

## 流星観測で使えるニコンマニュアルレンズ

重野好彦

ニコンマニュアルレンズ「Ai-S Nikkor」は、現在でも5種類が販売されている。また多種のレンズが中古市場で流通しており、徐々に価格が下がっている。単焦点で明るいレンズが多いので35mmカメラで流星観測をするならお勧めである。古い設計のレンズなので性能をテストしてみた。

詳しくは以下を参照

<http://msswg.net/lens>

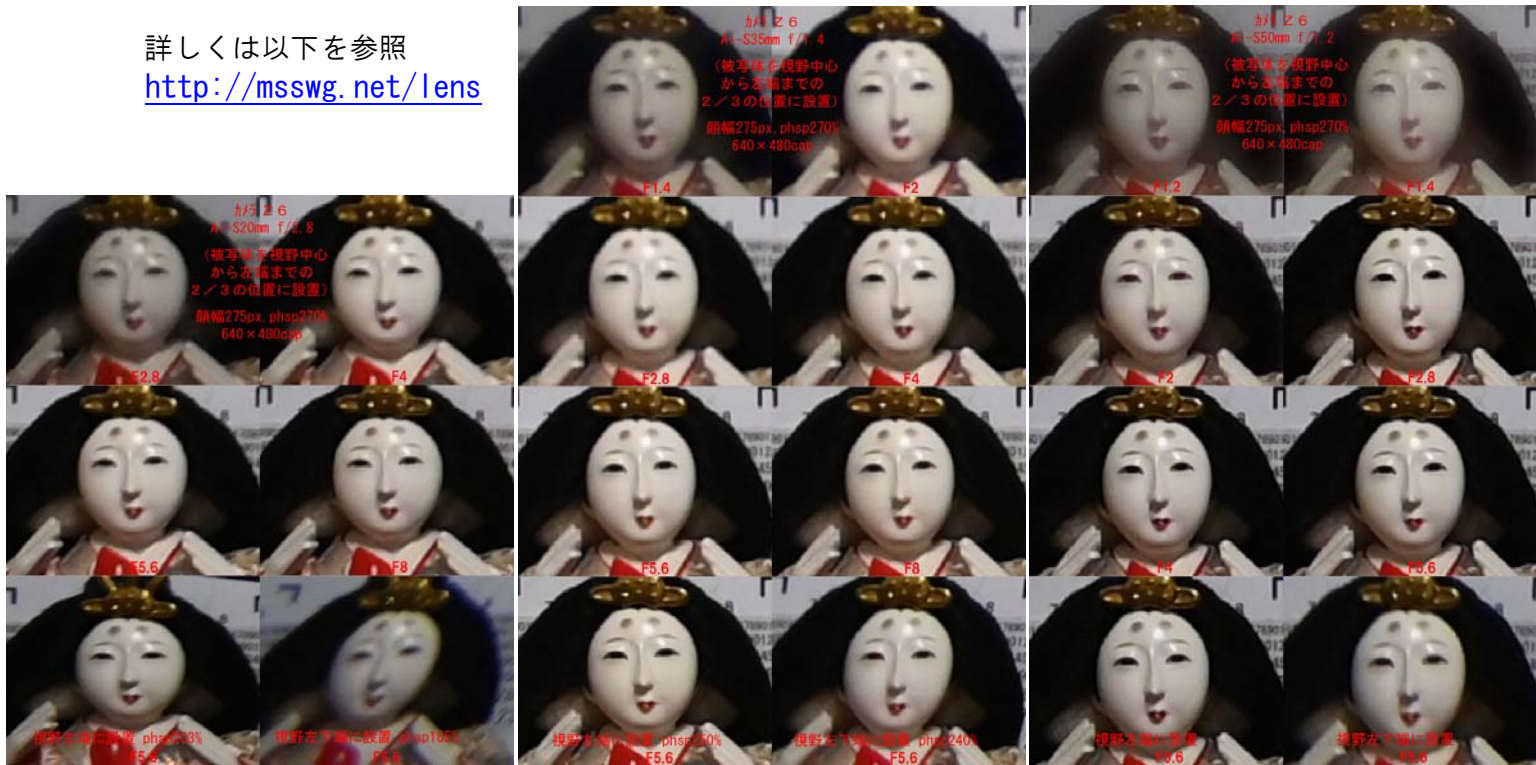


図1. Ai-S 20mm F2.8  
ヤフォク27,800 新10万  
開放／周辺は厳しい

図2. Ai-S 35mm F1.4  
ヤフォク32,755 新25万  
開放が暗いのは周辺減光

図3. Ai-S 50mm F1.2  
ヤフォク27,200 新8万  
開放が暗いのは周辺減光



図4. Ai-S 55mm F2.8  
ヤフォク5,000 新6万  
おおよそ良像

図5. Ai-S 85mm F1.4  
ヤフォク58,104 新20万  
少し絞れば良像 コーナーも良い

図6. Ai-S 135mm F2  
ヤフォク37,800 新15万  
開放から良像 コーナーも良い

第154回 流星物理セミナー資料 20200202 関口孝志

フルハイビジョンシステムでの流星観測

ふたご群のスペクトル

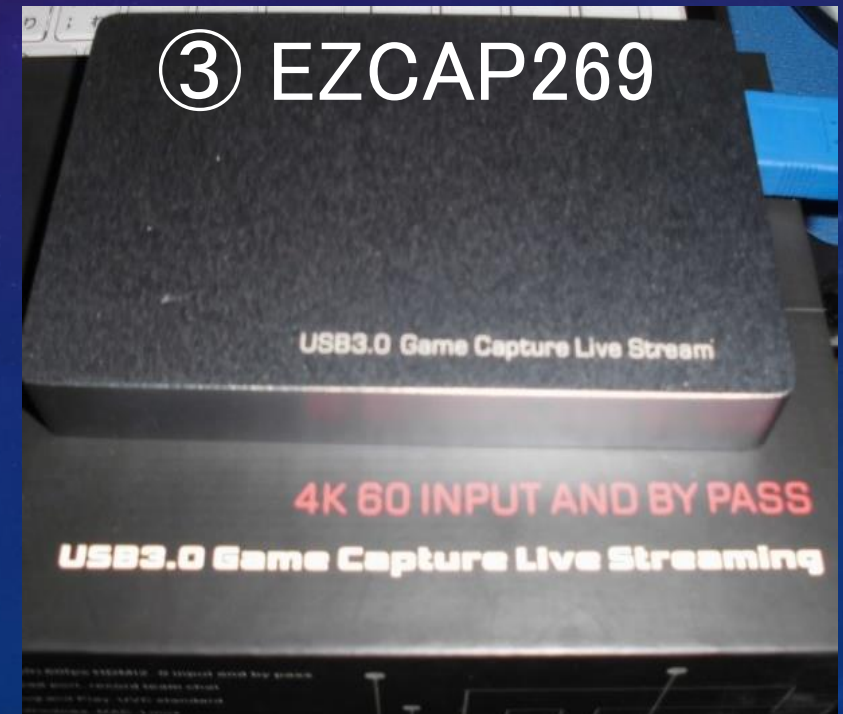


しぶんぎ群のスペクトル



# フルハイビジョンシステム 3台分 約110万円

- |              |                |                               |                   |      |
|--------------|----------------|-------------------------------|-------------------|------|
| 1.カメラ        | SONY α7s       | 1920×1080 60P                 | ①85 mm × 2 ②50 mm | 93万円 |
| 2.ビデオキャプチャ機器 | UVC EZCAP269   | ③                             |                   | 3万円  |
| 3.パソコン       | CPU 3.5G       | メモリ 8G                        | SSD 950G+大型テレビ    | 5万円  |
|              | CPU 2.5G       | メモリ 4G                        | 外付けSSD 950G       | 4万円  |
| 4.ソフト        | UFOCapture HD2 | (UFOanalyzerV2 UFOorbitV2 無料) |                   | 5万円  |



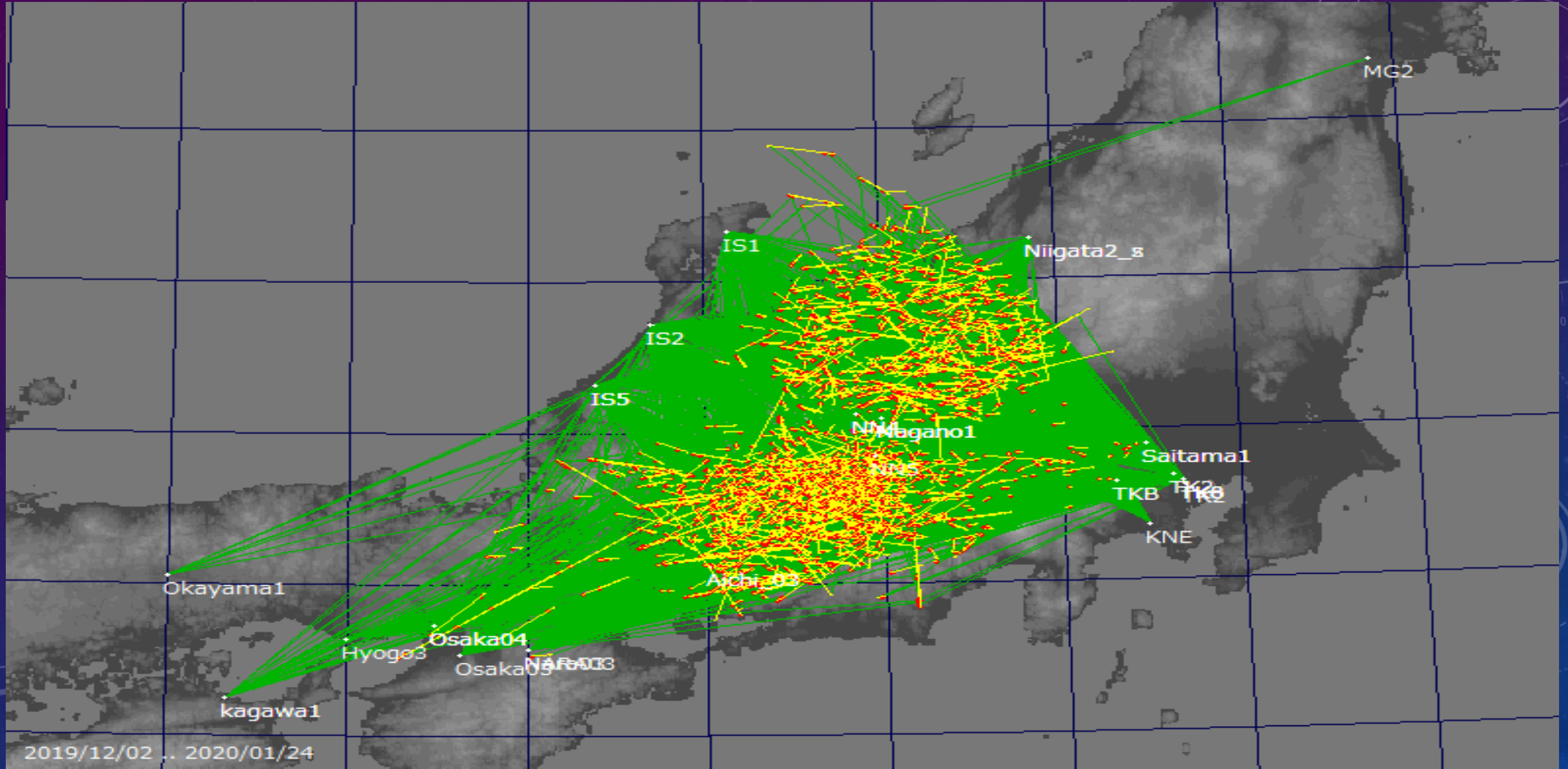
# フルハイビジョンシステムでの撮影流星数と光度分布

カメラ	流星数					同時流星数				同時率(%)		
	50mmNW	85mmw1	85mmw2	合計	スペクトル	50mm	85mm1	85mm2	合計	50mm	85mm1	85mm2
12月	826	1200		2026	69	351	536		887	42	45	
1月	386	777	19	1182	29	121	238	4	363	31	31	21
合計	1212	1977	19	3208	98	472	774	4	1250	39	39	21

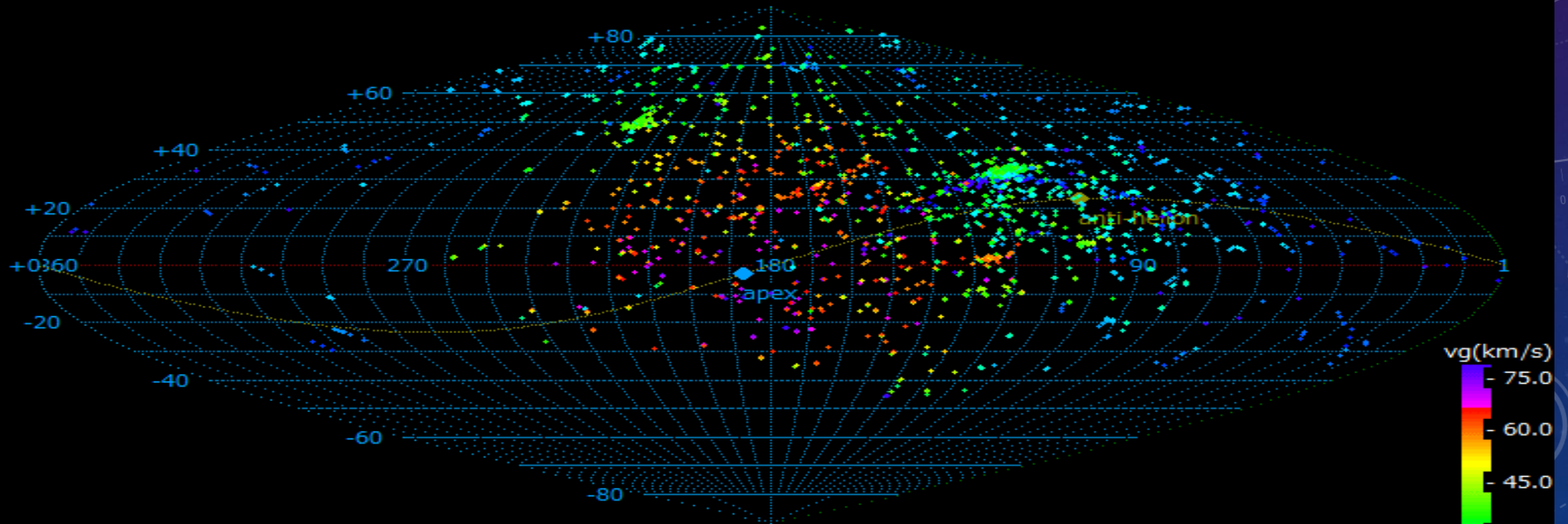
## FHD 50mmと85mmの光度分布



# フルハイビジョンシステムでの同時流星



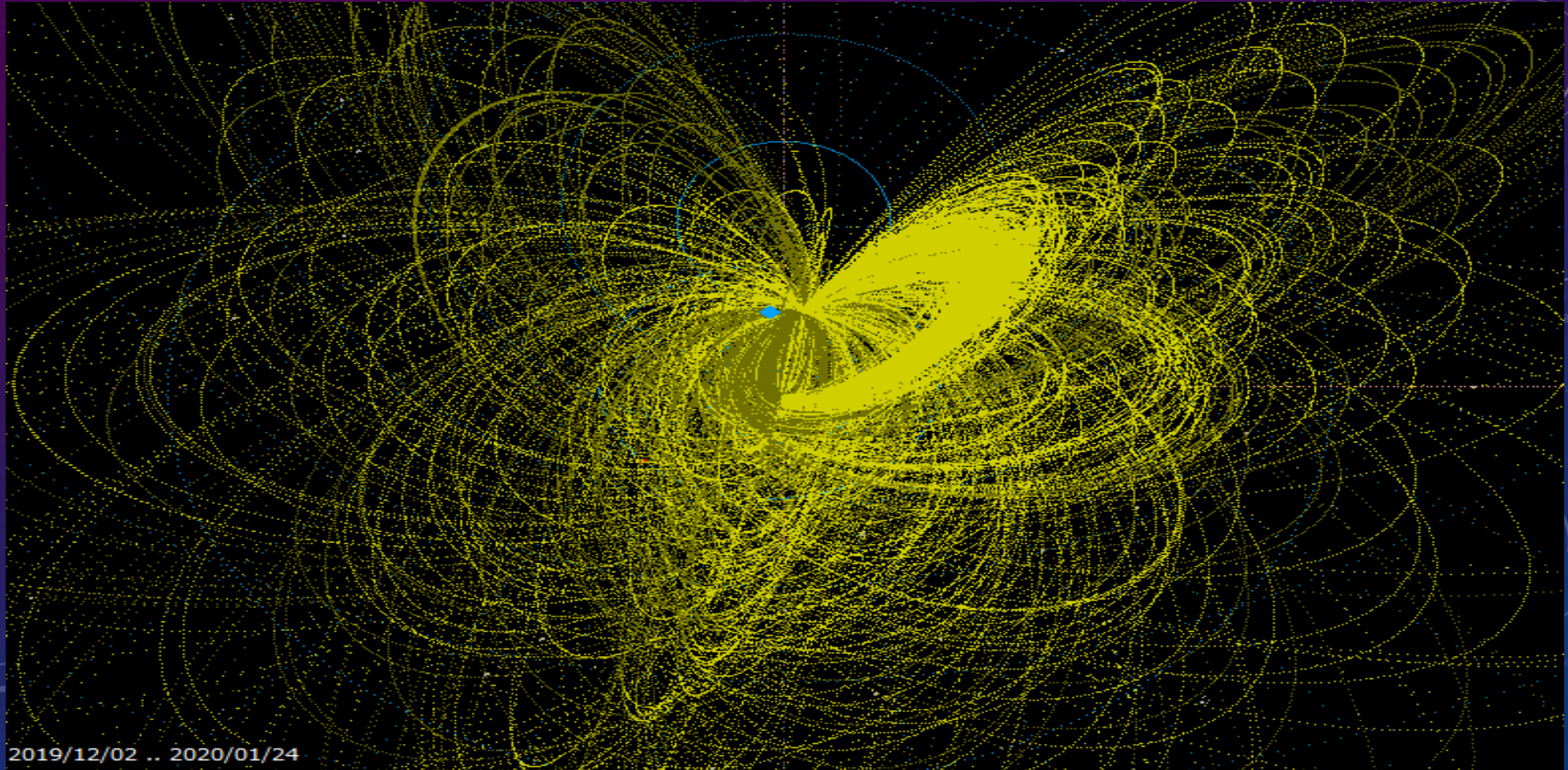
# フルハイビジョンシステムでの同時流星



2019/12/02 .. 2020/01/24  
y:dec / x:ra

apex sol=276.7 12/28

# フルハイビジョンシステムでの同時流星



2019/12/02 .. 2020/01/24

# フルハイビジョンシステムでの流星

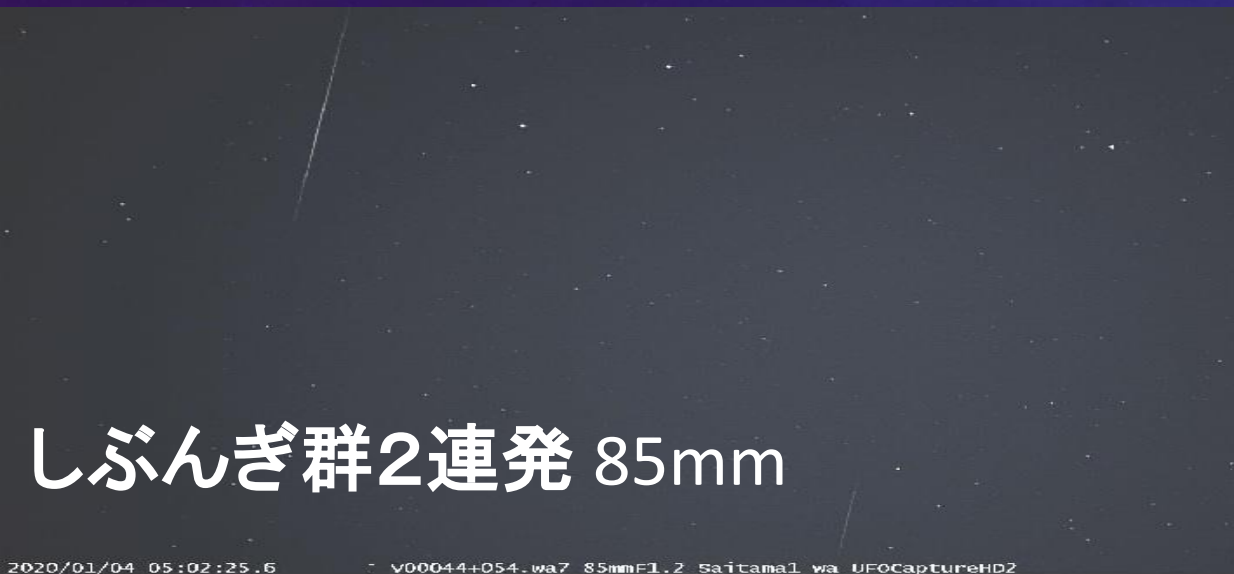
オリオン座と流星 85mm



鉄流星のスペクトル 1



しぶんぎ群2連発 85mm



鉄流星のスペクトル 2





## まとめと課題

- 2台のカメラの観測で、ほぼ2か月で3000個近くの流星が得られた。今回のデータは、2019年12月から2020年1月までを解析した。同時流星は、交差角が小さくなっているが、FHDの観測者が少ないで観測方向は、このままで行こうと考えている。
- 今回は、主要群のしぶんぎ群とふたご群が活動していたので多かった。
- 50mmで今まで通りにスペクトルを撮影した。解像度は上がったが撮影数は、それほど多くなっていない。鉄流星等、はっきりとわかるようになった。暗い流星でも撮影できた。FHDでは、流星の色や痕の変化の様子等がわかりやすくなった。
- 85mmでは、思っていたより多く撮影できることがわかった。特に、暗い流星は、見落としがちであるのでチェックをしっかりとしたい。

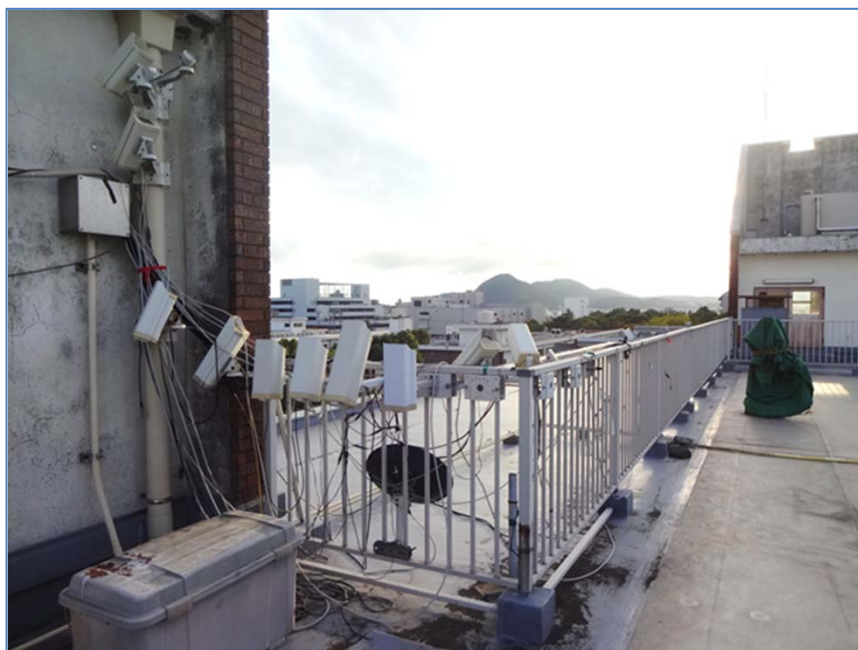
# 定年から始めた僕らの流星観測

## (平博流星分科会の2019年ふたご群観測報告)

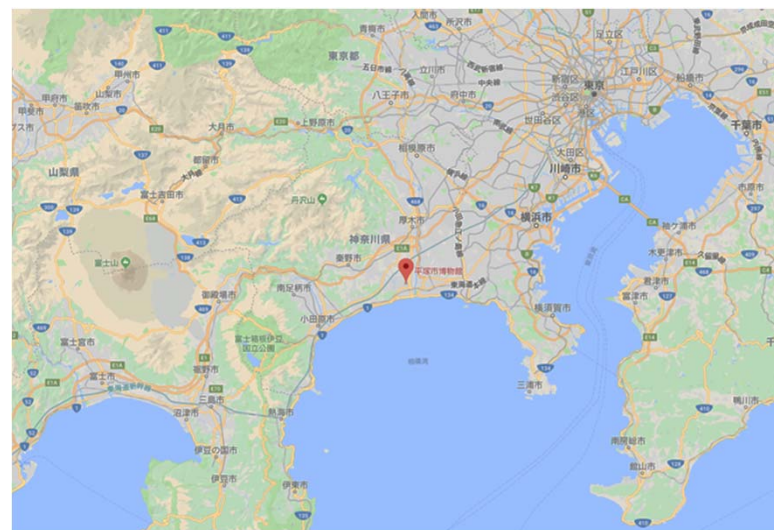
2019年10月にペルセ群の集計結果を報告致しました.今回は2019年12月のふたご座流星群のご報告です.

2/Feb/2020, No.154 MSS

平博天体観察会流星分科会 永井和男



博物館の流星TVカメラ(博物館屋上)



博物館の位置

# 1月14日のスターリンク衛星



# 第42回 彗星夏の学校 2020

日時 : 2020/3/29 10:00-17:00

場所 : 八王子 生涯学習センター クリエイトホール 11階 第6学習室

参加費 : 1000円

申込締切 : 2020/3/1

彗星、流星、小惑星、観測機材等についての研究発表、講義、勉強など  
初心者向けの入門講座も行う予定です



# 流星分科会

## 流星分科会

2014年のしぶんぎ群が切欠で発足  
藤井学芸員の指導で流星の観測  
2017年から同時流星観測開始

## 観測装置

自作TVカメラ + UFO capture2

カメラは2種類

CMOS (IMX225, 1/3inch) f=8mm

⇒ ICX672

CCD (ICX672, 1/3inch) f=6mm

## 観測地と観測者

平塚を中心に14台(9名)のカメラ

⇒ 17台(11名)

観測地が固まっていて交差角が狭い

画角(30x20deg)が狭い

大島上空100km, 御蔵島上空100km

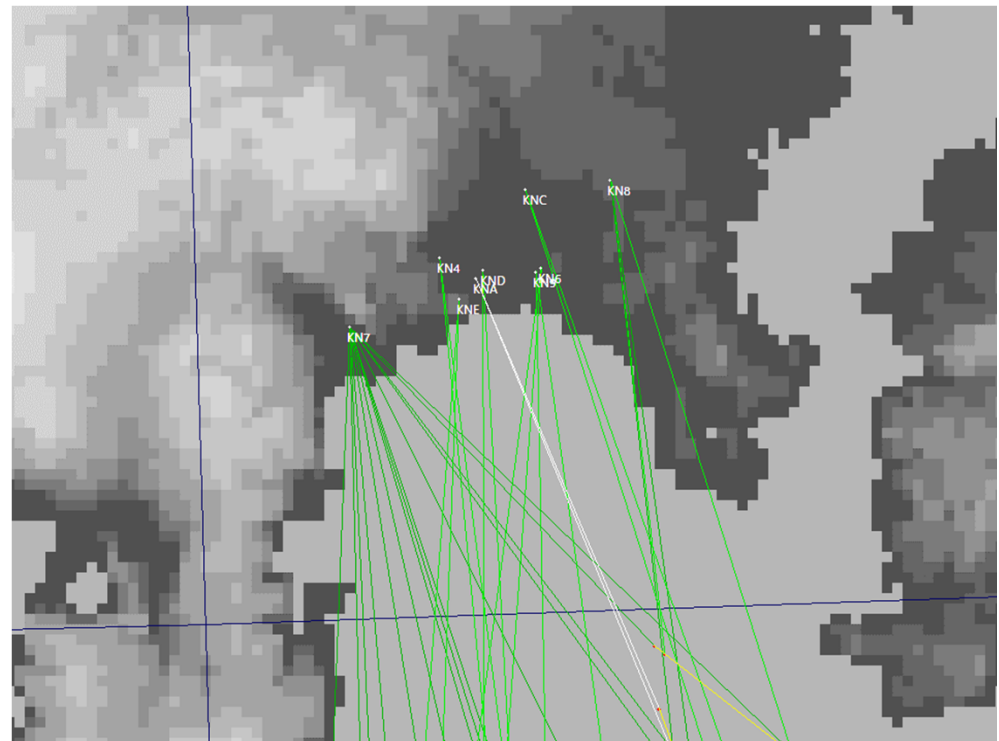
全天の1%弱をカバー



CMOS



CCD



# 2019年12月の僕らの観測

2019年12月1日から12月31日までの観測を集計しました

510個の日心軌道が得られました(ふたごは12/2から12/27の期間に204個の軌道が得られました)

観測者は6名でカメラは12台です。KN8\_1とKN9\_3はWATECで、他は自作カメラ

(夏以降、3名が休止中で2名が新規で観測を始める準備中)

解析はUFO orbit2を用いました

観測者が固まっていますので交差角が狭くなりますので解析の品質はQ1としました

No.	観測者	観測地	ID	count	scount	s%	remarsk
1	秋山	平塚	KN4_01	546	190	35	
			KN4_02	480	207	43	
2	岡澤	茅ヶ崎	KN6_01	246	112	46	
			KN6_02	762	221	29	
3	清水	小田原	KN7_01	193	70	36	
			KN7_02	477	208	44	
4	鈴木	横浜	KN8_1	547	165	30	WATEC
5	永井	茅ヶ崎	KN9_01	32	10	31	分光
			KN9_02	54	16	30	分光
			KN9_03	108	1	1	WATEC
6	横関	平塚	KND_01	707	55	8	
			KND_02	427	103	24	

休止中: 藤木・萩原・鷹

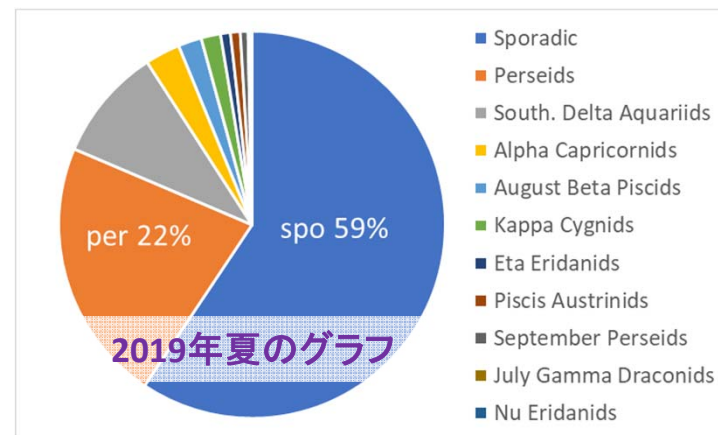
新規: 小林・戸村

背景がピンクは定年している人

# 軌道の求まった流星・流星群

2019年12月の観測から日心軌道が求まった流星は510個でした。  
ふたご座流星群は12/3から12/27に検出され得られた軌道は204個でした。

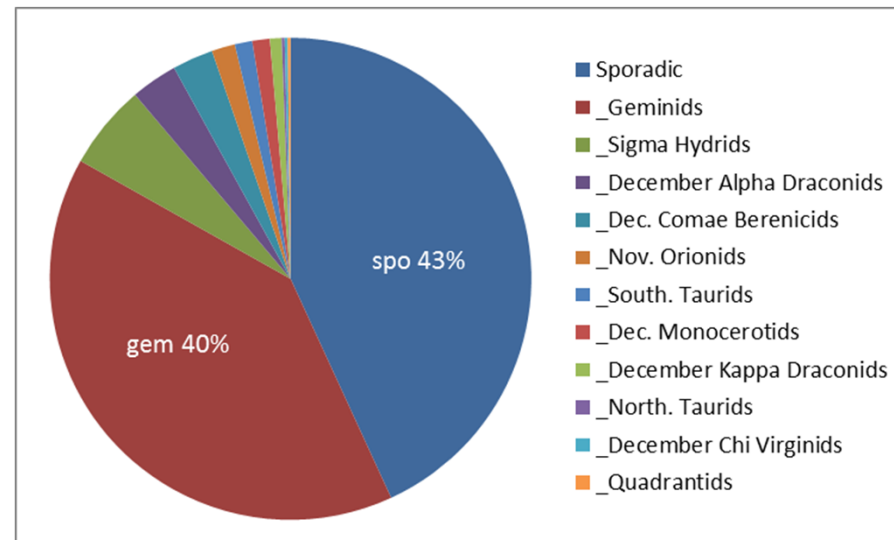
散在とふたごで全体の8割になっていました。ペルセの時も8割でしたがspoが6割もありました。今回はspoは4割でふたごも4割ありました



2019/12/1~12/31、軌道が求まった群流星の数

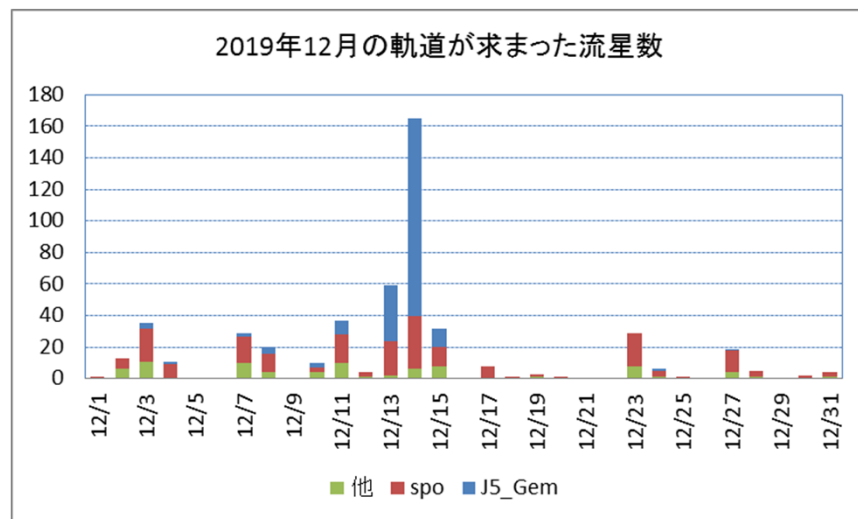
_code	_name	number	%
spo	Sporadic	220	43.1
J5_Gem	_Geminids	204	40.0
J5_Hyd	_Sigma Hydrids	29	5.7
J5_daD	_December Alpha Draconids	16	3.1
J5_Com	_Dec. Comae Berenicids	14	2.7
J5_noO	_Nov. Orionids	8	1.6
J5_sTa	_South. Taurids	6	1.2
J5_Mon	_Dec. Monocerotids	6	1.2
J5_kDr	_December Kappa Draconids	4	0.8
J5_nTa	_North. Taurids	1	0.2
J5_xVi	_December Chi Virginids	1	0.2
J5_Qua	_Quadrantids	1	0.2

TTL 510



Based on “ALL SHOWER LIST edited by SonotaCo 2009 April 16, ULE\_J5(confirmed showers only)”

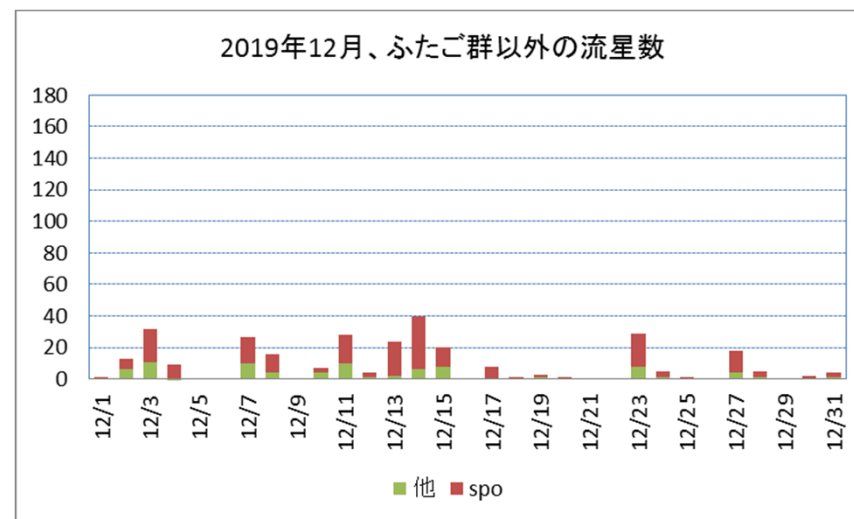
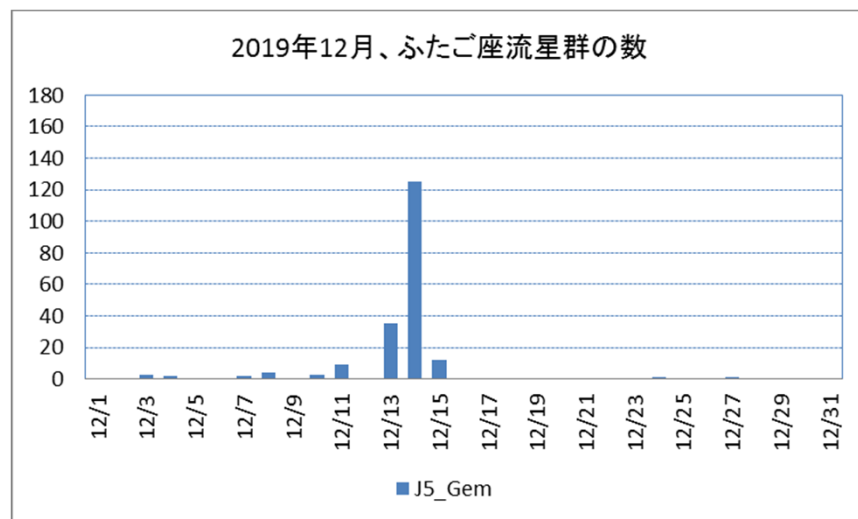
# 軌道が求まった流星の日別数



12月の流星検出数です. 単純に数を数えただけのものです.

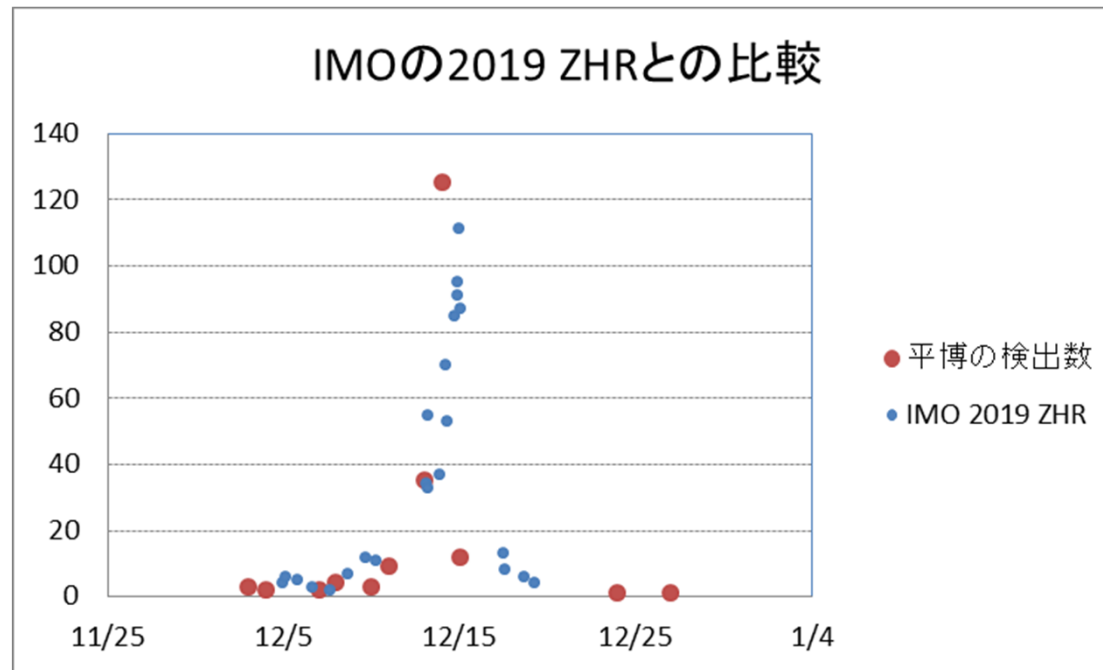
ふたご座流星群は12/14に多く検出されました. 前後の12/13と12/15は少なくはありませんが12/14と比べるとだいぶ数少ないです

散在流星は特に目立った増減は無く、均等に出現しているように見えます



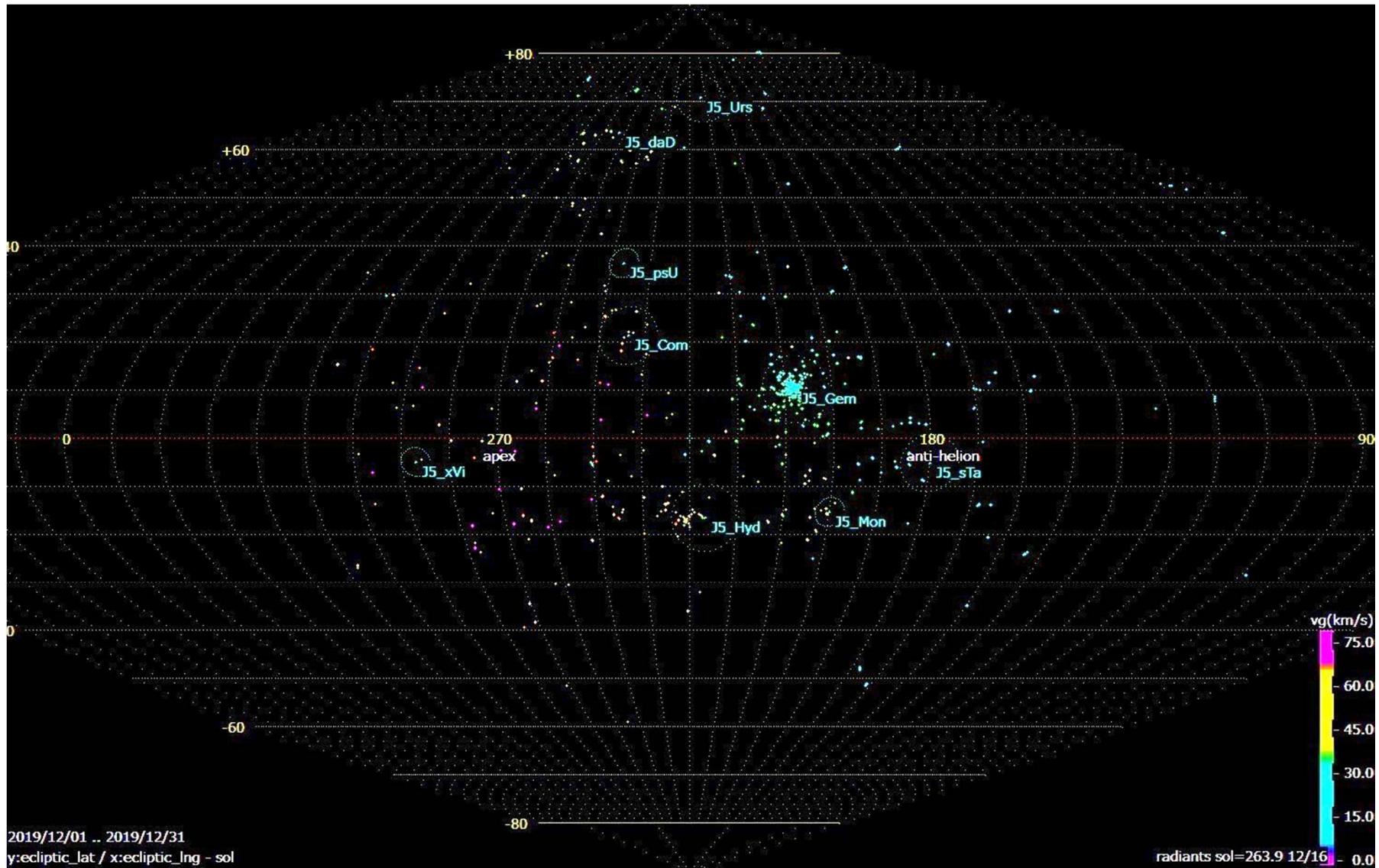


# 去年のふたご群との比較

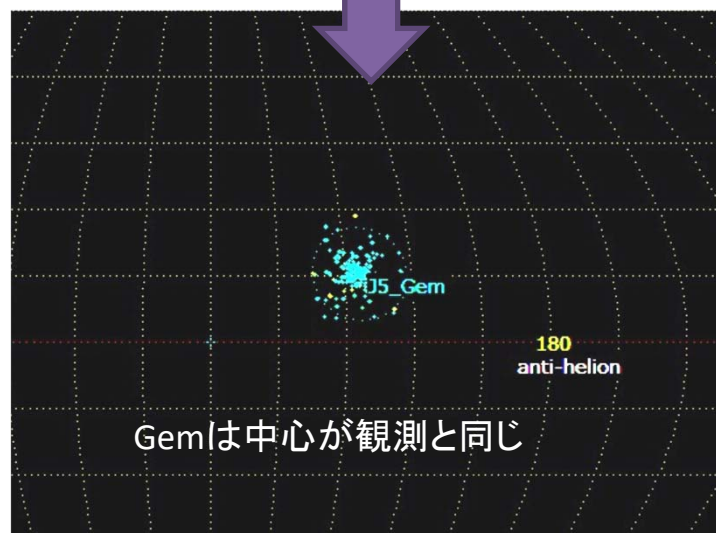
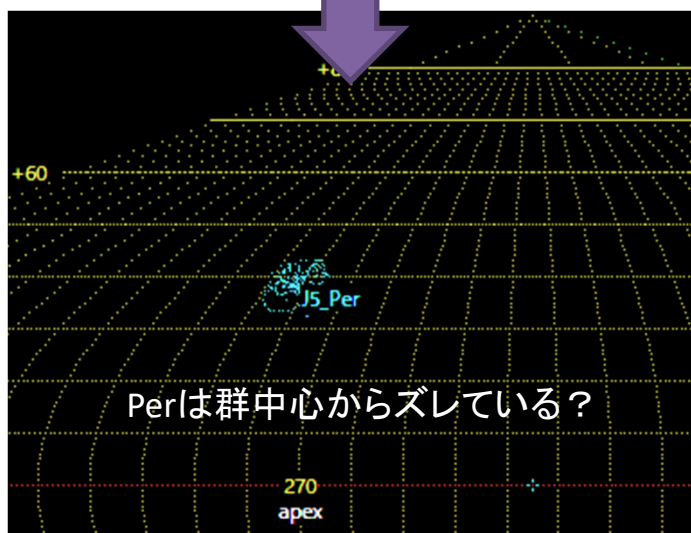
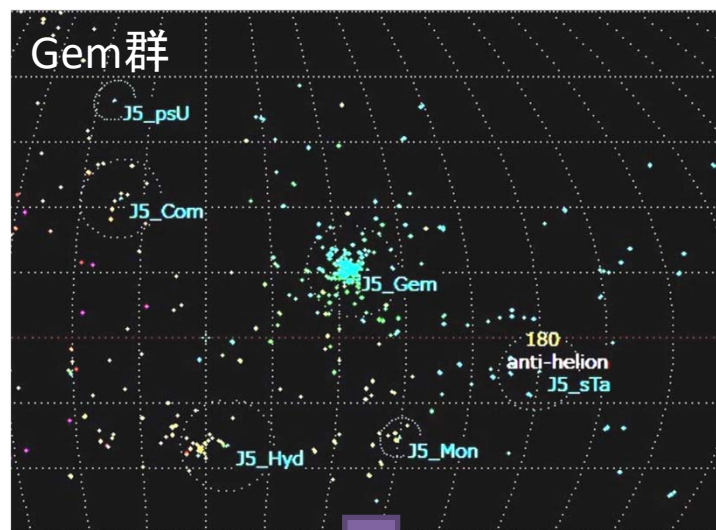
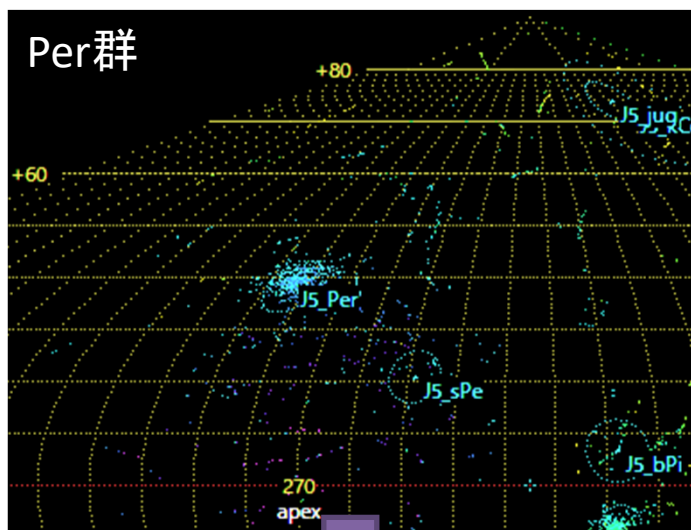


IMO databaseより得た2019GeminidsのZHRと、今回の流星検出数を重ねてみました  
平博のものはZHRではなく、検出数を数えた物なので値を比較することは出来ませんがグ  
ラフの形状はよく似ていました

# Radiant



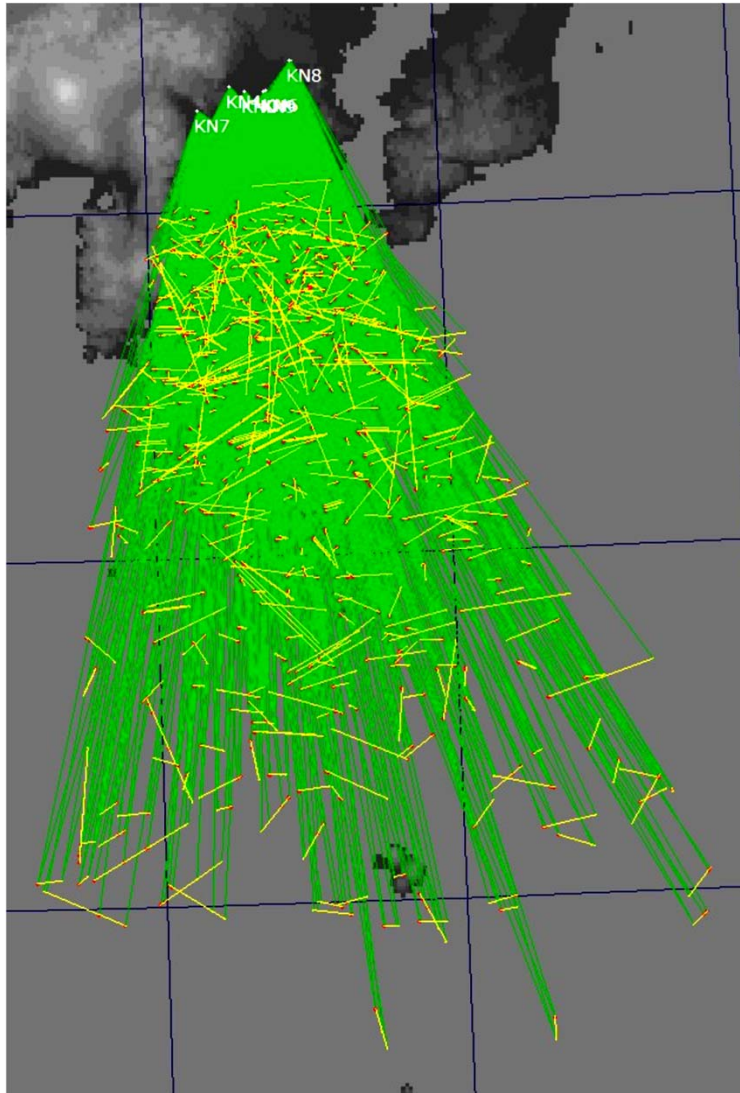
# Per群とGem群のRadiantの比較



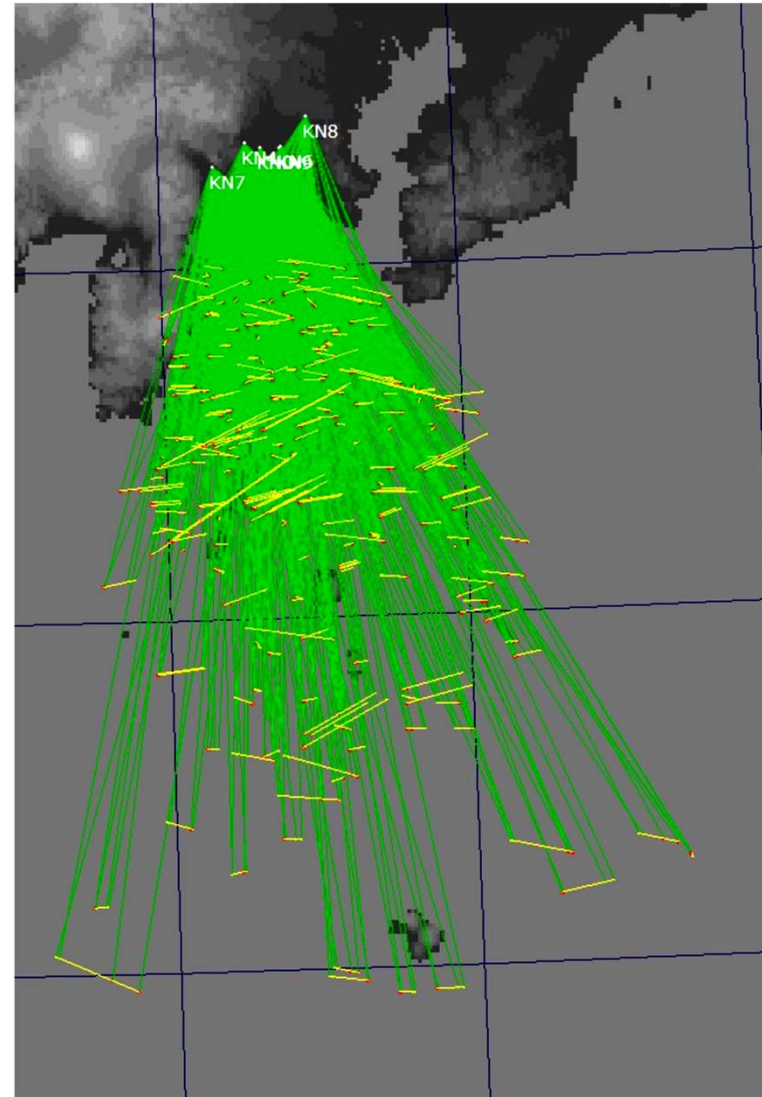
Based on "ALL SHOWER LIST edited by SonotaCo 2009 April 16, ULE\_J5(confirmed showers only)"

# Ground Map

全部

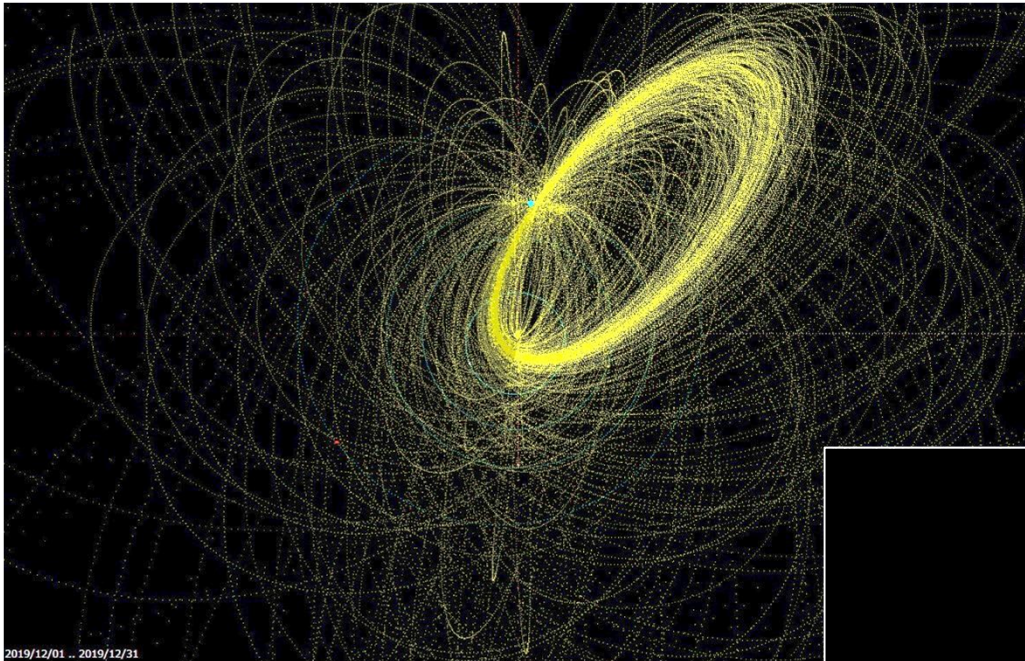


Gem群

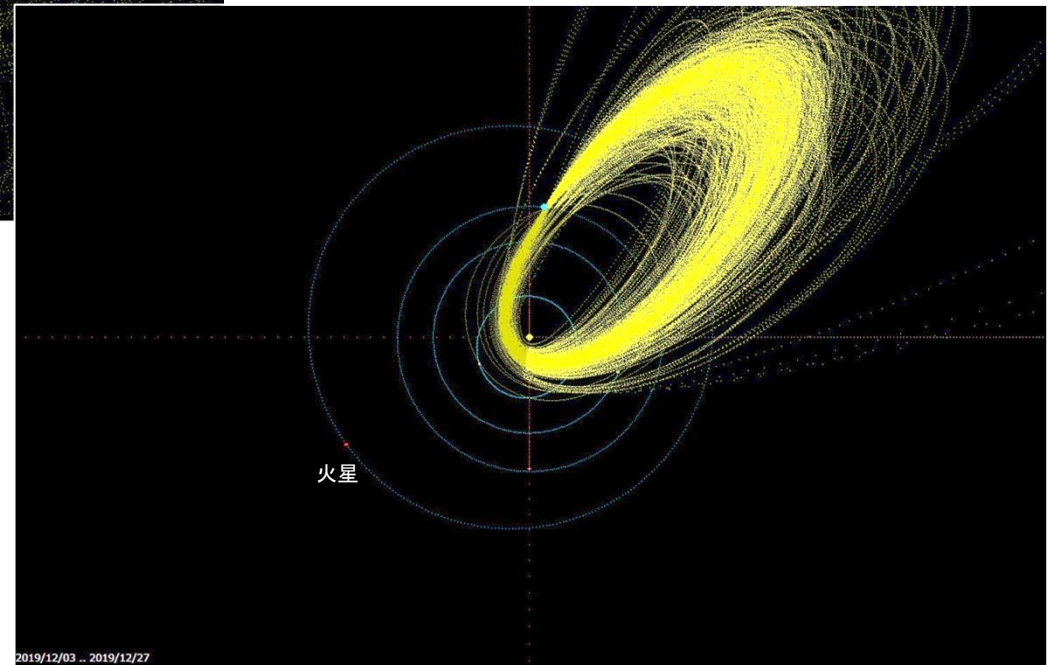


# Orbit

全部



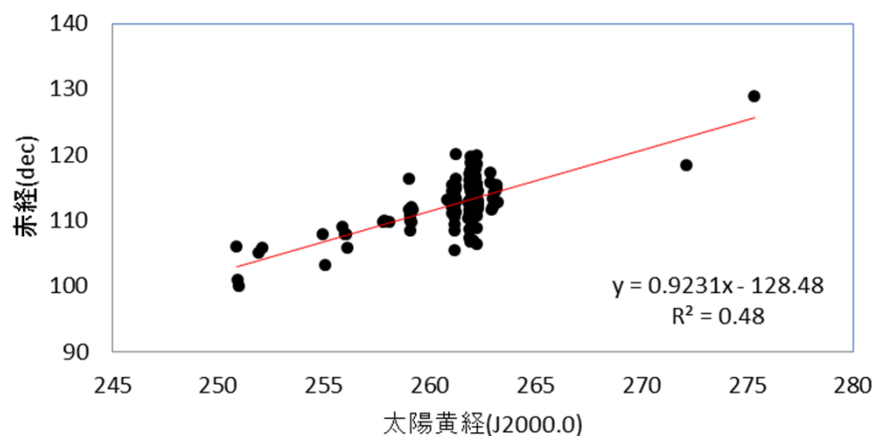
Gem群



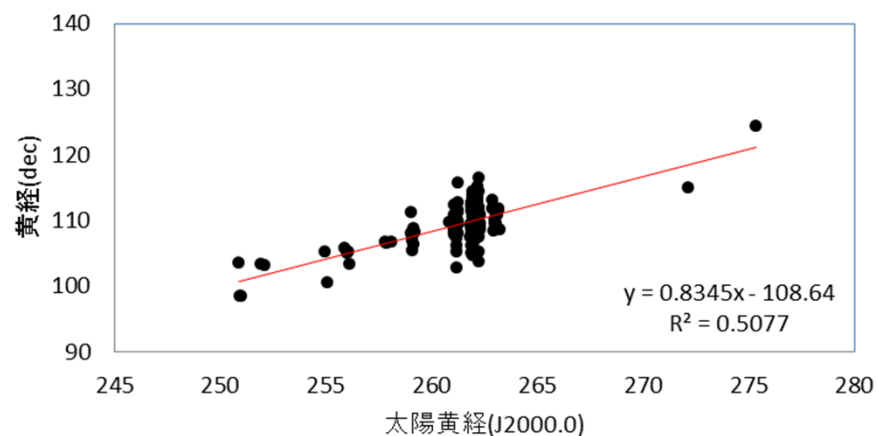
夏は様々な軌道がいくつも見えていました。  
12月はGem群が目立って見えます。

