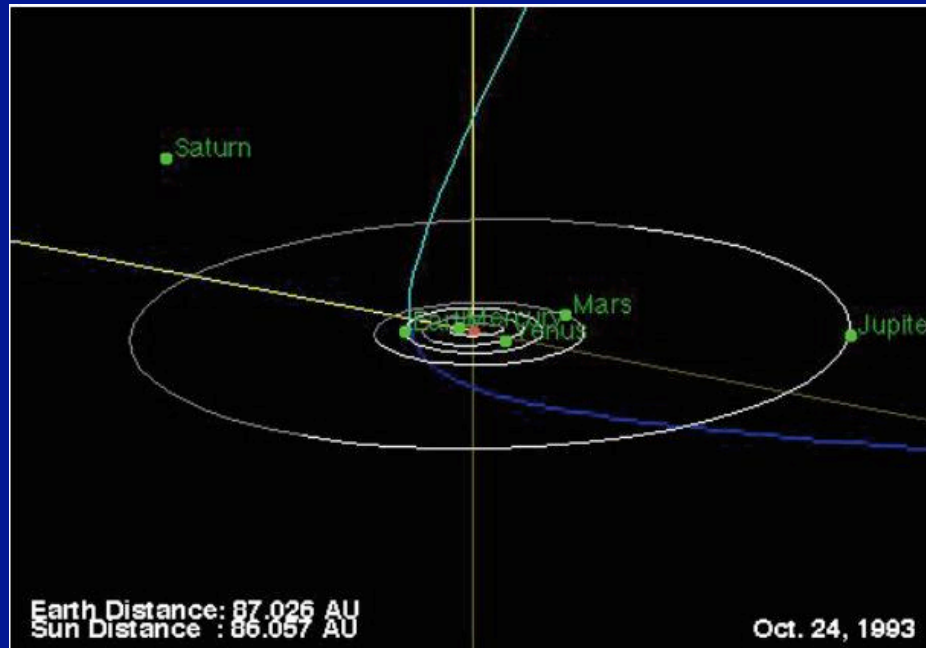
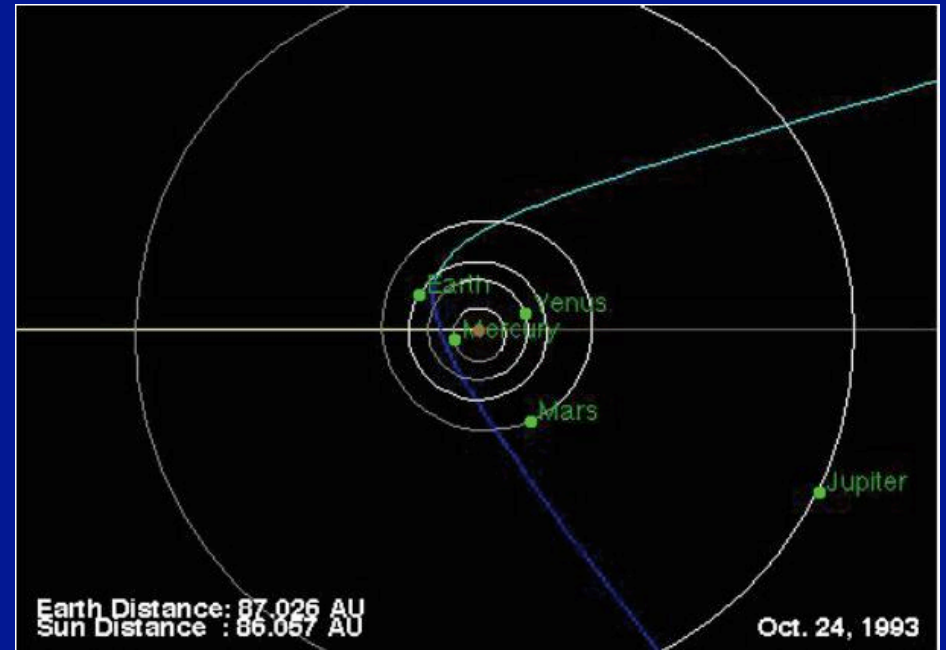
# 系外流星候補2の軌道

q: 0.822                      e: 1.382

$\Omega$ : 211.5                       $\omega$ : 225.5

i: 118.7

到来方向: りょうけん座





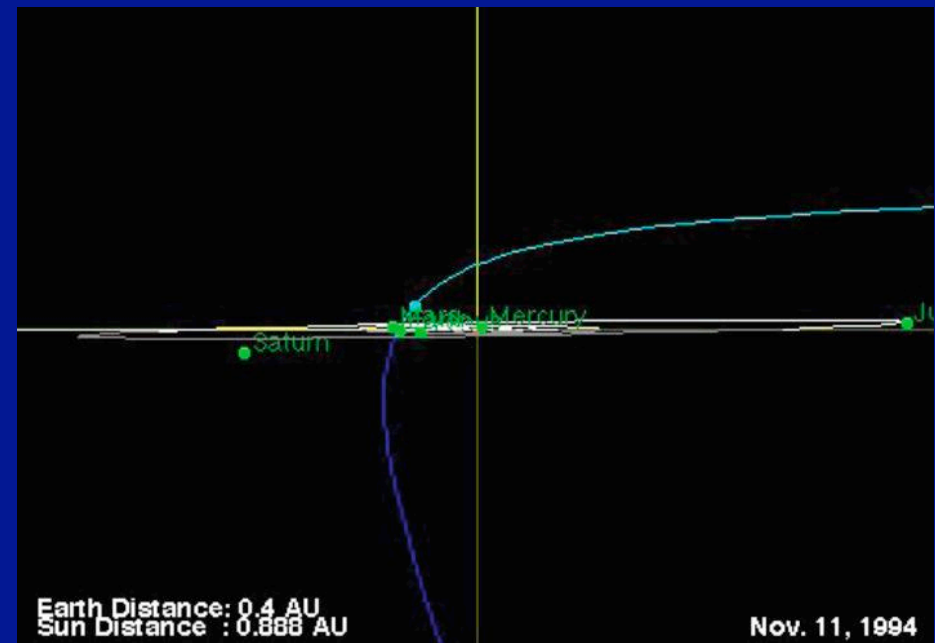
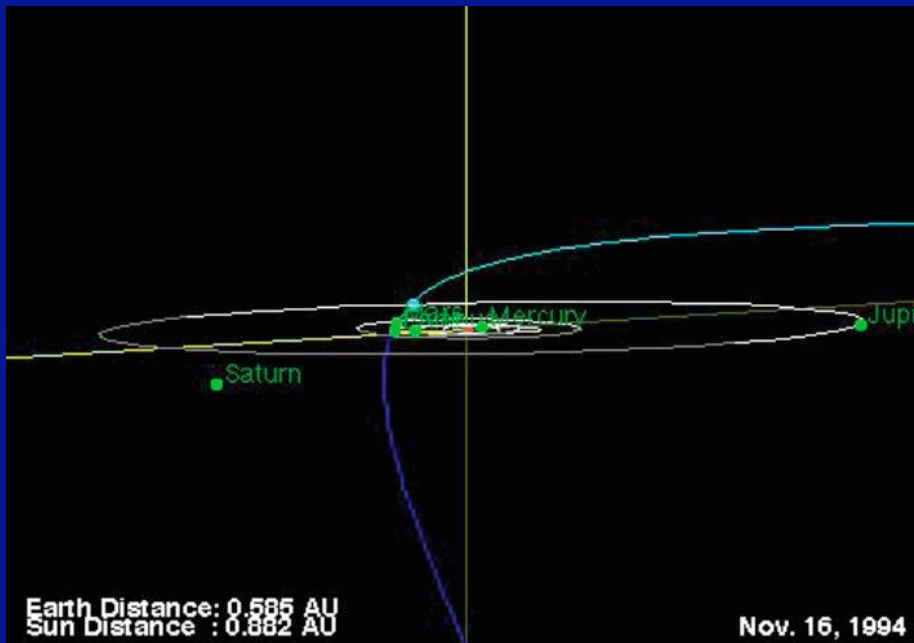
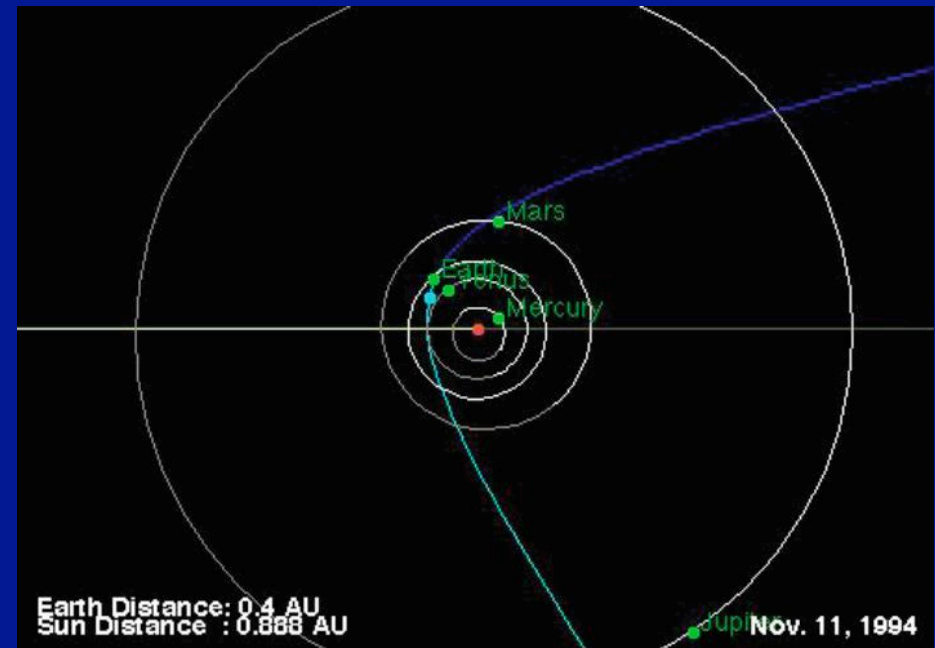
# 系外流星候補3の軌道

q: 0.882                      e: 1.244

$\Omega$ : 54.7                       $\omega$ : 36.4

i: 134.5

到来方向: ポンプ座



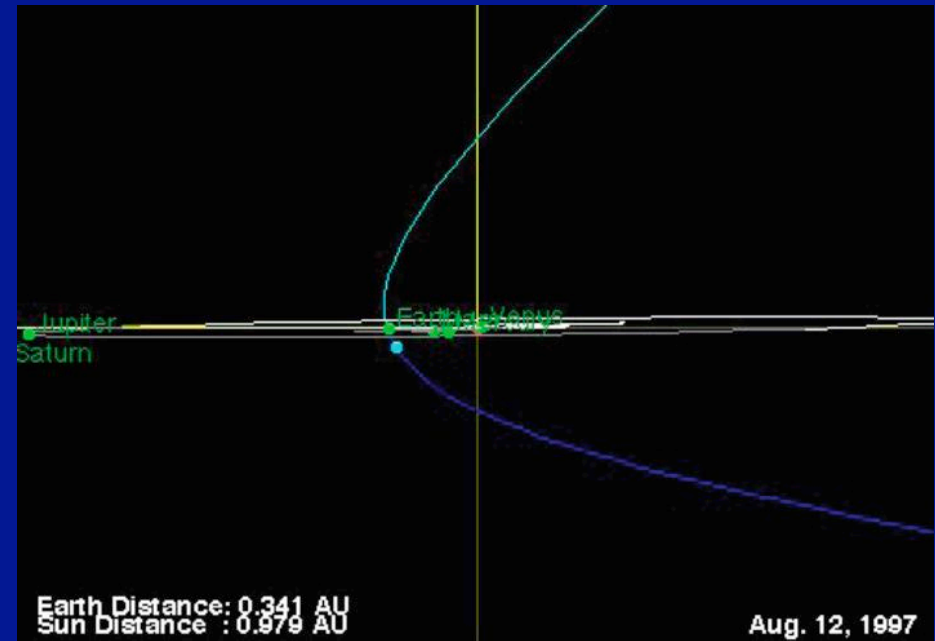
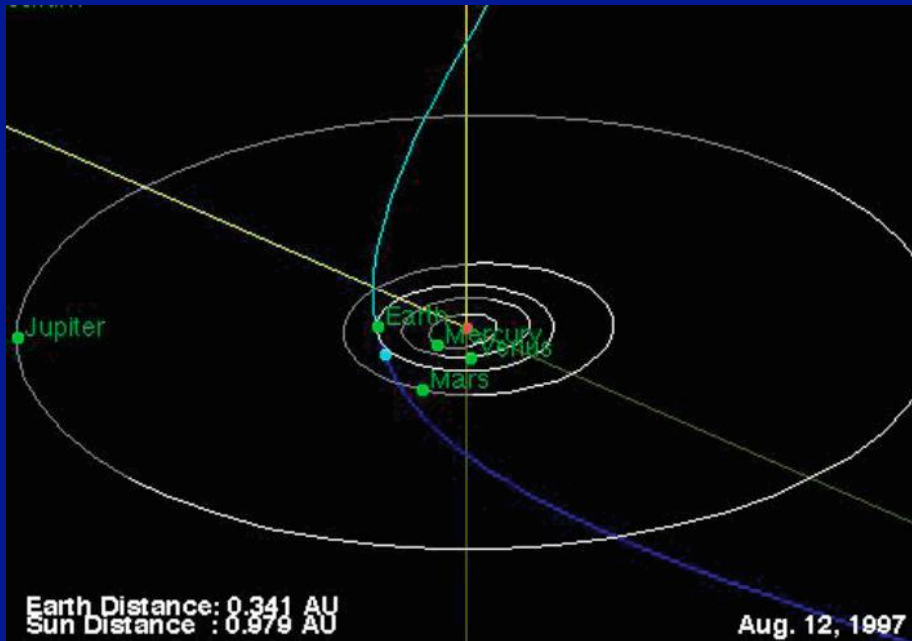
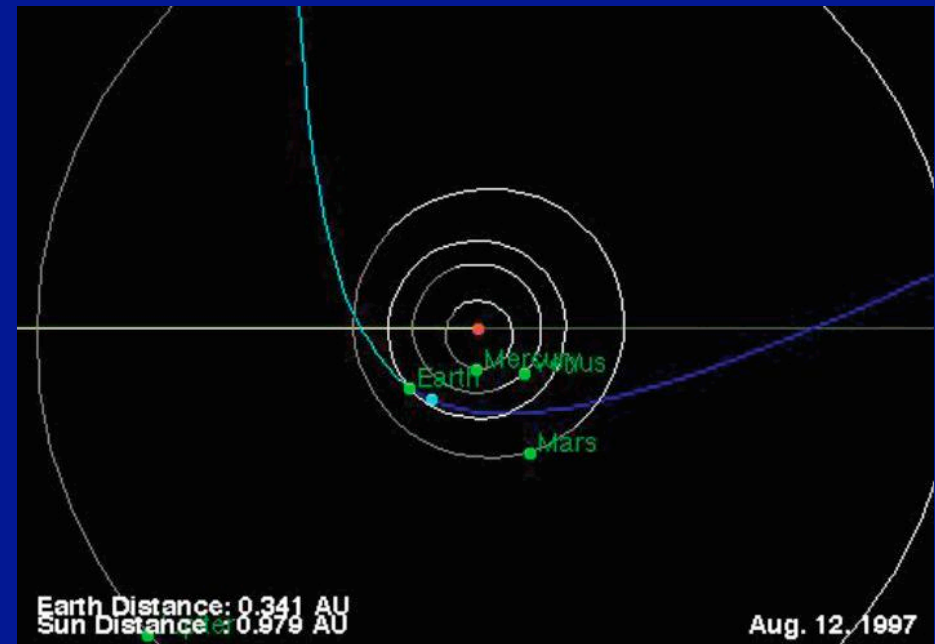
# 系外流星候補4の軌道

q: 0.979                      e: 1.208

$\Omega$ : 140.1                     $\omega$ : 200.2

i: 143.0

到来方向: ぎょしゃ座



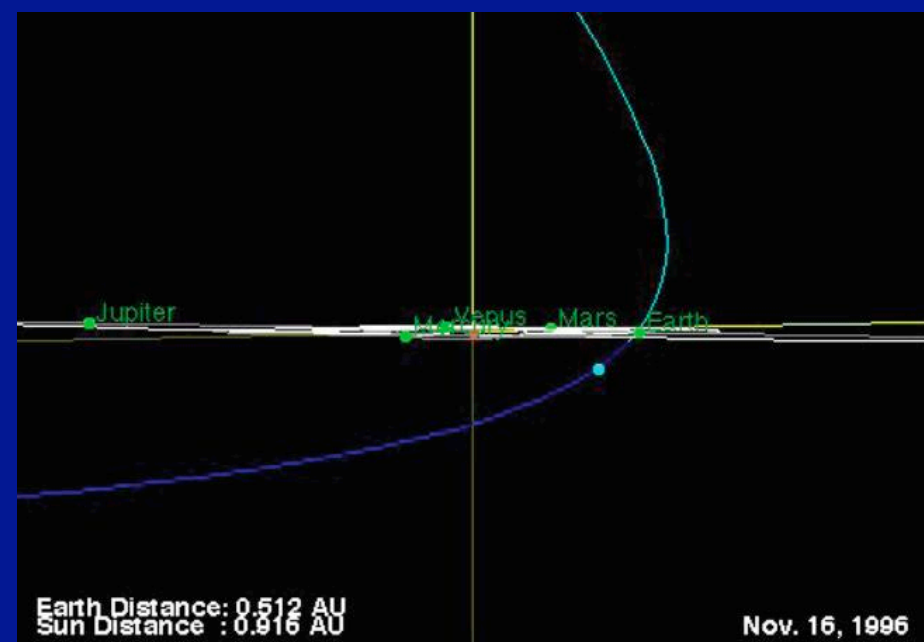
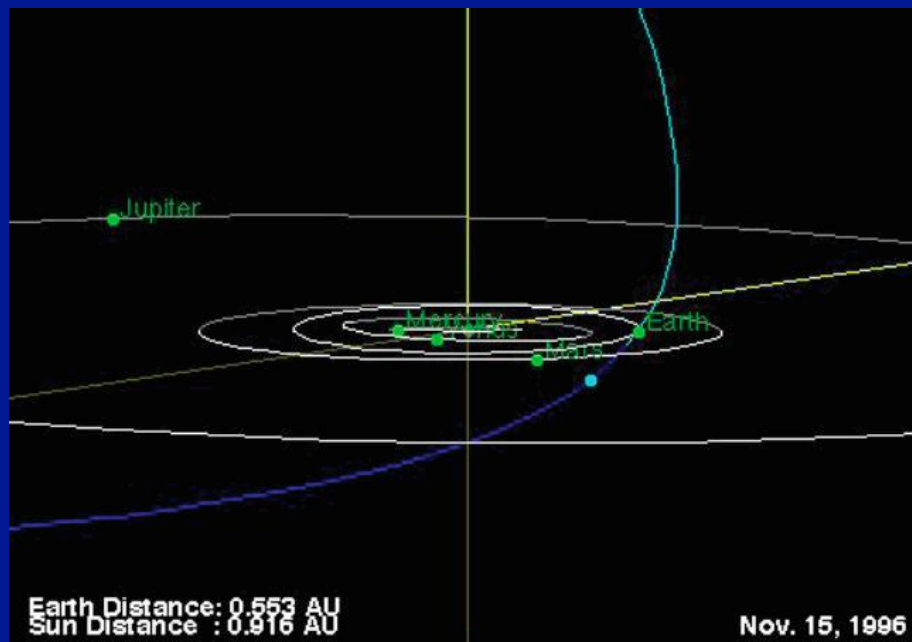
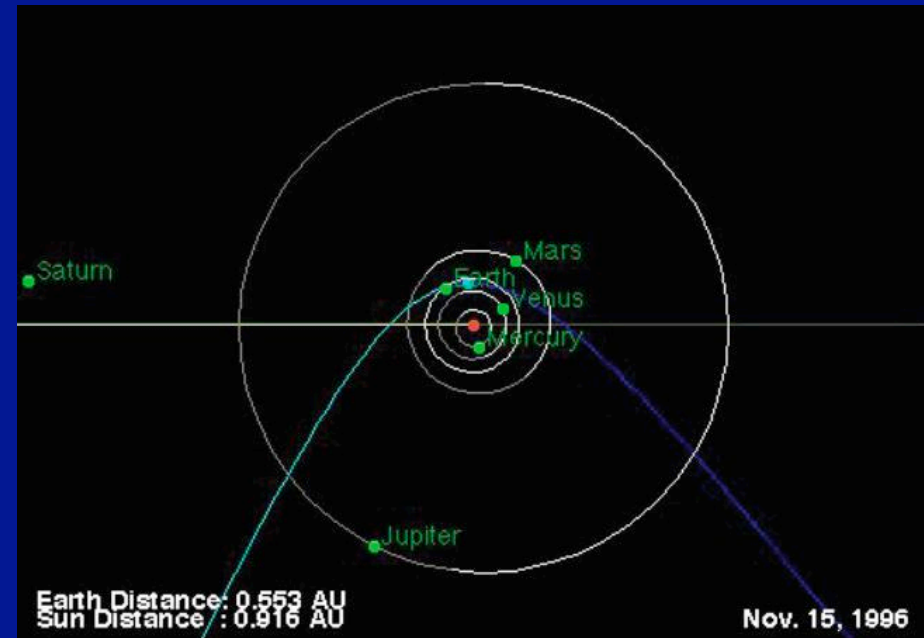
# 系外流星候補5の軌道

q: 0.916                      e: 1.180

$\Omega$ : 54.7                       $\omega$ : 329.8

i: 153.3

到来方向: ポンプ座





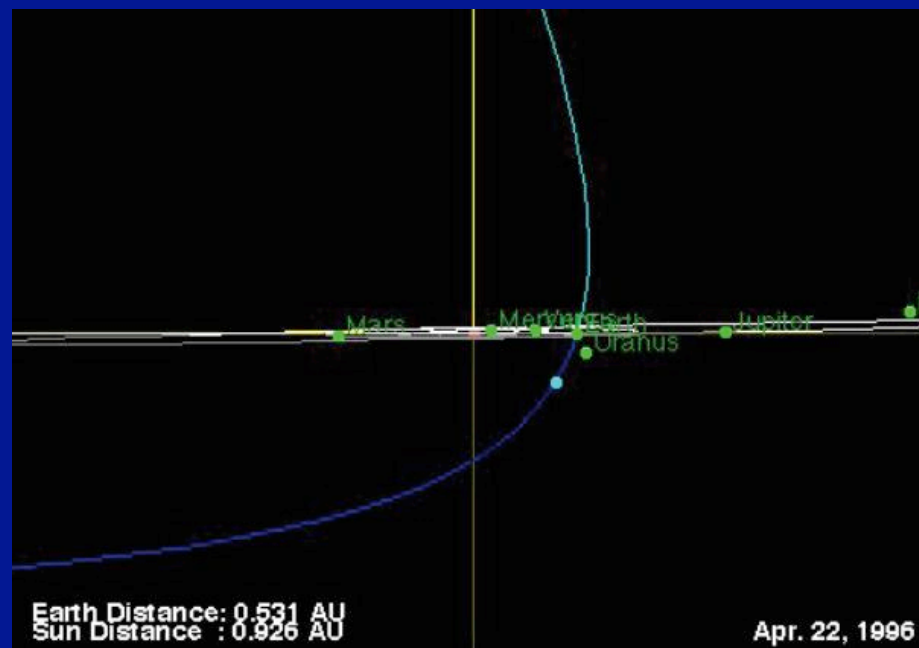
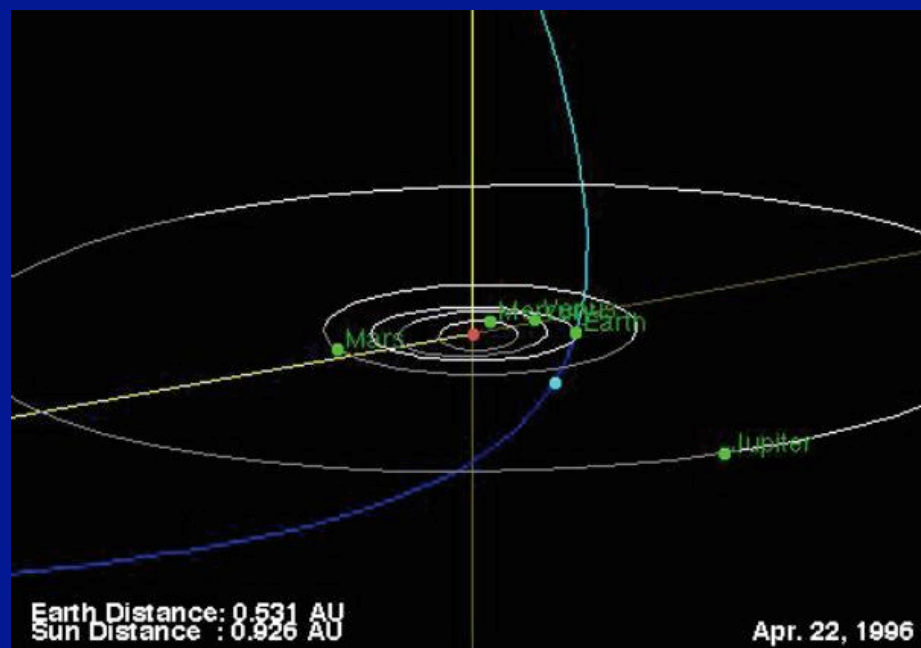
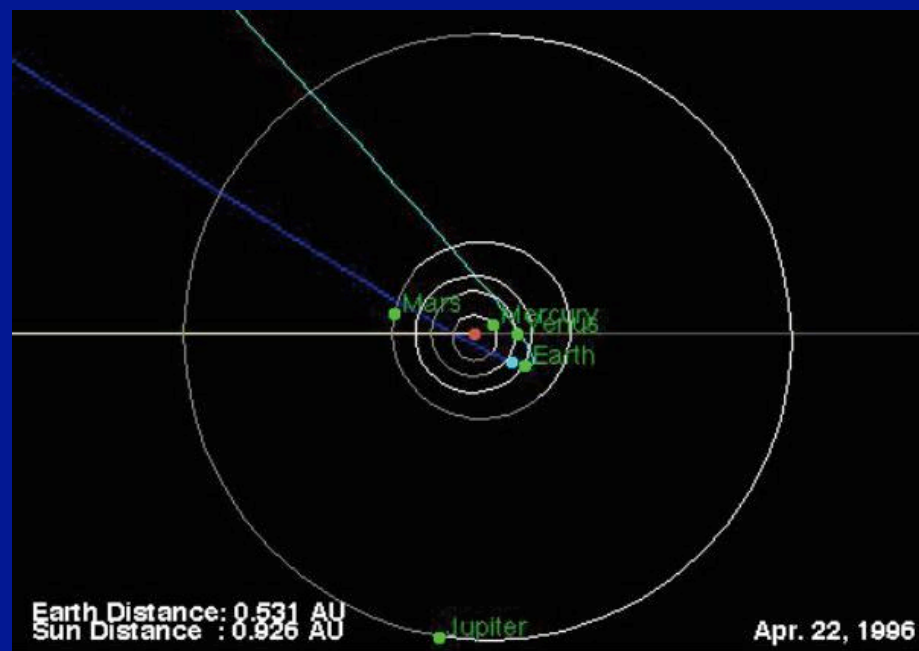
# 系外流星候補6の軌道

q: 0.926                      e: 1.160

$\Omega$ : 32.9                       $\omega$ : 211.5

i : 82.2

到来方向 : カシオペア座



水星軌道ビューアー ©アストローツ

# 系外流星候補7の軌道

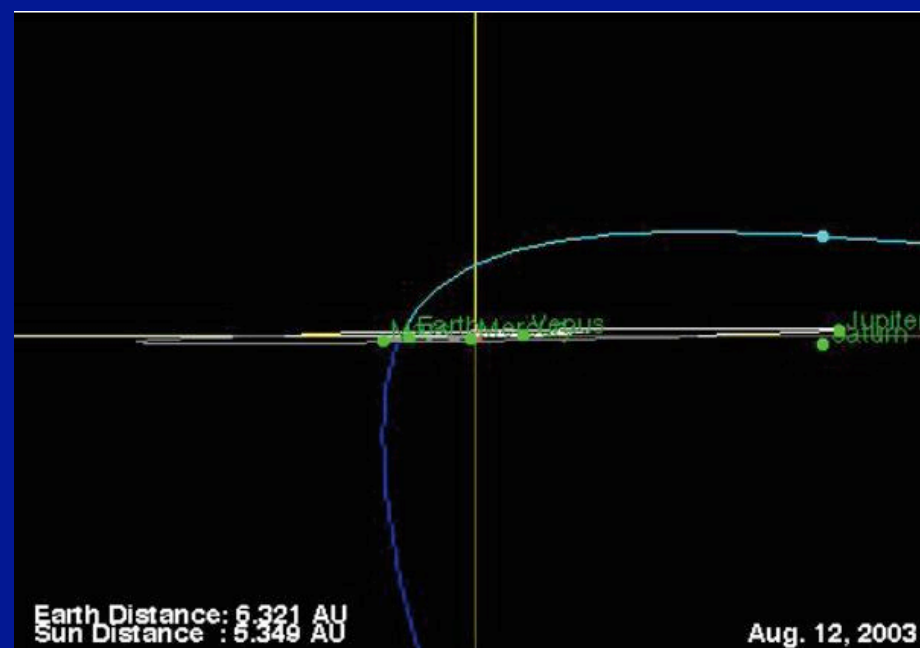
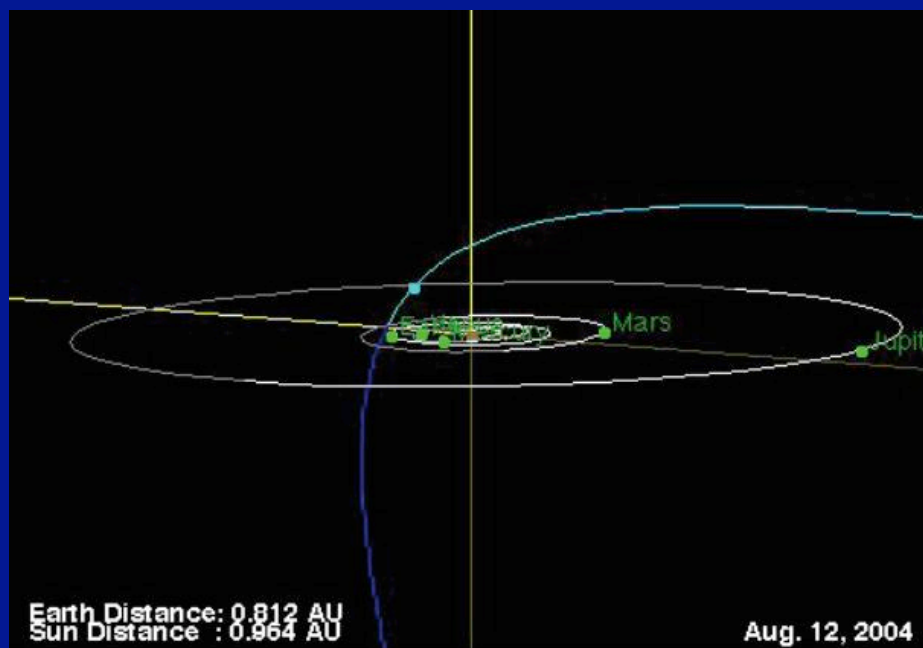
q: 0.964                      e: 1.146

$\Omega$ : 140.3                       $\omega$ : 155.3

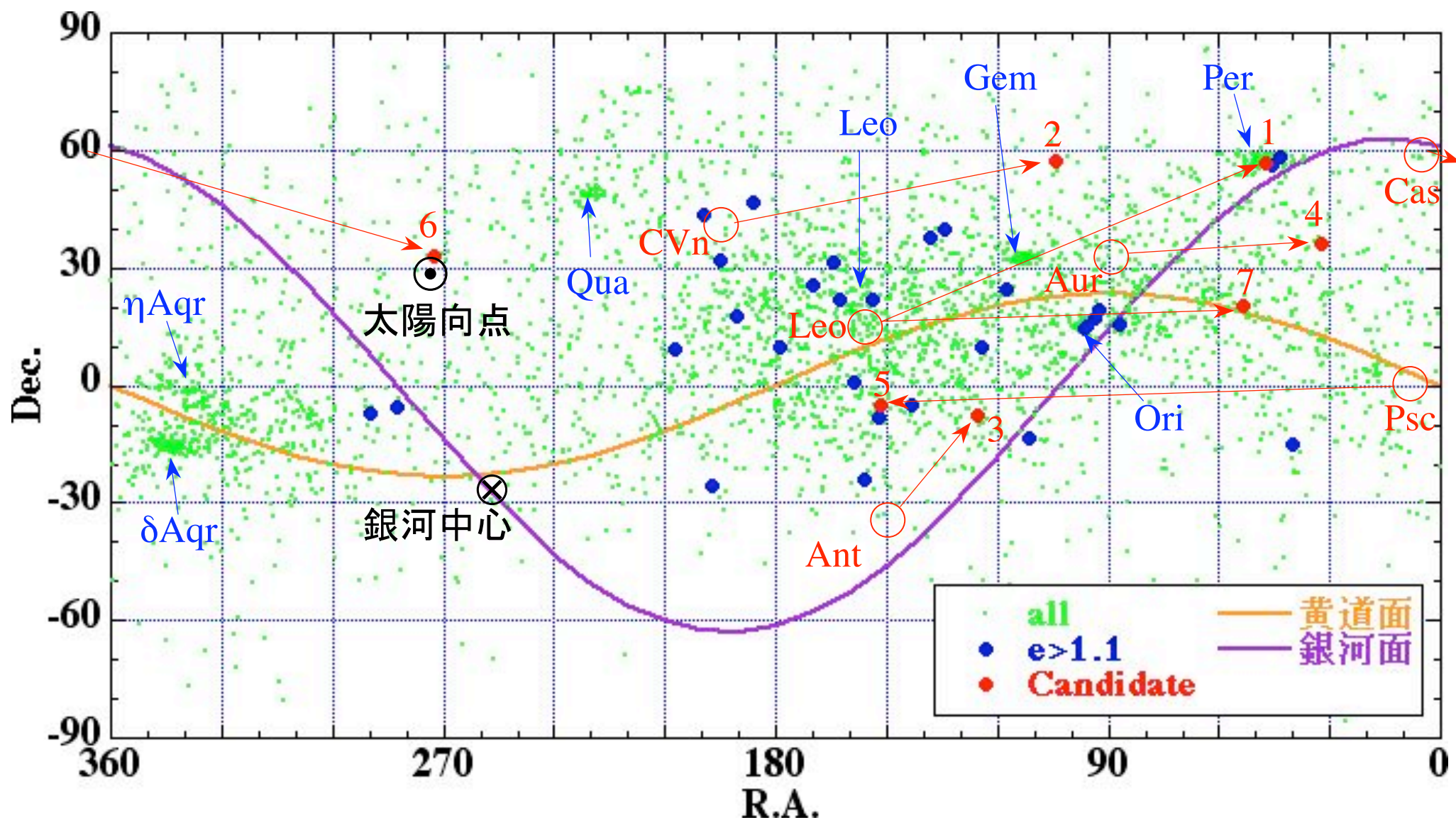
i: 116.4

到来方向: しし座

木星に約2 au接近



水星軌道ビューアー ©アストローツ



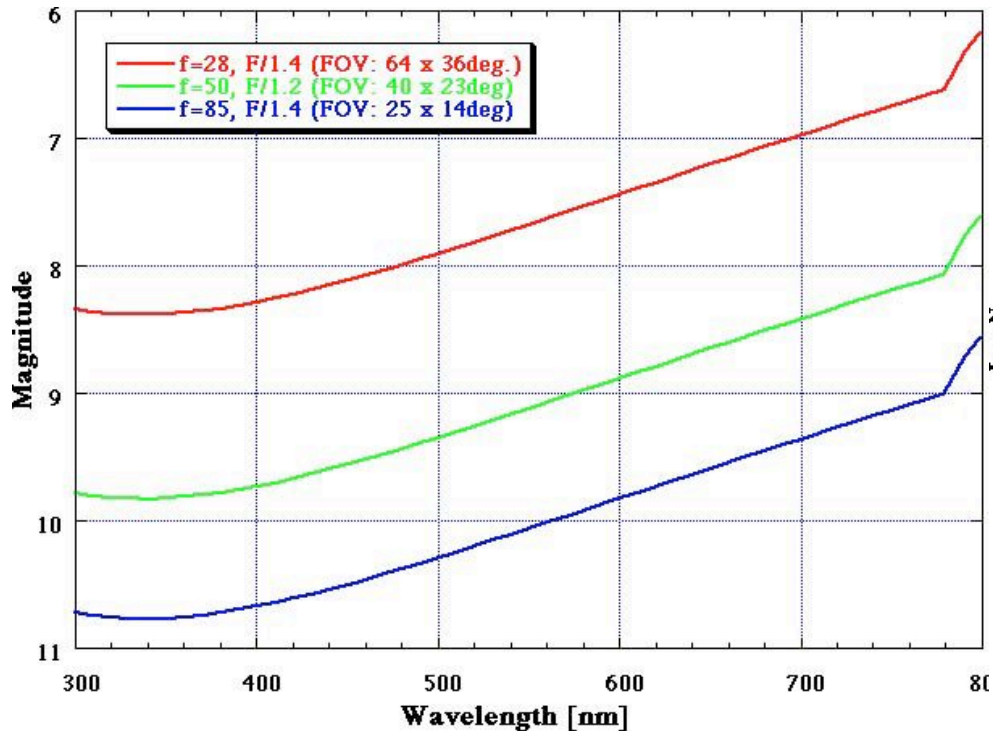
天球上の流星分布



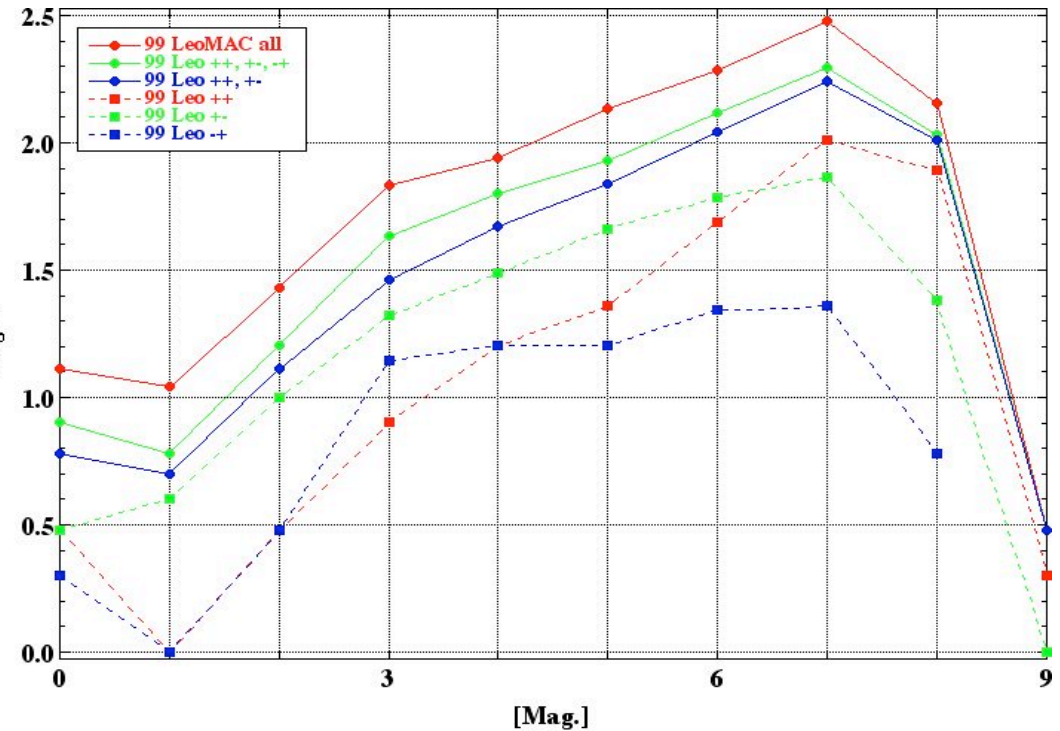
# ステレオ観測の結果

- しし群における離心率 $e$ の標準偏差:  $\sigma = 0.05$ 。
- 37/3722 (1.0%) が $e > 1.1$ 。
- 候補7流星のうち、
  - 2流星は木星や土星の影響を受けたと考えられる。
  - 5流星 (0.13%) は太陽系外から到来?

# I.I.-ハイビジョンカメラの限界等級



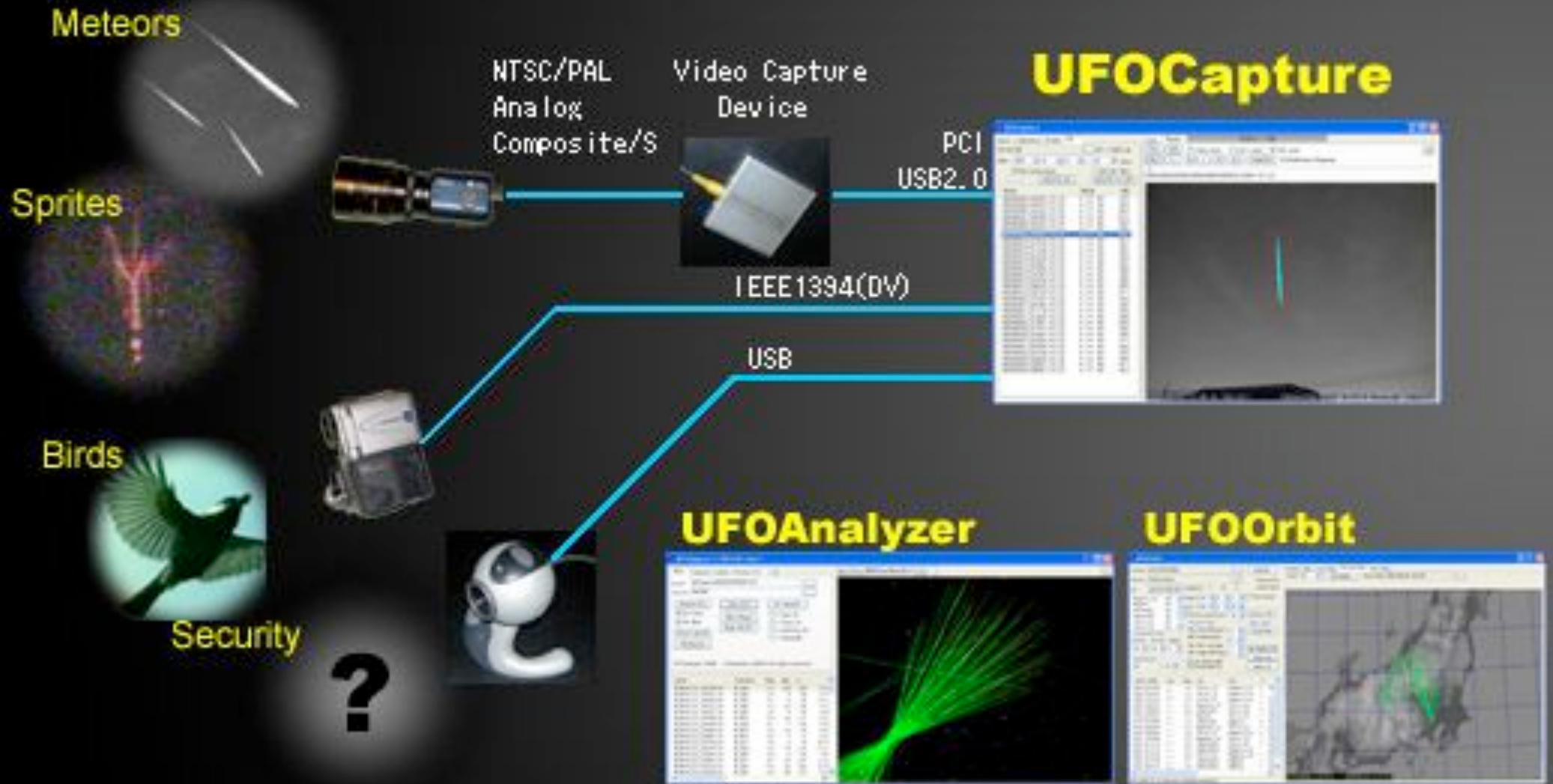
Limiting magnitude of color I.I.-HDTV  
( $t=0.033\text{sec.}$ ,  $R=3$ ,  $\text{Eff.}=0.05$ ,  $S/N=3$ )



I.I.-HDTV (NHK)による、しし座流星群  
(1999年、地中海上空)の光度分布。

**標準レンズの撮像限界等級は8等。**  
**R=200の分光の限界等級は3等。**

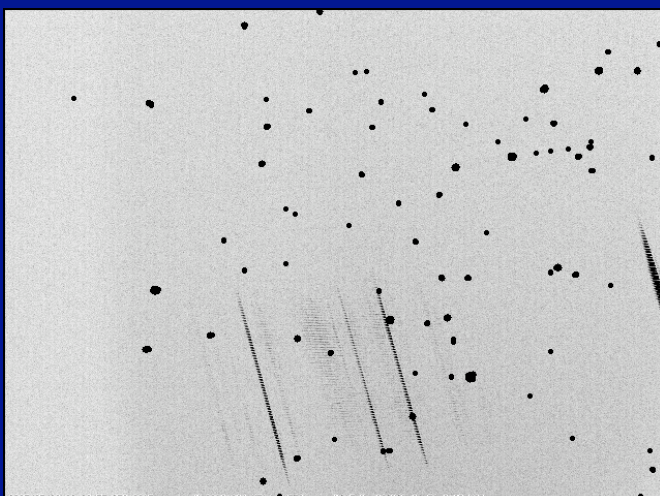
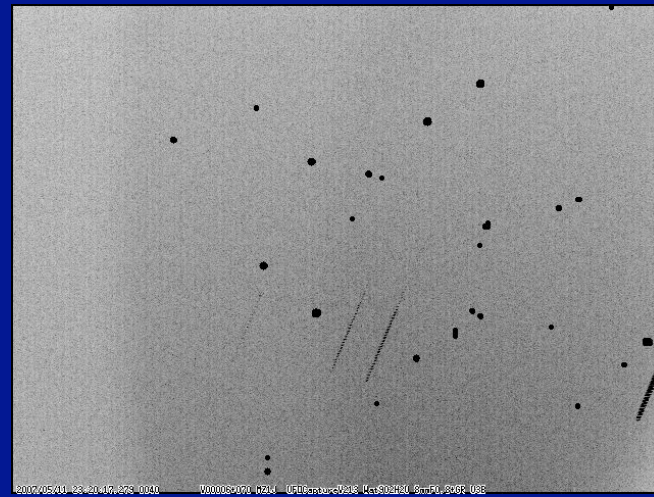
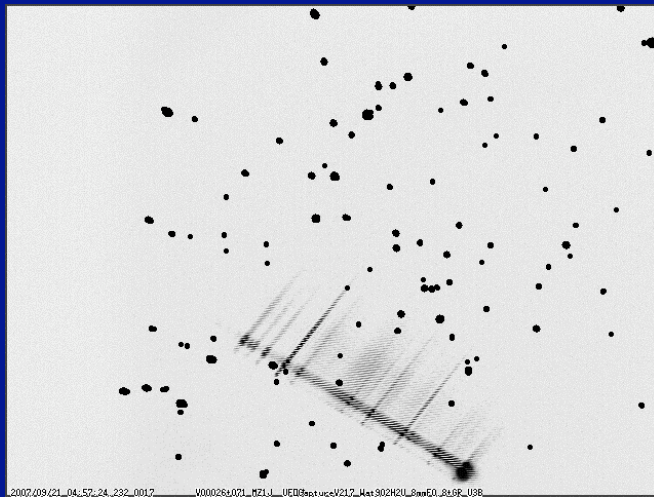
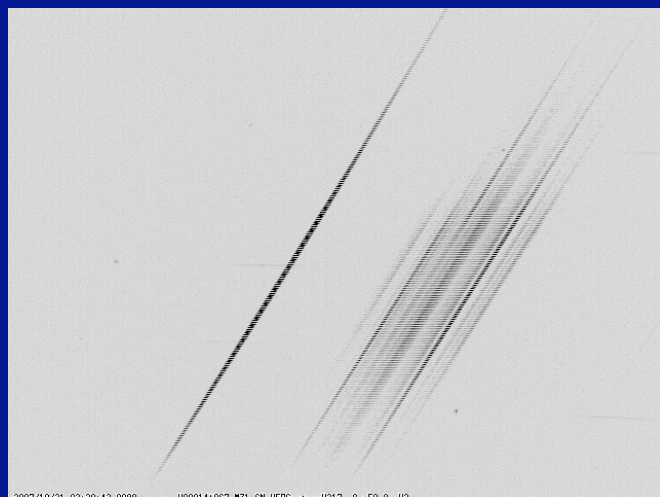
# UFOキャプチャー



<http://sonotaco.com/>



# 自動検出された流星のスペクトル



前田氏の流星分光カメラ

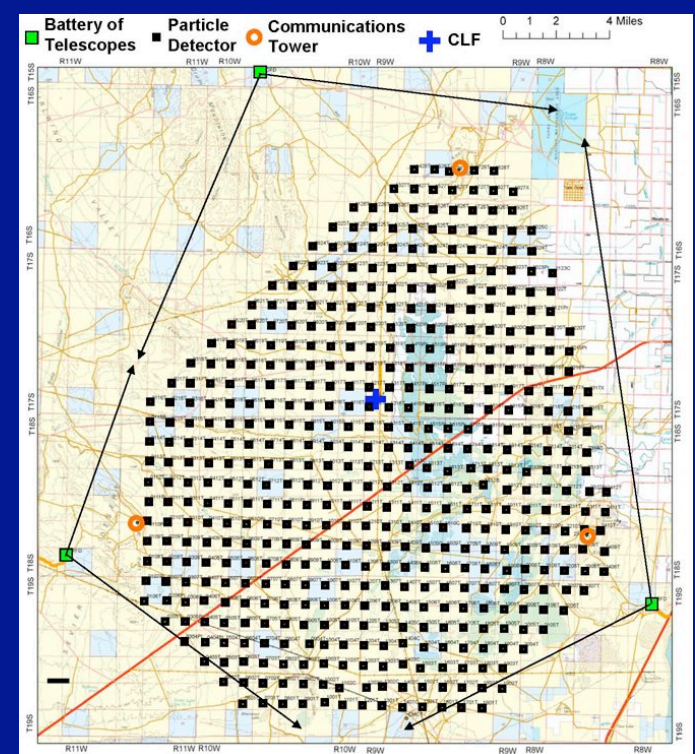
双曲線軌道の流星の分光観測は太陽系外の物質組成比を直接測定できる手段



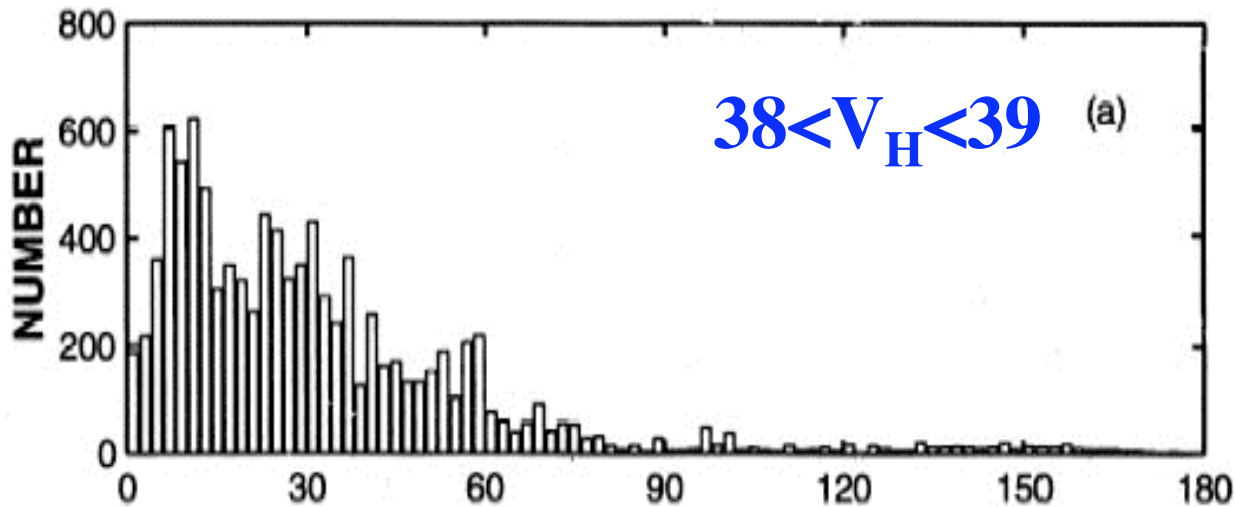
# 系外流星のステレオ観測

- 3台のI.I. HDTVカメラを20~50 km離して配置。
- 自動検出・リモート観測。
- 8等までの流星を年間に~240,000 (150個×8時間×200夜) 検出可能?
- I.I. HDTVカメラ: ~150万円/台。  
初期費用 : 1,000 ~ 2,000万円?  
維持費 : ~200万円/年?  
人件費 : 2 → 0.5人?

