

UF0Capture を用いた熊本 - 宮崎間定点同時観測

前田幸治(NMS, 宮崎県天文協会)、影山和久(熊本県民天文台)

概要

2005年11月末から、UF0Captureを用いて熊本と宮崎間での協定同時観測を始めた。その中から観測方法や観測条件を中心に結果をまとめた。ビデオ観測は1つ1つの流星の質はあまり良くないが、数をかせいで統計的に写真観測などでは得られない情報が得られると期待している。そこで、同時観測をたくさん得ようという目的で効率よく同時観測を行う方法を試みた。実観測面積は狭くなるが、お互いに仰角を上げて近い流星を狙うと最大約60%の割合で同時流星が得られることがわかった。

始めに

一つの流星を2ヶ所から観測することは1ヶ所から観測するのに比べて非常に多くのことが分かる。光学自動観測を始めて1年以上たち、UF0Captureを用いた1点観測のすばらしさが分かってきたと同時に限界も見えてきた。関東地方ではSonotaCo氏を初めとして多くの観測者がいるために同時観測が次々と成立し、UR00rbit, UF0Radiant(*1)などのソフトのサポート体制も充実してきた。2005年11月ごろ熊本の影山和久氏もUF0Captureを立ち上げていることを知ったので、同時観測を提案した。流星観測の経験も豊富ですぐさま対応を取っていただけた。それ以後、同時観測を試行錯誤で続けてきた。まだ、1年もたっていないが方向性も見えてきたので、観測成果というより、観測の紹介を中心に今後の参考にまとめてみた。

目的

定点同時観測は、群流星、散在流星を継続的に2点から捕らえてパトロールを行う。突発的な出現の監視と輻射点、軌道の決定および、定常群の出現数や輻射点移動の確認などを目的としている。特徴は自動観測のビデオカメラの視野を固定して常に同じ空域を観測していることである。ビデオ観測なので、精度は一定のレベルを維持できれば、それほどこだわらず数を多く得たい。

観測条件 (2006年8月1日現在)

宮崎サイト: 宮崎市内(MZ1_K)、熊本サイト: 熊本市内(Kumamoto01)、距離125.9 km
2ヶ所ともカメラは、Wat100Nで防水ハウジングに入れて視野を固定。視野は6mmレンズで約56×41度、8mmレンズで44×33度。写真は宮崎サイトのカメラの様子。

Table. 1

2005/ 2006	流星数 (宮崎)	流星数 (熊本)	同時 流星数	同時率 (宮崎) (%)	同時率 (熊本)	観測条件 (宮崎)			観測条件(熊本)		
						開始	レンズ	方位角 仰角	開始	レンズ	方位角 仰角
11月	77	30	5	6	17	28日開始	6mmF0.8	210 41	27日開始	6mmF1.2	220 40
12月	1211	152	54	4	36			200 38			
1月	413	87	27	7	31						
2月	186	47	13	7	28						
3月	133	22	4	3	18						
4月	125	16	3	2	19	20日以降	8mmF0.8	190 38	18日以降	6mmF0.8	225 53
5月	104	27	13	13	48						
6月	192	23	15	8	65	20日以降		199 47	19日以降		264 56
7月	761	209	122	16	58						
計	3202	613	256	8	42						



写真 宮崎サイトの自動観測カメラ

観測方法

両サイトとも UFOCaptureV2 を用いて観測し、UFOAnalyzer を用いて各自解析。解析結果のみを互いにメールで交換し、UFOorbit で各自同時流星の確認、結果の解析を行う。早い時には前夜からの観測がその日の午前中に同時流星計算が終わる。通常はまとめて