# 放射点と太陽黄経

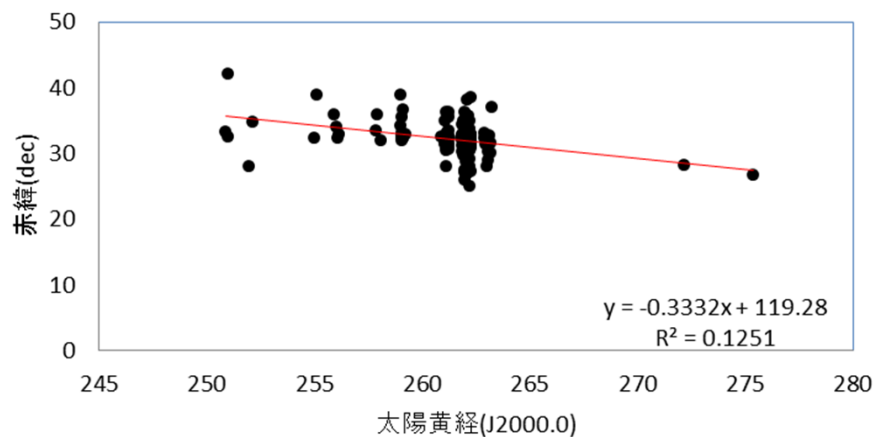
2019 ふたご群 輻射点赤経と太陽黄経



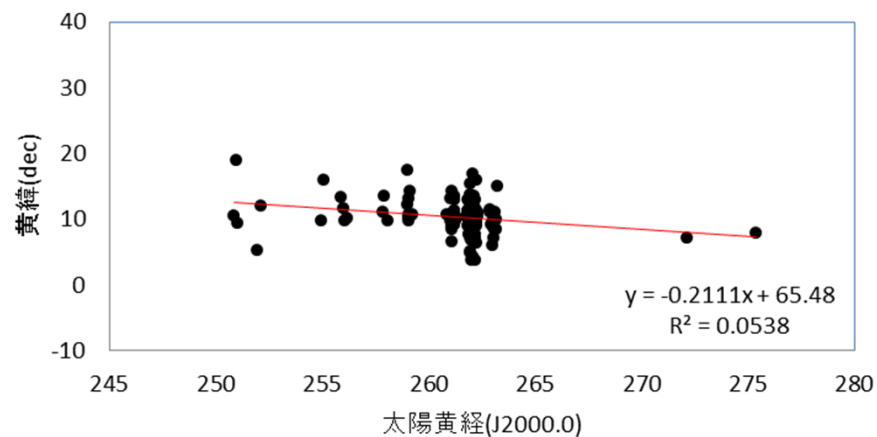
2019 ふたご群 輻射点黄経と太陽黄経



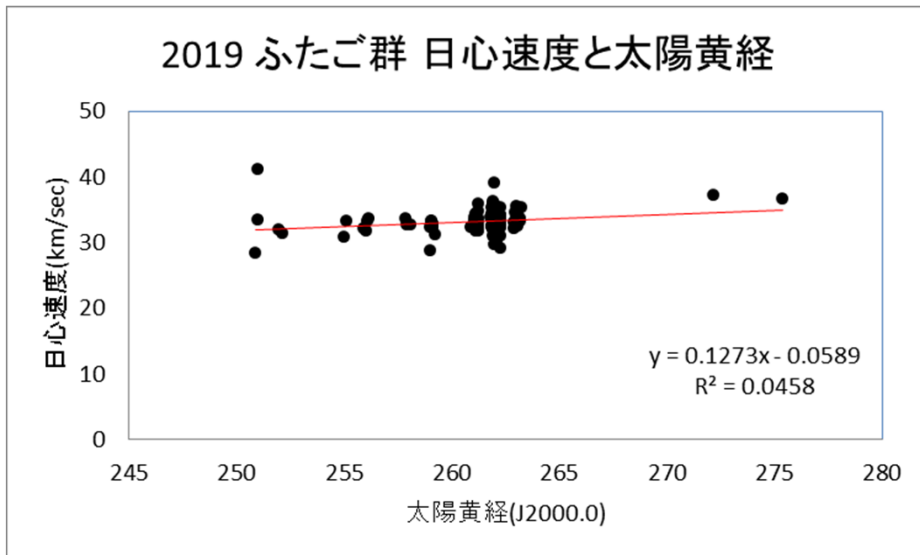
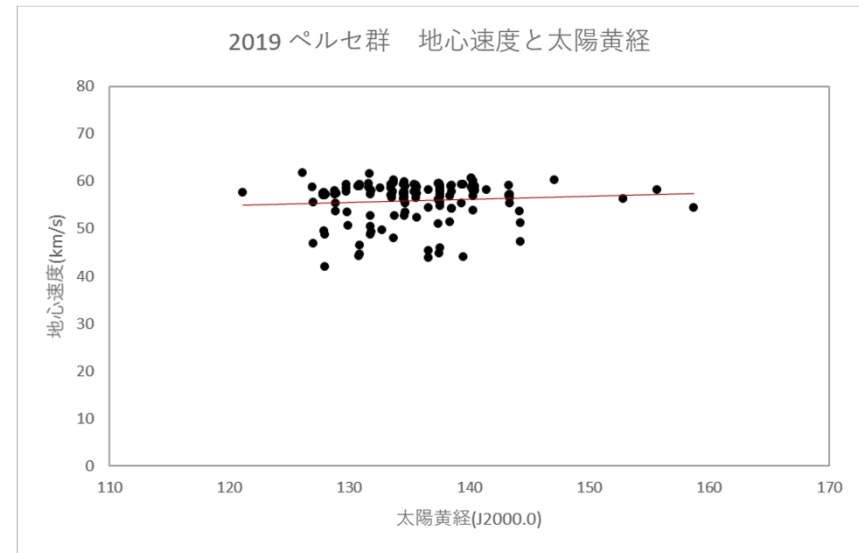
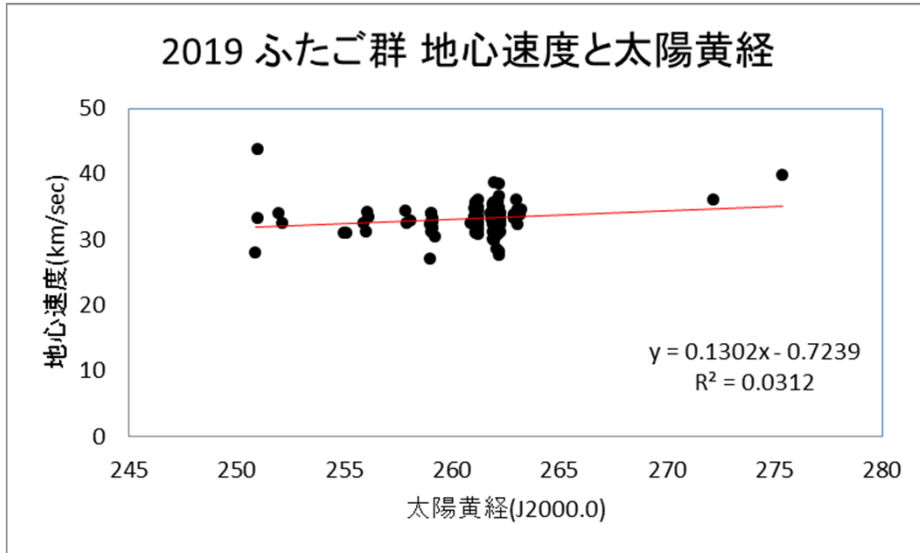
2019 ふたご群 輻射点赤緯と太陽黄経



2019 ふたご群 輻射点黄緯と太陽黄経

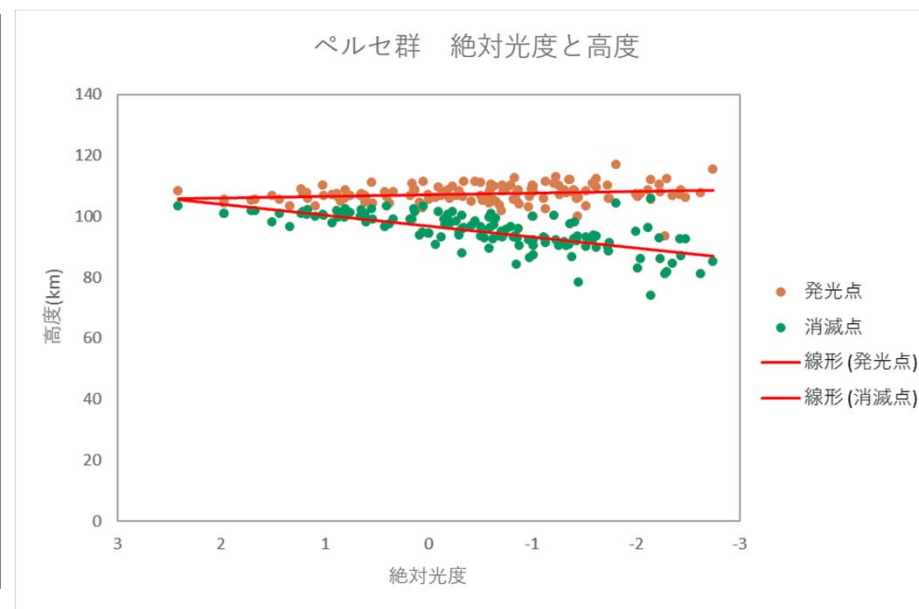
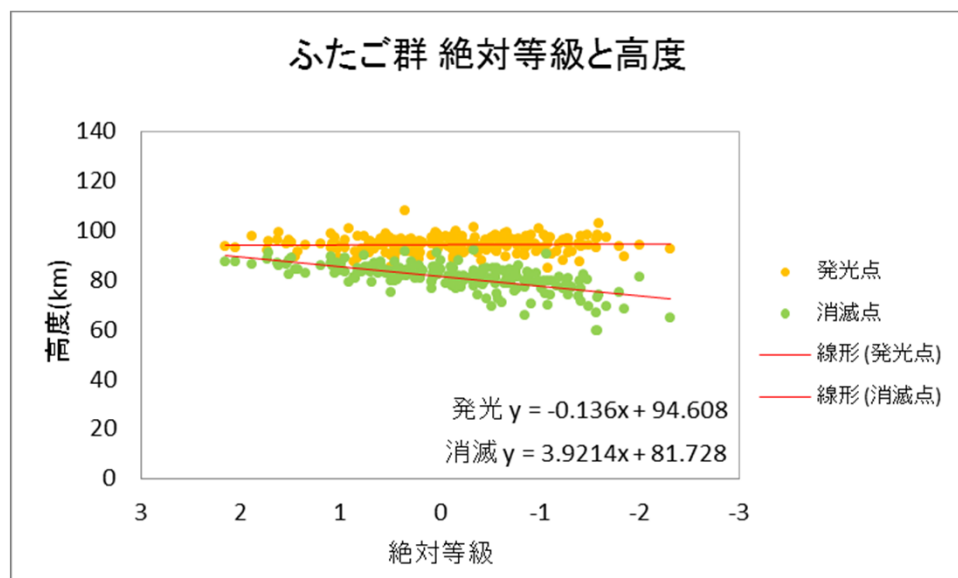


# 地心速度と太陽黄経



ペルセ群が58km/secに対して  
ふたご群は32km/sec程度でした

# 絶対等級と発光点・消滅点高度



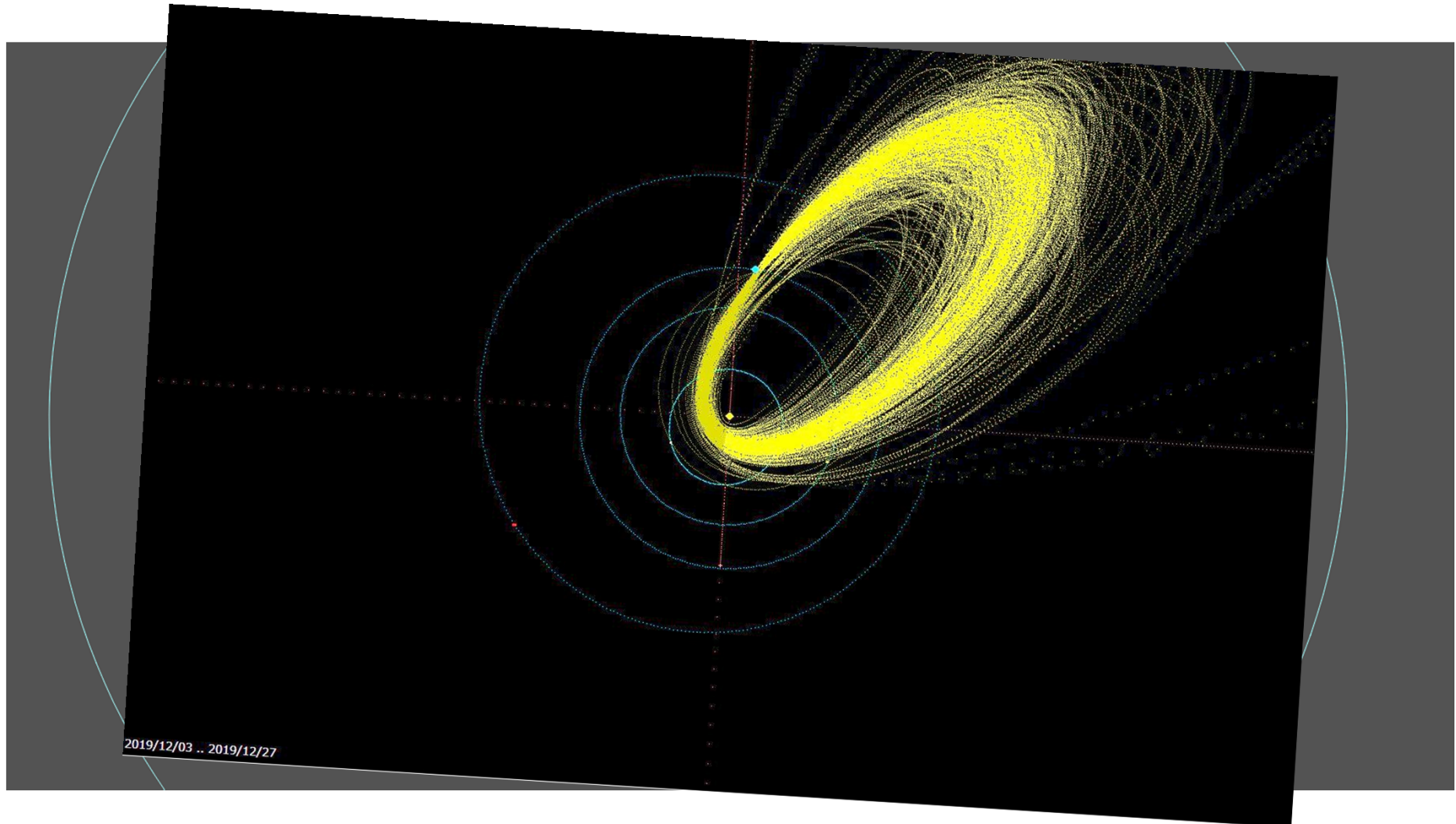
ふたごは-1.6~-1.7より明るいものの数が減るが  
ペルセは-3等までおおむね一様にあるようです

ペルセ群の方が全般に高度が高かった  
(表は0等の値)

	ペルセ群	ふたご群
発光点高度	107km	95km
消滅点高度	97km	82km



# ファエトンとの軌道比較



# ふたご群で明るかったもの



M20191214\_232625\_KN9\_02

M20191214\_213353\_KN9\_02



2019/12/14 23:26:24.3(LT) 0507

00001 00000\*062 ICX672 6mmF0.95 KN9\_02

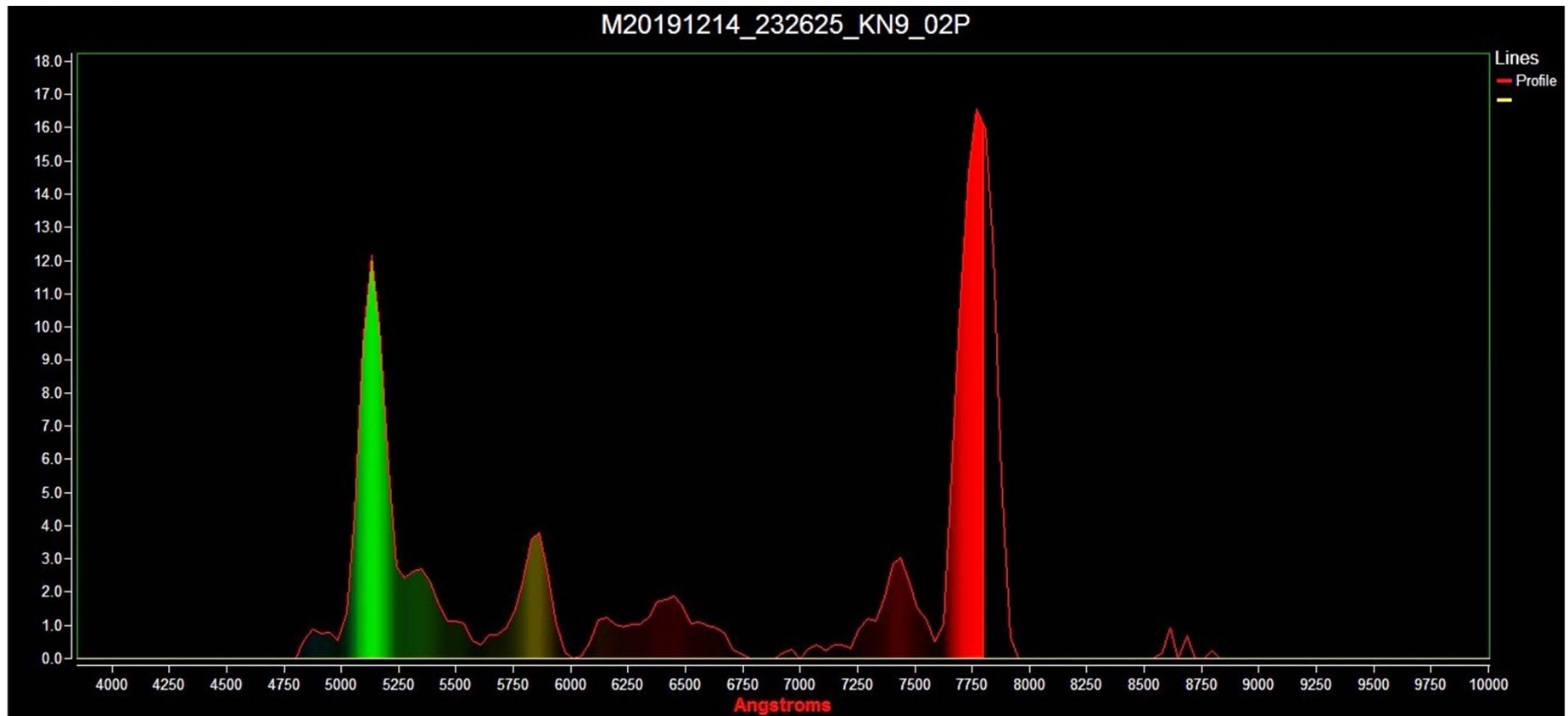
# M20191214\_232625\_KN9\_02P 解析



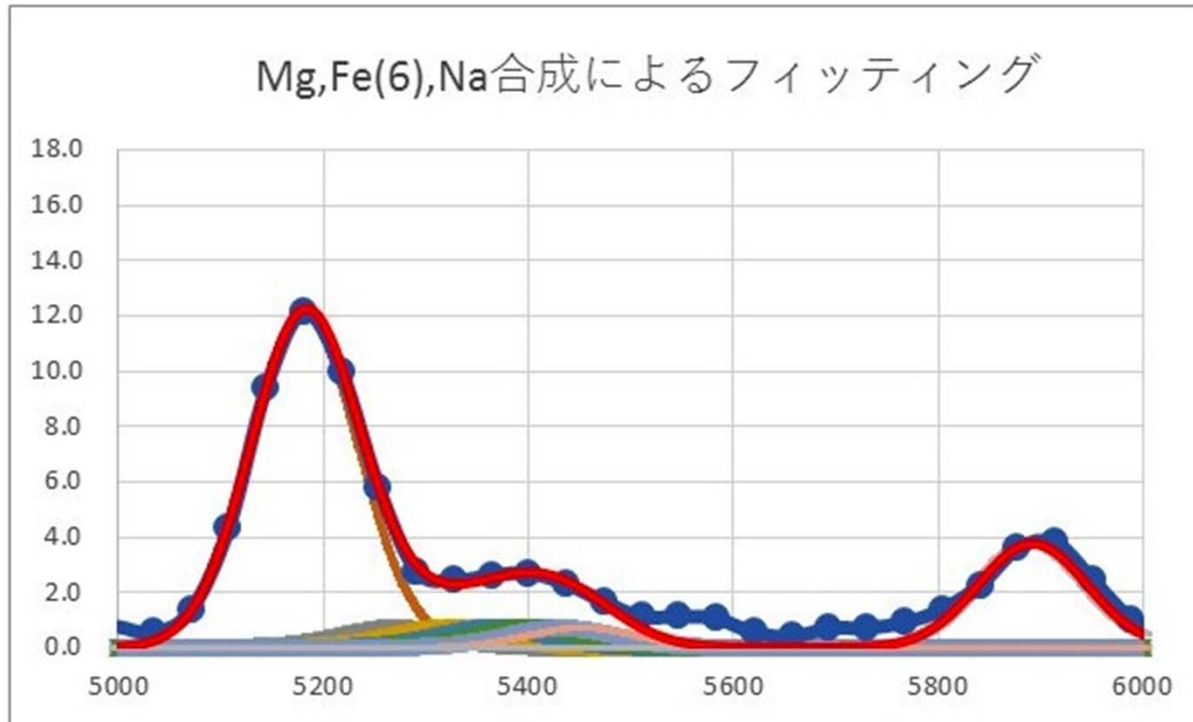
# $\gamma$ 補正後の画像



# 波長校正・感度補正後の連続光



# Mg Fe Na の強度測定



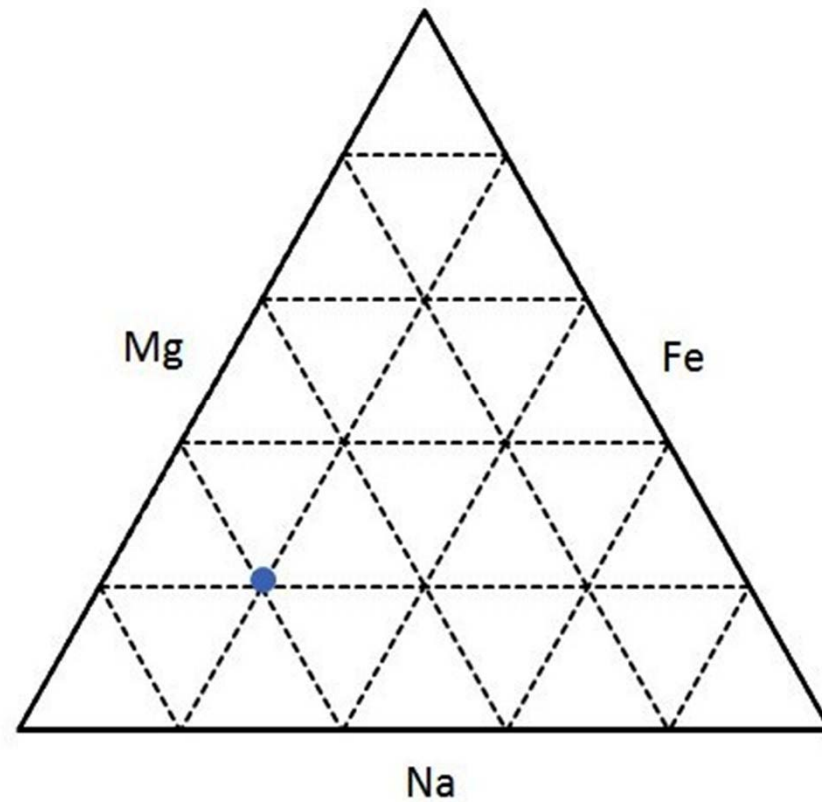
組成比

Mg	0.60
Fe	0.21
Na	0.19

黄色に数値を入れます

	Mg I	Fe I	Fe I	Fe I	Fe I	Fe I	Fe I	Na I
標準偏差	53	53	53	53	53	53	53	53
輝線波長	5182	5269	5328	5371	5404	5431	5449	5892
定数	1600	95	95	95	95	95	95	500

# 三角ダイアグラム(強度比)



# おしまい

M20191214\_232625の軌道

みんなで観測したふたご群の解析ができました

夏に行ったペルセ群とは異なる事が多かった

極大期間が急峻

高度が低めで速度が遅い

Naが少ない

今後も目立った群を同様な解析をしてみます

20191214\_232625 (UNIFIED\_4) J5\_Gem rt(113.9, 32.9) vg 33.2 vs 33.1 a 1.3 q 0.151 e 0.879 peri 324.0 node 262.0 incl 23.5



# ふたご群輻射点拡大撮影

重野好彦

日時 2019年12月14/15日 22:50~05:32 (極大予想15日04時)(JST) 秩父郡

機材 Nikon D500 4K(3840×2160) 30fps動画 1/30secシャッター ISO:2.5万  
レンズ 50mm F1.2→2 (35mm判111mm相当) 写野18×10度  
恒星最微等級8.0等 流星最微等級7等 (月明のため感度を下げ、レンズを絞った)

図1.  
観測写野の星図  
(ステラナビゲータ)  
2019.12.15 00時  
星図最微等級7.0等

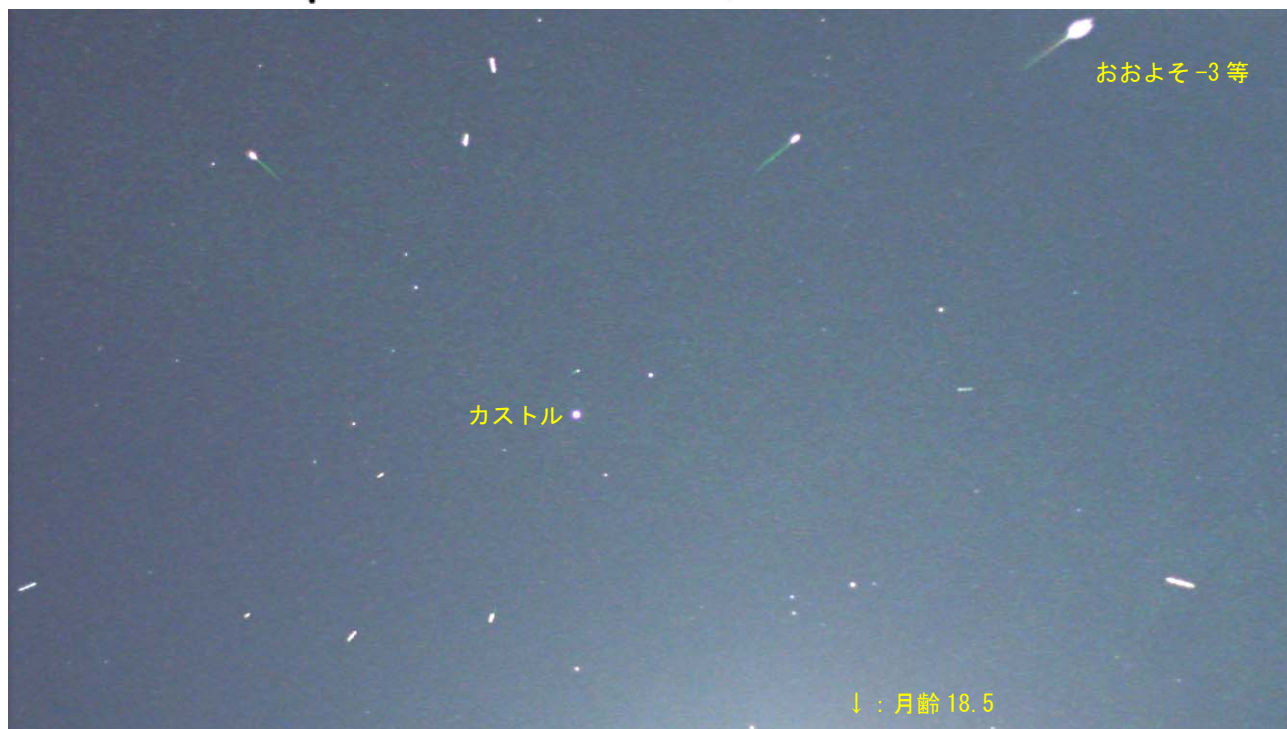
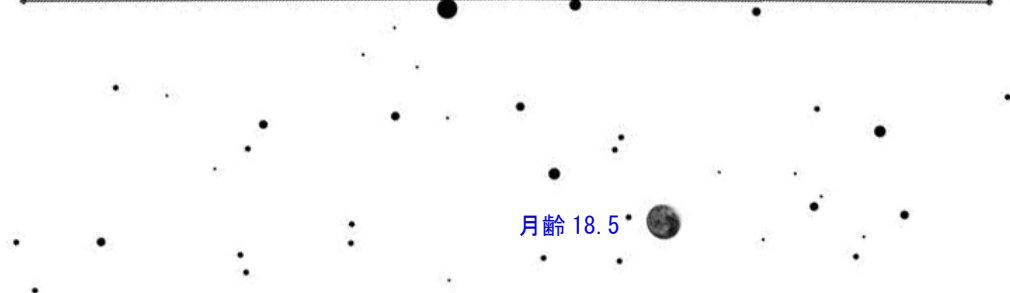
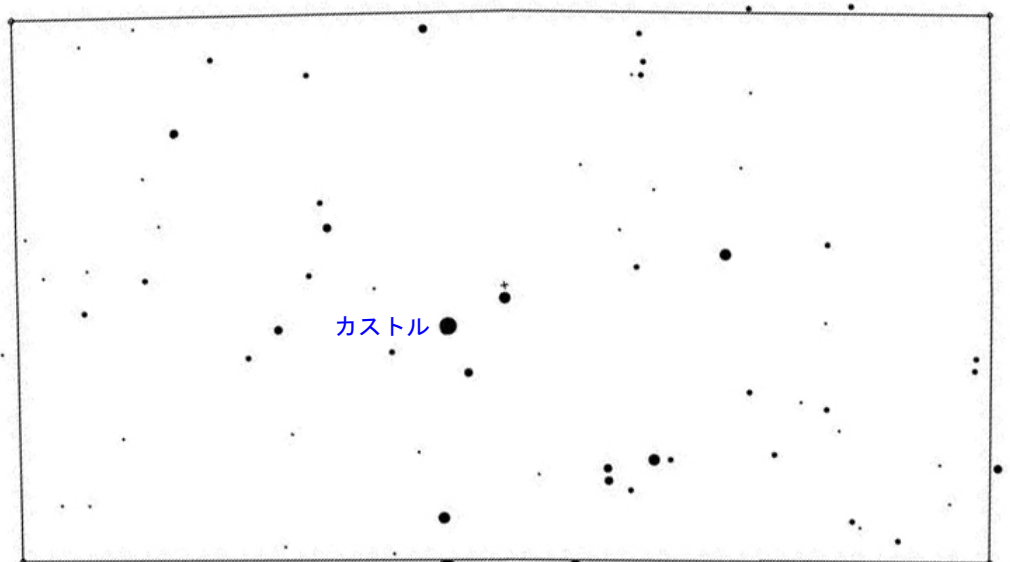
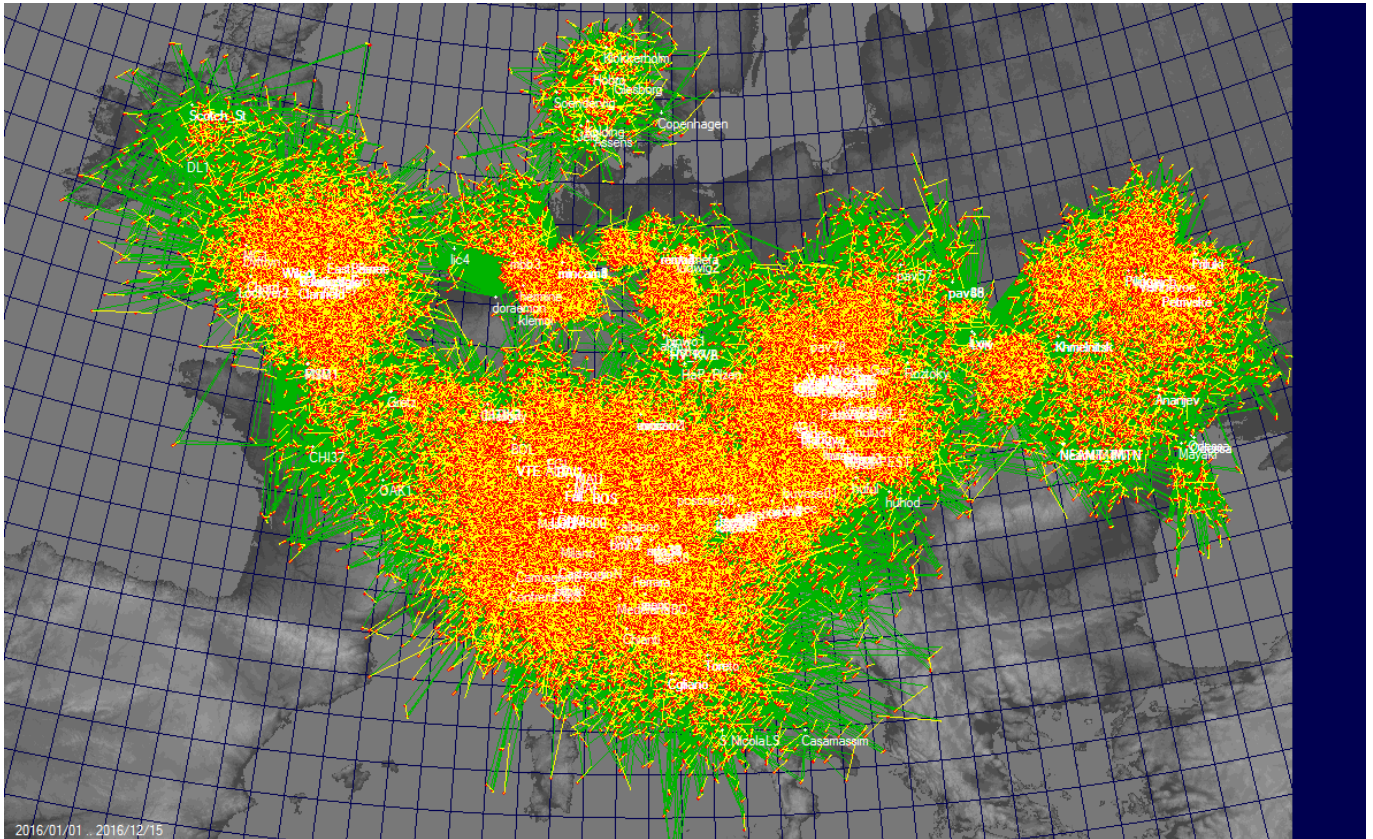


図2. 2019.12.14/15 (実際の画像よりかなり明るくした。明度+10,コントラスト+10)  
3等より明るいふたご群13流星。

## 1. はじめに

EDMOND というビデオ流星のデータベースを聞いたことがあるという方はいても、実際にそれを利用して何らかの発表をされた方は見受けません。他方、SonotaCo ネットのデータは海外の方も多数利用されている。今回は、両者の基本的な特性を比較し、両者を利用する場合の留意点を考察することとする。



第1図：2016年にEDMONDで捉えられたビデオ流星。観測ネットの広がりが見える。

## 2. EDMONDの概説

The European viDeO MeteOr Network Database (EDMOND)は2001年に活動を開始し、現在はヨーロッパ各国で行われているビデオ観測ネットの総称となっている。含まれているグループは以下の通り。

- BOAM (Base des Observateurs Amateurs de Meteoros, France)
- BosNet (Bosnia)
- CEMeNt (Central European Meteor Network, cross-border network of Czech and Slovak amateur observers)  
meteornews.org
- CMN (Croatian Meteor Network or Hrvatska Meteorska Mreza, Croatia)
- FMA (Fachgruppe Meteorastronomie, Switzerland)
- HMN (Hungarian Meteor Network or Magyar Hullocsillagok Egyesulet, Hungary)
- IMO VMN (IMO Video Meteor Network)
- MeteorsUA (Ukraine)
- IMTN (Italian amateur observers in Italian Meteor and TLE Network, Italy)
- NEMETODE (Network for Meteor Triangulation and Orbit Determination, United Kingdom)
- PFN (Polish Fireball Network or Pracownia Komet i Meteorow, PkiM, Poland)
- Sjermeskud (Danish all-sky fireball cameras network, Denmark)
- SVMN (Slovak Video Meteor Network, Slovakia)
- UKMON (UK Meteor Observation Network, United Kingdom)

初期の段階ではMetRecというソフトが使われていたが、現在ではUFO Orbit v2.41が用いられている。なお、MetRecのデータをUFOで使えるようにするための変換ソフトINF2MCSVはSonotaCo氏の開発による。

第1図に示した地図と年毎の流星データは次のサイトで得られる。UFOを使っているため、出力されているデータの並びもSonotaCoネットのものと同等で扱いやすい。meteornewsは上に示したグループに含まれているだけに、EDMONDに関する記事がよく出ている。また、ここにはブラジルの流星データもある。

<https://www.meteornews.net/edmond/edmond/edmond-database/>

EDMONDのホームページにあたるのは次のサイトで、2001-16年のデータが一括ダウンロードできる。

### 3. SonotaCo ネットと EDMOND の比較

両者ともに似た機器を利用し、同じソフトで処理しているため結果もほぼ同様と思われるかもしれないが、それでも違いが存在する。詳しく見ていくことにしよう。

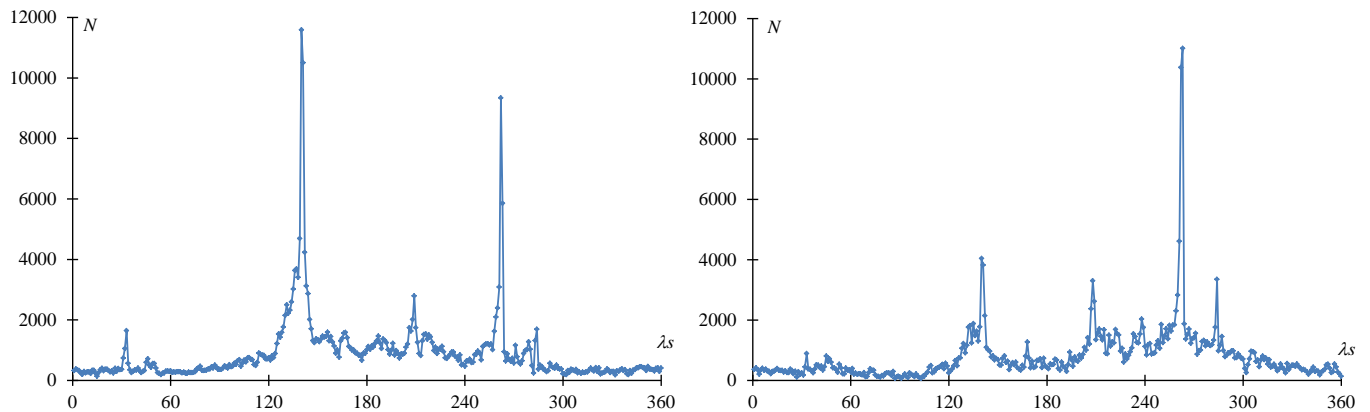
#### (1) 観測流星数の変遷

EDMOND の 2007 年までの観測は主として流星群の活動期にのみ行われたもので、SonotaCo ネットのデータが公表され、ヨーロッパの観測も年間を通じたものになった。さらには、それまで各国で独立して活動していたものが、多数の国のグループがデータを共有した EDMOND というデータベースに総合された。

第 1 表：観測年ごとの流星数

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
EDMOND	251	71	113	34	82	532	2279	5583	8275	19618
SonotaCo							19274	19436	25940	25858
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total	
EDMOND	36413	34732	41295	43546	57439	67426			317689	
SonotaCo	23772	27231	26514	22078	18723	22170	26149	27128	284273	

#### (2) 太陽黄経に沿った流星数分布



第 2 図：EDMOND2001~16(左)、SonotaCo ネット 2007~2018(右)。

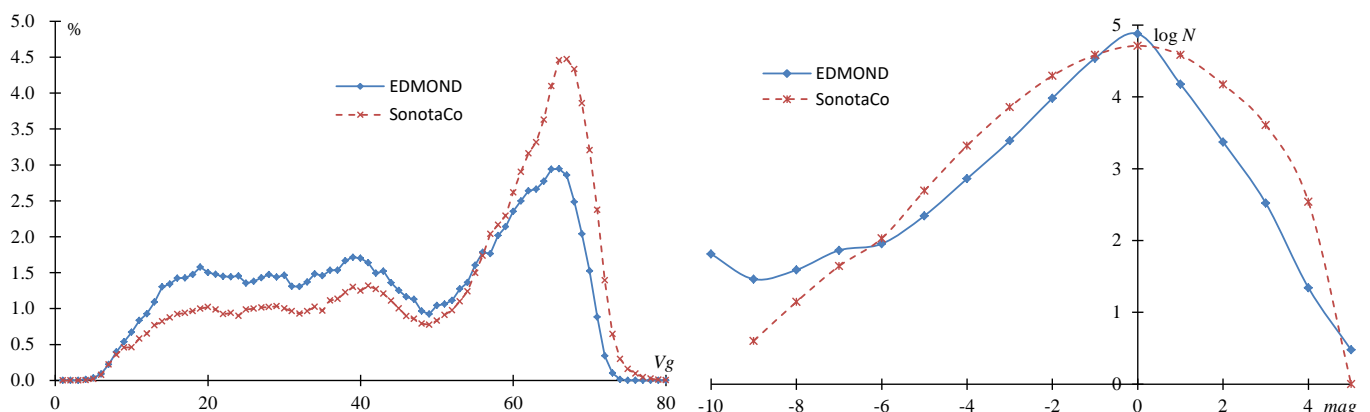
ヨーロッパと日本の気候の差、極大時刻と観測時間帯の差等々が差として表れていると考えられる。その他、次項で触れるように、流星の速度に対する微妙な検出能力の差が影響を及ぼしていると推察される。

#### (3) 速度分布

同様の機器を用い、検出ソフトが共通しているにもかかわらず、両者の流星の速度に対する検出能力には差が見られる。SonotaCo ネットは写真観測に比べて、高速の流星を多数捉えている一方で、低速の流星の検出量が少ないことは既に指摘した通りである。EDMOND も写真観測よりは少ないものの、SonotaCo ネットよりははるかに多くの低速の流星を捕えている一方で SonotaCo ネットより高速流星の割合は小さい。

第 3 図は群流星の影響を除くためにそれぞれのデータベースで群流星と判定されたものを除いた流星に対する割合を示している。

#### (4) 光度分布



第 3 図：散在流星の速度分布（散在流星での割合）

第 4 図：散在流星の絶対光度分布

速度分布と似たような現象が光度分布にもみられる。EDMOND と SonotaCo ネットでは光度分布にも微妙な差が見られる。EDMOND で極めて明るい火球を捕えていることは CAMS に似ていると言えなくもない。

(5)流星群の帰属判定

第2表:それぞれの判定基準による流星群の全観測流星数に対する割合

EDMOND	%	SonotaCo	%
_stream		_stream	
_spo	44.41	_spo	61.48
_J8_PER	14.17	_J5_Gem	8.95
_J8_GEM	6.07	_J5_Per	6.18
_J8_ORI	2.46	_J5_Ori	4.42
_J8_STA	1.98	_J5_Com	1.87
_J8_NTA	1.27	_J5_sTa	1.86
_J8_COM	0.92	_J5_Hyd	1.53
_J8_SIA	0.92	_J5_Leo	1.39
_J8_HYD	0.91	_J5_nTa	1.38
_J8_QUA	0.85	_J5_etA	0.97
_J8_ZCS	0.82	_J5_sdA	0.87
_J8_LYR	0.70	_J5_Qua	0.85
others	24.51	others	8.25

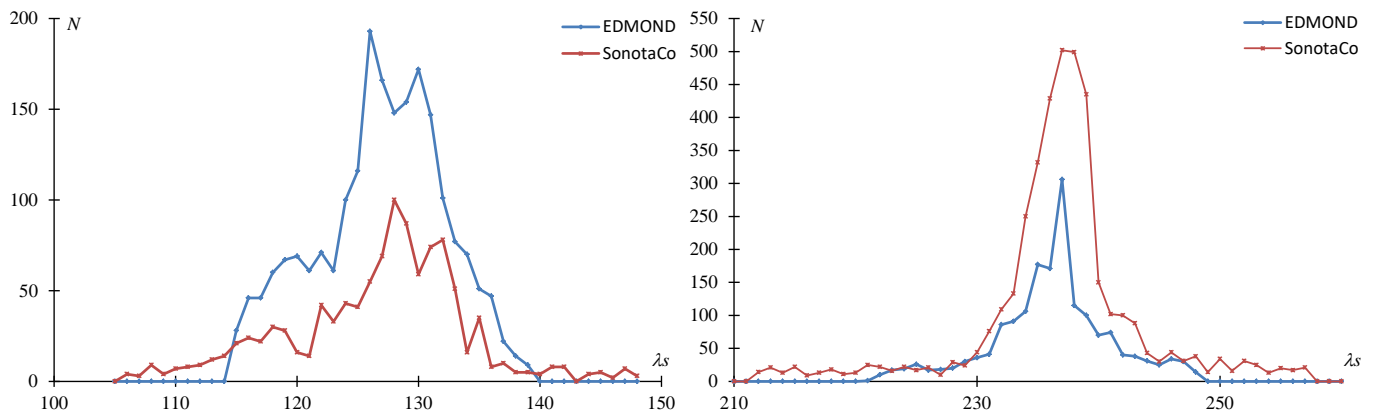
EDMOND と SonotaCo ネットで大きく異なるのが群判定である。第2図でも両者の得意とする流星群が異なっていることが示されていたが、第2表の流星群名で見ると群判定の基準としている表が異なっている。

EDMOND では確定群を含めて 621 群を設定している。他方、SonotaCo ネットは、2018 年の表からは *\_Ip\_AAC* と *\_J5\_dkD* が加えられて 414 群である。この設定数の差によるのか、散在と判定された流星数にも大きな違いが見られる。EDMOND と SonotaCo ネットのその他(others)の割合の差はほぼ散在流星の割合の差に近い。しかし、両者で違いのある流星群は小流星群であり、それほど大きな寄与は考えにくく、個々の流星群への帰属判定の差も大きな問題になると考えられる。

(6)やぎ群・しし群の比較

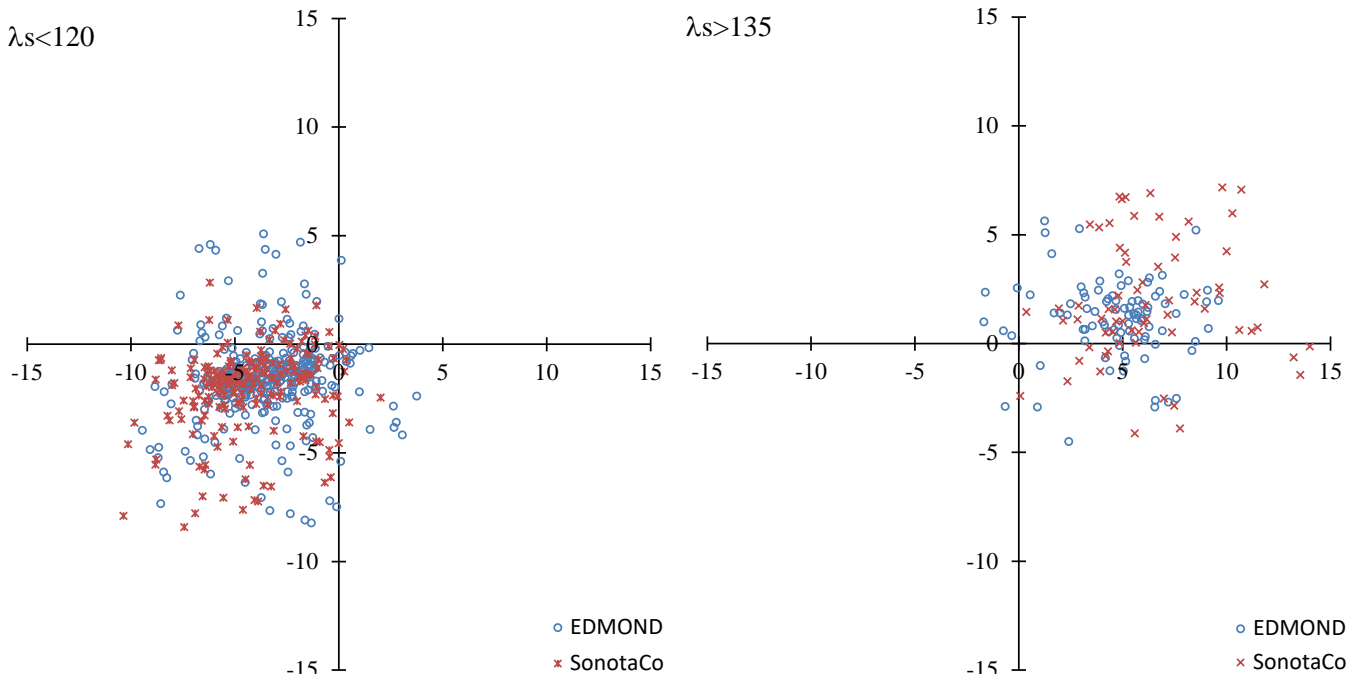
群判定の違いが問題と考えられ、また、流星の速度に対する捕捉率の違いも考慮する必要があるので、ここでは、低速の流星群の代表として「やぎ群」、高速の流星群の代表として

「しし群」を取り上げることにする。



第5図:やぎ群と判定された流星数(左)、しし群と判定された流星数(右)

ここでも流星の速度に対する得意、不得意が表れているように思われる。もちろん、天候等の条件の違いも



第6図:やぎ群の(λ-λs, β)=(180, 10)を中心とする輻射点分布

あろうが、やぎ群は EDMOND が SonotaCo ネットの約 2 倍、逆にしし群は SonotaCo ネットが EDMOND の約 2 倍の流星を捕えている。日本よりかなり高緯度になるヨーロッパでやぎ群を多く捉えていることは、天候等の諸条件を考慮しても興味深い。そして、もう一つの注目点は活動期間の設定がいずれの群についても EDMOND は SonotaCo ネットより短くなっていることである。

輻射点移動量、また、広がりの設定を確認するために極大期を外した前後について、やぎ群と判定されている流星の輻射点分布を第 6 図に示す。やぎ群については両者の設定がほぼ同一であるとみられる。一方、同様にしし群についても調べたところ、しし群では SonotaCo ネットの移動量の設定よりも EDMOND の方が小さいと推測される。しかし、活動期間、輻射点の移動量と広がりだけでは観測流星数の差を説明することは困難と考えられ、やはり、速度に関する差と天候などの影響も大きいようである。

#### 4. まとめ

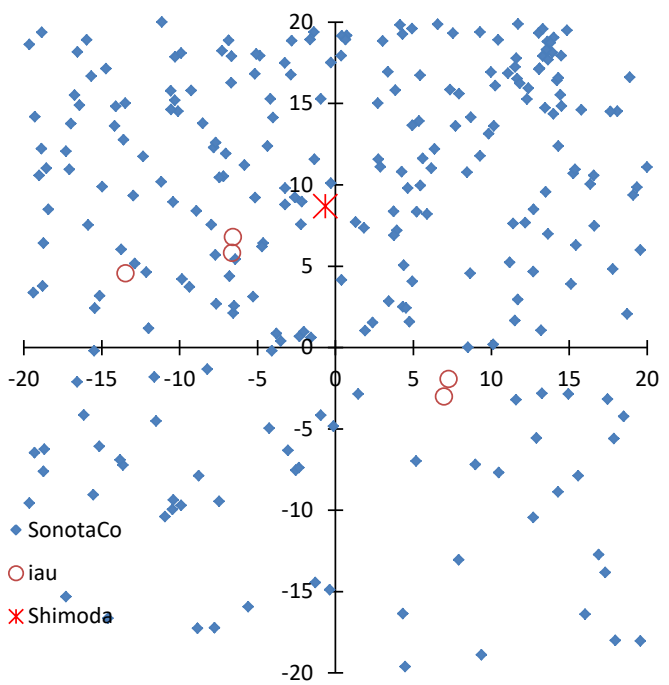
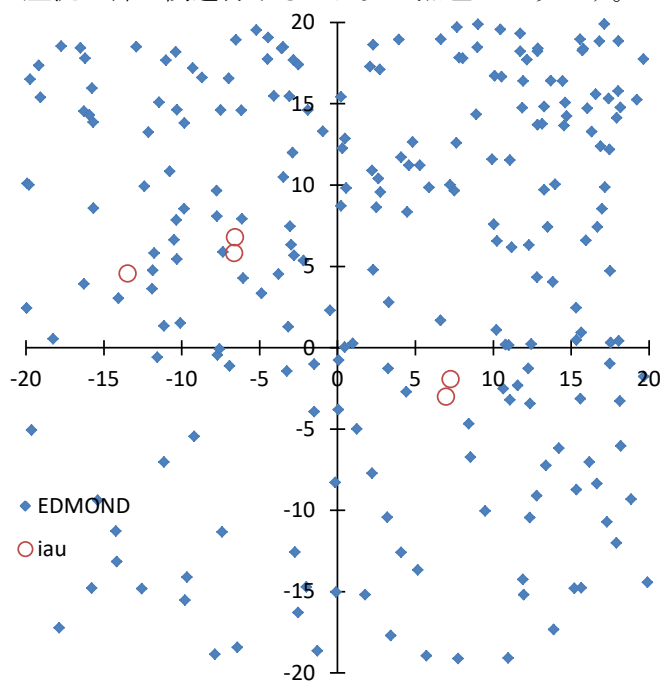
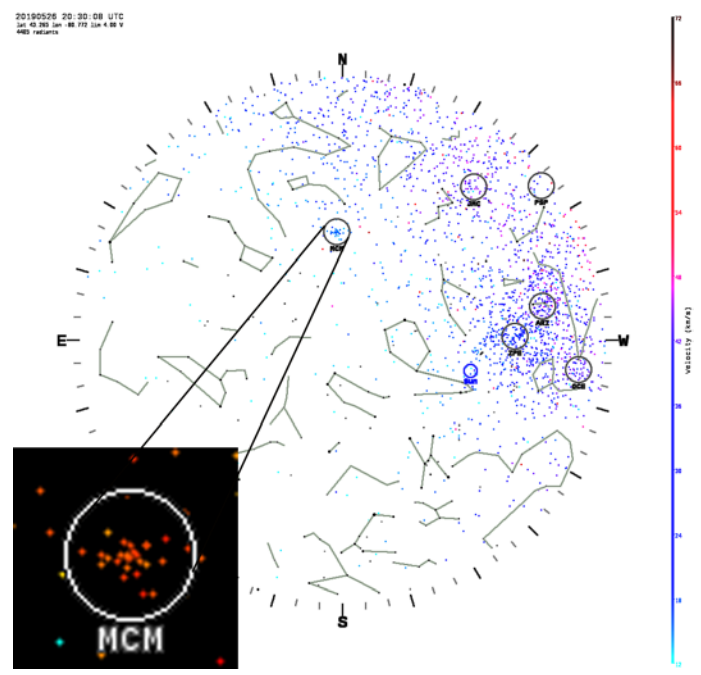
同様の機器、ソフトを使いながら、EDMOND と SonotaCo ネットのデータには、観測期間 (年) の違いの他に、速度による捕捉率の差、群判定の差という違いが見られた。特に、両者を総合して流星群の活動状況をまとめようとする際には注意が必要と考えられる。