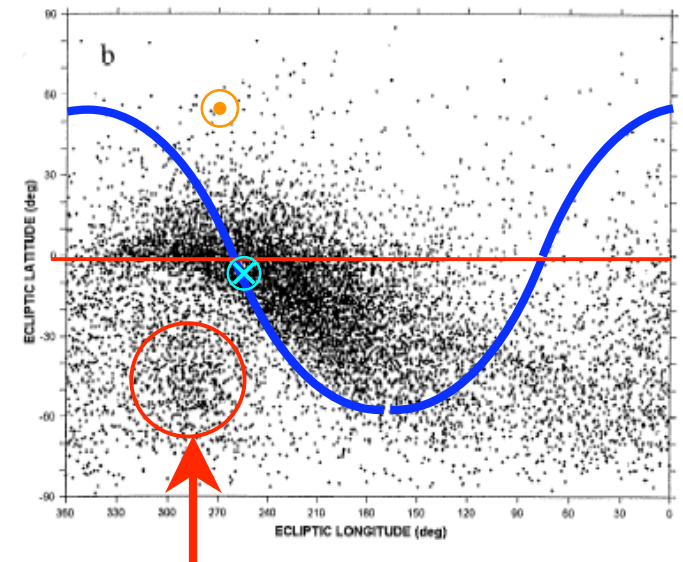
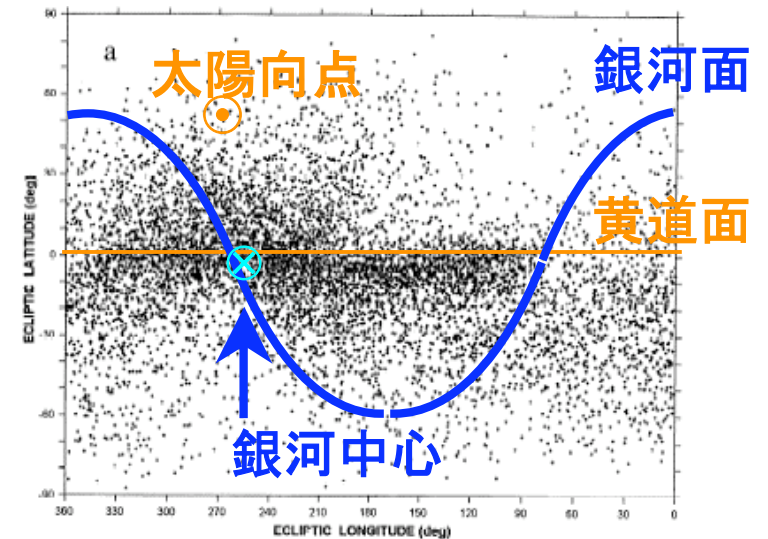
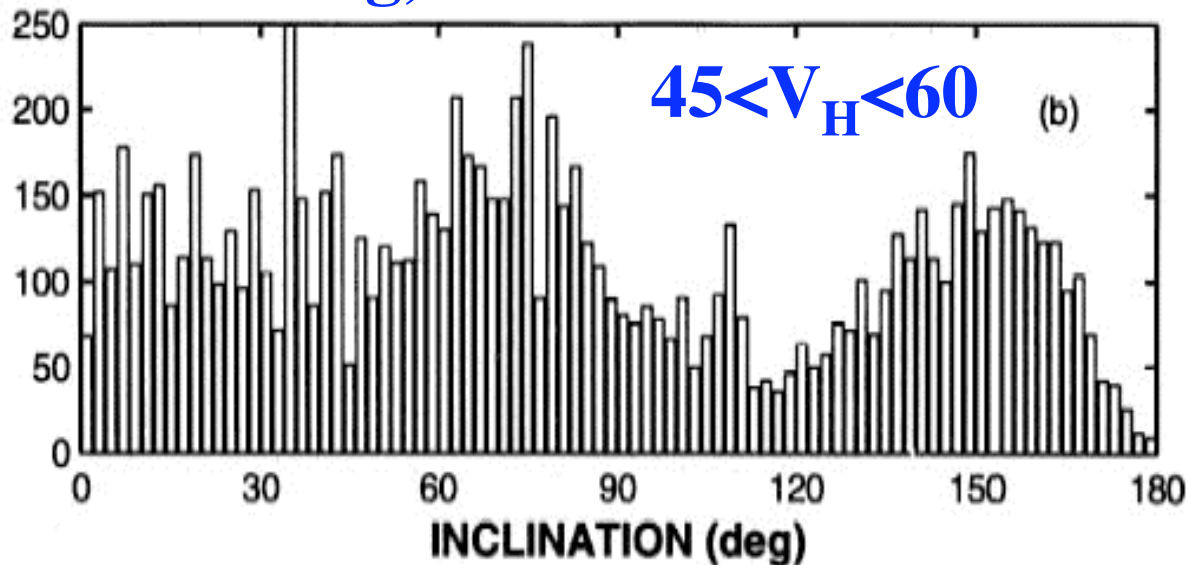
極限エネルギー宇宙線観測用  
Telescope Array (東大宇宙線研、  
米国ユタ州)



# AMOR (ニュージーランド)のレーダ観測



>  $10^{-10}$  kg, 11-2月のデータ



$\beta$  Picの方向？



# まとめ

- 探査機、レーダ、写真観測によって双曲線軌道の粒子を検出。
- I.I.-CCTV等(限界7.0等級)のステレオ観測により、**0.1%が系外流星?**
- I.I.-HDTV(FOV: 60°)の限界が8.0等級、対物分光システム(R~200)の限界が3.0等級。
- 分光観測は**太陽系外の物質組成比を直接測定**できる手段。
- I.I.-HDTVおよび自動検出システムによるステレオ観測ネットワークが有望。



# 南半球における眼視散在流星の 年周変化について

泉 潔

2009,10,3 流星物理セミナー

散在流星の年周変化についてはすでに多くの研究があり、様々な文献に発表されているが、眼視観測のものは全て北半球でのデータに基づくものであり、南半球での観測値から得られたものは筆者の知る限りにおいてないようである。北半球では春に少なく秋に多くなる結果がどの研究者の解析からも明確に出ており、これは主に太陽向点方向つまり黄道面に分布する流星物質が多いため、黄道面の平均的な高度の季節変化と一致しているとの見解が得られている。これが真実であるならば南半球においては逆の変化が見られるはずである。筆者は特に眼視流星からの南半球における解析結果を探したが見つからなかった。過去において天文回報で長谷川一郎氏が南半球における散在流星の年周変化（多分電波観測）の論文を紹介されたことがあり、それによると北半球と変化が同じとのことであった。果たして南半球において、特に眼視流星の年周変化はどのようなものであろうか。筆者はこの古くて新しい問題に疑問を持ち調査を試みた。

## データ解析

解析データはIMOの1998年次のレポートを利用した。1998年次のデータが一番多そうだったからである。しかし、南半球における観測は少なく全てオーストラリアでの観測者からのものであり、2-3人の常連観測者が年間を通して観測している以外は流星群シャワーの時に散発的に観測している者しか見られない状況であった。1998年のオーストラリアでの観測データ数は241であった。散在流星の年周変化を見るためには日周変化の影響を除くため同一の地方時のデータを利用する必要があり、出来れば同一地点、同じ観測者のデータを解析するのが望ましい。この点を考慮し、年間を通して観測数の多かったMARAD氏（ビクトリア州S38°、12'）WOOJE氏（31°、23'）2氏のデータを抽出した解析も行った。この両氏のデータから更に世界時13-15時代（日本時間23-02時）のデータを抽出した。この両氏の抽出データ数は69であった。

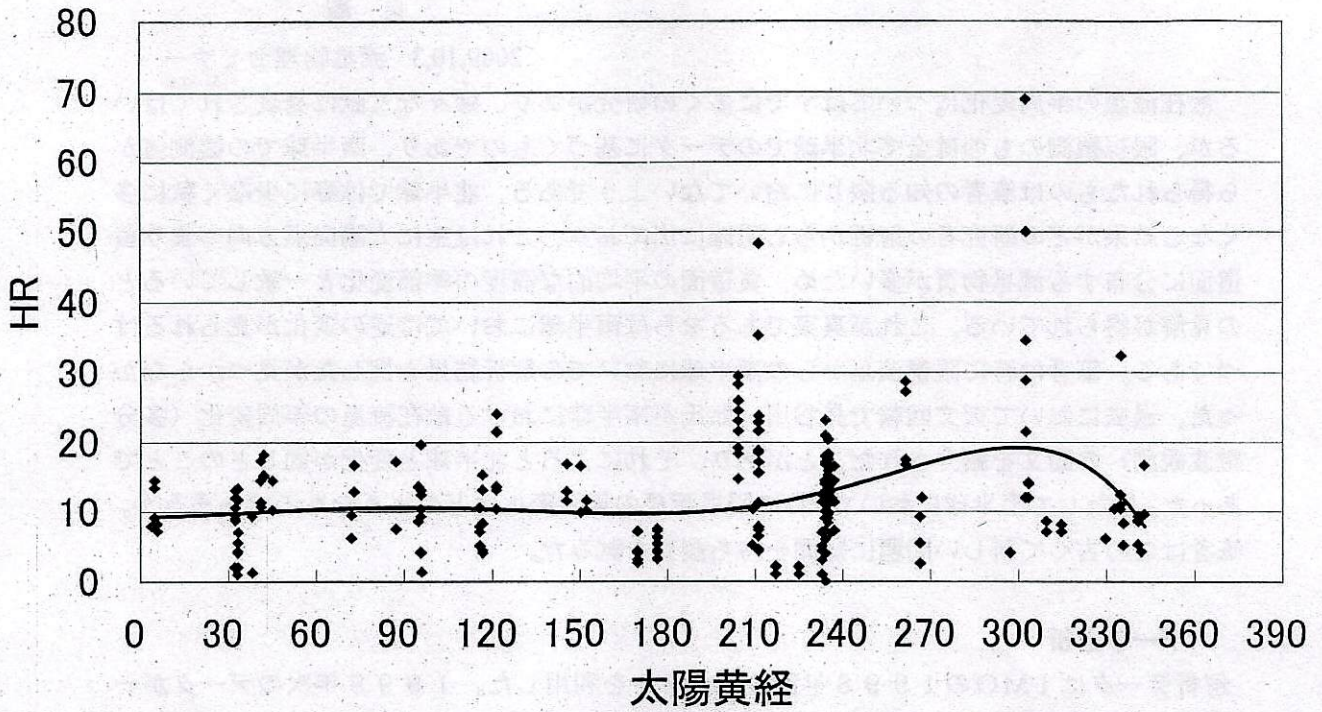
（MARAD氏60、WOOJE氏9）なお、観測条件は日本より抜群に良く、最微光星7.0近くのデータもざらにある。このため、日本における眼視流星（1-4等が主）とはやや異なるサンプルであることも注意したい。本来、このような解析には同一条件下で行った長期に渡る多数の個人データのみで行うのが望ましい。

## 結果

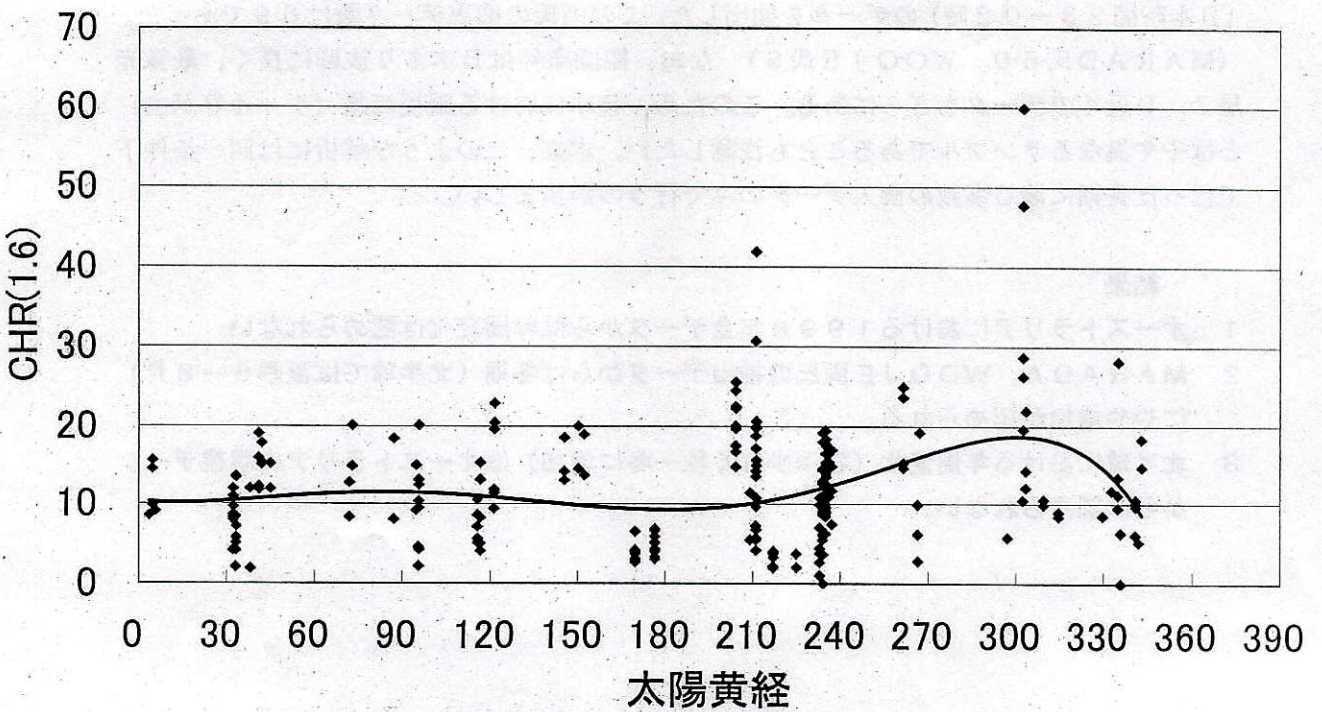
- 1 オーストラリアにおける1998年全データからは年周変化は認められない
- 2 MARADA、WOOJE両氏の抽出データからは冬期（北半球では夏季6-8月）にやや増加が認められる。
- 3 北半球における年周変化（春季少なく秋-冬に増加）はオーストラリアの眼視データからは認められない。



散在流星の年周変化(南半球)全DATA

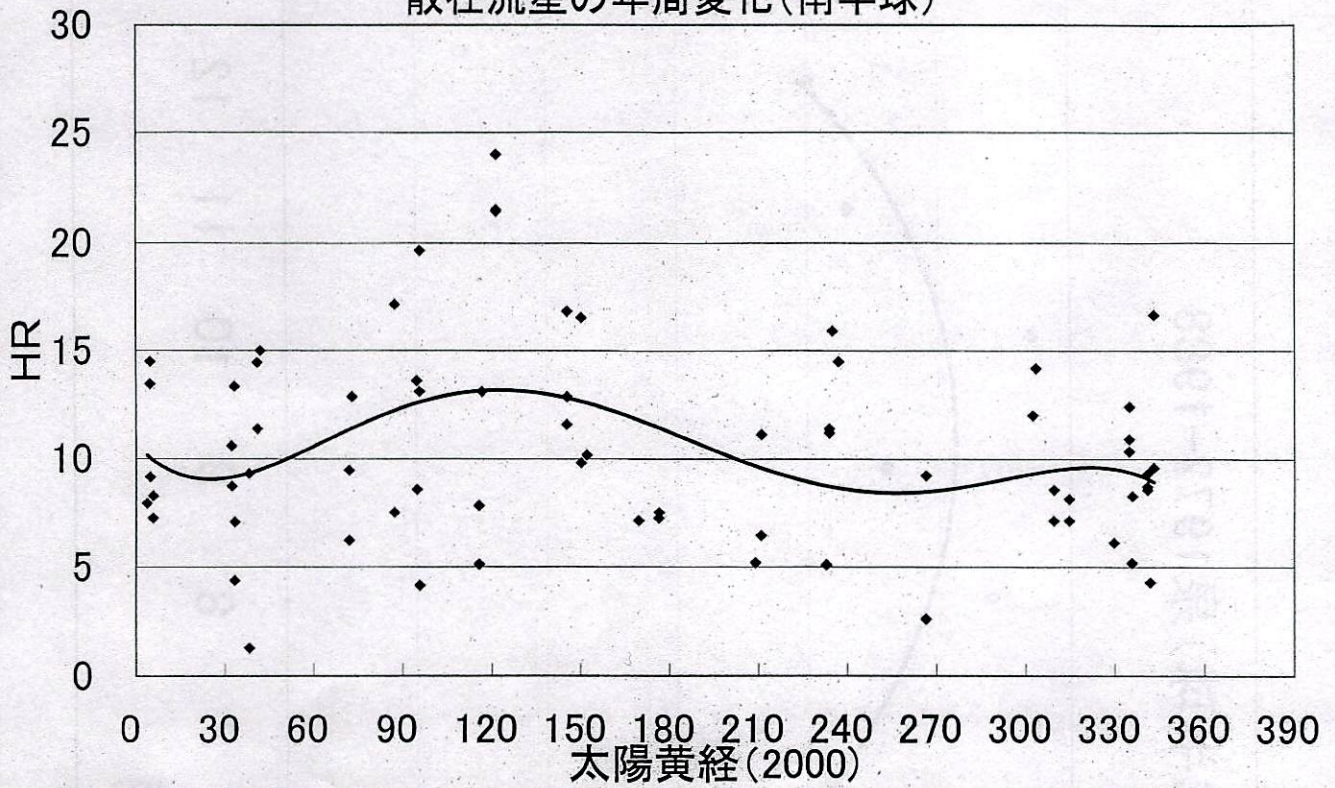


散在流星の年周変化(南半球)全DATA

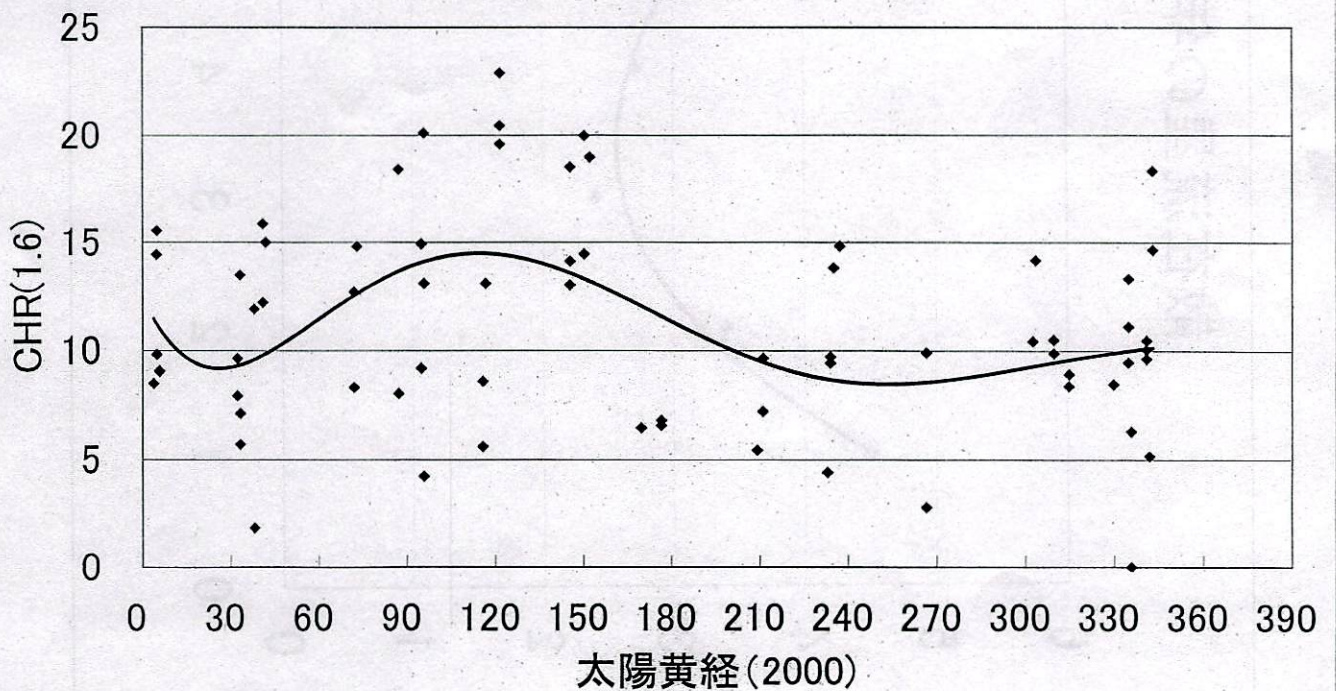




散在流星の年周変化(南半球)

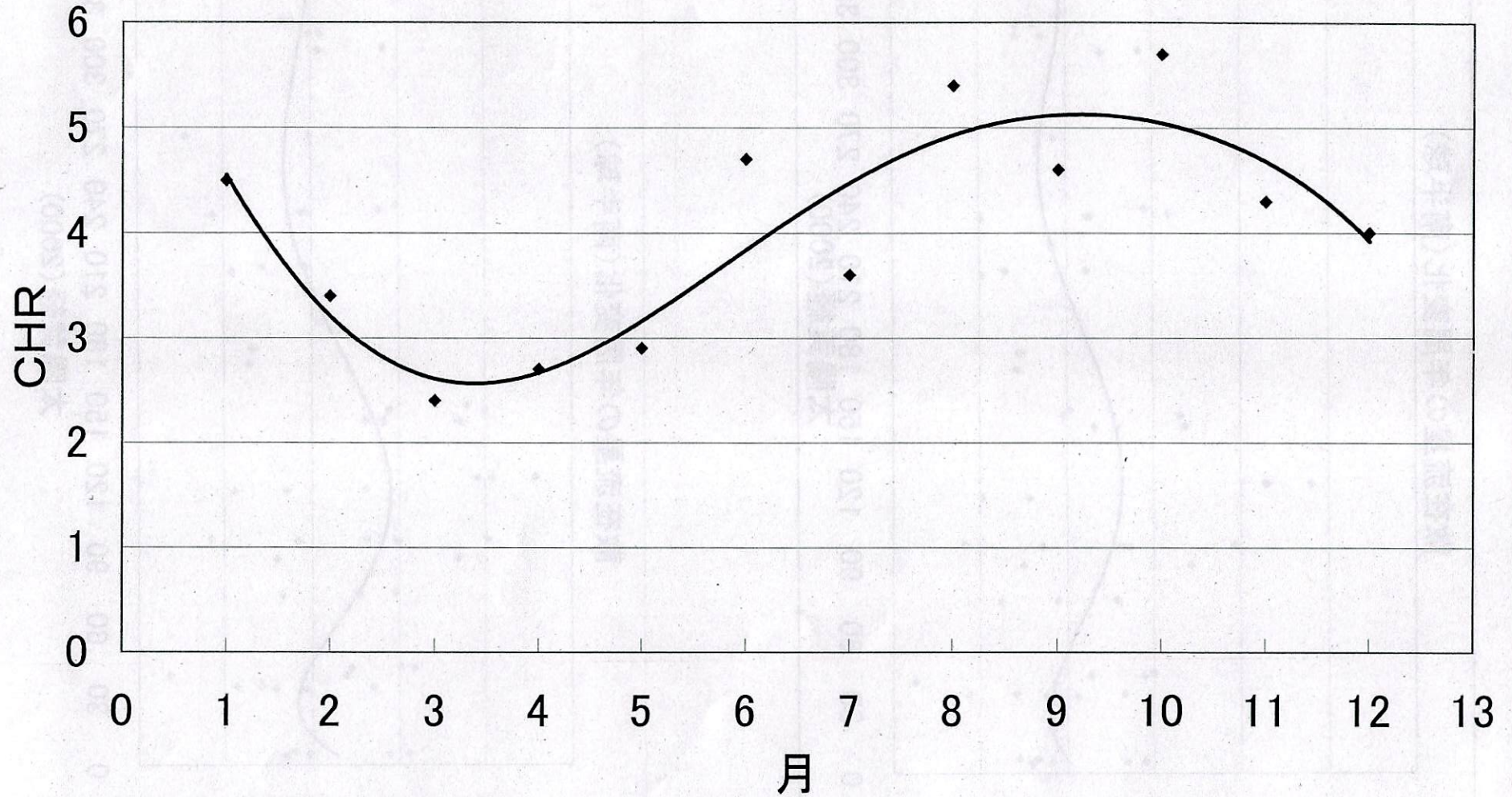


散在流星の年周変化(南半球)





散在流星の年周変化(北半球) 泉1972-1988





## 散在流星の年周変化についてII Review

泉 潔

2010.2.7  
流星物理セミナー



### On the Annual Variation of Sporadic Meteors IV. Theory on the Annual Variation

Tadayoshi MURAKAMI  
University of Tsukuba  
(Received December 2, 1968)

Abstract

The annual variation of the hourly rates of sporadic meteors as deduced from observations is expressed by a three-fourths of cosine of zenith distance of meteor apex. Assuming the random motion of meteoric particles and the simple proportionality of the number of meteors to the relative velocity of apexes, a simple theory has been developed as a function of this relation. The discrepancy between theory and observations which is attributed to the irregularity of the density distribution of meteoric particles regarding some relation of these particles with the short-period comets.

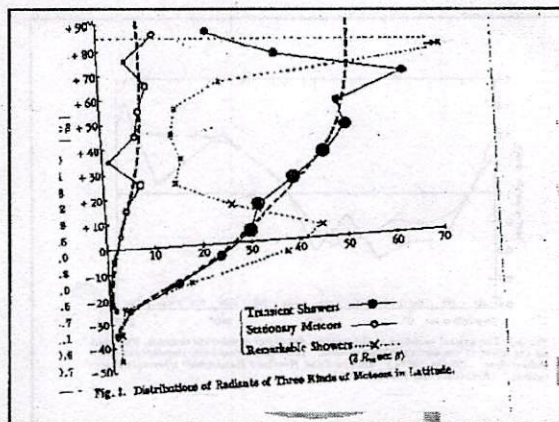
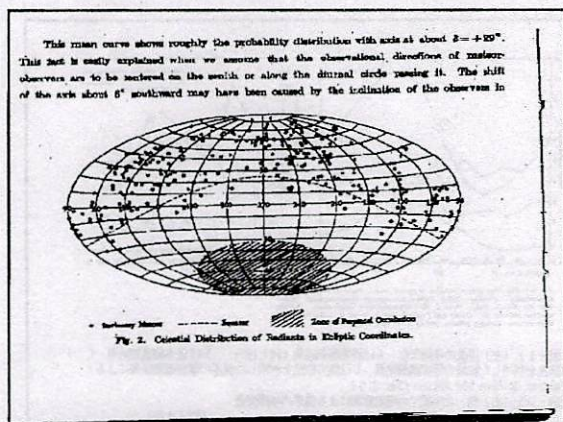
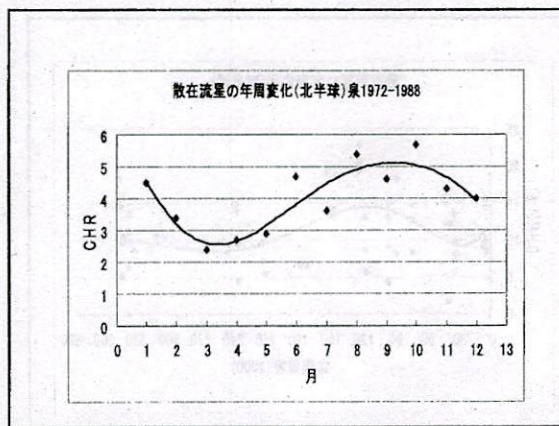
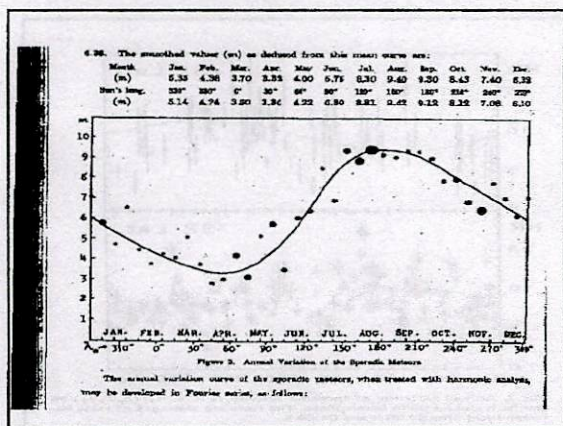
1. Introduction

As to the fact that the greater number of meteors are observed in the second half of the year than the first, some authors attributed it to the effect of meteoric showers which are richer in the second half of the year. The seasonal variation which exists even among sporadic meteors is admitted only in recent years. The author has shown on the basis of observation the detailed features of the annual variation of sporadic meteors, inevitably excluding the effect of shower and transient showers.

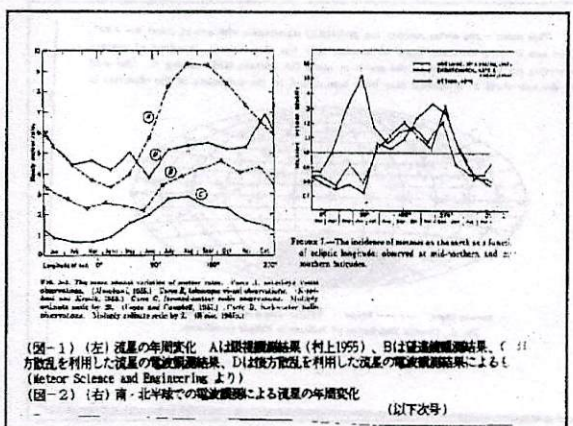
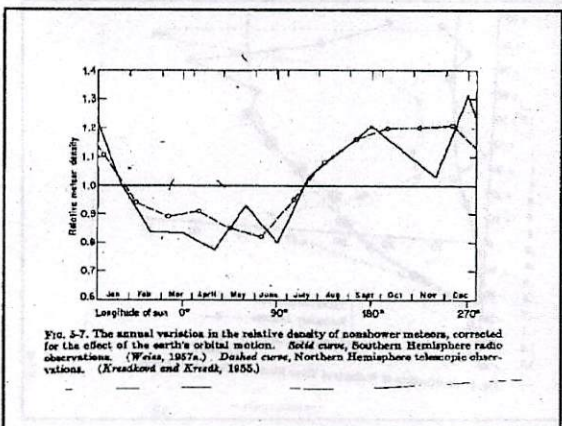
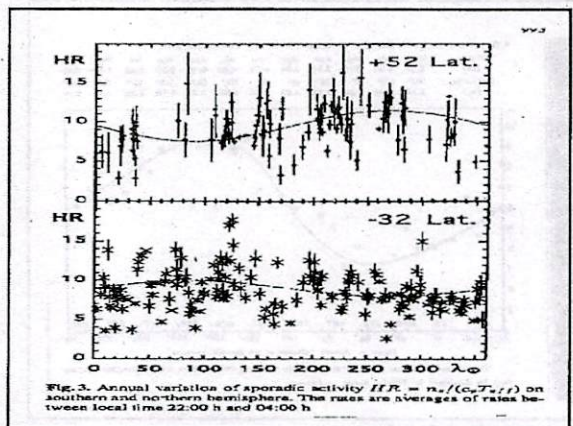
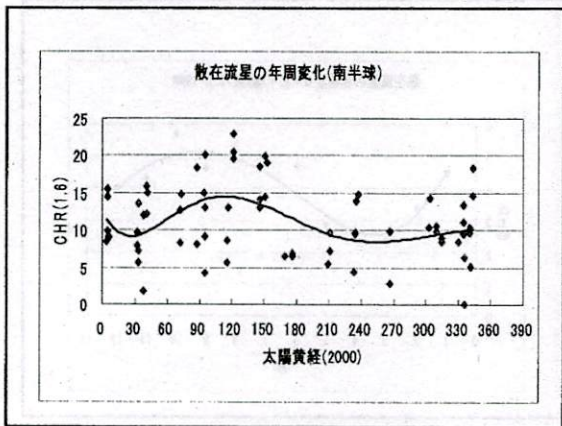
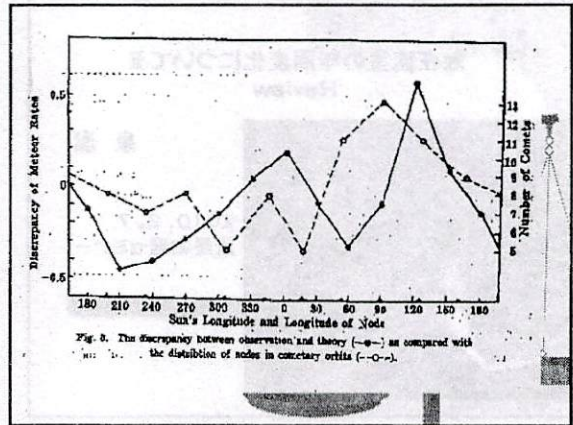
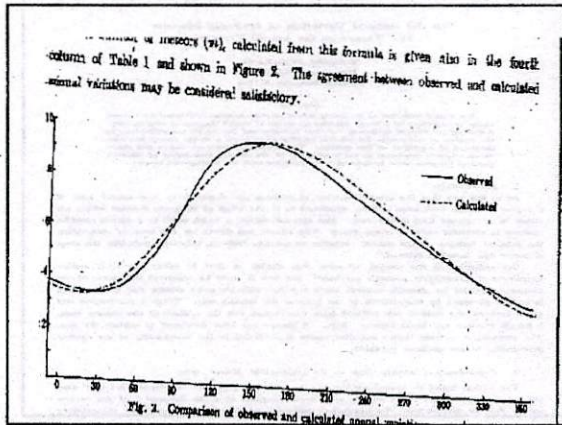
Our reexamination on the annual variation was started at first to verify our drift motion hypothesis of interstellar meteoric particles, but now it must be admitted that trend of the meteoric particles for sporadic meteors move together with the solar system and the variation is mainly governed by the altitude of the apex of the Earth's way. When a comparison was made between the meteor rate deduced from observation and the altitude of the meteor apex, a simple relation was found between them. A theory has been developed to explain the fact. The discrepancy between theory and observation is ascribable to the irregularity of the density distribution of the meteoric particles.

2. Dependency of Hourly Rate on the Altitude of Meteor Apex

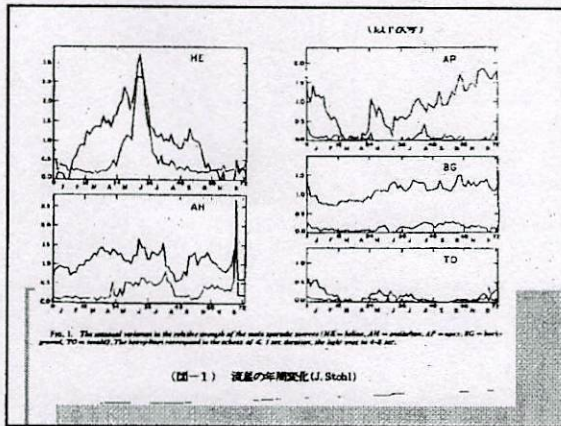
The author found on examining the annual variation given in the former article<sup>1)</sup> that the number of meteors varies roughly as a function of zenith distance  $C$  of the meteor apex. This, as obvious from the observational observation which will be given later, the number











### 結論

- ❖ 1 北半球における散在流星の年周変化は年前半より後半に多くの流星出現が見られる。眼視、電波、望遠鏡共に同様の変化が見られる
- ❖ 2 南半球における眼視流星の年周変化は認められない。電波流星では北半球と同等になっている。(北半球と南半球では年周変化のパターンが逆になるとの従来からの認識は誤りである。



### 考察

- ❖ 1 北半球における年周変化は真夜中の流星向点の高度の年周変化とおおむねに接近する周期彗星の交点分布の一致するが多少ずれも見られる。地球軌道傾向の影響が見られる。地球向点の高度変化だけでは南半球は逆になるはずであるがその傾向は見られない。
- ❖ 2 散在流星の年周変化は地球向点高度の季節変動によるものではなく、地球軌道のダスト分布そのものが後半に多くなっていることによる
- ❖ 3 近年はAH, H, TOな方向別の年周変化も調査されているが、特にグローバルな年周変化への寄与の大きなソースはわからない



# 超高感度 ISO12800 デジタル一眼レフカメラによる 永続流星痕の観測 —2009年度の成果—

比嘉義裕 (日本流星研究会、流星痕同時観測キャンペーン事務局)

## 【1. はじめに】

流星痕(りゅうせいこん)は、流星体と地球大気成分が衝突することにより発光した分子雲である。このうち、寿命が3秒以下のものを**短痕**、それ以上のものを**永続痕**と呼ぶ。

永続痕は、マイナス4等以上の明るい流星に伴い出現しやすいことが知られていた。しかし大流星の出現頻度は多くなく、永続痕の高精度観測例は、現在でも年間数例にすぎない。

我々流星痕同時観測キャンペーン事務局は、1998年

より、流星痕のデータ収集および解析をおこなっている。2001年しし座流星群により大量に得られた流星痕データは、初期結果3編<sup>1) - 3)</sup>、画像カタログ2編<sup>4), 5)</sup>、ならびに高度解析結果1編<sup>6)</sup>を英論文として、永続痕形態分類の成果<sup>7)</sup>を和文論文として、発表している。

キャンペーン発足時は、銀塩フィルムを用いた永続痕の観測が殆どであったが、永続痕は輝度が淡いため、数秒~数十秒の露出が必要となり、詳細構造や発光色などを正確に捕らえるのは困難だった。

一方、同キャンペーンの成果の一つとして、出現時より肉眼では捉えられないほどに淡い輝度である“見えない流星痕(invisible train)”の発見がある(成果の一例として<sup>10)</sup>)。

さて、近年、一眼レフカメラはデジタル化が進み、それに伴い超高感度領域が使用に耐え得るようになった。エントリーモデルでも、ISO10000を超える機能が搭載されているものは少なくない。

流星痕の観測は、デジタル一眼レフカメラを用いることにより、飛躍的に進歩し、特に“見えない流星痕”の観測が容易になった。これは、年間数個しか出現しない永続痕に頼ることなく、流星痕の高精度観測が期待できることを意味する。

本稿では、超高感度デジタル一眼レフカメラを用いた2009年オリオン座流星群(以下Ori群)、ふたご座流星群(以下Gem群)、および散在流星(おおぐま群との判定あり。以下UMa群)における流星痕の観測例と、その出現高度について、過去の事例とともに報告する。

## 【2. 方法】

以下の機材を用い、観測した。

### 2-1. 流星痕撮影用機材

Canon EOSKiss DX3 EF50mmF1.8II RAW ISO12800 ノイズリダクションOFF ホワイトバランス太陽光 2秒露出&F1.8開放(オリオン座流星群)、3.2秒露出&F2(ふたご座流星群)

1等以上の流星が出現したら、その座標にカメラを向け、撮影を開始する。

このとき“見える流星痕(おもに永続痕。通常マイナス4等か、それより明るい火球に伴い出現する)”なら、見えている間は撮影を継続し、見えなくなった後も、数枚撮影する。視認できなくとも“見えない流星痕”が出現しているかもしれないので、流星出現座標に機材を向け、数枚撮影する。

数枚撮影する理由は、流星痕の移動方向と速度を解析するためである。

なお、ふたご座流星群による流星痕は、他の流星痕に比べ、ひときわ暗いので、露出時間および絞りを工夫する必要がある。

## 流星痕の呼称と、出現ステージ・出現時間の分類

Stage ( phase )		time after train appears	
0	流星体の発光		
1	wake (しっぱ)		
流星痕	2 禁制線発光	短痕	0秒 → 約0.7秒
	3 アフターグロウ	~~~~~	0秒 → 2~3秒
	4 金属、O2 など	永続痕	0秒 → 30秒程度
	5 FeOなど(※)	~~~~~	?秒 → (30秒以上) → ~
	※ stage5は、化学的発光と思われる。		

表1. 流星痕の呼称と、出現ステージ・出現時間の分類



## 2-2. 流星パトロール用機材

Canon EOS KissDX EF-S10-22mmF3.5-4.5 USM mJPG ISO1600 15秒露出 10mmF3.5開放  
ノイズリダクションOFF ホワイトバランス太陽光

カメラは連続撮影を設定する。レンズが超広角（焦点距離は35mmカメラ換算で16mm）なので、15秒程度の露出であれば、星を点像で撮影できるので、ガイドは不要である。

### 【3. 結果】

観測は、2009年10月19/20日から22/23日、および同12月13/14日の、延べ5晩おこなわれ、Ori群による流星痕を7個（うち1個は“短痕”）、Gem群による流星痕を1個、UMa群による流星痕を1個、撮影した。

このうち、2009年10月22日02時14分（Ori群）、同年月日02時54分（Ori群）、同年月日03時21分（UMa群）の3個については、流星本体の撮影にも成功した。これらは、SonotaCoネットワークにても照合が成立したため、出現高度を解析することができた。

### 3-1. 母流星および流星痕の出現高度について

SonotaCoネットワークのデータをもとに、表2の通り、出現高度が検出された。

属性	流星出現時刻 (hhmmss、JST)	絶対等級 (mag.)	流星出現高度(km)			流星痕出現高度(km)		
			出現	中間	消滅	出現	中間	消滅
1. Ori	021446	-3.4	109.2	100.0	90.8	99.4	95.7	92.0
2. Ori	025358	-5.3	111.2	101.4	91.6	109.0	100.3	91.6
3. UMa	032058	-4.0	106.4	97.9	89.3	100.0	95.4	90.8

表2. Ori群2例、UMa群1例の、流星本体と流星痕の出現高度

### 3-2. 流星および流星痕の撮影画像

以下のように、流星および流星痕が撮影された。良好な撮像を示す（画像は反転処理）。

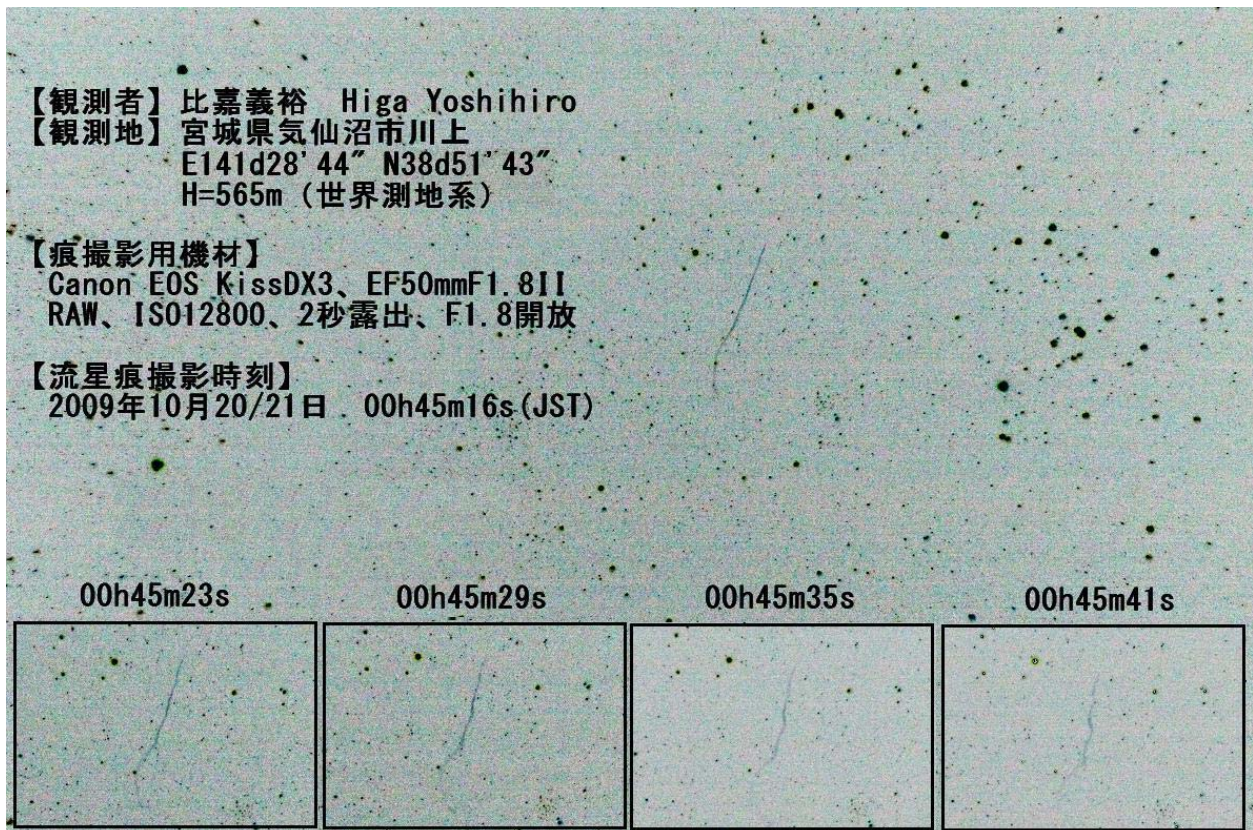
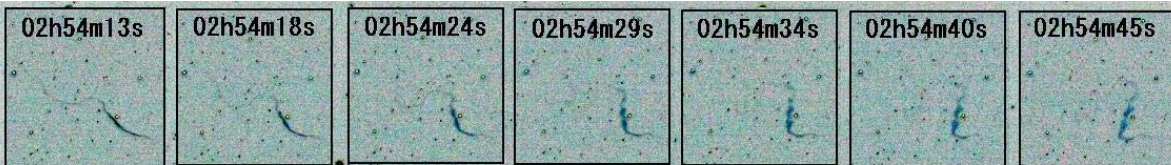


写真1. Ori群の流星痕 ※詳細は写真を参照のこと。以下同じ。



【観測者】比嘉義裕 Higa Yoshihiro  
【観測地】宮城県気仙沼市川上  
E141d28' 44" N38d51' 43" H=565m (世界測地系)  
【機材】 Canon EOS KissDX、EF-S10-22mmF3.5-4.5 USM  
JPG、ISO1600、15秒露出、10mmF3.5開放  
三脚 (固定撮影)、レリーズ  
【流星出現時刻】2009年10月21/22日 02h54m01±2s (JST)  
【出現場所】 Ori (オリオン座)  
【光度】 -2 mag.  
【群の帰属】 Ori



【観測者】比嘉義裕 Higa Yoshihiro  
【観測地】宮城県気仙沼市川上  
E141d28' 44" N38d51' 43" H=565m (世界測地系)

【機材】 Canon EOS KissDX3、EF50mmF1.8II  
RAW、ISO12800、2秒露出、F1.8開放  
三脚、レリーズ

【流星出現時刻】2009年10月21/22日 02h54m01±2s (JST)  
【出現場所】 Ori (オリオン座)  
【光度】 -2 mag.  
【群の帰属】 Ori

【肉眼での痕持続時間】 3秒程度  
【撮影時の状態】 肉眼では視認できなかった

【流星痕撮影時刻】2009年10月21/22日 02h54m08s (JST)

写真2. Ori 群の流星と、流星痕



#### 【4. 議論】

我々流星痕同時観測キャンペーン事務局は、永続流星痕の出現高度を平均 93km と導き出した<sup>6)</sup> が、これはおもにしし座流星群の流星痕によるものであった。これが他の流星痕にも当てはまるのかは、観測例が少なく、明言できないものであった。

一方、“見えない流星痕”の観測が確立されていくにつれ、大規模な流星痕でなくても、その出現高度解析に足るデータが得られるようになってきた。

今回の観測により、Ori 群 2例、UMa 群と思われる 1例において、出現高度を検出した。結果は、表3と乖離しないものであった。これは、流星痕の出現高度は、流星体の特徴よりも、高層大気成分に強く依存していることを示唆していると考えられる。

しかしながら、現時点で断定するには、観測例がまだ少ないことを否定できない。

幸いにも、デジタル撮影機器の技術進歩と価格安定は、流星痕の観測を後押しするものである。流星痕同時観測キャンペーン事務局としては、今後とも、超高感度カメラを用い、“見えない流星痕”を狙った流星痕観測を続け、また普及させていきたい。

### 各流星群の流星痕の、出現高度の比較

流星群[例数]	対地速度	上端	下端	中央部
しし群[18] (流星[4])	71km/s	99.6km	86.3km	92.9km
オリオン群[2] (流星[0])	66km/s	104.5km	86.0km	95.3km
ペルセウス群[2] (流星[2])	59km/s	100.0km	84.6km	92.3km
ふたご群[1] (流星[1])	35km/s	102km	87km	94.5km
		— km	56.5km	— km
流星痕平均[23]		100.2km	86.1km	93.2km

表3. 各流星群による流星痕の、出現高度の比較  
(文献<sup>6), 8) - 10) をもとに作成)</sup>

#### 【参考文献】

- 1) Toda, M., Yamamoto, M.-Y., Higa, Y., and Fujita, M.: 2003, Inst. Space Astro. Sci. Rep. SP 15, 229-236.
- 2) Yamamoto, M.-Y., Toda, M., Higa, Y., Fujita, M., and Suzuki, S.: 2003, Inst. Space Astro. Sci. Rep. SP 15, 237-244.
- 3) Higa, Y., Toda, M., Yamamoto, M.-Y., Fujita, M., Suzuki, S., Ishizuka, Y., and Maeda, K., 2003, Inst. Space Astro. Sci. Rep. SP 15, 245-252.
- 4) Toda et al., 2004, Publ. Natl. Astron. Obs. Japan, 7, 53-66.
- 5) Higa et al., 2004, Publ. Natl. Astron. Obs. Japan, 7, 67-131.
- 6) Masa-yuki Yamamoto, Masayuki Toda, Yoshihiro Higa, Kouji Maeda, and Jun-ichi Watanabe, 2005, Altitudinal Distribution of 20 Persistent Meteor Trains: Estimates Derived from METRO Campaign Archives, Earth, Moon, Planets, 95, 279-287.
- 7) 比嘉義裕, 2006, 天文月報, 99, No. 7, 400-401.
- 8) 鈴木智, 1998, 天文ガイド別冊, 13, 116-121.
- 9) 鈴木智, 2000, ふたご座流星群の永続痕, 第94回流星物理セミナー.
- 10) 比嘉義裕, 大川拓也, 戸田雅之, 山本真行, 2008, 2007年ペルセウス座流星群による流星痕の、出現高度の検出, 日本天文学会 2008年春季年会, L02b.