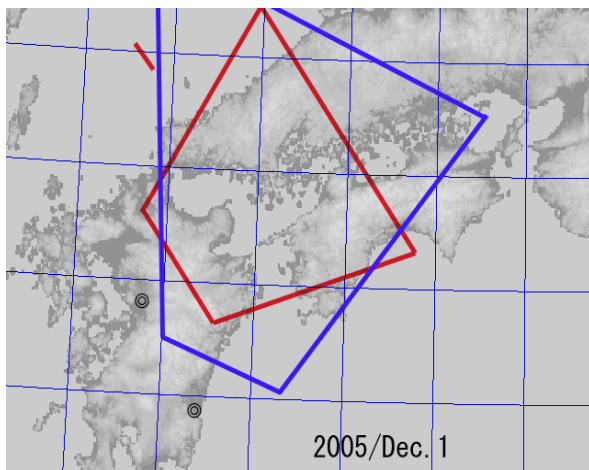


Fig.1-1 2006年3月までの観測域

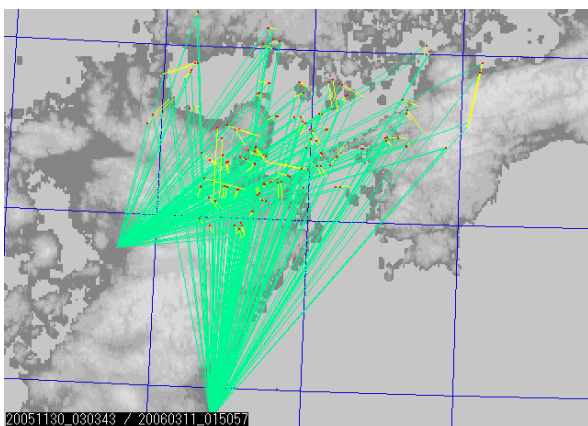


Fig.1-2 2006年3月までの同時流星の分布

1,2週間に1度程度メールでデータの交換を行っている。

1. 問題点と解決法

a) 同時流星を効率的に捕らえるには？

写真観測時代には協定観測と言えば、火球観測が流星群極大期の多連カメラによる観測であった。写真観測の効率の悪さから、同時流星を捕らえるための工夫はいろいろされていたようだが、ビデオ観測時代になってどうすれば効率的に捕らえられるのか書かれた資料をほとんど見た記憶がない。そこで、観測をしながら試行錯誤的に条件などを変えて調べてみることにした。

観測開始当初は、熊本サイトのカメラレンズにオートアイリスが無かったので、太陽が視野に入らない北東方向を向け、宮崎からはその方向を狙う形で始めた。その観測範囲の概略をFig.1-1に示す。これは、視野の4隅の方位角と仰角から計算して上空100kmのエリアを書いた。観測方向などの概略はTable 1の右側に載せた。この方位角はS Wの方向へ測った角度、仰角はカメラの中心の値。2005年12月に得られた同時流星を地図にプロットしたもの(UFOorbitによる)をFig.1-2に示す。同時流星の毎月の変化をTable 1の左側にまとめた。ここで同時率とは同時流星数を各サイトでの観測流星数で割った値。同時流星は精度の極端に悪い交差角5度以下のものは除いてある。月別の同時流星数の変化をFig.1-3に、同時率の変化をFig.1-4に示した。

Table.1より、宮崎サイトの流星数が多いのは第1に空がよいこと、当初はレンズのFがやや明るかったこと、UFOCapture,UFOAnalyzerのパラメータ設定値がすでに最適化されていたことなどがあげられる。両サイトとも同時率の変化の傾向はほぼ同じになったので、今後熊本サイトの同時率で検討する。観測開始当初の12月から2月ごろまでは大体30%程度ということが分かる。(Fig.1-4) 私はこれはかなり少ないと感じた。この時期、宮崎サイトは天候が良く、熊本サイトは曇天が続くがたまに晴れると、必ず宮崎サイトは晴れている。このため同時率は安定しており、逆にこれ以上高くなる見