#### おまけ：きりん群の突発

5/23 の NMS 同報で佐藤幹哉さんから、きりん群が 5/24 に出現するかもしれないという予報が出されました。CMOR で観測された 'MCM' というラベルの付いた群 (右図) がそれではないかと言われています。SonotaCo ネットで当日の観測では捉えられなかったようですが、同じく、NMS 同報で下田力さんが 5/22 に近いところから放射する 2 個の流星が捉えられているという情報が提供されました。

そもそも、「きりん群」とはどういうものかも含めて下田さんの情報を検討してみます。

そもそも、きりん群は太陽黄経 40 度前後、RA=170-180, Dec=80 あたりで活動するとされていたものです。2014 年の活動から、太陽黄経 62 度、RA=120, Dec=80 度となっています。前者は EDMOND の前身のデータと CAMS によるものです。20190522\_01385 (下田) はどちらかというと前者の位置に近いようです。しかし、EDMOND でも SonotaCo ネットでも、そこそこ背景 (散在) の活動があります。21/22 の活動をきりん座流星群と関連付けるのは少々無理のようです。



太陽黄経 35~65 度の範囲で、 $(\lambda-\lambda_s, \beta)=(50, 60)$  を中心とした輻射点分布で、EDMOND も SonotaCo ネットもよく似た分布を示しています。左上側の赤丸が従来の「きりん群」右下側が 2014 年のものです。

## 1. はじめに

前回、「測定誤差についてやや詳しく検討するとともに、得られる像の流星群による違いについて述べる」と書いたが、要は重野 DVD で遊んだ報告として調べた本人が面白かったことを紹介するだけのものであり、前回の補足である。従って、画像処理の方法については前回述べた通りであり、省略する。

## 2. 測定誤差

前回述べたように、通常、流星は観測者に向かって近づいてくる。従って、角速度は大きくなるはずである。しかし、流星の速度が大きく、継続時間の短い流星では、焦点距離が短いレンズを使った場合に角速度の変化を検出することは困難である。どのような場合なら、大気減速まで検出できるか検討してみよう。

## (1)本報告の制限事項：素人が手動で測定する

SonotaCo ネットでは UFOAnalyzer の使用により、測定は自動化されて種々の補正も行われている。ここでの目的は、そのような補正以前の生の画像を扱うとどのような問題点があるのかを改めて確認することである。従って、ソフトと誤差の大小を競うのではなく、生の画像で見られる、流星像のにじみ（ピクセルをまたいでいる、ハレーションを生じている、バックグラウンドの揺れ等々）、流星像の移動、痕（尾）の発生、さらには外的な要因として雲の影響、画質の劣化などの現象を実地で体験して問題点を探ってみたい。

## (2)誤差の大きさ

誤差の原因は以上のように様々あり、前回の発表では $\eta$ -みずがめ群とオリオン群のフレームを蓄積した流星像を示したが、今回はフレームごとに分解したものを拡大して示す（「3. 流星群による画像の違い」）。

$\eta$ -みずがめ群とオリオン群の画面上での位置 $(x, y)$ をフォトショップ上で測定して、各フレーム間の移動距離 $\Delta d$ を求めたグラフを示す（いずれも縦軸の単位は mm）。また、フレームの番号  $n$  と $(x, y)$ の3次回帰を求めて、これによる各フレーム間の移動距離を推定したものを曲線(+)で示している。この回帰曲線と測定値の間の差を誤差とみなすと、 $\eta$ -みずがめ群では 0.29mm とオリオン群では 0.50mm であって、オリオン群の方がやや大きい。この差をフレーム画像から推測してみよう。

$\eta$ -みずがめ群の画像は、発光点と消滅点がともに視野外になっているため、測定の開始から終了まで、画像は鮮明である。一方、オリオン群のものは、両方を含んでいるので、発光点と消滅点の近くでは流星像とバックグラウンドの輝度差が小さい。この状況はオリオン群の場合だけに限らず、発光点、消滅点の近くの測定は誤差が大きくなっている。最初または最後のフレームの途中で発光が始まったり消滅したりしている場合も、輝度差が小さいことにより判定は困難である。

実経路の短い流星像では、明度差が十分ある経路部分を取り出すと測定範囲が短くなる。また、暗い流星の観測を目的として II を使うのであるから、見かけの経路長も短く、輝度差の小さい画像を測定することは避けて通れない問題と考えられる。

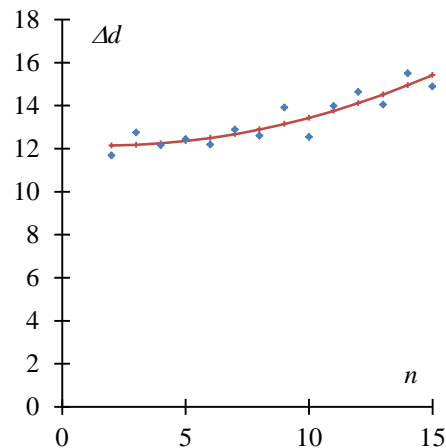
測定誤差が大きい場合に、流星像の見かけの移動距離を大きくすることで相対的に誤差の影響を小さくすることが考えられる。

- (a) レンズの焦点距離を長くする。
- (b) 輻射点高度が低く、実経路が長いときを狙う。
- (c) 輻射点から 90 度離れた方向を狙う。

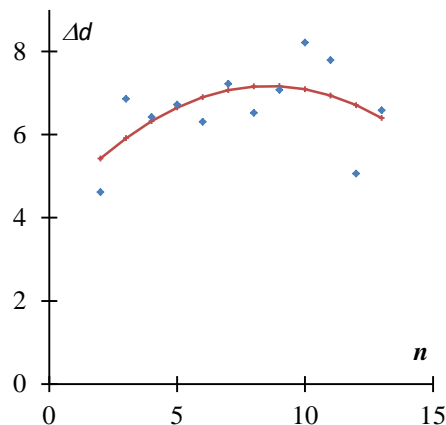
いずれの場合も、見かけの角速度が速くなるため、流星像が暗くなることは避けられない。また、輻射点が既知の流星群でなければ、輻射点方向に関する対応はできない。また、画像を 1/60 秒で読み込むことも考えられるが、画素数が半分になるため、画面に対して水平方向に近い経路の流星には不利になる。

## (3)大気減速の検出

一部を除いて、ビデオ観測では流星の速度は平均値が用いられる。実際には、大気による減速を考慮していない分だけ、地心速度が小さく見積もられる。長経路の流星については上田昌良さんが独自のソフトで大気減速を考慮した軌道を計算されている。ここでは、重野 DVD の中で比較的明るい群流星について検討する。



η-みずがめ群



オリオン群

前回の報告で述べたように、輻射点から 90 度以内の方向を向いているカメラに対して流星は接近してくるようになり、つまり、角速度が大きくなるように運動するはずである。従って、角速度が減少するような変化が検出できれば、大気減速を検出できた可能性が高い。

ここに掲げたグラフは、前項と同様に測定値（菱形）とフレームの番号  $n$  と  $(x, y)$  の 3 次回帰を求めて得た流星像の移動推定量を示したものである。ここまでに掲げた 5 つの流星像のうち 4 つについては減速が測定され得ることを示しているようである。

ここで、ばらつきの大きいやぎ群の流星像を確認すると、背景に微光星が多数存在し、測定を混乱させている状況が見られる。逆にふたご群では測定を惑わす要素が少ない。このように流星像の得られた状況によっても異なるが、基本的には 15 以上の測定点 (0.5 秒以上の継続時間) であれば大気減速は検出可能だと考えられる。

#### (4) 検討とまとめ

<遊ぶ>という本来の目的からは外れるが、改めて測定にはいろいろな要素が関係していることが分かった。観測→測定→整約→計算の過程を向上させるには、やはり泥臭い手作業も重要な役割を果たすと考えられる。

今回の<遊び>の中からも、より精密な軌道計算には従来から言われている、画素数を上げる、時間分解能を上げる、レンズの焦点距離を長くするという他に測定点の整約の際に 3 次以上の回帰曲線（または三角関数）を当てはめることができなければ、大気減速を無視せざるを得ないということが明確化された。測定点を直線近似することは角速度（さらには地心速度）を一定とみなすことであり、二次近似を適用すれば、角速度が一次関数であることを仮定していることになる。

観測条件にもよるが、15 以上の測定点が見られる流星像であれば、大気減速を考慮した整約、計算がなされることが望まれる。

実際に測定してみるまでは、ビデオ観測で大気減速まで求められるのは特殊な場合だけだと考えていたが、ビデオ観測・II 観測はかなりの数の流星で大気減速を考慮した軌道計算ができるだけの潜在的な能力を有していると感じた。

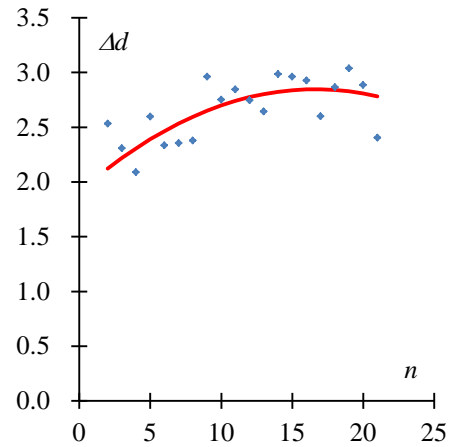
### 3. 流星群による画像の違い

発表者も他人のデータで遊ぶだけでなく、自身で観測したことがあることを示しておくことにしよう。以下に示す画像のうち、ジャコビニ群、ペルセウス群は発表者が撮影したものである。

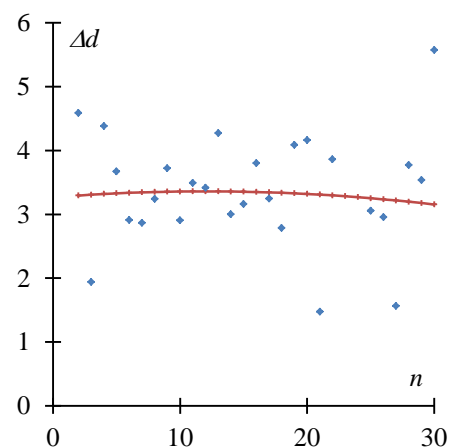
有痕率は地心速度に大きく依存するので、高速の流星群であるしし群、オリオン群、 $\eta$ -みずがめ群、ペルセウス群にはいずれも<尾>ないし<痕>が認められる。また、中速の流星群である四分儀群、ふたご群でも明るいものには<尾>（あるいは短痕）が見られることが分かる。これよりも低速のおうし南群、やぎ群にはそれらしいものが見えないが、ジャコビニ群では<尾>が見られる。これはジャコビニ群の流星体の特殊性を表していると思われる。

動画や蓄積した画像では分かり難い流星群ごとの特徴もフレームごとの画像を切り出すことにより目で確かめることができる。撮影された流星を軌道測定だけに使うのはもったいない。

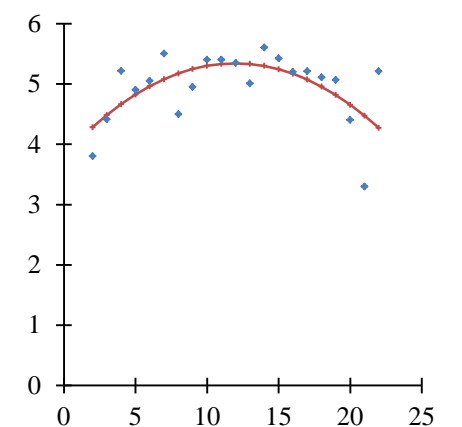
もっとも、最近では Sony から 240fps @ 1920\*1080 Full HD 規格のものも販売されているとのことなので、もっと詳しく流星体の組成をスペクトル観測と連携して探ろうという本格的な研究には物足りないかもしれない。しかし、昔の 30fps 640\*400 レベルのビデオでも楽しむ・遊ぶ分には十分だと思えた。



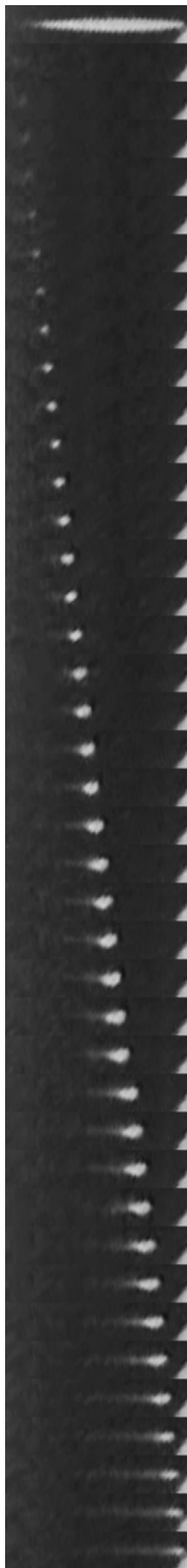
ふたご群



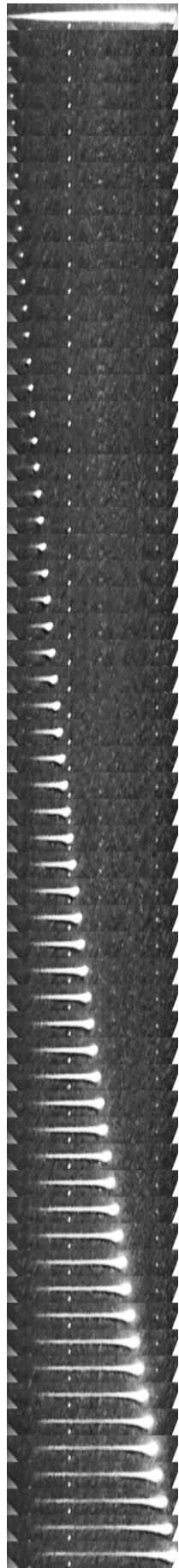
やぎ群



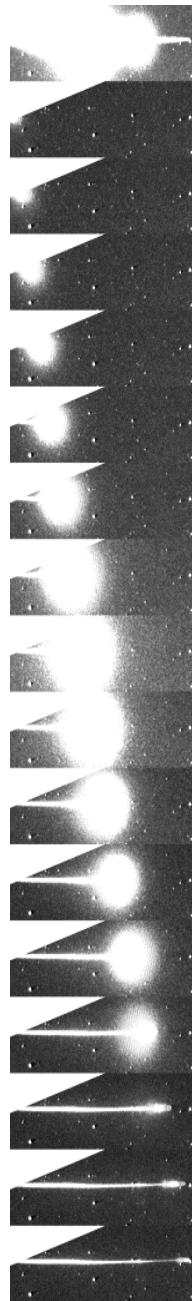
おうし南群



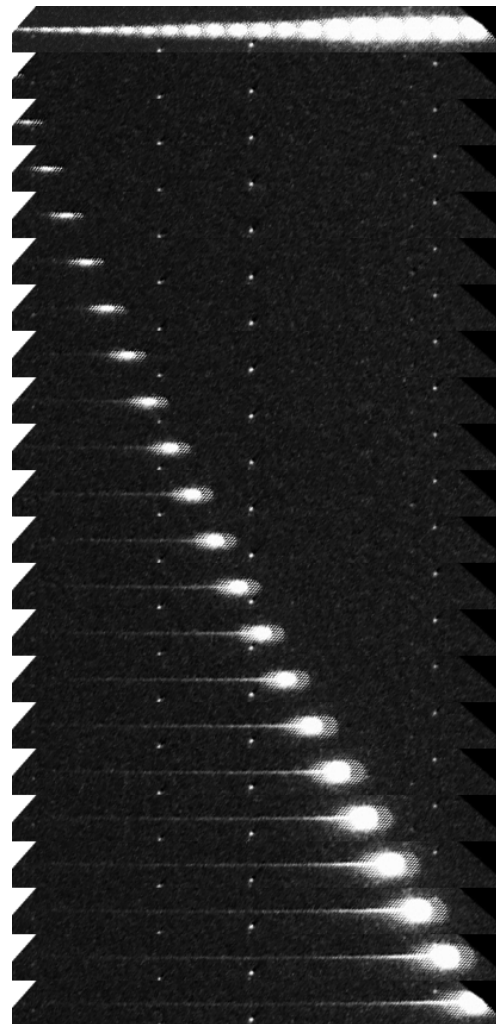
ジャコビニ群



ペルセウス群

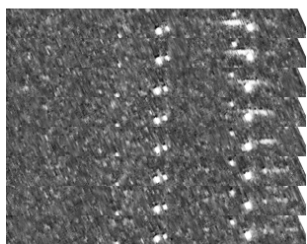
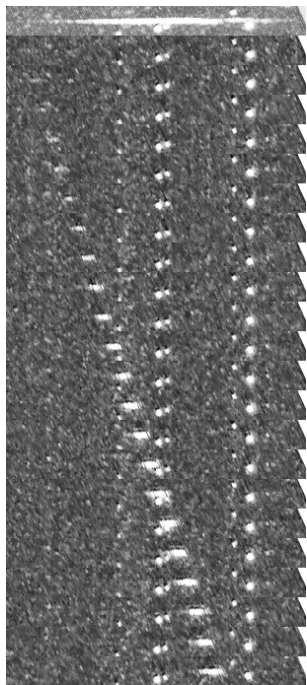


しし群

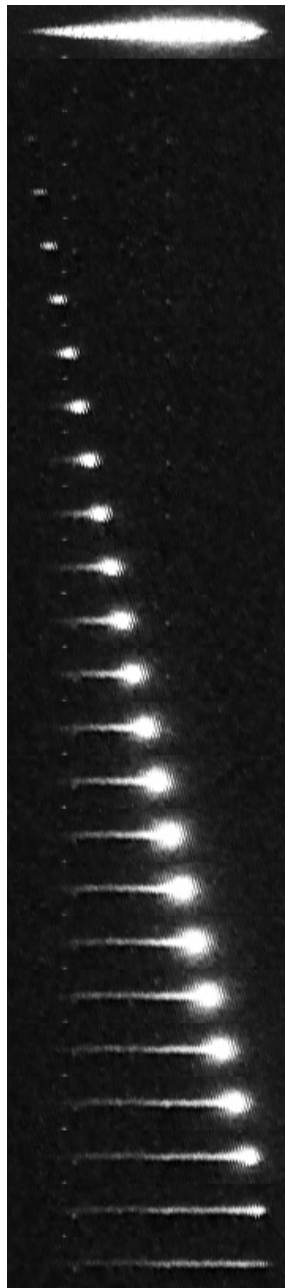


四分儀群

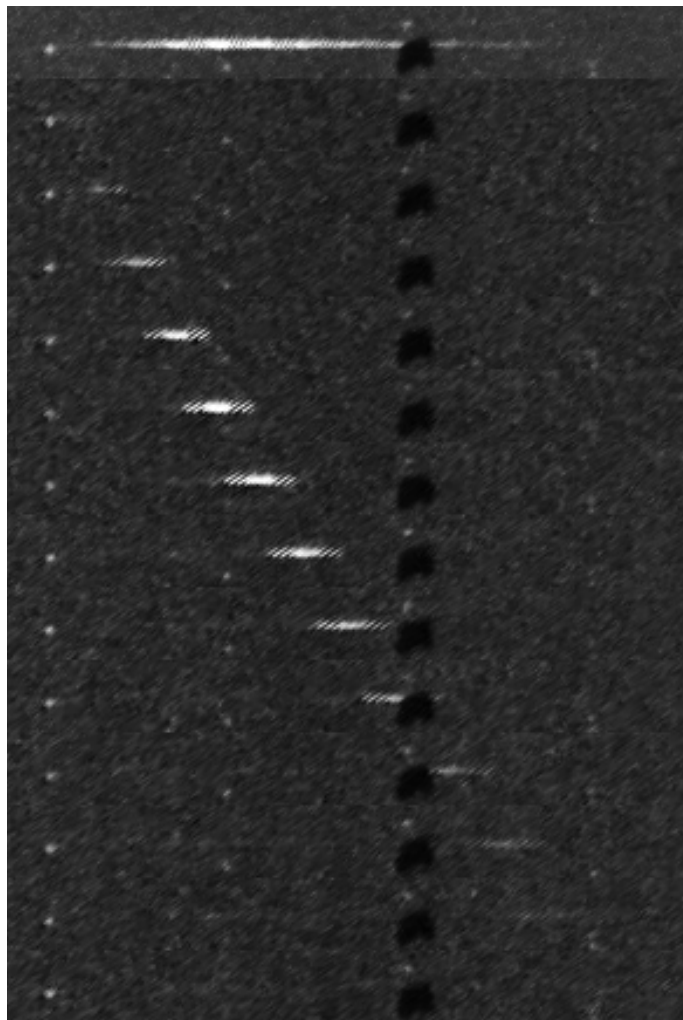




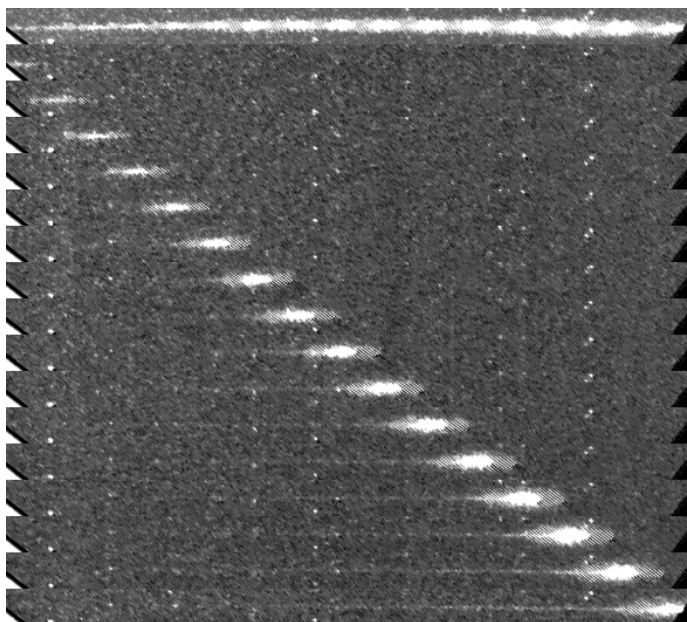
やぎ群



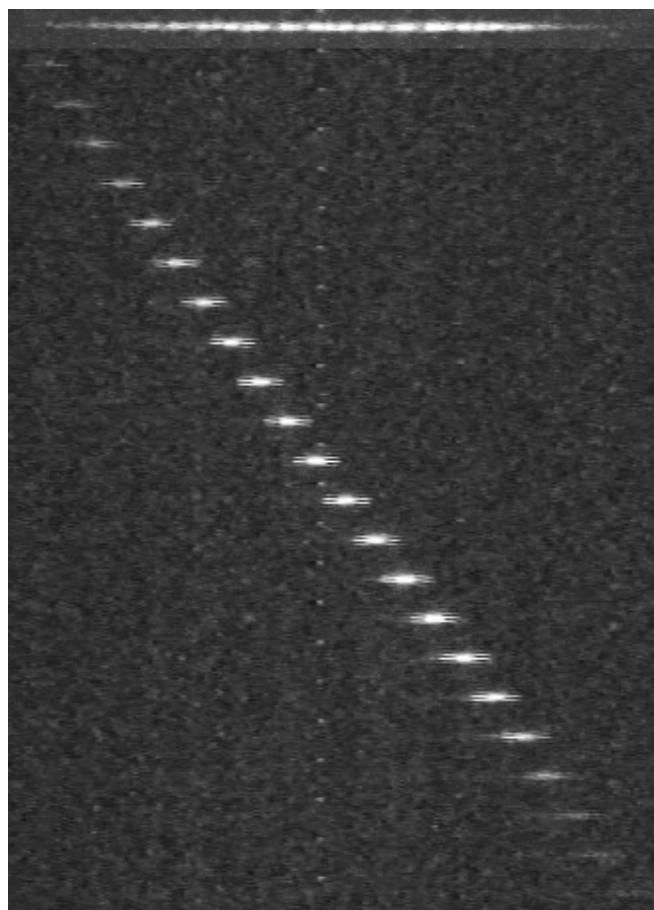
ふたご群



オリオン群



η-みずがめ群



おうし南群

# 10月りゅう座流星群（ジャコビニ群）の2019年の予報

佐藤 幹哉（NMS）

MSS-152  
2019.7.7  
ダスト・トレイル  
Mikiya Sato

2019年も10月りゅう座流星群（ジャコビニ群）のダスト・トレイルによる出現の可能性はある。

- ・近年の10月りゅう座流星群の突発出現は、1998年、2011年、2018年
- ・翌年に、中規模な出現（1999年、2012年）
- ・1959年、1966年のダスト・トレイルと考えられる
- ・放出速度が速い → 一般的には出現は少ないか、微光になる

表. 2019年のダスト・トレイルの状況

放出年	予報極大時刻			太陽黄経 (J2000.0)	$\Delta r$ (距離) (AU)	放出 速度 (m/s)	fM	予報放射点		Vg (速度) (km/s)	備考
	日付 (UT)	時刻 (UT)	日本時 (JST)					$\alpha$ (°)	$\delta$ (°)		
1959	2019/10/08.60	14:19	10/08 23:19	194.744	-0.0013	+62.83	0.19	261.41	+53.73	20.45	
1966	2019/10/08.64	15:25	10/09 00:25	194.789	+0.0075	+65.17	0.16	260.73	+53.90	20.30	距離遠い

- 【予報】
- ・1959年に放出したダストが形成するダスト・トレイルが比較的接近
  - ・1966年トレイルは、だいぶ遠い（寄与不明）
  - ・日本の深夜の時間帯で、放射点が低いが見える可能性がある

表. 2012年のダスト・トレイルの状況

放出年	予報極大時刻			太陽黄経 (J2000.0)	$\Delta r$ (距離) (AU)	放出 速度 (m/s)	fM	予報放射点		Vg (速度) (km/s)	備考
	日付 (UT)	時刻 (UT)	日本時 (JST)					$\alpha$ (°)	$\delta$ (°)		
1959	2012/10/08.69	16:40	10/09 01:40	195.624	+0.0012	+38.70	0.0033	262.79	+55.84	20.99	fM大変小さい
1966	2012/10/08.70	16:48	10/09 01:48	195.630	+0.0042	+43.07	0.24	262.37	+55.76	20.91	距離やや遠い
1966	2012/10/08.73	17:28	10/09 02:28	195.658	+0.00041	+51.34	0.027	262.51	+55.60	20.96	fM小さい
1966	2012/10/08.73	17:28	10/09 02:28	195.658	+0.00040	+51.35	0.022	262.52	+55.61	20.96	fM小さい

- 【結果】
- ・MUレーダーで検出：10/8 16:20-17:40 (UT) にピーク、2011年よりも多い (Fujiwara et al 2016)
  - ・カナダのCMOR（レーダー）でかなりの出現：10/8 16:38 (UT) (Ye et al 2014)
  - ・眼視的にはチェコとウクライナで観測（詳細不明）

表. 1999年のダスト・トレイルの状況

放出年	予報極大時刻			太陽黄経 (J2000.0)	$\Delta r$ (距離) (AU)	放出 速度 (m/s)	fM	予報放射点		Vg (速度) (km/s)	備考
	日付 (UT)	時刻 (UT)	日本時 (JST)					$\alpha$ (°)	$\delta$ (°)		
1959	1999/10/09.45	10:51	10/09 19:51	195.714	-0.0026	+59.98	0.20	262.83	+55.48	21.01	
1966	1999/10/09.50	12:00	10/09 21:00	195.761	-0.0014	+69.42	0.26	262.50	+55.26	20.94	

- 【結果】
- ・10/9 10時～12時 (UT) 日本でHR=20～30の出現を記録

DATE	JST	TIME	aM	Spo.	Dra	Lm	CL	Dir	Obs.	Meth.
Oct./1999										
09/10	19:00-20:00	60	30	-	28	5.7	0	Z	赤木誠司	V
09/10	20:00-20:50	50	23	05	18	5.5	0	Z	児玉広幸	V
09/10	20:00-21:00	60	28	-	23	5.7	0	Z	赤木誠司	V
09/10	21:00-22:00	60	22	-	10	5.8	0	Z	赤木誠司	V
09/10	21:00-22:00	60	13	07	6	5.5	0	Z	児玉広幸	V
09/10	20:00-21:00	60	41	14	27	7.8	0	-	野勢國雄	TV (50mm, F=1.4)
09/10	21:00-21:57	57	19	15	4	7.2	0	-	野勢國雄	TV (50mm, F=1.4)

(Web, Hashimoto より抜粋)

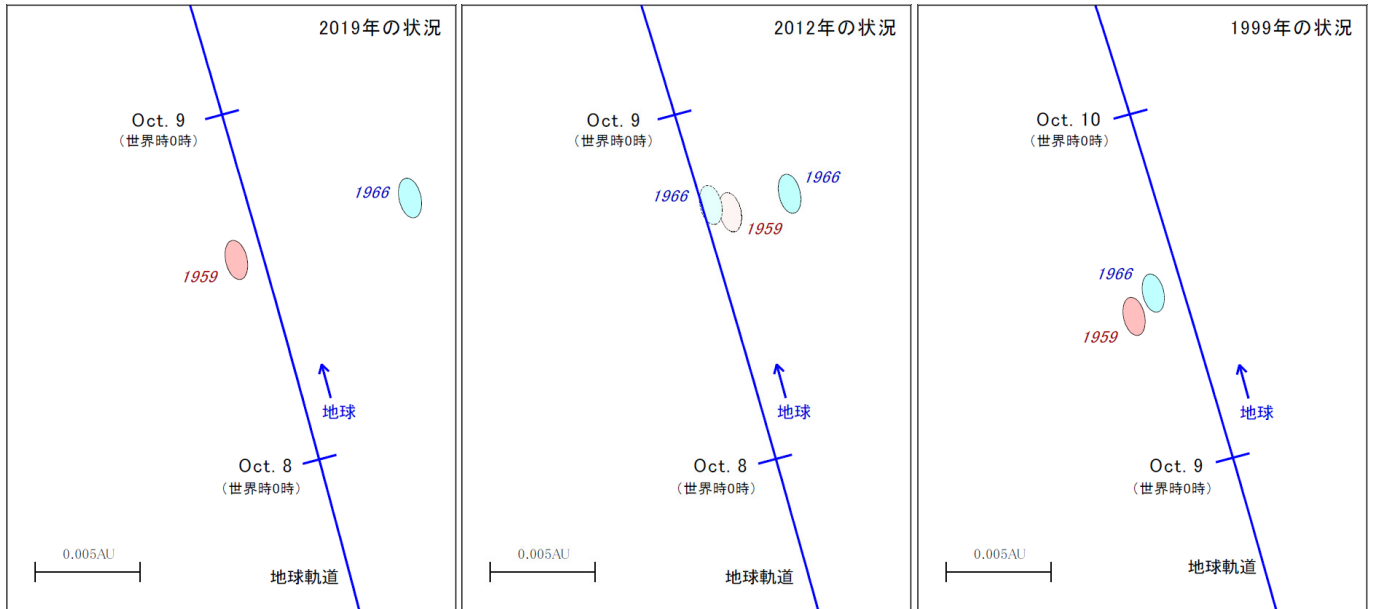


図 各年のダスト・トレイルの位置

【近日点距離の効果について】

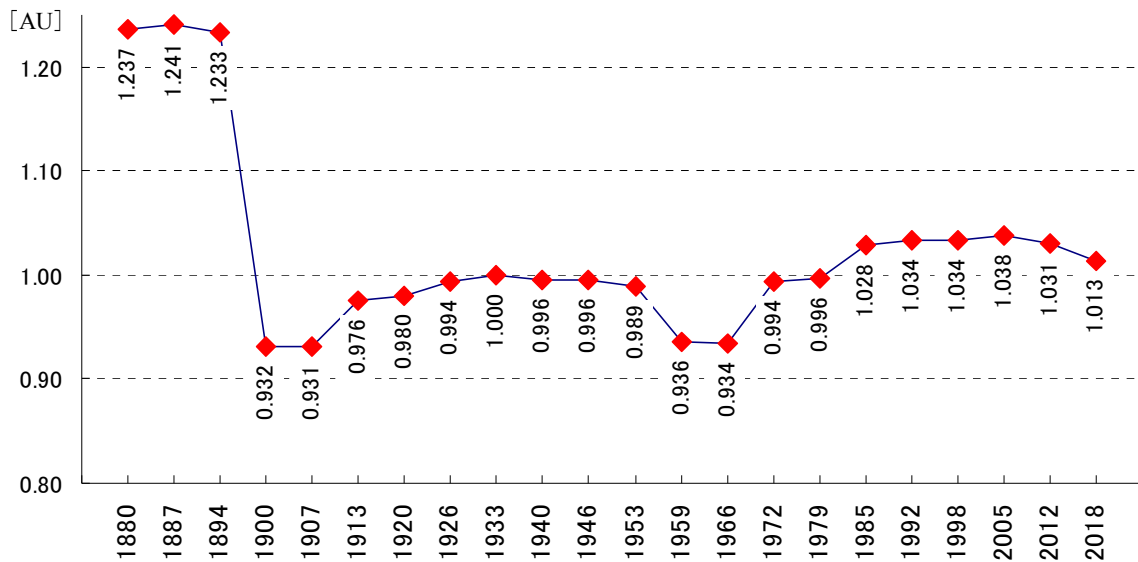


図 母天体の近日点距離の推移

- ・ 1926～1953年：約0.99～1.00 au に対して、1959年と1966年：約0.935 au
- ・ 単純に距離の2乗に反比例すると考えると、12～16%程活発化の期待
- ・ ダストの放出期間が長くなる

【放射点高度について】

極大年	時刻	放射点高度	修正高度	対 19:51	対 21:00
2019年極大	23:19	18.6	23.5	43.4%	26.4%
2019年極大	00:25	11.2	16.7	26.4%	32.2%
1999年極大	19:51	47.4	50.1	-	-
1999年極大	21:00	37.1	40.5	-	-

- ・ 1999年と同等の出現と仮定すると見られる数はおよそ25～40%
- ・ HR = 30 を基準とすると  
今年のHRは、5 ～ 15 くらいか？

# 流星スペクトル研究集会で出た 課題と解決方法

第152回 流星物理セミナー

7/Jul/2019

渋谷区立 勤労福祉会館 第二洋室

VSOLJ 永井和男

# 流星スペクトル研究集会で出た課題と解決方法

## 3/8 第一回 スペクトル研究集会で出た 輝線強度測定に対する課題

### 1. 周知

1. 飽和を確認してから測定しましょう
2. 分光感度補正をしてから輝線強度測定する

### 2. 研究会で

1. 比較明合成で良いのか(明るいフレームだけ測定される)
2. 回転や傾きでレベルが変わる?
3. 輝線強度測定はガウス関数で近似した複数波の合成で求める(周知)
4.  $\gamma$ の逆補正してから輝線強度測定する
5. ブラックボディーの影響は無いのか?

# 飽和の確認

# 飽和している画像

The screenshot displays the 'Makar' image processing software interface. The main window shows a dark image with a horizontal line of light, indicating saturation. The 'グラフ' (Graph) window is open, showing a histogram of the image data. The histogram has a y-axis from 0 to 250 and an x-axis from 0.0 to 300.0. The histogram shows a sharp peak at approximately 115 pixels, indicating saturation. The software interface includes a menu bar, a toolbar, and a status bar.

すばる画像処理ソフト: マカリ - M20181226\_043703\_KN9\_02P.jpg

ファイル(F) 編集(E) 画像表示(V) 画像演算(P) 画像情報(I) テーマ処理(D) テーマ1次処理(A) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)

終了 開く 保存 印刷 FITSタグ 切り抜き プリンク 測光 位置測定 グラフ コントラスト ヘルプ

カー 対数 0 255 自動調整 マーカー非表示

X: Y: カウント値: 平均値:

M20181226\_043703\_KN9\_02P.jpg (1倍) [720x480x3]

グラフ [ M20181226\_043703\_KN9\_02P.jpg ]

X: Y: カウント値:

グラフ選択範囲 [ 115 ]-[ 421 ]-[ 304 ] 始点からの距

R:259  
G:259  
B:259

B:86  
G:86  
R:86

水平倍率(M): 1.83 縦軸(V): R, G, B 対数(L) スケール設定(S)

マーカー:  
非表示(I) 全表示(B) 消去(E) すべて表示(G)  
別画像のグラフ表示(D) 開く(C)

印刷(P) テキスト出力(T) 分岐軸変更(A) ヘルプ(H)

マカリのグラフ機能を使うと飽和しているか確認できます

# 飽和していない画像

すばる画像処理ソフト: マリ - M20181218\_012522\_KN9\_02P.jpg

終了 開く 保存 印刷 FITSツグー 切り抜き プラック 測光 位置測定 **グラフ** エクスポート ヘルプ

対数 0 255 自動調整 マークの非表示

X: 713 Y: 182 カウント値: 79.0 平均値: 77.4

M20181218\_012522\_KN9\_02P.jpg (1倍) [732x498x3]

グラフ [ M20181218\_012522\_KN9\_02P.jpg ]

X: Y: カウント値:

グラフ選択範囲 [ 469, 186 ]-[ 714, 186 ] 始点からの距離

R:254  
G:254  
B:254

R:62  
G:62  
R:62

200  
150  
100  
0.0 50.0 100.0 150.0 200.0 始点からの距離 [pixels]

水平倍率(M): 2.28 縦軸(V): R, G, B  対数(L) スケール設定(S)...

マーク:  すべて表示(G)  別画像のグラフ表示(D)

非表示(D) 全表示(B) 消去(E) 開じる(O) ヘルプ(H)

印刷(P) テキスト出力(T) 分散軸変更(A)

2018/12/18 (1:55:00.4) L1 0362 500005+073 104672 6mmF8.95 KN9\_02

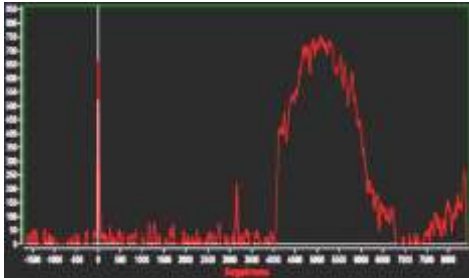
ImageJを使っている方もいました  
そもそも jpeg を測定して良いのか? → BMPを使うようにしました



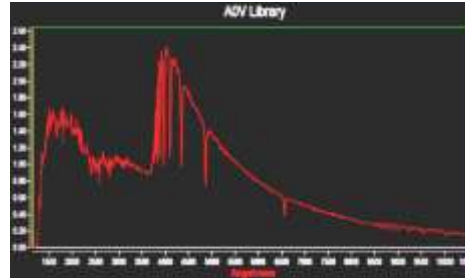
# 分光感度補正

# 分光感度補正の原理

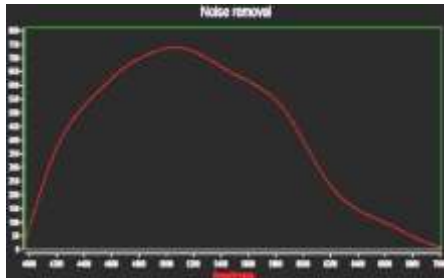
シリウスを撮影



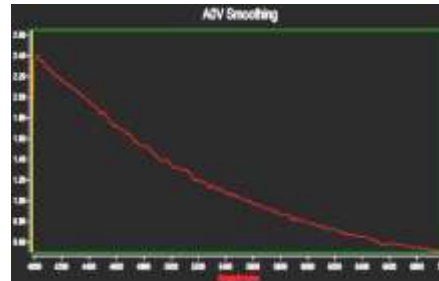
シリウスの  
ライブラリデータ



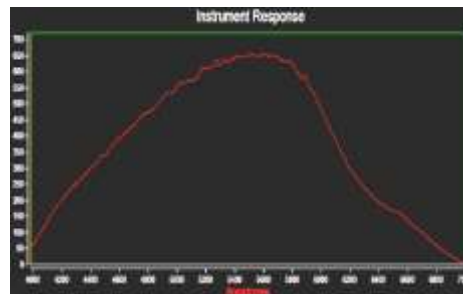
ノイズを除去して  
コンティニウムな  
ラインを作成



ノイズや吸収線を除去して  
コンティニウムなラインを作成



撮影したスペクトル(RAW)をライブラリ  
スペクトル(Library)で割り算すると  
機械レスポンス(Inst.)が得られます



割り算

$$\text{Instrument Response} = \frac{\text{Raw Spectrum}}{\text{Library Spectrum}}$$

$$\text{Calibrated Profile} = \frac{\text{Raw Spectrum}}{\text{Instrument Response}}$$

流星のスペクトル(RAW)が撮影出来たら機械レスポンス(Inst.)  
で割ると分光感度補正された流星スペクトルが得られます

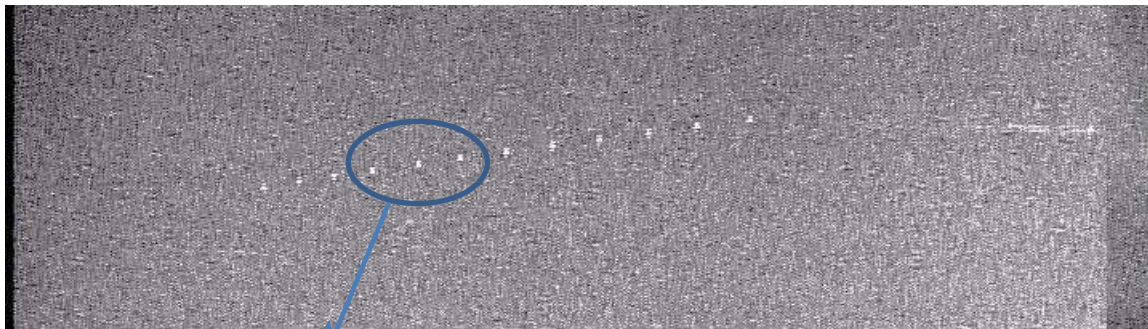
比較明合成で良いの？

# 比較明合成では加算されない？

- 多くの人が UFO capture が出力する比較明合成画像を使っている
- 複数フレームにスペクトルが写っていると比較明合成では加算されない

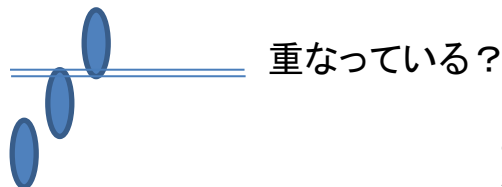


流星は下から上に流れた



各フレームの0次を重ねた

フレーム間で僅かに重なっているようにも見える

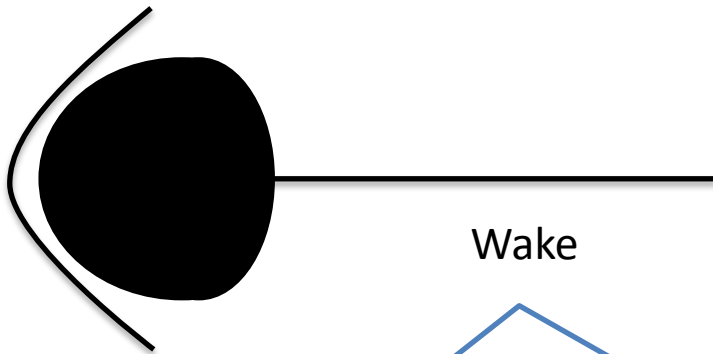


重なっている？

どの流星で調べてもあまり変わらない？(ハレーシヨンの類)  
流星は点光源？

# 流星は点と尾

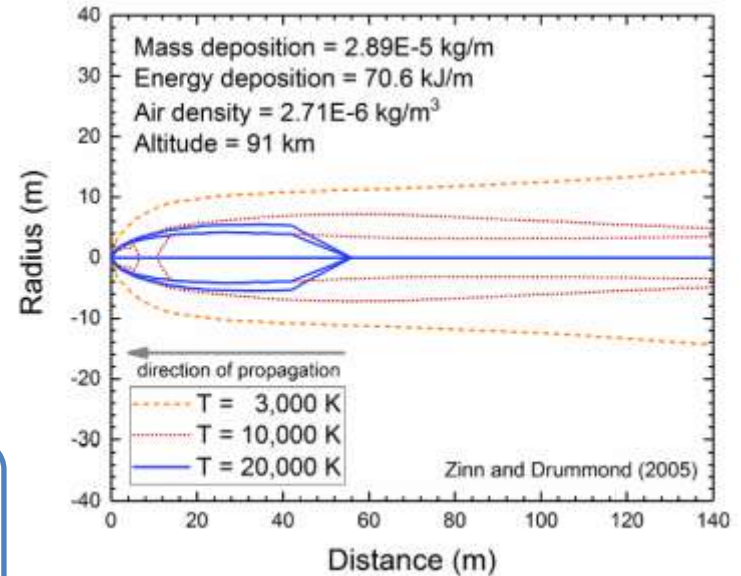
- 日本 阿部先生のお話では「流星は点だが尾がある」
  - 2019/6/1 自然科学カフェ「人工流れ星で何が分かるのか？」



Wake

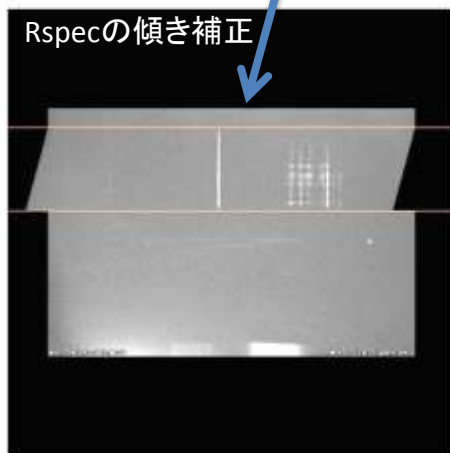
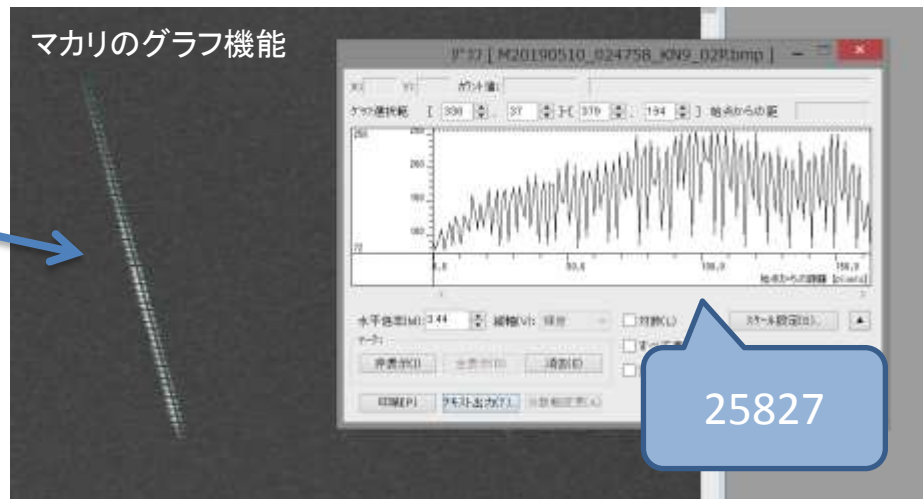
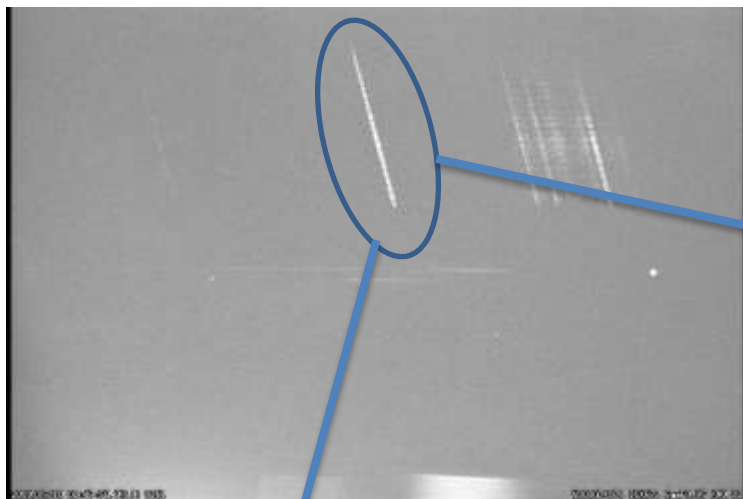
Wakeと言う細長い線がある

細くて暗いので分光出来そうに  
なく比較明合成が良いと思う



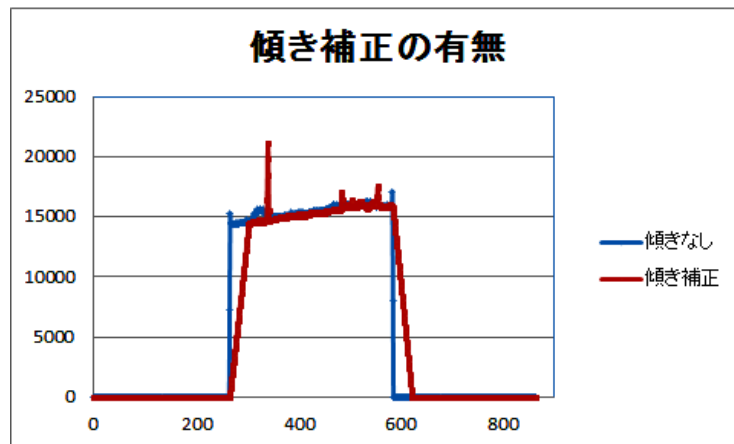
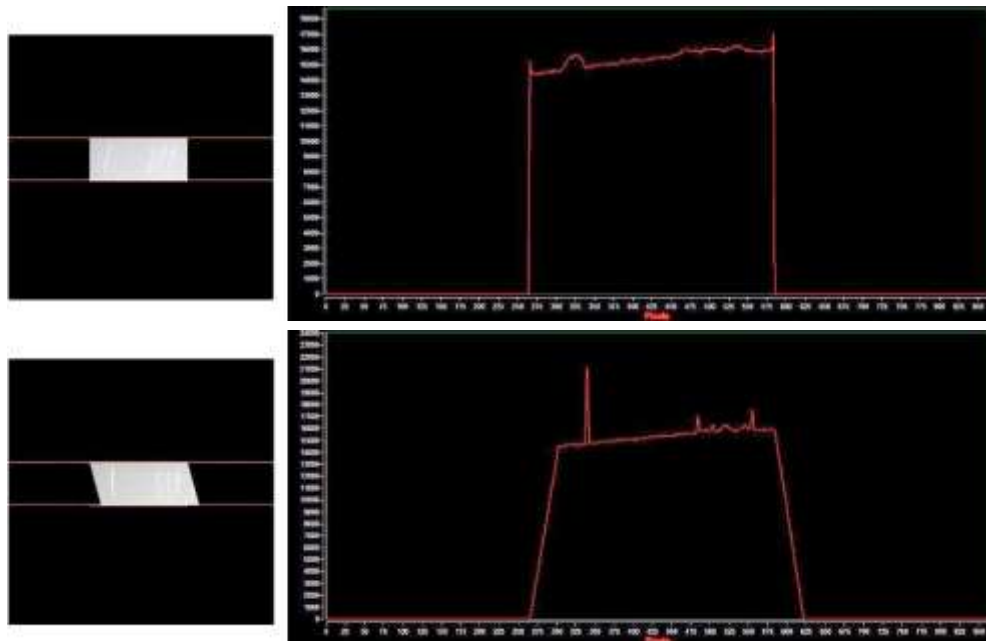
画像の回転や傾きで  
信号レベルが変わるソフトがある

# 回転と傾きでレベルが変わるソフトがある (RSpecを確認)



画像処理ソフトによっては画回転などでカウント値が変わる  
RSpecを確認した、変わっていないようです。

# RSpecの回転と傾き



補正前 = 4924450

補正後 = 4924450

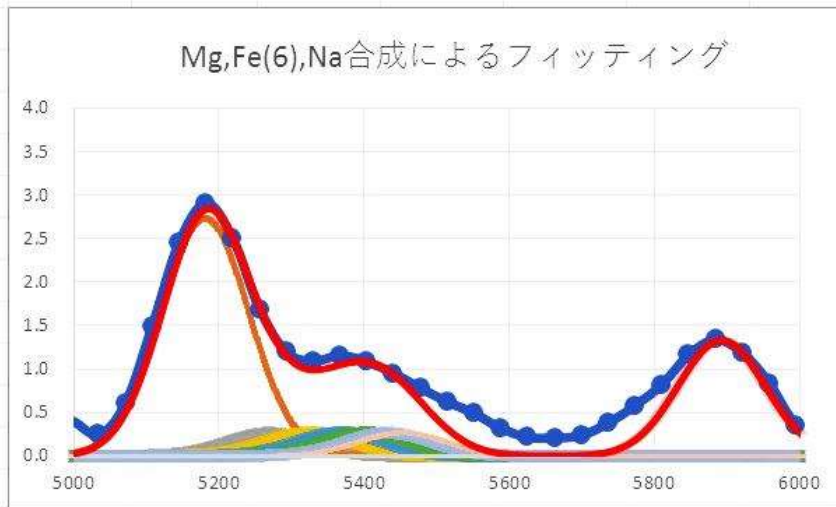
- 画像処理ソフトによっては画回転などでカウント値が変わる
- RSpecを確認しました
  - 全黒画像に傾いたままの流星スペクトルを張り付けて傾き補正した
  - 傾き補正しても総カウント値は変わりませんでした



スペクトル線は複数が合成されたもの

# 輝線強度は複数波の合成で測る

- スペクトルは複数の輝線の合成なので輝線強度測定をする時も複数の輝線を合成して再現させて測定する
  - 1波で測っては正しい強度が測れない(特に「鉄」)
  - 複数波合成のエクセルシートを作成した  
[http://eclipsingbinary.web.fc2.com/spectrum\\_intensity.htm](http://eclipsingbinary.web.fc2.com/spectrum_intensity.htm)



- 8つの波長の波を合成して流星スペクトルを再現します

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

- この公式で標準偏差を変化させ、さらに波高値を調整し、構成する波の合成が観測値と一致するようにします
- 調整した波高値が輝線強度になります

黄色に数値を入れます

	Mg I	Fe I	Fe I	Fe I	Fe I	Fe I	Fe I	Na I
標準偏差	60	60	60	60	60	60	60	60
輝線波長	5182	5269	5328	5371	5404	5431	5449	5892
定数	410	40	40	40	40	40	40	200

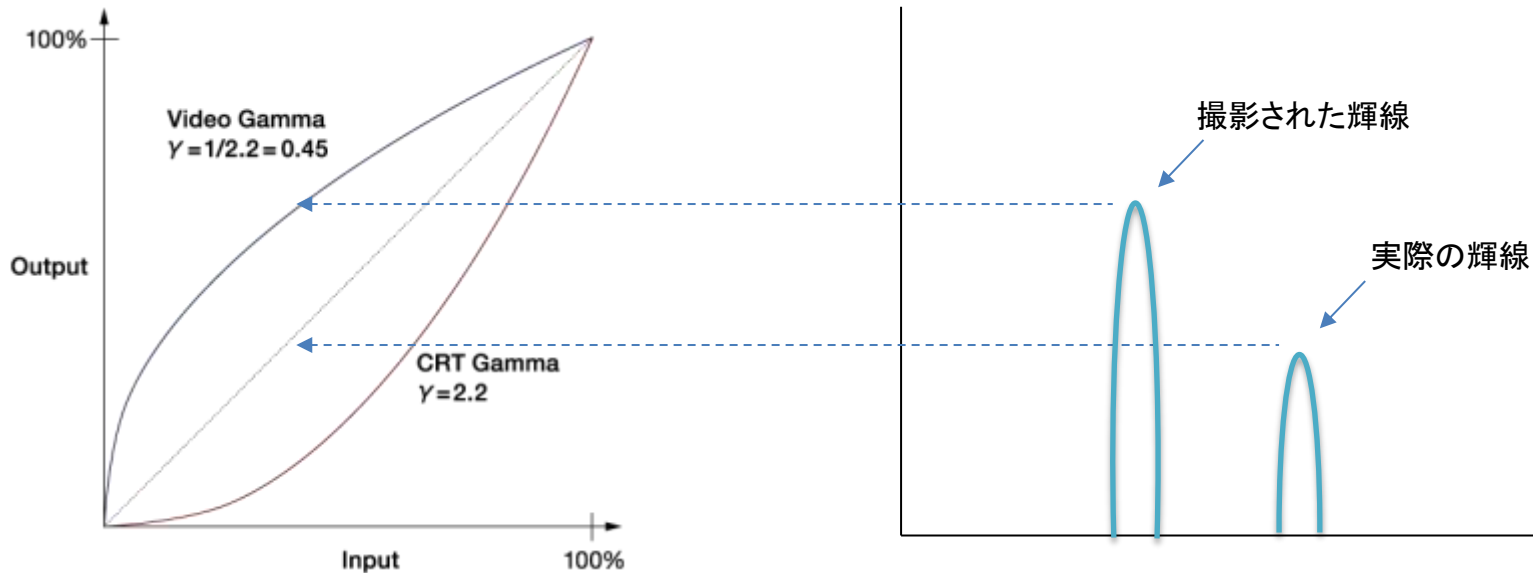
組成比

Mg	0.48
Fe	0.28
Na	0.24

# ガンマ補正

# ビデオカメラは $\gamma$ 補正されています

- ビデオカメラは $\gamma$ 補正されているので輝線の強度によっては高めに記録される
- DSLRでも動画撮影するとRAW画像では無いので $\gamma$ 補正されている
  - しかも、カメラの設定で $\gamma$ 値が変わってしまうカメラもある
- 自身のカメラの $\gamma$ を測定して逆補正しないと輝線強度は測れない