オリオン座流星群： 最近の出現状況と2009年の観測条件

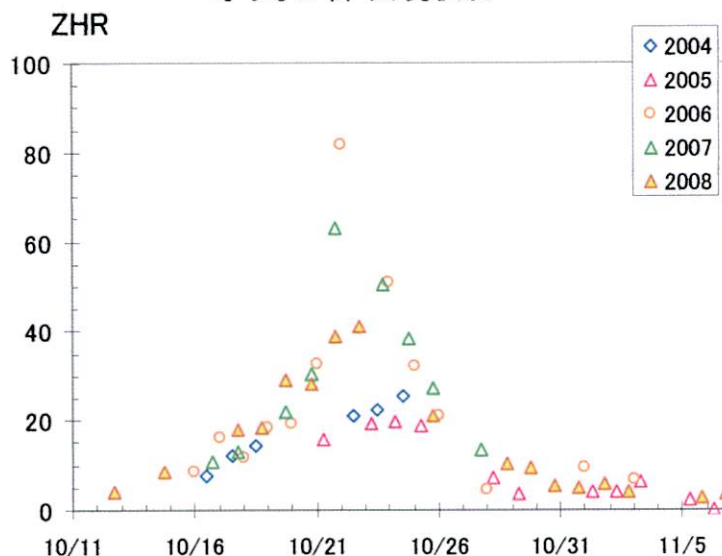
内山 茂男

◎ 2004～2008年の速報集計結果より

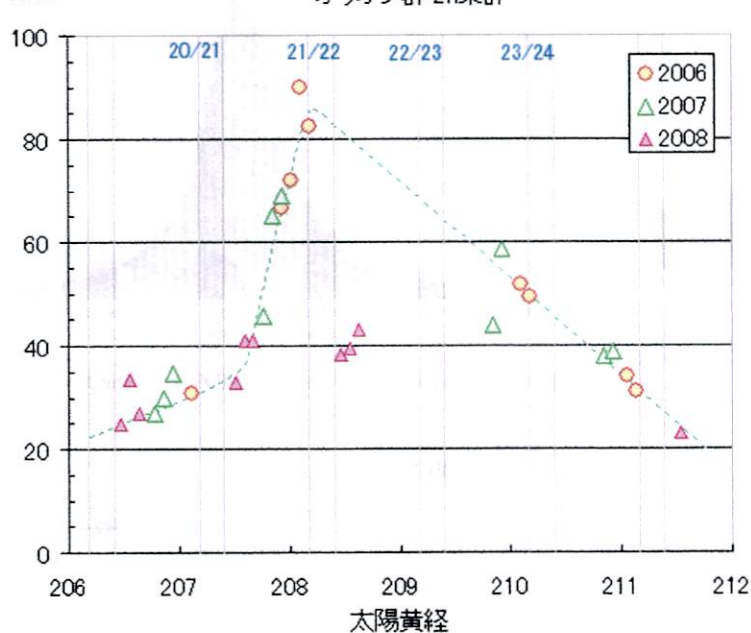
\* 平年はZHR 20程度で高原状ピーク。  
(04, 05年)

\* 2006年から活発な出現  
06年 ZHR 80程度  
07年 ZHR 60程度  
08年 ZHR 40程度

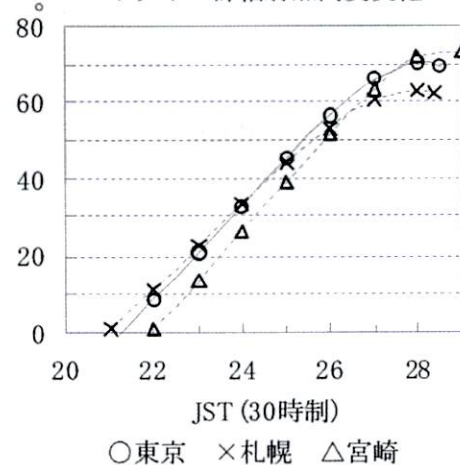
オリオン群 出現状況



ZHR オリオン群 2h集計



オリオン群輻射点高度変化



- \* 2時間毎の集計をよく見ると、2006年と2007年の出現はよく似ている。
- \* 2008年の出現も太陽黄経 207.7度までや211.5度では2006・2007年の出現とほぼ一致する。
- \* 06・07年のピーク（と思われる付近）が、09年には「日本の夜」にあたっている（10月21/22日）。
- \* 太陽黄経209度付近は過去3年間、観測データなし（天候不良等）。
- \* 2009年は10月18日が新月。→ 月明かりの影響はまったくなし。

○ 2009年注目の夜

- No.1: 10月21/22日
- No.2: 10月22/23日
- No.3: 10月23/24日



2009年しし座流星群： Lyytinen 予測に基づく日本での出現予測

内山 茂男

◎ 2009年しし座流星群のダストトレイル

- \* 1466年トレイル（16公転）と1533年トレイル（14公転）に地球が接近。
- \* 2本のトレイルはほぼ同時に接近。合成された極大は太陽黄経235.535度、11月18日6h28mJST。
- \* 合成 ZHR 145 =  
65（1466年）+60（1533年）+20（通常）
- \* 2008年にも1466年トレイルが接近。Lyytinen のモデルでは ZHR 45。観測された ZHR は 100。  
→ 1466年トレイルは最近のトレイルよりダスト密度2倍。  
→ その頃は母彗星の活動が今より活発？  
→ すると1533年トレイルも若いトレイルの2倍？  
→ 観測される ZHR は2倍程度の可能性あり。  
(Vaubaillon 予測では6h43mJST、ZHR 500)

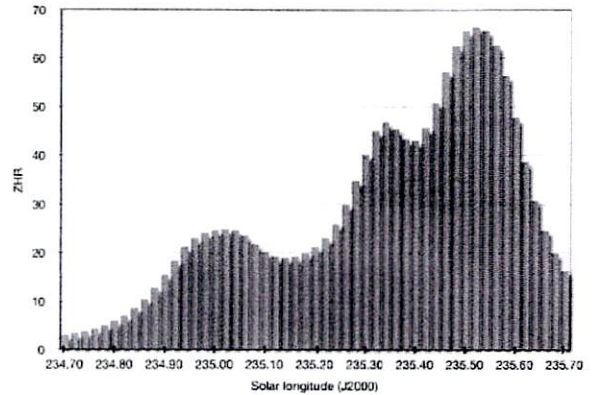


Figure 2 - Prediction for the year 2009 from the trail 1466.

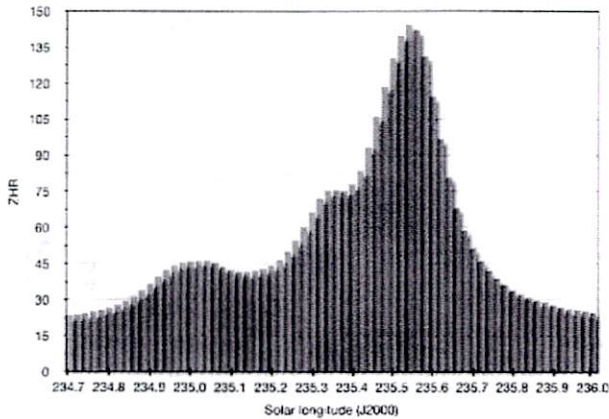


Figure 4 - Prediction for the year 2009 from trails 1533 and 1466 with annual component.

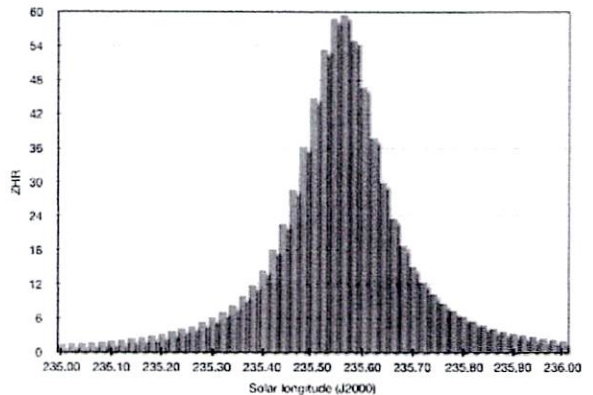


Figure 3 - Prediction for the year 2009 from the trail 1533.

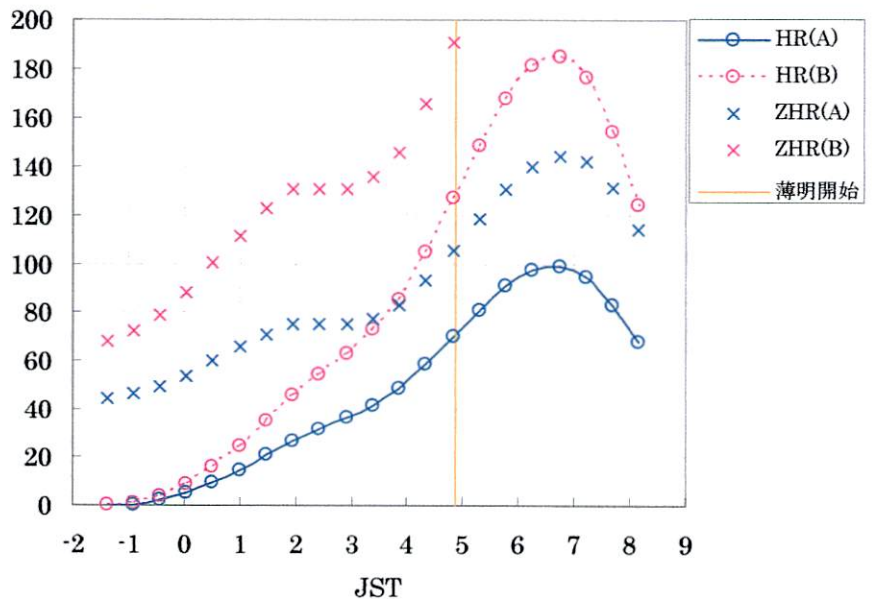
◎ 日本での出現予測

- \* HR は次の条件下で計算
  - ・ 場所は東京
  - ・ 最微星は 6.0 等
- \* ZHR(A)は Lyytinen 予測  
ZHR(B)はトレイル成分2倍
- \* 薄明開始時の HR は、沖縄で15%増（主に薄明が遅い影響）。

参考文献

“Predictions for the 2009 Leonids from a technically dense model”, Esko Lyytinen and Markku Nissinen, WGN 37:4 (2009).

2009 LEO

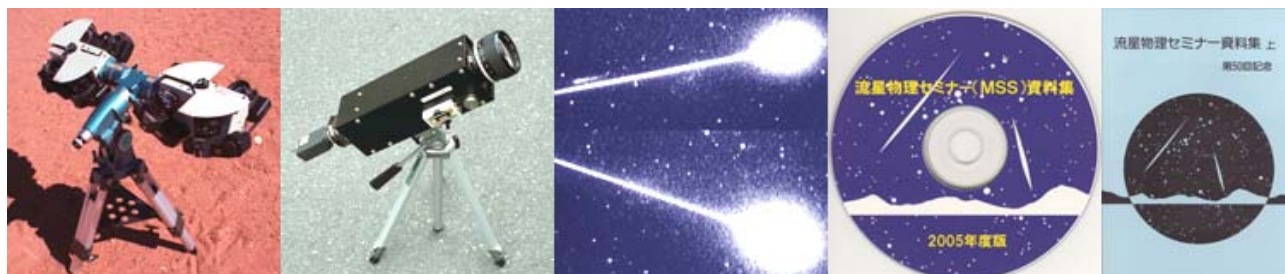


## MSS資料集ホームページ（2009年度更新）

重野好彦

MSS資料集を2009年度版に更新しましたのでお知らせします。2009.01.18~2009.05.30間のユニークアクセス数は59台でした。最近3回の全資料のみを集めたファイルを作りました。

 <http://meten.net/mss>



### 流星物理セミナー(MSS)資料集

第1回MSS (1978.10.08) から現在までの全ての配布原稿約3,000ページをPDF化しました。

#### 1. DVDで配付

全てのファイルはこのサイトから入手可能です。しかし合計すると700MB以上になるため、希望があればDVD-Rでお送りします。

- 1) 以下まで300円をお振り込みください。
  - a) 郵便振替口座 00200-7-95069 流星物理セミナー
  - b) 銀行振込 → ゆうちょ銀行 〇二九(029)支店 当座:95069 リュウセイブツリセミナー
- 2) 必ず郵送先を正確に記入ください。
- 3) 銀行振込の場合、メールで郵送先をお知らせください。重野好彦 [cyg@nikon.co.jp](mailto:cyg@nikon.co.jp)
- 4) スпам対策のため、件名に「流星」または「meteor」の文字を入れてください。

#### 2. 資料集

本資料集は2009年5月版です。

[2009年度資料.pdf](#) (最近3回の全資料)

[最近3回の要約.txt](#)

[MSS00-1-はじめに.txt](#)

[MSS13-1-議事録.pdf](#)

[MSS00-2-ごあいさつ.txt](#)

[MSS13-2-議事録.txt](#)

[MSS00-3-インデックス.txt](#)

[MSS14-空間密度.pdf](#)

[MSS00-3-インデックス.xls](#)

[MSS15-構造.pdf](#)

(中略)

[MSS07-観測結果.pdf](#)

[MSS24-同時観測MSS-WG.pdf](#)

[MSS08-観測理論.pdf](#)

[MSS25-同時観測理論.pdf](#)

[MSS09-軌道計算研究発表.pdf](#)

[MSS26-発光.pdf](#)

[MSS10-軌道計算精度.pdf](#)

[MSS27-輻射点.pdf](#)

[MSS11-軌道計算論文.pdf](#)

[MSS28-豆まき現象.pdf](#)

[MSS12-軌道シミュレーション.pdf](#)

ユニークアクセス数

2009.01.18~2009.05.30 59PC



## 同時流星ビデオ画像

重野好彦

 <http://meten.net/meteor>


## Double Station Video Meteor

Sample Video (Moving Picture) DV-AVI format 3.4MB/1sec



ID:MSSJBZ 2001.11.18 18:19:34UT



ID:MSSIxV 1999.12.15 16:12:36UT

## 同時流星ビデオ画像(動画像)を希望者に配付します

## 1. はじめに

1995年～2005年に同時観測したHi8テープ160本を全てHi8→DVファイル変換しました。約6TBになり、このままでは使い勝手がわるいので、6等より明るい流星だけ、流星部分を切り出したファイルを作りました。主に3秒間ですが、永続痕のあるものは120秒間です。合計579流星で15.6GBになり、これをDVD-Rに焼いて希望者に配付します。

## 2. 入手方法

1) 配付するDVDシリーズは以下の2種類があります。

a) ベスト盤 2等より明るい145流星 4.4GB DVD 1枚 500円

b) DX盤 6等より明るい579流星15.6GB DVD 4枚 2,000円

2) 以下まで500円または2,000円をお振り込みください。

a) 郵便振替口座 00200-7-95069 流星物理セミナー

b) 銀行振込 → ゆうちょ銀行 〇二九(029)支店 当座:95069 リユウセイブツリセミナー

3) 必ず郵送先を正確に記入ください。

4) 銀行振込の場合、メールで郵送先をお知らせください。重野好彦 [cyg@nikon.co.jp](mailto:cyg@nikon.co.jp)

5) スпам対策のため、件名に「流星」または「meteor」の文字を入れてください。

# 天文功労賞推薦の提案



第123回流星物理セミナー 佐藤勲



# 流星関係の天文功労賞受賞者

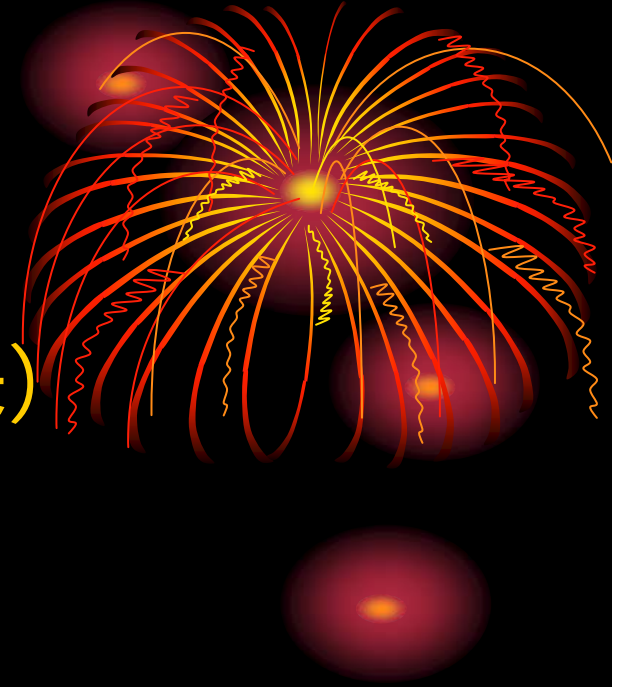


- 第1回(2002年) 薄 謙一  
1998年Pons-Winnecke流星群の活動を検出
- 第3回(2004年) 豆田 勝彦  
長年にわたる流星の眼視観測
- 第3回(2004年) 木下 正雄  
流星のクラスター現象の検出
- 第5回(2006年) 大塚 勝仁  
ろくぶんぎ座流星群の母天体の同定ならびに  
SOHO彗星の再帰性の指摘

# 選考委員

- 相馬 充 (国立天文台、委員長)
- 綾仁 一哉 (美星天文台)
- 石田 俊人 (西はりま天文台)
- 中野 圭一
- 山岡 均 (九州大学)
- 渡部 潤一 (国立天文台)

選考委員会の推薦を尊重して評議委員会が決定する。





# CBET1771 (2009年4月17日)

## ELEVEN NEW METEOR SHOWERS RECOGNIZED

T. Kanamori of Tokyo, Japan, has contributed eleven new meteor showers to the IAU Meteor Shower Working List (cf. CBET 1088), based on results from two years of continuous multi-station video observations with over 100 video cameras operated by 25 amateur astronomers in Japan, using his "UFO Capture" software [Sonotaco 2009, WGN (J. Int. Meteor Org.), in press]. P. Jenniskens, Chair of the Task Group on Meteor Shower Nomenclature (IAU Commission 22), adds that the following showers were added to the Working List.

CBET1771 (2009年4月17日)

## 11の新たな流星群が認定された



東京のカナモリ T.は、彼の作ったUFOキャプチャーを使って、25人の日本のアマチュア天文家による100台以上のビデオカメラを使った2年間にわたる継続的な多点ビデオ観測の結果に基づいて、IAUの流星群作業リスト(CBET1088)に貢献した。流星群の命名に関する作業班(IAU第22委員会)の座長であるイエニスケンスは、その作業リストに以下の流星群を追加した。

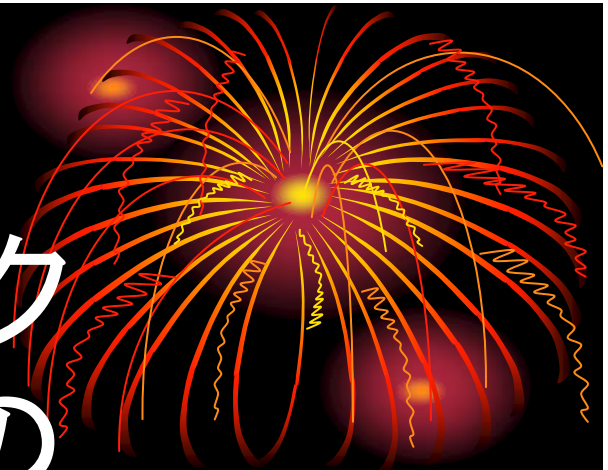


In the table below, the solar longitude, R.A., and Decl. are given in degrees for equinox 2000.0;  $V_g$  is the geocentric velocity of the meteoroid at the earth but outside the earth's gravitational field; the span over which the shower is active in degrees of solar longitude; and  $d_{RA}$  and  $d_{Dec}$  are the drifts in the radiant position (in R.A. and Decl., respectively) for every advance of one degree of solar longitude.



No.	Meteor-shower Name	long.	R.A.	Decl.	$V_g$	Span	$d_{RA}$	$d_{Dec}$
334	Dec. alpha Draconids	256.5	207.9	+60.6	41.6	236-278	+0.40	-0.14
335	Dec. chi Virginids	256.7	186.8	- 7.9	67.8	246-266	+0.20	-0.14
336	Dec. kappa Draconids	250.2	186.0	+70.1	43.4	240-260	+0.05	-0.09
337	nu Eridanids	167.9	68.7	+ 1.1	65.9	157-175	+0.14	-0.13
338	omicron Eridanids	234.7	60.7	- 1.5	26.9	228-245	+0.65	-0.03
339	psi Ursae Majorids	252.9	167.8	+44.5	60.7	240-265	+0.20	-0.01
340	theta Pyxidids	249.4	139.0	-25.5	60.1	240-256	+0.43	+0.04
341	xi Ursae Majorids	300.6	169.0	+33.0	40.2	297-306	-0.13	+0.01
342	Aug. beta Piscids	140.0	346.4	+ 1.4	38.3	129-151	+0.74	+0.22
343	h Virginids	39.0	204.2	-11.6	18.7	28-44	+0.11	-0.27
344	July gamma Draconids	125.3	280.1	+51.1	27.4	122-129	+1.17	+1.45

Details are given at the IAU Meteor Data Center's website, maintained by T. Jopek at Poznan University: <http://www.astro.amu.edu.pl/~jopek/MDC2007/index.php>



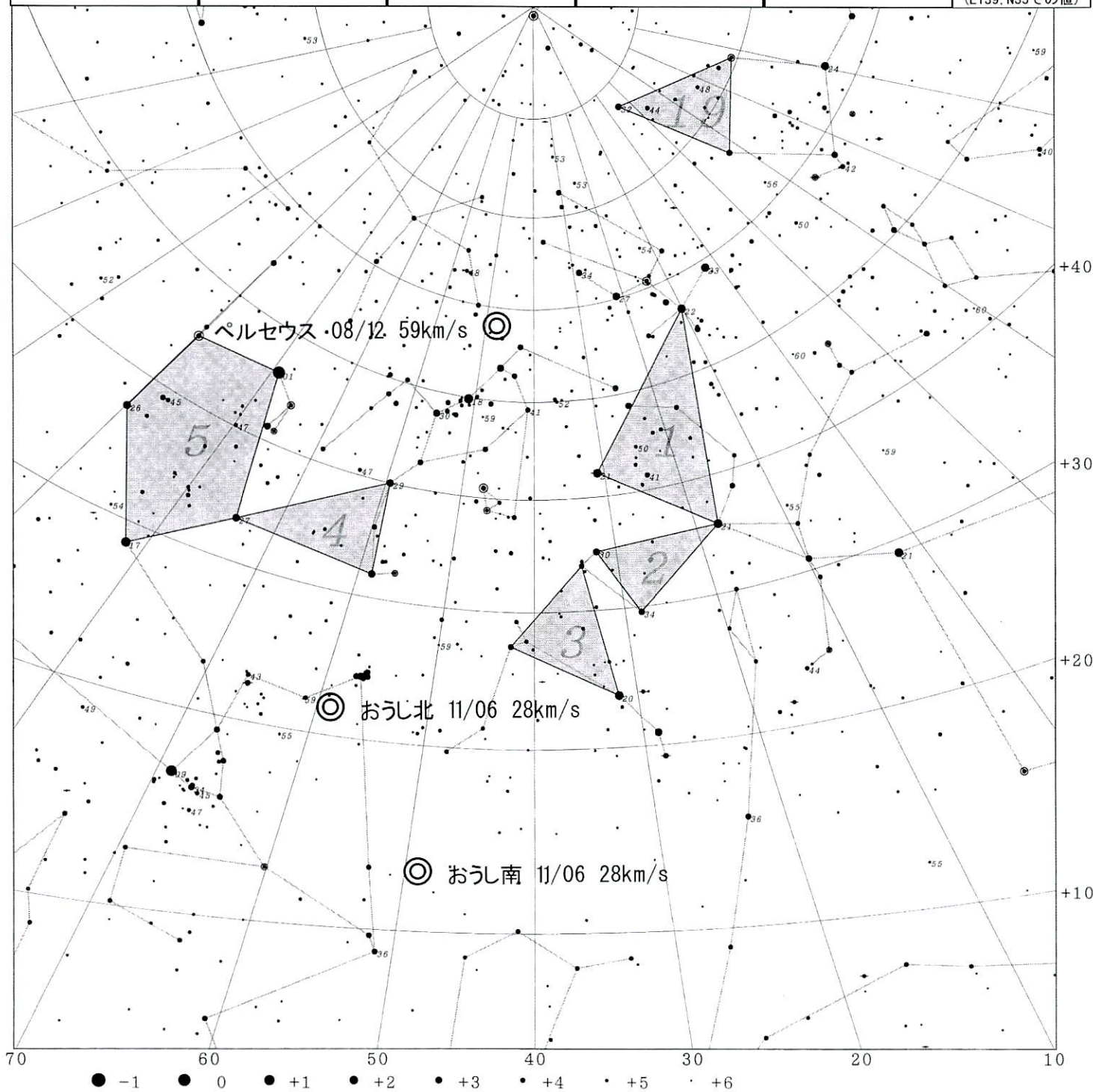
Sonotacoネットワーク  
(代表: 植原敏)を来年の  
日本天文学会天文功労賞に  
推薦しよう

2010年3月24-27日@広島大学

# No.1

Area No.1				Area No.2				Area No.3				Area No.4				Area No.5			
Corner stars				Corner stars				Corner stars				Corner stars				Corner stars			
α Cas	2.23			β And	2.06			γ Tri	4.01			ε Per	2.89			α Aur	0.08		
β And	2.06			α Tri	3.41			α Ari	2.00			ζ Per	2.85			ι Aur	2.69		
γ And	2.10			β Tri	3.00			41 Ari	3.63			ι Aur	2.69			β Tau	1.65		
																θ Aur	2.62		
																β Aur	1.90		
角の星も星数に含める																			
Mag.	N	Sum		Mag.	N	Sum		Mag.	N	Sum		Mag.	N	Sum		Mag.	N	Sum	
4.1	1	4		5.5	1	5		5.0	2	6		4.9	1	5		4.0	1	6	
4.2	0	4		5.6	0	5		5.1	0	6		5.0	0	5		4.1	0	6	
4.3	1	5		5.7	0	5		5.2	0	6		5.1	0	5		4.2	0	6	
4.4	0	5		5.8	1	6		5.3	1	7		5.2	0	5		4.3	0	6	
4.5	0	5		5.9	0	6		5.4	1	8		5.3	0	5		4.4	0	6	
4.6	0	5		6.0	0	6		5.5	1	9		5.4	0	5		4.5	2	8	
4.7	0	5		6.1	0	6		5.6	1	10		5.5	2	7		4.6	0	8	
4.8	1	6		6.2	0	6		5.7	0	10		5.6	1	8		4.7	2	10	
4.9	2	8		6.3	3	9		5.8	1	11		5.7	1	9		4.8	1	11	
5.0	3	11		6.4	2	11		5.9	1	12		5.8	1	10		4.9	1	12	
5.1	0	11		6.5	0	11		6.0	2	14		5.9	0	10		5.0	3	15	
5.2	0	11		6.6	1	12		6.1	0	14		6.0	0	10		5.1	1	16	
5.3	1	12		6.7	0	12		6.2	1	15		6.1	1	11		5.2	1	17	
5.4	0	12		6.8	1	13		6.3	0	15		6.2	0	11		5.3	0	17	
5.5	2	14		6.9	0	13		6.4	0	15		6.3	3	14		5.4	1	18	
5.6	1	15		7.0	0	13		6.5	2	17		6.4	2	16		5.5	3	21	
5.7	1	16		7.1	1	14		6.6	0	17		6.5	1	17		5.6	0	21	
5.8	1	17		7.2	0	14		6.7	0	17		6.6	1	18		5.7	2	23	
5.9	0	17		7.3	1	15		6.8	1	18		6.7	1	19		5.8	1	24	
6.0	3	20		7.4	0	15		6.9	0	18		6.8	2	21		5.9	2	26	
6.1	0	20		7.5	0	15		7.0	2	20		6.9	2	23		6.0	3	29	
6.2	1	21		7.6	1	16		7.1	3	23		7.0	2	25		6.1	2	31	
6.3	3	24		7.7	4	20		7.2	2	25		7.1	1	26		6.2	3	34	
6.4	8	32		7.8	0	20		7.3	4	29		7.2	1	27		6.3	4	38	
6.5	6	38		7.9	5	25		7.4	1	30		7.3	1	28		6.4	2	40	
6.6	4	42		8.0	6	31		7.5	0	30		7.4	1	29		6.5	8	48	

【輻射点高度表】		
ペルセウス(48, 58)		
時:分	方位	仰角
20:00	72	8
21:00	65	12
22:00	59	18
23:00	55	25
00:00	51	32
01:00	50	40
02:00	50	48
03:00	50	54
04:00	63	62
05:01	日出	
方位 東:0 北:+90		
【輻射点高度表】		
おうし北(59, 22)		
時:分	方位	仰角
19:00	16	16
21:00	0	41
23:00	-24	65
01:00	-111	76
03:00	-167	57
05:00	174	32
06:09	日出	
方位 東:0 北:+90		
おうし南(49, 13)		
(E139, N35での値)		

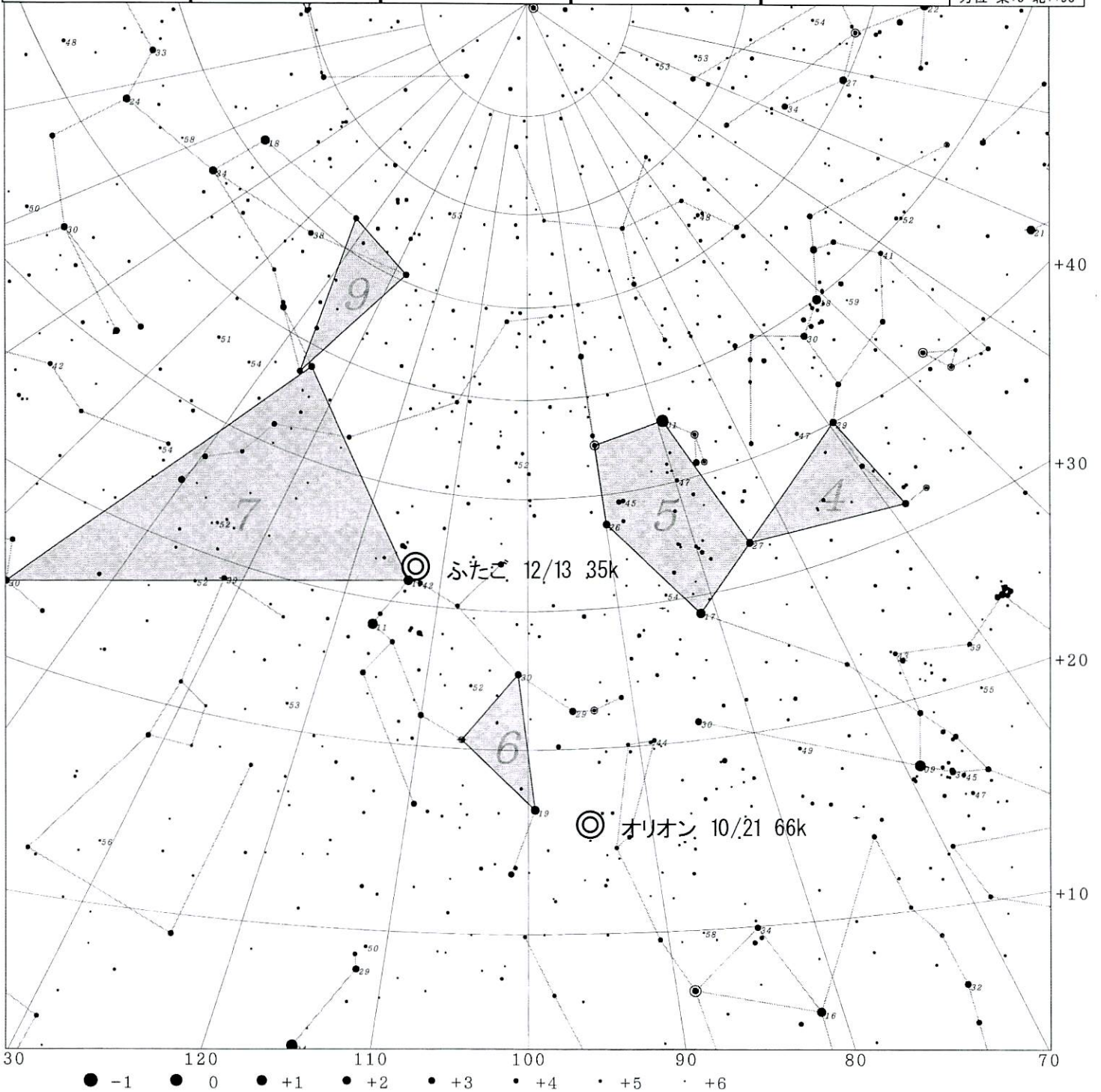




Area No.4			Area No.5			Area No.6			Area No.7			Area No.9		
Corner stars			Corner stars			Corner stars			Corner stars			Corner stars		
ε Per		2.89	α Aur		0.08	γ Gem		1.93	α Gem		1.58	ο UMa		3.36
ζ Per		2.85	ι Aur		2.69	ε Gem		2.98	ε Leo		2.98	κ UMa		3.60
ι Aur		2.69	β Tau		1.65	ζ Gem		3.76	ι UMa		3.14	23 UMa		3.67
角の星も星数に含める														
Mag.	N	Sum	Mag.	N	Sum	Mag.	N	Sum	Mag.	N	Sum	Mag.	N	Sum
4.9	1	5	4.0	1	6	5.2	1	4	3.8	1	5	5.1	1	5
5.0	0	5	4.1	0	6	5.3	1	5	3.9	1	6	5.2	0	5
5.1	0	5	4.2	0	6	5.4	0	5	4.0	1	7	5.3	1	6
5.2	0	5	4.3	0	6	5.5	0	5	4.1	0	7	5.4	0	6
5.3	0	5	4.4	0	6	5.6	0	5	4.2	0	7	5.5	0	6
5.4	0	5	4.5	2	8	5.7	0	5	4.3	0	7	5.6	0	6
5.5	2	7	4.6	0	8	5.8	0	5	4.4	0	7	5.7	1	7
5.6	1	8	4.7	2	10	5.9	0	5	4.5	1	8	5.8	0	7
5.7	1	9	4.8	1	11	6.0	0	5	4.6	1	9	5.9	0	7
5.8	1	10	4.9	1	12	6.1	0	5	4.7	0	9	6.0	0	7
5.9	0	10	5.0	3	15	6.2	1	6	4.8	0	9	6.1	1	8
6.0	0	10	5.1	1	16	6.3	0	6	4.9	0	9	6.2	0	8
6.1	1	11	5.2	1	17	6.4	0	6	5.0	0	9	6.3	0	8
6.2	0	11	5.3	0	17	6.5	1	7	5.1	1	10	6.4	1	9
6.3	3	14	5.4	1	18	6.6	0	7	5.2	2	12	6.5	1	10
6.4	2	16	5.5	3	21	6.7	1	8	5.3	1	13	6.6	0	10
6.5	1	17	5.6	0	21	6.8	3	11	5.4	2	15	6.7	0	10
6.6	1	18	5.7	2	23	6.9	0	11	5.5	1	16	6.8	2	12
6.7	1	19	5.8	1	24	7.0	1	12	5.6	0	16	6.9	1	13
6.8	2	21	5.9	2	26	7.1	3	15	5.7	2	18	7.0	3	16
6.9	2	23	6.0	3	29	7.2	0	15	5.8	2	20	7.1	2	18
7.0	2	25	6.1	2	31	7.3	3	18	5.9	4	24	7.2	2	20
7.1	1	26	6.2	3	34	7.4	0	18	6.0	7	31	7.3	1	21
7.2	1	27	6.3	4	38	7.5	4	22	6.1	6	37	7.4	4	25
7.3	1	28	6.4	2	40	7.6	7	29	6.2	5	42	7.5	2	27
7.4	1	29	6.5	8	48	7.7	1	30	6.3	5	47	7.6	4	31

【輻射点高度表】  
 オリオン(95.16)  
 時:分 方位 仰角  
 21:00 23 -4  
 22:00 14 8  
 23:00 6 20  
 00:00 -2 32  
 01:00 -12 44  
 02:00 -26 56  
 03:00 -48 66  
 04:00 -86 71  
 05:00 -126 67  
 05:55 日出  
 方位 東:0 北:+90

【輻射点高度表】  
 ふたご(113.33)  
 時:分 方位 仰角  
 19:00 34 9  
 21:00 21 31  
 23:00 9 55  
 01:00 -8 80  
 03:00 -177 75  
 05:00 169 51  
 06:43 日出  
 方位 東:0 北:+90

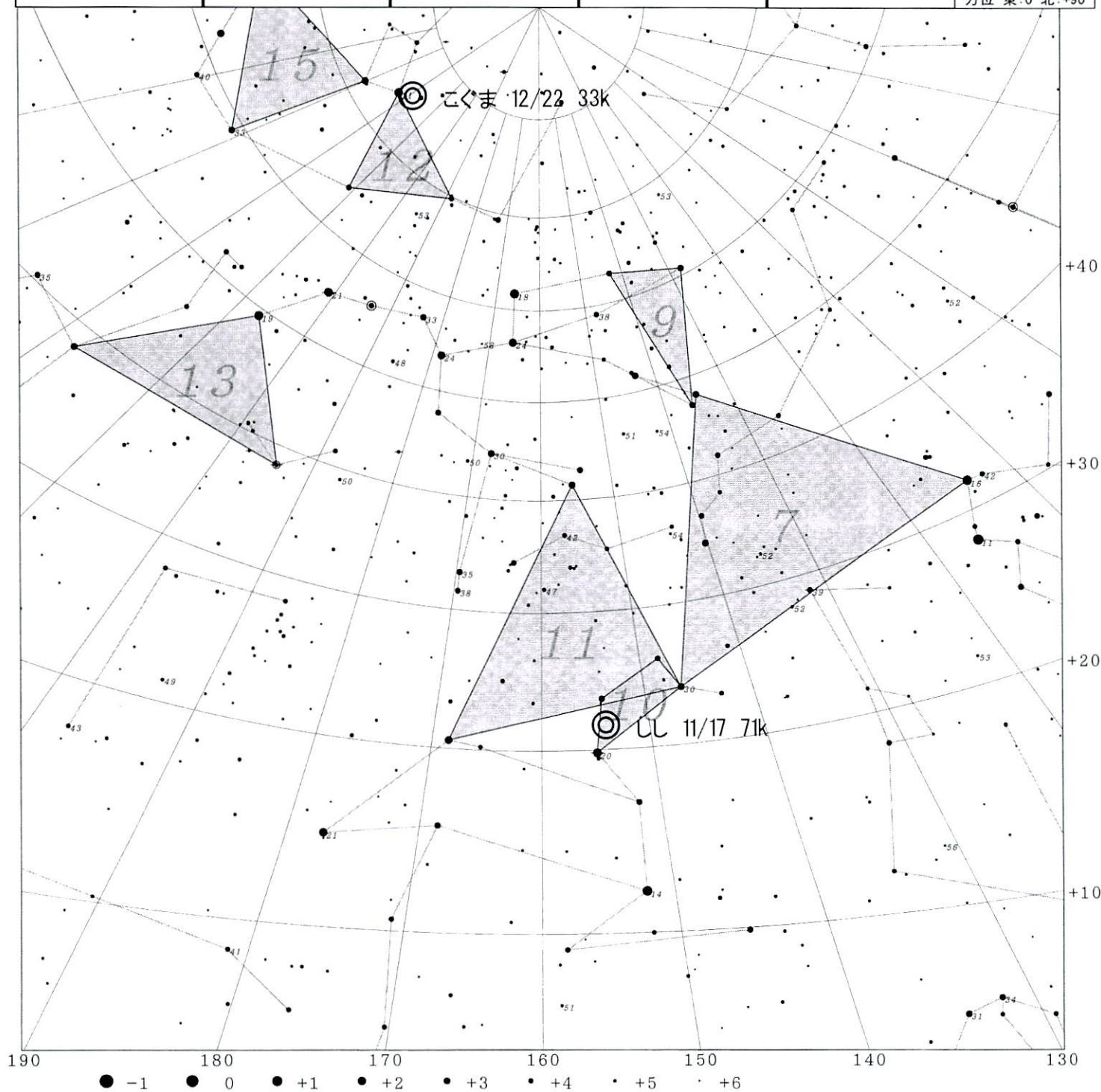


# No.3

Area No.7			Area No.9			Area No.10			Area No.11			Area No.13		
Corner stars			Corner stars			Corner stars			Corner stars			Corner stars		
α Gem	1.58		ο UMa	3.36		ε Leo	2.98		μ UMa	3.05		α CVn	2.81	
ε Leo	2.98		κ UMa	3.60		μ Leo	3.88		ε Leo	2.98		γ Boo	3.03	
ι UMa	3.14		23 UMa	3.67		ζ Leo	3.44		δ Leo	2.56		η UMa	1.86	
角の星も星数に含める														
Mag.	N	Sum	Mag.	N	Sum	Mag.	N	Sum	Mag.	N	Sum	Mag.	N	Sum
3.8	1	5	5.1	1	5	5.5	0	5	3.9	1	5	4.7	1	4
3.9	1	6	5.2	0	5	5.6	0	5	4.0	0	5	4.8	0	4
4.0	1	7	5.3	1	6	5.7	1	6	4.1	0	5	4.9	1	5
4.1	0	7	5.4	0	6	5.8	0	6	4.2	1	6	5.0	0	5
4.2	0	7	5.5	0	6	5.9	0	6	4.3	1	7	5.1	0	5
4.3	0	7	5.6	0	6	6.0	1	7	4.4	0	7	5.2	0	5
4.4	0	7	5.7	1	7	6.1	0	7	4.5	0	7	5.3	1	6
4.5	1	8	5.8	0	7	6.2	0	7	4.6	0	7	5.4	0	6
4.6	1	9	5.9	0	7	6.3	0	7	4.7	2	9	5.5	0	6
4.7	0	9	6.0	0	7	6.4	0	7	4.8	0	9	5.6	1	7
4.8	0	9	6.1	1	8	6.5	0	7	4.9	0	9	5.7	0	7
4.9	0	9	6.2	0	8	6.6	0	7	5.0	0	9	5.8	1	8
5.0	0	9	6.3	0	8	6.7	1	8	5.1	1	10	5.9	1	9
5.1	1	10	6.4	1	9	6.8	0	8	5.2	1	11	6.0	0	9
5.2	2	12	6.5	1	10	6.9	0	8	5.3	1	12	6.1	1	10
5.3	1	13	6.6	0	10	7.0	3	11	5.4	2	14	6.2	1	11
5.4	2	15	6.7	0	10	7.1	0	11	5.5	2	16	6.3	4	15
5.5	1	16	6.8	2	12	7.2	1	12	5.6	1	17	6.4	2	17
5.6	0	16	6.9	1	13	7.3	0	12	5.7	1	18	6.5	2	19
5.7	2	18	7.0	3	16	7.4	0	12	5.8	6	24	6.6	4	23
5.8	2	20	7.1	2	18	7.5	1	13	5.9	0	24	6.7	1	24
5.9	4	24	7.2	2	20	7.6	0	13	6.0	4	28	6.8	2	26
6.0	7	31	7.3	1	21	7.7	2	15	6.1	1	29	6.9	4	30
6.1	6	37	7.4	4	25	7.8	1	16	6.2	3	32	7.0	0	30
6.2	5	42	7.5	2	27	7.9	3	19	6.3	1	33	7.1	2	32
6.3	5	47	7.6	4	31	8.0	2	21	6.4	3	36	7.2	7	39

【輻射点高度表】  
しし(154, 22)  
時:分 方位 仰角  
23:00 29 -2  
00:00 20 9  
01:00 13 21  
02:00 5 33  
03:00 -4 46  
04:00 -15 58  
05:00 -33 69  
06:20 日出  
方位 東:0 北:+90

【輻射点高度表】  
こぐま(219, 75)  
時:分 方位 仰角  
18:00 99 22  
20:00 91 20  
22:00 83 21  
00:00 76 26  
02:00 72 33  
04:00 72 40  
06:00 78 47  
06:48 日出  
方位 東:0 北:+90





## Area No.12

Corner stars	
κ Dra	3.87
β UMi	2.08
α Dra	3.65

角の星も星数に含める

Mag.	N	Sum
5.5	1	5
5.6	0	5
5.7	0	5
5.8	1	6
5.9	0	6
6.0	0	6
6.1	1	7
6.2	0	7
6.3	1	8
6.4	1	9
6.5	1	10
6.6	0	10
6.7	0	10
6.8	1	11
6.9	0	11
7.0	1	12
7.1	2	14
7.2	1	15
7.3	2	17
7.4	1	18
7.5	5	23
7.6	3	26
7.7	2	28
7.8	1	29
7.9	2	31
8.0	2	33

## Area No.13

Corner stars	
α CVn	2.81
γ Boo	3.03
η UMa	1.86

Mag.	N	Sum
4.7	1	4
4.8	0	4
4.9	1	5
5.0	0	5
5.1	0	5
5.2	0	5
5.3	1	6
5.4	0	6
5.5	0	6
5.6	1	7
5.7	0	7
5.8	1	8
5.9	1	9
6.0	0	9
6.1	1	10
6.2	1	11
6.3	4	15
6.4	2	17
6.5	2	19
6.6	4	23
6.7	1	24
6.8	2	26
6.9	4	30
7.0	0	30
7.1	2	32
7.2	7	39

## Area No.14

Corner stars	
γ Boo	3.03
β Boo	3.50
δ Boo	3.47
ε Boo	2.37
ρ Boo	3.58

Mag.	N	Sum
5.5	2	8
5.6	1	9
5.7	0	9
5.8	1	10
5.9	0	10
6.0	1	11
6.1	1	12
6.2	1	13
6.3	2	15
6.4	1	16
6.5	1	17
6.6	1	18
6.7	1	19
6.8	2	21
6.9	2	23
7.0	2	25
7.1	3	28
7.2	1	29
7.3	4	33
7.4	2	35
7.5	2	37
7.6	2	39
7.7	4	43
7.8	6	49
7.9	5	54
8.0	5	59

## Area No.15

Corner stars	
γ UMi	3.05
ι Dra	3.29
ζ Dra	3.17

Mag.	N	Sum
5.0	1	4
5.1	0	4
5.2	1	5
5.3	1	6
5.4	1	7
5.5	0	7
5.6	1	8
5.7	0	8
5.8	1	9
5.9	1	10
6.0	0	10
6.1	0	10
6.2	1	11
6.3	0	11
6.4	3	14
6.5	0	14
6.6	1	15
6.7	1	16
6.8	3	19
6.9	2	21
7.0	1	22
7.1	2	24
7.2	4	28
7.3	2	30
7.4	1	31
7.5	2	33