込みは無かった。3月に入ると宮崎サイトも天候が悪い日が増え両サイトの天候が合わずに同時率は半分程度に落ち込んだ。

30%の同時率はあまりに低いと思い検討すると、Fig.1-1の観測領域の取り方に問題があることが分かった。各サイトから見た同時となった流星の出現位置をFig.1-5とFig.1-6に示す。熊本サイトから見ると同時流星は宮崎に近い南側(右)が多いがほぼ視野全体で捕らえている。しかし、宮崎サイトから見ると、同時流星は仰角20-30度の狭いエリアからしか検出されていない。この時のカメラの観測視野は仰角15-60度の範囲を見ている。これは、宮崎から見てある距離の流星ばかり同時になっていて、6mmレンズの視野を十分に生かせていないことを示している。また、Fig.1-6を見ると方位角170-230度付近にかけて東(右)に行くに従って、流星数が減少している。この方位角の増加は熊本サ

イトと流星間の距離の増加を表している。方位角の大きい位置では、熊本サイトから十分捕えられる明るい流星のみとなり、Fig.1-6のような結果になったと思われる。距離が遠くなると視野角当たりの観測面積が増加するが、低空となり透明度も急激に落ちる効果も加わるので、単純ではない。しかし、Fig.1-1を見ると、実際には観測エリアは日本海まで延びているが、同時流星で山口県にかかるものはほとんどない。

そこで、2006年4月から熊本サイトにアイリスつきのレンズを導入し、仰角を13度上げ宮崎から近い場所の流星を捉えられるようにした。さらに、6月から40度東側に観測視野を移し、宮崎サイトから近い流星を狙える体制をとった。そして同時に6月からは宮崎サイトのカメラの仰角も約10度あげ、それにより6mmレンズは無駄なエリアが出るので、8mmレンズに交換し少しでも暗い流星ま