# ガンマ特性測定



画面全体が明るい映像機器は平均輝度を下げようとするのでボール紙で点光源にします  
エクスペリアはガンマ=2.2で画質調整されています

紙の箱で周囲の外光を塞ぐとともにカメラと光源の距離が一定になるようにしました

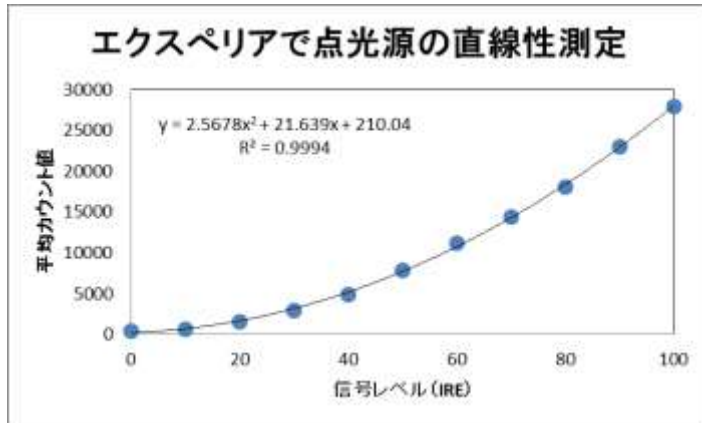


# 測定したカメラ

- 南カメラ KN9\_01 CMOS
  - 大島上空100km
  - IMX225 SONY CMOS イメージャー 3.75x3.75 $\mu$ m 1/3type
  - f=8mm F1.2, 720p
  - グレーチング 200本/mm
  - FOV 30x20deg.
- 南低空カメラ KN9\_02 CCD
  - 御蔵島上空100km
  - ICX672 SONY CCD イメージャー 5.0x7.4 $\mu$ m 1/3type
  - f=6mm F0.95, 720i
  - グレーチング 300本/mm
  - FOV 40x30deg.
- ビデオキャプチャー
  - IO-DATA GV-USB2



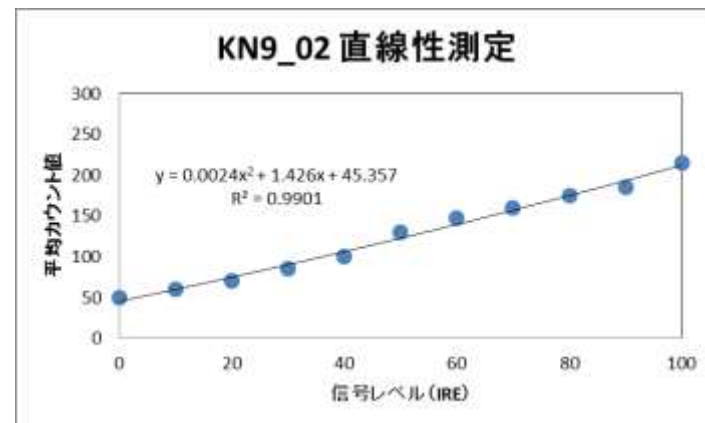
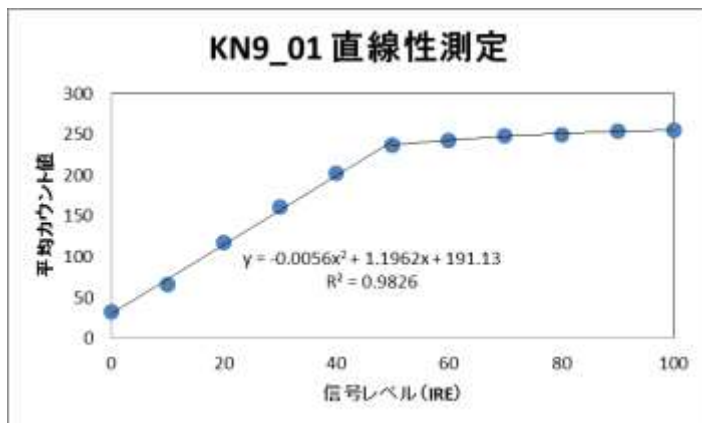
# KN9\_01(CMOS)とKN9\_02(CCD)の $\gamma$ 測定



スマートフォンのエクスペリアZ2で背景を黒にして点状の白を表示させ、白レベルを0から100%まで可変させると左のような明るさで光ました。線形でないのはエクスペリアが $\gamma$ 補正しているからです

下のグラフは、この光をKN9\_01とKN9\_02で撮影して、白レベルと録画されたその白の明るさを測定したものです。飽和するまで直線になりましたので、2台のTVカメラがエクスペリアと同じ $\gamma$ で逆補正をした事になります

KN9\_02が飽和していないのはKN9\_01より総合的な感度が低いからです



# UFO Captureが作るBMPの構造

H size 02D0=720  
V size 01E0=480

SIZE 000FD236 byte

プレーン=1

ファイルの先頭からデータまでの  
オフセットbyte

24色(16771万色)

情報ヘッダ  
のサイズ  
40byte

圧縮形式=0(無圧縮)  
(4byte)

オフセットが36Hなので  
ここからデータ

24色データは3byte単位でB,G,Rの順  
に記録されている(各色1byte)

Jpegは圧縮されているので測定には不向き  
天体測光でも議論されJpegを使う人はいなくなりました

- 構造が分かったのでガンマ補正プログラムを作成して公開しました
- <http://binary.cocolog-nifty.com/blog/2019/05/post-a6d5a3.html>

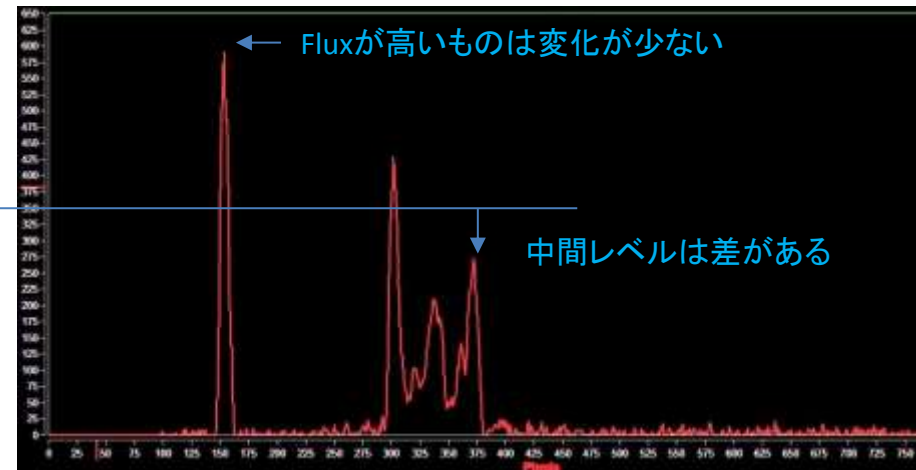
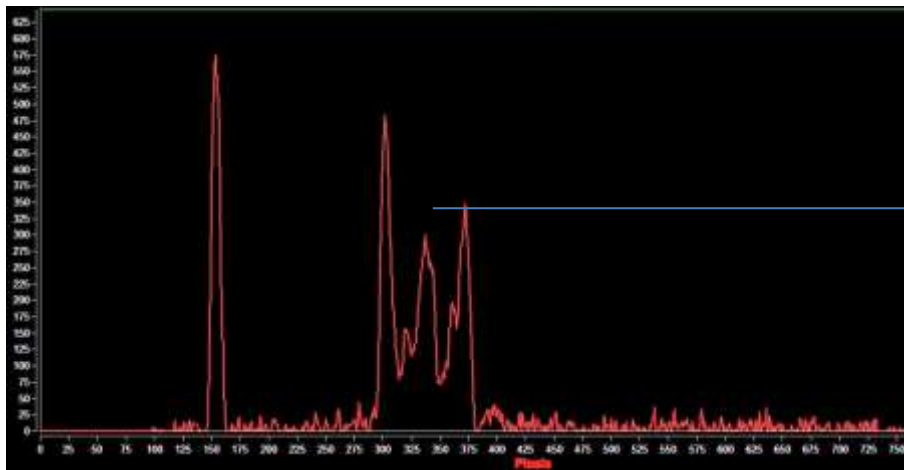


# $\gamma=-2.2$ で補正したら

未補正

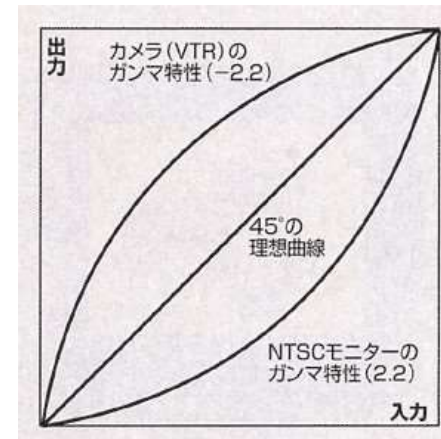
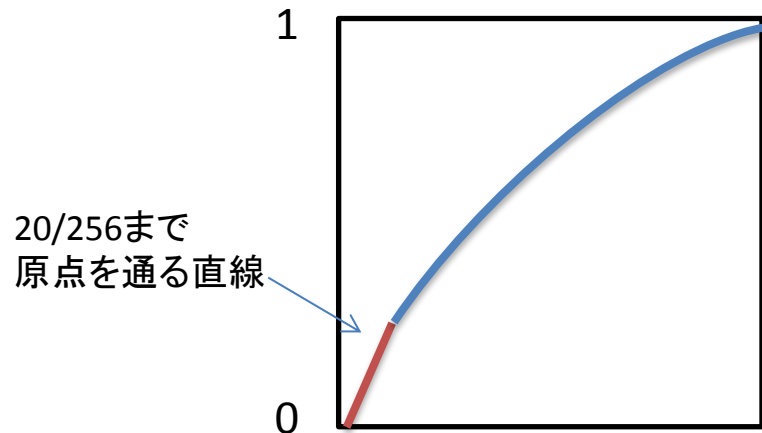


補正



# SONYαシリーズのガンマ補正

- 阿部研学生さんより
  - はじめ原点を通る直線で、あるところから対数に移る。。

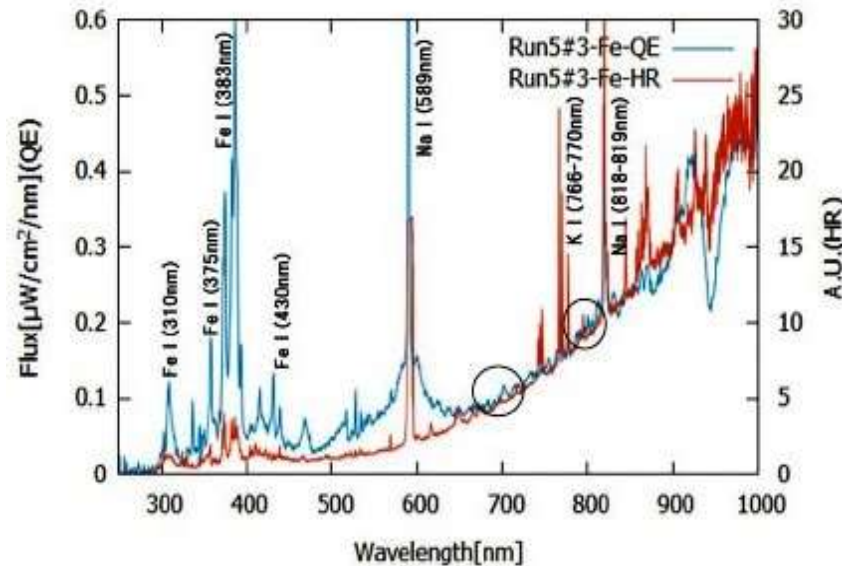


- ソニーα7シリーズのガンマ特性はWebで公開されている
  - <https://helpguide.sony.net/di/pp/v1/ja/contents/TP0000847999.html>
- ソニーのカメラにはたくさんのガンマ特性のモードがあります
  - Movie, Still, Cine1-4, ITU709, ITU709 [800%], S-Log2
- 撮影の際に設定したモードによってガンマが変わってしまう

# ブラックボディーの影響

# ブラックボディーの影響

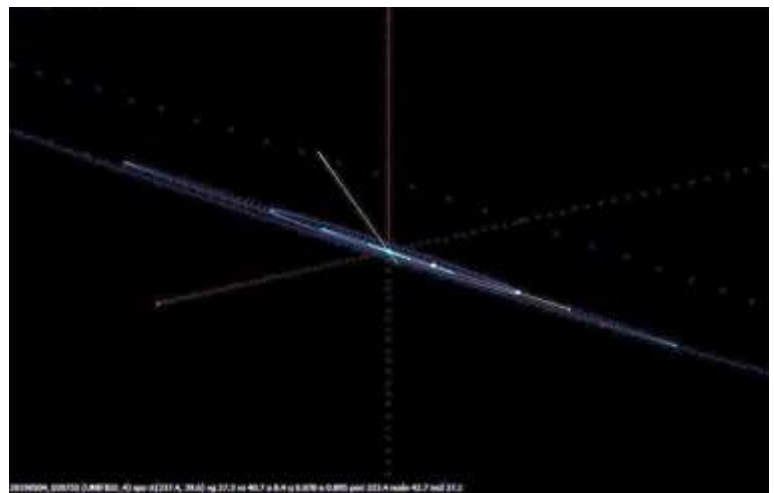
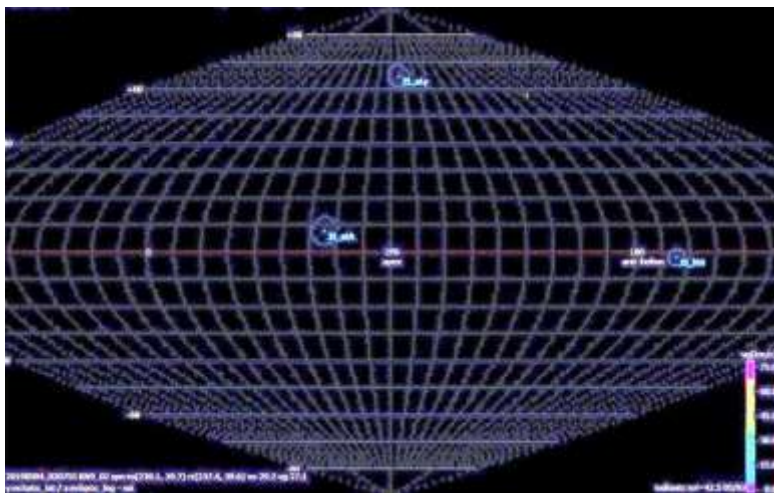
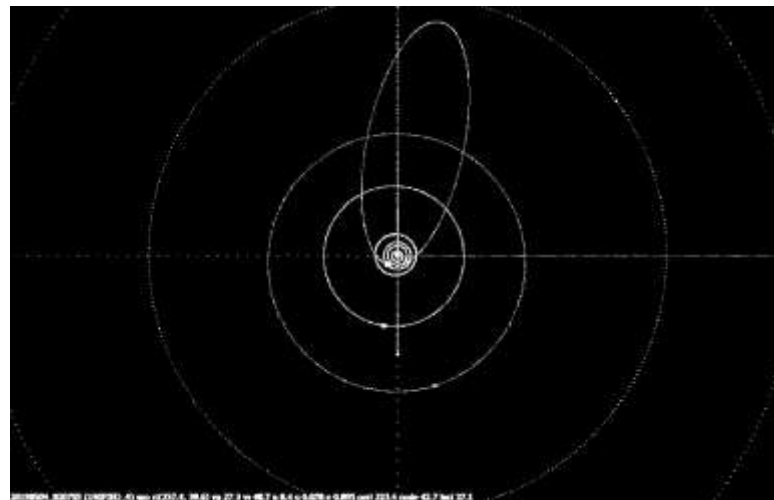
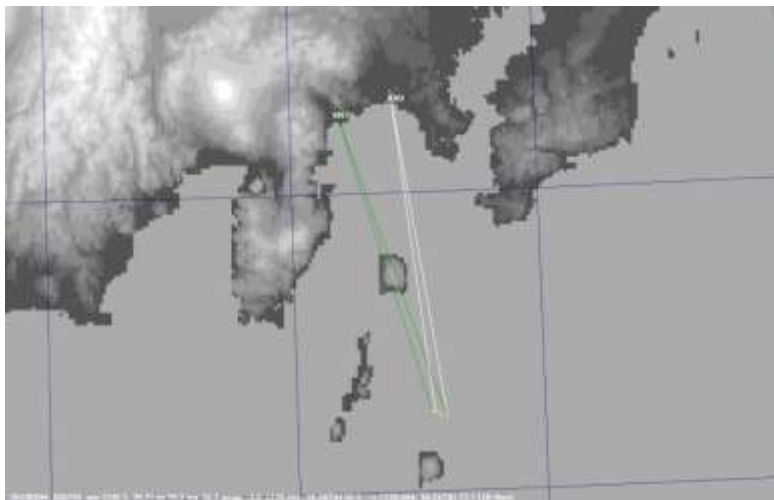
- 恒星分光では連続スペクトル成分を除いてから輝線・吸収線の強度を測ります
- 流星は？



- 上図は実験室で作った流星をスペクトル観測したものです
- 低温の連続スペクトルが見えていますが可視光域ではレベルが一定なので連続スペクトル成分を除かなくても良い
- 実験室(チャンバー内)よりも上空大気は低温なので背景の連続スペクトルはより影響が少ない
- 流星自体も連続光を持っていない

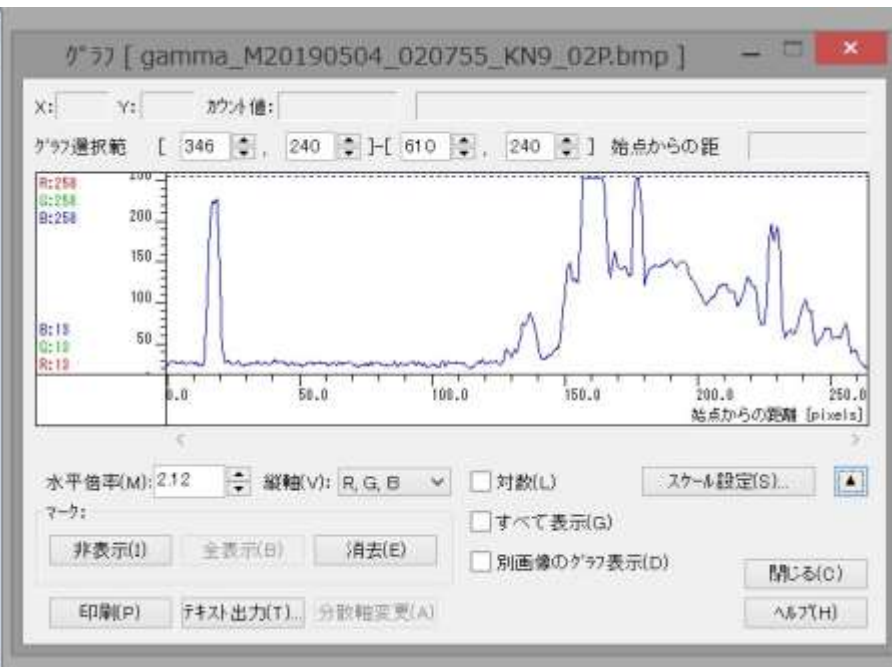
これらを考慮した解析例

# ガンマ補正有無の解析例



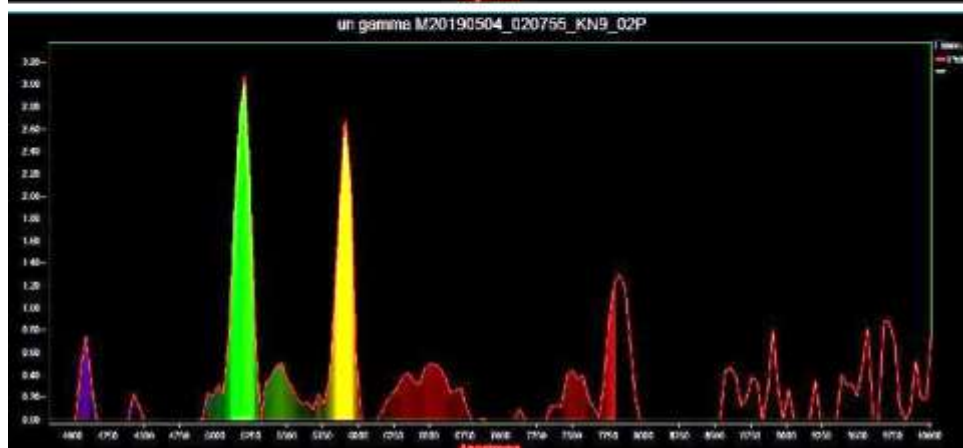
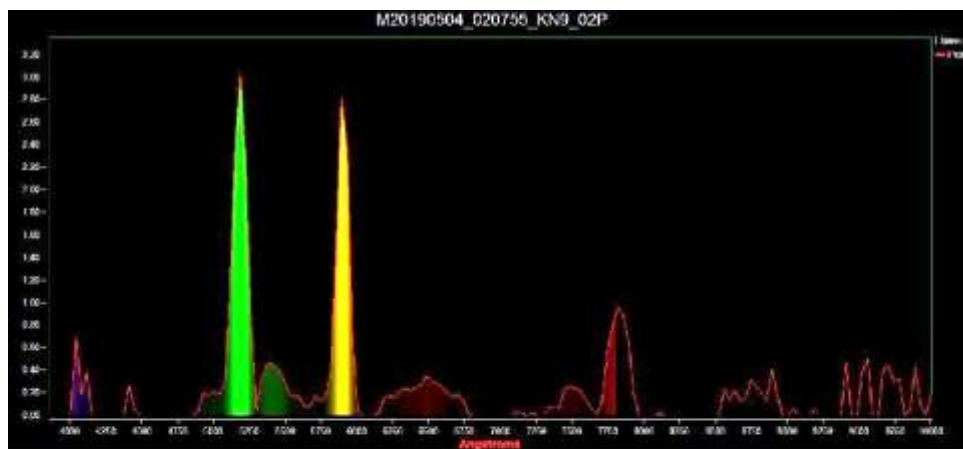
- M20190504\_020755\_KN9\_02 を解析 Sporadic です

# ガンマ補正有無の解析例(飽和)



- ガンマ補正後の画像です
- 増光箇所が飽和しています

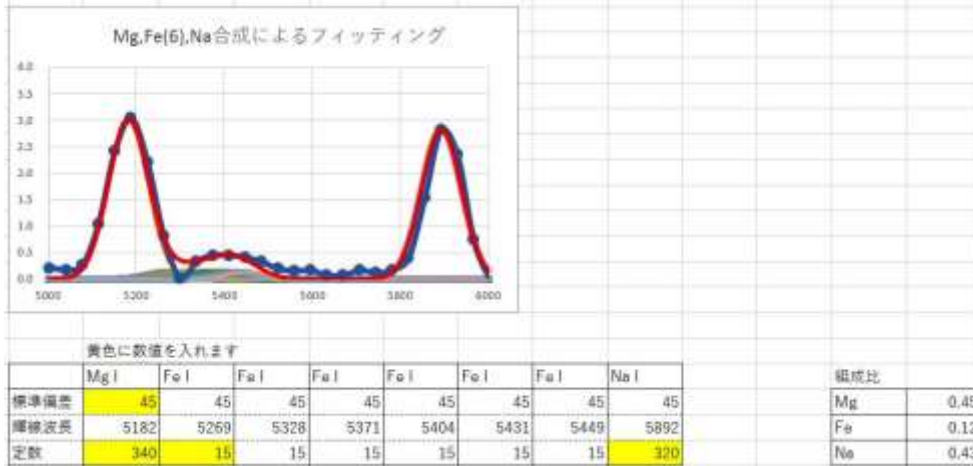
# ガンマ補正有無の解析例 ( $\gamma$ 補正)



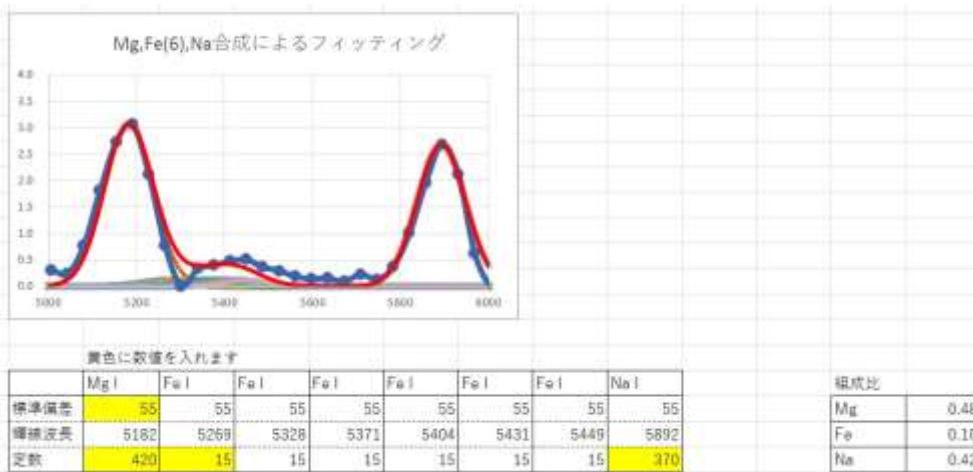
- 波長校正・分光感度補正をしたスペクトル
- 上は $\gamma$ の逆補正をしてから解析したもの、下は今まで行っていた補正なし
- 緑はマグネシウム、オレンジはナトリウム、赤は酸素



# ガンマ補正有無の解析例(輝線強度)

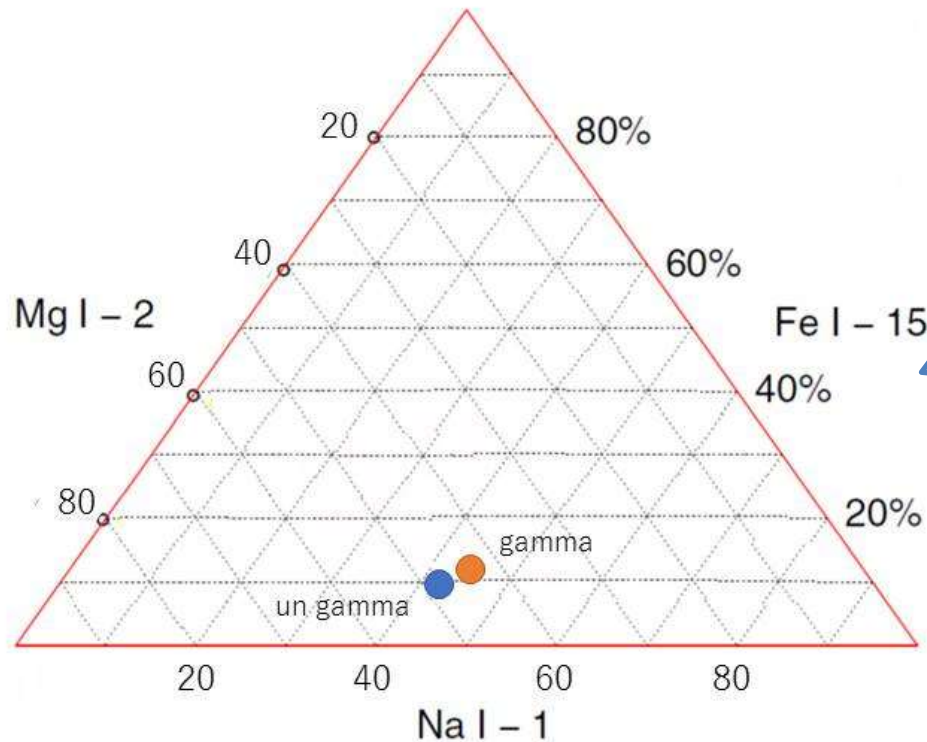


- 上は補正なし
- 下は $\gamma$ 補正済み
- 組成比は目立った差が無かった



# ガンマ補正有無の解析例(組成比)

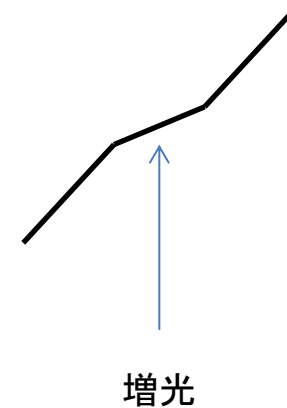
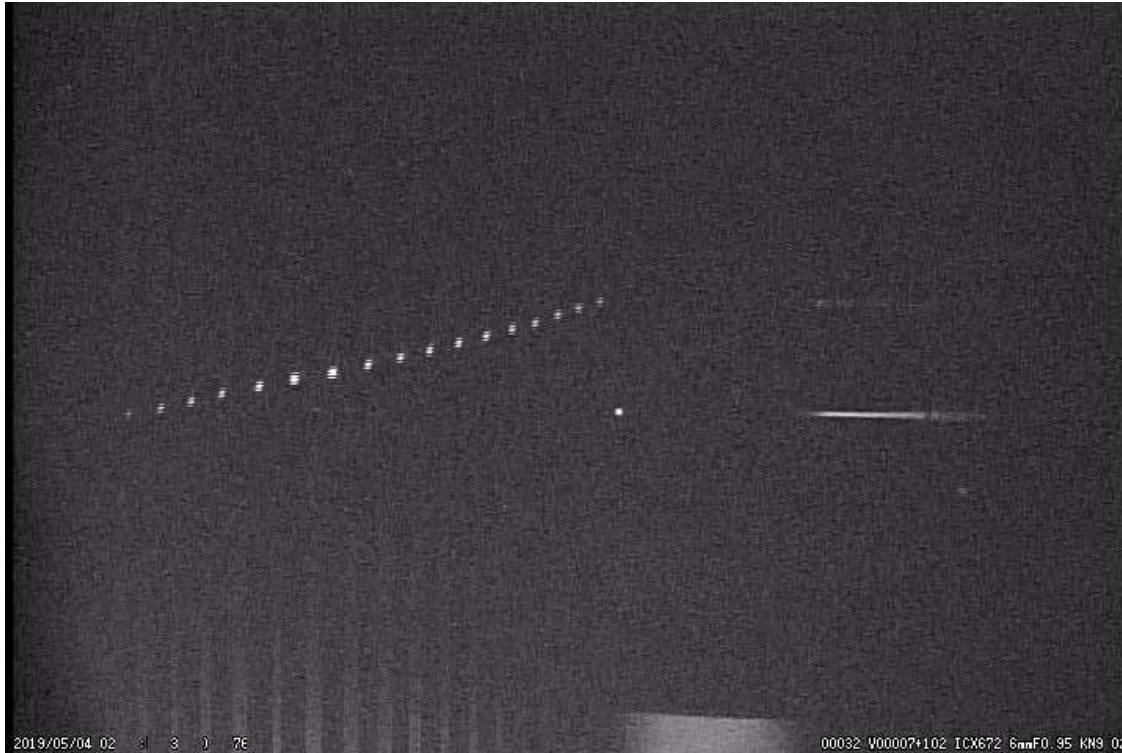
M20190504\_020755\_KN9\_02



この例では差が少なかった組成比に差が大きい場合はガンマのカーブから2倍の差が有る事も予想されます

補正/未補正による最大差を見積もるとガンマ補正無しで測定した結果60%比の物が実際は30%比しか無いと言う物もありえる

# 角速度考察(おまけの考察)

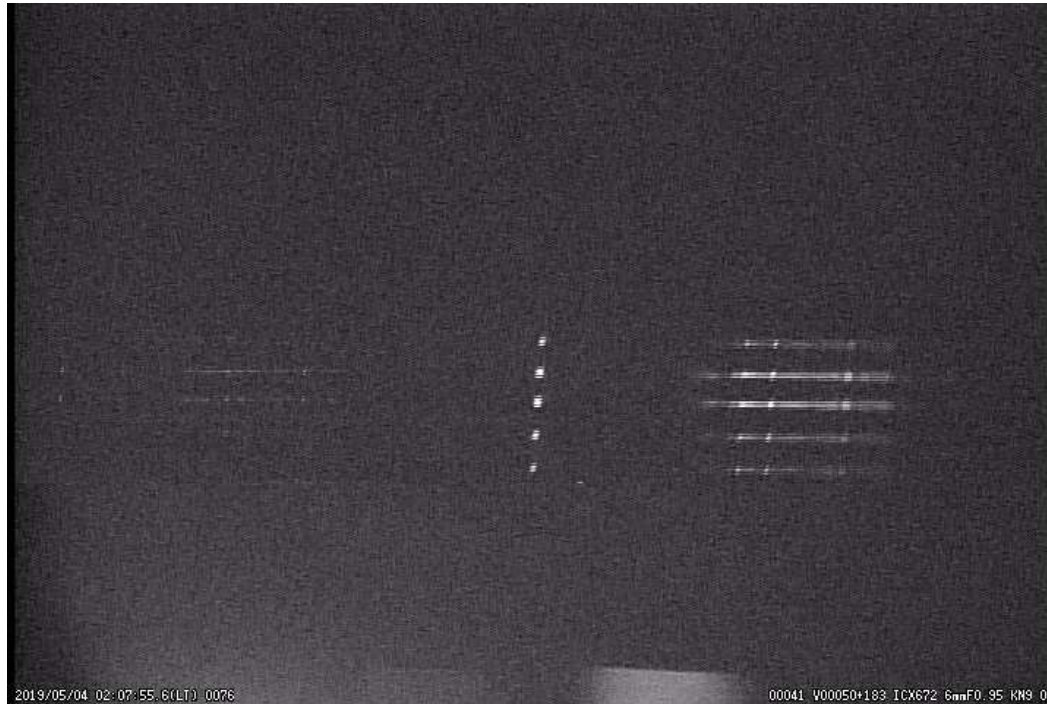


各フレームを抜き取って並べたものです。水平方向の間隔は手作業でなるべく等間隔にしました。垂直方向の間隔は流星の角速度です。

これを見ると増光の前後では同じ速度で、増光時より早く見えます。

そして、増光時は遅く見えますが、増光したと同時に遅くなっているのではなく遅くなってから増光しています。増光のメカニズムに関係するのだろうか？

# 痕はいつできる？（おまけの考察）



- 増光のひとつ前のフレームから5フレームを抜き取って重ねたもの
- ハッキリしませんが、増光したフレームから2フレーム目に流星痕のスペクトルのような物が写っている？ ような感じ
- 阿部先生にお見せしたら、痕では無くアフターグローではないか？との事

# まとめ

- 発表は「おしまい」ですが
  - ようやく、解析の「はじまり」になりました
- まとめ
  - 飽和を確認してから測定する
  - 分光感度補正をしてから輝線強度測定する
  - 比較明合成で良い(と思います)
  - 回転や傾きでレベルが変わらない事を確認する
  - ガンマ補正してから輝線強度測定をする
  - 輝線強度測定はガウス関数で近似した複数波の合成で求める
  - 大気のブラックボディーの影響は無い

第152回流星物理セミナー 20190707

関口孝志

# 自動観測による流星スペクトルの観測結果



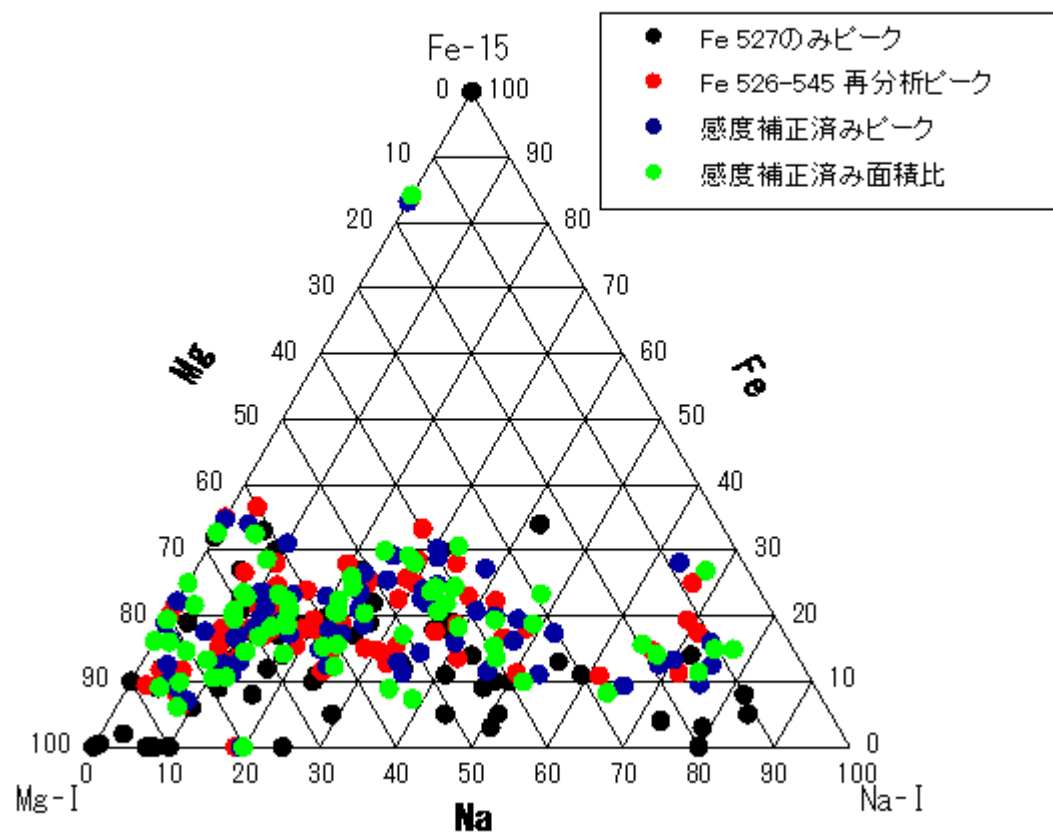
## カメラごとのスペクトル撮影数等

方向	N6	S12	W6	Z6	E6	NW50	NE6	SE8	
レンズ	6	12	6	6	6	50	6	8	合計
レンズ						28			
本/mm	500	500	600	200	500	500	500	500	
本/mm				600		200			
10月						5			5
11月						10			10
12月	8	7	26	17	9	52	9	14	142
1月	13	7	115	71	24	32	24	25	311
2月	4	3	28	28	0	8	2	6	79
3月	6	5	24	29	6	9	6	7	92
4月	4	3	20	15	1	4	5	4	56
5月	5	4	22	12	0	15	5	5	68
6月	0	0	7	3	0	3	2	1	16
合計	40	29	242	175	40	138	53	62	779
解析済	24	20	180	117	36	134	34	44	589

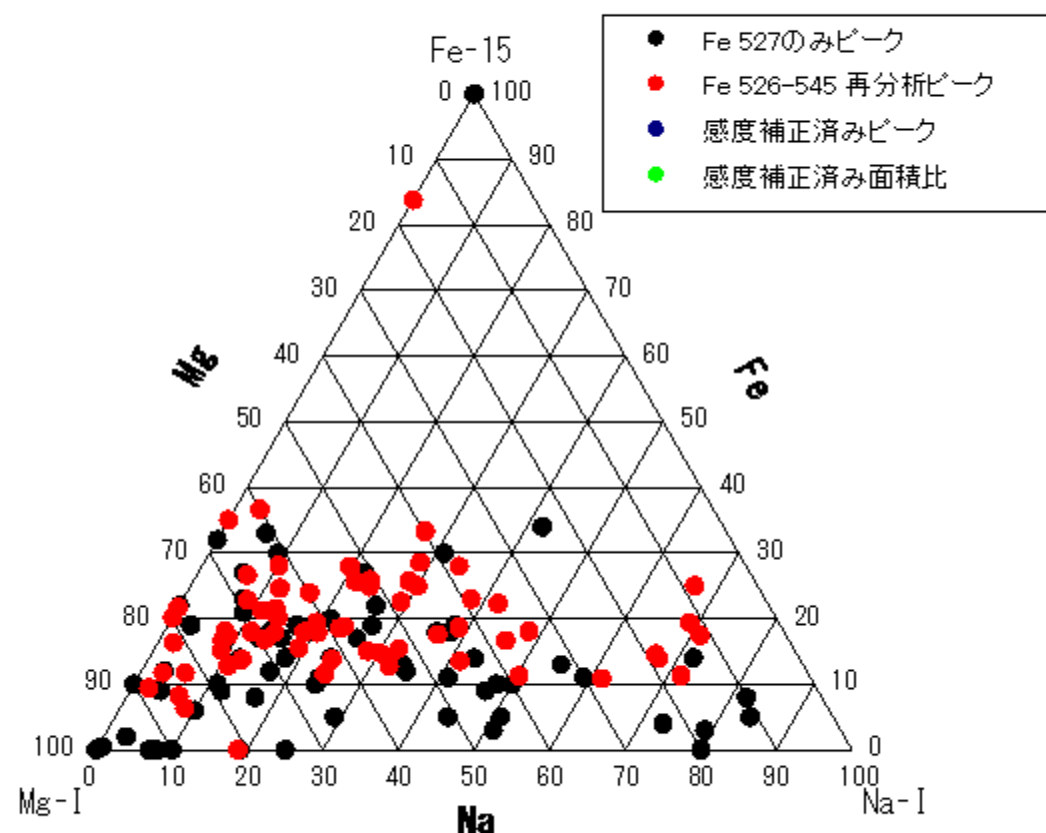
# 流星スペクトルの分類測定の仕事での比較(a7sのみの66個)

・ Mg(518)-Na(589)-Fe(525-545)の3種の元素のスペクトルの強度比によって、流星を前田氏の6つに分類。今回は、4つの場合で面積比までの比較。

2018年10月-12月 a7s 50mm 関口



2018年10月-12月 a7s 50mm 関口

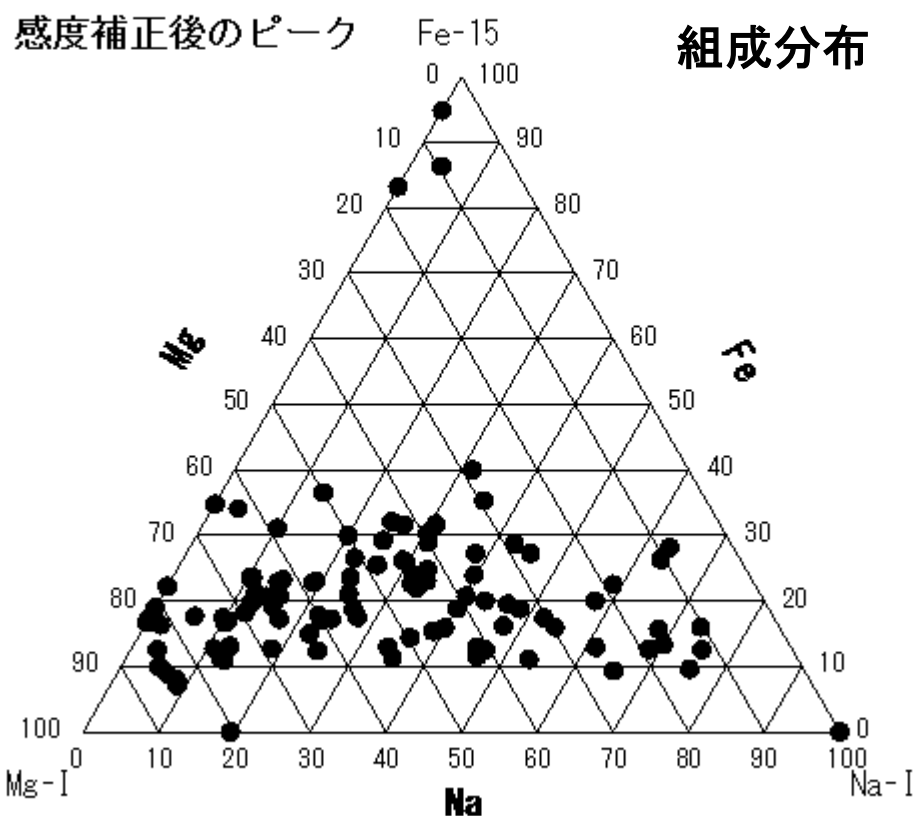




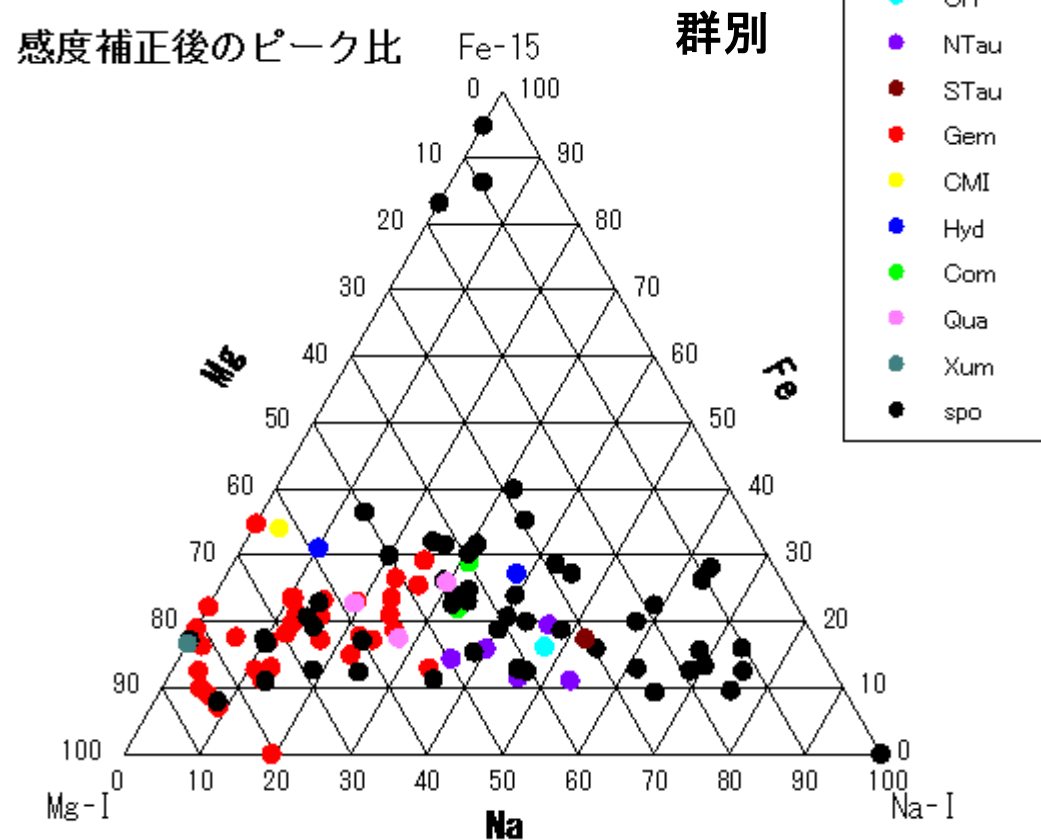
# 流星スペクトルの分類結果(a7sのみの102個)

・ Mg(518)-Na(589)-Fe(525-545)の3種の元素のスペクトルの強度比によって、流星を前田氏の6つに分類。今回は、面積比もしてあるが、感度補正後の輝度強度比で作成。

Mg-Na-Fe 三角ダイアグラム  
2018年10月-2019年2月 a7s 50mm 102個 関口

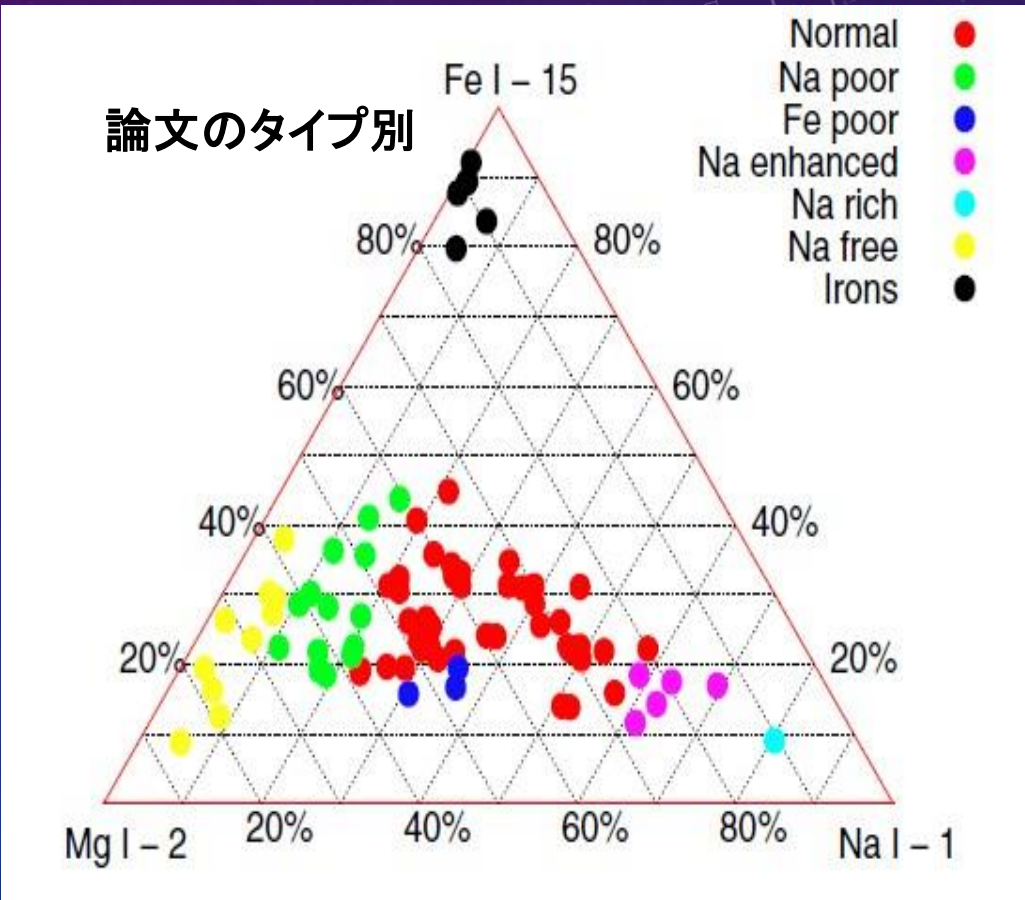
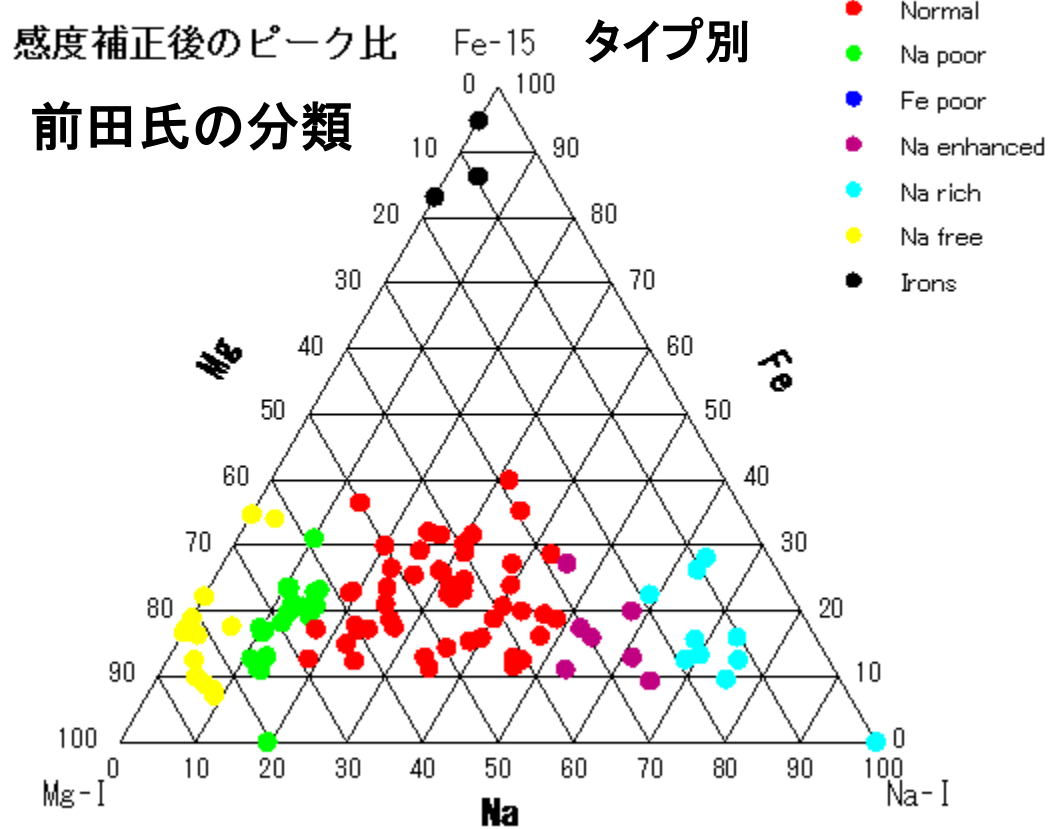