## 【輻射点高度表】

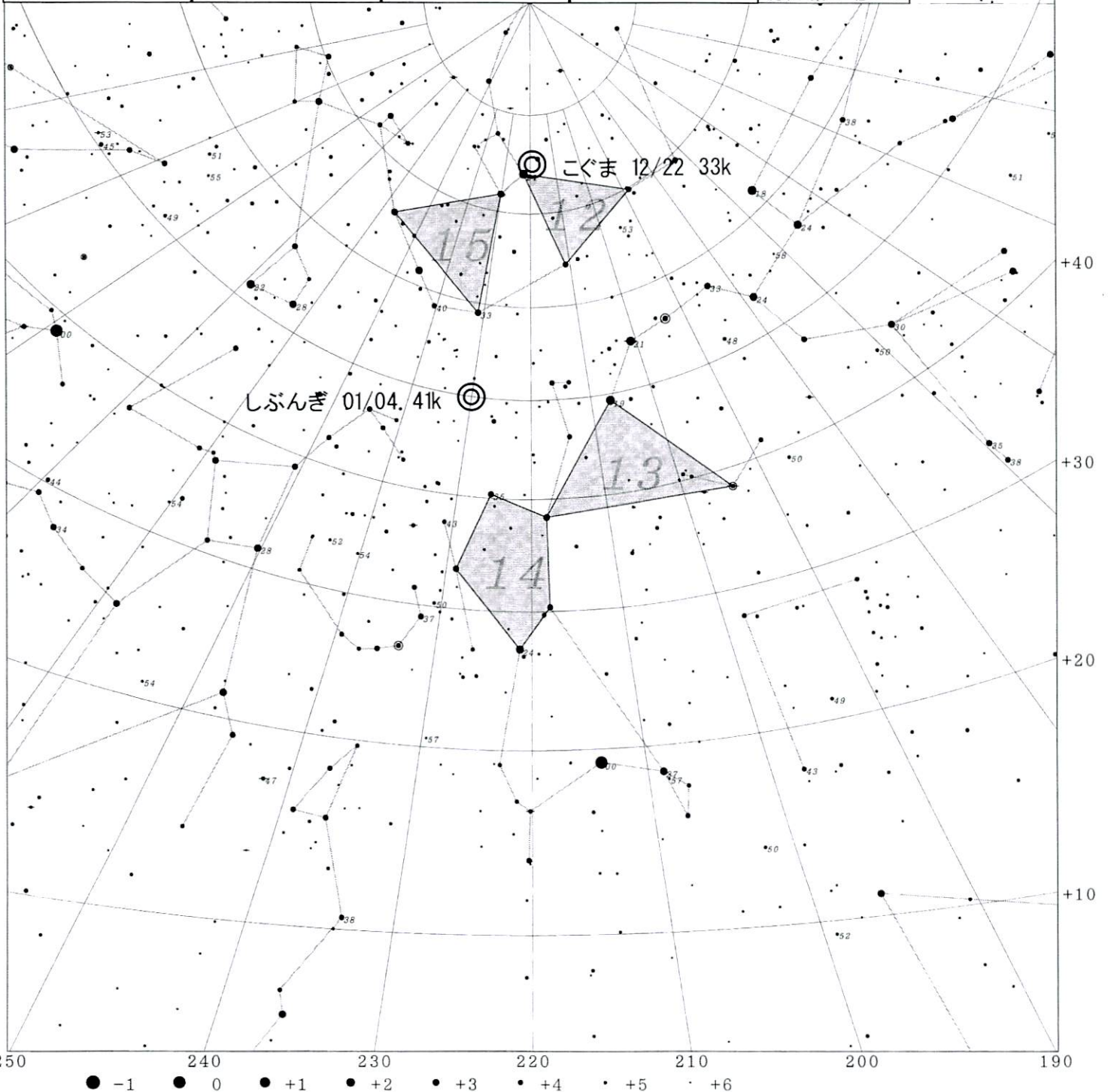
しぶんぎ (230, 50)

時:分	方位	仰角
22:00	73	-2
23:00	65	3
00:00	57	9
01:00	51	16
02:00	45	24
03:00	41	33
04:00	39	43
05:00	39	52
06:00	42	62
06:52	日出	
方位 東:0 北:+90		
(E139, N35での値)		

## 【輻射点高度表】

こぐま (219, 75)

時:分	方位	仰角
18:00	99	22
20:00	91	20
22:00	83	21
00:00	76	26
02:00	72	33
04:00	72	40
06:00	78	47
06:48	日出	
方位 東:0 北:+90		





## Area No.15

Corner stars

γ UMi	3.05
ι Dra	3.29
ζ Dra	3.17

角の星も星数に含める

Mag.	N	Sum
5.0	1	4
5.1	0	4
5.2	1	5
5.3	1	6
5.4	1	7
5.5	0	7
5.6	1	8
5.7	0	8
5.8	1	9
5.9	1	10
6.0	0	10
6.1	0	10
6.2	1	11
6.3	0	11
6.4	3	14
6.5	0	14
6.6	1	15
6.7	1	16
6.8	3	19
6.9	2	21
7.0	1	22
7.1	2	24
7.2	4	28
7.3	2	30
7.4	1	31
7.5	2	33

## Area No.16

Corner stars

β Her	2.77
α Her	3.06
δ Her	3.14

Mag.	N	Sum
5.4	2	5
5.5	0	5
5.6	1	6
5.7	1	7
5.8	0	7
5.9	0	7
6.0	0	7
6.1	1	8
6.2	1	9
6.3	0	9
6.4	1	10
6.5	0	10
6.6	0	10
6.7	1	11
6.8	1	12
6.9	3	15
7.0	1	16
7.1	5	21
7.2	1	22
7.3	2	24
7.4	2	26
7.5	1	27
7.6	2	29
7.7	3	32
7.8	4	36
7.9	6	42

## Area No.17

Corner stars

α Lyr	0.03
β Cyg	2.92
δ Cyg	2.87

Mag.	N	Sum
4.1	1	4
4.2	0	4
4.3	1	5
4.4	2	7
4.5	0	7
4.6	0	7
4.7	1	8
4.8	0	8
4.9	0	8
5.0	1	9
5.1	1	10
5.2	1	11
5.3	1	12
5.4	2	14
5.5	0	14
5.6	1	15
5.7	0	15
5.8	2	17
5.9	1	18
6.0	0	18
6.1	2	20
6.2	4	24
6.3	4	28
6.4	3	31
6.5	6	37
6.6	11	48

## Area No.18

Corner stars

ε Cyg	2.46
ζ Cyg	3.20
τ Cyg	3.72

Mag.	N	Sum
5.5	1	4
5.6	0	4
5.7	0	4
5.8	0	4
5.9	0	4
6.0	1	5
6.1	1	6
6.2	0	6
6.3	0	6
6.4	0	6
6.5	1	7
6.6	0	7
6.7	3	10
6.8	0	10
6.9	0	10
7.0	0	10
7.1	2	12
7.2	1	13
7.3	3	16
7.4	3	19
7.5	1	20
7.6	4	24
7.7	3	27
7.8	3	30
7.9	3	33
8.0	11	44

## Area No.19

Corner stars

β Cep	3.23
γ Cep	3.52
δ Cep	3.21

Mag.	N	Sum
4.6	1	5
4.7	0	5
4.8	1	6
4.9	0	6
5.0	1	7
5.1	1	8
5.2	0	8
5.3	0	8
5.4	1	9
5.5	1	10
5.6	0	10
5.7	1	11
5.8	1	12
5.9	0	12
6.0	1	13
6.1	1	14
6.2	0	14
6.3	1	15
6.4	2	17
6.5	1	18
6.6	1	19
6.7	1	20
6.8	0	20
6.9	0	20
7.0	4	24
7.1	1	25

### 【輻射点高度表】

こと (272, 33)

時:分	方位	仰角
20:00	42	-1
21:00	34	9
22:00	27	20
23:00	21	31
00:00	15	43
01:00	9	55
02:00	3	67
03:00	-7	79
04:00	-132	87
05:03	日出	

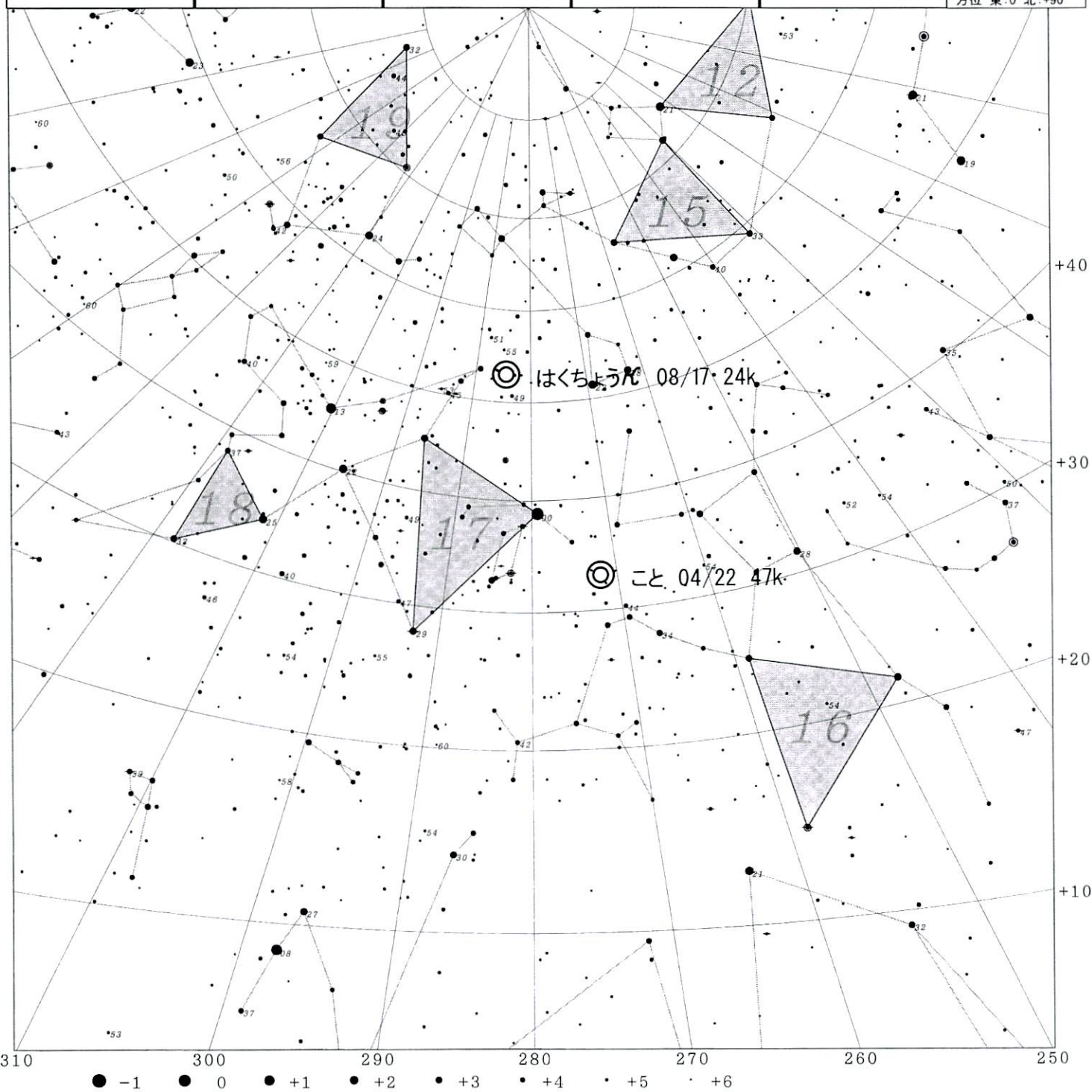
方位 東:0 北:+90

### 【輻射点高度表】

はくちょう (284, 53)

時:分	方位	仰角
20:00	64	69
21:00	90	72
22:00	116	69
23:00	130	62
00:00	136	54
01:00	137	45
02:00	136	36
03:00	132	27
04:00	128	19
05:05	日出	

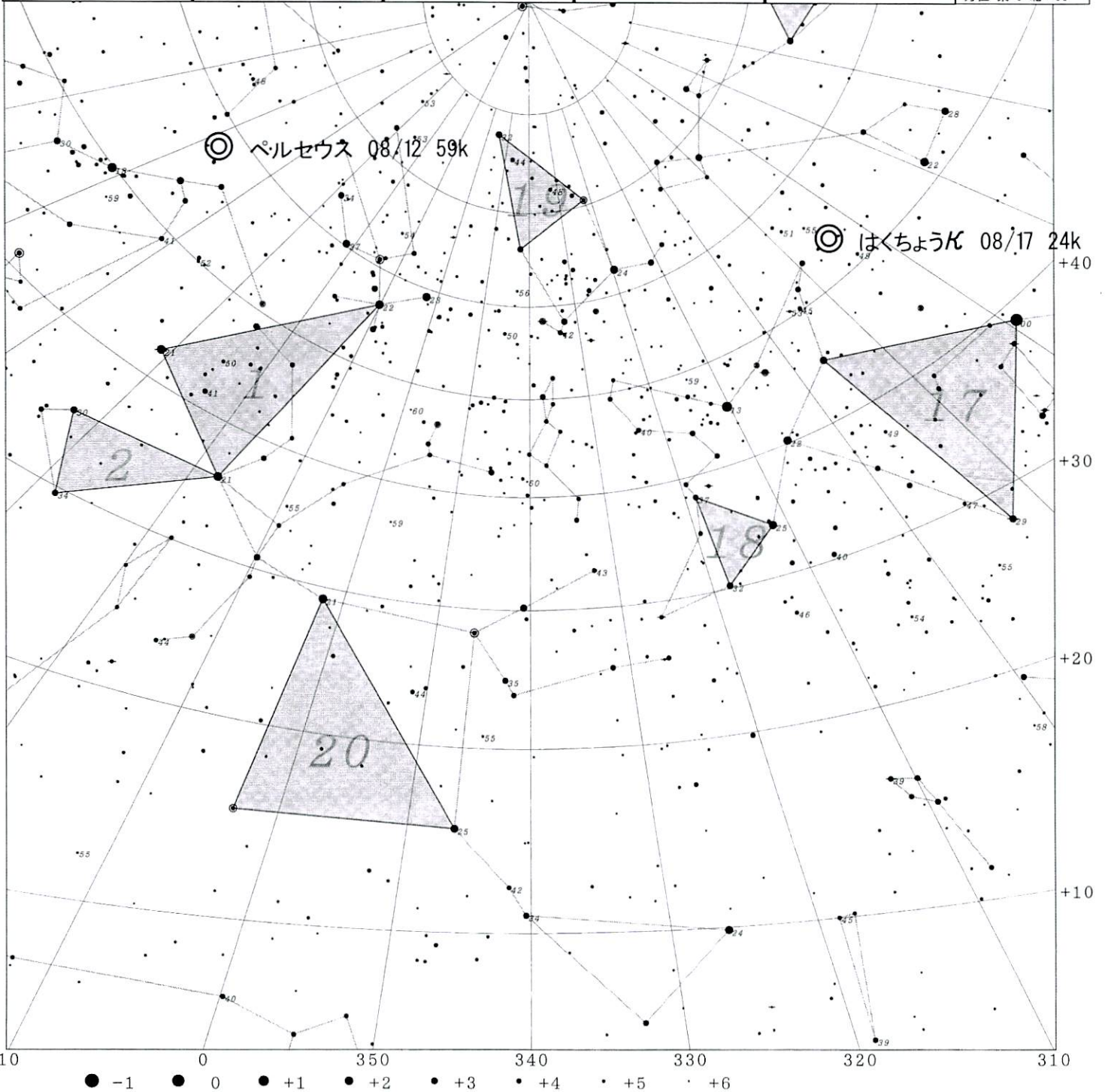
方位 東:0 北:+90



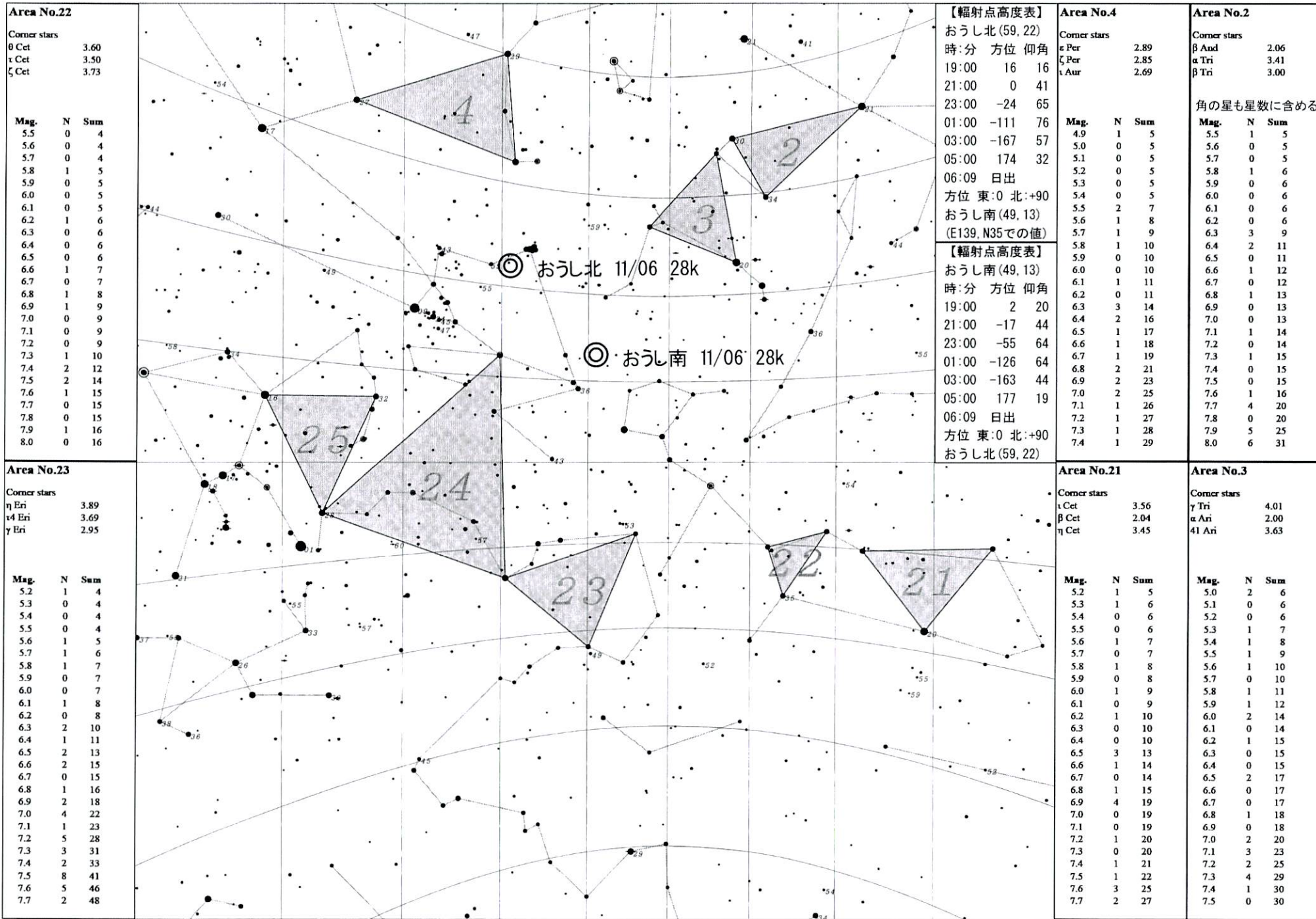
Area No.1			Area No.2			Area No.17			Area No.18			Area No.20		
Corner stars			Corner stars			Corner stars			Corner stars			Corner stars		
α Cas	2.23		β And	2.06		α Lyr	0.03		ε Cyg	2.46		α Peg	2.49	
β And	2.06		α Tri	3.41		β Cyg	2.92		ζ Cyg	3.20		α And	2.06	
γ And	2.10		β Tri	3.00		δ Cyg	2.87		τ Cyg	3.72		γ Peg	2.83	
角の星も星数に含める														
Mag.	N	Sum	Mag.	N	Sum	Mag.	N	Sum	Mag.	N	Sum	Mag.	N	Sum
4.1	1	4	5.5	1	5	4.1	1	4	5.5	1	4	4.7	1	4
4.2	0	4	5.6	0	5	4.2	0	4	5.6	0	4	4.8	0	4
4.3	1	5	5.7	0	5	4.3	1	5	5.7	0	4	4.9	0	4
4.4	0	5	5.8	1	6	4.4	2	7	5.8	0	4	5.0	0	4
4.5	0	5	5.9	0	6	4.5	0	7	5.9	0	4	5.1	1	5
4.6	0	5	6.0	0	6	4.6	0	7	6.0	1	5	5.2	0	5
4.7	0	5	6.1	0	6	4.7	1	8	6.1	1	6	5.3	0	5
4.8	1	6	6.2	0	6	4.8	0	8	6.2	0	6	5.4	1	6
4.9	2	8	6.3	3	9	4.9	0	8	6.3	0	6	5.5	1	7
5.0	3	11	6.4	2	11	5.0	1	9	6.4	0	6	5.6	0	7
5.1	0	11	6.5	0	11	5.1	1	10	6.5	1	7	5.7	0	7
5.2	0	11	6.6	1	12	5.2	1	11	6.6	0	7	5.8	1	8
5.3	1	12	6.7	0	12	5.3	1	12	6.7	3	10	5.9	0	8
5.4	0	12	6.8	1	13	5.4	2	14	6.8	0	10	6.0	0	8
5.5	2	14	6.9	0	13	5.5	0	14	6.9	0	10	6.1	2	10
5.6	1	15	7.0	0	13	5.6	1	15	7.0	0	10	6.2	3	13
5.7	1	16	7.1	1	14	5.7	0	15	7.1	2	12	6.3	1	14
5.8	1	17	7.2	0	14	5.8	2	17	7.2	1	13	6.4	1	15
5.9	0	17	7.3	1	15	5.9	1	18	7.3	3	16	6.5	2	17
6.0	3	20	7.4	0	15	6.0	0	18	7.4	3	19	6.6	4	21
6.1	0	20	7.5	0	15	6.1	2	20	7.5	1	20	6.7	5	26
6.2	1	21	7.6	1	16	6.2	4	24	7.6	4	24	6.8	2	28
6.3	3	24	7.7	4	20	6.3	4	28	7.7	3	27	6.9	2	30
6.4	8	32	7.8	0	20	6.4	3	31	7.8	3	30	7.0	2	32
6.5	6	38	7.9	5	25	6.5	6	37	7.9	3	33	7.1	2	34
6.6	4	42	8.0	6	31	6.6	11	48	8.0	11	44	7.2	5	39

【輻射点高度表】  
 ペルセウス (48, 58)  
 時:分 方位 仰角  
 20:00 72 8  
 21:00 65 12  
 22:00 59 18  
 23:00 55 25  
 00:00 51 32  
 01:00 50 40  
 02:00 50 48  
 03:00 54 56  
 04:00 63 62  
 05:01 日出  
 方位 東:0 北:+90

【輻射点高度表】  
 はくちょう (284, 53)  
 時:分 方位 仰角  
 20:00 64 69  
 21:00 90 72  
 22:00 116 69  
 23:00 130 62  
 00:00 136 54  
 01:00 137 45  
 02:00 136 36  
 03:00 132 27  
 04:00 128 19  
 05:05 日出  
 方位 東:0 北:+90







**Area No.22**

Corner stars  
 θ Cet 3.60  
 ι Cet 3.50  
 ζ Cet 3.73

Mag.	N	Sum
5.5	0	4
5.6	0	4
5.7	0	4
5.8	1	5
5.9	0	5
6.0	0	5
6.1	0	5
6.2	1	6
6.3	0	6
6.4	0	6
6.5	0	6
6.6	1	7
6.7	0	7
6.8	1	8
6.9	1	9
7.0	0	9
7.1	0	9
7.2	0	9
7.3	1	10
7.4	2	12
7.5	2	14
7.6	1	15
7.7	0	15
7.8	0	15
7.9	1	16
8.0	0	16

**【輻射点高度表】**  
 おうし北 (59, 22)  
 時:分 方位 仰角  
 19:00 16 16  
 21:00 0 41  
 23:00 -24 65  
 01:00 -111 76  
 03:00 -167 57  
 05:00 174 32  
 06:09 日出  
 方位 東:0 北:+90  
 おうし南 (49, 13)  
 (E139, N35での値)

**【輻射点高度表】**  
 おうし南 (49, 13)  
 時:分 方位 仰角  
 19:00 2 20  
 21:00 -17 44  
 23:00 -55 64  
 01:00 -126 64  
 03:00 -163 44  
 05:00 177 19  
 06:09 日出  
 方位 東:0 北:+90  
 おうし北 (59, 22)

**Area No.4**

Corner stars  
 ε Per 2.89  
 ζ Per 2.85  
 ι Aur 2.69

Mag.	N	Sum
4.9	1	5
5.0	0	5
5.1	0	5
5.2	0	5
5.3	0	5
5.4	0	5
5.5	2	7
5.6	1	8
5.7	1	9
5.8	1	10
5.9	0	10
6.0	0	10
6.1	1	11
6.2	0	11
6.3	3	14
6.4	2	16
6.5	1	17
6.6	1	18
6.7	1	19
6.8	2	21
6.9	2	23
7.0	2	25
7.1	1	26
7.2	1	27
7.3	1	28
7.4	1	29

**Area No.2**

Corner stars  
 β And 2.06  
 α Tri 3.41  
 β Tri 3.00

角の星も星数に含める

Mag.	N	Sum
5.5	1	5
5.6	0	5
5.7	0	5
5.8	1	6
5.9	0	6
6.0	0	6
6.1	0	6
6.2	0	6
6.3	3	9
6.4	2	11
6.5	0	11
6.6	1	12
6.7	0	12
6.8	1	13
6.9	0	13
7.0	0	13
7.1	1	14
7.2	0	14
7.3	1	15
7.4	0	15
7.5	0	15
7.6	1	16
7.7	4	20
7.8	0	20
7.9	5	25
8.0	6	31

**Area No.23**

Corner stars  
 η Eri 3.89  
 ι4 Eri 3.69  
 γ Eri 2.95

Mag.	N	Sum
5.2	1	4
5.3	0	4
5.4	0	4
5.5	0	4
5.6	1	5
5.7	1	6
5.8	1	7
5.9	0	7
6.0	0	7
6.1	1	8
6.2	0	8
6.3	2	10
6.4	1	11
6.5	2	13
6.6	2	15
6.7	0	15
6.8	1	16
6.9	2	18
7.0	4	22
7.1	1	23
7.2	5	28
7.3	3	31
7.4	2	33
7.5	8	41
7.6	5	46
7.7	2	48

**Area No.21**

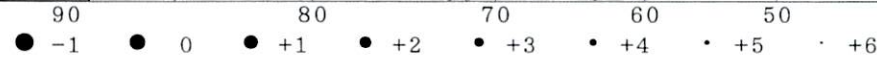
Corner stars  
 ι Cet 3.56  
 β Cet 2.04  
 η Cet 3.45

Mag.	N	Sum
5.2	1	5
5.3	1	6
5.4	0	6
5.5	0	6
5.6	1	7
5.7	0	7
5.8	1	8
5.9	0	8
6.0	1	9
6.1	0	9
6.2	1	10
6.3	0	10
6.4	0	10
6.5	3	13
6.6	1	14
6.7	0	14
6.8	1	15
6.9	4	19
7.0	0	19
7.1	0	19
7.2	1	20
7.3	0	20
7.4	1	21
7.5	1	22
7.6	3	25
7.7	2	27

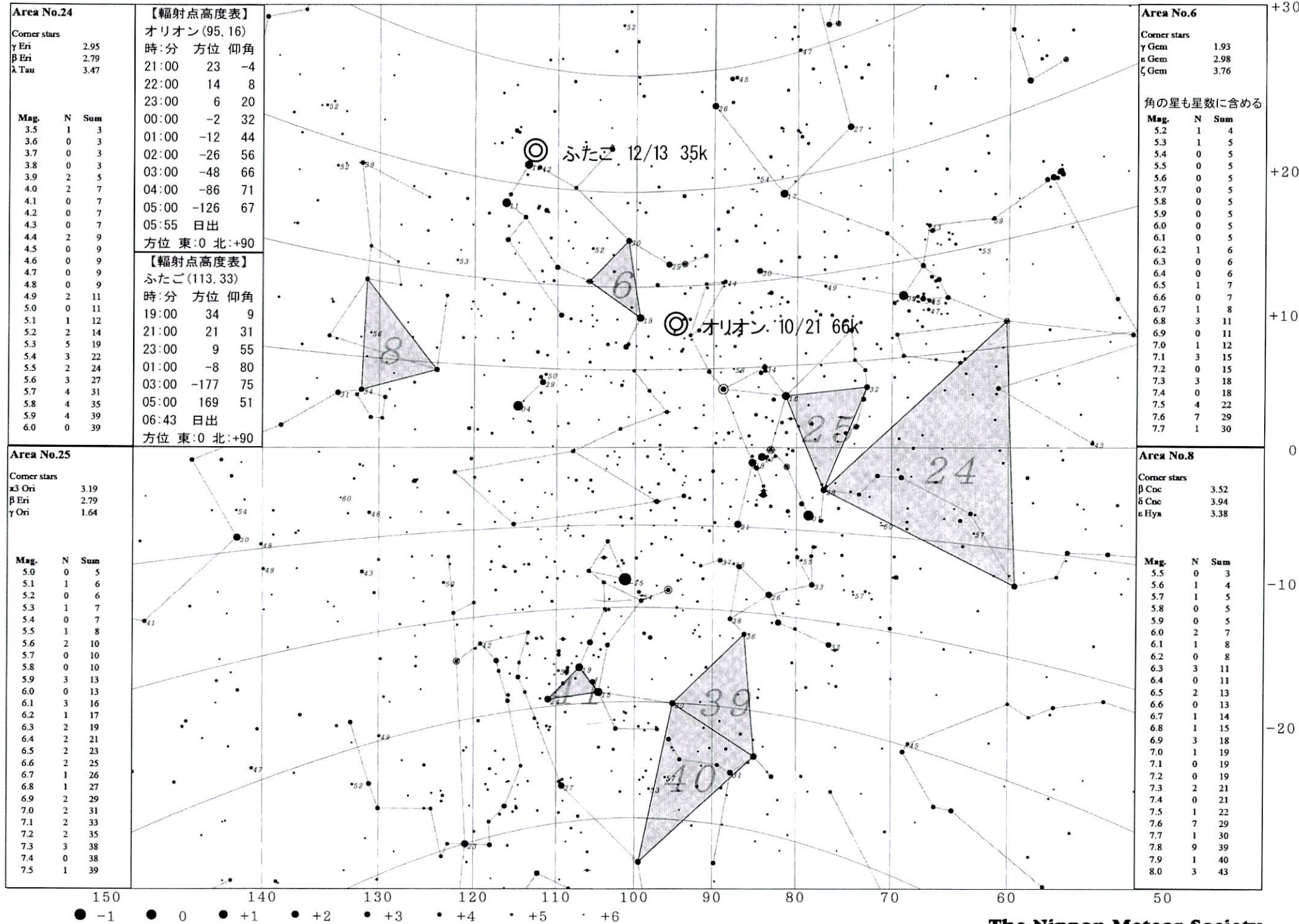
**Area No.3**

Corner stars  
 γ Tri 4.01  
 α Ari 2.00  
 41 Ari 3.63

Mag.	N	Sum
5.0	2	6
5.1	0	6
5.2	0	6
5.3	1	7
5.4	1	8
5.5	1	9
5.6	1	10
5.7	0	10
5.8	1	11
5.9	1	12
6.0	2	14
6.1	0	14
6.2	1	15
6.3	0	15
6.4	0	15
6.5	2	17
6.6	0	17
6.7	0	17
6.8	1	18
6.9	0	18
7.0	2	20
7.1	3	23
7.2	2	25
7.3	4	29
7.4	1	30
7.5	0	30







**Area No.27**

Corner stars  
 ε Crv 3.00  
 γ Crv 2.59  
 δ Crv 2.95  
 β Crv 2.65

Mag.	N	Sum
5.5	0	5
5.6	0	5
5.7	0	5
5.8	2	7
5.9	0	7
6.0	1	8
6.1	0	8
6.2	0	8
6.3	0	8
6.4	0	8
6.5	1	9
6.6	0	9
6.7	0	9
6.8	0	9
6.9	1	10
7.0	0	10
7.1	0	10
7.2	0	10
7.3	2	12
7.4	2	14
7.5	3	17
7.6	0	17
7.7	2	19
7.8	3	22
7.9	2	24
8.0	1	25

**Area No.11**

Corner stars  
 μ UMa 3.05  
 ε Leo 2.98  
 δ Leo 2.56

Mag.	N	Sum
3.9	1	5
4.0	0	5
4.1	0	5
4.2	1	6
4.3	1	7
4.4	0	7
4.5	0	7
4.6	0	7
4.7	2	9
4.8	0	9
4.9	0	9
5.0	0	9
5.1	1	10
5.2	1	11
5.3	1	12
5.4	2	14
5.5	2	16
5.6	1	17
5.7	1	18
5.8	6	24
5.9	0	24
6.0	4	28
6.1	1	29
6.2	3	32
6.3	1	33
6.4	3	36

**Area No.8**

Corner stars  
 β Cnc 3.52  
 δ Cnc 3.94  
 ε Hya 3.38

角の星も星数に含める

Mag.	N	Sum
5.5	0	3
5.6	1	4
5.7	1	5
5.8	0	5
5.9	0	5
6.0	2	7
6.1	1	8
6.2	0	8
6.3	3	11
6.4	0	11
6.5	2	13
6.6	0	13
6.7	1	14
6.8	1	15
6.9	3	18
7.0	1	19
7.1	0	19
7.2	0	19
7.3	2	21
7.4	0	21
7.5	1	22
7.6	7	29
7.7	1	30
7.8	9	39
7.9	1	40
8.0	3	43

**Area No.28**

Corner stars  
 γ Vir 2.75  
 α Vir 0.98  
 ζ Vir 3.37

Mag.	N	Sum
5.5	0	4
5.6	0	4
5.7	0	4
5.8	2	6
5.9	2	8
6.0	2	10
6.1	1	11
6.2	0	11
6.3	0	11
6.4	1	12
6.5	0	12
6.6	2	14
6.7	2	16
6.8	0	16
6.9	1	17
7.0	2	19
7.1	2	21
7.2	2	23
7.3	3	26
7.4	2	28
7.5	2	30
7.6	2	32
7.7	3	35
7.8	2	37
7.9	4	41
8.0	3	44

**Area No.26**

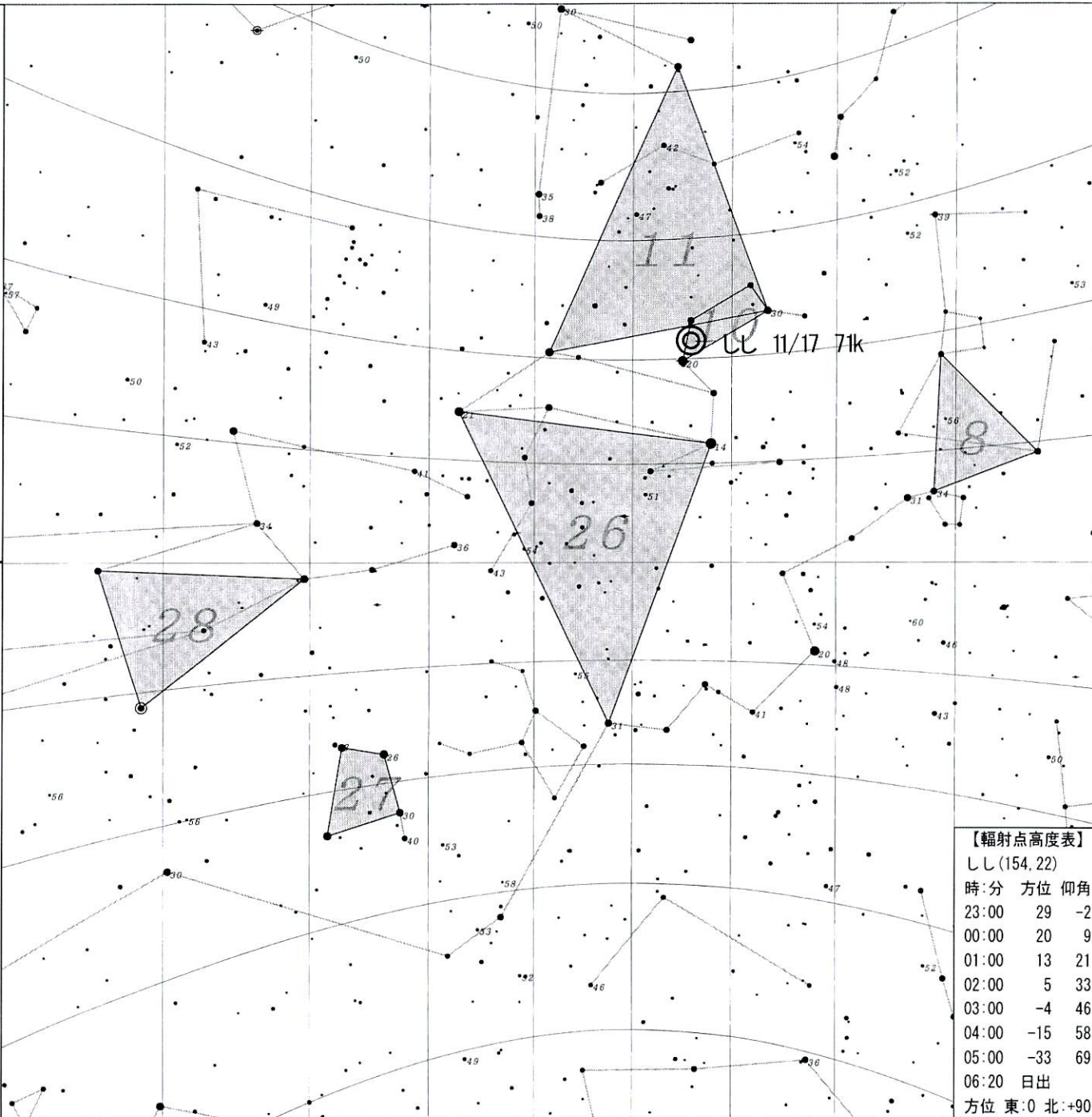
Corner stars  
 α Leo 1.35  
 ν Hya 3.11  
 β Leo 2.14

Mag.	N	Sum
3.9	2	5
4.0	0	5
4.1	1	6
4.2	0	6
4.3	0	6
4.4	0	6
4.5	0	6
4.6	1	7
4.7	1	8
4.8	1	9
4.9	0	9
5.0	1	10
5.1	2	12
5.2	1	13
5.3	3	16
5.4	1	17
5.5	2	19
5.6	1	20
5.7	2	22
5.8	4	26
5.9	4	30
6.0	3	33
6.1	3	36
6.2	0	36
6.3	4	40
6.4	5	45

**Area No.10**

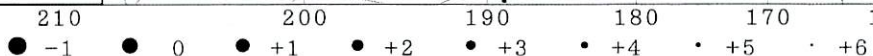
Corner stars  
 ε Leo 2.98  
 μ Leo 3.88  
 ζ Leo 3.44  
 γ Leo 1.98

Mag.	N	Sum
5.5	0	5
5.6	0	5
5.7	1	6
5.8	0	6
5.9	0	6
6.0	1	7
6.1	0	7
6.2	0	7
6.3	0	7
6.4	0	7
6.5	0	7
6.6	0	7
6.7	1	8
6.8	0	8
6.9	0	8
7.0	3	11
7.1	0	11
7.2	1	12
7.3	0	12
7.4	0	12
7.5	1	13
7.6	0	13
7.7	2	15
7.8	1	16
7.9	3	19
8.0	2	21



**【輻射点高度表】**  
 しし(154.22)

時:分	方位	仰角
23:00	29	-2
00:00	20	9
01:00	13	21
02:00	5	33
03:00	-4	46
04:00	-15	58
05:00	-33	69
06:20	日出	
方位 東:0 北:+90		





**Area No.30**

Corner stars  
 $\alpha$  Ser 2.65  
 $\delta$  Oph 2.74  
 $\kappa$  Oph 3.20  
 $\beta$  Her 2.77

Mag.	N	Sum
3.7	1	5
3.8	1	6
3.9	0	6
4.0	0	6
4.1	0	6
4.2	0	6
4.3	0	6
4.4	1	7
4.5	0	7
4.6	1	8
4.7	0	8
4.8	2	10
4.9	0	10
5.0	0	10
5.1	0	10
5.2	1	11
5.3	1	12
5.4	1	13
5.5	2	15
5.6	2	17
5.7	1	18
5.8	1	19
5.9	2	21
6.0	3	24
6.1	3	27
6.2	1	28

**Area No.31**

Corner stars  
 $\epsilon$  Ser 3.71  
 $\delta$  Oph 2.74  
 $\lambda$  Oph 3.82

Mag.	N	Sum
5.5	0	4
5.6	0	4
5.7	0	4
5.8	0	4
5.9	0	4
6.0	0	4
6.1	0	4
6.2	0	4
6.3	1	5
6.4	0	5
6.5	3	8
6.6	0	8
6.7	1	9
6.8	0	9
6.9	0	9
7.0	3	12
7.1	3	15
7.2	0	15
7.3	0	15
7.4	1	16
7.5	2	18
7.6	0	18
7.7	2	20
7.8	2	22
7.9	1	23
8.0	3	26

**Area No.28**

Corner stars  
 $\gamma$  Vir 2.75  
 $\alpha$  Vir 0.98  
 $\zeta$  Vir 3.37

角の星も星数に含める

Mag.	N	Sum
5.5	0	4
5.6	0	4
5.7	0	4
5.8	2	6
5.9	2	8
6.0	2	10
6.1	1	11
6.2	0	11
6.3	0	11
6.4	1	12
6.5	0	12
6.6	2	14
6.7	2	16
6.8	0	16
6.9	1	17
7.0	2	19
7.1	2	21
7.2	2	23
7.3	3	26
7.4	2	28
7.5	2	30
7.6	2	32
7.7	3	35
7.8	2	37
7.9	4	41
8.0	3	44

**Area No.14**

Corner stars  
 $\gamma$  Boo 3.03  
 $\beta$  Boo 3.50  
 $\delta$  Boo 3.47  
 $\epsilon$  Boo 2.37  
 $\rho$  Boo 3.58

Mag.	N	Sum
5.5	2	8
5.6	1	9
5.7	0	9
5.8	1	10
5.9	0	10
6.0	1	11
6.1	1	12
6.2	1	13
6.3	2	15
6.4	1	16
6.5	1	17
6.6	1	18
6.7	1	19
6.8	2	21
6.9	2	23
7.0	2	25
7.1	3	28
7.2	1	29
7.3	4	33
7.4	2	35
7.5	2	37
7.6	2	39
7.7	4	43
7.8	6	49
7.9	5	54
8.0	5	59

**Area No.29**

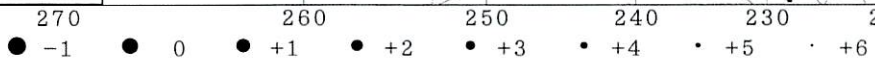
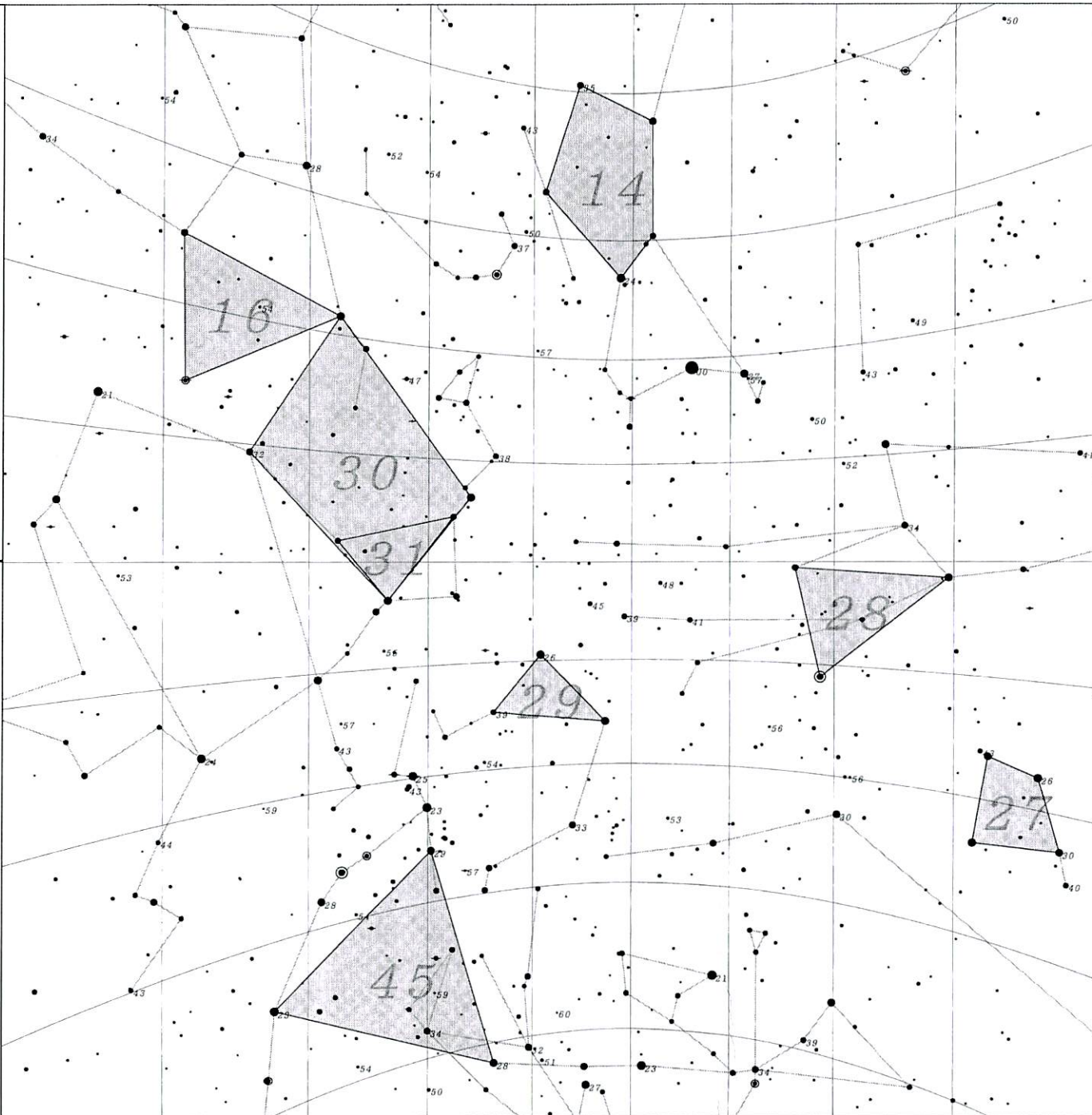
Corner stars  
 $\alpha$  Lib 2.75  
 $\beta$  Lib 2.61  
 $\gamma$  Lib 3.91

Mag.	N	Sum
5.5	0	3
5.6	0	3
5.7	1	4
5.8	0	4
5.9	0	4
6.0	0	4
6.1	0	4
6.2	0	4
6.3	0	4
6.4	0	4
6.5	0	4
6.6	2	6
6.7	0	6
6.8	0	6
6.9	0	6
7.0	1	7
7.1	1	8
7.2	0	8
7.3	2	10
7.4	2	12
7.5	1	13
7.6	5	18
7.7	1	19
7.8	0	19
7.9	1	20
8.0	7	27

**Area No.27**

Corner stars  
 $\epsilon$  Crv 3.00  
 $\gamma$  Crv 2.59  
 $\delta$  Crv 2.95  
 $\beta$  Crv 2.65

Mag.	N	Sum
5.5	0	5
5.6	0	5
5.7	0	5
5.8	2	7
5.9	0	7
6.0	1	8
6.1	0	8
6.2	0	8
6.3	0	8
6.4	0	8
6.5	1	9
6.6	0	9
6.7	0	9
6.8	0	9
6.9	1	10
7.0	0	10
7.1	0	10
7.2	0	10
7.3	2	12
7.4	2	14
7.5	3	17
7.6	0	17
7.7	2	19
7.8	3	22
7.9	2	24
8.0	1	25



**Area No.32**

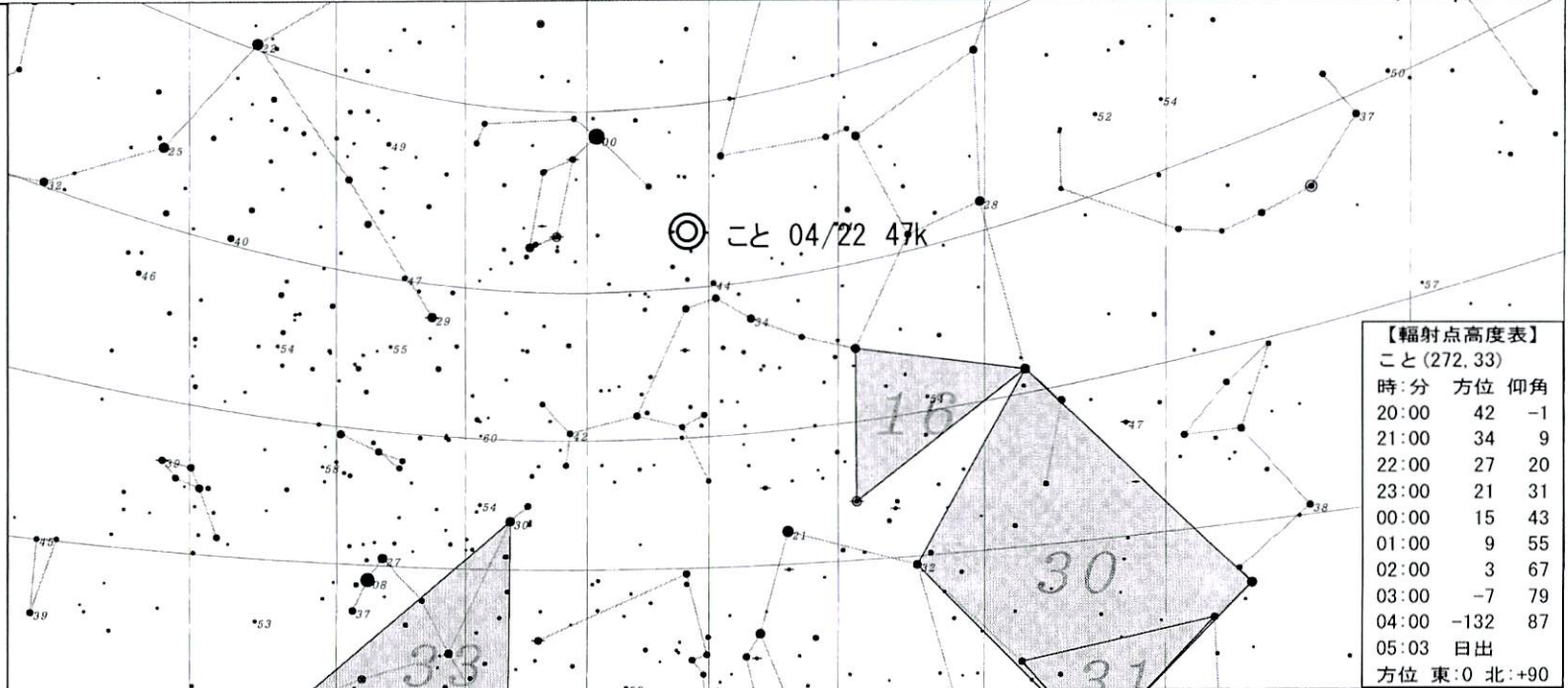
Corner stars  
 ν Oph 3.34  
 η Ser 3.26  
 α Sct 3.85

Mag.	N	Sum
5.5	0	3
5.6	0	3
5.7	0	3
5.8	0	3
5.9	1	4
6.0	0	4
6.1	0	4
6.2	0	4
6.3	1	5
6.4	0	5
6.5	0	5
6.6	2	7
6.7	0	7
6.8	0	7
6.9	1	8
7.0	1	9
7.1	1	10
7.2	1	11
7.3	1	12
7.4	0	12
7.5	3	15
7.6	3	18
7.7	0	18
7.8	2	20
7.9	0	20
8.0	4	24