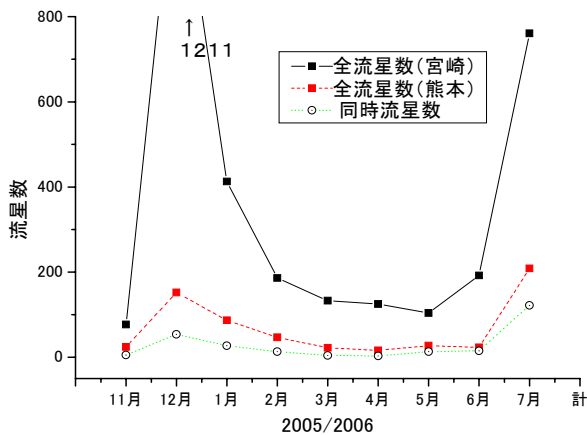


Fig.1-3 月別観測流星数

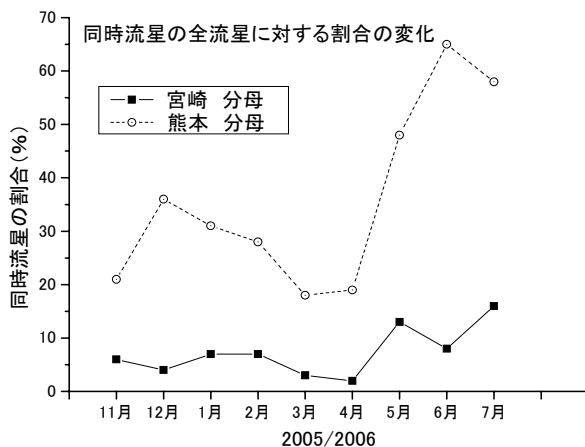


Fig1-4 月別同時流星率

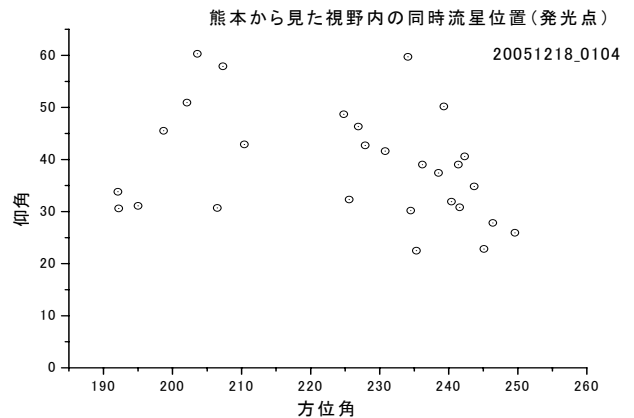


Fig.1-5 熊本サイトからの同時流星位置分布

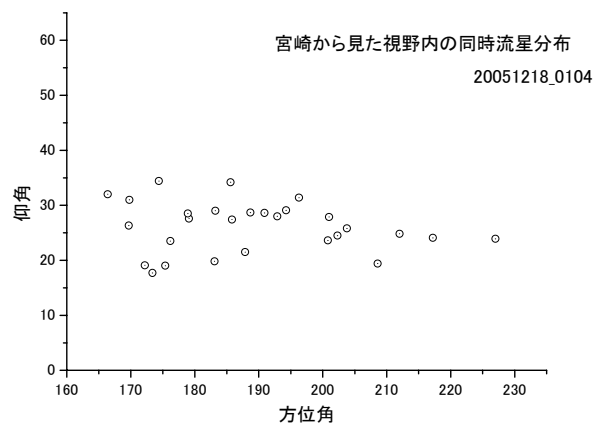


Fig.1-6 宮崎サイトからの同時流星位置分布

で捕らえられるように工夫した。(Table 1参照)それが、Fig.1-7の観測領域である。Fig.1-3に較べると重なっているエリアの面積は1/4程度に減少した。5,6月は天候が優れず同時流星も少なく同時流星の増加が視野を変えたことによるのか良く分からなかったが、7月の梅雨明けからその効果が顕著に表れた。2006年7月の同時流星の分布をFig.1-8に示す。観測エリアが直接描けるほど密集して同時流星が捕らえられている。平均すると熊本サイトの同時率は60%程度と約倍に上昇した。Fig.1-9,10は、現在の観測エリアで熊本および宮崎サイトから見た同時流星と同時にならなかった流星の分布である。やはり、熊本サイドでは南東側(右側)で同時流星が多いが視野一面に同時流星が分布しており効率よく観測が行えている。方位角210-230度付近で同時流星が少ないのは宮崎サイトの視野の範囲外だからであろう。宮崎サイトのカメラを5度ほど右に振れば解決すると

思われる。宮崎サイトの分布も同時流星が捕らえられていない領域はFig1-7で重なっていない場所に対応がつく。

これらのことから、同時流星をたくさん撮るには遠くまでカバーして広範囲を監視するより、狭い範囲でも近くの流星を確実に撮影することが重要であることが改めて確認できた。

同時率を上げる心得

- 1、近い流星をねらう。(遠い火球より近い普通の流星を)
- 2、同じレンズなら同じ距離の流星(エリア)をねらう。
- 3、視野を正確にあわせる。(方位角は5度以内、仰角はより正確に)