2018年10月から2019年2月 a7s 50mm 102個 関口

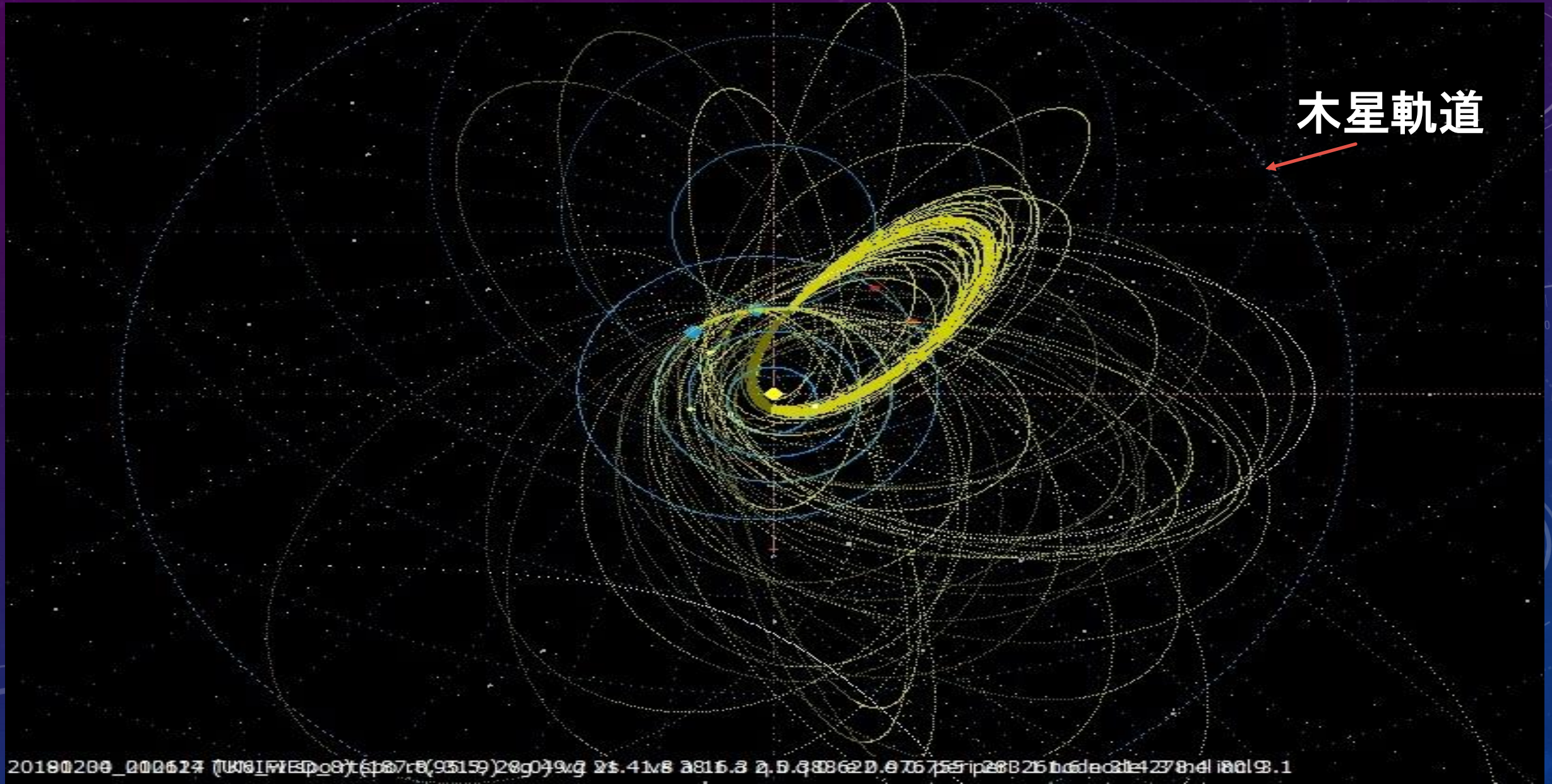


# 流星スペクトルの分類結果の比較

2018年10月-2019年2月 a7s 50mm 102個 関口

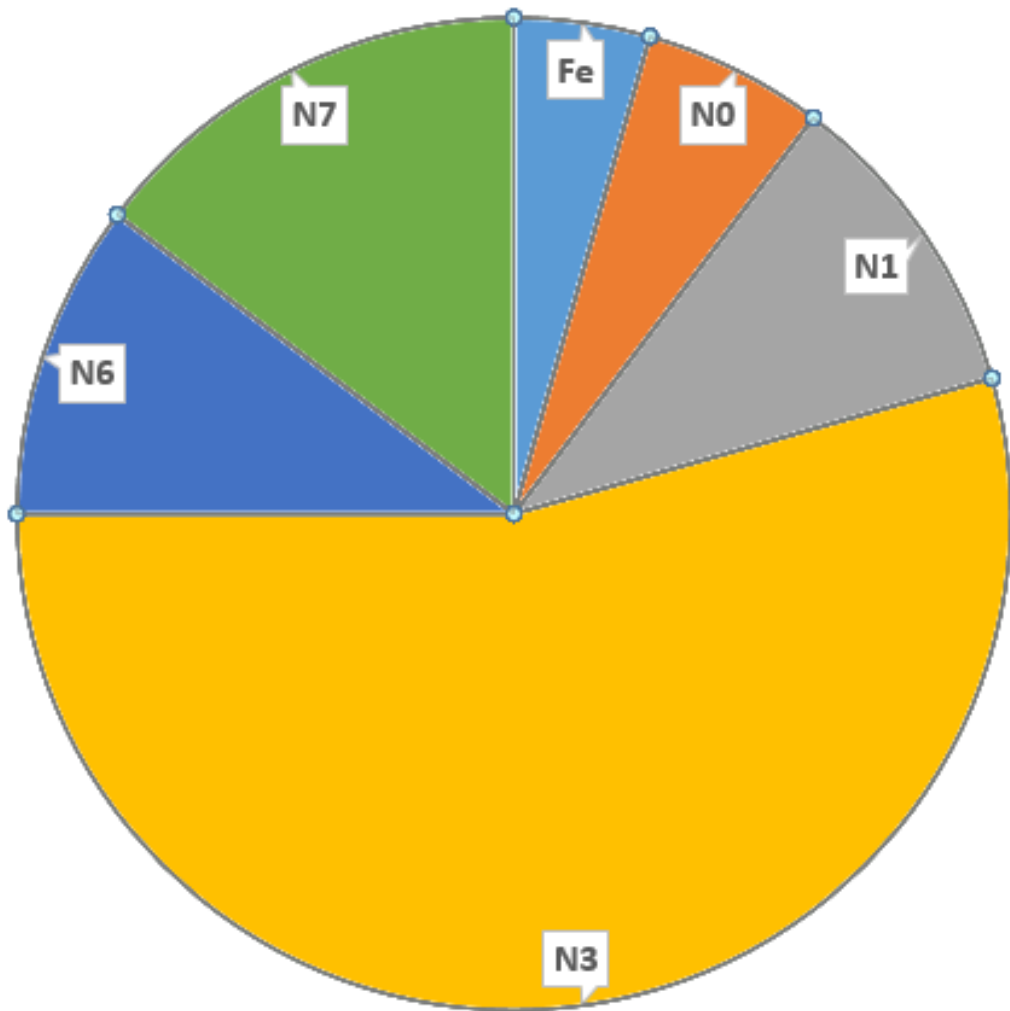


# 流星スペクトルの得られた流星の軌道(カラーのみ)

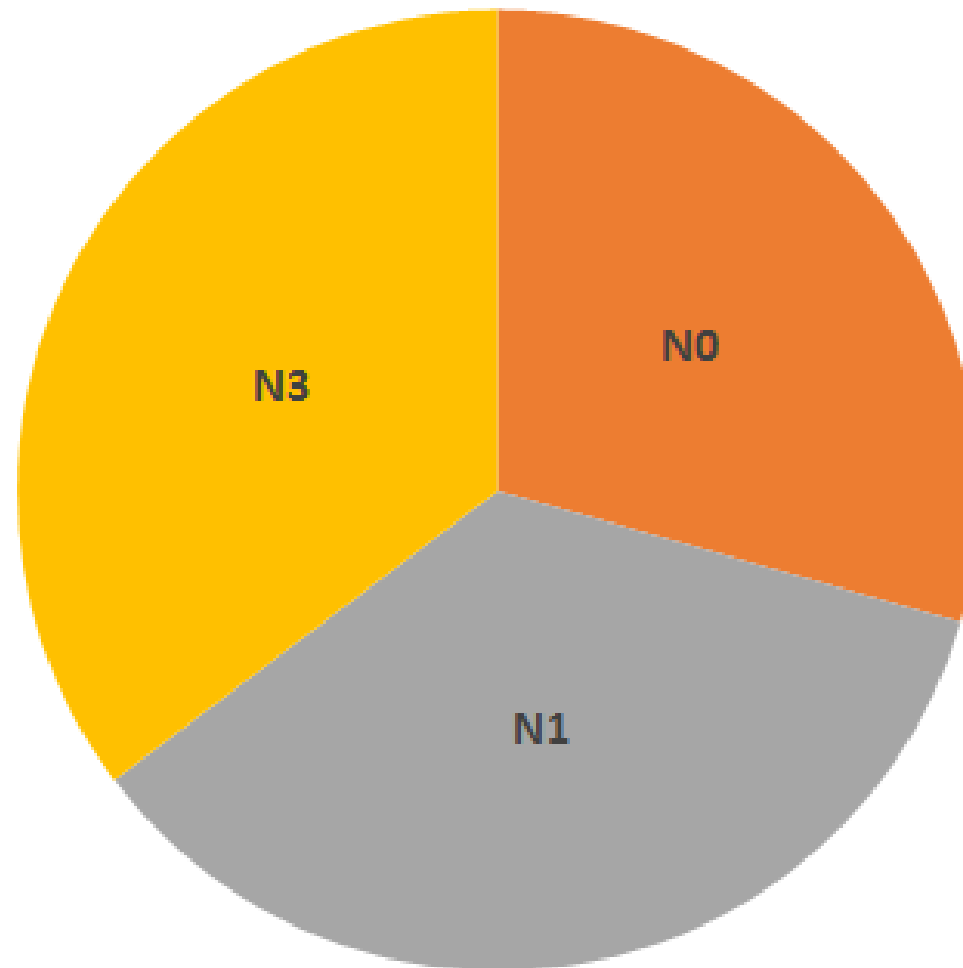


# 流星スペクトルのタイプ別の割合(a7sのみの102個)

タイプ別の割合

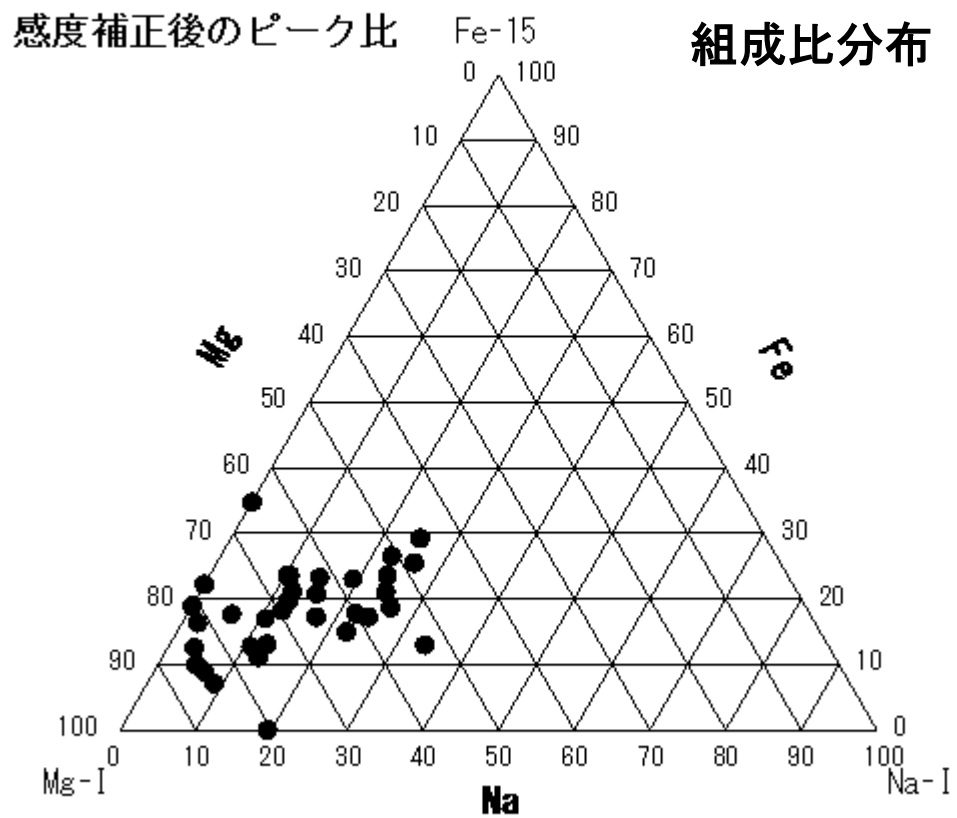


Gem群のタイプ別分布

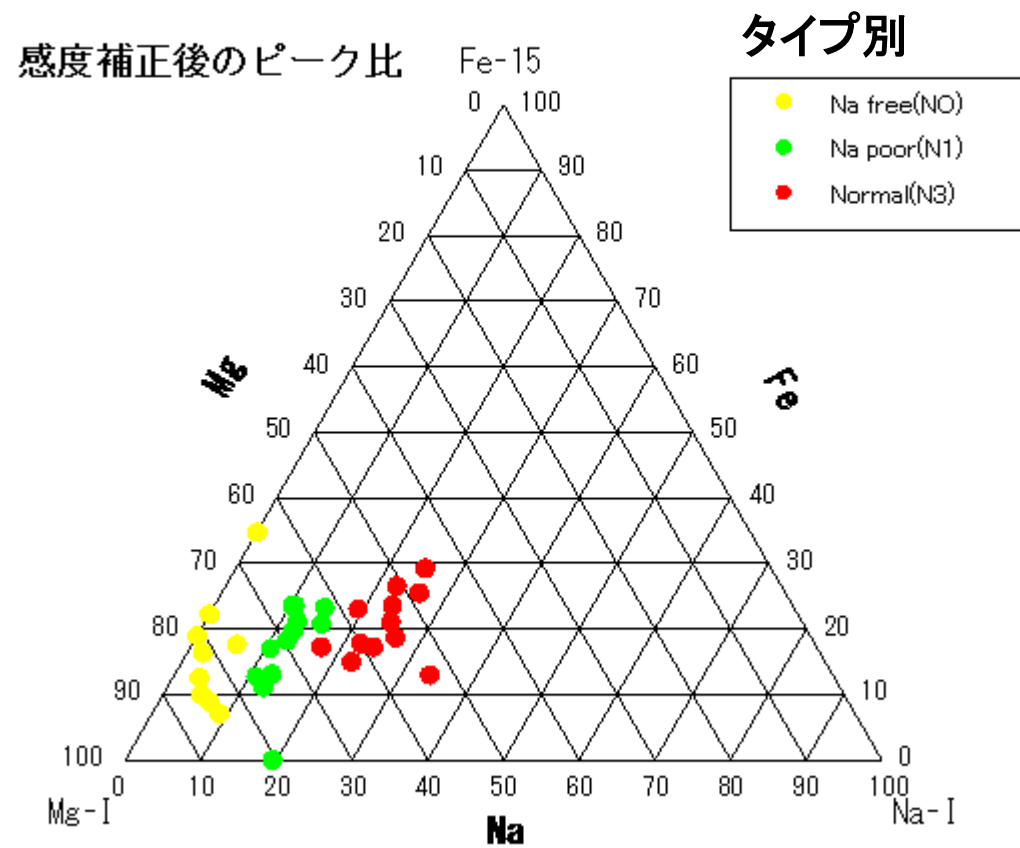


# 流星スペクトルの分類結果(Gem群のみ)

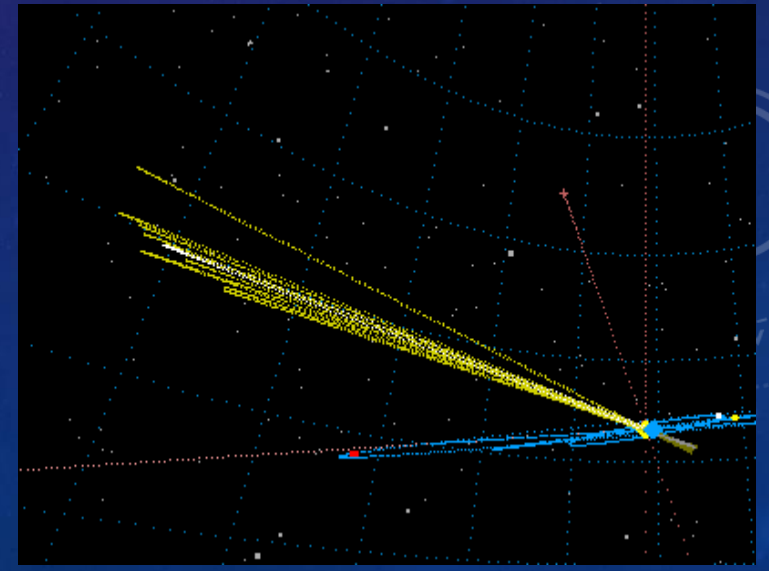
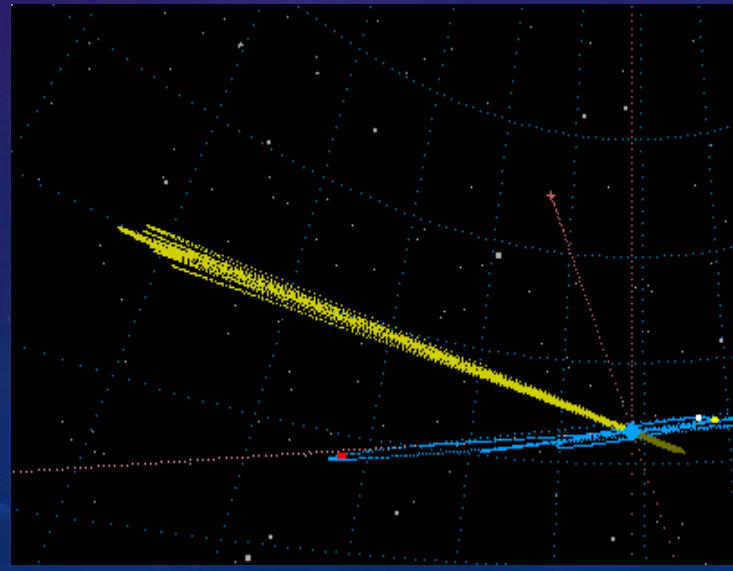
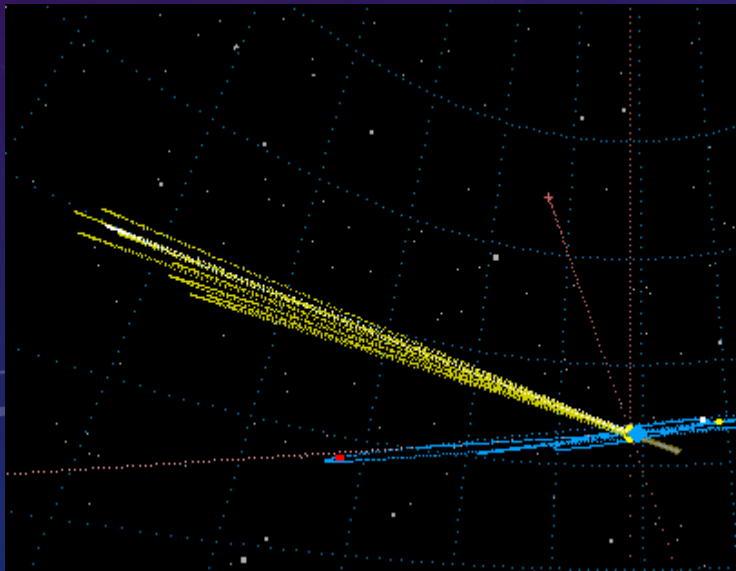
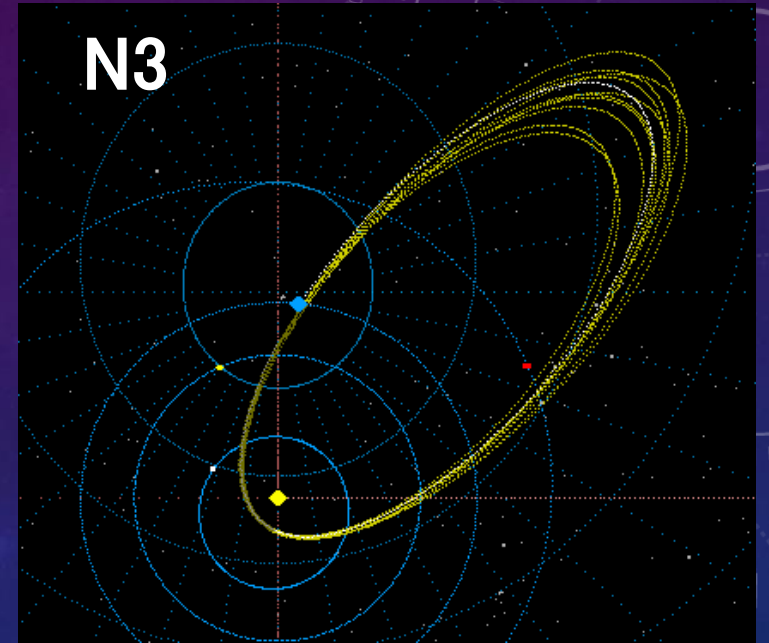
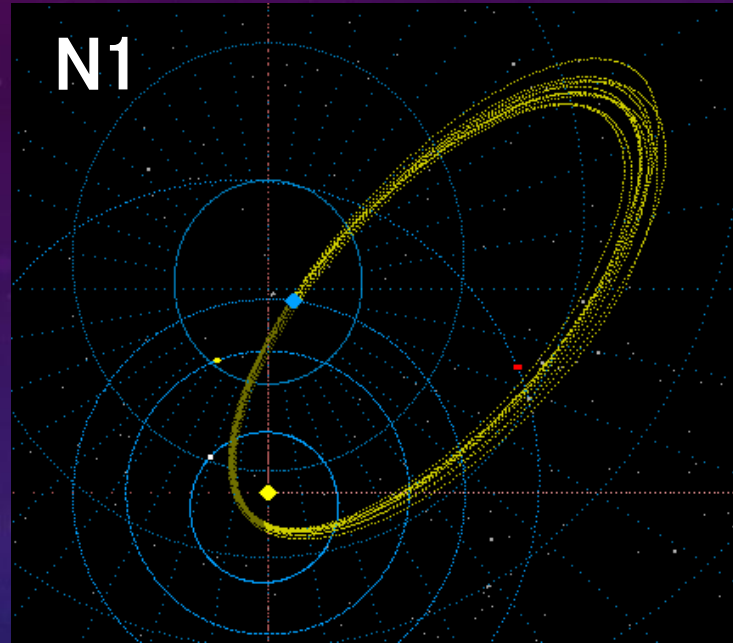
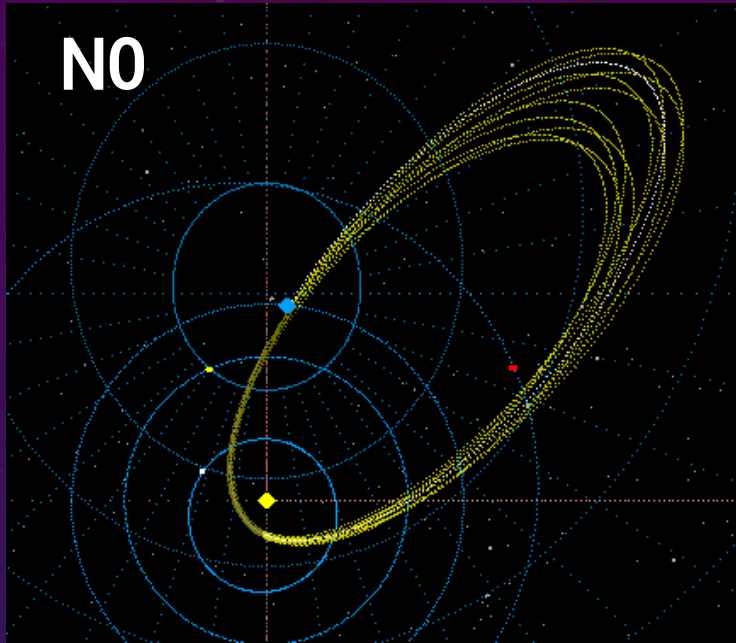
2018年12月 Gem群(34個) a7s 50mm 関口



2018年12月 Gem群(34個) a7s 50mm 関口

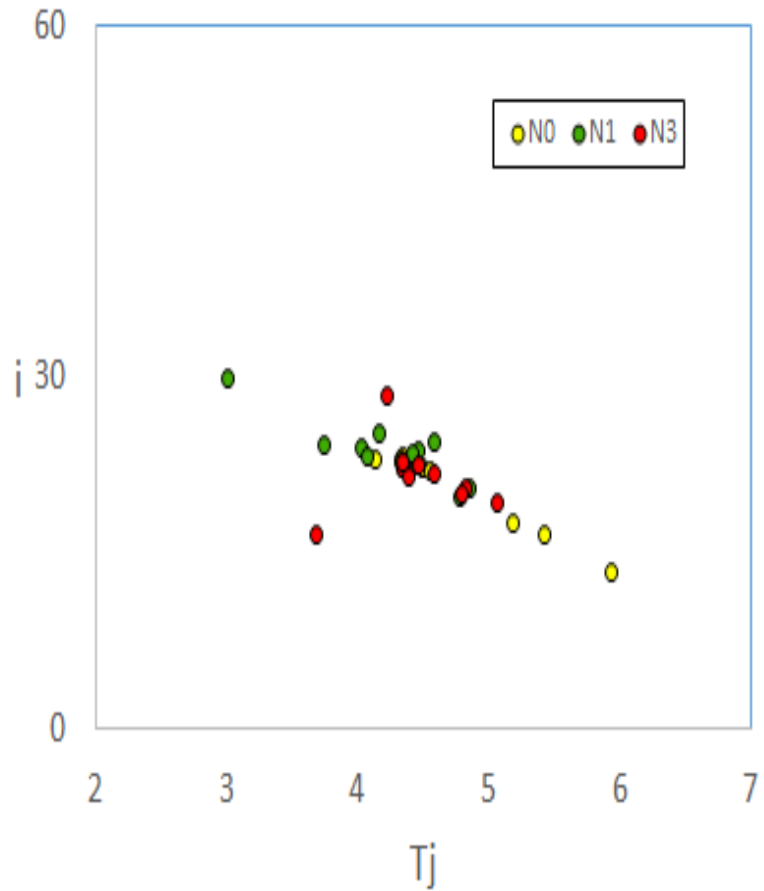


# 流星スペクトルのタイプ別と軌道の比較(Gem群のみ)



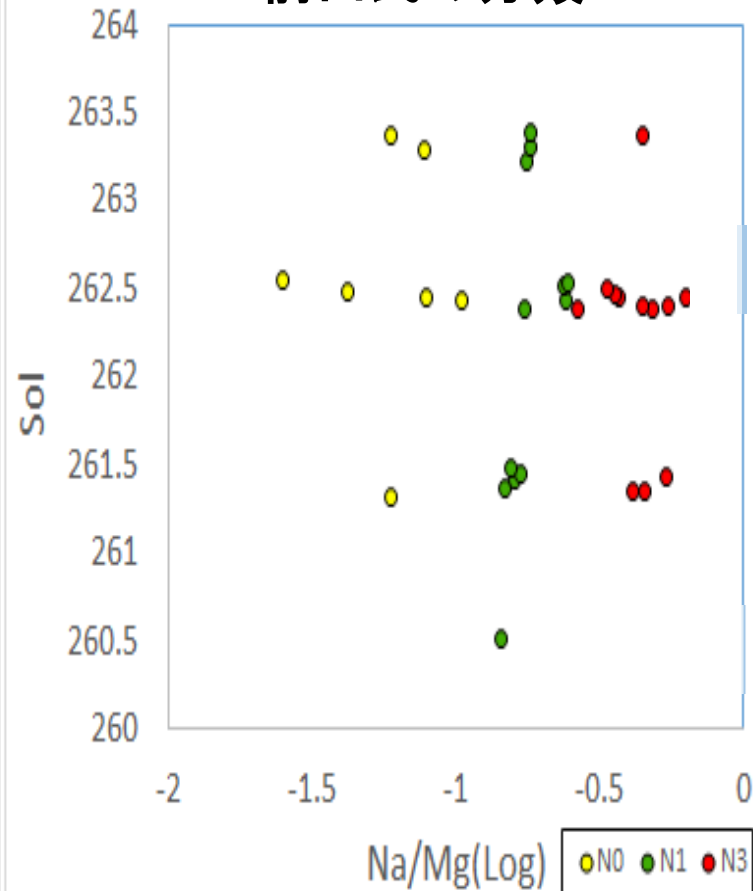
# 流星スペクトルのタイプ別と軌道の比較(Gem群のみ)

Tjとiの関係(Gem)

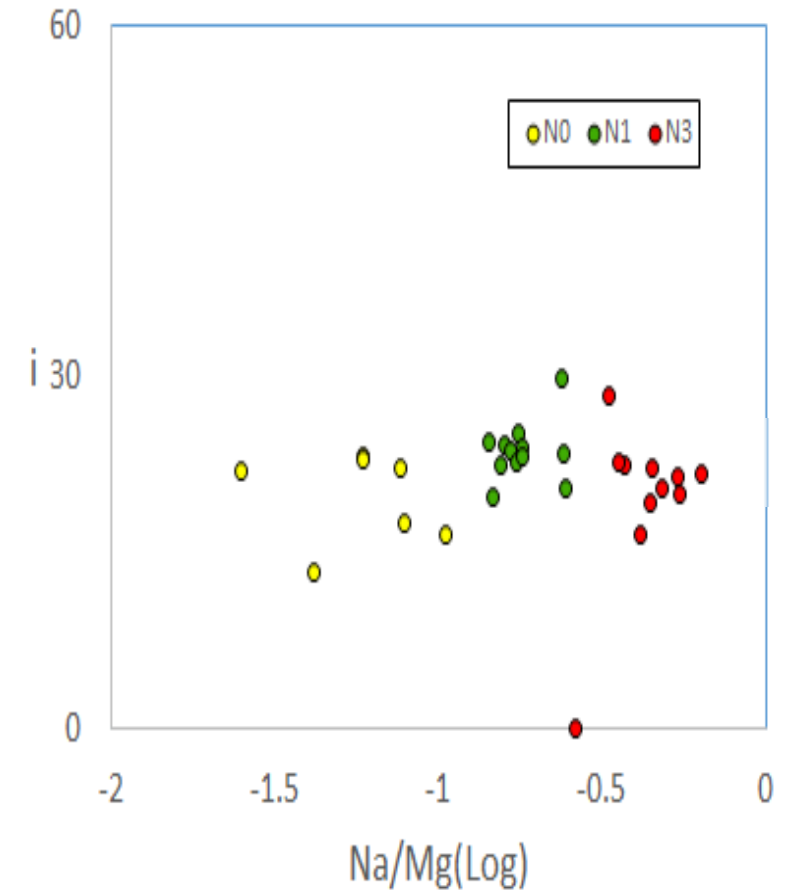


Na/Mg(Log)とSolの関係(Gem)

## 前田氏の分類



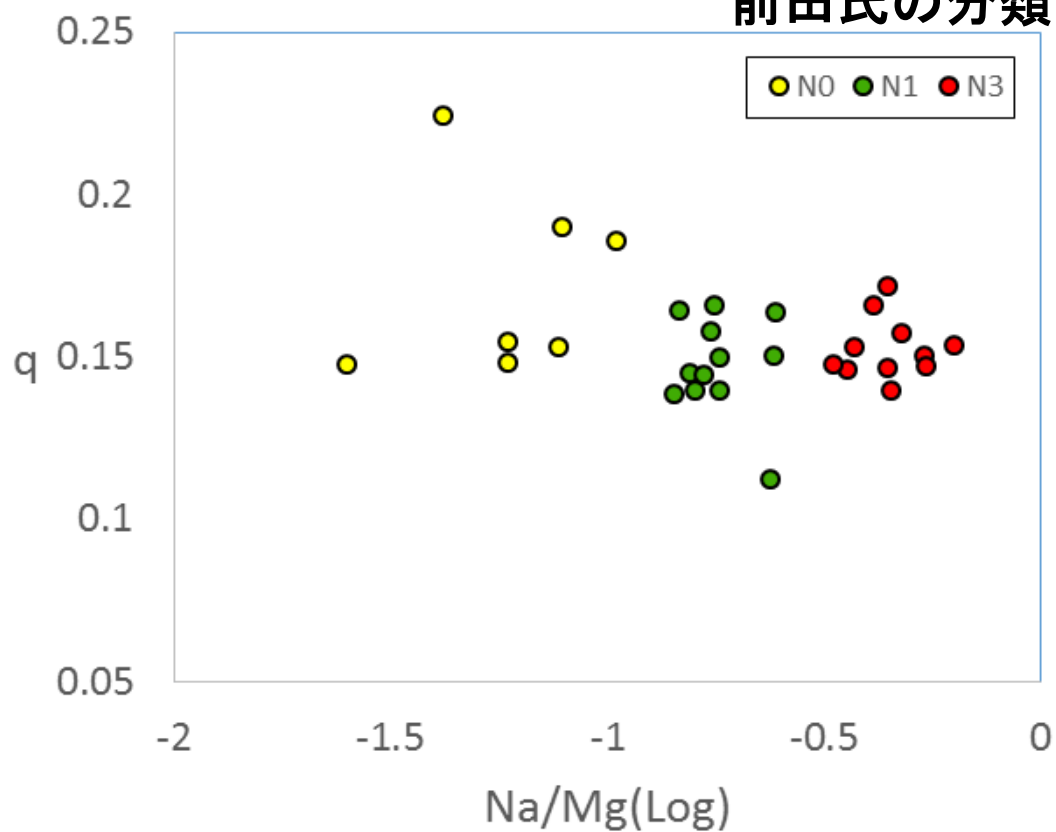
Na/Mg(Log)とiの関係(Gem)



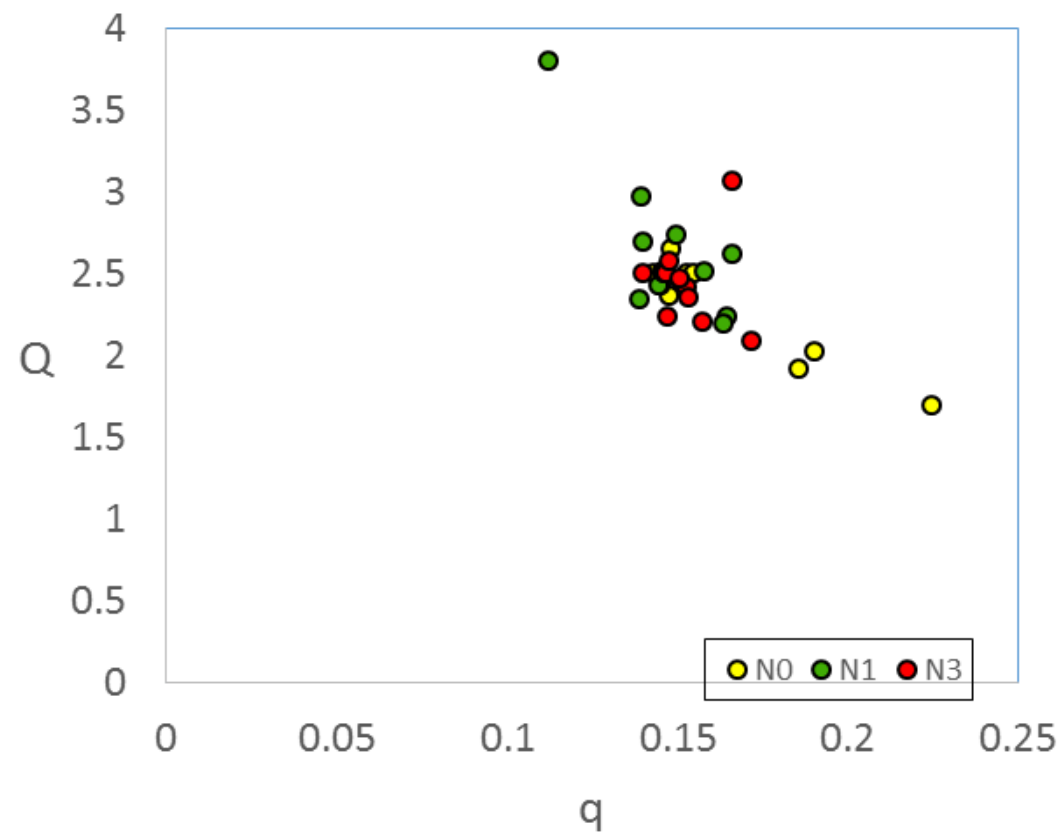
# 流星スペクトルのタイプ別と軌道の比較(Gem群のみ)

Na/Mg(Log)とqの関係(Gem)

前田氏の分類



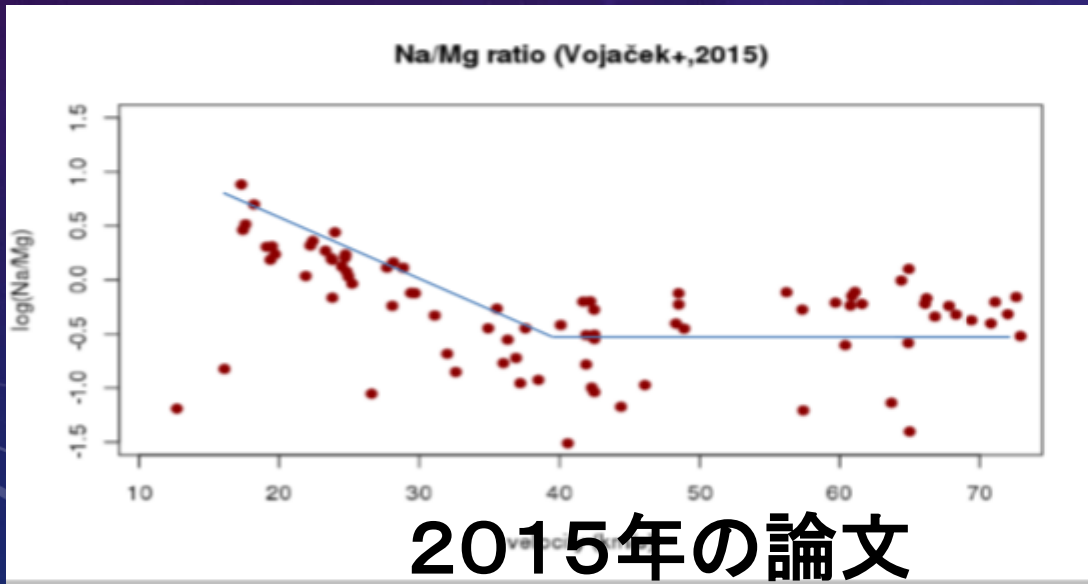
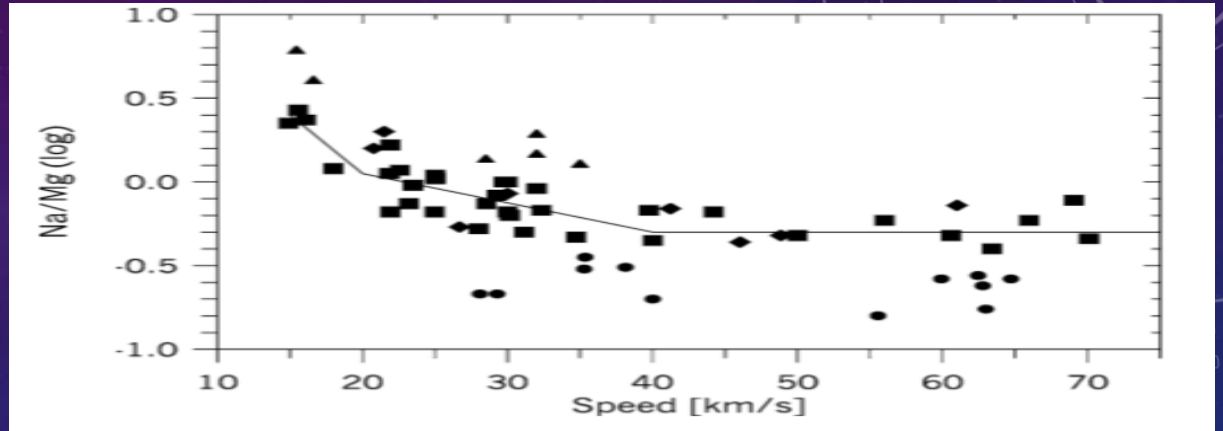
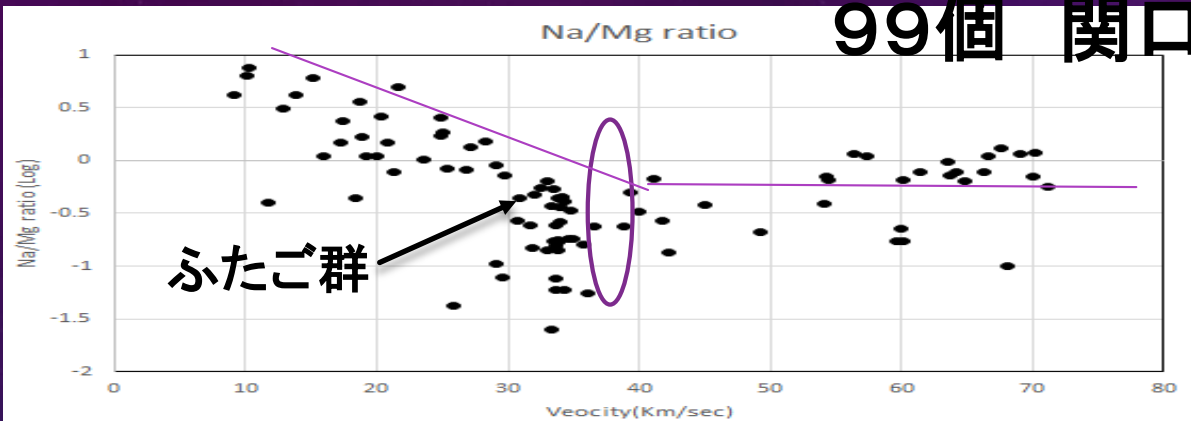
qとQの関係(Gem)



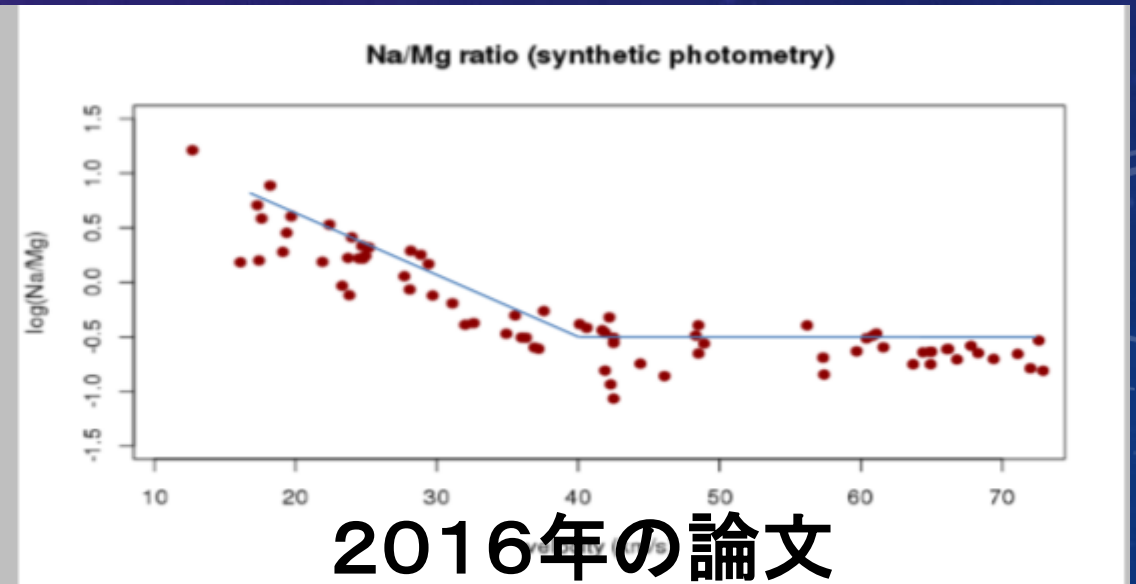


# 流星スペクトルの解析結果 (Na/Mg ratio) 論文との比較

2005年の論文

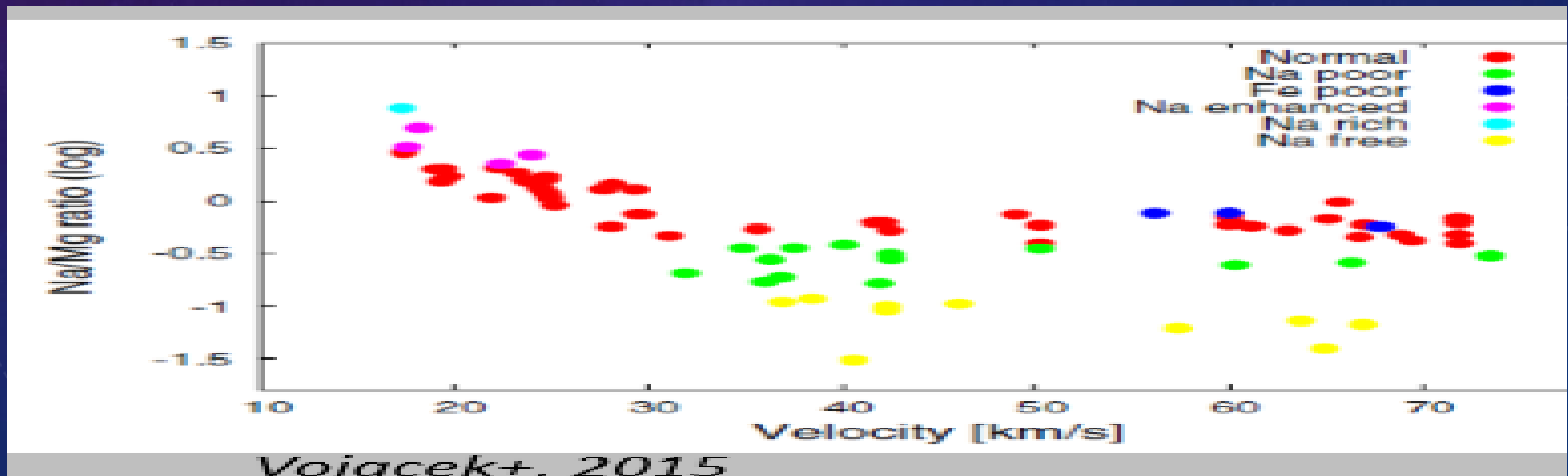
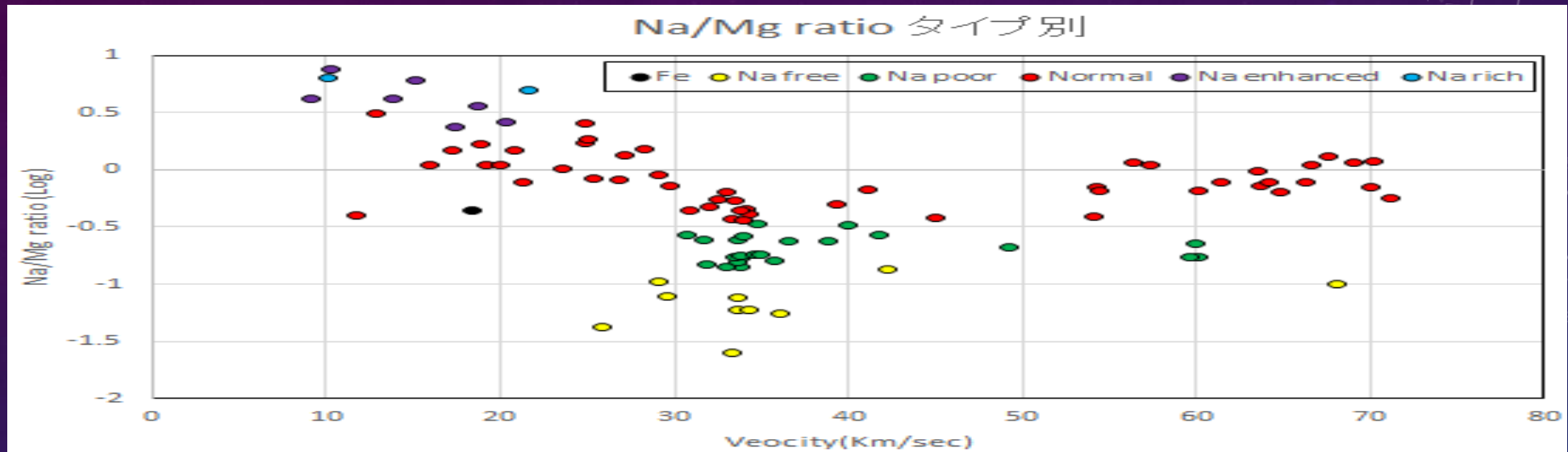


2015年の論文



2016年の論文

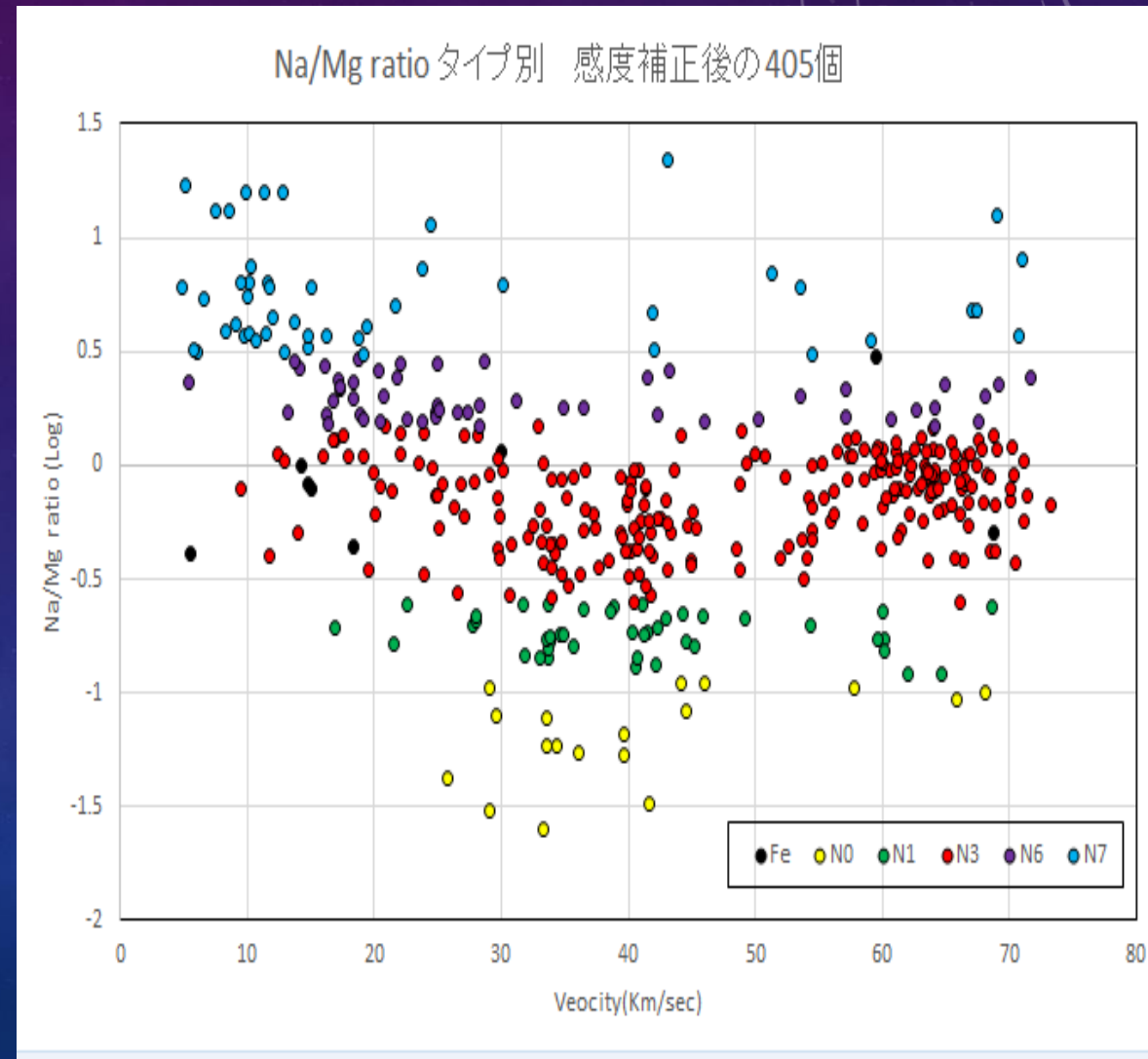
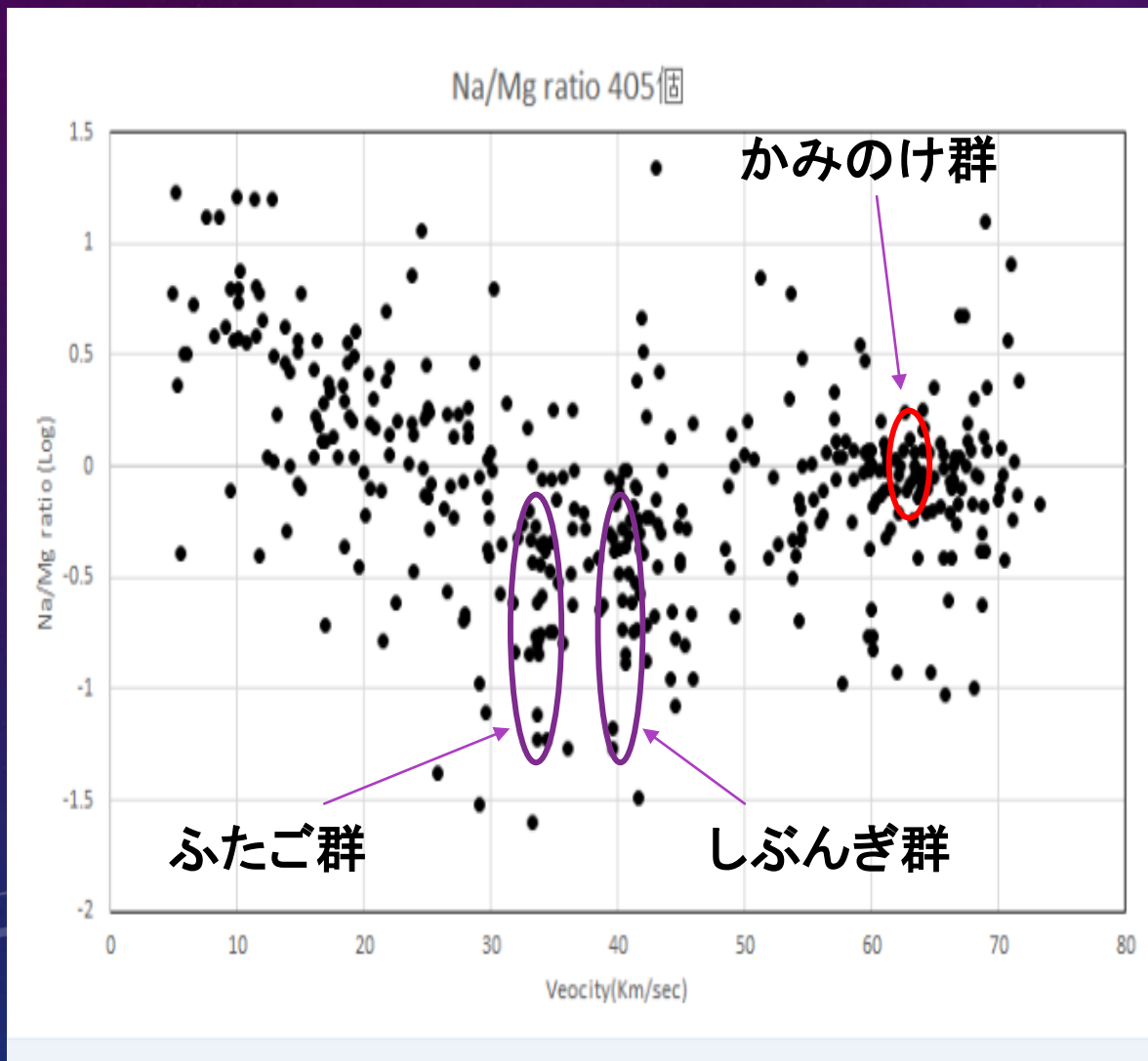
# 流星スペクトルの解析結果 Na/Mg ratio タイプ別



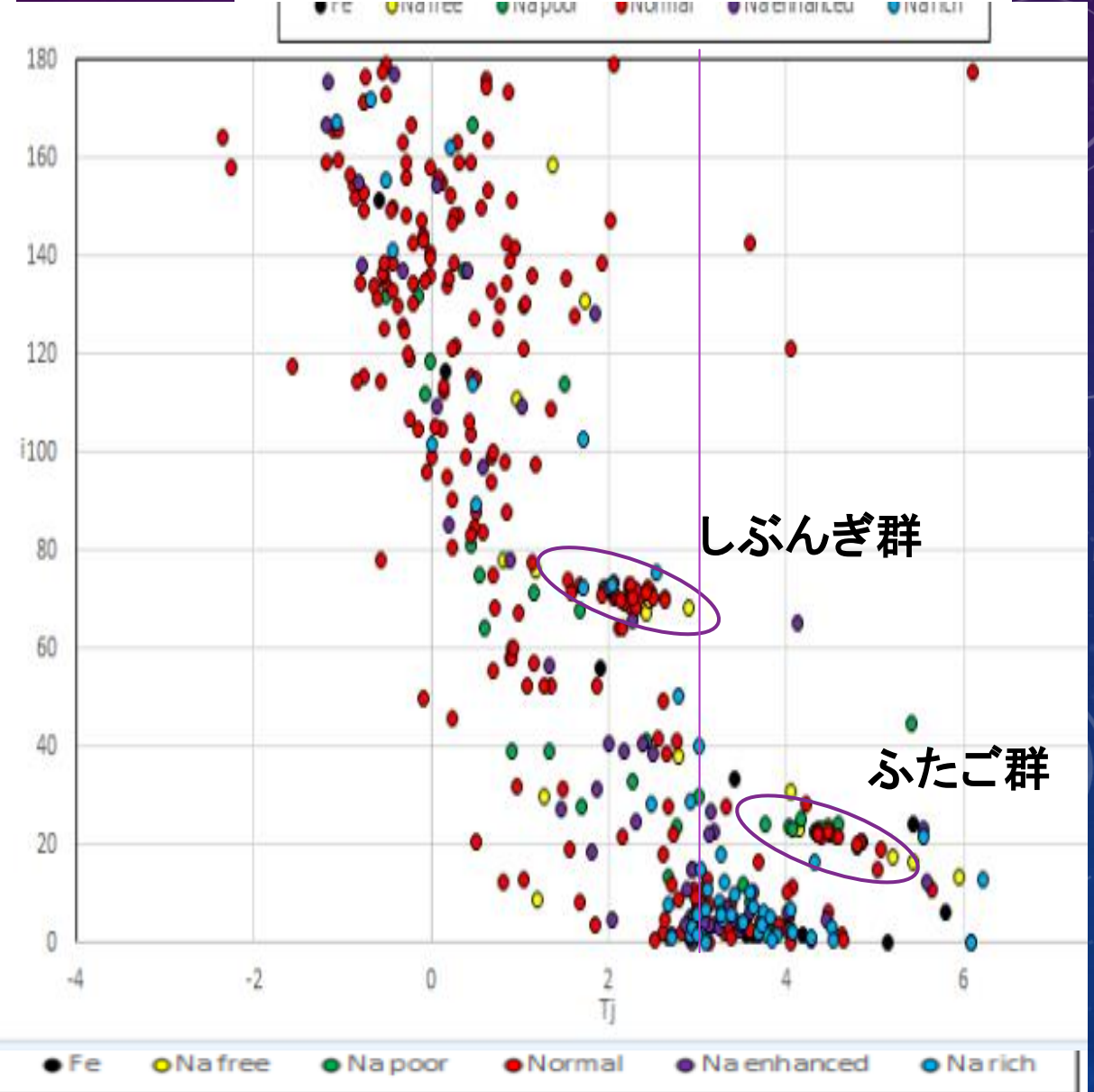
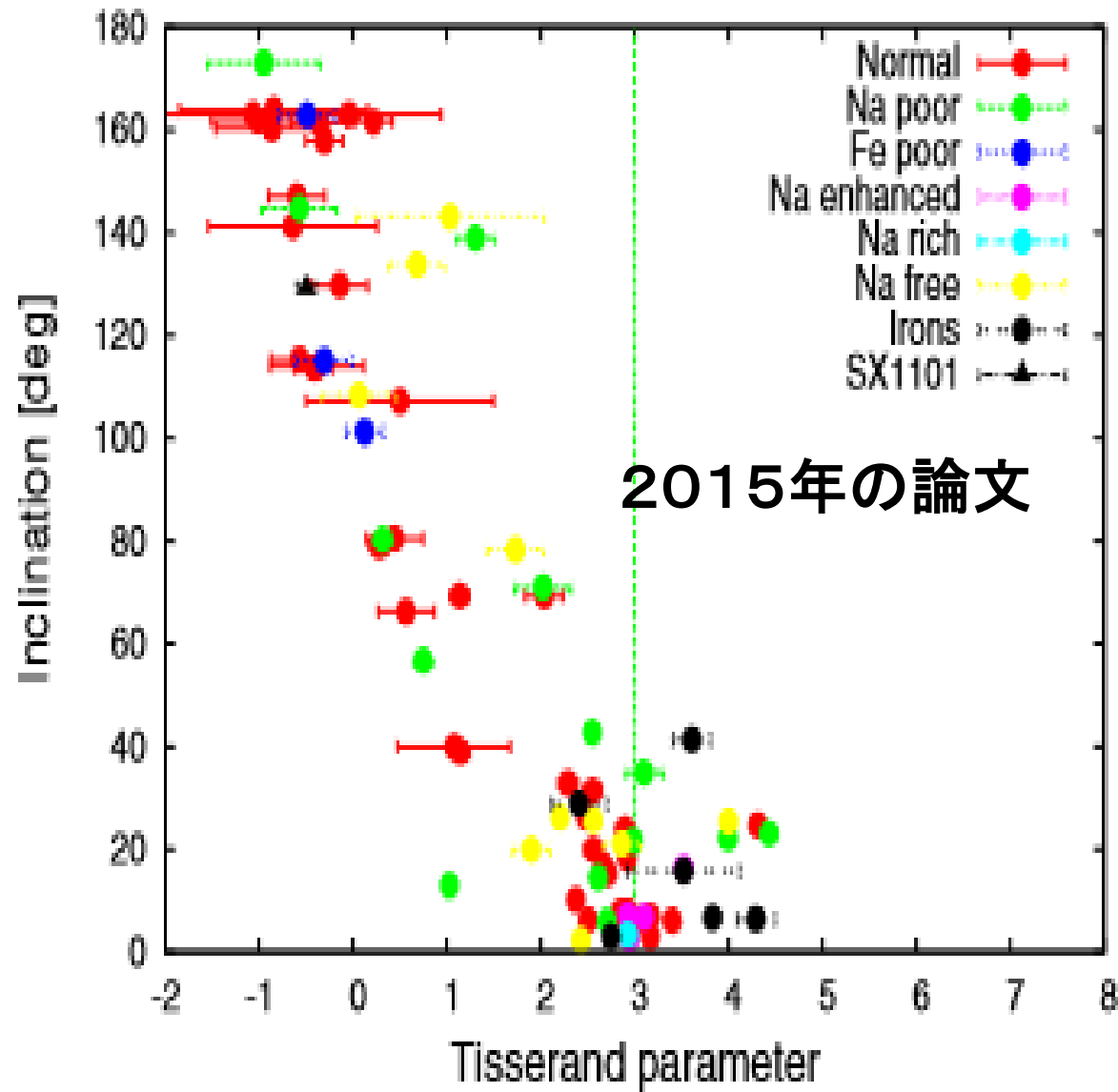
# 流星スペクトルの解析結果 Na/Mg ratio タイプ別 405個