**Area No.30**

Corner stars  
 α Ser 2.65  
 δ Oph 2.74  
 κ Oph 3.20  
 β Her 2.77

Mag.	N	Sum
3.7	1	5
3.8	1	6
3.9	0	6
4.0	0	6
4.1	0	6
4.2	0	6
4.3	0	6
4.4	1	7
4.5	0	7
4.6	1	8
4.7	0	8
4.8	2	10
4.9	0	10
5.0	0	10
5.1	0	10
5.2	1	11
5.3	1	12
5.4	1	13
5.5	2	15
5.6	2	17
5.7	1	18
5.8	1	19
5.9	2	21
6.0	3	24
6.1	3	27
6.2	1	28



**【輻射点高度表】**  
 こと (272.33)

時:分	方位	仰角
20:00	42	-1
21:00	34	9
22:00	27	20
23:00	21	31
00:00	15	43
01:00	9	55
02:00	3	67
03:00	-7	79
04:00	-132	87
05:03	日出	

方位 東:0 北:+90

**Area No.33**

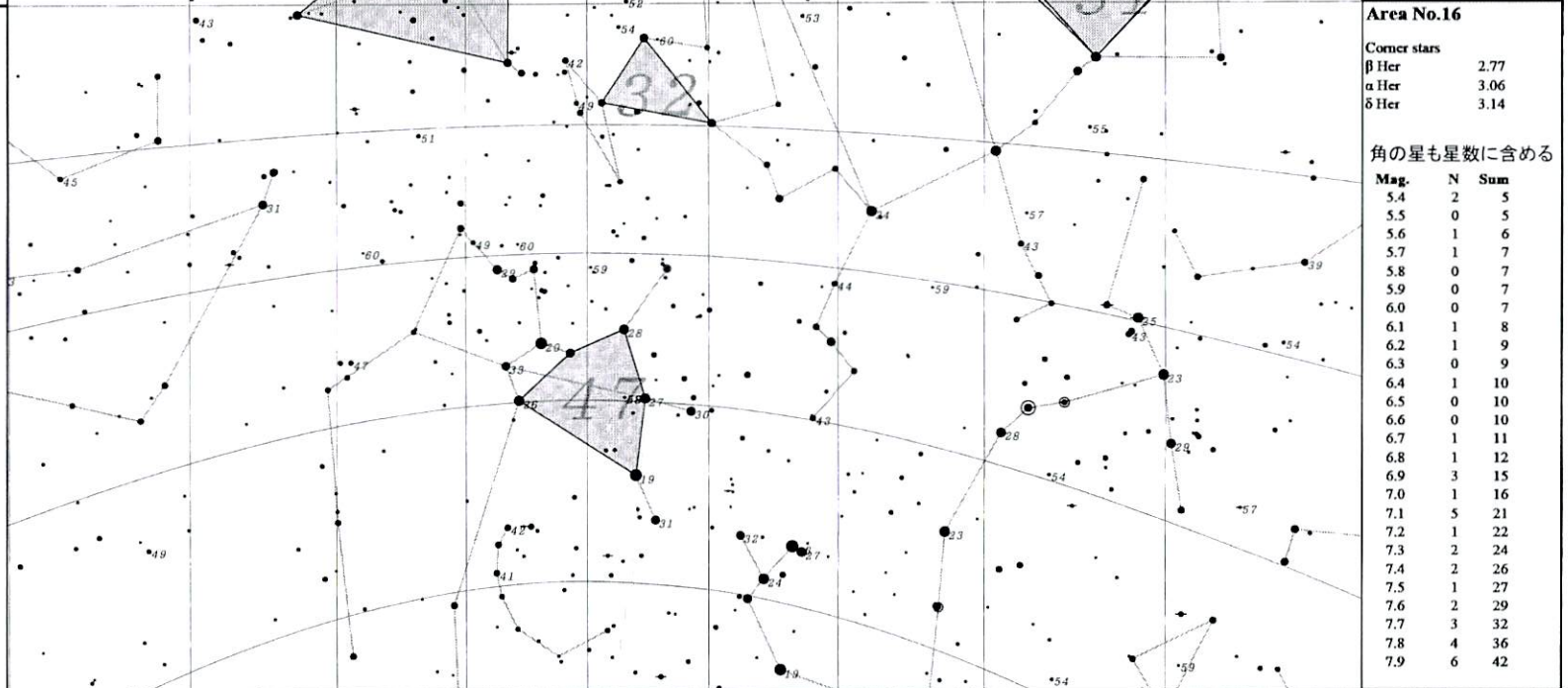
Corner stars  
 ζ Aql 2.99  
 λ Aql 3.44  
 θ Aql 3.23

Mag.	N	Sum
3.9	1	5
4.0	0	5
4.1	0	5
4.2	0	5
4.3	0	5
4.4	1	6
4.5	1	7
4.6	0	7
4.7	1	8
4.8	0	8
4.9	0	8
5.0	1	9
5.1	2	11
5.2	3	14
5.3	0	14
5.4	1	15
5.5	1	16
5.6	2	18
5.7	2	20
5.8	2	22
5.9	1	23
6.0	1	24
6.1	2	26
6.2	3	29
6.3	3	32
6.4	4	36

**Area No.31**

Corner stars  
 ε Ser 3.71  
 δ Oph 2.74  
 λ Oph 3.82

Mag.	N	Sum
5.5	0	4
5.6	0	4
5.7	0	4
5.8	0	4
5.9	0	4
6.0	0	4
6.1	0	4
6.2	0	4
6.3	1	5
6.4	0	5
6.5	3	8
6.6	0	8
6.7	1	9
6.8	0	9
6.9	0	9
7.0	3	12
7.1	3	15
7.2	0	15
7.3	0	15
7.4	1	16
7.5	2	18
7.6	0	18
7.7	2	20
7.8	2	22
7.9	1	23
8.0	3	26

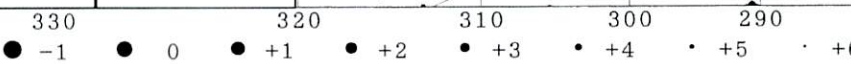


**Area No.16**

Corner stars  
 β Her 2.77  
 α Her 3.06  
 δ Her 3.14

角の星も星数に含める

Mag.	N	Sum
5.4	2	5
5.5	0	5
5.6	1	6
5.7	1	7
5.8	0	7
5.9	0	7
6.0	0	7
6.1	1	8
6.2	1	9
6.3	0	9
6.4	1	10
6.5	0	10
6.6	0	10
6.7	1	11
6.8	1	12
6.9	3	15
7.0	1	16
7.1	5	21
7.2	1	22
7.3	2	24
7.4	2	26
7.5	1	27
7.6	2	29
7.7	3	32
7.8	4	36
7.9	6	42





**Area No.34**

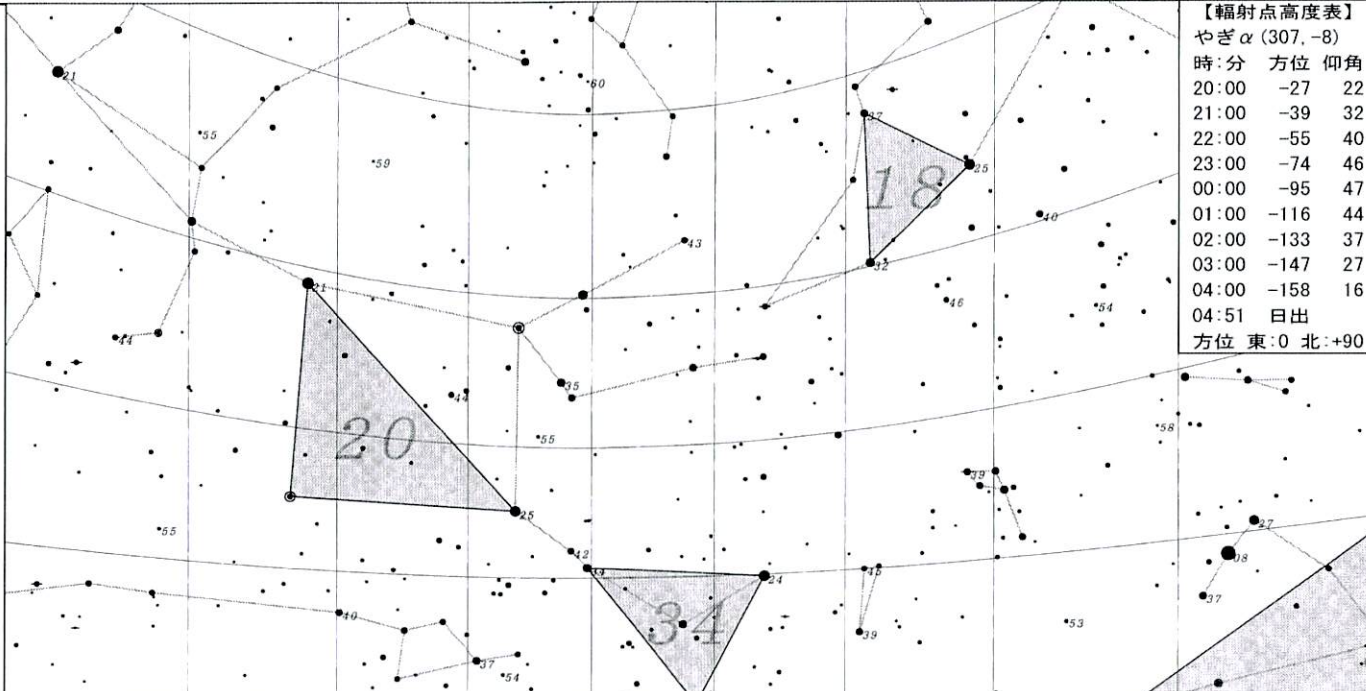
Corner stars  
 ε Peg 2.38  
 α Aqr 2.96  
 ζ Peg 3.40

Mag.	N	Sum
4.8	1	5
4.9	0	5
5.0	0	5
5.1	0	5
5.2	0	5
5.3	0	5
5.4	1	6
5.5	0	6
5.6	1	7
5.7	1	8
5.8	0	8
5.9	0	8
6.0	1	9
6.1	0	9
6.2	3	12
6.3	0	12
6.4	0	12
6.5	1	13
6.6	1	14
6.7	0	14
6.8	1	15
6.9	2	17
7.0	4	21
7.1	2	23
7.2	2	25
7.3	2	27

**Area No.20**

Corner stars  
 α Peg 2.49  
 α And 2.06  
 γ Peg 2.83

Mag.	N	Sum
4.7	1	4
4.8	0	4
4.9	0	4
5.0	0	4
5.1	1	5
5.2	0	5
5.3	0	5
5.4	1	6
5.5	1	7
5.6	0	7
5.7	0	7
5.8	1	8
5.9	0	8
6.0	0	8
6.1	2	10
6.2	3	13
6.3	1	14
6.4	1	15
6.5	2	17
6.6	4	21
6.7	5	26
6.8	2	28
6.9	2	30
7.0	2	32
7.1	2	34
7.2	5	39



【輻射点高度表】  
 やぎα (307, -8)  
 時:分 方位 仰角  
 20:00 -27 22  
 21:00 -39 32  
 22:00 -55 40  
 23:00 -74 46  
 00:00 -95 47  
 01:00 -116 44  
 02:00 -133 37  
 03:00 -147 27  
 04:00 -158 16  
 04:51 日出  
 方位 東:0 北:+90

【輻射点高度表】  
 みずがめη (337, -2)  
 時:分 方位 仰角  
 01:00 0 -4  
 02:00 -9 9  
 03:00 -18 21  
 04:00 -29 32  
 04:47 日出  
 方位 東:0 北:+90

【輻射点高度表】  
 みずがめδ (342, -15)  
 時:分 方位 仰角  
 21:00 -19 1  
 22:00 -29 13  
 23:00 -40 23  
 00:00 -53 31  
 01:00 -69 37  
 02:00 -87 40  
 03:00 -106 39  
 04:00 -123 33  
 04:50 日出  
 方位 東:0 北:+90

**Area No.35**

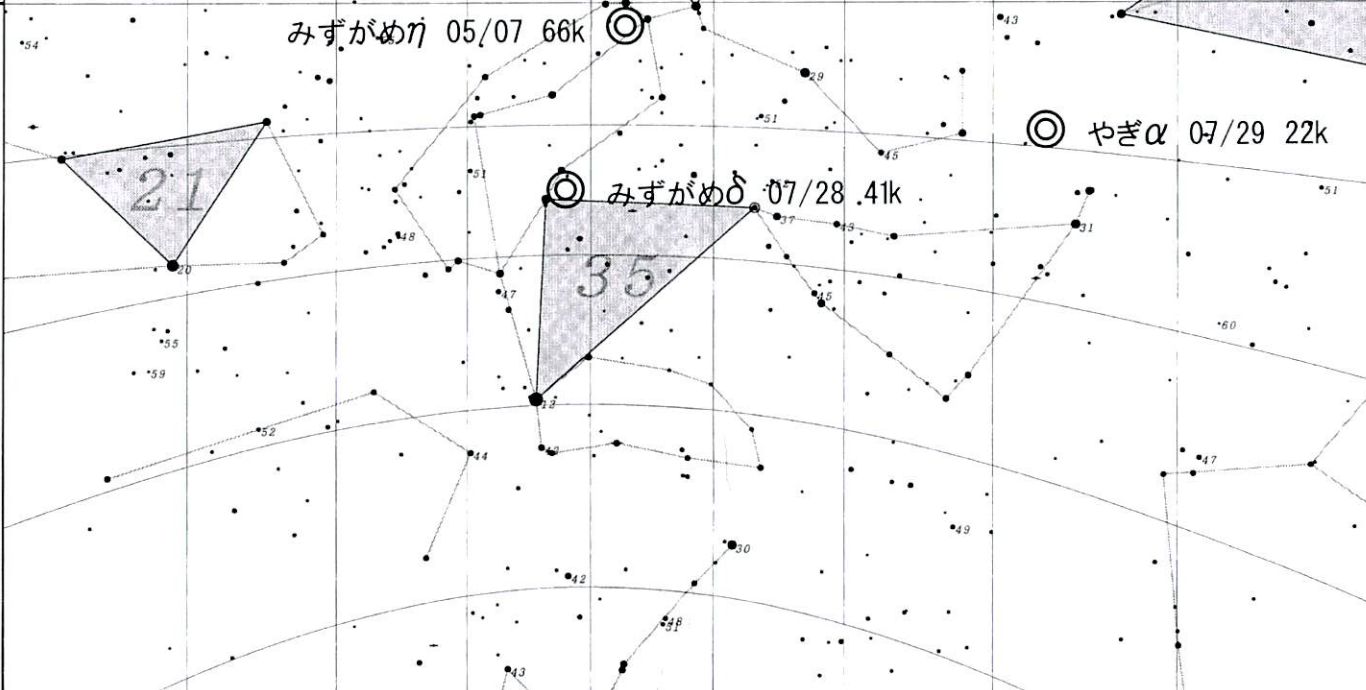
Corner stars  
 δ Cap 2.87  
 δ Aqr 3.27  
 α PsA 1.16

Mag.	N	Sum
4.7	1	4
4.8	0	4
4.9	0	4
5.0	0	4
5.1	1	5
5.2	1	6
5.3	2	8
5.4	0	8
5.5	0	8
5.6	0	8
5.7	2	10
5.8	0	10
5.9	0	10
6.0	1	11
6.1	1	12
6.2	1	13
6.3	1	14
6.4	0	14
6.5	2	16
6.6	0	16
6.7	2	18
6.8	1	19
6.9	3	22
7.0	2	24
7.1	2	26
7.2	6	32

**Area No.21**

Corner stars  
 ι Cet 3.56  
 β Cet 2.04  
 η Cet 3.45

Mag.	N	Sum
5.2	1	5
5.3	1	6
5.4	0	6
5.5	0	6
5.6	1	7
5.7	0	7
5.8	1	8
5.9	0	8
6.0	1	9
6.1	0	9
6.2	1	10
6.3	0	10
6.4	0	10
6.5	3	13
6.6	1	14
6.7	0	14
6.8	1	15
6.9	4	19
7.0	0	19
7.1	0	19
7.2	1	20
7.3	0	20
7.4	1	21
7.5	1	22
7.6	3	25
7.7	2	27

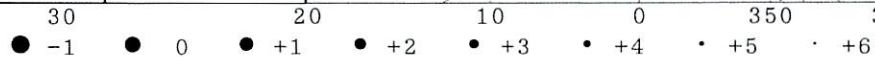


**Area No.18**

Corner stars  
 ε Cyg 2.46  
 ζ Cyg 3.20  
 τ Cyg 3.72

角の星も星数に含める

Mag.	N	Sum
5.5	1	4
5.6	0	4
5.7	0	4
5.8	0	4
5.9	0	4
6.0	1	5
6.1	1	6
6.2	0	6
6.3	0	6
6.4	0	6
6.5	1	7
6.6	0	7
6.7	3	10
6.8	0	10
6.9	0	10
7.0	0	10
7.1	2	12
7.2	1	13
7.3	3	16
7.4	3	19
7.5	1	20
7.6	4	24
7.7	3	27
7.8	3	30
7.9	3	33
8.0	11	44

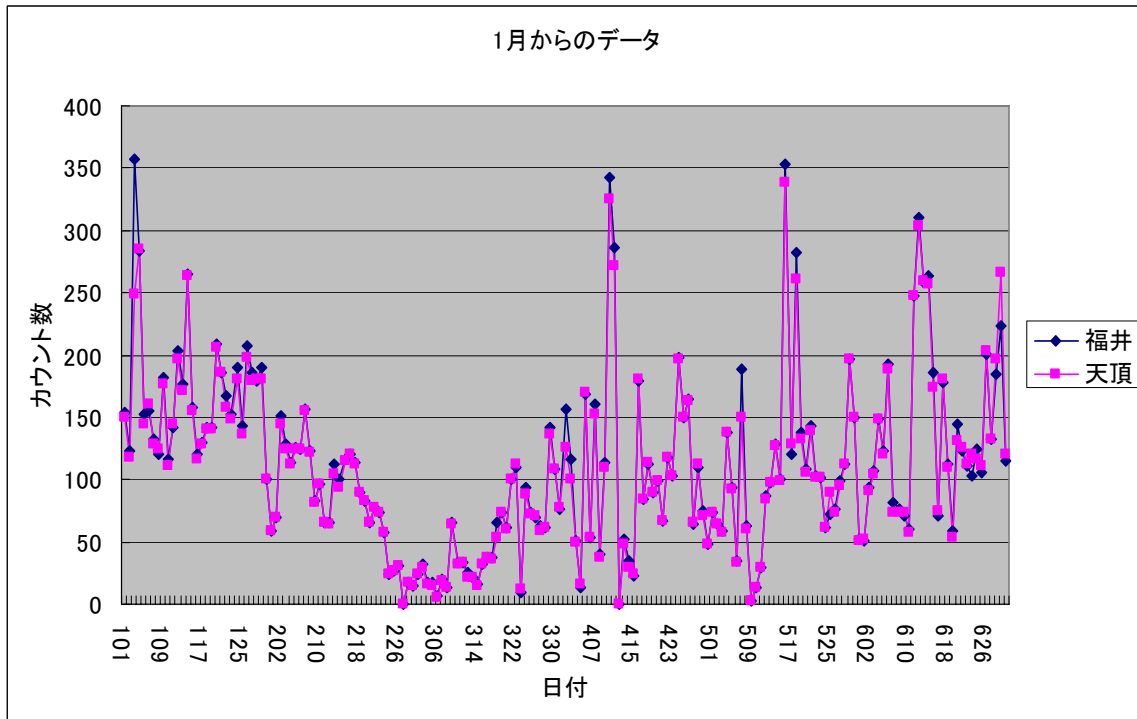


# 流星の電波観測 2009年2月～6月のデータ

2009.07.05

MSS-22

1月からのグラフ



2月後半は雨のためカウント数は少ない。

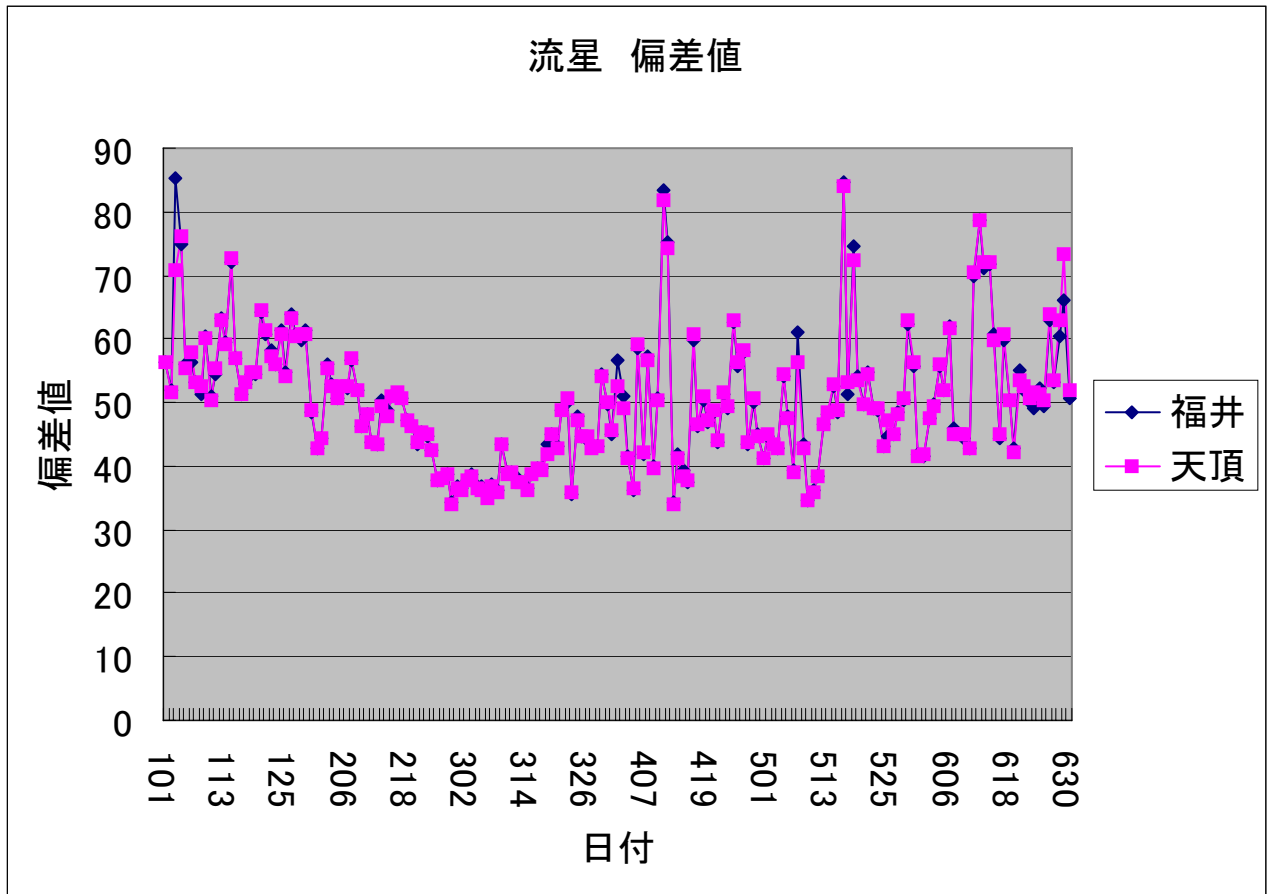
3月以降機器調整を行っていたためカウント数が極端に少ないことがある。

雨のときは、アンテナとケーブルを接続している部分から水が浸入するためショートしてノイズが発生することがわかり対策を行った。まだ対策としては万全ではないが、多少なりともクリアできるようにしてある。これからもう少し雨対策を行っていく。



偏差値を利用して今までのカウント数を計算した。

1月から6月までのグラフ



流星を偏差値で求めてみて

★ 利点

カウント数では分からなかった事が分かる。  
全体の流れが分かる。

☆ 欠点

本当にこれでいいのか。  
1時間毎も試したがいい結果はでてこなかった。

この原稿は発表を元に改訂してあります。

# 流星電波観測による主要流星群経年変化

(流星電波観測国際プロジェクト)

小川 宏 (*h-ogawa@amro-net.jp*)

## 1 しぶんぎ座流星群

しぶんぎ座流星群は、例年流星電波観測で極大が観測されており、海外のデータも比較的安定した結果が得られる年が多い流星群です。結果的にはエラーバーを小さくすることができ、精度を高めることができます。

Figure.1 がしぶんぎ座流星群の 2001 年から 2009 年までの世界統合グラフ、Table.1 が Activity Level の値として最大値を記録している時間帯、Table.2 が、ローレンツ曲線 (P.Jenniskens 2000) によるプロファイル近似結果です。Figure.1 には、Table.2 の合計数値もグラフに曲線として加えてあります。

2002 年は例年になく活発な活動が捕らえられており、2008 年はここ数年では活動レベルが小さくなっています。2009 年については、海外データの都合から、ダブルピーク構造に見えますが、IMO 等の結果から推測し、活動プロファイルの一部として近似しました (2009B を 2009 年度の結果としては正式採用。2009A は参考まで)。全体的に鋭いピークというよりは半値幅も広い印象を受けます。

## 2 みずがめ座 $\delta$ 流星群

ふたご座流星群のように活動期間が長い流星群の解析ですが、ふたご座流星群と大きく異なるのは、天頂効果がほぼ見られないことにあります。その結果、Activity Level の値も比較的安定しており、サイトごとの差異が出にくくなっています。

Figure.2 が 2005 年～2009 年までの結果、Table.3 が Activity Level の値として最大値を記録している時間帯、Table.4 が、ローレンツ曲線によるプロファイル近似結果です。

なんと言っても、活動の主体となっている構成要素は、半値幅が数十時間 (2 日以上) と活動期間が長いのが特徴的で、図は太陽黄経ですが、日付に直すと、7 月 20 日付近から 8 月 8 日付近までと、実に 20 日間くらいの活動を見せていることとなります。(通常レベルは 7/1～7/14 で定義)

また、構成要素についても、通常みずがめ座  $\delta$  群の極大とされる太陽黄経  $125^\circ$  付近の前と後に増減過程でなだらかに推移する期間が存在します。これも顕著に見られる年とそうでない年とがあるところに興味をそそられますが、毎年小さいながらもその雰囲気は見て取れます。この事からも、最大ピークを構成する構成要素 1 つだけでは全体の活動を表現し切れません。年によって差はありますが、太陽黄経で  $121^\circ$  (7 月 24 日～25 日) 付近と  $129^\circ 3'$  (8 月 1 日) 付近とにピークを持つ構成要素があると、近似プロファイルと実測値との差が小さく表現できます。特に  $\lambda_{\odot} = 129^\circ 3'$  付近に極大を持つ構成要素は、その太陽黄経そのものがほぼ等しく、何らかの活動があると言っても問題はないと判断します。

## 3 ペルセウス座流星群

ペルセウス座流星群では、対地速度が速いために、得られる流星数も少なく、電波観測としては解析が難しい流星群です。解析当初の 2001 年や 2002 年では日本時間で Activity Level が高いといった難題があり、根本的にバックグラウンドの定義がおかしいか、使用する電波の周波数によって捕獲流星数に大きな差がでているかのどちらかが考えられます。

Figure.3 が 2001 年～2009 年までの結果、Table.5 が Activity Level の値として最大値を記録している時間帯、Table.6 が、ローレンツ曲線によるプロファイル近似結果です。

2004 年については、Esko Lyytinen らの予測による結果が顕著に出ています。2006 年頃からはようやくデータの安定性が出てきていますので、集計方法の課題というよりも観測地点側の問題によって、得られるエコー数に差が出ているようです。



## 4 オリオン座流星群

2006年の突発出現を受け、流星電波観測においても結果を解析してきましたが、ペルセウス座流星群と同じく対地速度が速いために、その活動を顕著に捕らえることは難しいのが実情です。

Figure.4が2002年～2008年までの結果、Table.7がActivity Levelの値として最大値を記録している時間帯、Table.8が、ローレンツ曲線によるプロファイル近似結果です。

2004年や2005年はほぼActivity Levelの値が0に近いので、極大値を特定することは困難です。プロファイル近似は、最小二乗法による数値が小さい値を採用しているだけです。

## 5 しし座流星群

しし座流星群の結果は1999年データより解析を行っています。Figure.5～Figure.7までを見ると、これまでのしし座流星群の変遷がよくわかります。Table.9がActivity Levelの値として最大値を記録している時間帯、Table.10が、ローレンツ曲線によるプロファイル近似結果です。

2008年は久々にActivity Levelが1を越えました。2005年、2007年は影も形もないほどに活動は低調で、Activity Levelの値も誤差範囲を考慮すると、ほぼ通常レベル、つまり活動は捉えられなかったと判断せざるを得ない状況です。いずれにしても、ある一定以上の活動がないと、通常レベルの誤差範囲に含まれてしまうので、ZHRが10とかでは、Activity Levelの結果として活動を捉えることはほぼ不可能です。

## 6 ふたご座流星群

眼視観測同様、電波観測においても多くの流星エコーが観測される流星群です。

Figure.8が2002年～2008年までの結果、Table.11がActivity Levelの値として最大値を記録している時間帯、Table.12が、ローレンツ曲線によるプロファイル近似結果です。

天頂効果が効くので、その解析は難しく、世界データ統合においても日本のデータ比率が大きいのでその影響はさらに出てしまいます。従って細かな流星群活動構成を議論することはできる精度にありませんが、おおよそのプロファイルを見るに値する数値はでてきています。

その中でも、2003年や2005年は比較的活発な活動を記録しています。誤差範囲を考慮しても高めの数値で推移しています。2008年のふたご座流星群は近年にしては低調だった印象を受けます。ただ、2006年や2007年もそれ以前と比較すると数値は低く、逆の見方をすれば2003年～2005年の活動が活発だったとも言えそうです。ただし、いずれにしても、前述したとおり、天頂効果の問題がありますので、現時点でこの結果を鵜呑みにするのは危険で、眼視観測結果等と照合しておく必要があると思います。

## 7 出典等

流星電波観測国際プロジェクト(The International Project for Radio Meteor Observation)の結果として掲載しています。データの元は、AMRO-NET及びRMOB(Radio Meteor Observation Bulletin)から頂いています。

この他、Activity Levelについては、H.Ogawa et al.(2001)、ローレンツ近似については、P.Jenniskens et al.(2000)を参考にしています。必要な場合はあわせてご参照下さい。

- 1 Ogawa, H., Toyomasu, S., Ohnishi, K., Maegawa, K. (2001) "The global monitor of meteor streams by Radio Meteor Observation all over the world", *Proceeding of the Meteoroids 2001 Conference*, 189-191
- 2 Jenniskens P., Crawford C., Butow S.J., Nugent D., Koop M., Holman D., Houston J., Jobse K., Kronk G. and Beatty K. (2000) "Lorentz Shaped Comet Dust Trail Cross Section from New Hybrid Visual and Video Meteor Counting Technique Implications for Future Leonid Storm Encounters", *Earth, Moon and Planets*, **82-83**, 191-208.

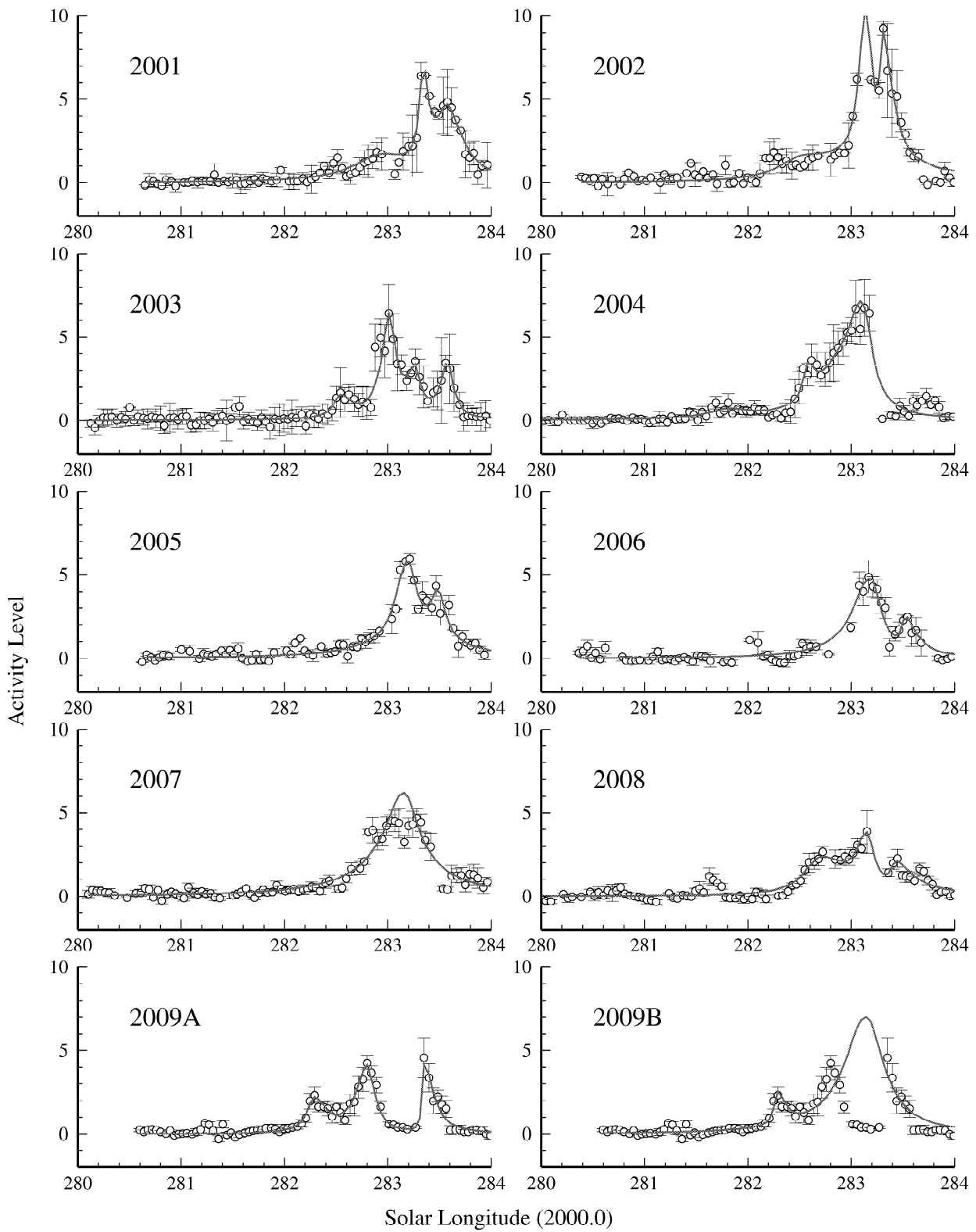


Figure 1: Quadrantids 2001-2009



Table 1: Peak Times of Quadrantids 2001-2009 by worldwide Radio Meteor Observation

Year	Time (UT)	$\lambda_{\odot}$	Activity Level	Year	Time (UT)	$\lambda_{\odot}$	Activity Level
2001	Jan. 3 15 <sup>h</sup>	283°320	6.40 ± 0.79	2006	Jan. 3 18 <sup>h</sup>	283°167	4.87 ± 0.98
	Jan. 3 21 <sup>h</sup>	283°575	4.81 ± 1.98		Jan. 4 03 <sup>h</sup>	283°545	2.51 ± 0.04
2002	Jan. 3 15 <sup>h</sup>	283°056	6.20 ± 0.35	2007	Jan. 3 22 <sup>h</sup>	283°066	4.51 ± 0.65
	Jan. 3 21 <sup>h</sup>	283°310	9.24 ± 0.40		Jan. 4 03 <sup>h</sup>	283°280	4.64 ± 0.57
2003	Jan. 3 11 <sup>h</sup>	282°623	1.58 ± 0.59	2008	Jan. 3 20 <sup>h</sup>	282°724	2.64 ± 0.34
	Jan. 3 20 <sup>h</sup>	283°010	6.42 ± 1.72		Jan. 4 06 <sup>h</sup>	283°152	3.87 ± 1.25
	Jan. 4 02 <sup>h</sup>	283°265	3.56 ± 0.73				
	Jan. 4 09 <sup>h</sup>	283°561	3.42 ± 0.48				
2004	Jan. 3 17 <sup>h</sup>	282°616	3.61 ± 0.96	2009	Jan. 2 16 <sup>h</sup>	282°289	2.34 ± 0.48
	Jan. 4 05 <sup>h</sup>	283°126	6.74 ± 1.70		Jan. 3 04 <sup>h</sup>	282°798	4.25 ± 0.41
					Jan. 3 17 <sup>h</sup>	283°349	4.57 ± 1.18
2005	Jan. 3 13 <sup>h</sup>	283°213	5.96 ± 0.34				
	Jan. 3 19 <sup>h</sup>	283°467	4.34 ± 0.61				

Table 2: Components of Quadrantids 2001-2009

Year	Trail No.	Time (UT)	$\lambda_{\odot}$	$A_{max}$	FWHM(hr)
2001	Q01T1	Jan. 03 06 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	282°94	1.5	-8.0/+8.0
	Q01T2	Jan. 03 16 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	283°35	5.5	-1.1/+1.5
	Q01T3	Jan. 03 21 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	283°58	4.0	-3.0/+4.0
2002	Q02T1	Jan. 03 03 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	282°55	1.5	-7.0/+24.0
	Q02T2	Jan. 03 17 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	283°15	9.0?	-1.8/+1.5
	Q02T3	Jan. 03 21 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	283°32	7.0	-1.0/+2.5
2003	Q03T1	Jan. 03 09 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	282°55	1.3	-2.0/+3.0
	Q03T2	Jan. 03 20 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	283°01	6.0	-2.0/+2.0
	Q03T3	Jan. 04 02 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	283°27	2.5	-2.0/+1.5
	Q03T4	Jan. 04 10 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	283°59	3.3	-2.0/+1.5
2004	Q04T1	Jan. 02 22 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	281°82	0.5	-6.0/+6.0
	Q04T2	Jan. 03 16 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	282°58	2.0	-1.2/+2.0
	Q04T3	Jan. 03 23 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	282°88	2.0	-6.0/+6.0
	Q04T4	Jan. 04 05 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	283°11	6.0	-4.0/+2.5
2005	Q05T1	Jan. 03 13 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	283°19	4.7	-3.0/+2.5
	Q05T2	Jan. 03 15 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	283°28	1.0	-12.0/+12.0
	Q05T3	Jan. 03 20 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	283°49	2.8	-2.0/+2.0
2006	Q06T1	Jan. 03 19 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	283°19	4.8	-5.0/+3.0
	Q06T2	Jan. 04 03 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	283°53	2.0	-1.0/+3.0
2007	Q07T1	Jan. 04 00 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	283°14	1.5	-12.0/+12.0
	Q07T2	Jan. 04 00 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	283°16	4.7	-5.0/+4.0
2008	Q08T1	Jan. 03 20 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	282°71	2.2	-4.5/+8.0
	Q08T2	Jan. 04 06 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	283°15	3.0	-2.5/+2.0
	Q08T3	Jan. 04 13 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	283°43	1.5	-1.0/+5.0
2009	Q09T1	Jan. 02 16 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	282°29	2.0	-1.0/+2.0
	Q09T2	Jan. 03 12 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	283°15	7.0	-6.0/+5.0

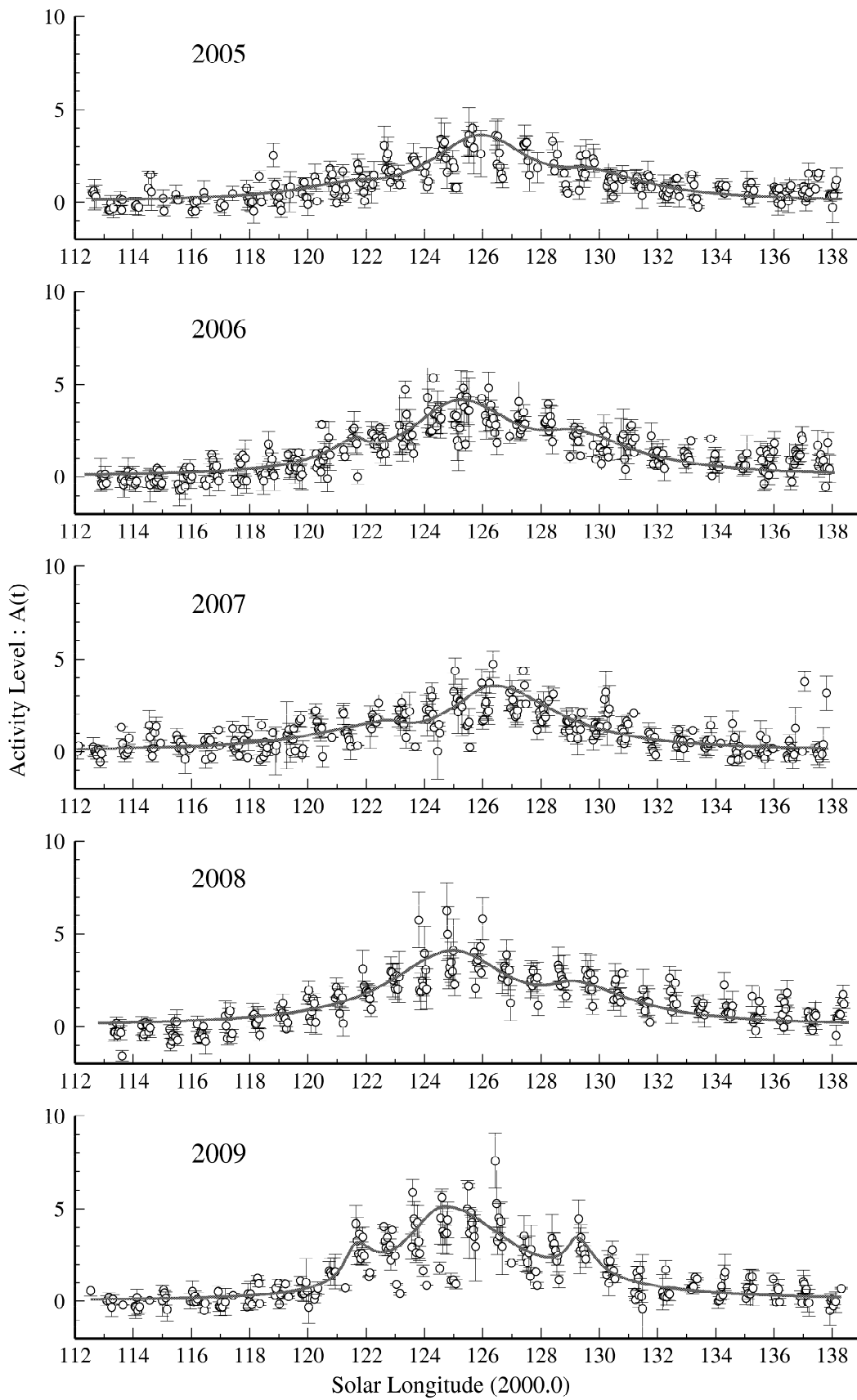


Figure 2:  $\delta$ -Aquirids 2005-2009

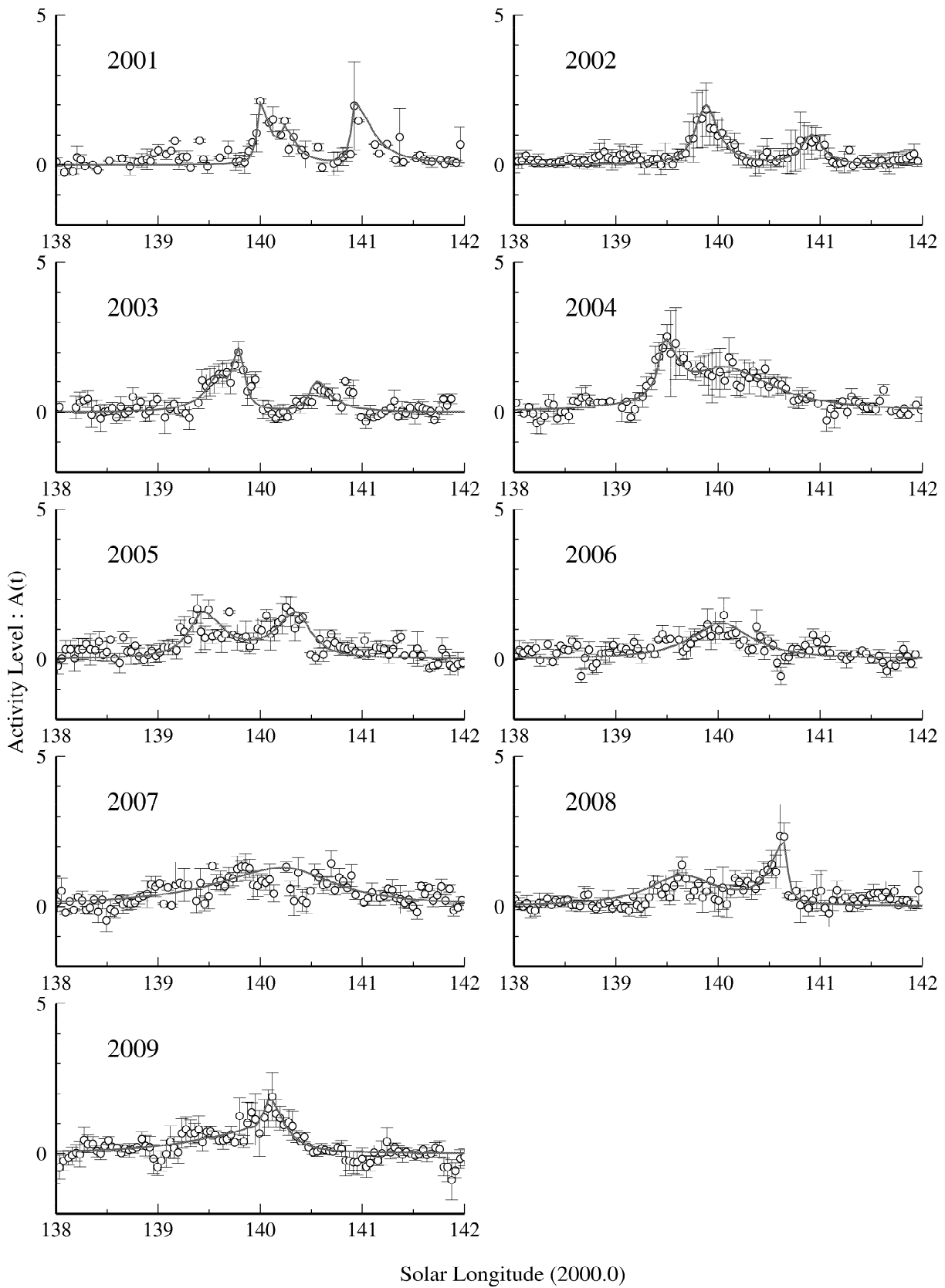
Table 3: Peak Times of  $\delta$ -Aquarids 2005-2009 by worldwide Radio Meteor Observation

Year	Time (UT)	$\lambda_{\odot}$	Activity Level	Year	Time (UT)	$\lambda_{\odot}$	Activity Level
2005	Jul. 25 13 <sup>h</sup>	122°624	3.05 ± 1.04	2008	Jul.27 13 <sup>h</sup>	124°759	6.24 ± 1.55
	Jul. 28 17 <sup>h</sup>	125°643	3.98 ± 0.11		Jul.31 13 <sup>h</sup>	128°584	3.30 ± 0.96
	Aug. 1 19 <sup>h</sup>	129°555	2.58 ± 0.78	2009	Jul.24 13 <sup>h</sup>	121°652	4.19 ± 0.99
2006	Jul. 24 17 <sup>h</sup>	121°584	2.62 ± 0.91		Jul.28 14 <sup>h</sup>	125°513	6.24 ± 0.13
	Jul. 28 15 <sup>h</sup>	125°331	4.81 ± 0.38		Aug. 1 15 <sup>h</sup>	129°376	3.43 ± 0.67
2007	Jul. 25 20 <sup>h</sup>	122°420	2.63 ± 0.43				
	Jul. 29 23 <sup>h</sup>	126°355	4.72 ± 0.71				
	Aug. 3 00 <sup>h</sup>	130°228	3.20 ± 1.12				

Table 4: Components of  $\delta$ -Aquarids 2005-2009

Year	Trail No.	Time (UT)	$\lambda_{\odot}$	$A_{max}$	FWHM(hr)
2005	C05T1	Jul. 24 06 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	121°39	0.5	-60.0/+30.0
	C05T2	Jul. 29 00 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	125°93	3.5	-54.0/+54.0
	C05T3	Aug. 02 00 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	129°76	1.0	-30.0/+60.0
2006	C06T1	Jul. 24 18 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	121°63	1.0	-30.0/+12.0
	C06T2	Jul. 28 12 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	125°22	4.0	-54.0/+60.0
	C06T3	Aug. 01 18 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	129°28	1.5	-36.0/+60.0
2007	C07T1	Jul. 26 00 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	122°58	1.0	-78.0/+24.0
	C07T2	Jul. 30 00 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	126°40	3.5	-48.0/+66.0
2008	C08T1	Jul. 27 18 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	124°96	4.0	-66.0/+60.0
	C08T2	Aug. 01 06 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	129°26	1.5	-30.0/+60.0
2009	C09T1	Jul. 24 13 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	121°65	2.0	-12.0/+18.0
	C09T2	Jul. 27 18 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	124°72	5.0	-42.0/+72.0
	C09T3	Aug. 01 12 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	129°26	2.5	-12.0/+18.0





Solar Longitude (2000.0)  
Figure 3: Perseids 2001-2009

Table 5: Peak Times of Perseids 2001-2009 by worldwide Radio Meteor Observation

Year	Time (UT)	$\lambda_{\odot}$	Activity Level	Year	Time (UT)	$\lambda_{\odot}$	Activity Level
2001	Aug.12 16 <sup>h</sup>	140°000	2.13 ± 0.08	2006	Aug.13 00 <sup>h</sup>	140°058	1.48 ± 0.58
	Aug.13 15 <sup>h</sup>	140°922	1.98 ± 1.47				
2002	Aug.12 19 <sup>h</sup>	139°822	1.86 ± 0.87	2007	Aug.13 00 <sup>h</sup>	139°853	1.32 ± 0.44
	Aug.13 22 <sup>h</sup>	140°957	0.88 ± 0.38				
2003	Aug.12 23 <sup>h</sup>	139°787	2.01 ± 0.35	2008	Aug.12 02 <sup>h</sup>	139°646	1.38 ± 0.25
					Aug.13 03 <sup>h</sup>	140°645	2.33 ± 0.46
2004	Aug.11 22 <sup>h</sup>	139°499	2.53 ± 0.39	2009	Aug.12 15 <sup>h</sup>	139°914	1.38 ± 0.31
					Aug.12 20 <sup>h</sup>	140°116	1.90 ± 0.81
2005	Aug.12 01 <sup>h</sup>	139°380	1.68 ± 0.46				
	Aug.12 23 <sup>h</sup>	140°253	1.74 ± 0.36				