b) 出現時刻の決定

同時流星の判定、位置決定に出現時刻は非常に重要である。現在熊本サイトのパソコンはネットに繋がっているの、桜時計で正確

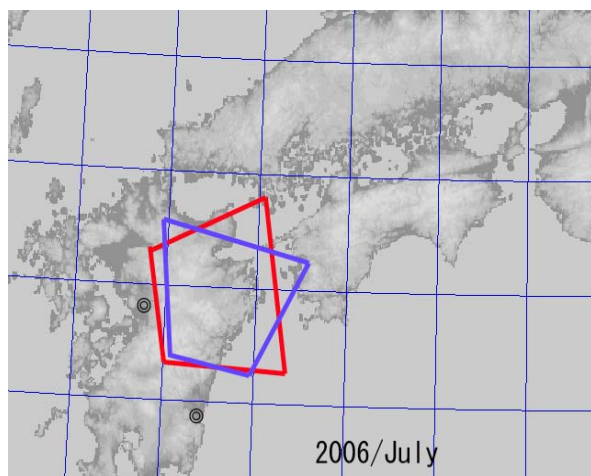


Fig.1-7 2006年7月以後の観測領域

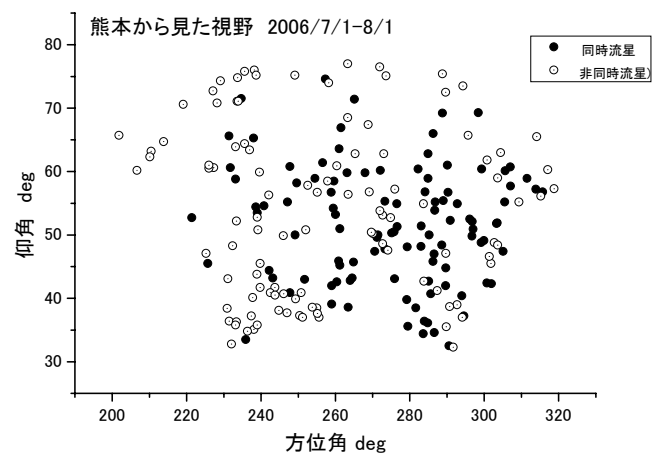


Fig.1-9 熊本からの同時流星の位置分布

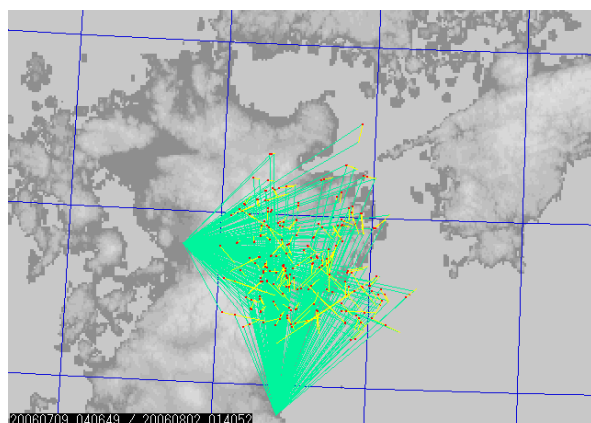


Fig.1-8 2006年7月以後の同時流星

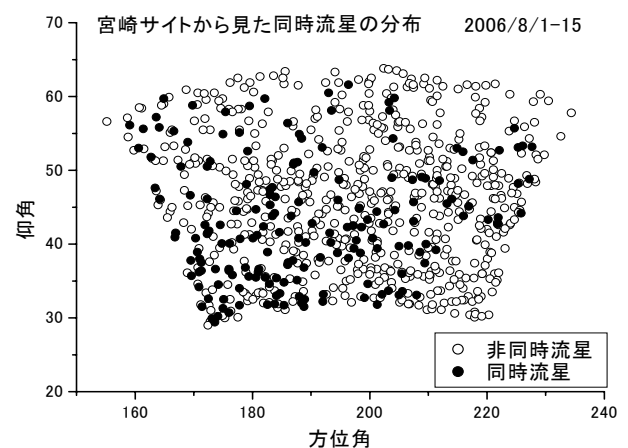


Fig.1-10 宮崎からの同時流星の位置分布

にあって、宮崎サイトは孤立パソコンなので、手動であわせているため最大 20 秒程度 1 週間ですでれる。これは、SonotaCo 氏の便宜により UFOAnalyzer V0.73 より観測時刻のずれを後から修正する機能がついたので、同時流星を決定した後、熊本サイトの時刻で修正している。しかし、1 晩のうちに 3 秒ほどずれることもあり、まだ完全ではない。

2. 観測結果

定点観測をしていると日々のデータ整理に追われて、せっかくの同時流星について検討する時間があまり取れていない。ここでは、得られた同時流星からいくつか集計を行った結果を示す。