2018年10月から2019年3月までの分類

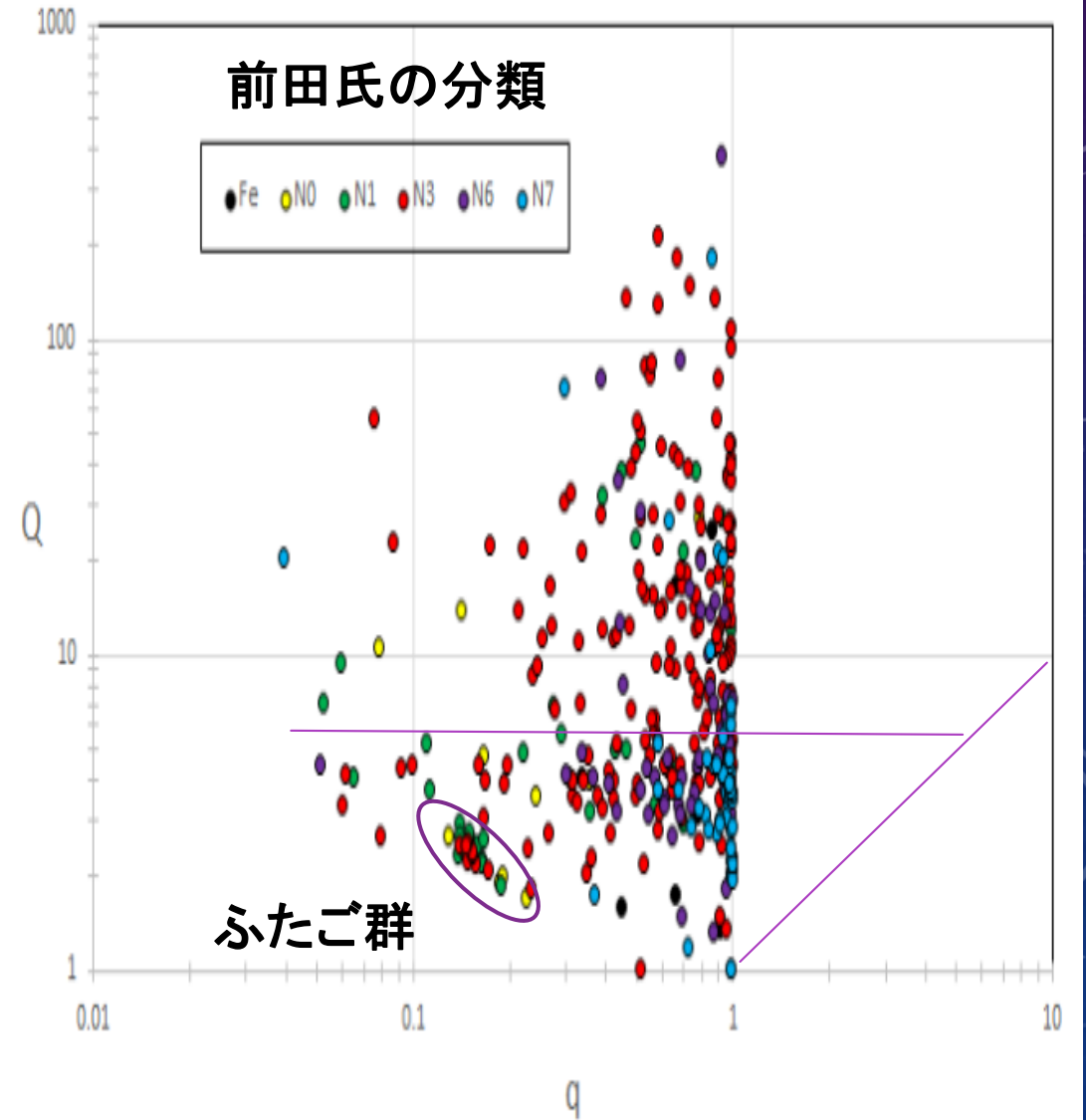
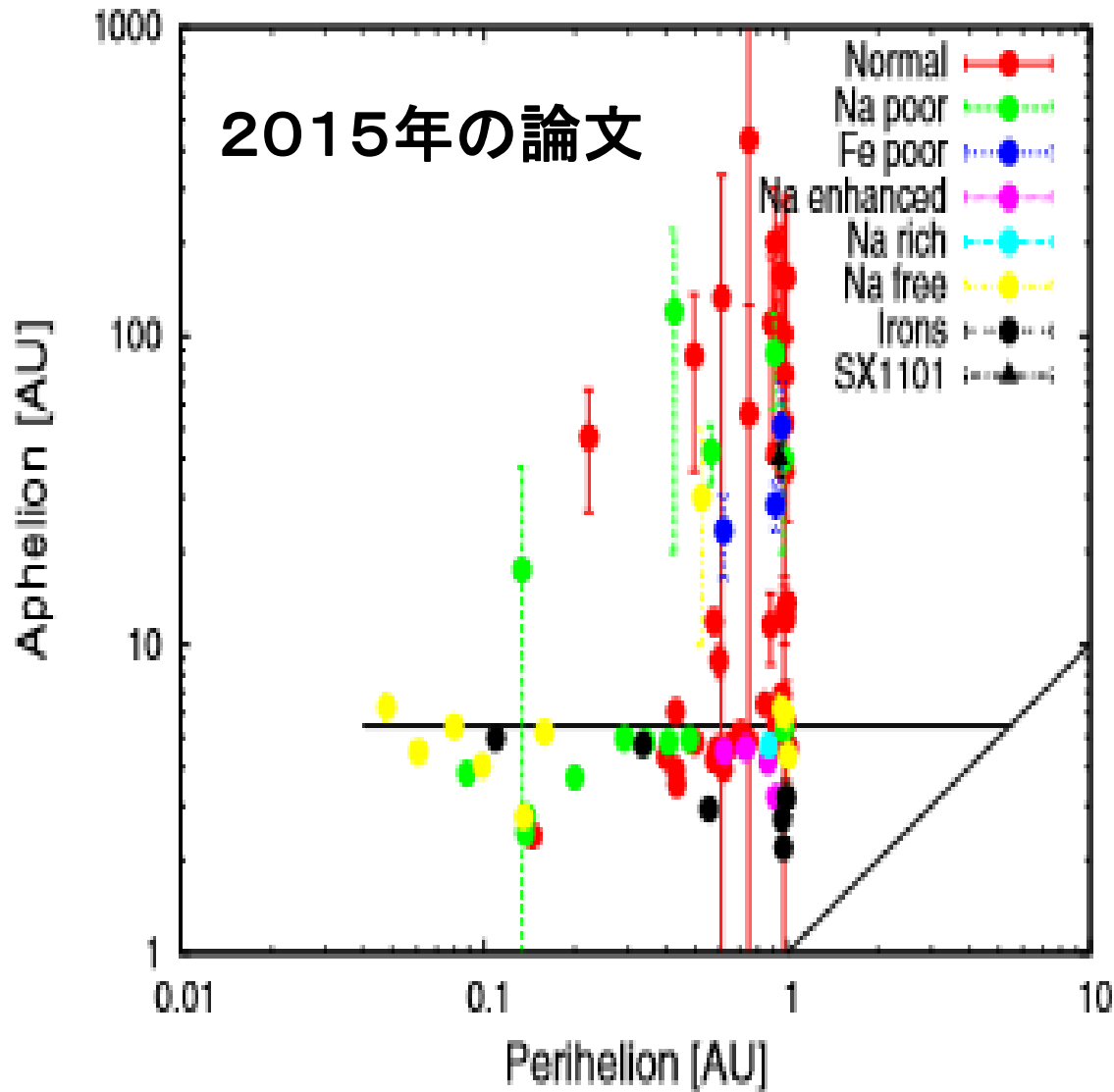
↓ 前田氏での分類



# 流星スペクトルの軌道の比較 Tjとi タイプ別(424個)

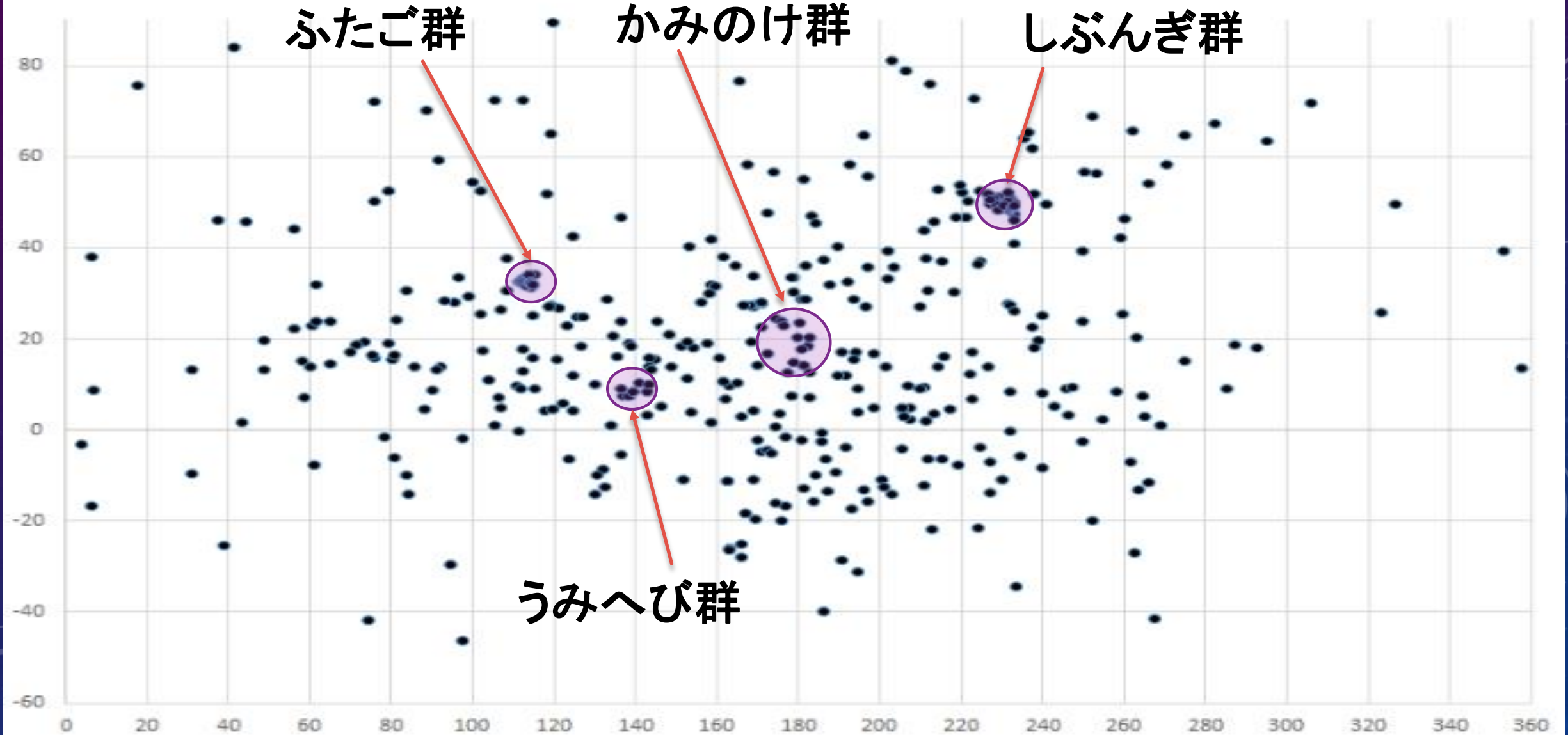


# 流星スペクトルの軌道の比較 Q-q (424個)

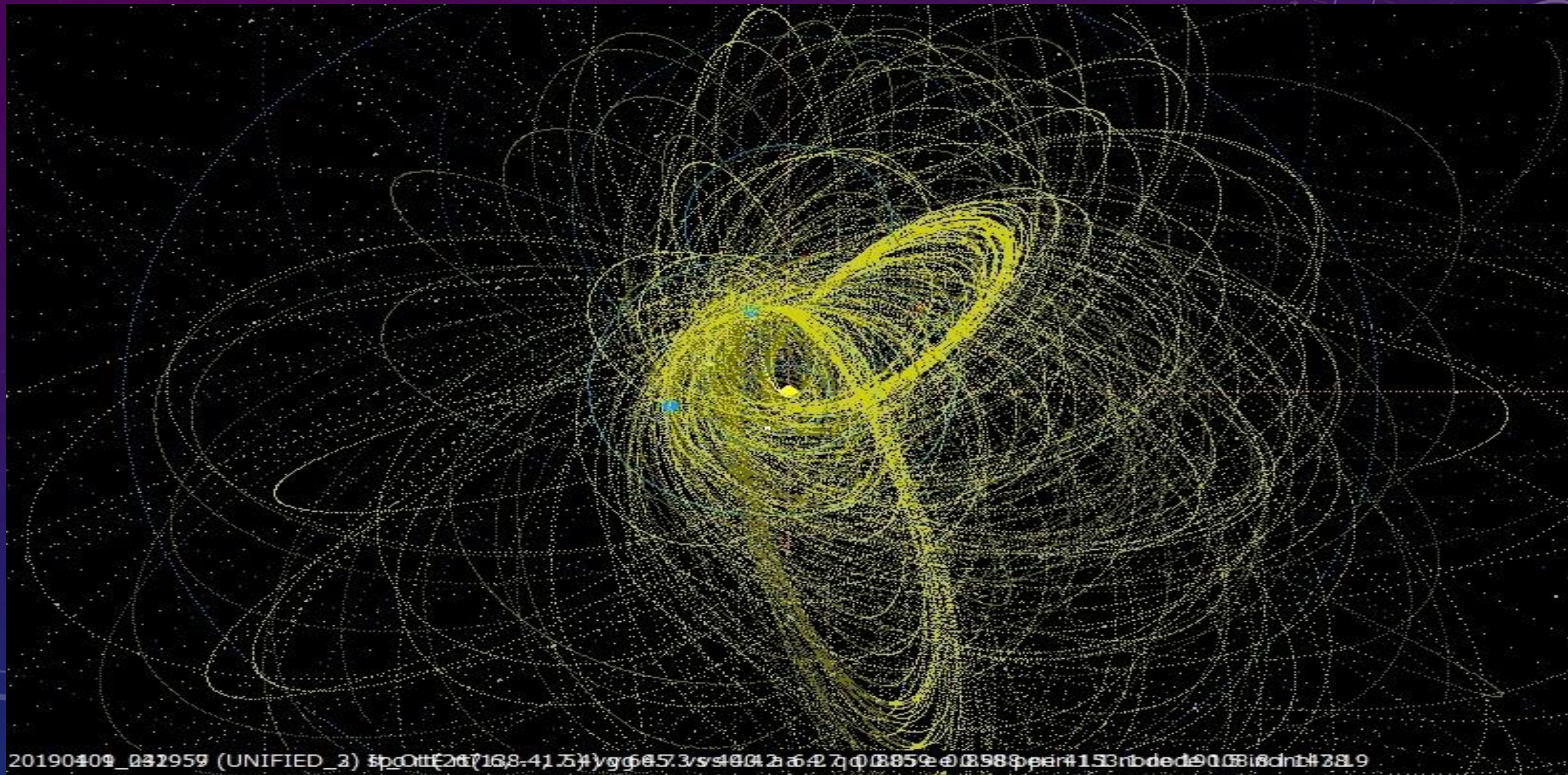


# 流星スペクトルの得られた流星の輻射点分布(424個)

スペクトルが得られた流星の輻射点分布

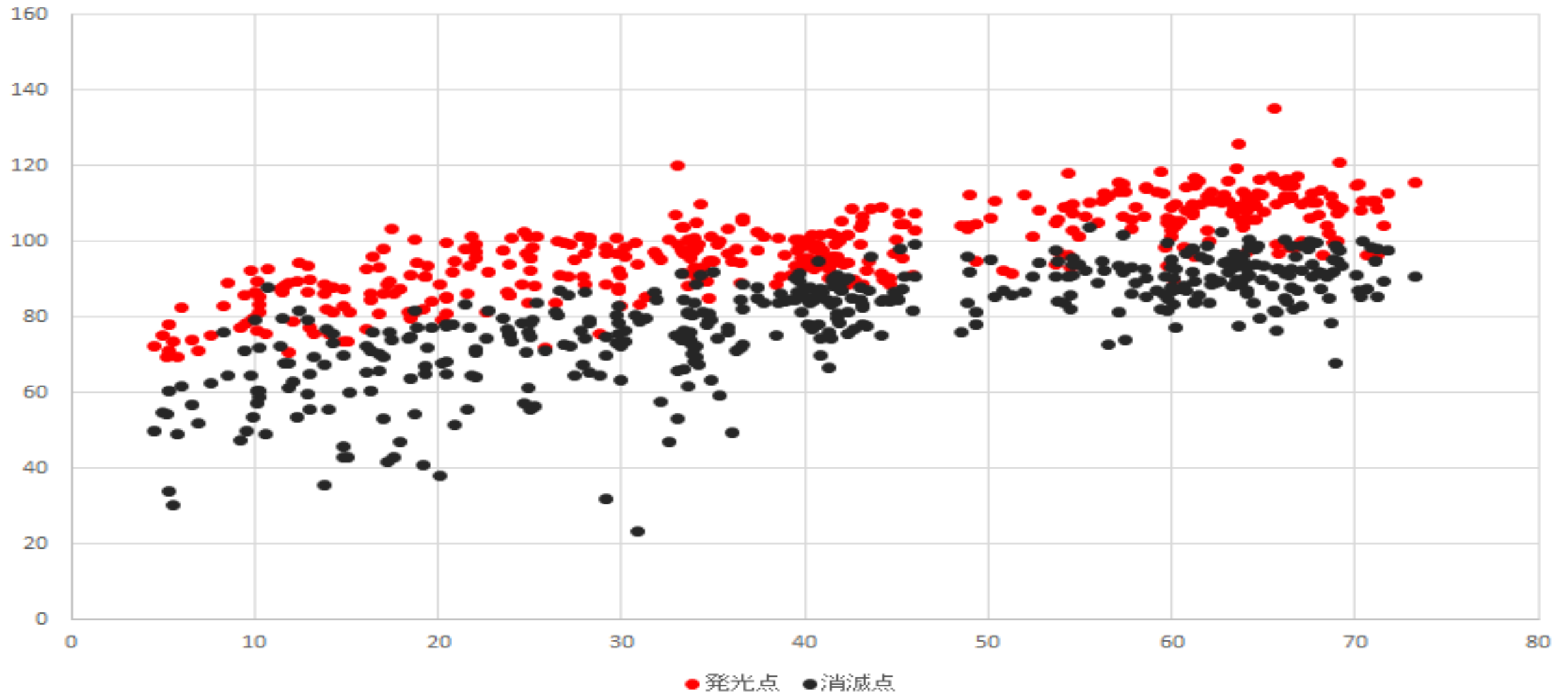


# 流星スペクトルの得られた流星の軌道分布



# 流星スペクトルの得られた流星の地心速度と発光高度と消滅点

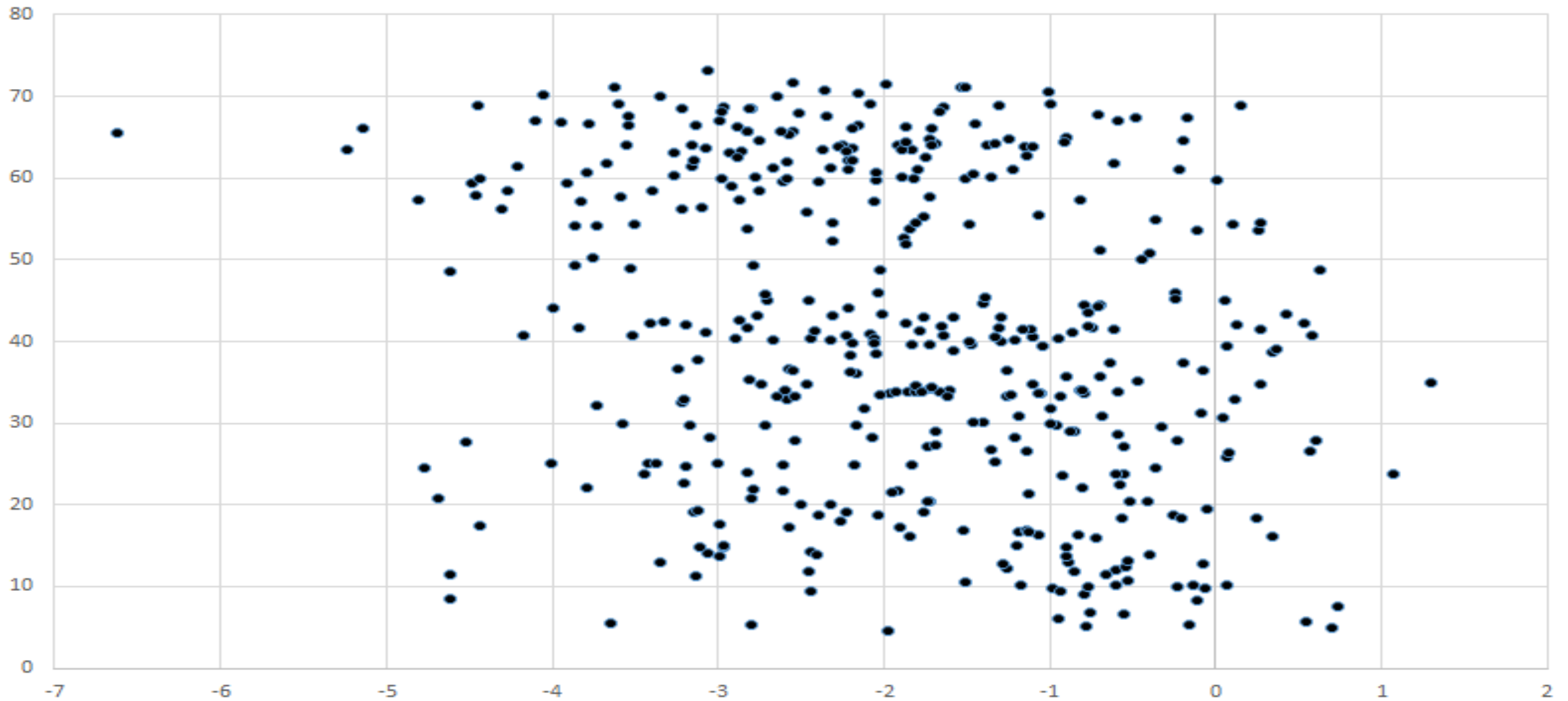
スペクトルの得られた流星の地心速度と発光高度分布





# 流星スペクトルの得られた流星の地心速度と絶対光度

地心速度と絶対光度

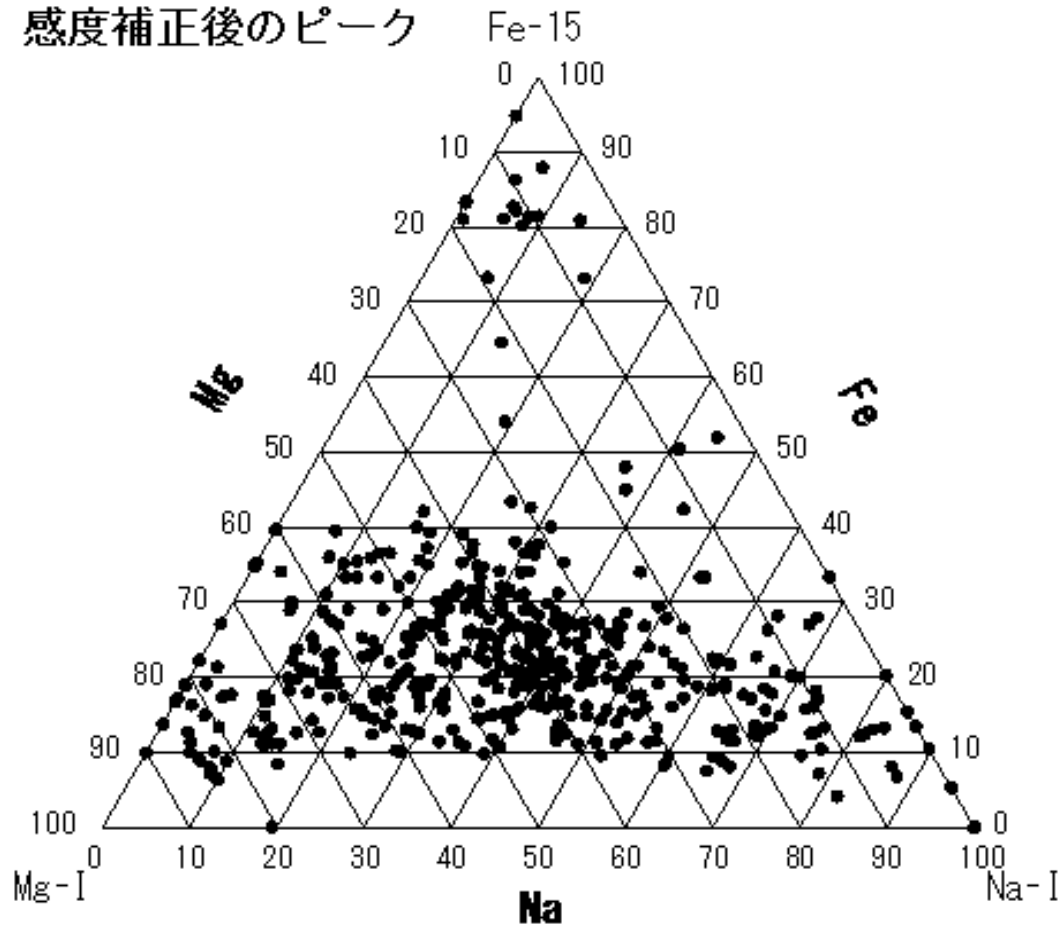


# 流星スペクトルの得られた流星の三角比 459個

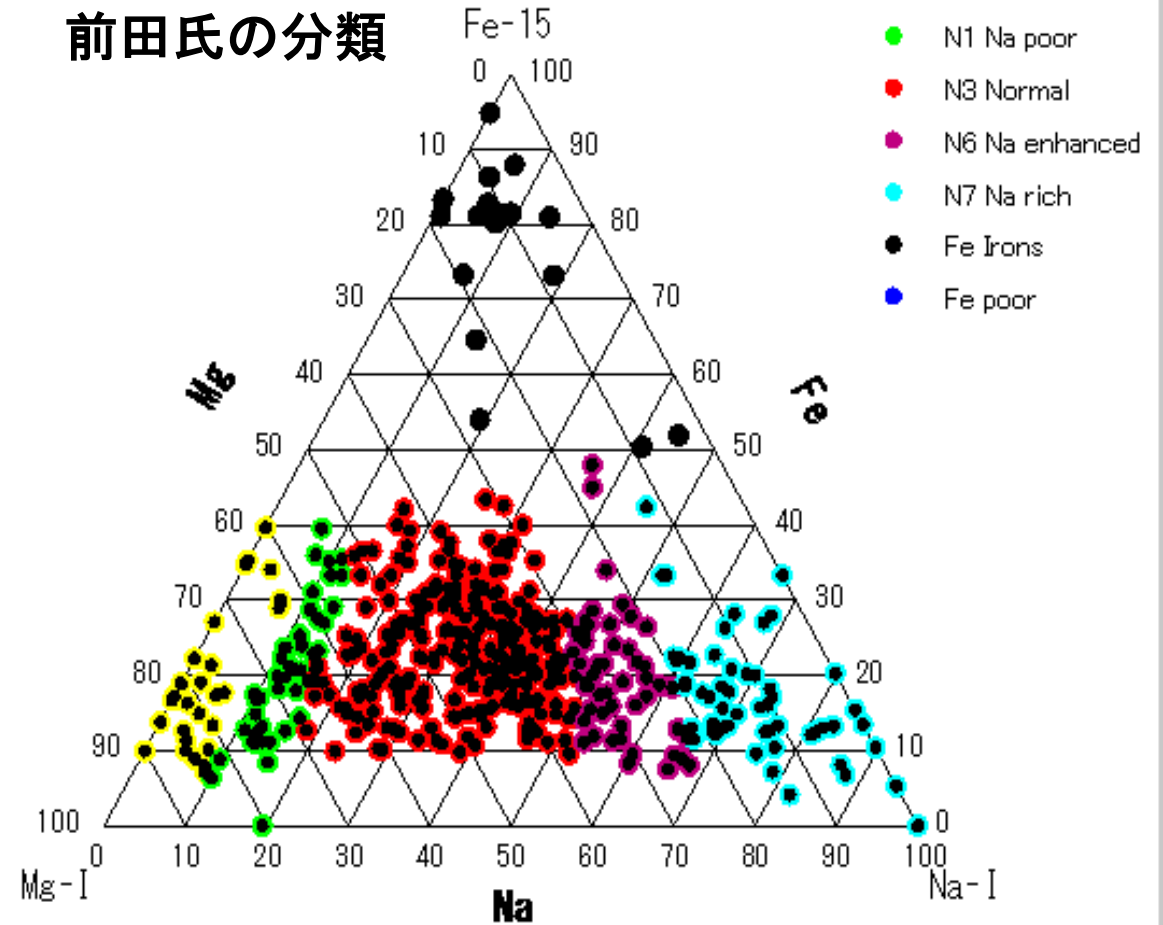
2018年10月-2019年3月 459個 関口

2018年10月-2019年3月 タイプ別 関口

感度補正後のピーク

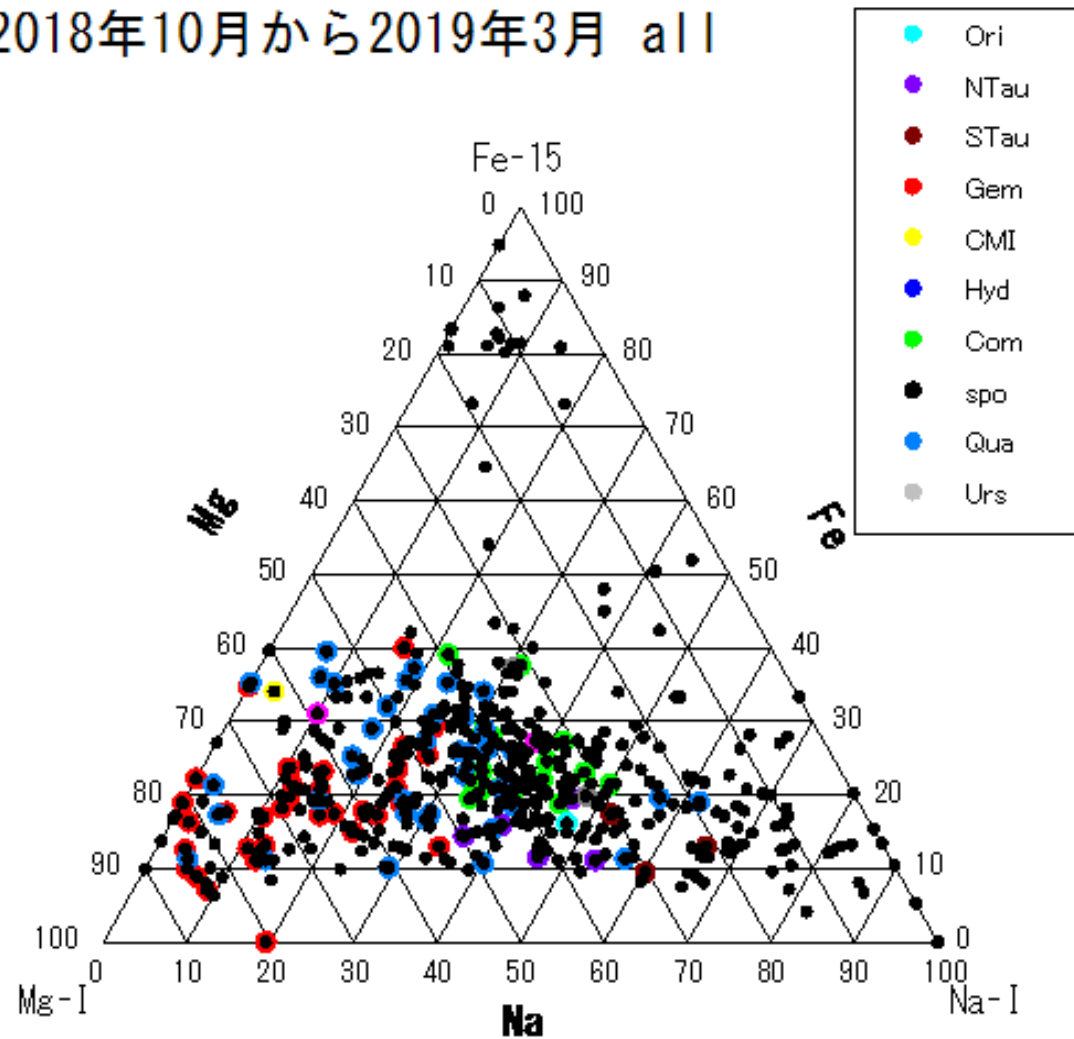


前田氏の分類

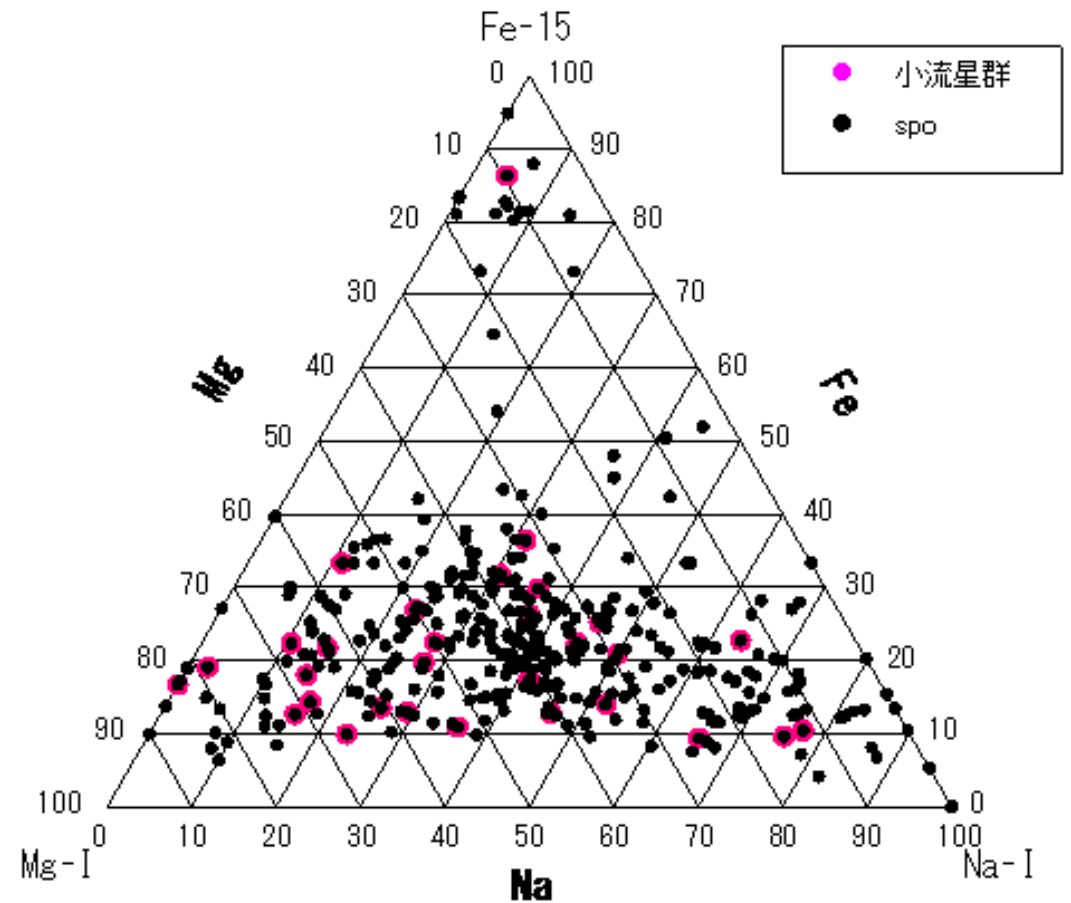


# 流星スペクトルの得られた流星の三角比 459個

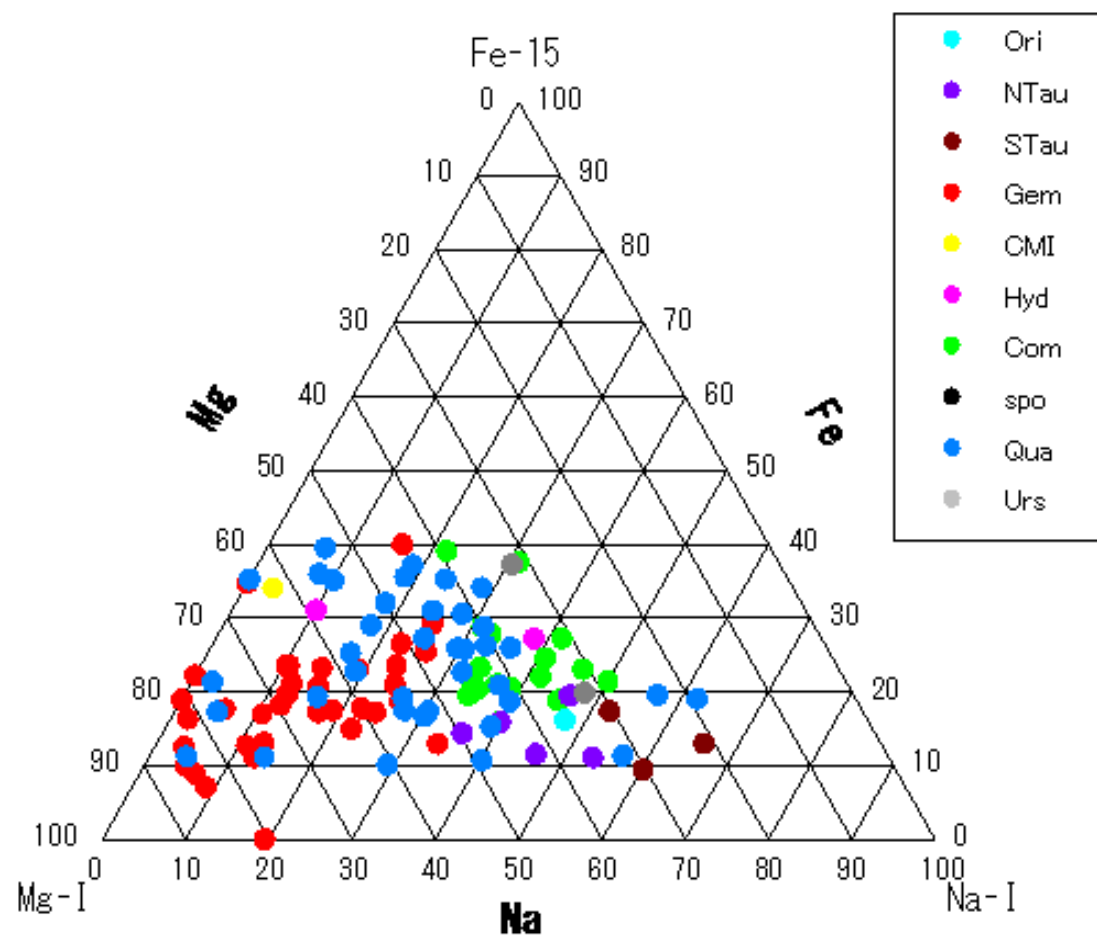
2018年10月から2019年3月 all



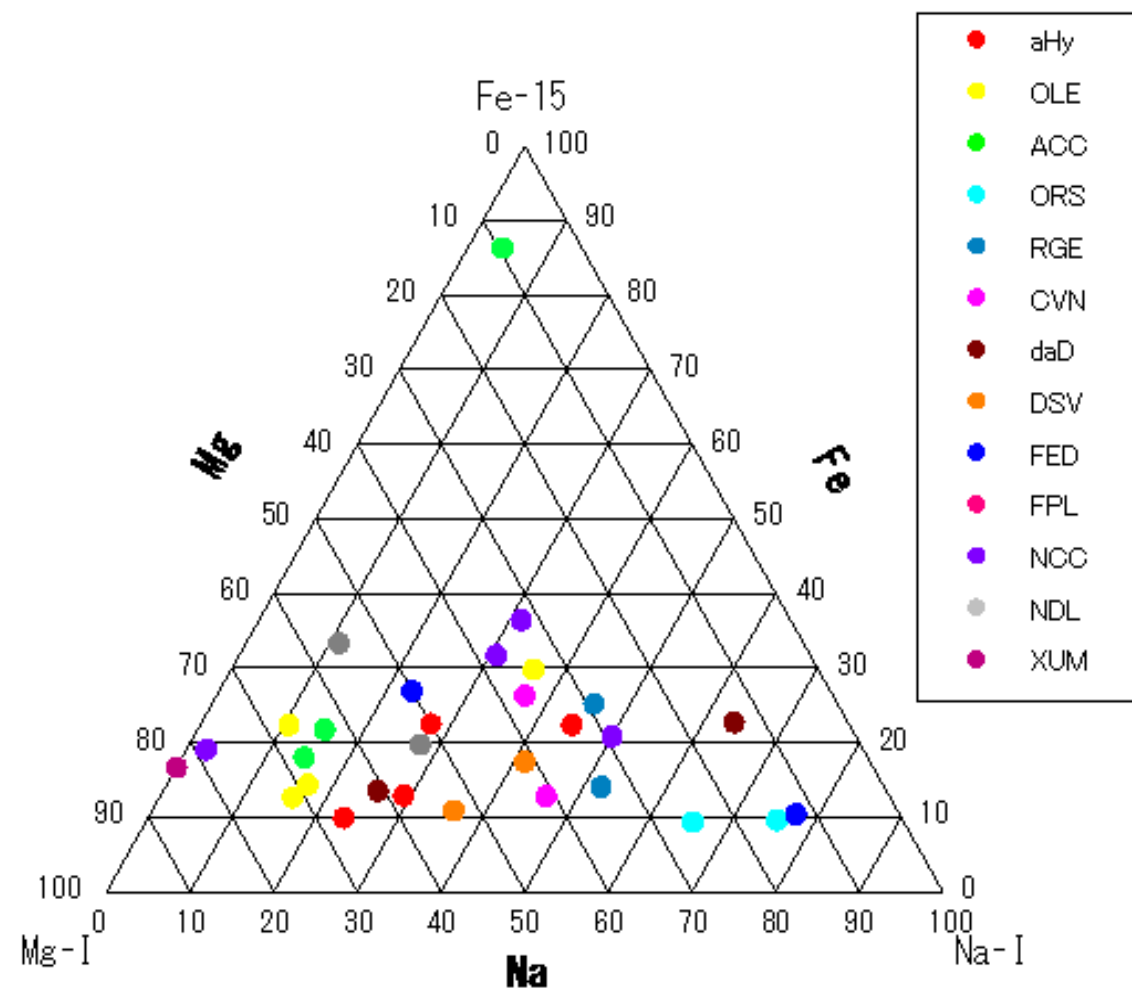
2018年10月から2019年3月 小流星群と散在



## 2018年10月から2019年3月 主要流星群



## 2018年10月から2019年3月 小流星群



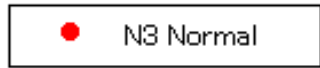
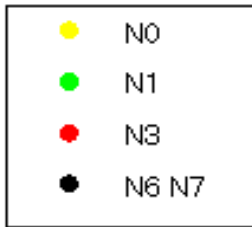
# 流星スペクトルの得られた流星の三角比 各群

2019年1月 Qua群 タイプ別 38個 関口

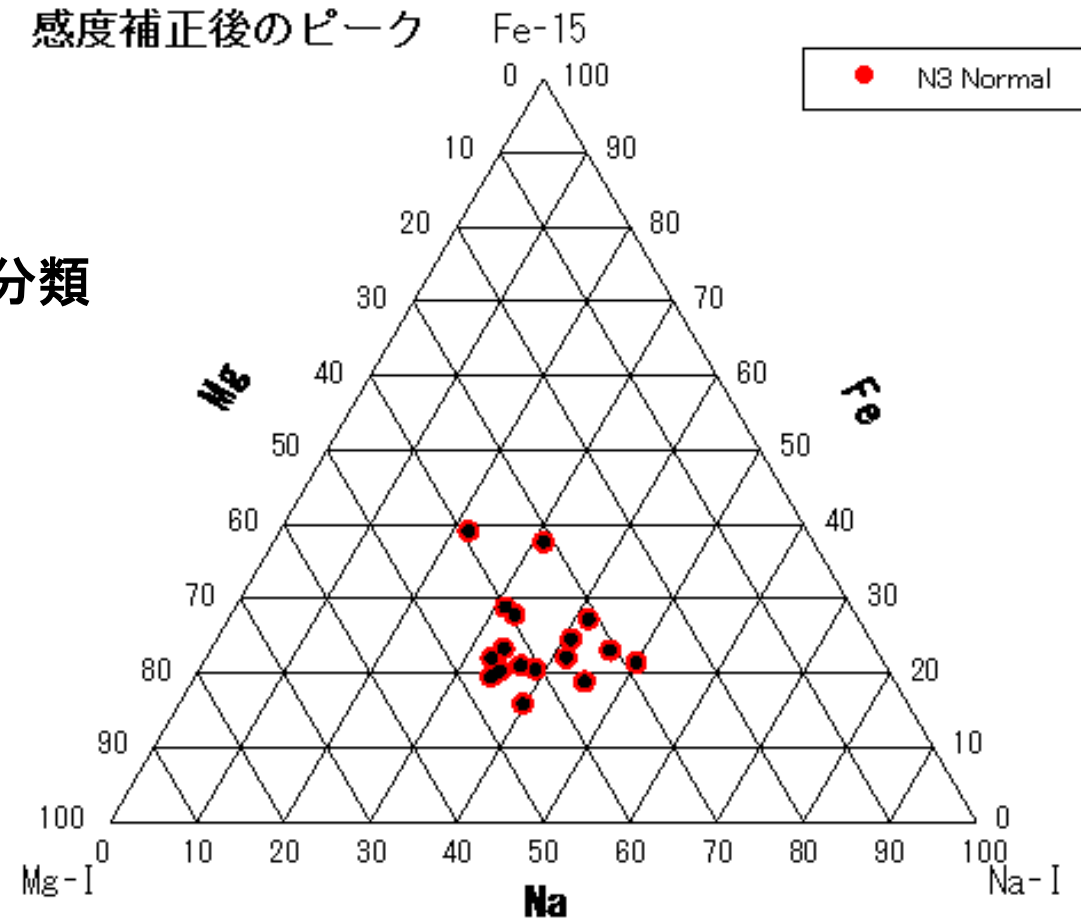
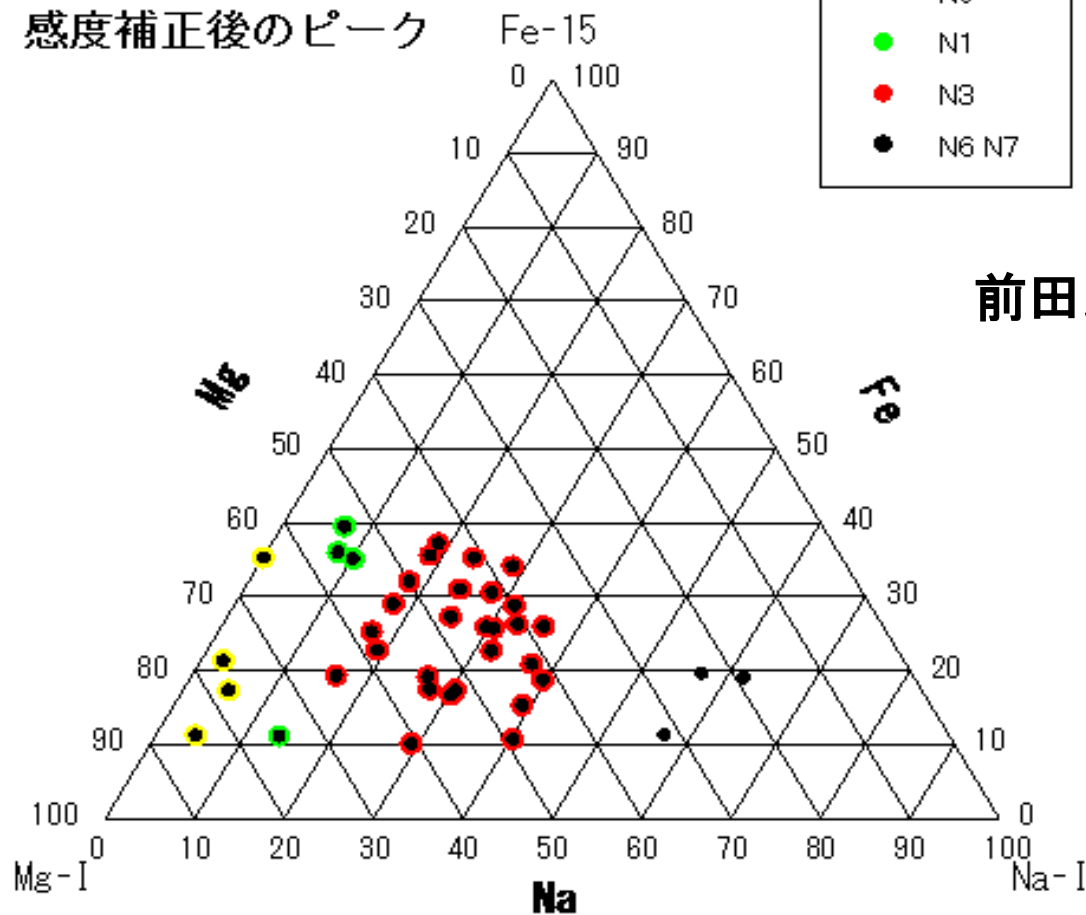
2018年12月-2019年1月 Com群 17個 関口

感度補正後のピーク

感度補正後のピーク



前田氏の分類



# 流星スペクトルの分類のまとめと課題

- 8台のカメラの観測で、9か月で780個近くのスペクトルが得られた。今回のデータは、2018年10月から2019年3月までの534個を解析した。
- カラーのスペクトルは、輝線の色から波長同定の判定がしやすい。
- ほとんどの流星はNaとMgが主成分だが、NaやMgのどちらかが非常に少ないものや、両方とも無い特殊な鉄流星もあった。鉄流星は、速度が遅い。
- 今回は、分散方向が悪いもの、ダブリや淡いものは、削除した。
- 今回も、鉄をバンドとして判定し感度補正までの結果で、面積比も求めてあるが組成比が測定場所で結構変化する。測定の仕方が課題である。測定方法の確立。
- 今回は、ふたご群のタイプ別による軌道の関係だけでなく軌道要素などで母天体との関係がどうか前回より少しははっきりしてきたといえそう。
- 速度とNa/Mg ratioは、速度が遅いほどNaが多くなっているという2016年の論文と似た結果になった。
- 今回は、Naの輝線がはっきりしているもので、鉄の比が50-80%の流星が7個ほどあった。

第153回 流星物理セミナー資料 20191006 関口孝志

2018年10月から2019年09月のスペクトル観測と結果  
(やぎ群やペルセウス群等)



# カメラ毎のスペクトル撮影数等 10月4日現在

方向	N6	S12	W6	Z6	E6	NW50	NE6	SE8	スペクトル
レンズ	6	12	6	6	6	50&28	6	8	
回折格子 本/mm	500	500	600	600 (200)	500	500 (200)	500	500	合計
10月11月						5 10			15
12月	8	7	26	17	9	52	9	14	142
1月	13	7	115	71	24	32	24	25	311
2月	4	3	28	28	0	8	2	6	79
3月	6	5	24	29	6	9	6	7	92
4月	4	3	20	15	1	4	5	4	56
5月	5	4	22	12	0	15	5	5	68
6月	1	0	9	3	0	6	2	2	23
7月	4	0	14	11	4	4	5	2	44
8月	14	5	70	57	8	19	19	17	209
9月	2	1	28	14	2	5	1	1	54
<b>合計</b>	<b>61</b>	<b>35</b>	<b>359</b>	<b>258</b>	<b>54</b>	<b>169</b>	<b>78</b>	<b>84</b>	<b>1098</b>

解析済

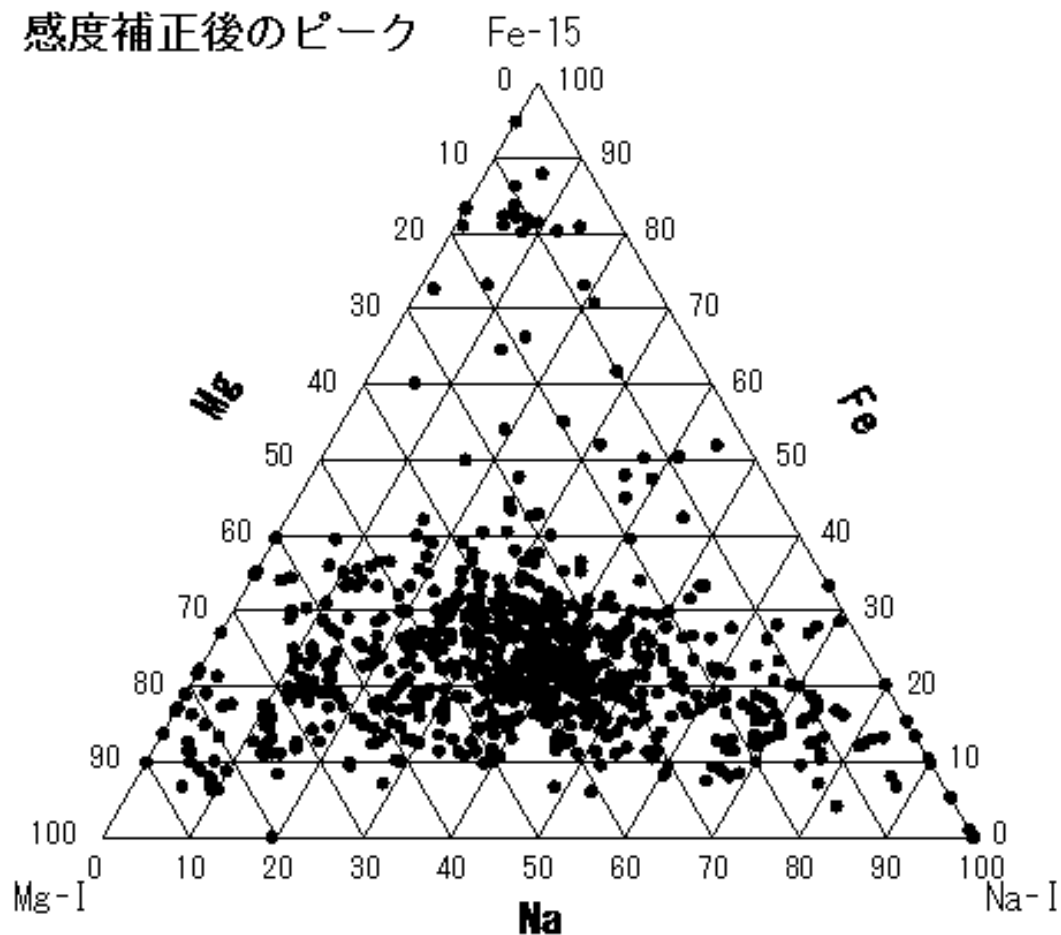
745



# 流星スペクトルの得られた流星の三角比

2018年10月～2019年8月 745 関口

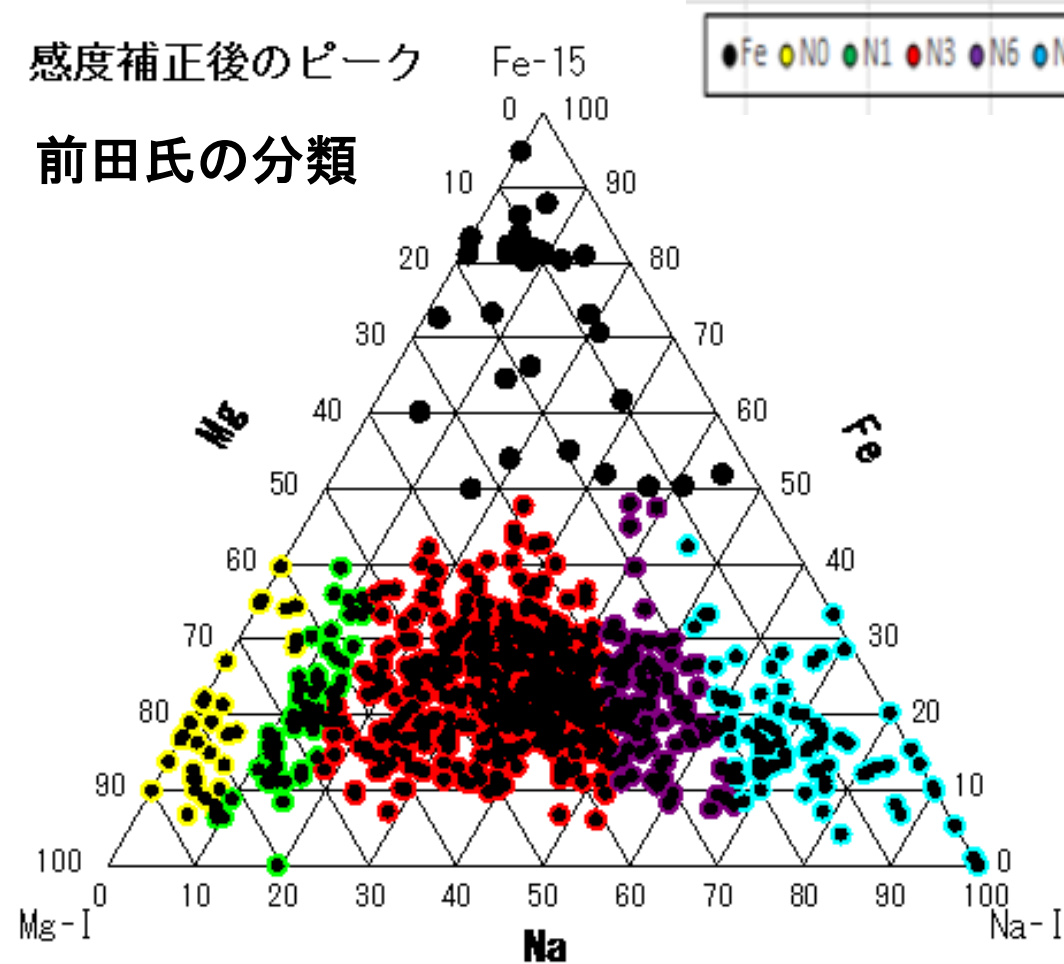
感度補正後のピーク



2018年10月～2019年8月 745個 関口

感度補正後のピーク

前田氏の分類



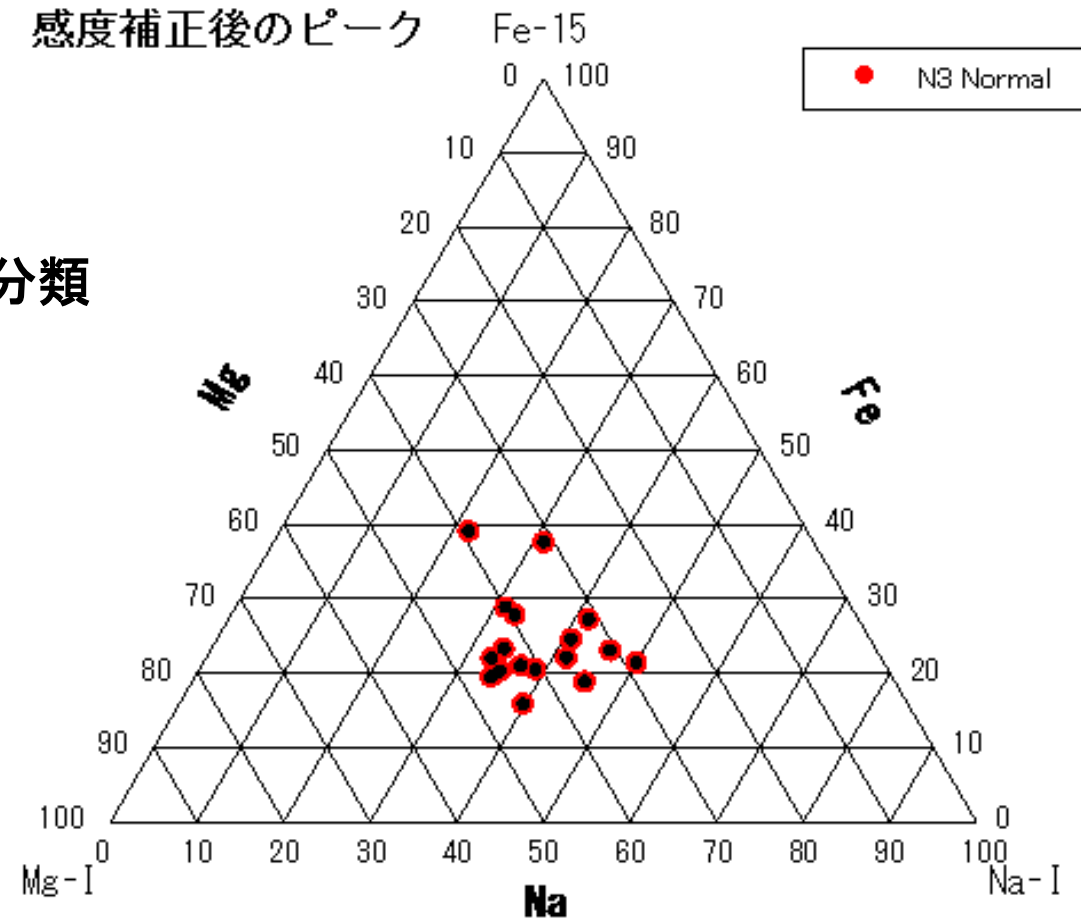
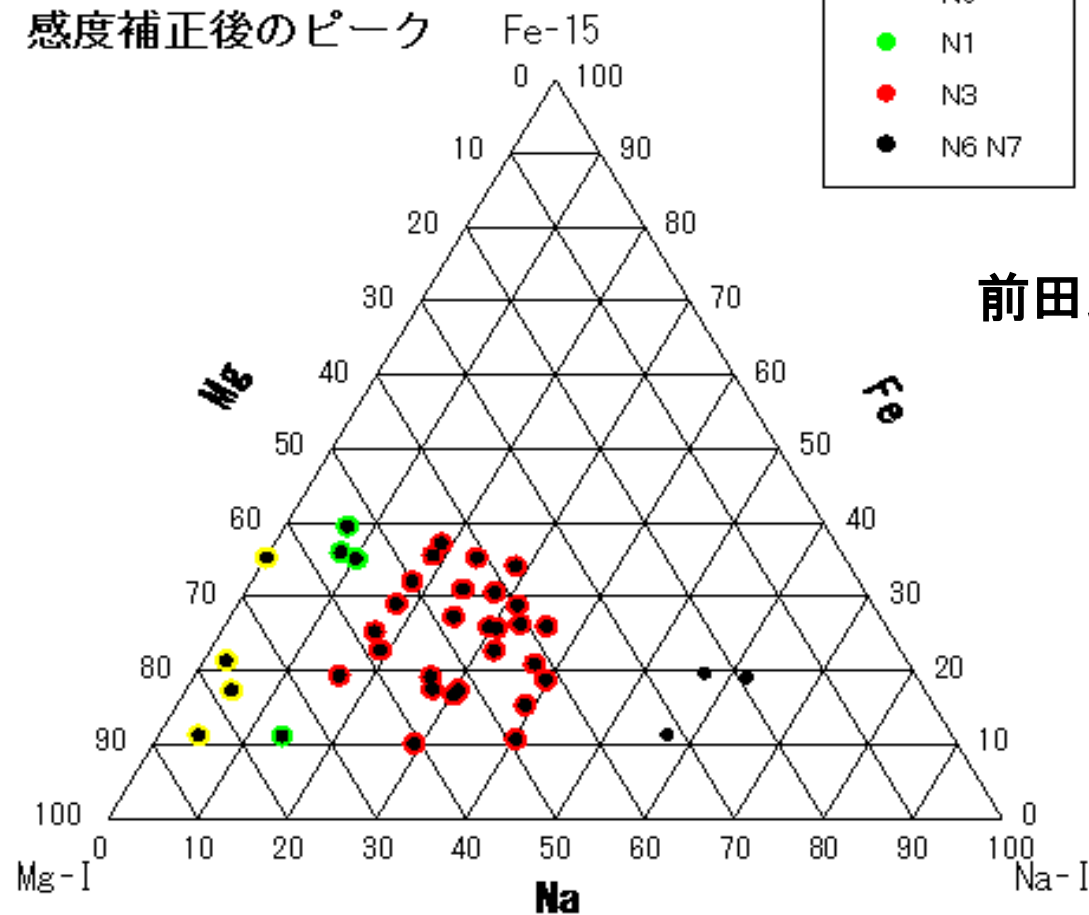
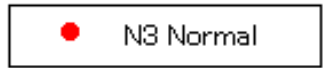
# 流星スペクトルの得られた流星の三角比 各群