Table 6: Components of Perseids 2001-2009

Year	Trail No.	Time (UT)	$\lambda_{\odot}$	$A_{max}$	FWHM(hr)
2001	P01T1	Aug. 12 16 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	140°01	2.0	-1.0/+2.5
	P01T2	Aug. 12 22 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	140°25	1.0	-1.5/+3.0
	P01T3	Aug. 13 15 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	140°93	2.0	-1.0/+5.0
2002	P02T1	Aug. 12 19 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	139°88	2.0	-3.0/+3.5
	P02T2	Aug. 13 21 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	140°92	1.0	-3.0/+3.0
2003	P03T1	Aug. 12 18 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	139°60	1.0	-4.0/+2.0
	P03T2	Aug. 12 23 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	139°80	2.0	-2.0/+1.5
	P03T3	Aug. 13 18 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	140°56	1.0	-2.0/+4.0
2004	P04T1	Aug. 11 22 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	139°49	1.9	-2.0/+3.5
	P04T2	Aug. 12 13 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	140°09	1.4	-12.0/+14.0
2005	P05T1	Aug. 12 03 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	139°44	1.5	-4.0/+6.0
	P05T2	Aug. 13 02 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	140°36	1.5	-6.0/+4.0
2006	P06T2	Aug. 13 00 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	140°04	1.2	-9.0/+9.0
2007	P07T2	Aug. 13 11 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	140°24	1.3	-20.0/+15.0
2008	P08T1	Aug. 12 02 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	139°65	1.0	-10.0/+10.0
	P08T2	Aug. 13 03 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	140°64	2.0	-4.0/+4.0
2009	P09T1	Aug. 12 14 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	139°88	0.6	-18.0/+3.0
	P09T2	Aug. 13 20 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	140°12	1.7	-2.5/+4.0

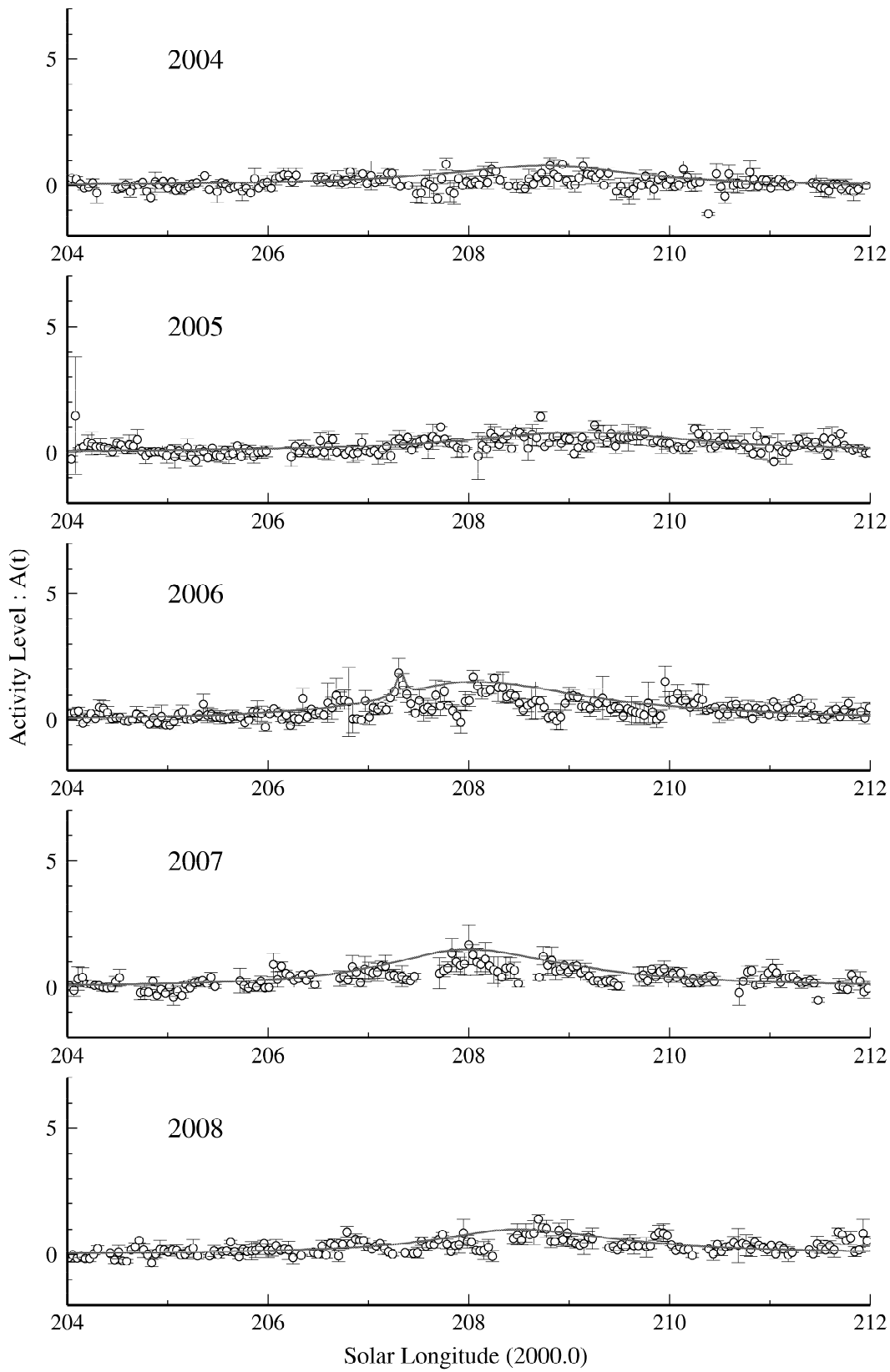


Figure 4: Orionids 2002-2009



Table 7: Peak Times of Orionids 2002-2009 by worldwide Radio Meteor Observation

Year	Time (UT)	$\lambda_{\odot}$	Activity Level	Year	Time (UT)	$\lambda_{\odot}$	Activity Level
2004	?	209°?	0.5?	2007	Oct. 21 21 <sup>h</sup>	207°998	1.67 ± 0.76
2005	?	209°?	0.5?	2008	Oct. 21 20 <sup>h</sup>	208°692	1.40 ± 0.18
2006	Oct. 20 22 <sup>h</sup>	207°300	1.85 ± 0.60				
	Oct. 21 16 <sup>h</sup>	208°046	1.71 ± 0.25				

Table 8: Components of Orionids 2002-2008

Year	Trail No.	Time (UT)	$\lambda_{\odot}$	$A_{max}$	FWHM(hr)
2004	O04T1	Oct. 21 22 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	208°81	0.8	-30.0/+24.0
2005	O05T1	Oct. 22 12 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	209°13	0.8	-36.0/+36.0
2006	O06T1	Oct. 20 23 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	207°34	1.0	-1.0/+1.0
	O06T2	Oct. 21 16 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	208°05	1.5	-24.0/+30.0
2007	O07T1	Oct. 21 21 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	208°00	1.5	-24.0/+30.0
2008	O08T1	Oct. 21 15 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	208°48	1.0	-24.0/+30.0

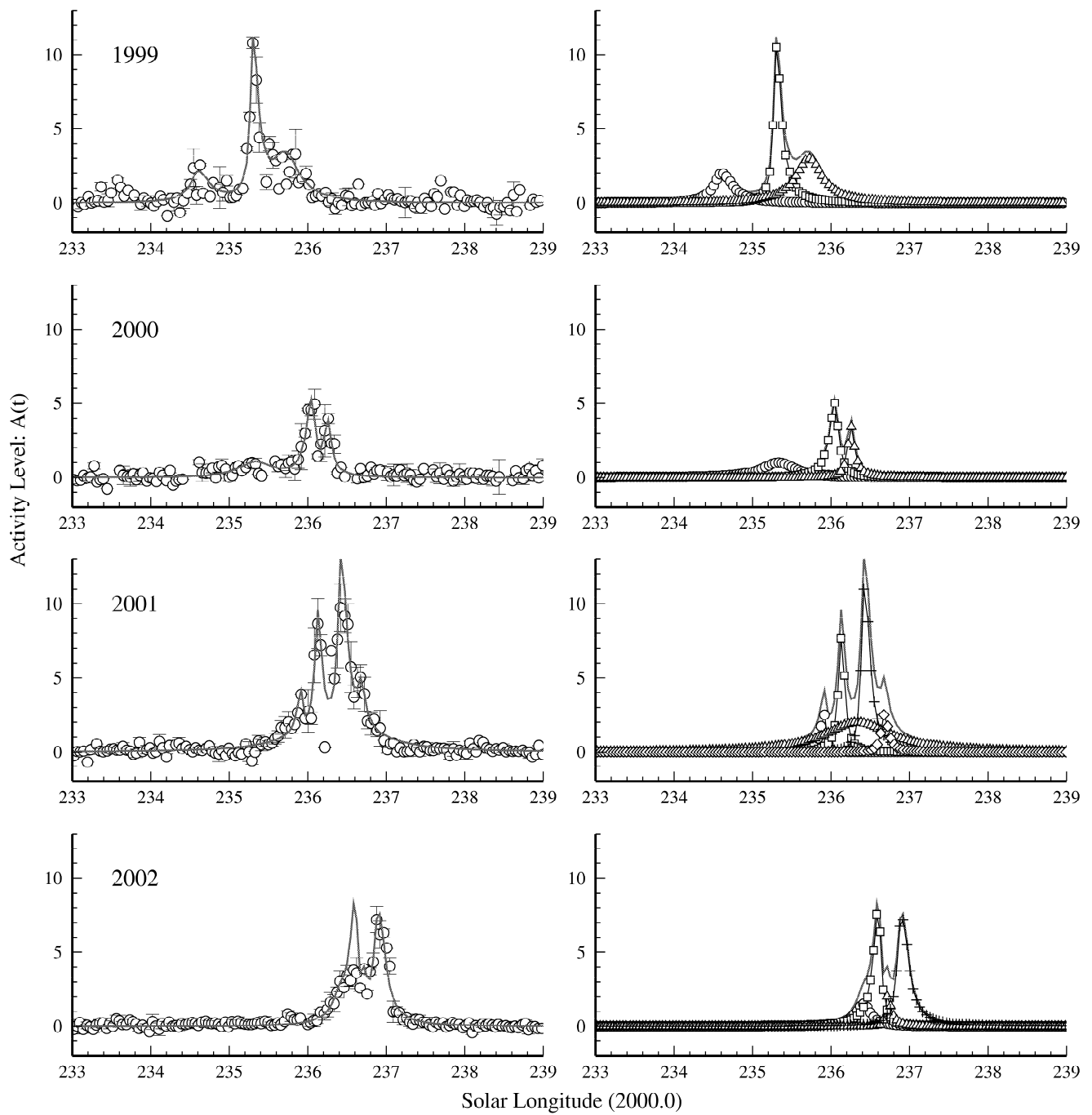


Figure 5: Leonids 1999-2002

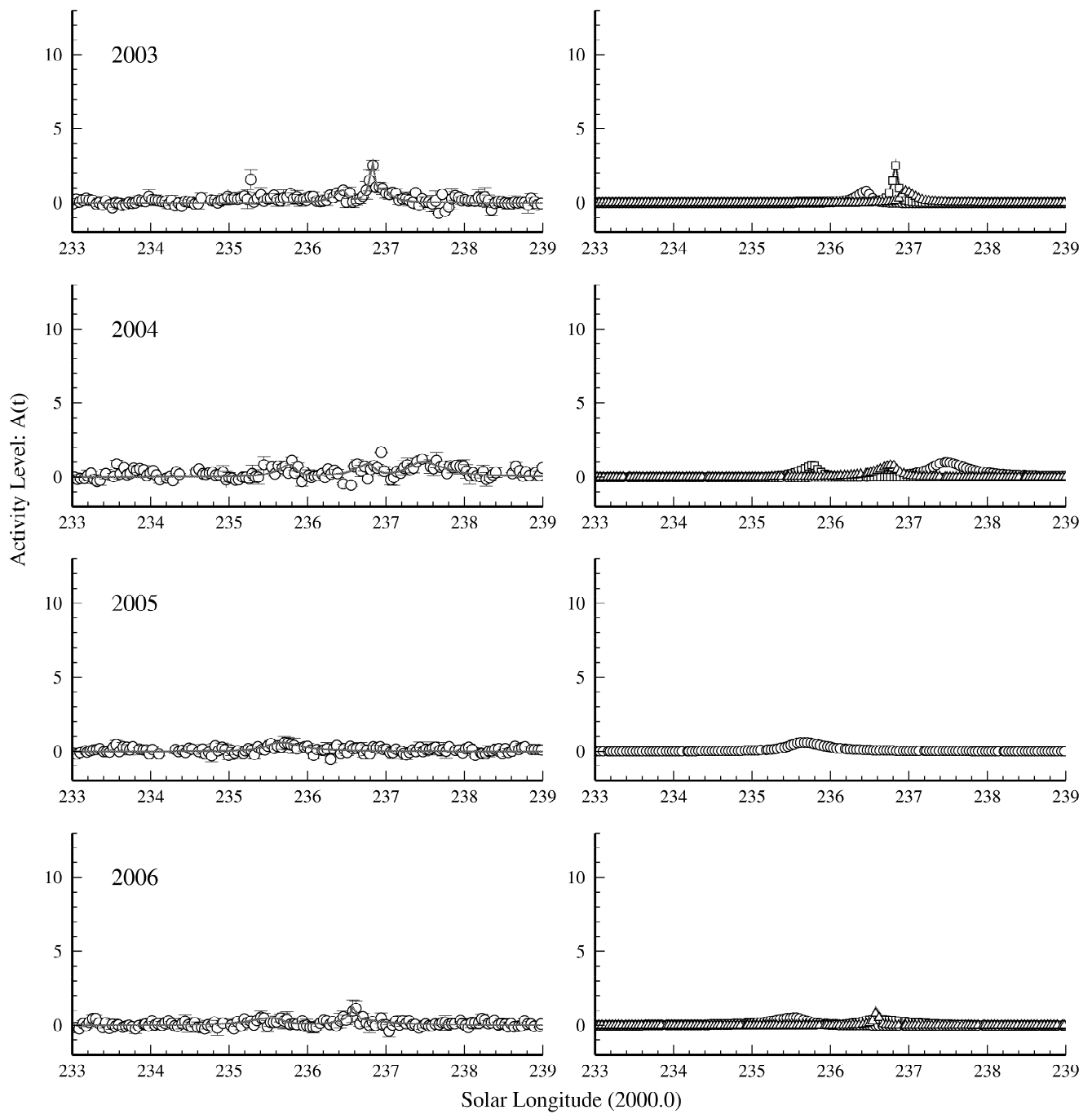


Figure 6: Leonids 2003-2006



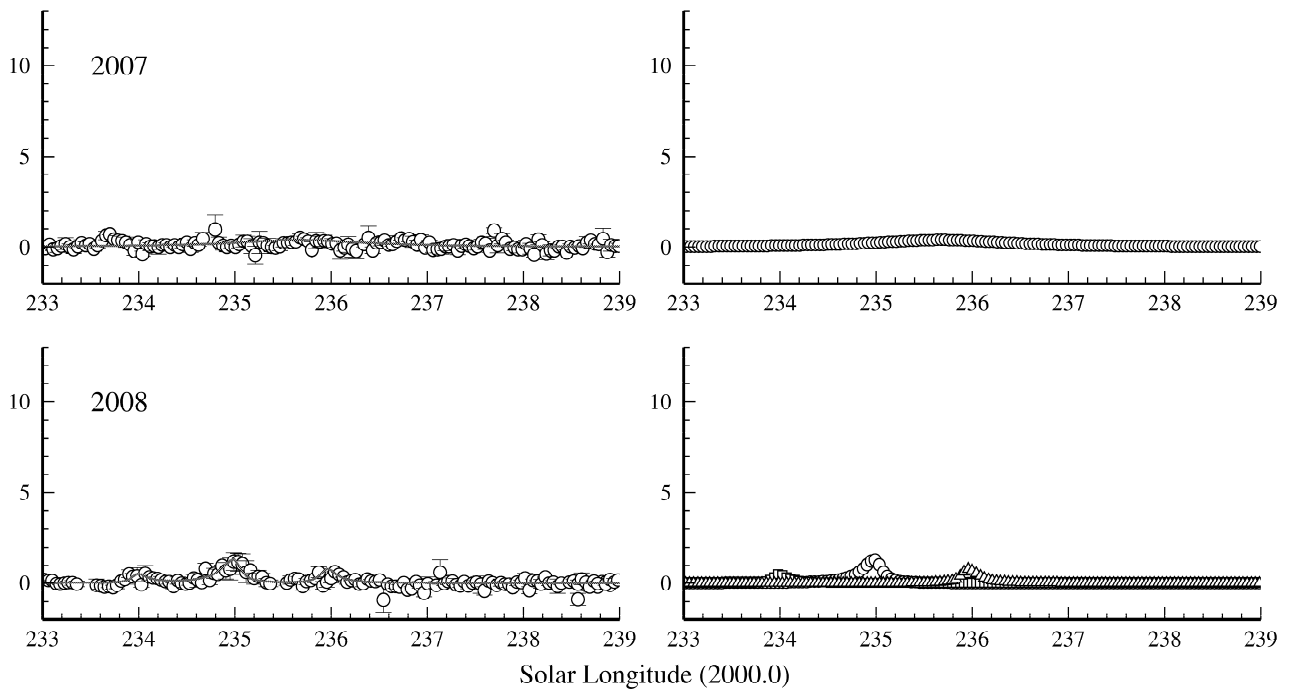


Figure 7: Leonids 2007-2008

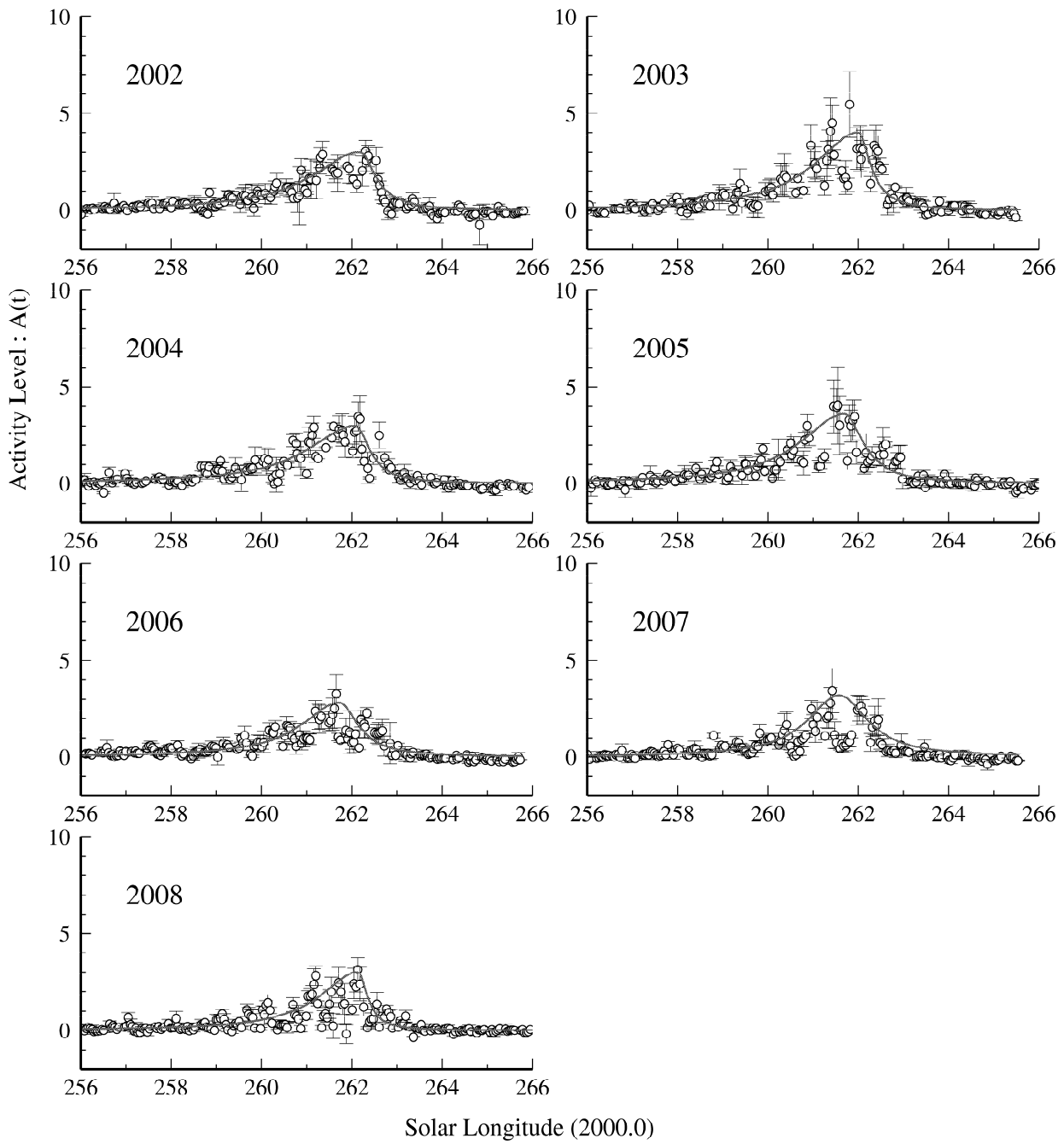
Table 9: Peak Times of Leonids 1999-2008 by worldwide Radio Meteor Observation

Year	Time (UT)	$\lambda_{\odot}^{**}$	Activity Level	Year	Time (UT)	$\lambda_{\odot}$	Activity Level		
1998	Nov. 17 02 <sup>h</sup>	234°549	15.5*	2004	Nov. 17 21 <sup>h</sup>	235°798	1.13 ± 0.23		
	Nov. 17 19 <sup>h</sup>	235°265	1.23 ± 0.02		Nov. 19 12 <sup>h</sup>	237°463	1.20 ± 0.25		
	Nov. 18 04 <sup>h</sup>	235°638	3.14 ± 0.04	2005	Nov. 18 01 <sup>h</sup>	235°707	0.57 ± 0.42		
	Nov. 18 06 <sup>h</sup>	235°729	3.78 ± 0.20		2006	Nov. 19 05 <sup>h</sup>	236°617	1.15 ± 0.50	
1999	Nov. 17 08 <sup>h</sup>	234°545	2.36 ± 1.28			2007	Nov. 16 12 <sup>h</sup>	233°659	0.65 ± 0.24
Nov. 18 02 <sup>h</sup>	235°301	10.81 ± 0.39	Nov. 18 12 <sup>h</sup>				235°675	0.52 ± 0.20	
Nov. 18 15 <sup>h</sup>	235°846	3.31 ± 1.63	2008	Nov. 16 00 <sup>h</sup>			233°899	0.54 ± 0.23	
Nov. 18 18 <sup>h</sup>	235°977	1.98 ± 0.50		Nov. 17 02 <sup>h</sup>	234°991		1.20 ± 0.46		
2000	Nov. 17 07 <sup>h</sup>	235°250		0.93 ± 0.11	2003	Nov. 19 06 <sup>h</sup>	236°454	0.86 ± 0.10	
	Nov. 18 03 <sup>h</sup>	236°087		4.95 ± 1.00		Nov. 19 15 <sup>h</sup>	236°832	2.54 ± 0.35	
	Nov. 18 07 <sup>h</sup>	236°259	3.97 ± 0.36						
2001	Nov. 18 05 <sup>h</sup>	235°915	4.62 ± 1.02						
	Nov. 18 10 <sup>h</sup>	236°167	8.66 ± 1.67						
	Nov. 18 17 <sup>h</sup>	236°419	9.73 ± 1.61*						
	Nov. 18 23 <sup>h</sup>	236°672	5.03 ± 0.88						

\* エコーが飽和しているため値は参考程度

Table 10: Components of Leonids 1999-2008

Year	Estimated Trails by Radio Meteor Observation					Predictions by McNaught and Asher		
	Trail No.	Time (UT)	$\lambda_{\odot}$	$A(t)$	FWHM(hr)	Time (UT)	$\lambda_{\odot}$	Dust Trail
1998	-	Nov. 17 02 <sup>h</sup>	234°55	15.5	-	-	-	1333
	-	Nov. 17 19 <sup>h</sup>	235°27	1.23 ± 0.02	-	Nov. 17 19 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup>	235°27	1932
	-	Nov. 18 04 <sup>h</sup>	235°64	3.14 ± 0.04	-	Nov. 18 04 <sup>h</sup> 08 <sup>m</sup>	235°63	1866
	-	Nov. 18 06 <sup>h</sup>	235°73	3.78 ± 0.20	-	Nov. 18 07 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup>	235°79	1833
						Nov. 18 09 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup>	235°85	1799
1999	L99T1	Nov. 17 10 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	234°62	2.0	-3.0/+4.0			
	L99T2	Nov. 18 02 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	235°31	11.0	-1.0/+1.5	Nov. 18 01 <sup>h</sup> 43 <sup>m</sup>	235°27	1932
						Nov. 18 02 <sup>h</sup> 07 <sup>m</sup>	235°29	1899
	L99T3	Nov. 18 12 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	235°73	3.0	±5.0	Nov. 18 19 <sup>h</sup> 59 <sup>m</sup>	236°04	1866
2000	L00T1	Nov. 17 09 <sup>h</sup>	235°3	1.0	±6.0	Nov. 17 07 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup>	235°27	1932
	L00T2	Nov. 18 02 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	236°05	5.0	-2.0/+1.5	Nov. 18 03 <sup>h</sup> 44 <sup>m</sup>	236°10	1733
	L00T3	Nov. 18 07 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>	236°25	3.5	-1.0/+1.5	Nov. 18 07 <sup>h</sup> 51 <sup>m</sup>	236°28	1866
2001	L01T1	Nov. 18 05 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	236°01	2.5	-1.5/+0.5			
	L01T2	Nov. 18 10 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	236°14	8.0	-1.2/+1.0	Nov. 18 09 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup>	236°11	1767
	L01T3	Nov. 18 15 <sup>h</sup>	236°3	2.0	±12.0			
	L01T4	Nov. 18 17 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	236°43	11.0	-1.0/+2.0	Nov. 18 17 <sup>h</sup> 24 <sup>m</sup>	236°42	1699
						Nov. 18 18 <sup>h</sup> 13 <sup>m</sup>	236°46	1866
2002	L02T1	Nov. 18 23 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	236°68	2.5	-1.0/+1.5			
	L02T2	Nov. 19 03 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	236°59	1.5	-10.0/+6.0			
	L02T3	Nov. 19 03 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	236°60	5.0	-1.6/+0.6	Nov. 19 03 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup>	236°61	1767
2003	L03T1	Nov. 19 11 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	236°90	7.0	-1.2/+2.5	Nov. 19 10 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup>	236°89	1866
	L03T2	Nov. 19 06 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	236°45	0.8	-3.0/+1.5	Nov. 19 06 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	236°45	1533
	L03T3	Nov. 19 15 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	236°83	2.5	-1.2/+0.8	Nov. 19 16 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	236°89	1733
2004	L04T1	Nov. 19 18 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	236°96	0.8	-1.5/+3.0	Nov. 20 00 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	237°22	1333
	L04T2	Nov. 17 21 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	235°80	0.8	-4.0/+2.0			
	L04T3	Nov. 18 21 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	236°81	0.8	-5.0/+2.0			
2005	L05T1	Nov. 19 13 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	237°48	1.0	-5.0/+8.0			
	L05T2	Nov. 18 00 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	235°67	0.6	-5.0/+8.0			
	L05T3	Nov. 19 04 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	236°58	0.4	-5.0/+12.0			
2006	L06T1	Nov. 19 05 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	236°63	1.0	-1.0/+0.5	Nov. 19 04 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	236°61	1932
	L06T2	Nov. 18 04 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	235°57	0.5	-8.0/+4.0			
	L06T3	Nov. 19 04 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	236°58	0.4	-5.0/+12.0			
2007	L07T1	Nov. 19 05 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	236°63	1.0	-1.0/+0.5			
	L07T2	Nov. 18 12 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	235°67	0.4	-20.0/+20.0			
	L07T3	Nov. 19 05 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	236°63	1.0	-1.0/+0.5			
2008	L08T1	Nov. 16 02 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	233°98	0.5	-1.5/+3.0			
	L08T2	Nov. 17 02 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	234°99	1.3	-4.0/+2.0			
	L08T3	Nov. 18 01 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	235°96	0.8	-2.0/+3.0			



Solar Longitude (2000.0)  
Figure 8: Geminids 2002-2008



Table 11: Peak Times of Geminids 2002-2008 by worldwide Radio Meteor Observation

Year	Time (UT)	$\lambda_{\odot}$	Activity Level	Year	Time (UT)	$\lambda_{\odot}$	Activity Level
2002	Dec.14 12 <sup>h</sup>	262°305	3.06 ± 0.56	2006	Dec.13 22 <sup>h</sup>	261°656	3.27 ± 1.02
2003	Dec.14 07 <sup>h</sup>	261°806	5.46 ± 1.69	2007	Dec.14 22 <sup>h</sup>	261°470	3.44 ± 1.15
2004	Dec.13 21 <sup>h</sup>	262°142	3.47 ± 0.74	2008	Dec.13 21 <sup>h</sup>	262°136	3.12 ± 0.65
2005	Dec.13 13 <sup>h</sup>	261°545	4.04 ± 1.98				

Table 12: Components of Geminids 2002-2008

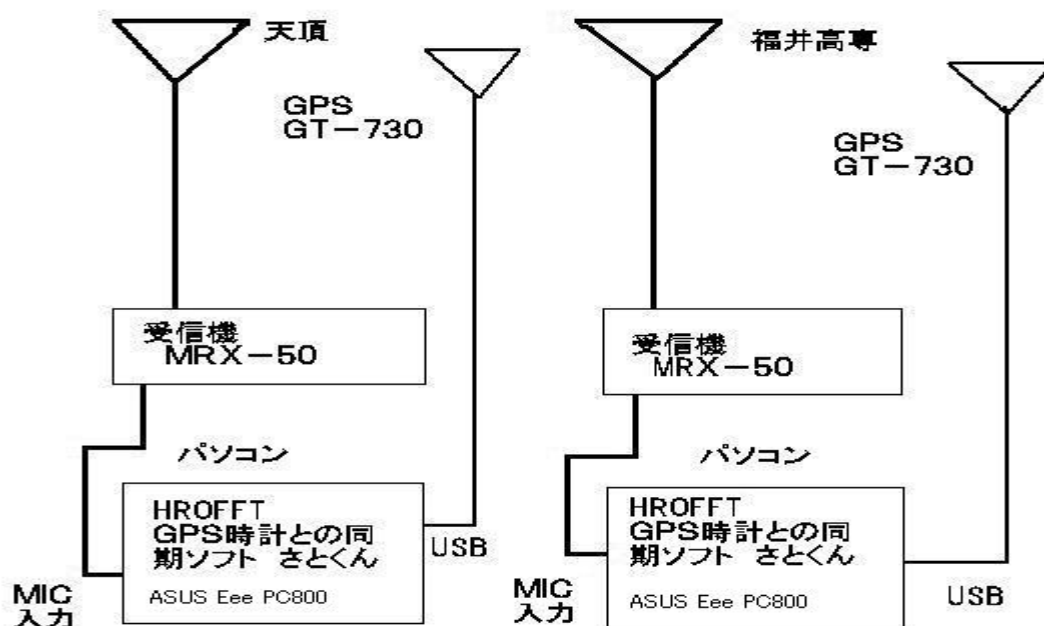
Year	Trail No.	Time (UT)	$\lambda_{\odot}$	$A_{max}$	FWHM(hr)
2002	G02T1	Dec. 14 10 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	262°20	3.0	-30.0/ + 10.0
2003	G03T1	Dec. 14 12 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	262°02	4.0	-28.0/ + 8.0
2004	G04T1	Dec. 13 20 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	262°11	3.0	-30.0/ + 9.0
2005	G05T1	Dec. 13 17 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	261°72	3.6	-28.0/ + 12.0
2006	G06T1	Dec. 14 00 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	261°75	2.8	-24.0/ + 12.0
2007	G07T1	Dec. 14 02 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	261°60	3.2	-20.0/ + 18.0
2008	G08T1	Dec. 13 21 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	262°14	3.0	-24.0/ + 6.0

# 流星の電波観測

## 2009年7月～9月の観測データ

MSS-123  
2009/10/04  
電波  
藤由 嘉昭

7月27日からシステムを変更しました。



流星の電波観測 構成図

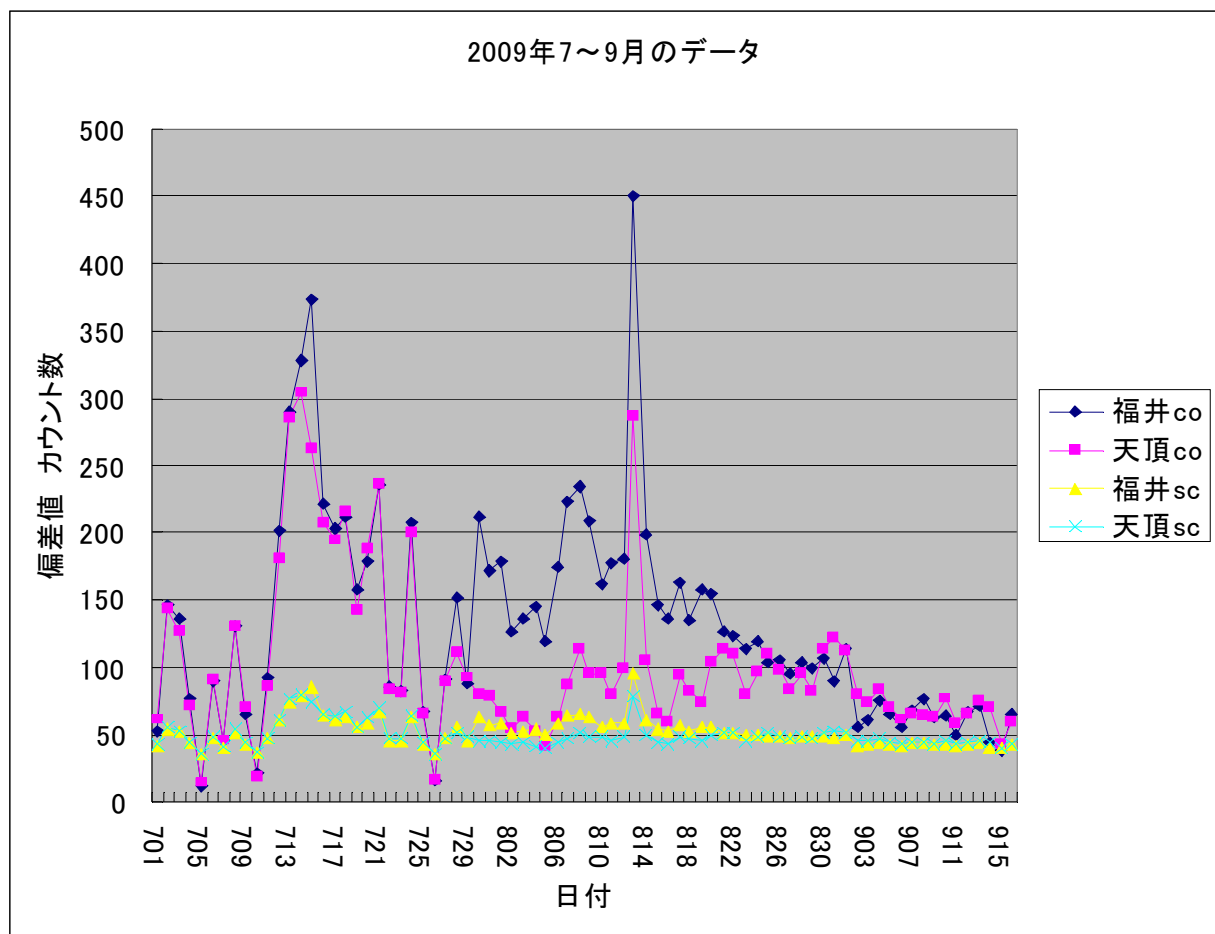
7月27日9時40分からこのように変更しました。

今までの経緯

2008年7月から受信機2台、パソコン1台、で2chHROFFTを利用して観測を開始したが2台の受信機かそのほかの影響で干渉するのか受信レベルの調整がうまく行かない部分があった。また、雨などの影響がありうまくカウントできない部分があった。これはアンテナ接続部に自己融着テープを巻くことより雨の影響を排除する事ができた。

7月27日からは上記のようにシステムを変更することによりうまくカウントできるようになった。

カウント数、偏差値で計算したデータ



co : カウント数 sc : 偏差値

7月からの経過

7月4、5、10日、なぜかほとんどカウントせず。

7月22日16時10分から7月23日10時10分まで HROFFT が停止していた。

うっかりとオフにしてしまったのだろう。

7月24日、雨が降ったりしているためシグナルレベルを下げて帰った。25日以降晴れたが珍しくカウント数が少なかった。

7月27日、パソコンを2台にした。9時40分メンテナンス。

EeePC 800 Win XP home SE3 GPS 時計 GT-730 ソフト さとくん

アンテナとケーブルの接続部に自己融着テープをまいたら、雨の進入が完全に防げた。

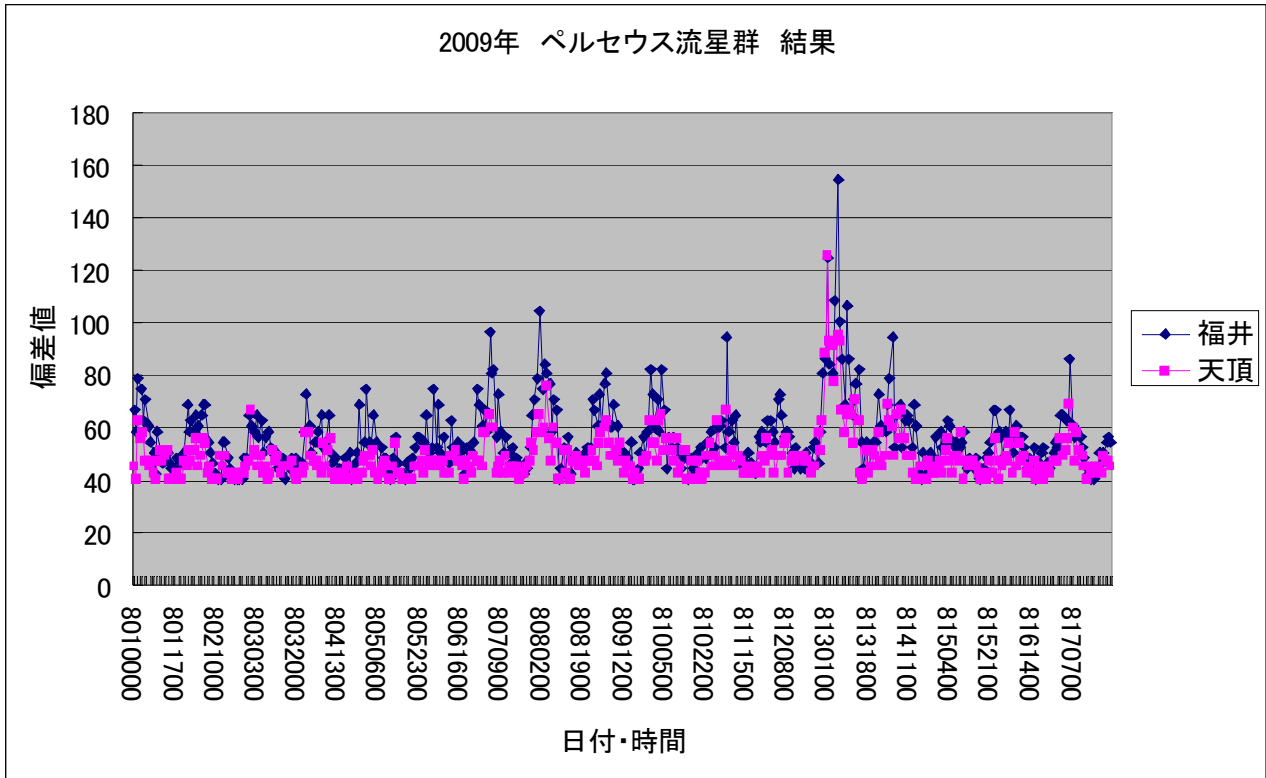
また、2ch の時にはお互いが干渉していたようだ。

7月28日11時10分から29日9時10分まで停止 福井高専

HROFFT が止まっていた。

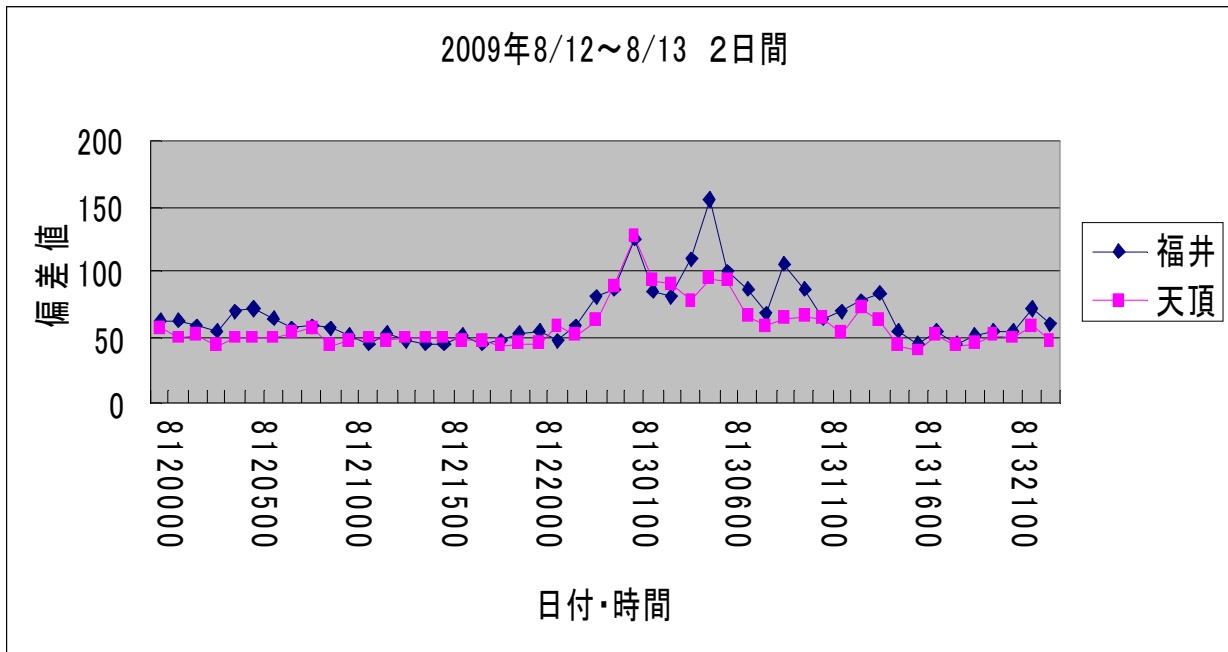
8月8日9時~10時20分 電気設備点検のため休止。





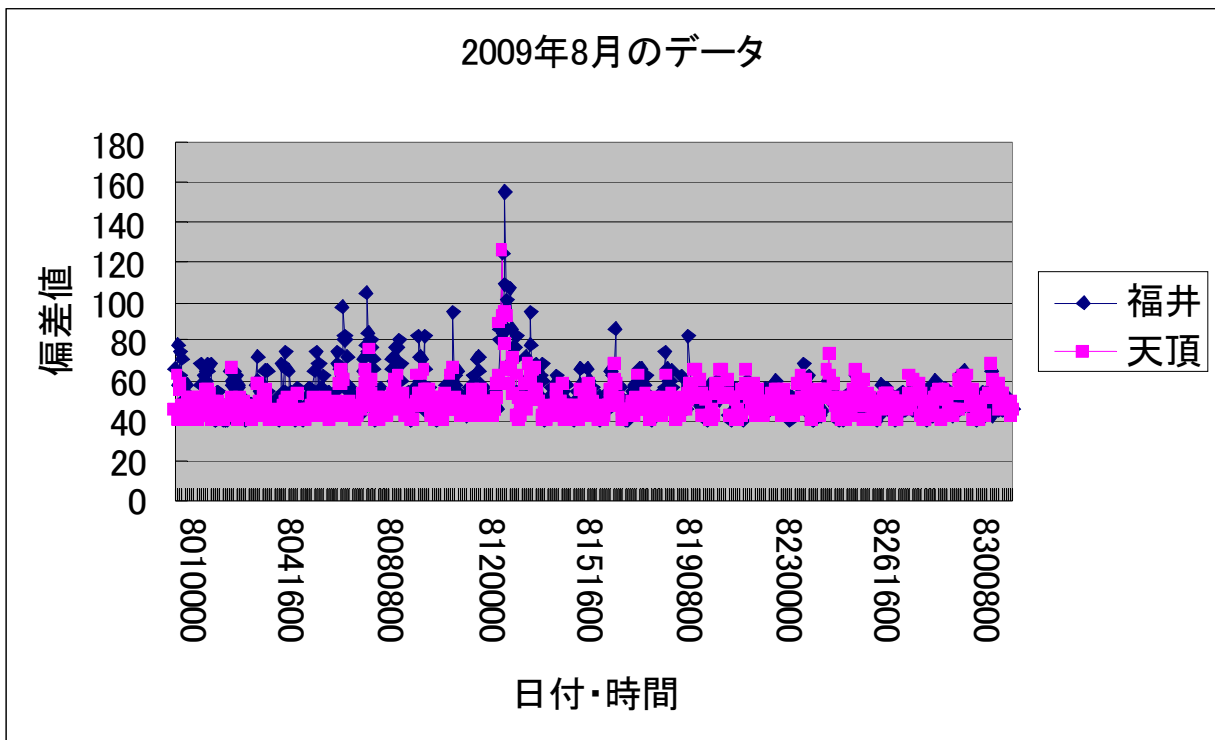
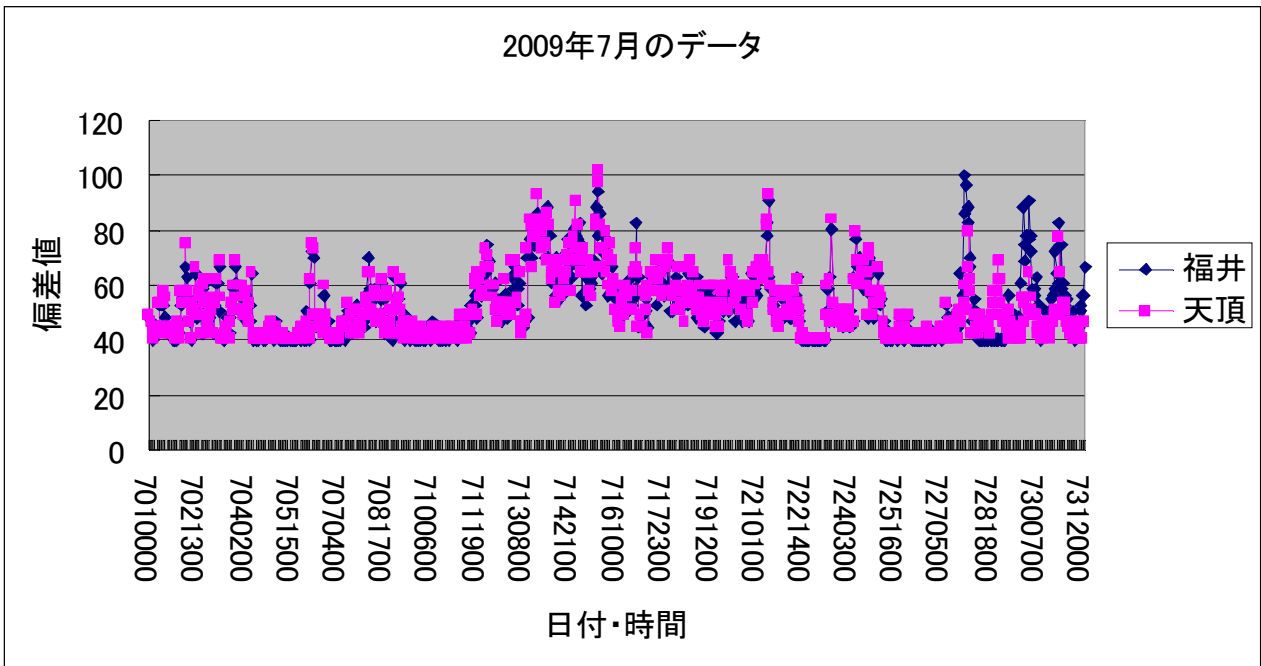
2009年ペルセウス流星群の結果 8月1日0時～17日23時