1. 同時流星と非同時流星の光度分布 (Fig.2-1)

同時流星となるのは、明るいものが多いという先入観があったが、そのようなことは無く、どの光度も満遍なく同時、非同時が分布した。暗い流星だからと言って、検出時におろそかにはできない。

2. 全同時流星の速度と発光点、消滅点高度の関係 (Fig.2-2)

速度と高度はどちらも 2 点観測しないと得られないデータである。1 点観測から群判定する時にも仮定として用いる重要なパラメータである。発光点、消滅点共に直線的に平行に変化し、その差は 8km となった。もちろん各流星ではばらつきは大きいですが、それには、各流星の光度の効果を考えていないことも含まれている。

3. 群流星の光度と発光、消滅点高度 (Fig2-3,4)

Fig.2-2 の速度と高度の関係にはビデオ観測で精度の悪い速度を横軸にとっているため、ばらつきが大きい可能性がある。そこで、速度が一定と思われる群流星について、光度と高度をプロットしてみた。ペルセ群を Fig2-3、みずがめ群を Fig.2-4 に示す。このように群別に発光点などがプロットできるのは TV 自動観測ならではである。光度は自動判定されたもので、±1 等級程度は誤差を含む。速度の速い (Vg=60km/s) ペルセ群では明

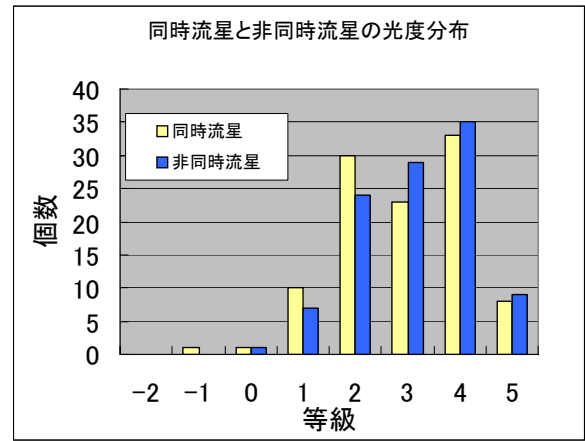


Fig.2-1 同時流星と非同時流星の光度分布

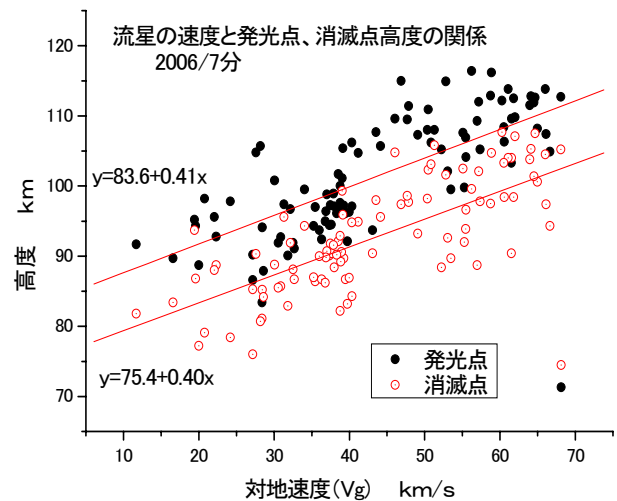


Fig.2-2 全同時流星の速度と発光点、消滅点高度の関係

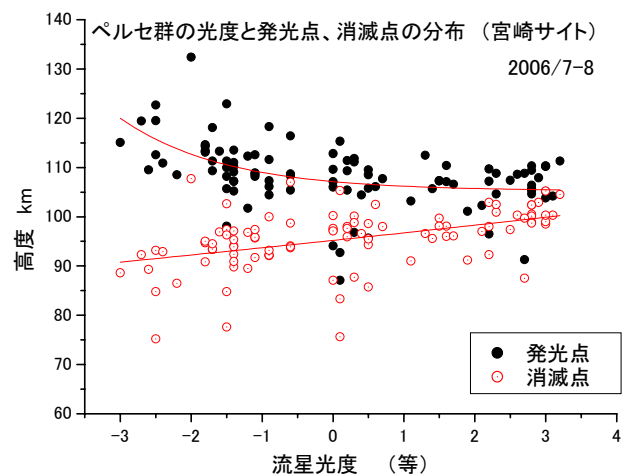


Fig.2-3 ペルセ群流星の光度と発光、消滅点高度