2019年1月 Qua群 タイプ別 38個 関口

2018年12月-2019年1月 Com群 17個 関口

感度補正後のピーク

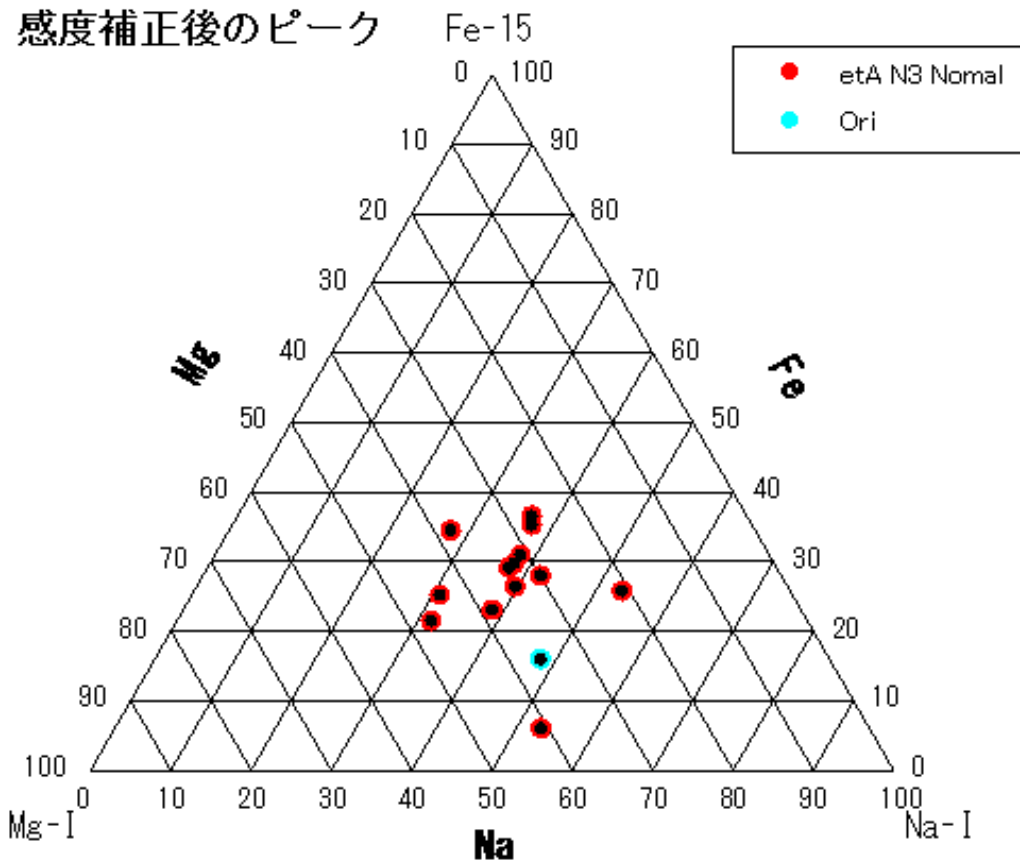
感度補正後のピーク



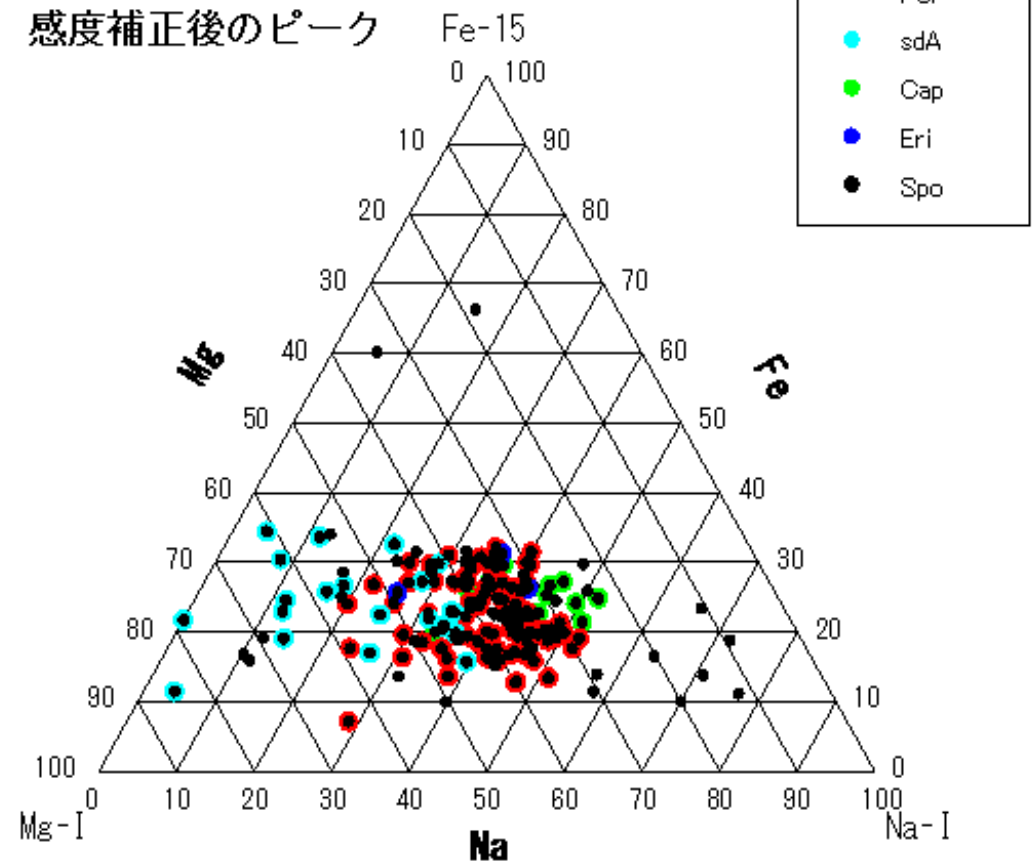
前田氏の分類

# 流星スペクトルの得られた流星の三角比 各群

2019年5月 みずがめ群 13個 関口

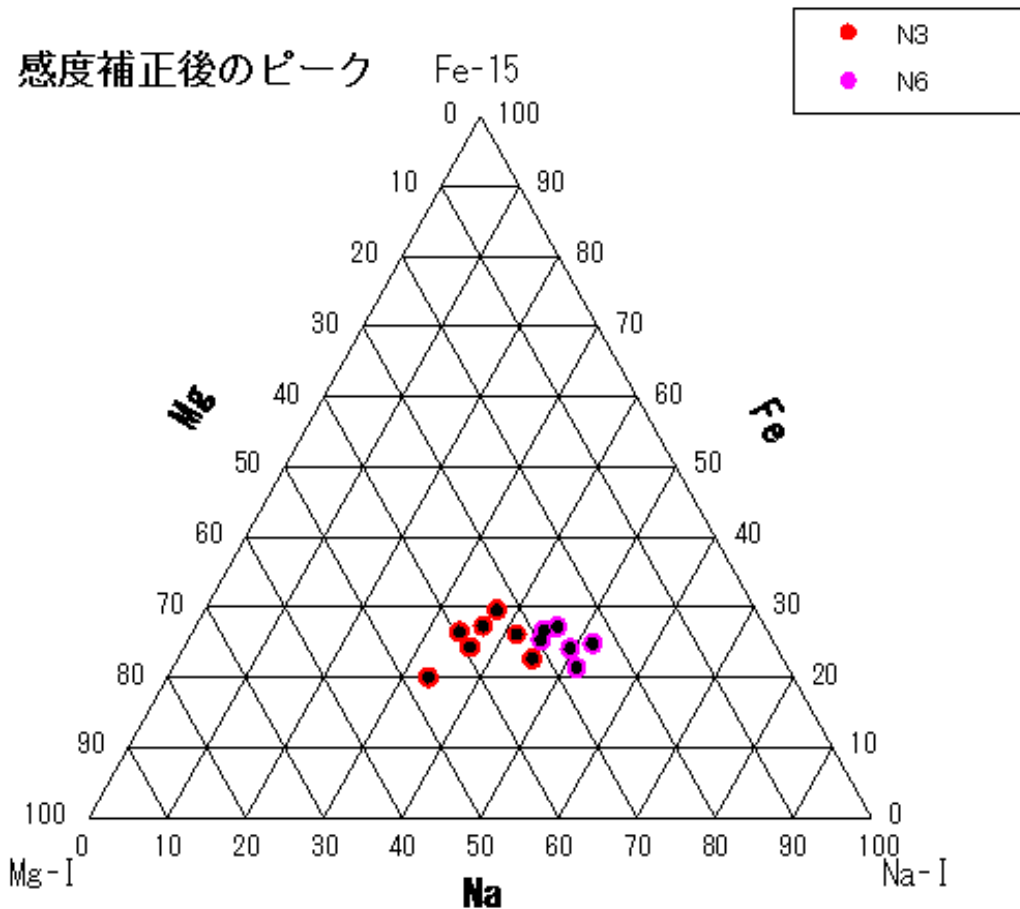


2019年7月～2019年8月 167個 関口

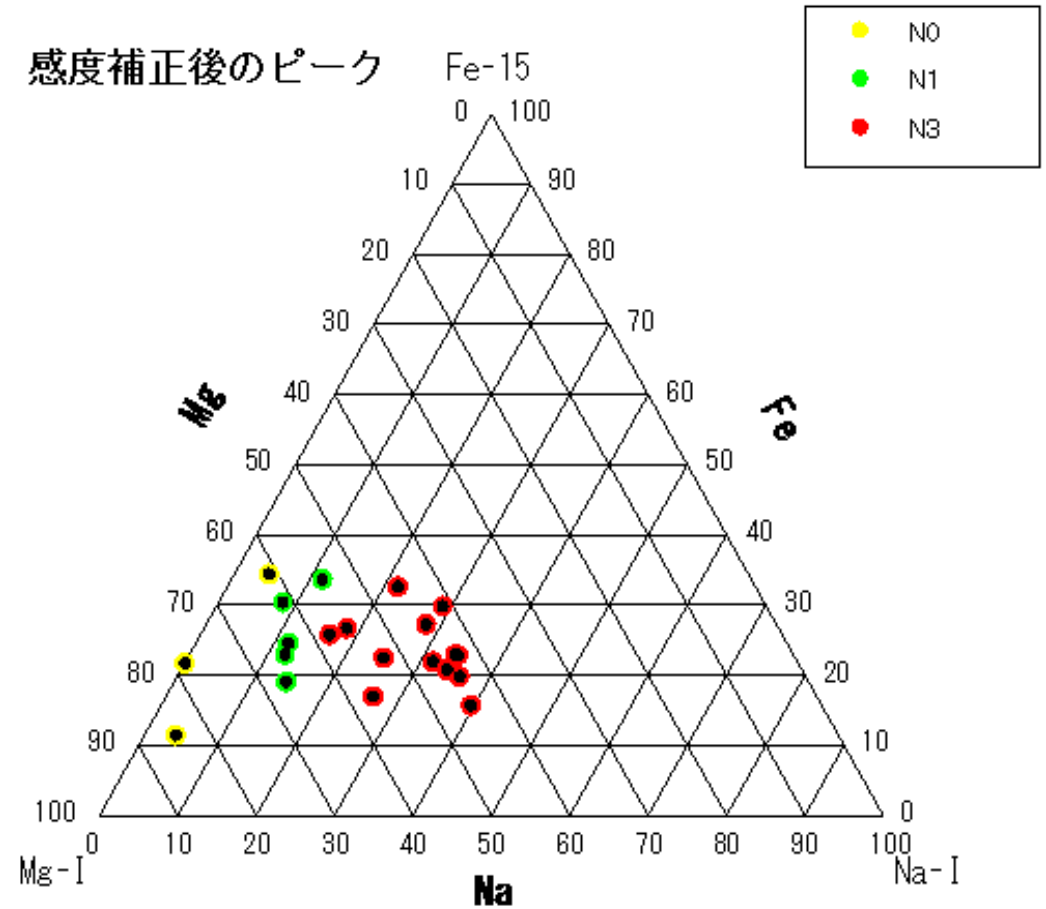


# 流星スペクトルの得られた流星の三角比 各群

2019年7月～2019年8月 やぎ群 13個 関口

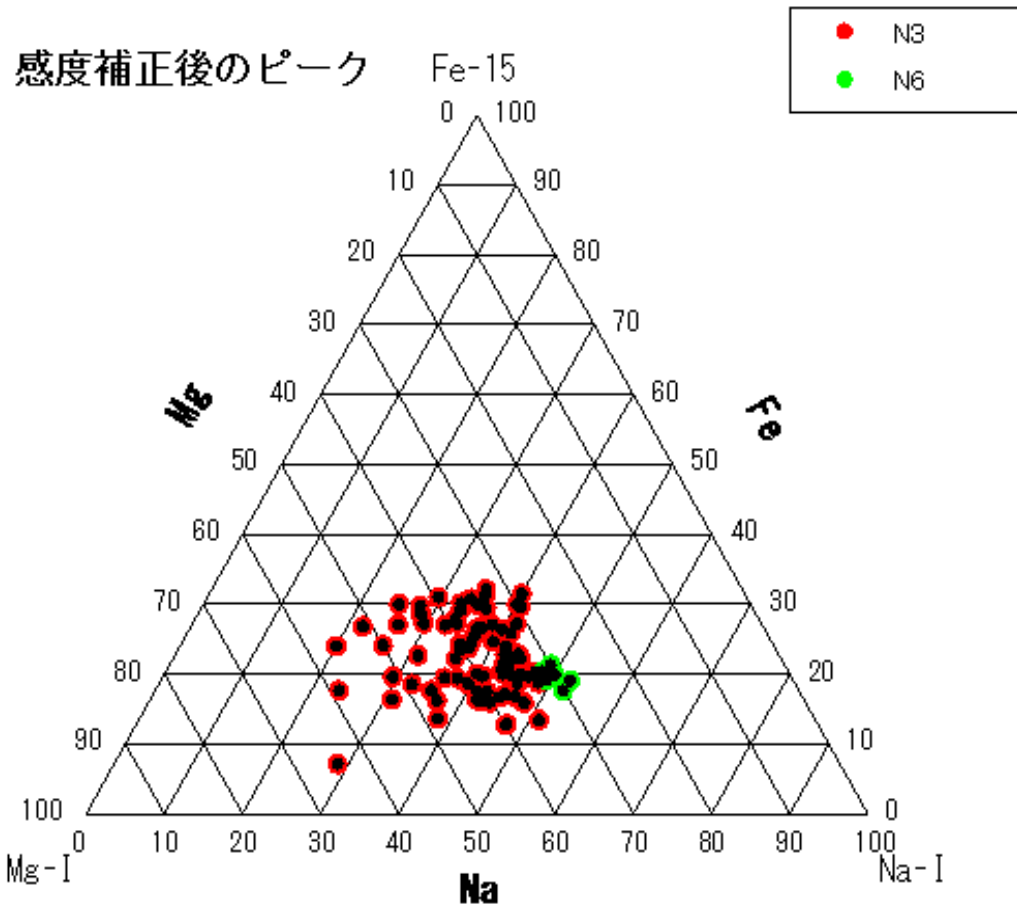


2019年7月～2019年8月 sdA群 20個 関口

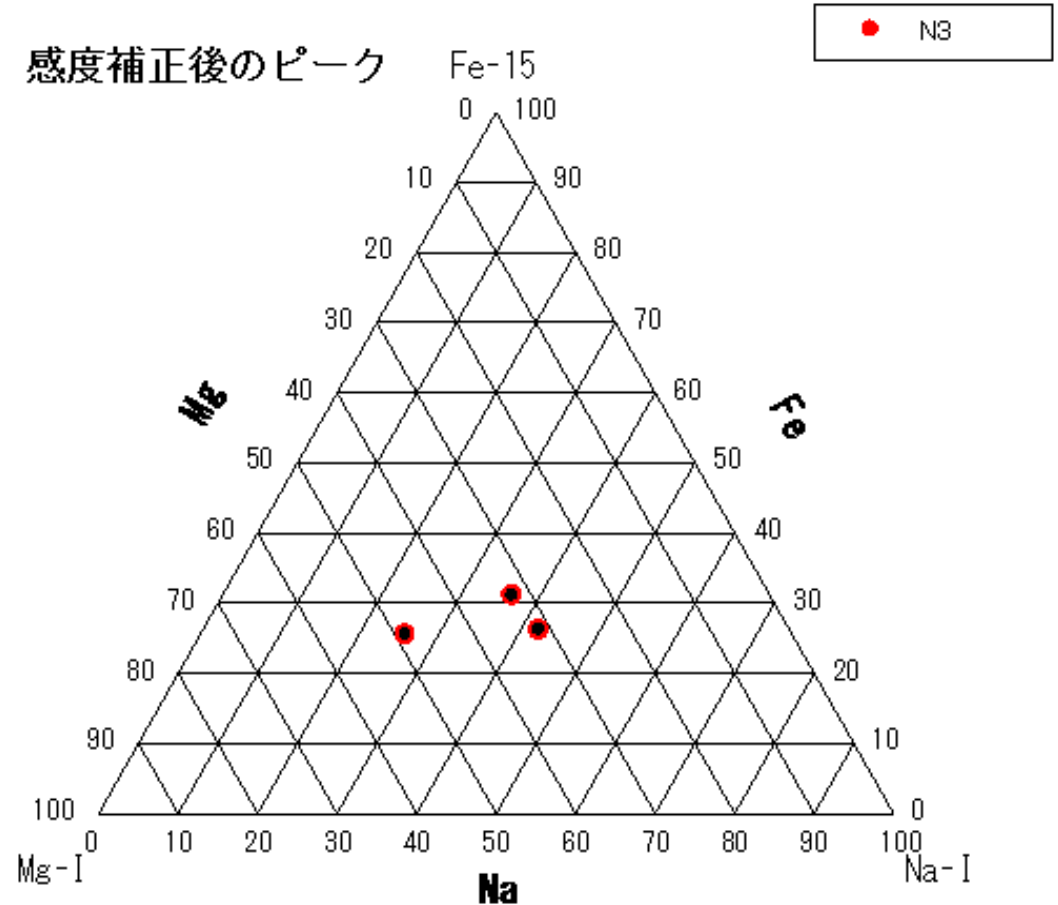


# 流星スペクトルの得られた流星の三角比 各群

2019年7月～2019年8月 ペルセ群 86個 関口

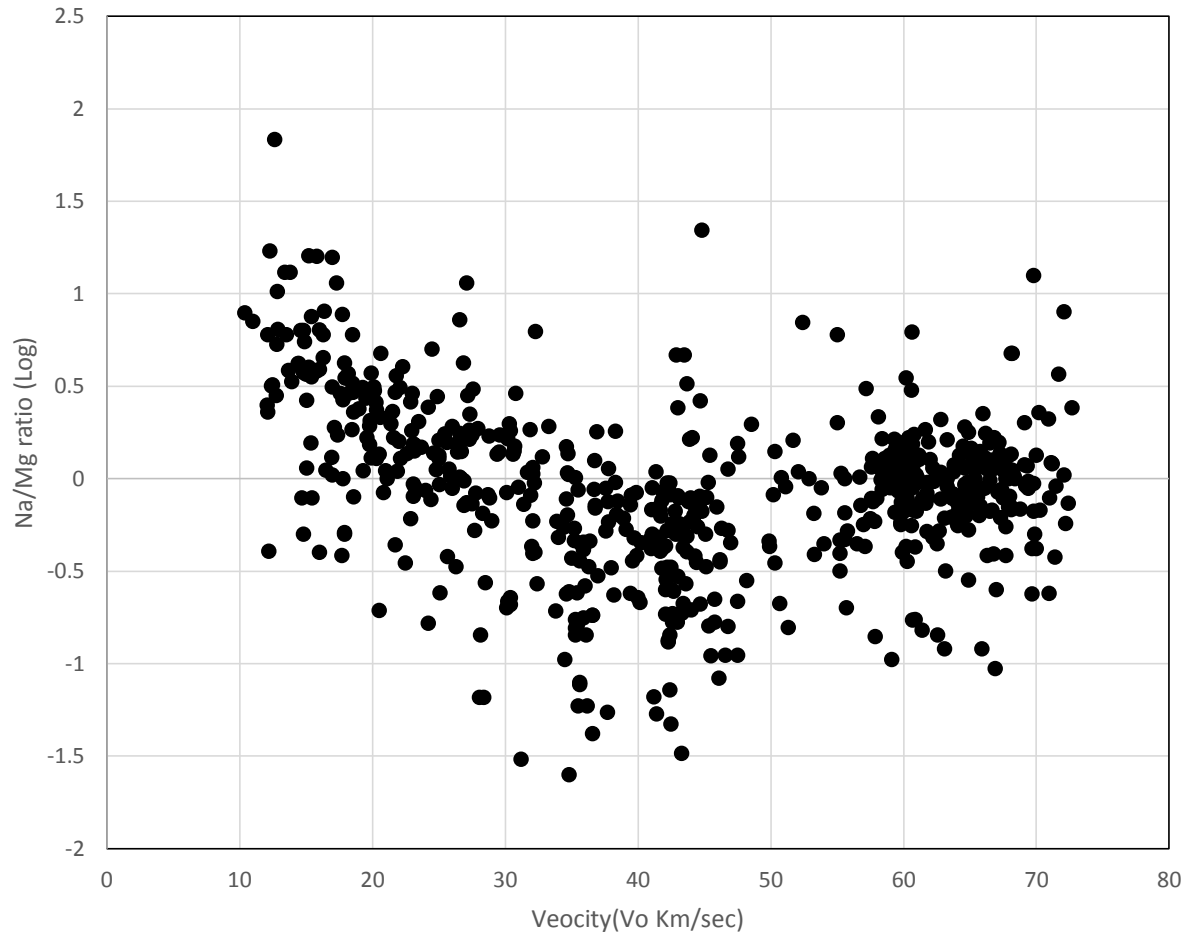


2019年8月 Eri群 3個 関口

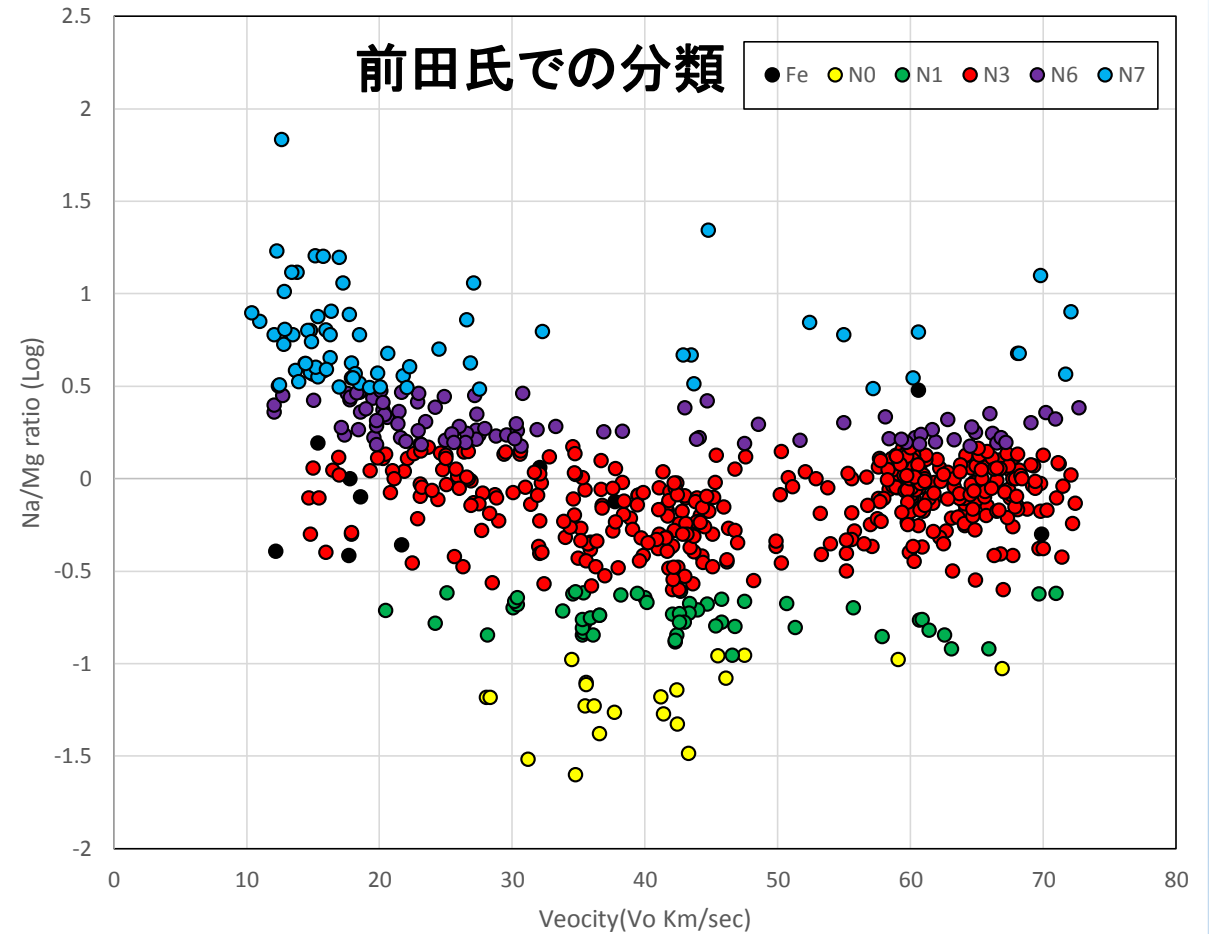


# 流星スペクトルの解析結果 Na/Mg ratio タイプ別 673個

Na/Mg ratio

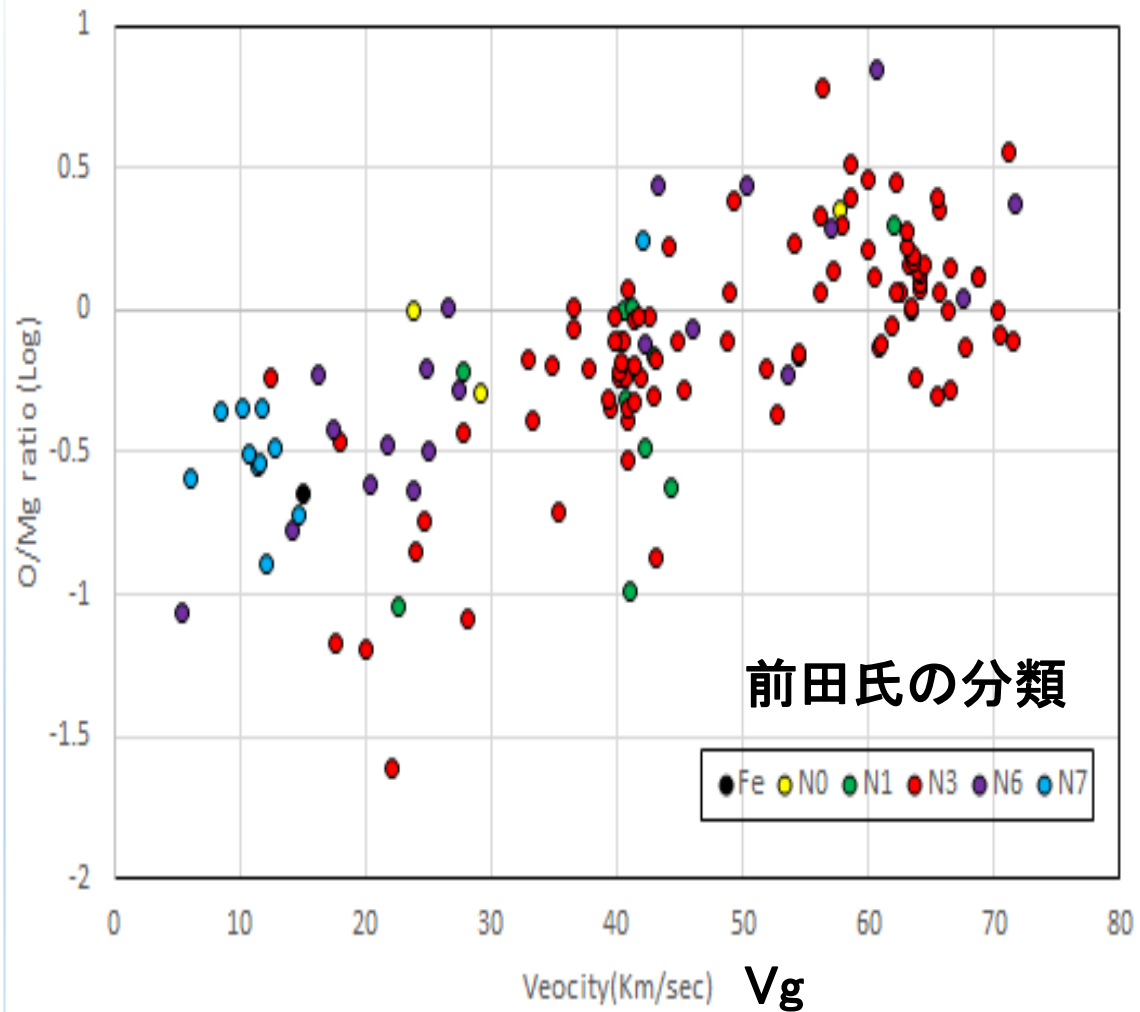


Na/Mg ratio タイプ別 感度補正後の673個

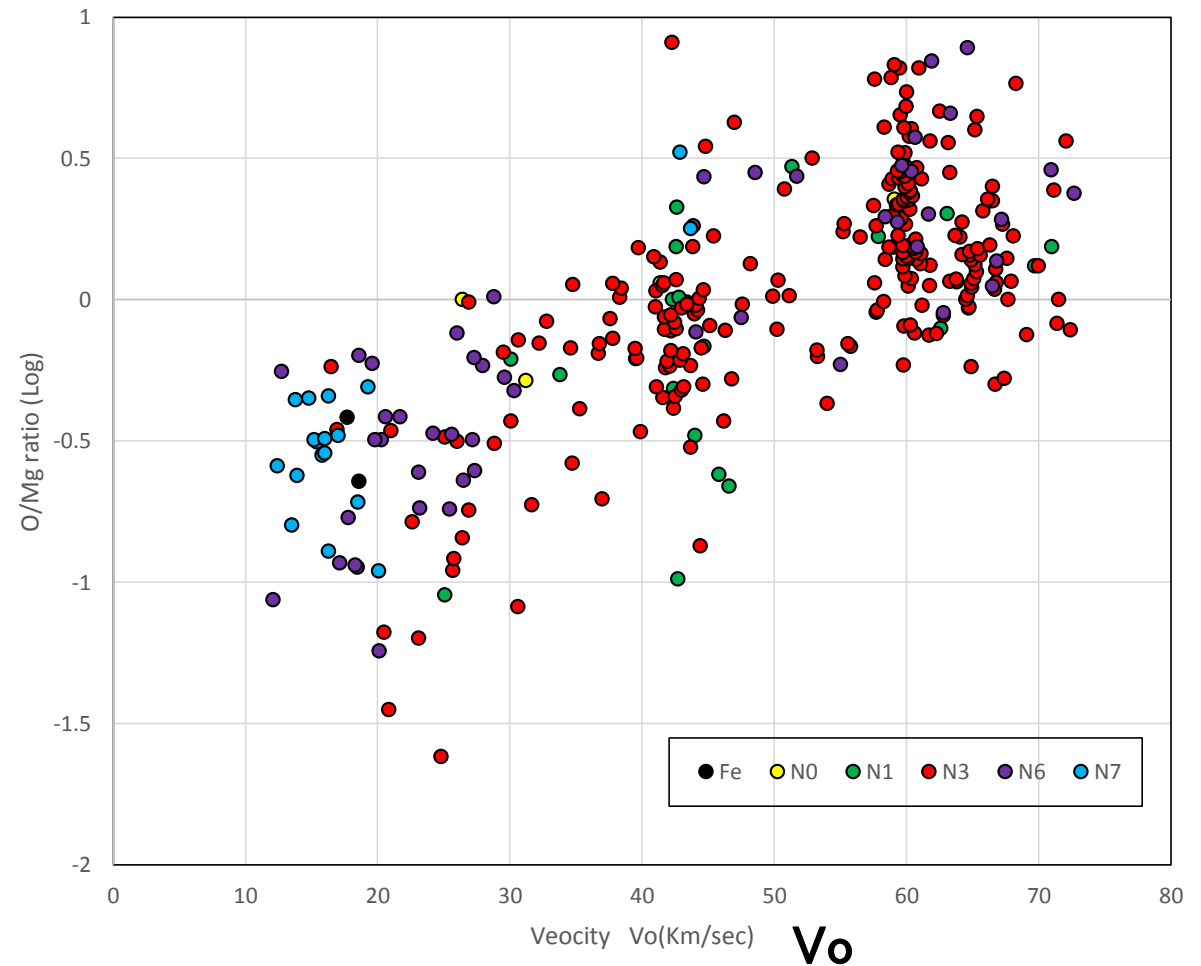


# 流星スペクトルの得られた流星の O/Ma ratioの比較

O/Mg ratioタイプ別 感度補正後の140個

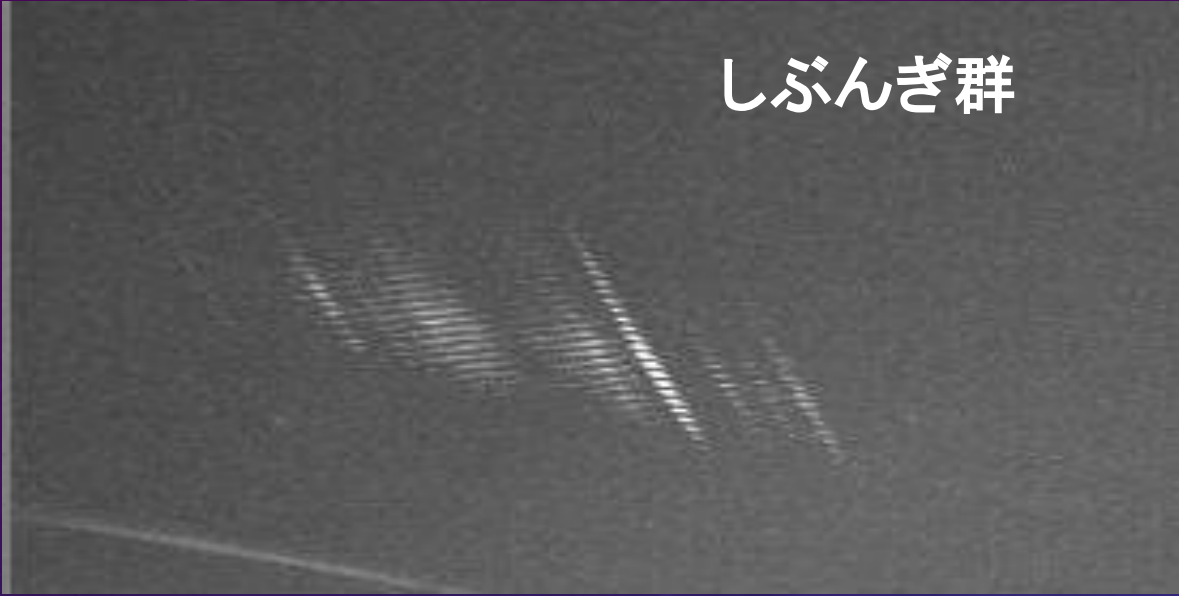


O/Mg ratioタイプ別 感度補正後の331個



# 流星スペクトルの画像

しぶんぎ群



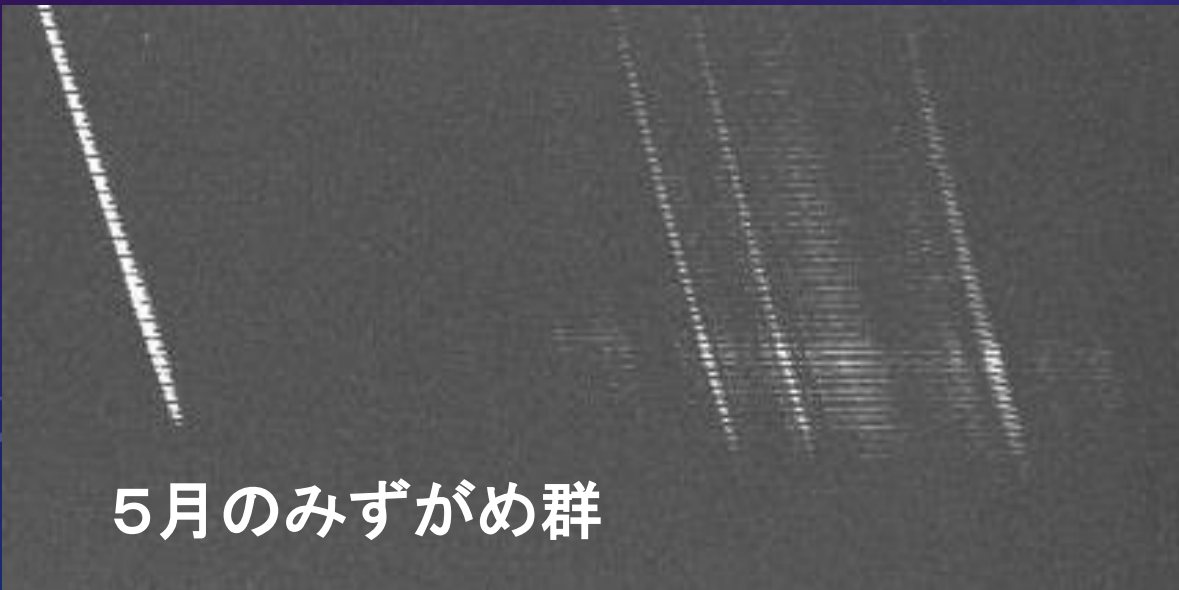
かみのけ群



散在



5月のみずがめ群





# 流星スペクトルのグラフ

やぎ群 カラー



<http://sonotaco.jp/forum/viewtopic.php?t=4355>

やぎ群 白黒



ペルセ群 カラー

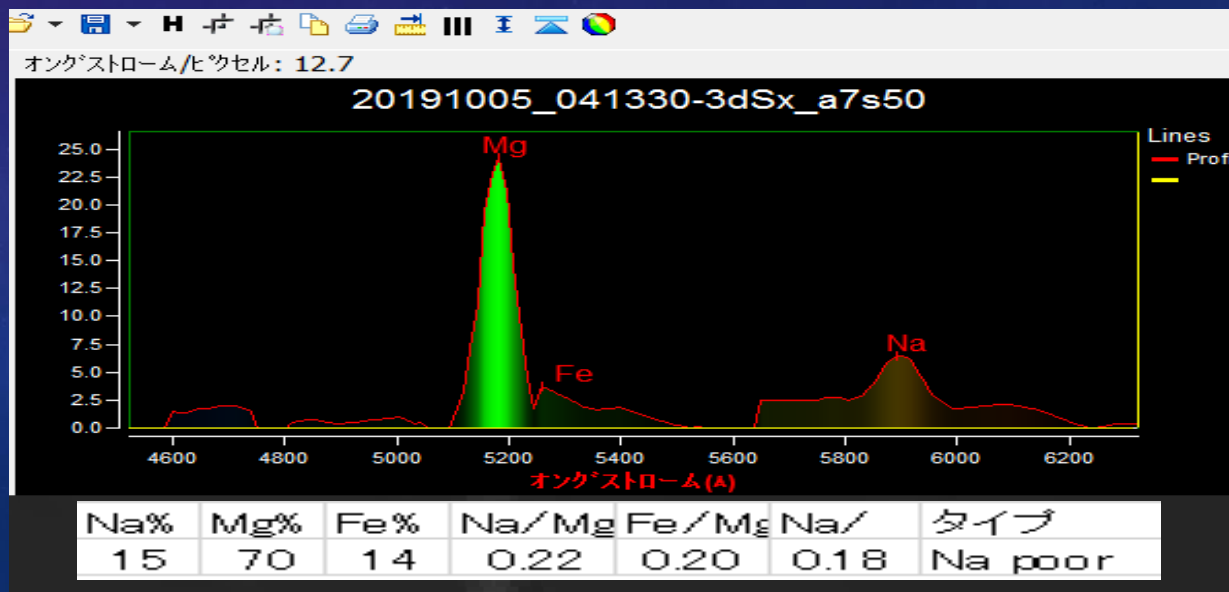
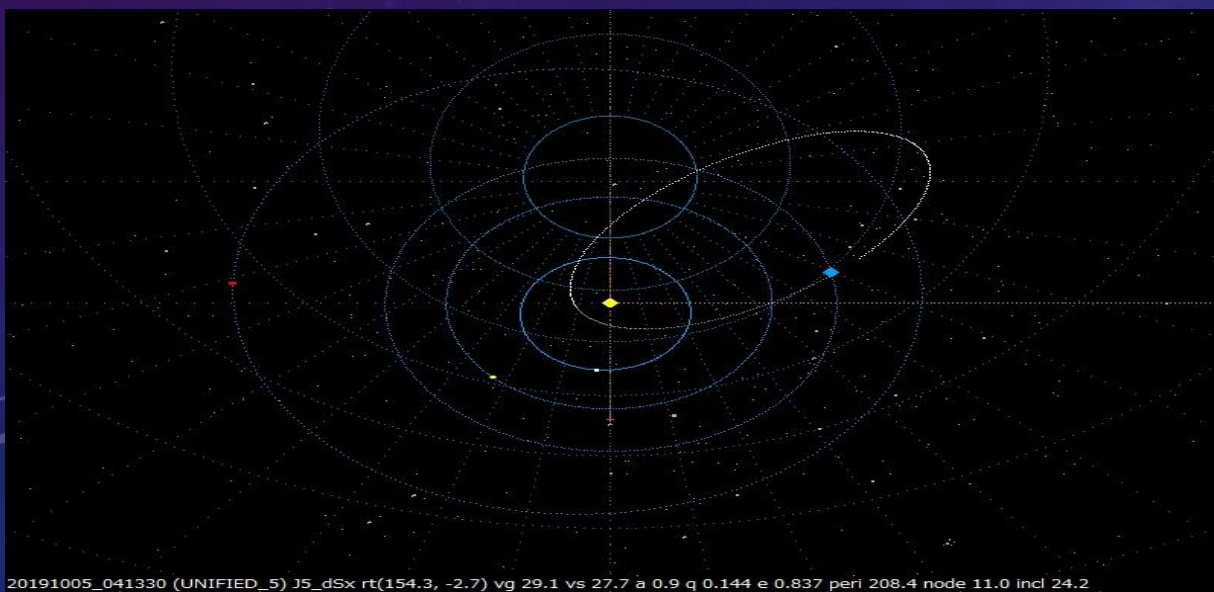
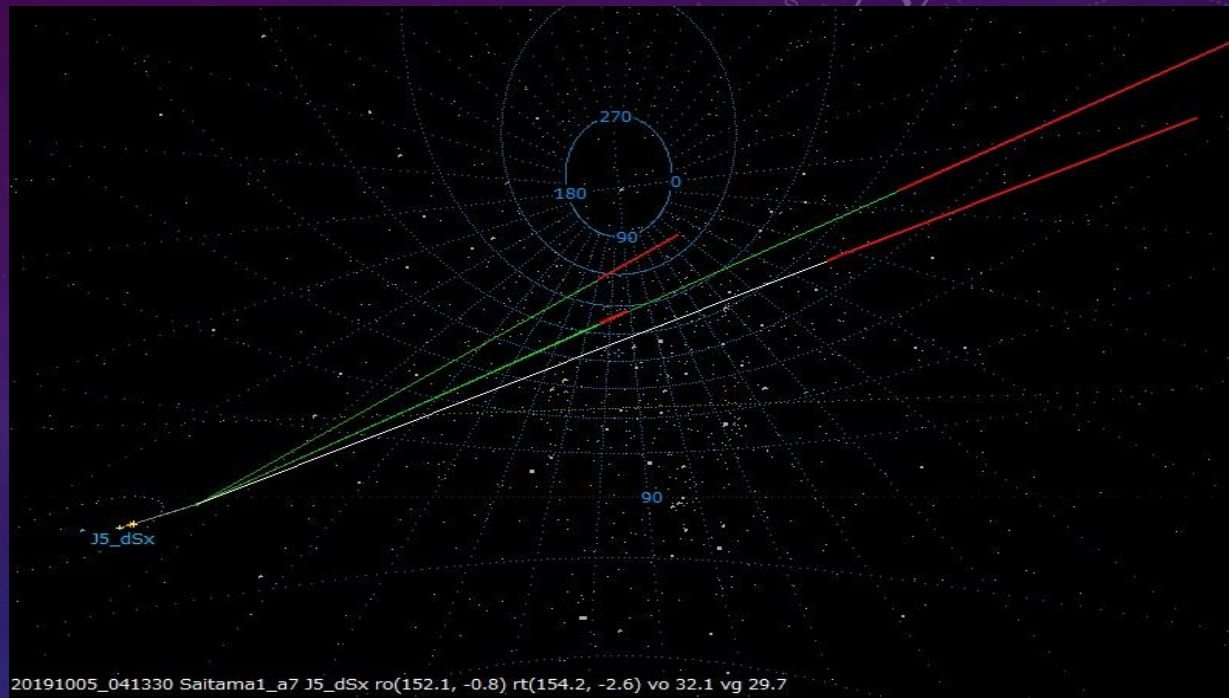


<http://sonotaco.jp/forum/viewtopic.php?t=4358>

ペルセ群 白黒



# おまけ 2019年10月5日4時13分30秒 dSx群 2005UD関連



# 流星スペクトルの観測と解析のまとめ

- 8台のカメラの観測で、ほぼ1年で1100個近くのスペクトルが得られた。今回のデータは、2018年10月から2019年8月までの745個を解析した。
- 今回は、主要群のしぶんぎ群とかみのけ群と5月の水がめ群とやぎ群と7月の水がめ群とペルセ群の三角比を求めた。やぎ群は、比較的集中が見られたが他の群は、広がりがあった。ペルセ群は、殆どノーマルタイプであった。7月の水がめ群は、しぶんぎ群と似ていて3つのタイプに分かれていた。
- Na/MgとO/Mgの比率と速度の関係は、前回よりサンプルが増えたが傾向は、あまり変わらなかった。前は、 $v_g$ までやったが今回は、論文に合わせて $v_o$ でやったが傾向は、殆ど変わらなかった。

## MSS資料集ホームページ ～2019年度更新～

重野好彦

MSS資料集を2019年度版に更新しました。大きく変わったところを紹介します。

 <http://msswg.net>

[流星物理セミナー集会のお知らせ](#)

[流星物理セミナー資料集](#)

[ワーキンググループの紹介](#)

### 流星物理セミナー・ワーキンググループ (MSS-WG) の紹介

[同時ビデオ観測による全軌道データ \(3,889流星\).txt](#)

#### 1. 観測報告

[SpiralMeteorTrain\\_Ja.pdf](#) スパイラル流星痕・日本語版・Word原稿

[SpiralMeteorTrain\\_En\\_Add.pdf](#) スパイラル流星痕・英語版

:

#### 2. 流星用プログラム (Windows 64bit対応、32bitでも動作します)

1) ダウンロード後、ファイル名 .rar → .exe に変更してください。

[Bunten.rar](#) (135KB)    [Bunten.txt](#)    赤経, 赤緯, 軌道要素の1950<-->2000分点変更

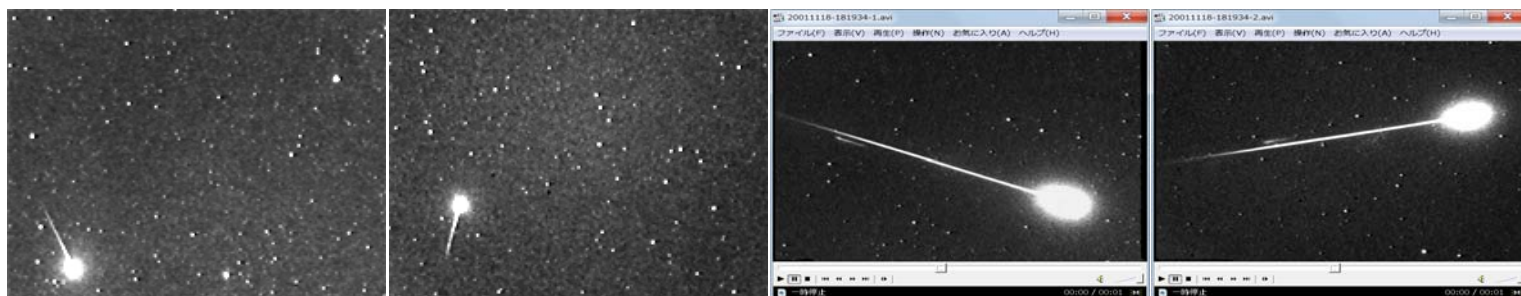
[Dhant.rar](#) (115KB)    [Dhant.txt](#)    流星群軌道の類似性をD, D' 判定で調べる

[Rph.rar](#) (147KB)    [Rph.txt](#)    輻射点の方位角, 仰ぎ角計算, 同時観測の交差角予想

[Rvo.rar](#) (181KB)    [Rvo.txt](#)    輻射点と速度から軌道, 軌道から輻射点と速度

[Taiyok.rar](#) (132KB)    [Taiyok.txt](#)    年月日時分秒→太陽黄経, 太陽黄経→年月日時分秒

↓クリックすると動画が表示されます。



流星動画・・・左 : ID:MSSiXV 1999. 12. 15 16:12:36UT    右 : ID:MSSJBZ 2001. 11. 18 18:19:34UT

ユニークアクセス数	PC	PC/年換算
2009. 01. 18~2009. 05. 30	59	163
2009. 05. 30~2010. 07. 01	119	109
2010. 07. 01~2011. 09. 30	164	131
2011. 09. 30~2012. 06. 28	88	118
2012. 06. 28~2013. 03. 27	174	234
2013. 04. 14~2013. 06. 30	85	403 (サーバ変更)
2013. 06. 30~2014. 04. 27	176	214
2014. 04. 27~2014. 07. 05	86	455 (ドメイン変更)
2014. 07. 05~2015. 06. 28	928	947 #
2015. 06. 28~2016. 06. 28	480	480
2016. 06. 28~2017. 06. 25	503	507
2017. 06. 25~2018. 06. 30	500	493
2018. 06. 30~2019. 07. 03	588	583

#) 他の時期に比べて、アクセス数が約2倍になっています。この時期の現象は他のドメインでも発生しており、ネット環境に何か特別なことが起きたものと思われます。例えば検索エンジンの検索頻度が大幅に上がったとかですが原因不明です。よってこの時期は参考になりません。

ファイル名	Page	MB	回	年.月.日	発表	参加
MSS00-1-はじめに.txt	6	0	1	1978.10.08	5	16
MSS00-2-ごあいさつ.txt	4	0	2	1979.02.12	6	40
MSS00-3-インデックス.txt	-	-	3	04.15	4	20
MSS00-3-インデックス.xls	-	-	4	06.24	4	33
MSS00-A-50回記念誌上.pdf	174	33	5	09.09	3	34
MSS00-B-50回記念誌下.pdf	187	34	6	11.11	6	35
MSS01-隕石.pdf	63	14	7	1980.01.20	6	18
MSS02-隕石落下シミュレーション.pdf	78	19	8	03.16	8	37
MSS03-遠征観測報告.pdf	225	58	9	05.18	7	30
MSS04-音.pdf	48	7	10	07.13	7	35
MSS05-解析法.pdf	134	31	11	09.28	7	50
MSS06-観測機器.pdf	224	63	12	11.16	7	35
MSS07-観測結果.pdf	312	71	13	1981.01.18	3	?
MSS08-観測理論.pdf	69	14	14	03.29	6	40
MSS09-軌道計算研究発表.pdf	187	41	15	05.17	8	63
MSS10-軌道計算精度.pdf	141	65	16	07.19	7	20
MSS11-軌道計算論文.pdf	120	35	17	09.06	8	32
MSS12-軌道シミュレーション.pdf	133	26	18	11.01	7	36
MSS13-1-議事録.pdf	53	9	19	1982.01.15	6	37
MSS13-2-議事録.txt	-	0	20	03.21	4	26
MSS14-空間密度.pdf	116	36	21	05.16	4	45
MSS15-構造.pdf	5	1	22	07.11	4	47
MSS16-痕.pdf	279	72	23	10.03	7	41
MSS17-シューメーカーレービー9.pdf	35	8	24	1983.01.07	8	50
MSS18-出現予報.pdf	86	30	:			
MSS19-スペクトル.pdf	180	27	:			
MSS20-測光.pdf	19	7	:			
MSS21-その他.pdf	293	73	124	2010.02.07	11	20
MSS22-電波.pdf	243	52	125	07.11	6	25
MSS23-同時観測.pdf	129	32	126	10.10	8	27
MSS24-同時観測MSS-WG.pdf	165	44	127	2011.02.06	6	21
MSS25-同時観測理論.pdf	46	14	128	07.03	3	15
MSS26-発光.pdf	11	2	129	10.02	4	20
MSS27-輻射点.pdf	263	45	130	2012.02.05	5	17
MSS28-豆まき現象.pdf	24	5	131	07.01	4	18
MSS30-2009~2019.pdf	(908)	193	132	10.07	6	25
合計	4,052	1207MB	133	2013.02.03	3	12
[MSS-001回から151回までを集計]			134	07.07	5	17
			135	10.06	8	20
			136	2014.02.02	8	25
			137	07.06	5	24
			138	10.05	4	13
			139	2015.02.01	5	23
			140	07.05	5	21
			141	10.04	4	14
			142	2016.02.07	5	18
			143	07.03	6	31
			144	10.02	3	16
			145	2017.02.05	2	26
			146	07.02	4	22
			147	10.01	9	21
			148	2018.02.04	6	28
			149	07.01	10	31
			150	10.07	6	15
			151	2019.02.03	7	25