クローズアップしたグラフ

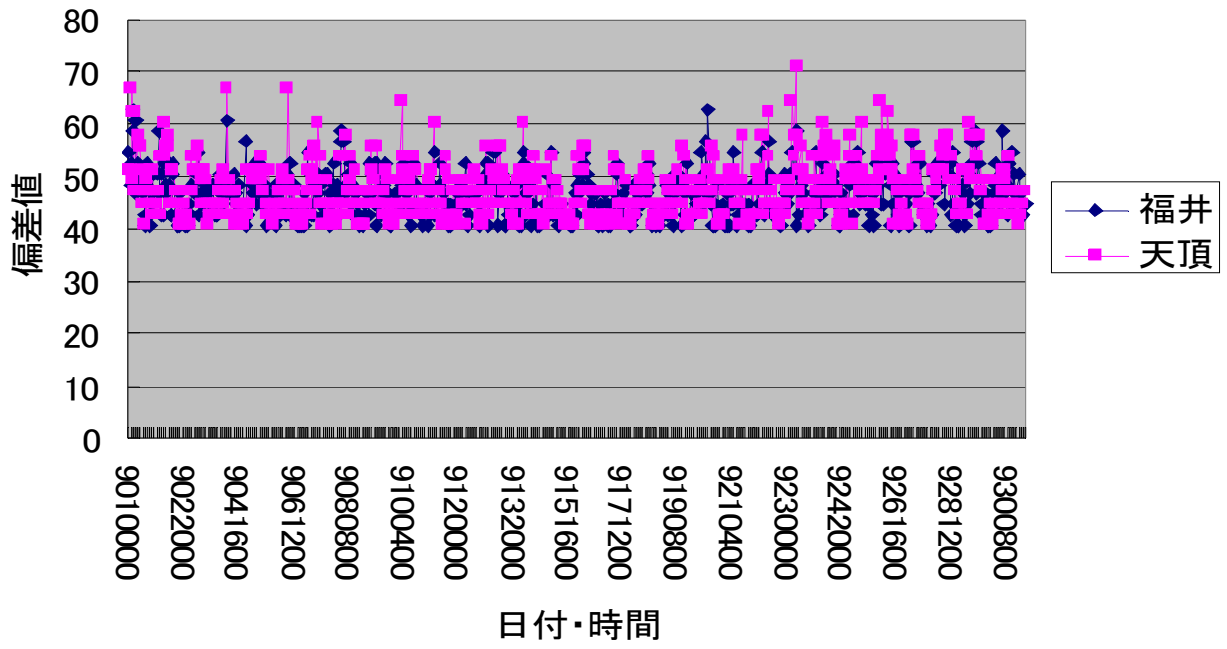


ピーク 福井高専 8月13日 5時 偏差値 154  
 天頂 8月13日 1時 偏差値 125

月ごとのグラフ

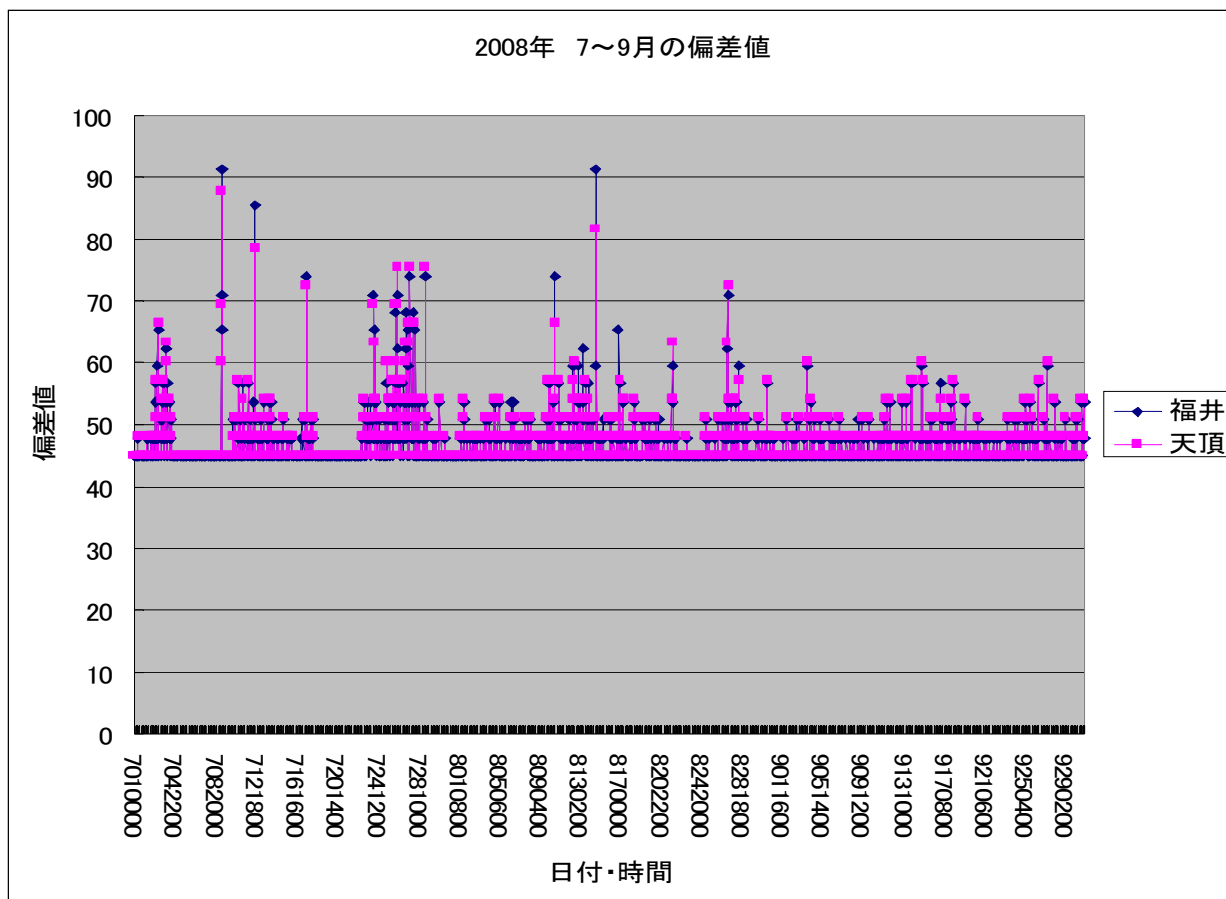


2009年9月のデータ



2008年7月～9月のデータ

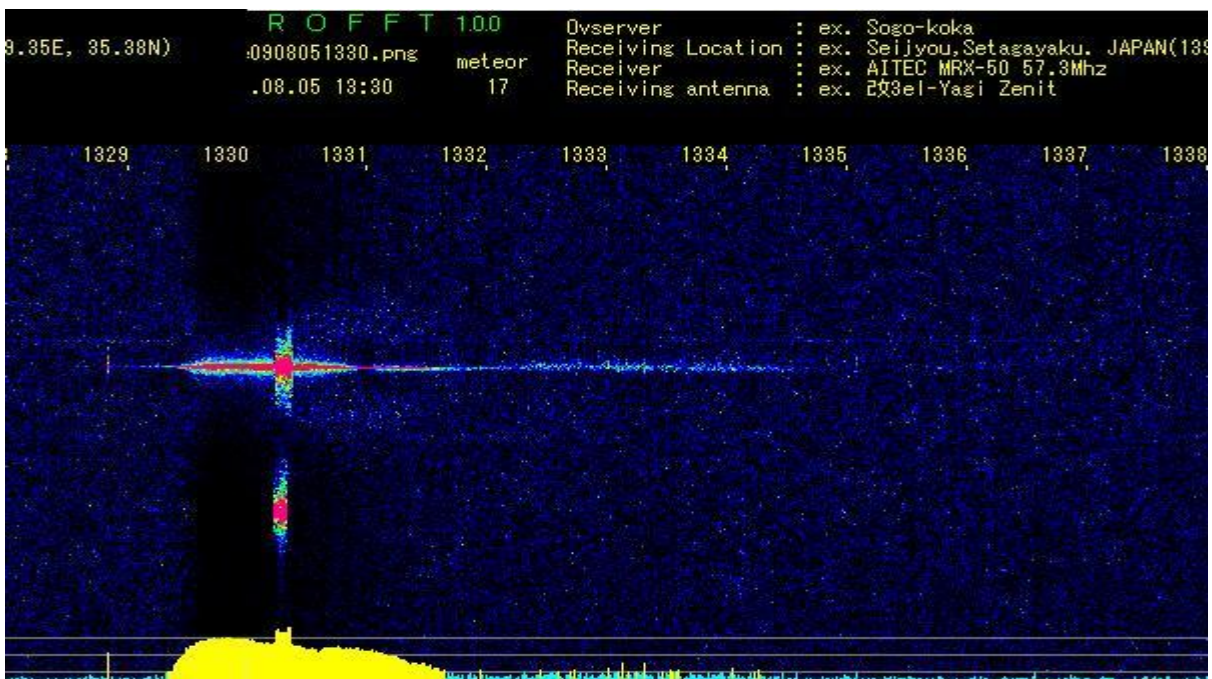
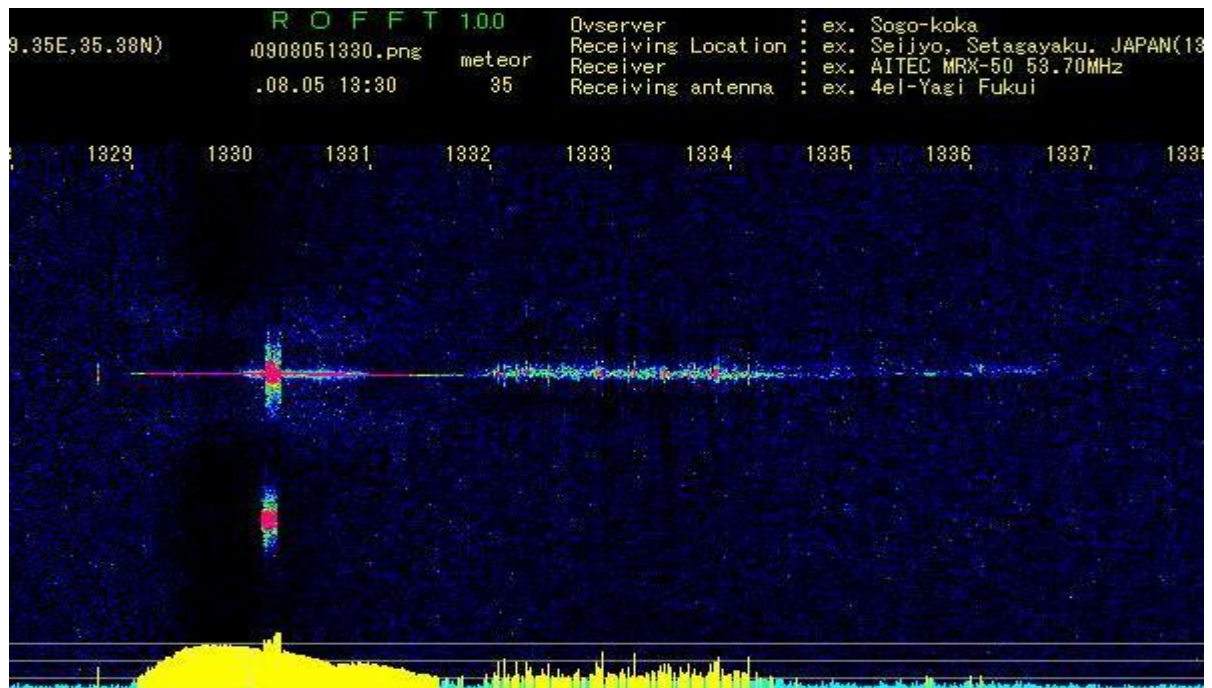




ロングエコー

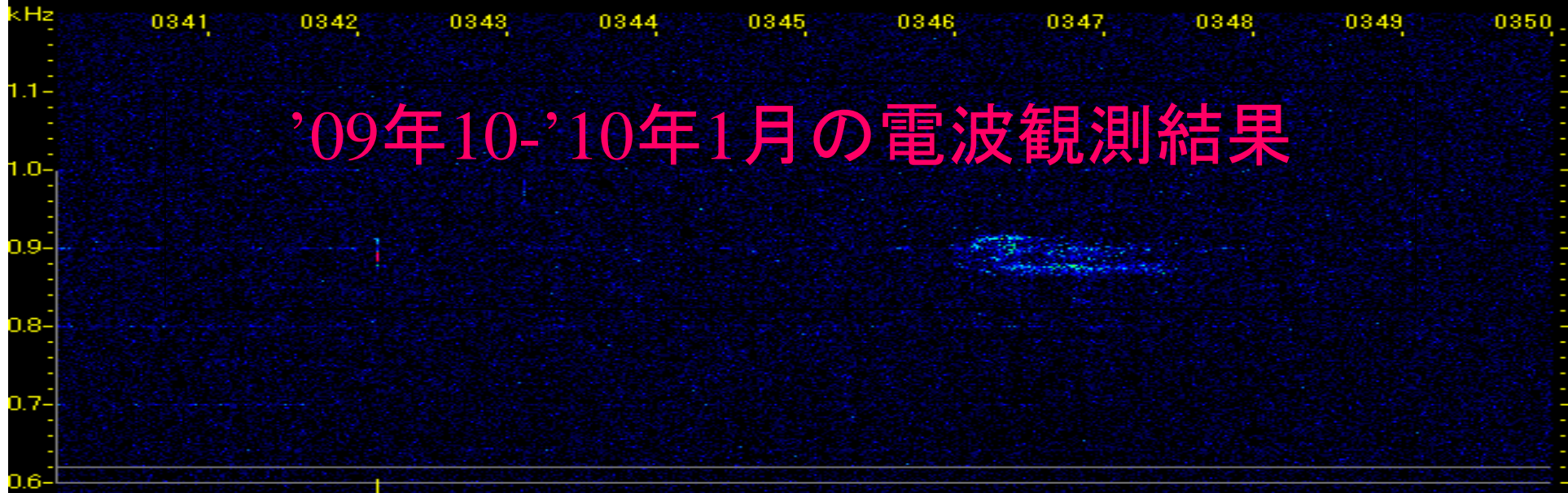
	2008年	2009年
7月	11	18
8月	22	162
9月	28	47

福井高専方向に向けたアンテナ 2009年8月5日 13h28m57s 継続時間 455s



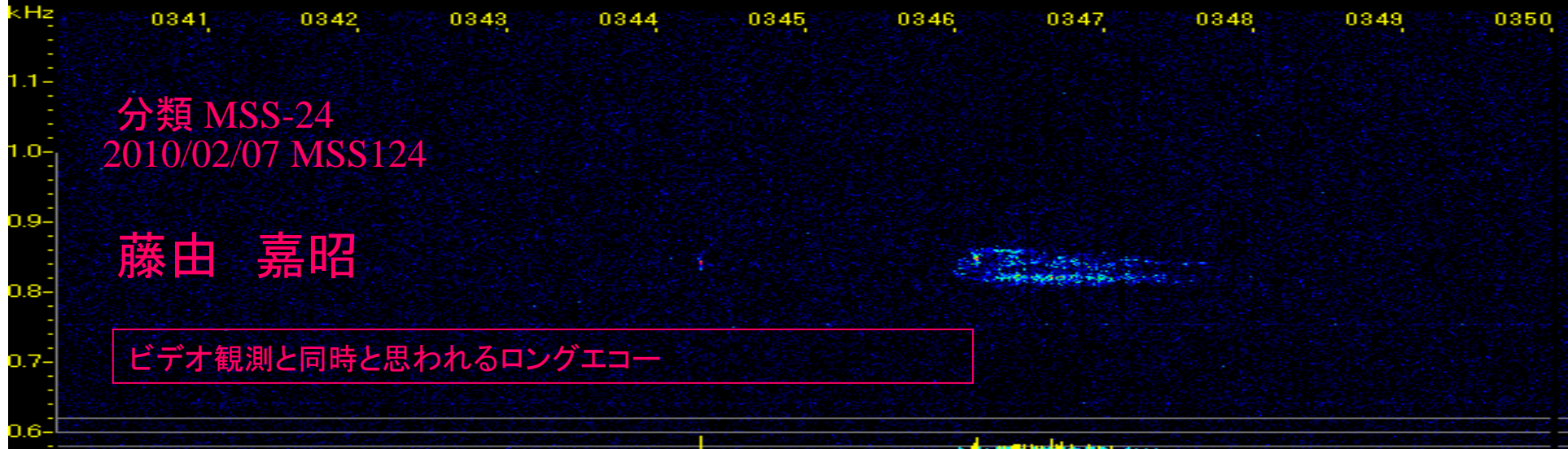
天頂方向に向けたアンテナ

H R O F F T 1.00  
so1001280340.png meteor 8  
10.01.28 03:40  
Dvserver : ex. Sogo-koka  
Receiving Location : ex. Seijyo, Setagayaku, JAPAN(139.35E,35.38N)  
Receiver : ex. AITEC MRX-50 53.70MHz  
Receiving antenna : ex. 4el-Yagi Fukui



# '09年10-'10年1月の電波観測結果

H R O F F T 1.00  
ze1001280340.png meteor 15  
10.01.28 03:40  
Dvserver : ex. Sogo-koka  
Receiving Location : ex. Seijyou, Setagayaku, JAPAN(139.35E, 35.38N)  
Receiver : ex. AITEC MRX-50 57.3MHz  
Receiving antenna : ex. 改3el-Yagi Zenit



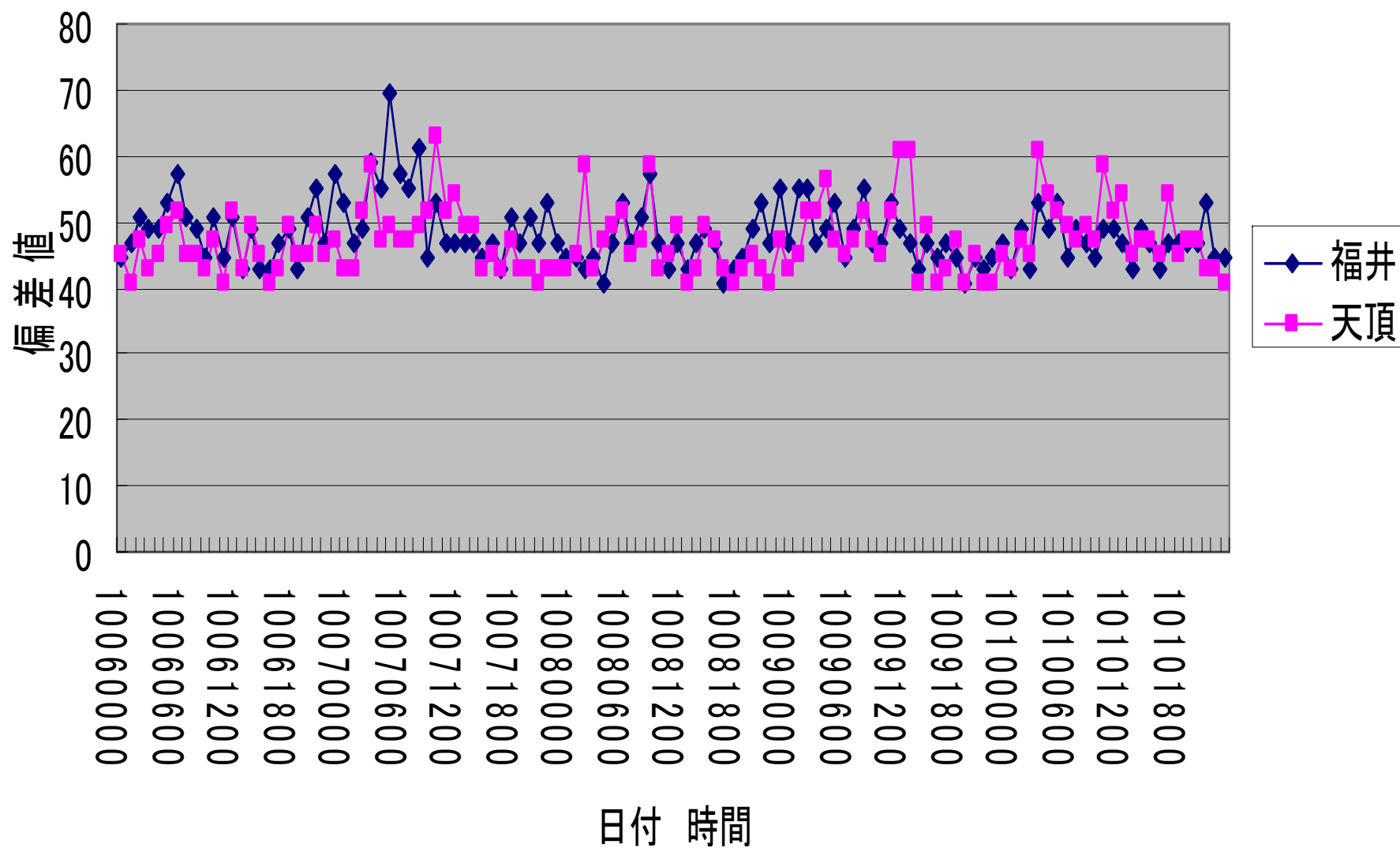
分類 MSS-24  
2010/02/07 MSS124

藤由 嘉昭

ビデオ観測と同時と思われるロングエコー

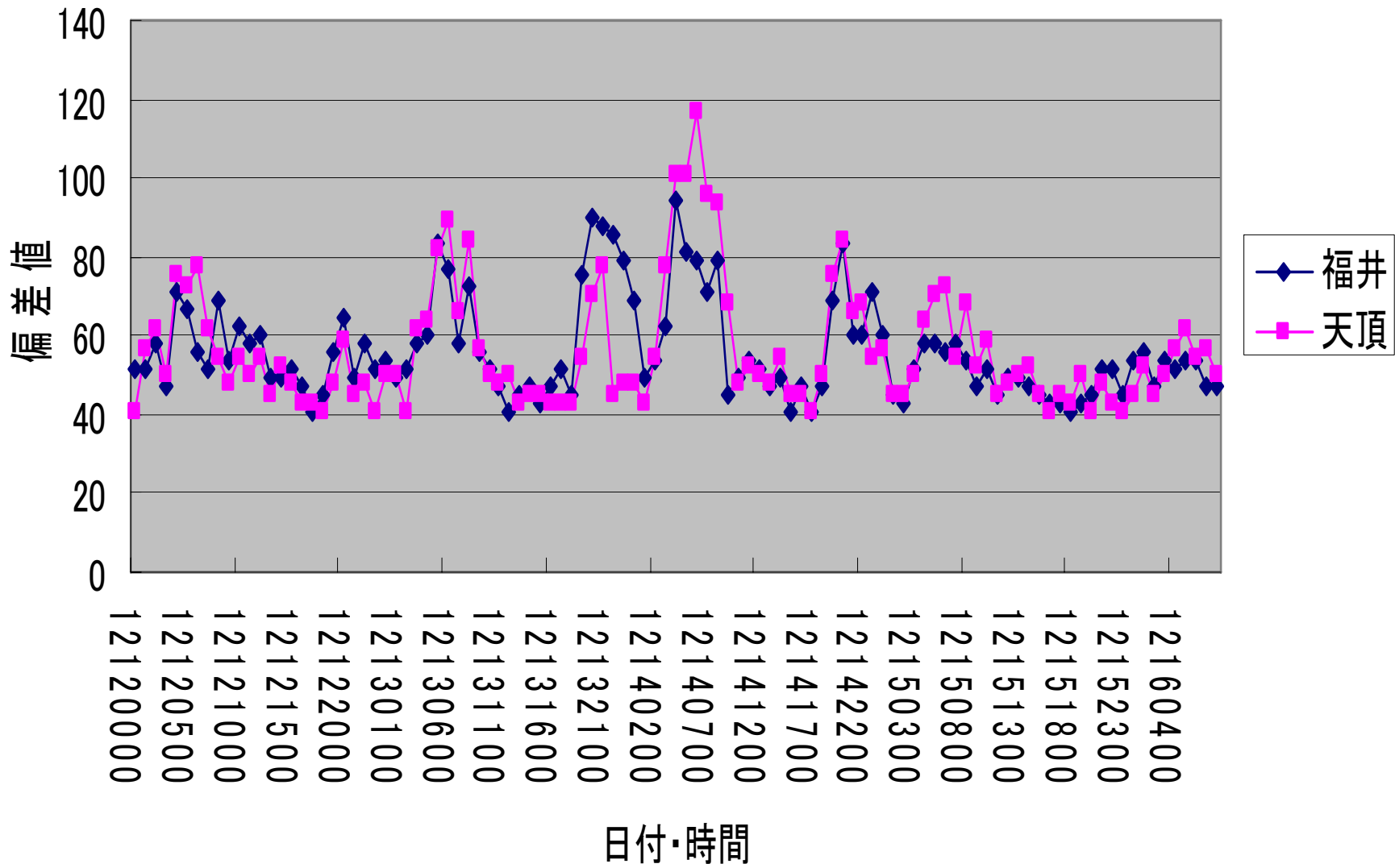


# ジャコビニ群 10/6~10/10



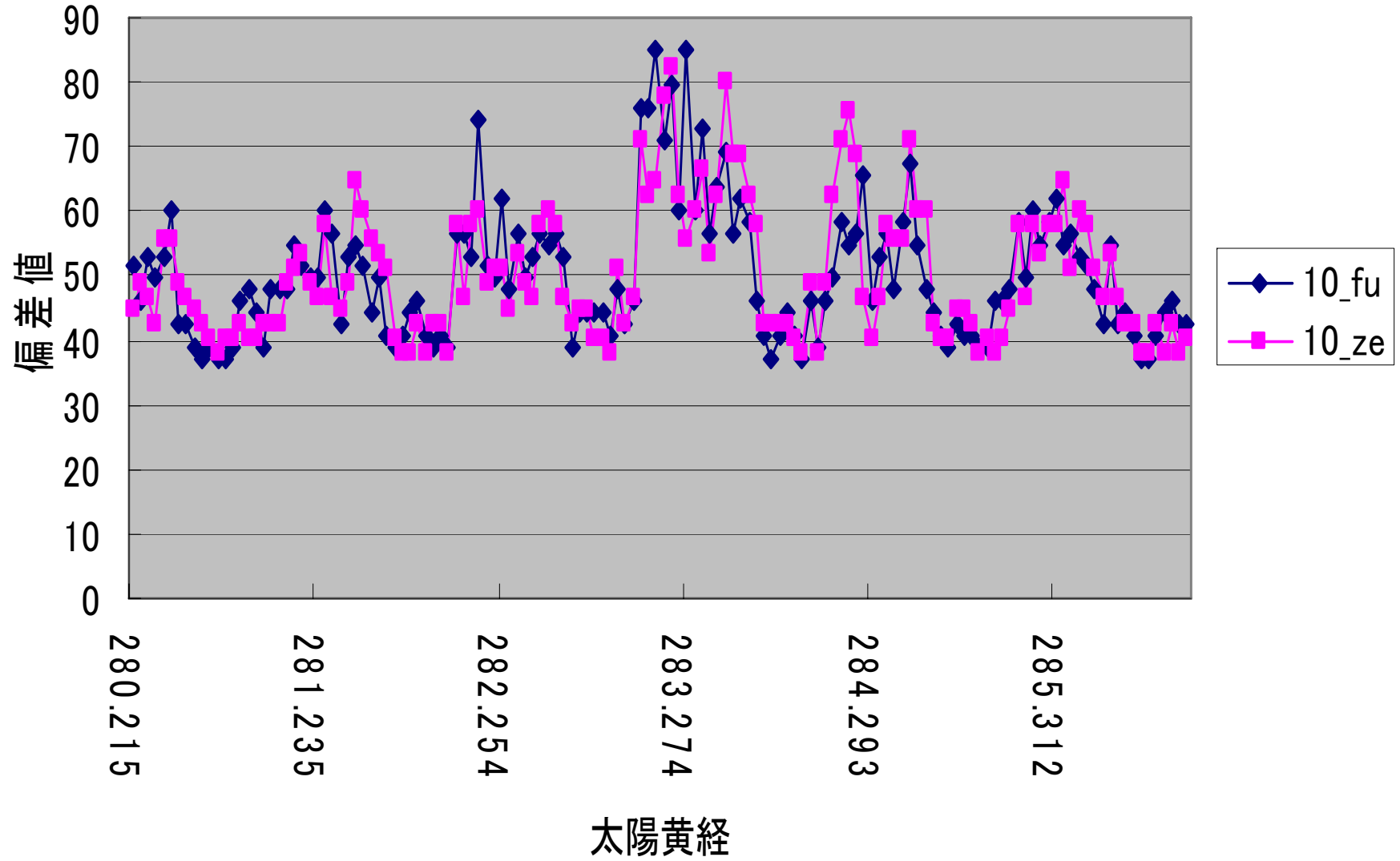


# 2009 ふたご群データ

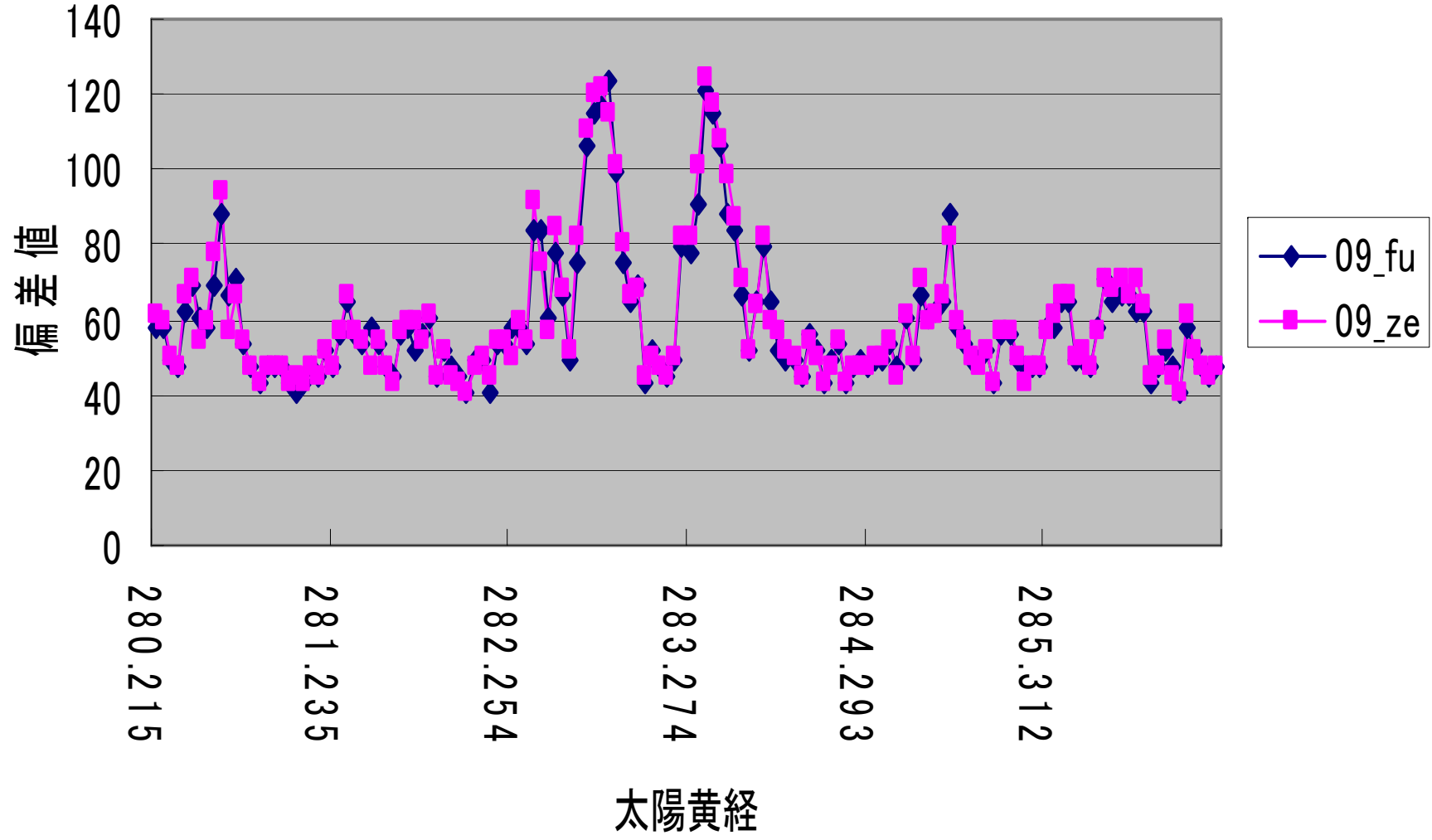




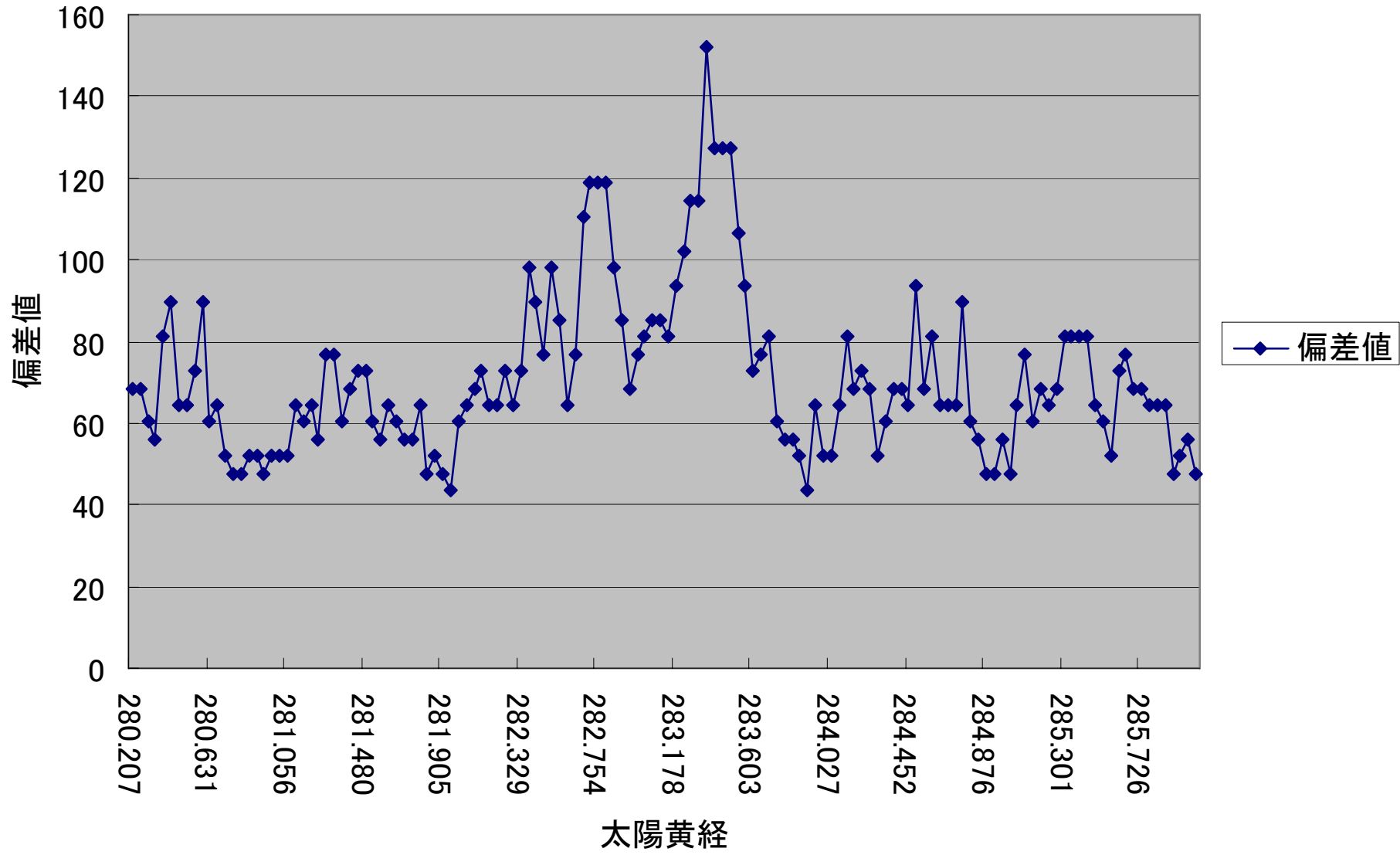
# 2010 しぶんぎ群



# 2009 しぶんぎ群



'09-10 福井,天頂すべての平均





## ま と め

各流星群もそれなりの出現はあった。

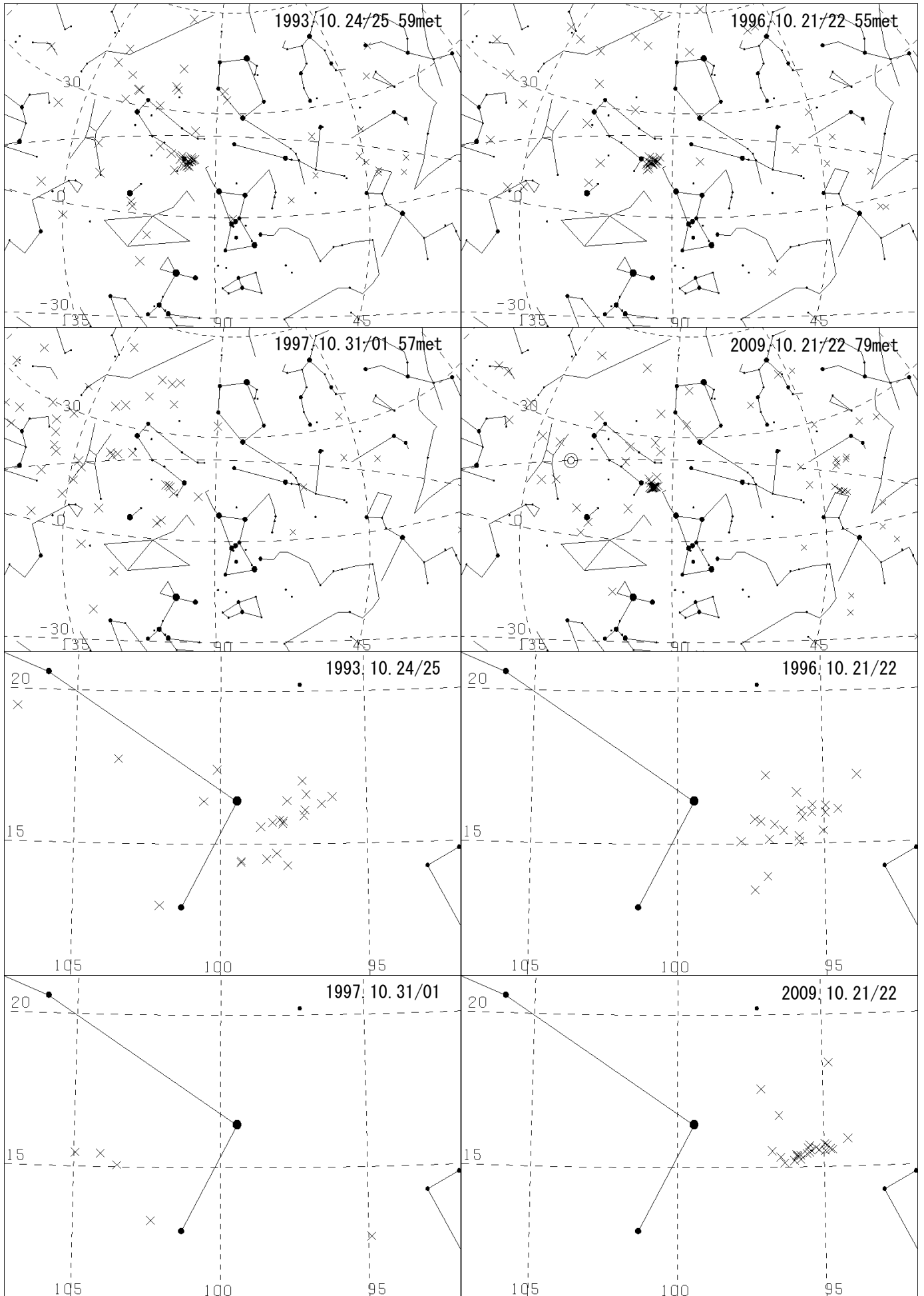
2010年のしぶんぎ群は昨年に比べると出現は少なかった。

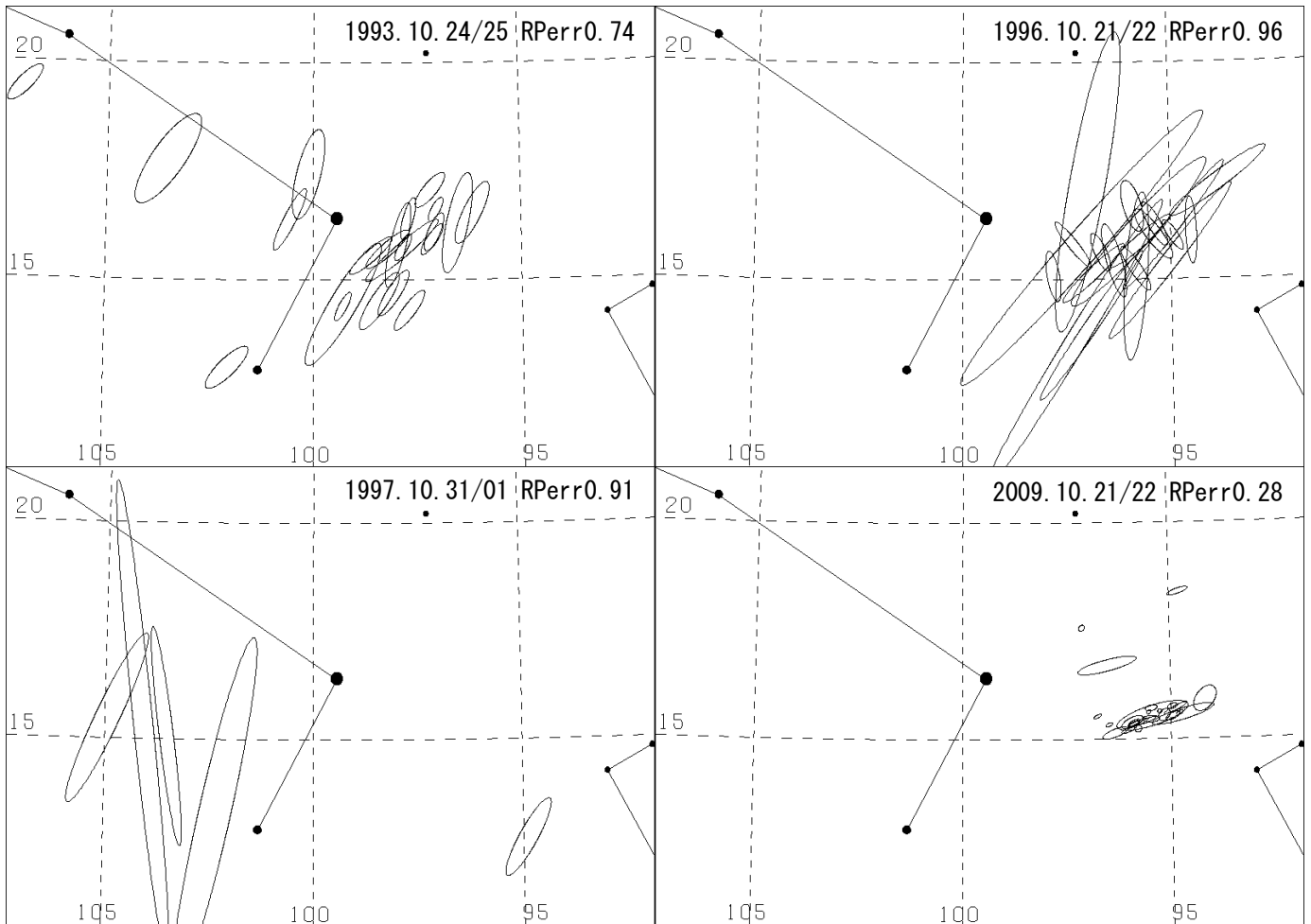
偶然かもしれないが、昼間に出現数が増えている場合がある。もしかしたら、昼間群かも？。

これからも、観測を続けていく必要がある。

IIによるオリオン群の輻射点分布

重野好彦







# 観測輻射点と IAUシャワーリスト

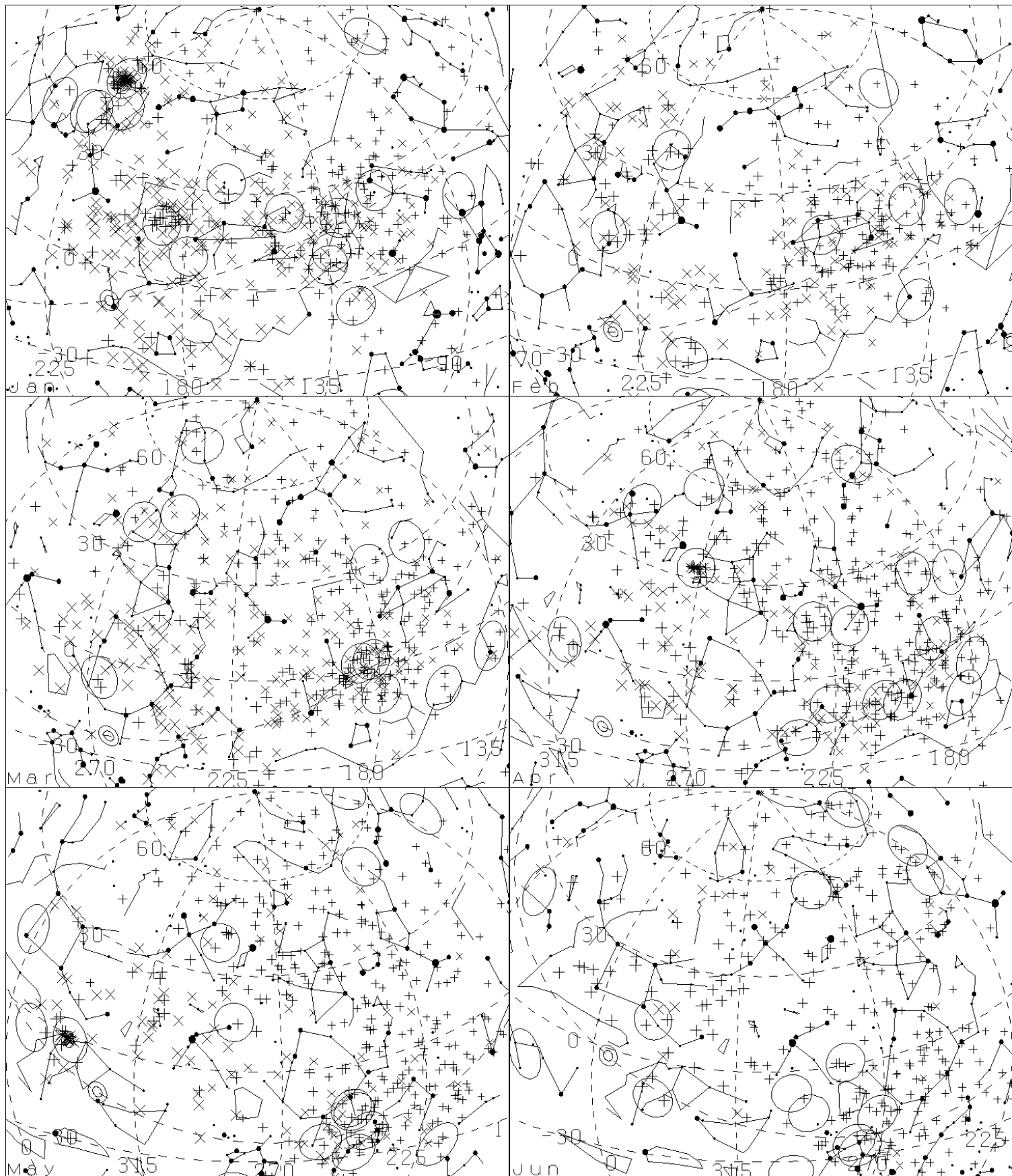
重野好彦

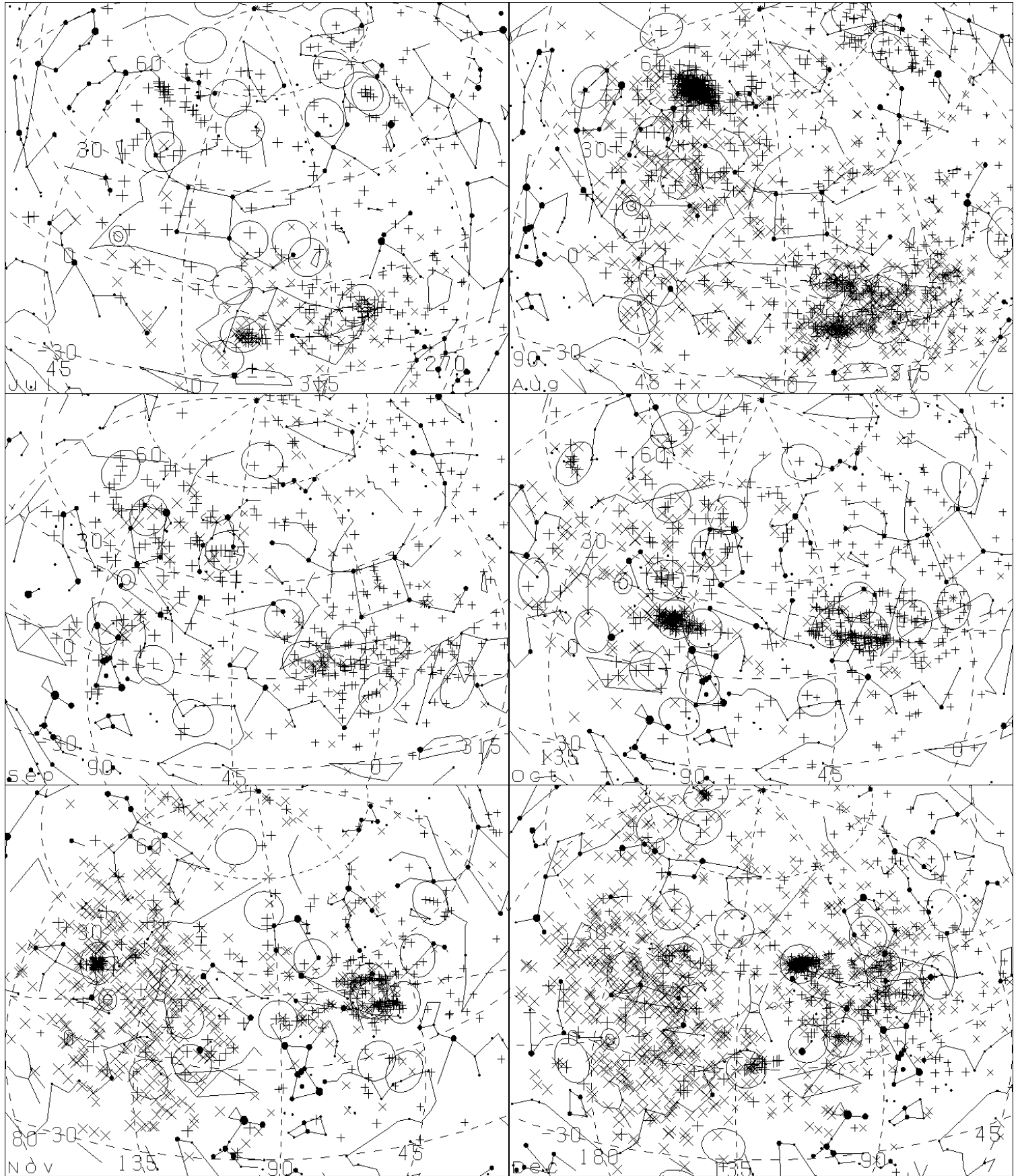
×印: MSS-WG 3, 787

+印: マクロスキー&ポゼン 4, 339

○印: IAUシャワーリスト 313 (図上で半径6度の円または楕円)