るい流星ほど発光点が高くなったが、中速の ($V_g=42\text{km/s}$)みずがめ群では、-3等の流星を除き明らかな傾向はない。一方消滅点はペルセ群は明るいほど低い傾向があるがばらつきが大きい。みずがめ群はばらつきが小さく、明るいものほど低空まで光っている傾向がよくわかる。

4. 同時流星の交差角の分布 (Fig.2-5)

観測地点間の距離が近かったり、観測方向が悪いとせっかくの2点観測でも輻射点がよく決まらない。基線長が120km以上もあるので、交差角の小さいものは多くない。(5度以下のものはあらかじめ除いてある)

5. 月別輻射点分布 (Fig.3-1 ~ 9)

これらもすべてUF0orbitを用いて出力したものである。流星が集中しているのは主要群の輻射点である。中小の流星群の検出、確定はまだこれからの課題である。散在流星の輻射点の分布も天候の影響を受けてはいるが、一様でないようで興味深い。

参考

1)ここで用いているUF0シリーズのソフトについては、SonotaCo氏のホームページに詳しいマニュアルや情報があります。
<http://sonotaco.com/>

謝辞

このような観測はUF0Captureをはじめとするソフト群なくしては不可能でした。作者のSonotaCo氏に感謝します。また、SonotaCo Netでいろいろと観測方法などについてアドバイスを下さった皆様に感謝します。

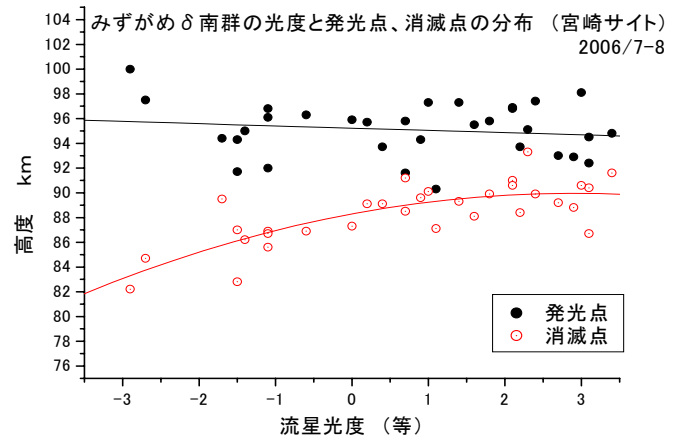


Fig.2-4 みずがめ 群のの光度と発光、消滅点高度

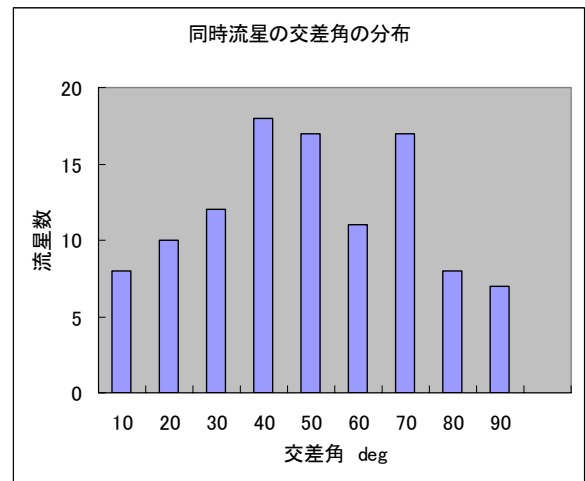


Fig.2-5 同時流星の交差角の分布