◎: 地球向点





## 1. IMOの流星観測ガイドブック

IMOから”Handbook for visual meteor observers”(以下ではIMO\_1と表記する)がRendtel, Arlt, McBeathの連著で出版されたのは1995年のことである。この本は、序文にもあるようにRoggemansの”Handbook visual meteor observations”(1987)をルーツとして強い影響を受けている。Roggemansが掲げている流星群表はCook(1973、以下ではCookと表記する)の表の引き写しである。

昨年(2008年)にRendtel, Arltの連著というかたちで、”Handbook for meteor observers”(以下ではIMO\_2と表記する)が出版された。書名から分かるように、眼視観測用のガイドブックからビデオ、写真、電波、望遠鏡観測と対象を広げている。それに応じるかたちで、掲げられている流星群にも多少の変化が見られる。しかし、いまだにCookの影響を強く受けている点がある。今回はCook, IMO\_1、IMO\_2の流星群表を比較する。

## 2. 流星群表の比較

### (1)IMO\_2では「黄道型流星群」をANTとして一括する

「黄道型流星群」とはHoffmeister以来の用語であるが、いわゆる「木星族」の彗星を起源とすると考えられる流星の輻射点は太陽と反対方向に集中して分布しているために、輻射点も出現期間も互いに重なり合っている。そのため、IMO\_2ではおうし群を除いて、ANT(Antihelion source)として括っている。

### (2)追加と削除

南半球からの突発目撃情報により、IMO\_1以降では、 $\alpha$ -ケンタウルス群、 $\gamma$ -じょうぎ群、とも一ほ群が付け加えられているが、<国際的配慮>が働いていると言っても言い過ぎではない。

IMO\_1には7月のペガスス群が取り上げられたが、IMO\_2では割愛されている。Cookの表にある6月のこと群はIMO\_1&2では取り上げられていないが、これらは、一部でしか観測・研究されなかったものである。 $\eta$ -こと群はIRAS-Araki-Alcock彗星に関連するものとしてIMO\_2で追加されているが、定常的に観測されている群とは言い難い。

$\pi$ -とも群(26P/Grigg-Skjellerup関連)や9月のペルセウス群のように新しい観測によって追加されたものもある。SonotaCo-Netによる新流星群の検出等で、今後も追加・削除が見込まれる。

### (3)3つの表に共通する流星群の問題点

四分儀群、ペルセウス群、ふたご群等の大流星群やその他のよく取り上げられる流星群は別として、みなみのうお群、ほうおう群、かみのけ群が共通して掲載されている。観測者への注意喚起という意味はあろうが、出現期間、極大日等を示すことには問題があろう。いずれの群についても、個々の観測の同定自体に問題があり、それぞれの観測が別の流星群である可能性もある。

さらに、 $\alpha$ -やぎ群や $\kappa$ -はくちょう群も活動自体は確認されるが、確定した流星群というには、あまりに不明な点が多い。十分なデータ量がなければ、統計的に意味のある結論は導けない。なお、この $\alpha$ -やぎ群、 $\delta$ -しし群、12月のいっかくじゅう群などはANTとの判別についても問題がある。

## 3. IMOの”Meteor shower descriptions”におけるVMDB使用の問題点

IMOの流星群紹介では、VMDBのデータをもとにした出現数曲線を示しているが、VMDBはIMOの流星群表を既定のものとし、与えられた輻射点から放射するよう見られる流星数が報告されたものである。しかも、報告された流星群が主目的の観測ではなく、視野方向がかなり離れた観測も含まれている。また、基本的に計数観測者の報告によるものであり、小流星群の群判定にはかなりの散在流星の混入があると考えられる。しかし、一旦、出現数のグラフが与えられると、流星群の活動が定常的にあるものとの先入観を観測者に与えてしまう。計数観測の対象となりうる群は限定されるべきであり、グラフを示すものも主要群で十分である。



## I.—Working List of Meteor Streams

Name	Dates*	Max.	Longitude of Sun (1950)					Geocentric radiant			
			Begin- ning (deg)	Half max. (deg)	Max. (deg)	Half max. (deg)	End (deg)	R.A. 1950 (deg)	Decl. 1950 (deg)	Velocity (km s <sup>-1</sup> )	Sun (deg)
Quadrantids	Jan. 1-4	Jan. 3	280.8	282.5	282.7	282.9	283.4	230.1	+48.5	41.5	282.7
♁ Cancriids	Jan. 13-21	Jan. 16	293		296		301	126	+20	28	296
Virginids	Feb. 3-Apr. 15		314				25	186	0	35	350
♁ Leonids	Feb. 5-Mar. 19	Feb. 26	316		338		359	159	+19	23	338
Camelo- pardalids	Mar. 14-Apr. 7		353				17	118.7	+68.3	6.8	359.0
♁ Leonids	Mar. 21-May 13	Apr. 17	1		27		52	195	-5	20	28
♁ Draconids	Mar. 28-Apr. 17		7				27	281	+68	26.7	14
κ Serpentiids	Apr. 1-7		11				17	230	+18	45	14
μ Virginids	Apr. 1-May 12	Apr. 25	12		35		51	221	-5	29	35
α Scorpiids	Apr. 11-May 12	May 3	21		42		51	240	-22	35	42
α Boötids	Apr. 14-May 12	Apr. 28	24		36		51	218	+19	20	36
φ Boötids	Apr. 16-May 12	May 1	26		40		51	240	+51	12	40
April Lyriids	Apr. 20-23	Apr. 22	30.7	31.2	31.7	32.2	32.7	271.4	+33.6	47.6	31.7
γ Aquarids	Apr. 21-May 12	May 3	30	39	42.4	45	51	335.6	-1.9	65.5	42.4
τ Herculiids	May 19-June 14	June 3	58		72		83	228	+39	15	72
χ Scorpiids	May 27-June 20	June 5	65		74		89	247	-13	21	74
Daytime Arietids	May 29-June 19	June 7	67	71	76	83	88	44	+23	37	77
Daytime ♀ Perseids	June 1-17	June 7	70	72	76	83	86	62	+23	27	78
Libriids	June 8-9, 1937	June 8	77.6		78.2		78.4+	227.2	-28.3	16±2	78.2
Sagittariids	June 8-16, 1957-8	June 11	77		80		82	304	-35	52	80
θ Ophiuchiids	June 8-16	June 13	77		82		85	267	-28	26.7	82
June Lyriids	June 11-21, 1969	June 16	79	81	84.5	87.5	90	278	+35	31±3	84.5
Daytime β Taurids	June 24-July 6	June 29	91	93	96	99	103	86	+19	30	96
Corvids	June 25-30, 1937	June 26	94.8	94.9	95.2	97.6	97.9	191.9	-19.1	10±2	95.9
June Boötids	June 28, 1916	June 28	97.5		97.6		97.7	219	+49	13.9	98
July Phoeniciids	July 3-18	July 14	101		112		116	31.1	-47.9	47±3	109.6
♁ Draconids	July 7-24	July 16	104				121	271	+59	23.6	113
Northern ♁ Aquarids	July 14-Aug. 25	Aug. 12	111		139		152	339	-5	42.3	139
Southern ♁ Aquarids	July 21-Aug. 29	July 29	118	121	125	129	155	333.1	-16.5	41.4	125.0
α Capricorniids	July 15-Aug. 10	July 30	123		126		138	307	-10	22.8	127
Southern κ Aquarids	July 15-Aug. 25	Aug. 5	112		131		151	333.3	-14.7	33.8	131.0
Northern κ Aquarids	July 15-Sept. 20	Aug. 20	112		147		177	327	-6	31.2	147
Perseids	July 23-Aug. 23	Aug. 12	120	138	139	141	150	46.2	+57.4	59.4	139.0
κ Cygnids	Aug. 9-Oct. 6	Aug. 18	136		145		193	286	+59	24.8	145
Southern Piscids	Aug. 31-Nov. 2	Sept. 20	158		177		219	6	0	26.3	177
Northern Piscids	Sept. 25-Oct. 19	Oct. 12	182		199		206	26	+14	29	199
Aurigid	Sept. 1, 1935	Sept. 1			157.9			84.6	+42.0	66.3	157.9
κ Aquarids	Sept. 11-28	Sept. 21	168		178		184	338	-5	16.0	178
Southern Taurids	Sept. 15-Nov. 26	Nov. 3	172		220		244	50.5	+13.6	27.0	220.0

I.—Working List of Meteor Streams—Continued

Name	Dates*	Max.	Longitude of Sun (1950)					Geocentric radiant			
			Begin- ning (deg)	Half max. (deg)	Max. (deg)	Half max. (deg)	End (deg)	R.A. 1950 (deg)	Decl. 1950 (deg)	Velocity (km s <sup>-1</sup> )	Sun (deg)
Northern Taurids	Sept. 19–Dec. 1	Nov. 13	176	206	230	240	249	58.3	+22.3	29.2	230.0
Daytime Sextantids	Sept. 24–Oct. 5	Sept. 29	179		184		190	152	0	32.2	183.6
Annual Andromedids	Sept. 25–Nov. 12	Oct. 3	182	184	190	195	230	5	+8	23.2	190
								20	+34	18.2	228
Andromedids	Nov. 27, 1885	Nov. 27	246.6	246.65	246.7	246.75	246.8	25	+44	16.5	247
Orionids	Oct. 2–Nov. 7	Oct. 21	189	206.7	207.7	208.3	225	94.5	+15.8	66.4	208.0
October Draconids	Oct. 9	Oct. 9	196.25		196.3		196.35	262.1	+54.1	20.43	196.3
ε Geminids	Oct. 14–27	Oct. 19	201		206		214	104	+27	69.4	209
Leo Minorids	Oct. 22–24	Oct. 24	209		211		211	162	+37	61.8	211
Pegasids	Oct. 29–Nov. 12	Nov. 12	215		230		230	335	+21	11.2	230
Leonids	Nov. 14–20	Nov. 17	231	234.447	234.462	234.477	237	152.3	+22.2	70.7	234.5
Monocerotids	Nov. 27–Dec. 17	Dec. 10	245		258		265	99.8	+14.0	42.4	257.6
σ Hydrids	Dec. 3–15	Dec. 11	251		259		263	126.6	+1.6	58.4	259.0
Northern χ Orionids	Dec. 4–15	Dec. 10	252		258		261	84	+26	25.2	258
Southern χ Orionids	Dec. 7–14	Dec. 11	255		259		262	85	+16	25.5	259
Geminids	Dec. 4–16	Dec. 14	252	260.6	261.7	262.1	264.2	112.3	+32.5	34.4	261.0
								15	-55	21.7	253
December Phoenicids	Dec. 5, 1956	Dec. 5	253.18	253.45	253.55	253.65	253.70	15	-45	11.7	254
δ Arietids	Dec. 8–14		256				262	52	+22	13.2	257.6
Coma Berenicids	Dec. 12–Jan. 23		260				303	175	+25	65	282
Ursids	Dec. 17–24	Dec. 22	265	269	270	271	272	217.06	+75.85	33.4	270.66

\* Unless otherwise indicated, all calendar dates are for the year 1950.

II.—Working List of Meteor Streams

Name	Daily motion of radiant		Number in sample of McCrosky and Posen (1961)	Maximum visual zenithal rate (hr <sup>-1</sup> )	Maximum radar echo rate (hr <sup>-1</sup> )
	R.A. (deg)	Decl. (deg)			
Quadrantids			17	140	
δ Cancri			7		
Virginids	+0.81	-0.33	6		
δ Leonids	+0.75	-0.50	24		
Camelopardalids	+1.35	+0.51	4		
σ Leonids	+0.44	+0.11	19		
δ Draconids			4		



# Chapter 8:

## QUICK REFERENCE

This chapter repeats a number of tables for quick reference which help in analyzing meteor observations. Refer to Chapters 2 and 3 for details.

**Table 8-1:** The *IMO* working list of visual meteor showers. The radiant position refers to the date of the maximum. Please keep in mind that most minor showers, particularly the ecliptical complexes, show a flat activity profile and no distinct maximum. In these cases the given date is only the reference date for the radiant position. The radiant drift is given in the shower descriptions. There you will also find a table containing the radiant position in  $\alpha, \delta$  as well as in  $x, y$  for the appropriate chart of Atlas Brno.  $\alpha, \delta$ , and  $\lambda_{\odot}$  refer to J2000.

Shower	Activity period	Maximum		Radiant		$v_{\infty}$ km/s	$r$	ZHR	IMO-Code
		Date	$\lambda_{\odot}$	$\alpha$	$\delta$				
Quadrantids	Jan 01 - Jan 05	Jan 3/4	283°2	230°	+49°	41	2.1	120	QUA
$\delta$ -Cancerids	Jan 01 - Jan 24	Jan 16	297°	130°	+20°	28	3.0	4	DCA
$\alpha$ -Centaurids	Feb 01 - Feb 21	Feb 07	318°	210°	-59°	56	3.0	6	ACE
$\delta$ -Leonids	Feb 15 - Mar 10	Feb 25	336°	168°	+16°	23	3.0	2	DLE
$\gamma$ -Normids	Feb 25 - Mar 22	Mar 14	353°	249°	-51°	56	2.4	8	GNO
Virginids	Jan 25 - Apr 15	Mar 25	4°	195°	-4°	30	3.0	5	VIR
Lyrids	Apr 16 - Apr 25	Apr 22	32°1	271°	+34°	49	2.9	15	LYR
$\eta$ -Aquarids	Apr 19 - May 28	May 06	45°5	339°	-1°	66	2.7	60	ETA
Sagittarids	Apr 15 - Jul 15	May 20	59°	247°	-22°	30	2.3	5	SAG
Pegasids (July)	Jul 07 - Jul 13	Jul 11	108°	340°	+15°	70	3.0	3	JPE
Piscis Austrinids	Jul 15 - Aug 10	Jul 28	125°	341°	-30°	35	3.2	5	PAU
Southern $\delta$ -Aquarids	Jul 12 - Aug 19	Jul 28	125°	339°	-16°	41	3.2	20	SDA
$\alpha$ -Capricornids	Jul 03 - Aug 15	Jul 30	127°	307°	-10°	23	2.5	4	CAP
Southern $\iota$ -Aquarids	Jul 25 - Aug 15	Aug 05	132°	334°	-15°	34	2.9	2	SIA
Northern $\delta$ -Aquarids	Jul 15 - Aug 25	Aug 09	136°	335°	-5°	42	3.4	4	NDA
Perseids	Jul 17 - Aug 24	Aug 13	140°1	46°	+58°	59	2.6	100	PER
$\kappa$ -Cygnids	Aug 03 - Aug 25	Aug 18	145°	286°	+59°	25	3.0	3	KCG
Northern $\iota$ -Aquarids	Aug 11 - Aug 31	Aug 20	147°	327°	-6°	31	3.2	3	NIA
$\alpha$ -Aurigids	Aug 25 - Sep 05	Sep 01	158°6	84°	+42°	66	2.5	10	AUR
$\delta$ -Aurigids	Sep 05 - Oct 10	Sep 09	166°	60°	+47°	64	3.0	6	DAU
Piscids	Sep 01 - Sep 30	Sep 20	177°	5°	-1°	26	3.0	3	SPI
$\varepsilon$ -Geminids	Oct 14 - Oct 27	Oct 18	205°	100°	+27°	71	3.0	3	EGE
Orionids	Oct 02 - Nov 07	Oct 21	208°	95°	+16°	66	2.9	20	ORI
Southern Taurids	Oct 01 - Nov 25	Nov 06	223°	52°	+13°	27	2.3	5	STA
Northern Taurids	Oct 01 - Nov 25	Nov 13	230°	58°	+22°	29	2.3	5	NTA
Leonids	Nov 14 - Nov 21	Nov 18	235°2	153°	+22°	71	2.5	var.	LEO
$\alpha$ -Monocerotids	Nov 15 - Nov 25	Nov 20	237°	117°	-6°	60	2.7	5	AMO
$\chi$ -Orionids	Nov 26 - Dec 15	Dec 02	250°	82°	+23°	28	3.0	3	XOR
Phoenicids (Dec.)	Nov 28 - Dec 09	Dec 05	253°	18°	-53°	22	2.8	var.	PHO
Puppids-Velids	Dec 01 - Dec 15	Dec 06	255°	123°	-45°	40	2.9	10	PUP
Monocerotids (Dec.)	Nov 27 - Dec 17	Dec 08	257°	100°	+8°	42	3.0	3	MON
$\sigma$ -Hydrids	Dec 03 - Dec 15	Dec 11	260°	127°	+2°	58	3.0	2	HYD
Geminids	Dec 07 - Dec 17	Dec 14	262°0	112°	+33°	35	2.6	110	GEM
Coma Berenicids	Dec 12 - Jan 23	Dec 19	268°	175°	+25°	65	3.0	5	COM
Ursids	Dec 17 - Dec 26	Dec 22	270°7	217°	+76°	33	3.0	10	URS
Periodically and occasionally active showers									
$\pi$ -Puppids	Apr 15 - Apr 28	Apr 24	33°5	110°	-45°	18	2.0		PPU
Phoenicids (July)	Jul 10 - Jul 16	Jul 14	111°	32°	-48°	47	3.0		PHE
Draconids	Oct 06 - Oct 10	Oct 10	196°5	262°	+54°	20	2.6		GIA



Table 8.1: Working List of Meteor Showers. The solar longitude  $\lambda_{\odot}$  refers to equinox J2000.0. The date of maximum has to be computed for each individual year. The dates given here are only approximate and may vary by  $\pm 1$  day. The entry-velocity  $V_{\infty}$  is the geocentric encounter velocity augmented with the contribution of the acceleration by the gravity of the Earth. When observing on other dates than the maximum, please refer to Table 8.2 for the radiant position. The population index varies during the the activity period of each shower. Typical values are in the range between  $r = 2.0$  to  $2.5$  near shower maxima. Values in this range should be used for tentative analyses; otherwise  $r$  must be determined as a function of time before any activity computation of a meteor shower. Details are described in the sections for each shower. For the COM/CBE please refer to section 8.35 on page 173.

Shower	Code	Activity period	Maximum		Radiant at max.		$V_{\infty}$ km/s	ZHR
			$\lambda_{\odot}$	date	$\alpha$	$\delta$		
Antihelion source	ANT	Jan 01–Dec 31	–	–	see Table 8.2		30	(4)
		ANT not observable during NTA/STA						
Quadrantids	QUA	Jan 01–Jan 10	283°16	Jan 03	230°	+49°	41	120
$\alpha$ -Centaurids	ACE	Jan 28–Feb 21	319°2	Feb 08	210°	–59°	56	6
$\delta$ -Leonids	DLE	Feb 15–Mar 10	336°	Feb 25	168°	+16°	23	2
$\gamma$ -Normids	GNO	Feb 25–Mar 22	353°	Mar 13	239°	–50°	56	4
Lyrids	LYR	Apr 16–Apr 25	32°32	Apr 22	271°	+34°	49	18
$\pi$ -Puppids	PPU	Apr 15–Apr 28	33°5	Apr 23	110°	–45°	18	var
$\eta$ -Aquariids	ETA	Apr 19–May 28	45°5	May 05	338°	–01°	66	60
$\eta$ -Lyrids	ELY	May 03–May 12	48°4	May 08	287°	+44°	44	3
June Bootids	JBO	Jun 22–Jul 02	95°7	Jun 27	224°	+48°	18	var
Piscis Austrinids	PAU	Jul 15–Aug 10	125°	Jul 27	341°	–30°	35	4
$\delta$ -Aquariids	SDA	Jul 12–Aug 19	125°	Jul 27	339°	–16°	41	15
$\alpha$ -Capricornids	CAP	Jul 03–Aug 15	127°	Jul 29	307°	–10°	23	4
Perseids	PER	Jul 17–Aug 24	140°0	Aug 12	49°	+58°	59	100
$\kappa$ -Cygids	KCG	Aug 03–Aug 25	145°	Aug 17	286°	+59°	25	3
Aurigids	AUR	Aug 25–Sep 08	158°6	Aug 31	84°	+42°	66	6
September Perseids	SPE	Sep 05–Sep 17	166°7	Sep 09	60°	+47°	64	5
$\delta$ -Aurigids	DAU	Sep 18–Oct 10	186°	Sep 28	80°	+49°	64	3
Draconids	DRA	Oct 06–Oct 10	195°4	Oct 08	262°	+57°	20	var
$\varepsilon$ -Geminids	EGE	Oct 14–Oct 27	205°	Oct 18	102°	+27°	70	3
Orionids	ORI	Oct 02–Nov 07	208°	Oct 21	95°	+16°	66	22
Leonis Minorids	LMI	Oct 19–Oct 27	211°	Oct 24	162°	+37°	62	2
Southern Taurids	STA	Sep 25–Nov 25	223°	Nov 05	52°	+15°	27	5
Northern Taurids	NTA	Sep 25–Nov 25	230°	Nov 12	58°	+22°	29	5
Leonids	LEO	Nov 10–Nov 23	235°27	Nov 17	152°	+22°	71	var
$\alpha$ -Monocerotids	AMO	Nov 15–Nov 25	239°32	Nov 21	118°	+01°	65	var
Phoenicids	PHO	Nov 28–Dec 09	254°25	Dec 06	18°	–53°	18	var
Puppids-Velids	PUP	Dec 01–Dec 15	(255)	Dec 06	123°	–45°	40	10
Monocerotids	MON	Nov 27–Dec 17	257°	Dec 08	100°	+08°	42	2
$\sigma$ -Hydrids	HYD	Dec 03–Dec 15	260°	Dec 11	127°	+02°	58	3
Geminids	GEM	Dec 07–Dec 17	262°2	Dec 13	112°	+33°	35	120
Comae Berenicids	COM	Dec 12–Jan 23	268°	Dec 20	177°	+25°	65	5
Ursids	URS	Dec 17–Dec 26	270°7	Dec 22	217°	+76°	33	10

# IIによる流星群カタログ

重野好彦

## 要旨

Image Intensifier (II)で観測した3, 668同時流星に関して、D判定/D'判定を利用して、IAU流星群リストと照合を行った。その結果12未知群と22既知群を検出した。IAUリストには295群が登録されているが、毎年定常的に出現していると思われる群は少ないことが分かった。またIIは8等までの暗い流星を対象としているため、多くの未知群が地球向点付近の高速で暗い流星であった。

IAUリストは流星群数が多いため全体のイメージがつかみ難い。そこで星図上にプロットすることで観測者に理解しやすくした。加えて多くの研究者に役立てていただくため、同時流星ビデオ画像(動画像)を希望者に配付することにした。

## 1. はじめに

1992年12月からIIを使用した同時ビデオ観測を開始した。今までに3, 668流星が得られており、幾つかの観測報告(Shigeno et al. 2003, Shigeno Y & T 2004, etc.)を行ってきた。従来、既知群と照合するためCookの論文(Cook 1971)、Cronkの冊子(Cronk 1988)、IMOのHandbook(Rendtel et al. 1995)などを参考にした。ところでIAU Meteor Data Centerが流星群リスト(Jenniskens et al. 2009)を発表した。295群もあるため、観測結果と照合するにも扱いが容易でない。そこでまずは星図上にIAUリストと観測した輻射点をプロットすることから始めた。そして次に、未知群及び既知群を検出し、幾つかの考察を行ったので紹介する。

## 2. 観測機材

観測機材の外観を図1に示す。IIは浜松ホトニクス(V3287P)またはデルフトハイテック(XX1470)を使用した。これらは第2世代IIと言われ、増幅率は約5万倍である。画像は41万画素CCDで撮影し、Hi8ビデオテープに録画した。2005年以降はDVフォーマットでPCに録画している。

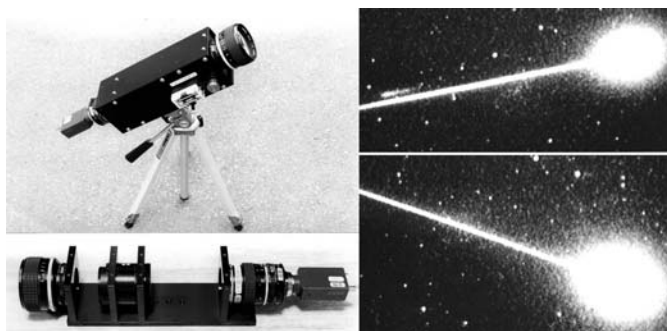


図1. IIを使用したビデオ機材と撮影された流星

主に使用した対物レンズは85mm F1.2、視野は12度×9度、最微恒星等級は約9.5等、最微流星等級は約8等である。位置の測定精度(標準偏差)は約70秒、輻射点の平均計算精度(標準偏差)は約0.6度である。この観測機材は約50台製造され、日本の観測者に配付されている。

## 3. 流星群の検出方法

### 3.1. 未知群の検出方法

- 1) 星図上に、IAUリストの輻射点と観測した輻射点を月ごとに分けてプロットした(図2)。
- 2) 目視で、未知の輻射点の集まりを探し、おおよその赤経、赤緯を求めた。
- 3) 求めた赤経、赤緯に近い輻射点を持ち、速度がほぼ一致する流星をピックアップした。そして平均輻射点、速度、軌道要素を求めた。(この方法により未知の15群を探し出した)
- 4) 求めた平均軌道要素を親データとして、D判定(Southworth & Hawkins 1963)/D'判定(Drummond 1979)により、全観測データから関連のありそうな流星を探し出した。
- 5) 探し出した流星から、観測日や輻射点のまとまりを見て、さらにふるいにかけた。そして平均輻射点、速度、軌道要素を求めた。

6) 輻射点がほぼ同じでも、速度の少しの違いにより、軌道が大きく異なる場合があり、3群削除して12群を残した。→表1の仮番号901~912。

### 3.2. IAUリストを使用した既知群の検出方法

- 1) IAUリストの太陽黄経、輻射点、速度から軌道要素を求めた。
- 2) 求めた軌道要素を親データとして、上記4)~5)の方法で輻射点、速度、軌道要素を求めた。
- 3) これらの処理により既知の22群を検出した。→表1のIAU番号001~342。

### 3.3. 備考

- 1) 流星群の検出及び平均を求めるにあたり、我々のビデオ観測データのみを使用した。
- 2) 観測が複数日にまたがり、流星数が多い場合は、最も流星数の多い1日の観測データを使用して平均を求めた。
- 3) 全観測データから関連のありそうな流星を探し出すにあたり、参考のためM&Pの観測データ(McGrosky & Posen 1961)から、同群と思われる流星数を求めた。
  - a) M&Pは1952~4年の写真観測であり、我々のビデオ観測と同群が求められたと言うことは、少なくとも50年間活動していることになる。
  - b) M&Pの写真はおよそ3等までの明るい流星、我々のビデオ観測はおよそ8等までの暗い流星を対象としており、明るい流星、暗い流星のどちらも出現していることが分かる。

## 4. まとめ

- 1) 輻射点分布図(図2)に示すとおり、IAUリストの輻射点は1年中を通じて、全天に分布していることが分かる。一方、観測した輻射点を当てはめてみても、一部しか適合しない。上記既知群の検出に示すように22群しか適合しなかった。この結果は先にIAUリストと照合したSonotaCo氏の報告とも一致する(SonotaCo 2009)。SonotaCo氏の報告では未知群13、既知群25となっており、本報告の結果と近い。よってIAUリストは突発群や年によって出現にむらのある群が多く含まれているようだ。
- 2) 未知群に関しては、北半球が冬(11月~1月)の地球向点付近の高速流星が多い。これは以下が原因と考えられる。
  - a) 地球向点が早朝に高度が高くなり観測しやすくなる。
  - b) 地球向点付近の流星は高速で暗いものが多いがIIは8等までの暗い流星を対象としている。
- 3) その他の未知群に関しても、暗い流星の活動を検出した可能性がある。我々は過去にIIで暗いうお群を捕らえたことがある。同時に行った眼視観測では全く見ることはできなかった。(Shigeno & Shioi 2002)。

## 5. 同時流星ビデオ画像(動画)の配付

1995年~2005年に同時観測したHi8テープ160本を全てHi8→DVファイル変換した。約6TBになり、このままでは使い勝手がわるいので、6等より明るい流星だけ、流星部分を切り出したファイルを作った。主に3秒間だが、永続痕のあるものは120秒間になった。そして2005年以降にDVフォーマットで観測した流星も含めて合計579流星で15.6GBになる。これをDVD-Rに記録して希望者に配付することにした。詳しくは以下を参照されたい。

<http://meten.net/meteor>

DVフォーマットはMedia Player、Quick Timeなどほとんどの動画ソフトで再生可能で、MPEG-2よりも画質が良いがファイルサイズは大きくなる。画像サイズは640px×480pxで、1秒あたり29.97コマ(30コマではない)である。



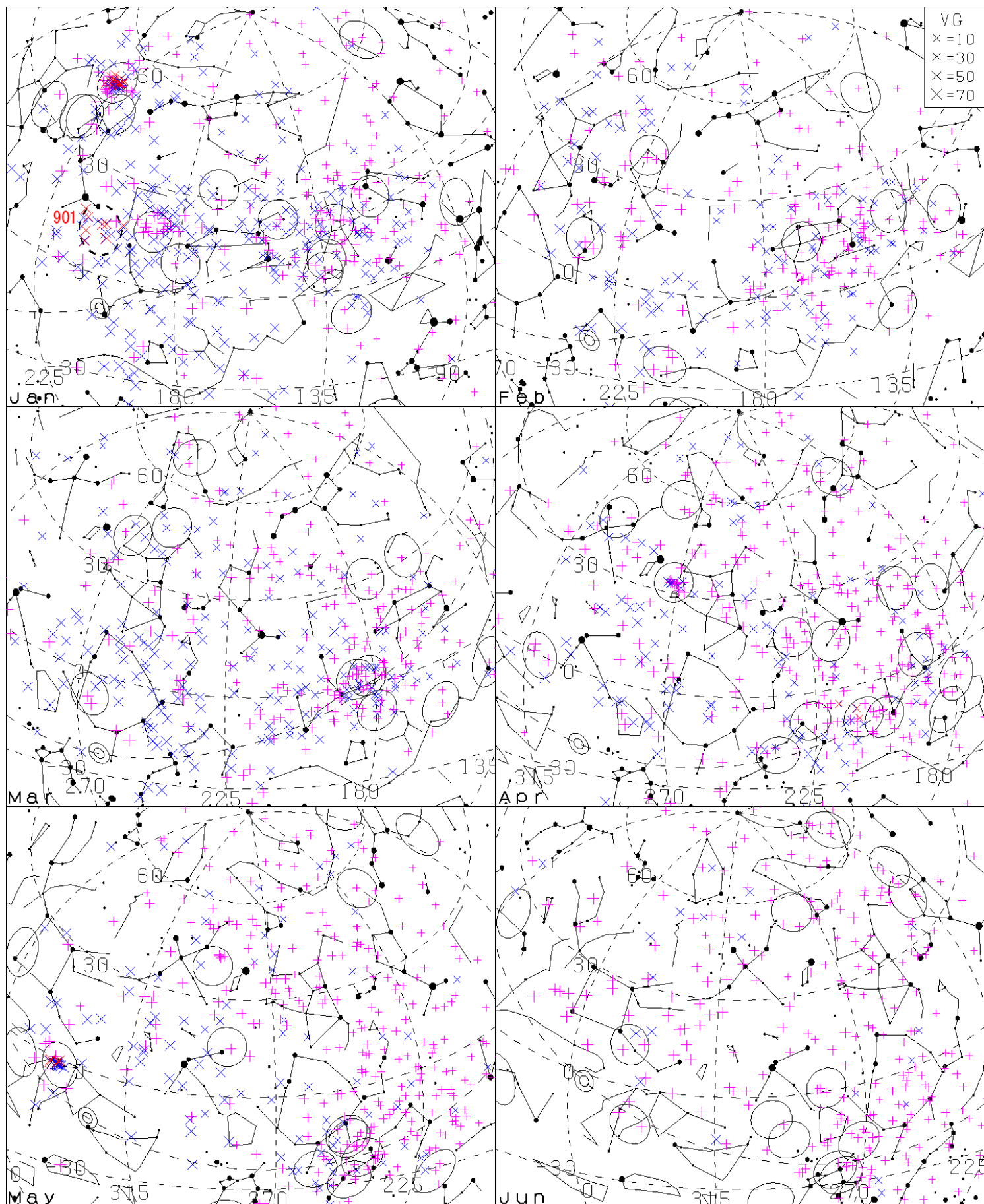


図2-1. 1月～6月の輻射点分布

×印：我々の輻射点    +印：M&Pの輻射点    ◎：地球向点  
 実線の円・楕円(半径6度)：IAUリストの輻射点  
 点線の円・楕円(半径7度)：今回検出した未知群の輻射点

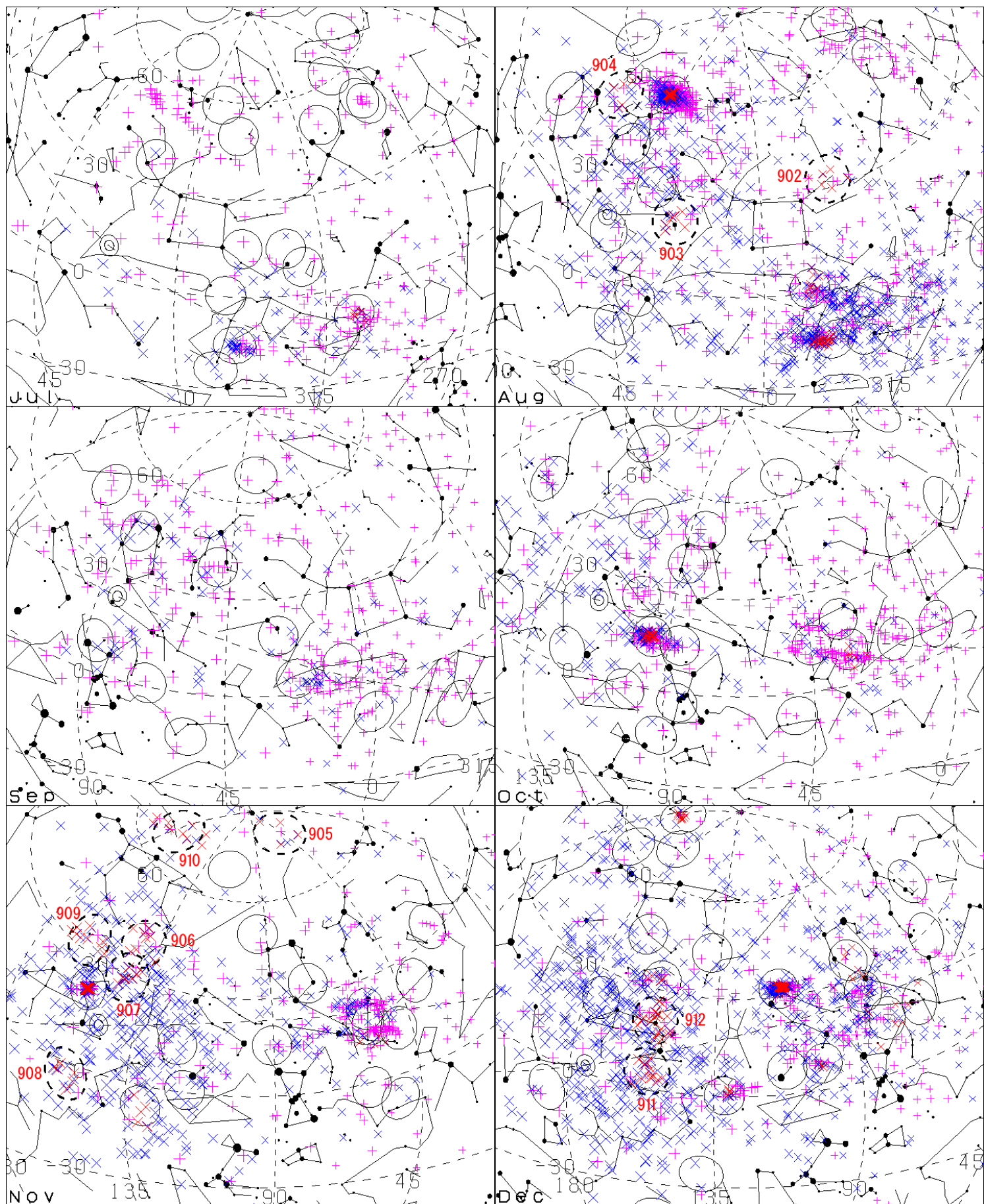


図2-2. 7月~12月の輻射点分布

表 1. 流星群の検出結果

仮番号：901～912が未知群、IAU番号：001～342が既知群。全て2000年分点。DATEで年の表示があるものは最も流星数の多い1日の観測データを使用して平均を求めた場合。年の表示がないものは複数年、複数日の観測から平均月日を求めた場合。S. Long：太陽黄経、AcoRP, DcoRP：補正輻射点、VG：地心速度、a, e, q, Peri, NODE, i：軌道要素、Hb, He：発光/消滅高度、Amag：絶対等級、clc：平均を求めるために使用した流星数。MSS：我々の観測で同群と思われる流星数。M&P：M & Pで同群と思われる流星数。

誤差について：各流星群で上段が平均値、下段がデータのバラツキを標準偏差で表したもの（注意：誤差ではない）。上段のAcoRP, DcoRP, VGの右側のSDは誤差の平均値を表している。

未知群の仮番号(IAU番号に相当)、CODE, ShowerNameは以下の通り。

IAU CODE	ShowerName	IAU CODE	ShowerName	IAU CODE	ShowerName
901 NBO	nu Bootids	902 ETP	eta Pegasids	903 BAR	beta Arietids
904 MPR	mu Perseids	905 GCP	gamma Cepheusids	906 NLY	Nov. Lyncids
907 MLE	mu Leonids	908 ASX	alpha Sexantids	909 NLM	Nov. Leonis Minorids
910 LDR	lambda Draconids	911 RLE	rho Leonids	912 DCL	Dec. Leonids

IAU	DATE(UT)	S. Long	AcoRP	SD	DcoRP	SD	VG	SD	a	e	q	Peri	NODE	i	Hb	He	Amag	clc	MSS	M&P
901 NBO	0119.74	299.18	206.0	.8	12.6	.3	62.8	2.5	2.75	.691	.850	221.7	299.8	140.5	111.3	97.6	3.9	8	13	1
	4.39	4.29	4.1	-	2.7	-	2.5	-	-	.166	.086	24.6	4.4	4.9	1.8	5.2	1.1			
902 ETP	0808.16	135.40	334.6	.4	32.7	.4	34.5	.9	1.46	.685	.460	293.1	134.8	55.1	101.7	88.1	5.0	6	7	3
	2.82	2.93	5.2	-	2.0	-	7.9	-	-	.147	.067	17.2	3.2	10.9	2.6	8.3	1.4			
903 BAR	0808.16	135.38	28.8	.4	21.9	.9	65.5	2.8	3.25	.728	.882	226.2	135.0	161.1	111.4	101.5	4.2	6	12	1
	2.20	2.34	2.6	-	2.7	-	2.2	-	-	.135	.072	14.8	2.1	5.8	4.1	4.7	.8			
904 MPR	0812.10	139.64	70.4	.9	50.0	.3	54.2	2.6	1.91	.691	.592	88.4	139.5	121.3	108.1	99.0	4.1	5	5	2
	.56	.54	4.6	-	2.6	-	3.8	-	-	.042	.099	15.8	.4	7.2	3.2	6.2	.5			
905 GCP	1117.32	234.99	47.6	10.	79.5	.8	33.8	1.5	6.12	.864	.830	228.9	235.6	51.6	105.1	98.0	4.5	4	4	1
	1.36	1.31	15.4	-	5.0	-	1.4	-	-	.058	.048	7.9	1.2	3.3	.6	2.2	.8			
906 NLY	1120.35	237.92	141.8	.8	40.0	.4	60.6	2.0	2.57	.709	.748	246.1	237.9	132.5	110.8	98.0	4.2	8	15	1
	3.68	3.81	5.6	-	3.4	-	3.7	-	-	.144	.101	18.7	3.8	9.1	4.2	4.9	.9			
907 MLE	1118.09	235.70	142.4	.5	29.3	.2	66.0	2.9	3.31	.740	.860	225.2	235.8	153.6	109.7	97.9	3.5	7	31	0
	.60	.74	2.5	-	2.6	-	2.2	-	-	.119	.067	13.6	.7	4.2	3.5	4.5	1.0			
908 ASX	1119.71	237.37	154.6	.5	-3.4	.5	68.8	2.4	16.9	.947	.898	325.3	56.6	155.6	116.6	99.7	3.2	6	17	2
	3.60	3.60	3.1	-	2.0	-	2.3	-	-	.191	.055	11.8	3.4	4.1	10.3	1.6	2.0			
909 NLM	1120.28	237.99	162.2	1.6	33.0	.2	65.2	1.8	3.83	.750	.959	171.0	237.4	138.9	111.8	100.4	3.4	9	29	1
	3.25	3.29	6.4	-	1.4	-	1.6	-	-	.119	.033	20.6	2.7	4.5	6.3	4.2	1.8			
910 LDR	1118.52	236.07	177.3	7.2	70.4	.6	41.7	1.4	2.57	.630	.953	200.8	236.0	74.8	104.3	87.5	3.9	9	17	2
	.64	.75	12.1	-	3.6	-	2.6	-	-	.156	.034	13.5	.7	3.8	9.7	4.9	1.9			
911 RLE	1214.31	262.18	155.6	.5	5.2	.8	65.6	3.0	3.00	.771	.686	72.8	82.2	170.8	112.3	96.0	4.4	12	23	0
	1.04	1.02	2.1	-	2.7	-	2.3	-	-	.117	.078	13.2	1.0	4.8	4.8	4.8	.7			
912 DCL	1214.42	262.19	155.3	.4	20.8	.3	64.1	2.0	3.27	.835	.539	270.1	262.3	159.0	109.0	94.9	4.0	19	24	2
	3.20	3.21	3.0	-	3.4	-	2.2	-	-	.102	.082	11.3	3.3	8.1	6.6	5.5	1.5			
001 CAP	19980731.62	128.23	305.0	.3	-8.7	.8	20.8	1.1	2.32	.728	.632	264.0	128.2	7.1	98.4	87.1	5.0	7	26	20
	.02	.02	1.6	-	1.3	-	.8	-	-	.022	.026	3.2	.0	.9	3.4	2.6	.6			
003 SIA	19980801.65	129.21	340.7	.2	-15.6	.5	38.2	1.2	2.07	.952	.100	148.1	309.2	20.7	101.0	83.5	3.9	6	24	6
	.04	.04	1.0	-	.8	-	1.1	-	-	.009	.005	.9	.0	2.7	.9	2.6	2.3			
004 GEM	19991212.70	260.22	111.7	.2	32.8	.1	33.4	1.1	1.27	.883	.149	324.1	260.2	22.8	101.6	85.8	4.7	50	242	147
	.06	.06	1.0	-	.5	-	1.1	-	-	.012	.007	.9	.1	1.3	1.7	3.2	1.6			
005 SDA	19980801.65	129.22	343.3	.5	-15.8	.7	38.6	1.1	1.82	.953	.085	151.3	309.2	26.7	99.8	85.9	3.5	16	34	13
	.03	.03	1.4	-	.6	-	1.6	-	-	.012	.007	1.6	.0	2.4	2.3	4.2	1.5			
007 PER	19970812.66	140.00	47.3	.6	58.1	.3	58.8	1.0	10.9	.913	.950	150.5	140.0	112.6	119.3	99.0	1.7	20	142	330
	.06	.06	1.2	-	.6	-	1.0	-	-	.071	.009	2.5	.0	1.3	7.3	2.6	1.9			



008	19961021.76	208.68	95.9	.8	15.8	1.1	66.2	2.0	8.47	.932	.574	83.1	28.7	164.1	115.8	99.0	2.2	16	37	46
ORI	.06	.06	1.0	-	.5	-	1.4	-	-	.071	.028	4.7	.1	1.0	1.5	5.0	.9			
010	19970103.67	283.38	230.1	.9	49.7	.4	41.1	.9	2.95	.668	.979	172.0	283.4	71.5	105.8	96.3	2.4	16	33	22
QUA	.04	.04	2.1	-	1.2	-	.9	-	-	.037	.004	3.8	.1	1.4	2.9	-	1.7			
013	20011118.78	236.48	154.3	.3	21.5	.1	70.6	1.1	9.57	.897	.986	174.4	236.5	162.5	125.8	92.3	.9	35	141	23
LEO	.03	.03	.3	-	.1	-	.8	-	-	.061	.001	1.2	.0	.2	17.0	4.3	3.0			
015	20061222.75	270.66	219.2	2.3	75.1	.2	32.4	1.0	4.19	.776	.939	206.3	270.7	52.3	105.7	97.1	4.6	10	10	3
URS	.04	.04	3.7	-	.7	-	1.2	-	-	.054	.006	1.7	.0	1.4	2.1	1.1	.6			
016	1215.25	262.85	130.4	.3	1.5	.4	57.7	1.0	9.76	.978	.217	125.3	82.9	126.8	116.4	94.7	3.2	4	6	5
HYD	.83	.74	.4	-	.8	-	.5	-	-	.007	.007	.9	.7	1.5	-	1.4	1.3			
019	1212.95	260.51	102.1	.2	7.8	.4	40.1	1.1	7.29	.973	.199	128.3	80.3	33.8	103.2	88.8	5.1	4	11	8
MON	.59	.66	.9	-	.5	-	1.6	-	-	.020	.004	.9	.5	1.7	3.6	4.9	1.1			
028	19931011.67	198.44	32.9	1.4	9.0	4.9	27.0	1.1	1.66	.805	.323	121.2	18.4	5.0	103.6	90.7	3.6	6	6	33
SOA	.03	.03	1.4	-	1.6	-	1.7	-	-	.041	.032	3.7	.0	1.7	4.0	3.4	1.3			
031	19950506.72	45.79	338.1	.6	-8	.3	66.0	1.9	21.7	.972	.599	100.1	45.8	162.9	114.4	99-	1.9	5	19	2
ETA	.02	.02	1.4	-	.5	-	.6	-	-	.026	.024	2.8	.0	1.2	-	-	1.7			
032	1214.08	261.90	158.0	.4	33.0	.3	61.9	1.8	4.80	.878	.587	262.3	261.8	133.3	113.9	100.0	4.2	4	7	5
DLM	.51	.59	2.7	-	.5	-	1.3	-	-	.081	.027	3.0	.5	1.0	1.3	2.4	.3			
049	20070414.68	24.24	215.7	.3	-6.8	1.3	26.5	.9	1.50	.723	.414	293.7	24.3	7.0	102.8	93.4	5.2	3	3	6
LVI	.10	.10	3.7	-	3.2	-	4.7	-	-	.060	.026	4.1	.1	4.2	3.5	3.6	.3			
245	1118.68	235.91	130.0	.5	-7.1	1.0	64.5	2.5	7.26	.877	.895	36.8	55.8	134.5	113.1	95.7	3.8	5	6	0
NHD	.35	.26	1.9	-	3.5	-	1.9	-	-	.113	.027	6.2	.3	5.8	6.2	5.3	1.3			
256	1212.25	259.96	86.5	.2	29.3	.1	22.9	1.1	1.76	.723	.487	282.0	259.9	4.9	100.2	90.5	6.1	5	19	23
ORN	.51	.25	5.5	-	2.1	-	1.4	-	-	.036	.064	9.0	.2	1.8	2.1	1.3	.8			
257	20011211.65	259.65	80.8	.3	14.1	.3	20.4	1.0	1.97	.706	.579	89.5	79.6	6.2	97.2	87.6	6.2	4	29	14
ORS	.05	.05	4.6	-	5.0	-	3.0	-	-	.063	.090	10.1	.0	3.4	5.4	2.6	.2			
258	1212.87	260.65	83.8	.4	35.1	.2	19.9	.8	1.60	.652	.559	275.4	260.7	8.1	95.3	82.4	6.5	5	24	6
DAR	1.39	1.31	2.0	-	4.0	-	2.8	-	-	.071	.067	6.2	1.3	2.6	5.9	9.3	.4			
286	1123.06	240.72	58.7	.3	11.7	.3	19.4	.8	1.86	.661	.630	84.6	60.5	5.2	98.5	86.6	4.8	5	10	6
FTA	4.09	4.22	2.9	-	1.3	-	1.4	-	-	.035	.056	7.0	4.3	.3	6.0	2.3	1.9			
288	1212.16	260.19	72.9	.5	16.0	.3	16.0	.9	1.80	.601	.719	73.6	80.0	3.0	92.0	84.1	6.0	5	16	12
DSA	.91	1.07	4.4	-	3.1	-	1.9	-	-	.055	.046	6.6	1.0	2.4	5.2	4.0	1.0			
342	0811.90	139.51	345.0	.6	4.5	1.6	36.1	1.2	1.38	.907	.129	326.7	139.4	24.8	100.2	84.2	3.4	9	16	11
BPI	.39	.35	.7	-	3.0	-	3.0	-	-	.031	.016	.9	.2	4.2	3.4	2.8	1.4			

## References

- 1) Cook A. F., A Working List of Meteor Streams, EVOLUTIONALY AND PHYSICAL PROPERTIES OF METEOROIDS, NASA SP-319, 1971, pp.183-191.
- 2) Cronk G. W., METEOR SHOWERS, Enslow Publ., 1988.
- 3) Rendtel J. & Arlt R. & McBeath A. eds., Handbook for Visual Meteor Observers, IMO Monograph no.2, 1995.
- 4) Shigeno Y. & Shioi H. & Shigeno T., Radiants and orbits of the 2001 Leonids, The Institute of Space and Astronautical Science Report SP No. 15, 2003, pp.55-62.
- 5) Shigeno Y. & Shigeno T., Radiant distributions of the Capricornid-Aquarid complex, WGN 32:3, IMO, 2004, pp.77-80.
- 6) Jenniskens P. & Jopek Y. J & Rendtel J. & Porubcan V. & Spurny P. & Baggaley J. & Abe S. & Hawkes R., On How to report new meteor showers, WGN 37:1, IMO, 2009, pp.19-20.
- 7) Southworth R. B. & Hawkins G. S., Statistics of Meteor Streams, Smithsonian Contributions to Astrophysics, Vol. 7, 1963, pp.261-285.
- 8) Drummond J. D., ON THE METEOR/COMET ORBITAL DISCRIMINANT D, Proceedings of the Southwest Regional Conference for Astronomy and Astrophysics, 5, 1979, pp.83-86.
- 9) McCrosky R. E. & Posen A., Orbital Elements of Photographic Meteors, Smithsonian Contributions to Astrophysics, Vol.4, 1961, pp.15-84.
- 10) Shigeno Y. & Shioi H., Outburst of Faint Piscids in 2001, WGN 30:3, IMO, 2002, pp.56-58.
- 11) SonotaCo, A meteor shower catalog based on video observation in 2007-2008, WGN 37:2, IMO, 2009, pp.55-62.
- 12) All meteors have been opened to the public. <http://www.imo.net/files/data/msswg/>