余興, アメリカ日食  
初, 勤労福祉会館

## 流星電波観測用推奨受信機の国内取扱開始について

野瀬 稔

当日は口頭のみでの告知であったため、記録としてその内容を以下に記す。

### ☆背景および問題点☆

- ・これまで学生から一般まで流星電波観測（以下 HRO）にはアイテック電子研究所（以下アイテック）で製造された HRO 専用受信機が 10 年以上に渡り広く普及し用いられてきたが、2015 年末に製造中止されている。
- ・流星電波観測ガイドブック（CQ 出版/2002 年）にて広告や本文中で紹介されている通信機器メーカー製の受信機（例としてアイコム社製）も近年軒並み製造中止となった。
- ・現時点で、免許を必要としない（送受信機でない）受信専用機を通信機器メーカー製から選ぶとなると、実勢価格で 11 万円以上しており、初期導入には高額すぎる。
- ・近年の受信機の流れは、技術革新が進んだ SDR（Software Defined Radio）に移行しているが、安価かつ HRO 上高性能の受信機は国内メーカーが無く、購入にあたっては海外のサイトから直接購入する必要があった。見積もりを取得することが出来ず、また PayPal 等での決済が必要であったり、海外との直接決済に抵抗を感じるケースもあり、サポート面も含めて調達のハードルとなっていた。
- ・総じて HRO 国内普及が難しい状況にあった。

### ☆対応策☆

- ・SDR 受信機「AIRSPYmini（エアスパイ・ミニ）」を、HRO スタンダード受信機として国内で普及させたいとして電子部品販売国内大手の「マルツエレクトロニクス株式会社（本社東京）」（以下マルツ）に正式取扱を打診したところ検討の上快諾をいただき、本年 5 月下旬より同社の「マルツオンライン」で購入可能となった。詳しくは「マルツオンライン」で検索を。
- ・現在、販売価格は税別¥15,180-。
- ・マルツは実店舗も展開しており、東京圏では秋葉原と調布の電通大キャンパス内にある。現時点店頭には在庫していないため予め打診する必要がある。
- ・従来より個人輸入で購入可能であるが、成田で関税と取られるので、結果ほぼイーブンである。
- ・普及していたアイテックの HRO 受信機も 1.5 万円であったので、変わらない。

### ☆技術面について☆

- ・受信機とするには PC および専用の SDR ソフトウェア導入が必要である。だいたい 10 年前以降の PC（インテルであれば Core2duo 2.2GHz 以上）であれば良いので、最新の PC である必要は無い。
- ・SDR ソフトウェアは「AIRSPYmini」のスタンダードでありかつメジャーな「SDRSharp

(SDR#)」というフリーソフトを推奨する。

- ・どちらも開発陣が同じであり、ハードウェアの性能をフルに引き出せる。
- ・導入方法については、杉本氏（八王子）の HP に詳細記述があるので参照していただきたい。杉本氏の HP は、「HRO ライブ」で検索するとトップにヒットする。

<http://www5f.biglobe.ne.jp/~hro/System/Receiver/index.htm>

- ・アンテナコネクタは SMA 型（メス）。一般にアンテナおよび給電線のコネクタは M 型になることが多いが、コネクタを変換する必要がある。このようなものは多く市販されている。

#### 捕捉

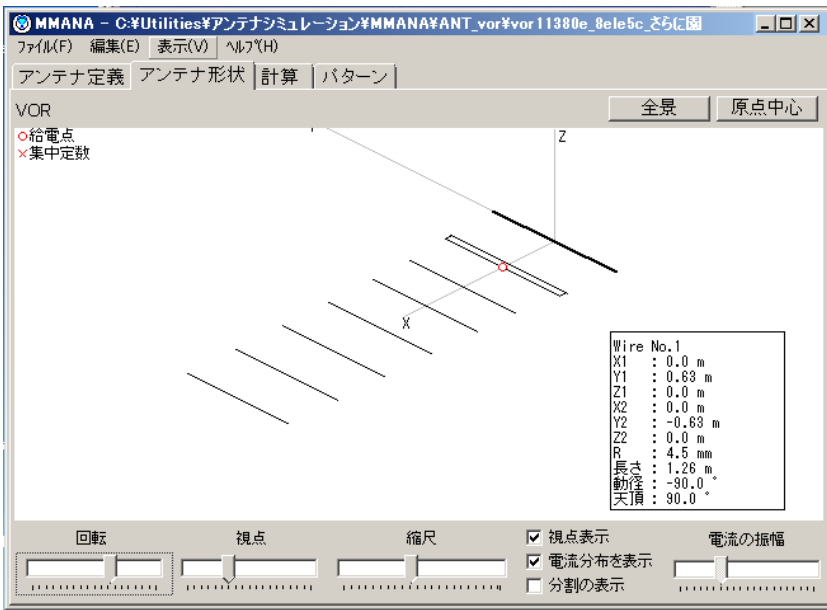
- ・「AIRSPYmini」の受信感度に関しては、アイコム社製高性能受信機 IC-R75（税別 9 万/製造終了）と遜色がなく、アイテック HRO 受信機を上回る。また周波数の温度安定性は極めて良い。様々な面でアイテック HRO 受信機の性能を上回る。（野瀬調査）

以上



視力も衰え、もはや星を見るのも終わりかと思っていたときに会った電波観測は、自分にとって福音でした。

流星電波観測では福井から発信されている観測用電波を使うことがベストでしょうが、もう少し上の100MHz付近でも観測は可能です。ここで使うVOR帯(108MHzから118MHz)の電波は、世界中で航空機の誘導に使われている電波です。飛行機が飛ぶときの目標として空港や千葉県御宿のような飛行機の航路の重要な所に置かれている電波の灯台で、世界中に設置されています。流星観測としては不利な部分もありますが教育現場に向く面もあるように思い、何度か作ってみました。



MMANA (アンテナシミュレーションソフト) の画面↑

仁川に目標を定めて設計している

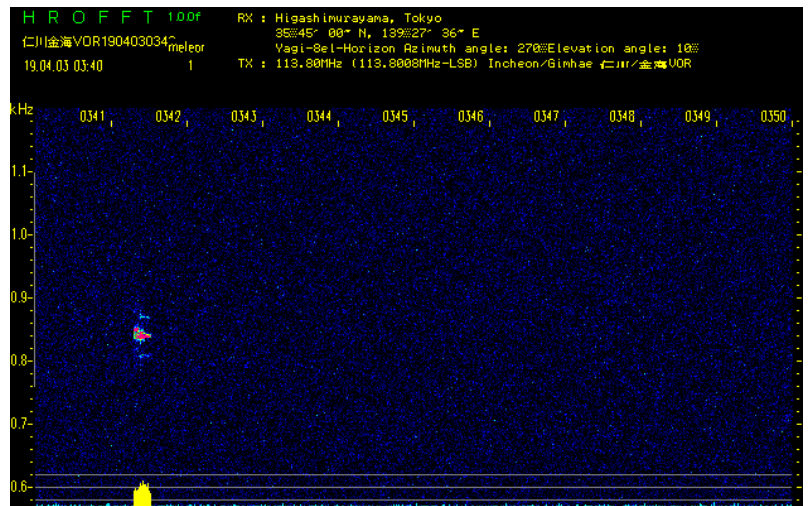


屋上で組み立て中↑

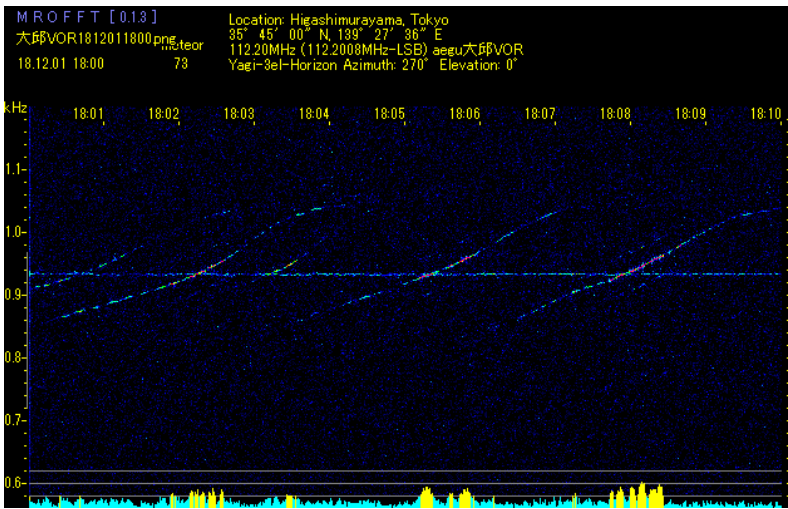
仁川から入感した画面↓



仁川や金海からの電波を受けるので仰角は少なめ↑



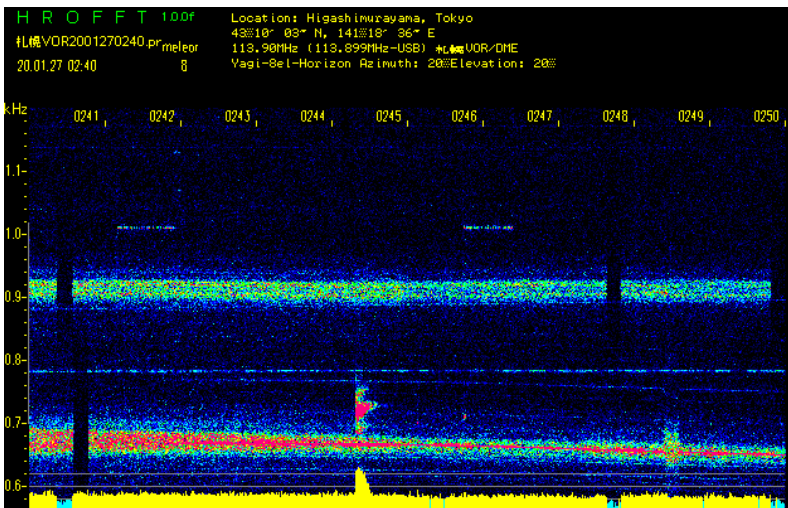




↑横の長い線が直接波で、斜めの線が飛行機からの反射波

←羽田に周波数を合わせると  
距離が近いので

このような直接波と離着陸の飛行機からの反射波が盛大に入ります  
金沢の清水さんの観測所や  
大垣の川地さんの観測所のような画面ですが  
アンテナや受信機が適切に動作していることの確認がとりやすいという  
メリットもあります



↑札幌方向にアンテナを向けた時の画面  
盛大にノイズが入る



↑初期の写真  
いろいろなアンテナで、  
試している



← 都市部ではノイズが多く  
電波が入りにくい

特に近年はソーラーパネルのようなインバーターが町中に設置され、環境が悪化していると、ハムショップの店員さんも嘆いていた。

自分の家の北側(札幌方向)にも大きなソーラーパネルがあったりするが影響は・・・

JJ1RLQ 神作哲夫

# 定年から始めた僕らの流星観測

## (平博流星分科会の2019年ペルセ群観測報告)

2018年2月に平塚市博物館流星分科会の紹介をさせていただきました。今回は活動報告を兼ねてこの夏のペルセ群の集計結果を報告致します

6/Oct/2019, No.153 MSS

平博天体観察会流星分科会 永井和男

### 定年から始める流星観測

2018年2月4日 流星物理セミナー：平塚市博物館 天体観察会 永井和男

#### • 天体観察会

- 平塚市博物館の年間会員制のサークル
- 平塚市以外の方も参加出来ます(東京、千葉、山梨、神奈川)
- 活動は
  - 天体観望会などの博物館のボランティア
  - 月例会(連絡事項、今月の天文現象、天文ニュース、コース別(観望・写真・研究))
  - 分科会(太陽、流星、アストロバイオロジー勉強会)
  - 合宿など

集合写真前列は若めの人々が並んでいますが、全般に年齢層が高く、定年過ぎの方も多いです。観測経験者は私だけだと思います。大雑把に言って天体写真を撮る人は半数程度、残りは観望やプラネタリーの愛好者です。



カメラ作成の様子

# 平塚市博物館

## 平塚市博物館

平塚駅から徒歩20分、創業43年、入館無料

## 分野

民族、歴史、考古、地質、生物、天文

## 天文分野

プラネタリウム(番組作成から投影まで内作)

天文講座、天体観望会、天体観察会

## 天体観察会

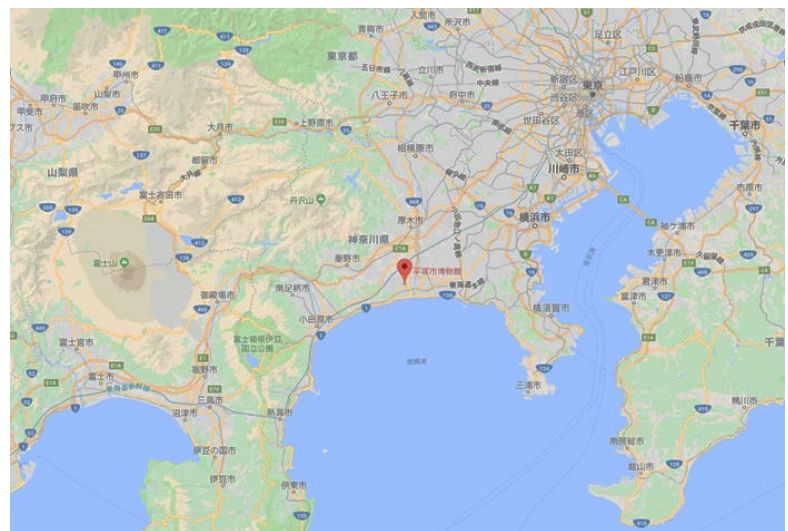
会員制、募集範囲(全国、中学生以上)

今年はコルキットを作って観望しています

## 分科会

より深く観察したい人向け

太陽・流星・天文学



# 流星分科会

## 流星分科会

2014年のしぶんぎ群が切欠で発足  
藤井学芸員の指導で流星の観測  
2017年から同時流星観測開始

## 観測装置

自作TVカメラ + UFO capture2

カメラは2種類

CMOS (IMX225, 1/3inch) f=8mm

CCD (ICX672, 1/3inch) f=6mm

## 観測地と観測者

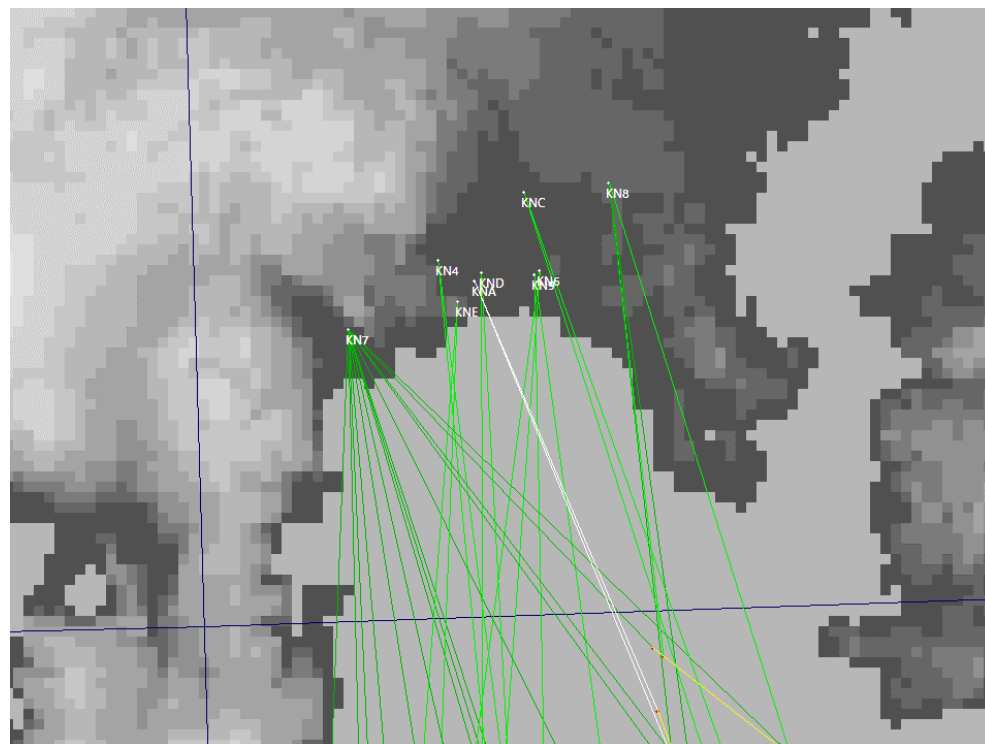
平塚を中心に14台(9名)のカメラ  
観測地が固まっていて交差角が狭い  
画角(30x20deg)が狭い  
大島上空100km, 御蔵島上空100km  
全天の1%弱をカバー



CMOS



CCD



# 2019年 夏のみんなの観測

2019年7月1日から9月23日までの観測を集計しました

観測者は9名でカメラは14台です。KN8\_1はWATECで、他は自作カメラ

解析はUFO orbit2を用いました

観測者が固まっていますので交差角が狭くなり解析の品質はQ1としました

2019/7~9、流星検出数と軌道決定数

No.	観測者	観測地	_ID	_count	_scount	_s%
1	秋山	平塚	KN4_01	831	312	38
	秋山	平塚	KN4_02	567	176	31
2	岡澤	茅ヶ崎	KN6_01	366	218	60
	岡澤	茅ヶ崎	KN6_02	558	183	33
3	清水	小田原	KN7_01	428	241	56
	清水	小田原	KN7_02	416	194	47
4	鈴木	横浜	KN8_1	511	247	48
5	永井	茅ヶ崎	KN9_01	81	58	72
	永井	茅ヶ崎	KN9_02	46	22	48
6	萩原	平塚	KNA_01	227	74	33
7	藤木	座間	KNC_01	18	5	28
8	横関	平塚	KND_01	206	98	48
	横関	平塚	KND_02	223	42	19
9	鳶	大磯	KNE_01	408	60	15

No.4のみWATEC、他は自作

**Q0** : 時刻差(dt),観測点間距離(GD)を満たすすべての組み合わせが計算対象となります。この場合、多くの不適切な組み合わせや精度の悪い結果が含まれます。  
**Q1** : 輻射点位置計算における最低限度の品質を設定します。  
**Q2** : 輻射点位置および速度計算における標準品質を設定します。  
**Q3** : 精度のよい観測の組み合わせのみに絞込みます。

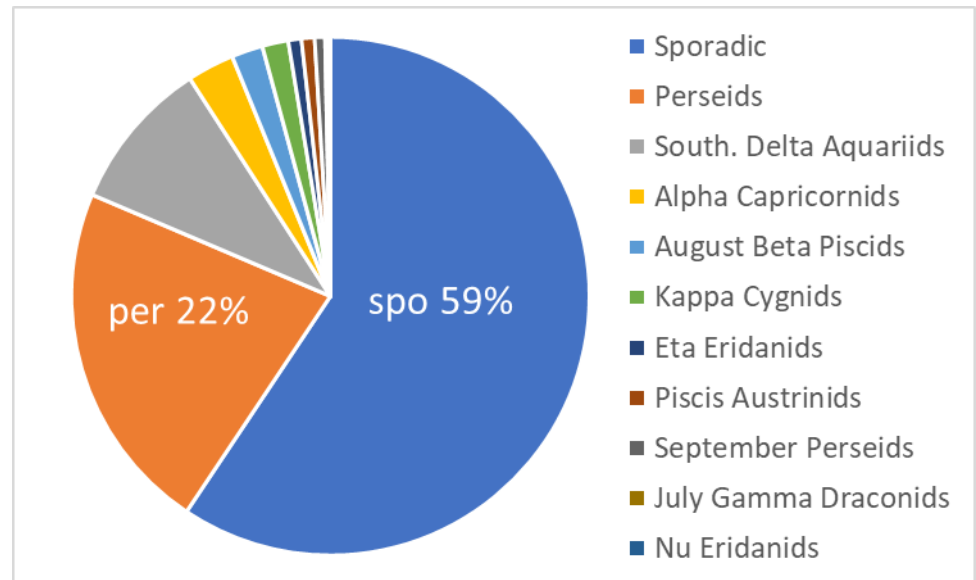
The screenshot shows the configuration window for UFO orbit2. It is divided into 'Single' and 'Pair' sections. The 'Single' section has checkboxes for Qo>, dur>, Nts>, Nos>, leap<, tme<, rstar>, ddeg<, and cdeg<, each with a numerical input field. The 'Pair' section has checkboxes for dt<, GD>, Qc>, Ed<, Ex<, Vo>, e<, H1>H2, and QA>, with numerical input fields for dt<, GD>, Qc>, Ed<, Ex<, Vo>, e<, H1<, H2<, and QA>. There are also checkboxes for dGP<, Gm>, dV<, H1<, H1>, H2<, and zmv<. At the bottom, there are checkboxes for 'drop f check' and 'inout check', a 'Multi' section with a 'dD' input field and an 'update' button, and a 'Vio' input field. The 'preset' section at the bottom right shows Q0, Q1 (selected), Q2, and Q3, along with a 'log' checkbox.

# 軌道の求まった流星・流星群

日心軌道が求まった流星は7月4日から9月17日の613個でした  
ペルセウス座流星群は7月24日から9月1日までの135個でした  
散在とペルセで全体の8割になっていました  
次に多かった $\delta$ Aqr南群は10%で $\alpha$ Cap群は3%以下でした

2019/7~9、軌道が求まった群流星の数

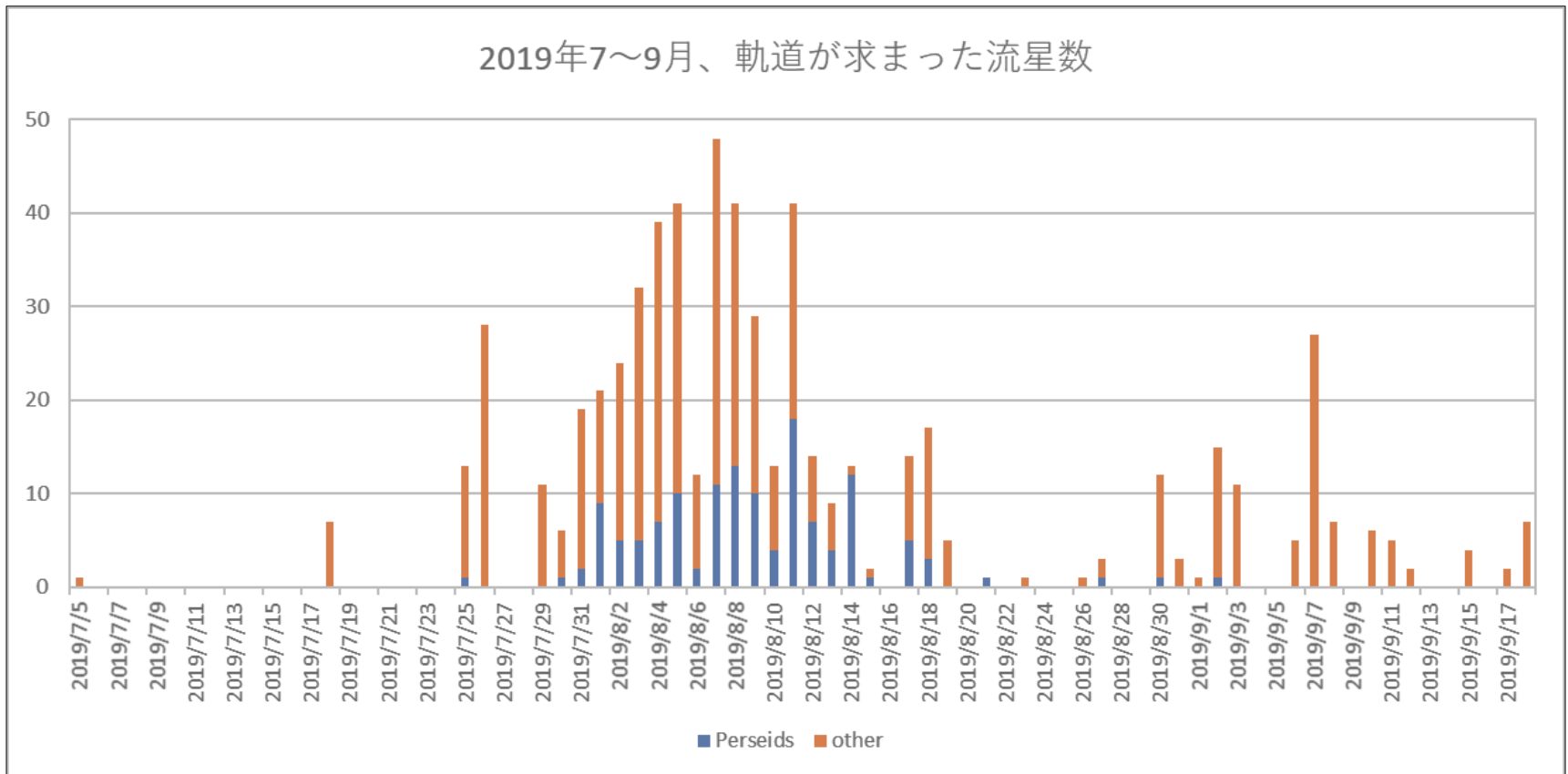
SonotaCo	IAU	number	%
_spo	Sporadic	364	59.4
_J5_Per	Perseids	135	22.0
_J5_sdA	South. Delta Aquariids	58	9.5
_J5_Cap	Alpha Capricornids	18	2.9
_J5_bPi	August Beta Piscids	12	2.0
_J5_kCg	Kappa Cygnids	10	1.6
_J5_Eri	Eta Eridanids	5	0.8
_J5_Pau	Piscis Austrinids	5	0.8
_J5_sPe	September Perseids	4	0.7
_J5_jug	July Gamma Draconids	1	0.2
_J5_nuE	Nu Eridanids	1	0.2



Based on "ALL SHOWER LIST edited by SonotaCo 2009 April 16"

# 軌道が求まった流星の日別数

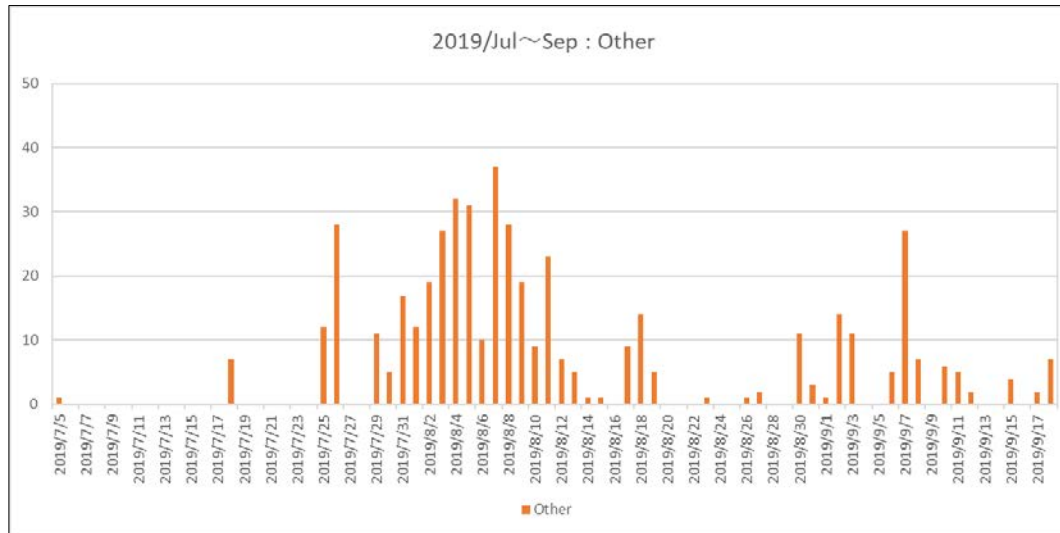
全部



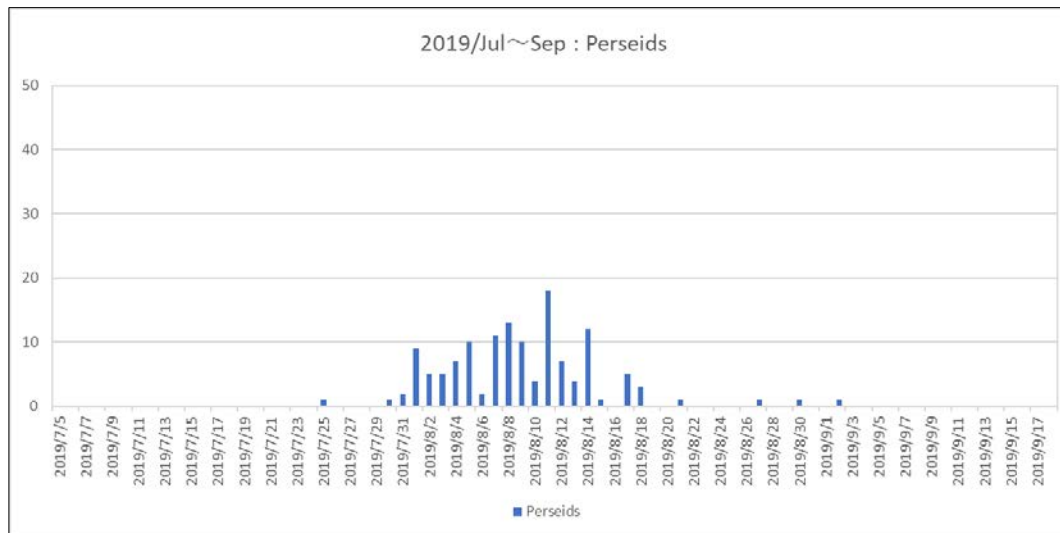
7月、めちゃめちゃお天気悪い

8月、お盆は台風、以降は秋雨、8月1,2週だけ晴れました

# ペルセ群と他の流星数の日別数



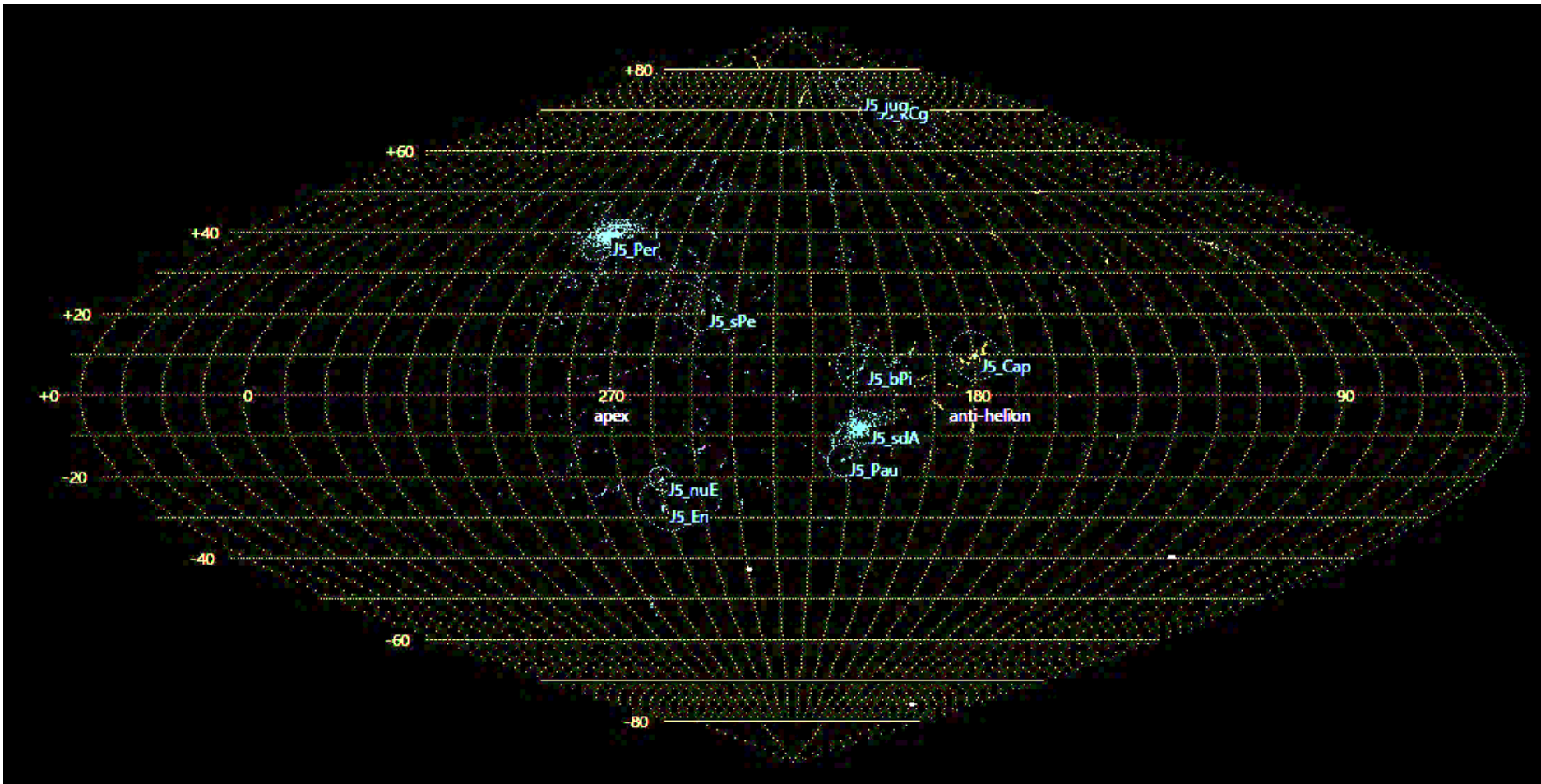
Per以外



Per群

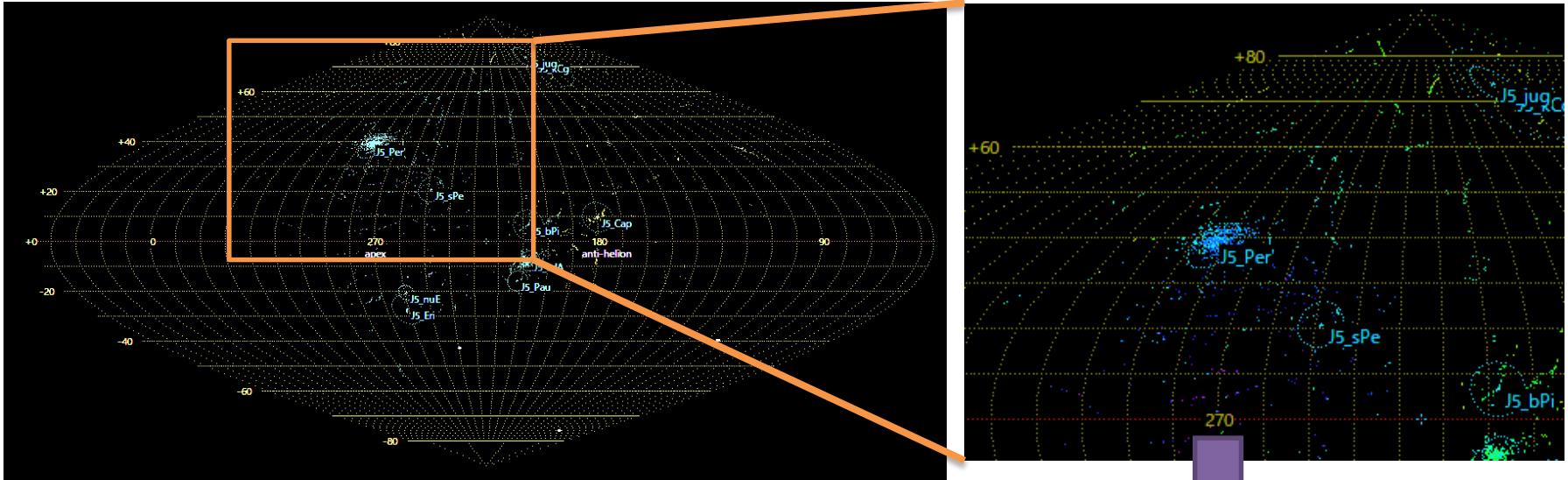


# Radiant

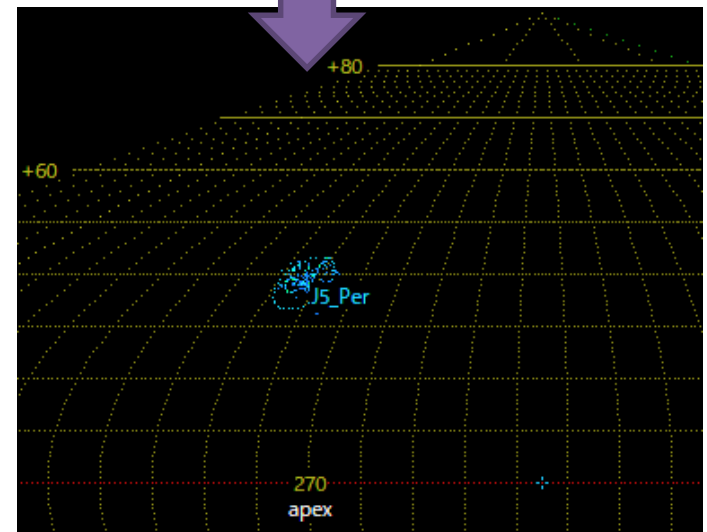


Based on "ALL SHOWER LIST edited by SonotaCo 2009 April 16"

# Perseid meteor shower

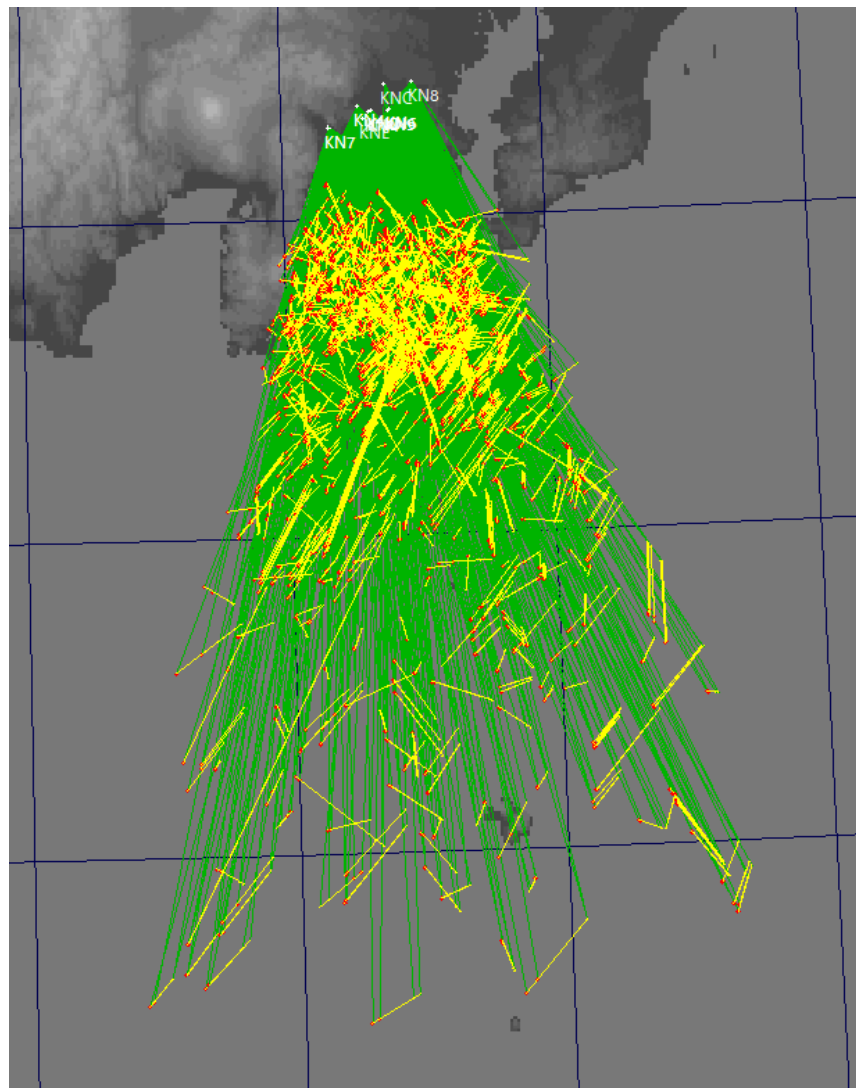


観測精度の影響なのか、全体のRadiantを見るとPer群はもう少し多かったのかも知れません

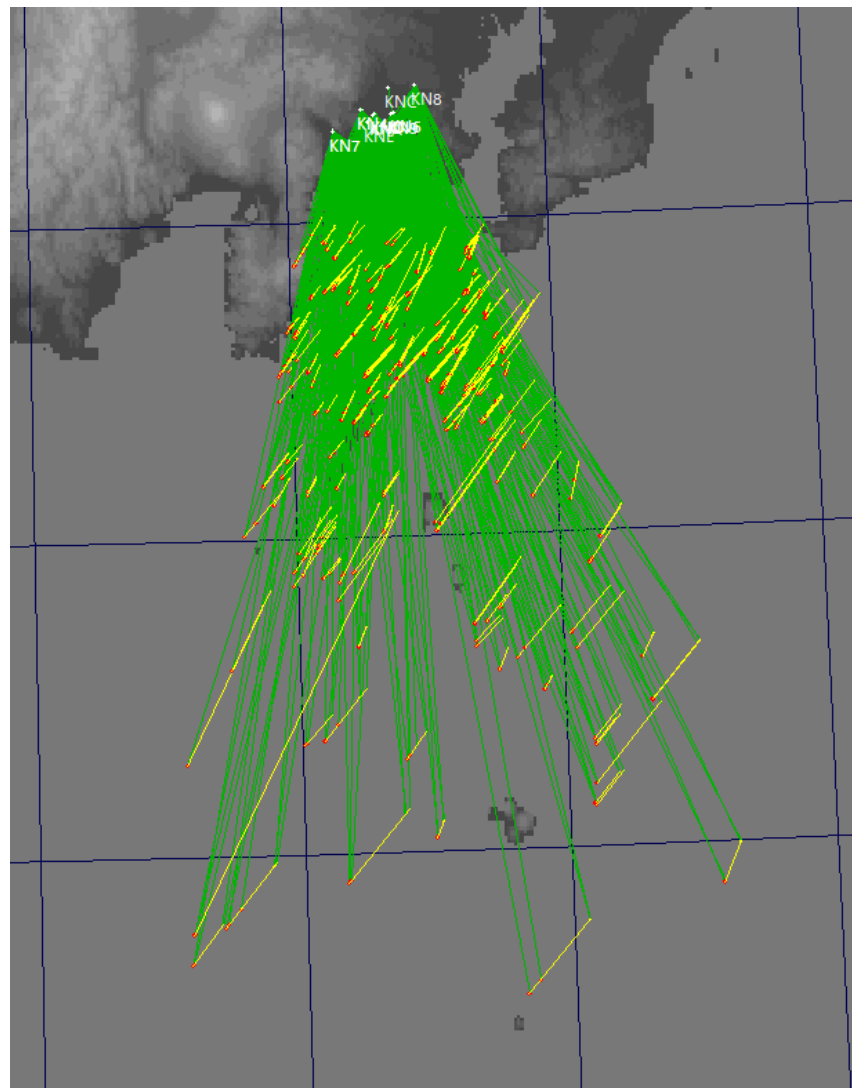


# Ground Map

全部

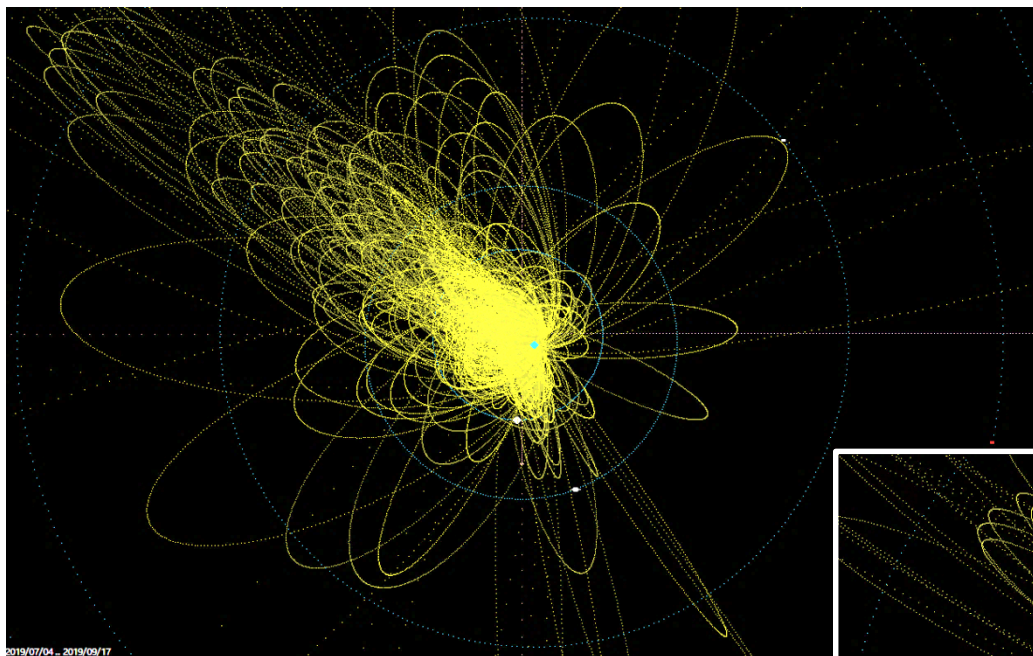


Per群

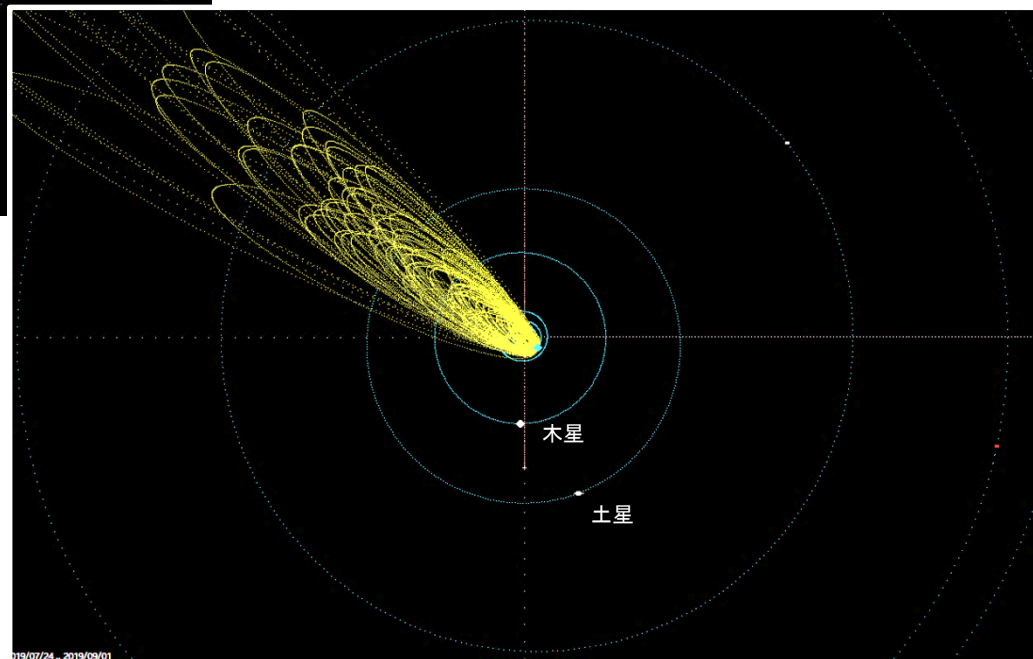


# Orbit

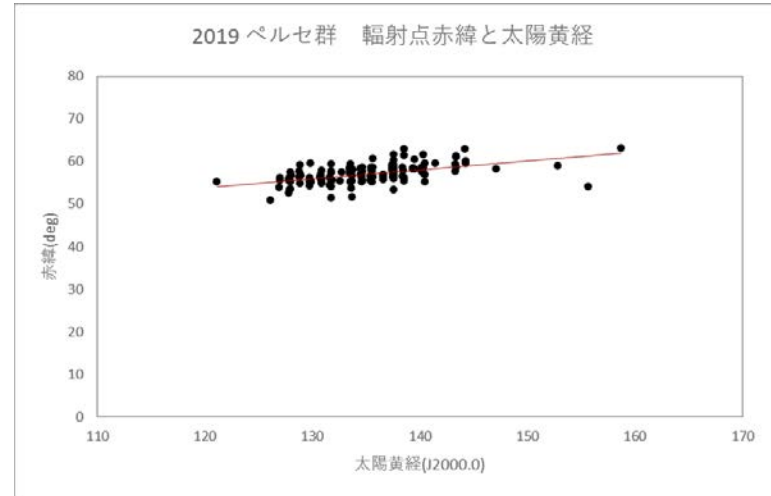
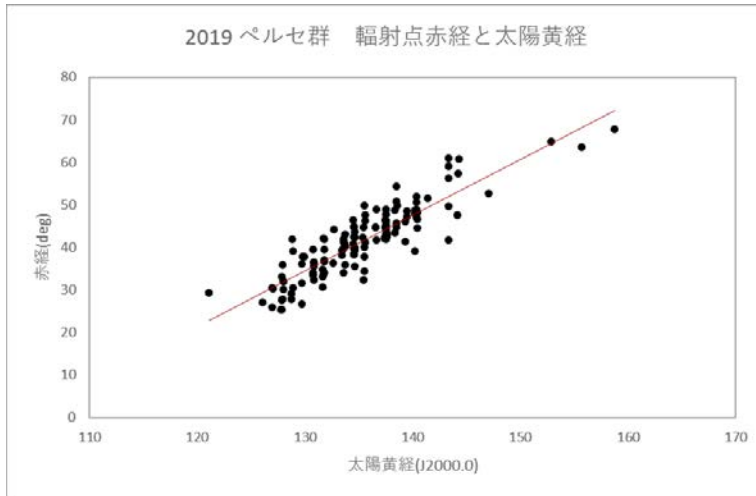
全部



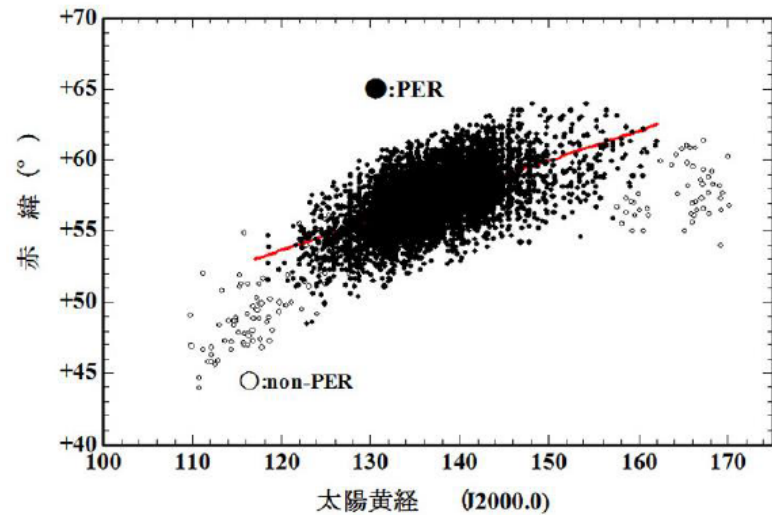
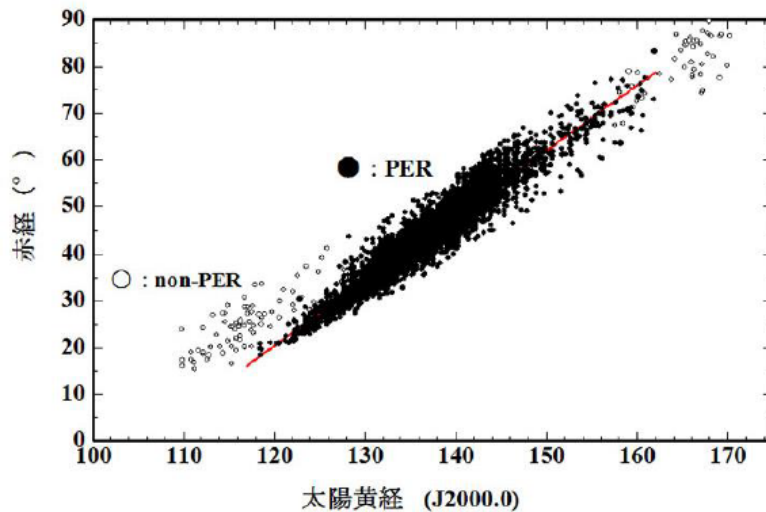
Per群



# 放射点と太陽黄経

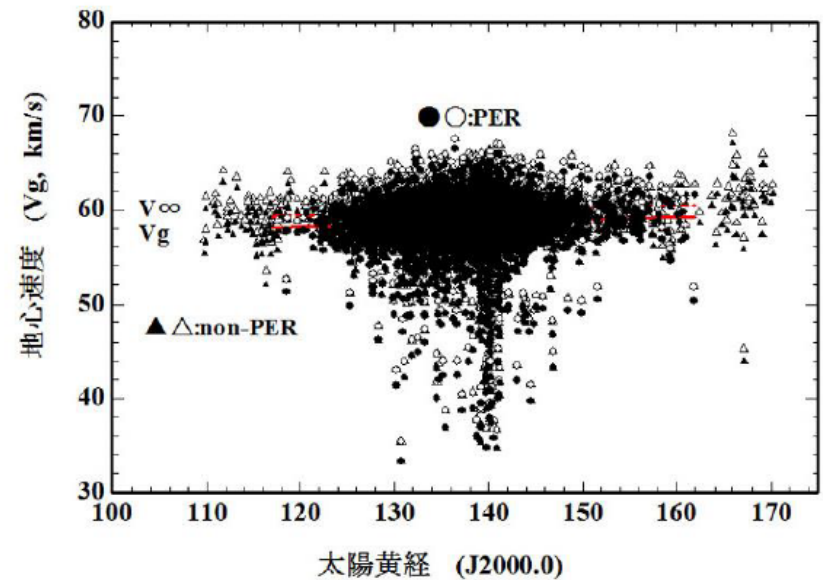
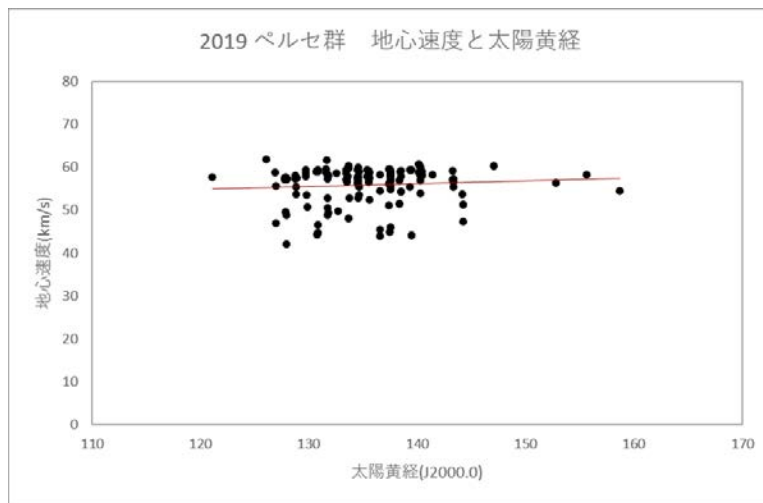


天文回報 No.925(Aug/2019)



# 地心速度と太陽黄経

天文回報 No.925(Aug/2019)



観測精度の影響なのか、速度の遅い物が散見します。そのため、近似式の数値も下がってしまいました

図7 2008～2017年におけるペルセウス座流星群同時流星の太陽黄経に対する速度とその変化  
○△：初速、●▲：地心速度

$$V_g = 58.70 + 0.026(\lambda - 139.2^\circ) \pm 2.21 \text{ km/s}$$

# 絶対光度と発光点・消滅点高度

天文回報 No.925(Aug/2019)

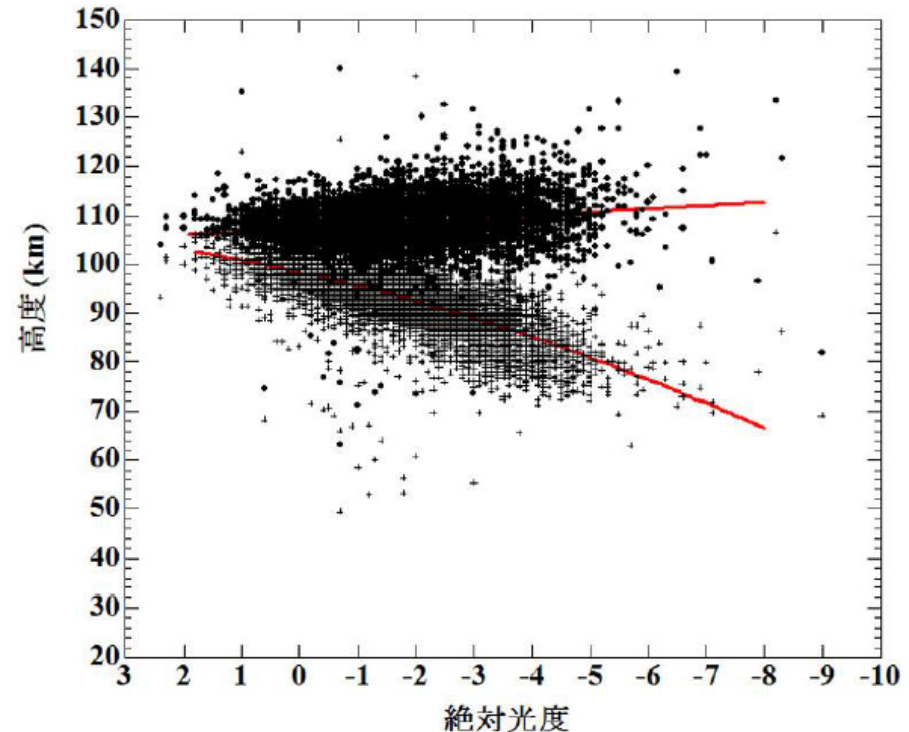
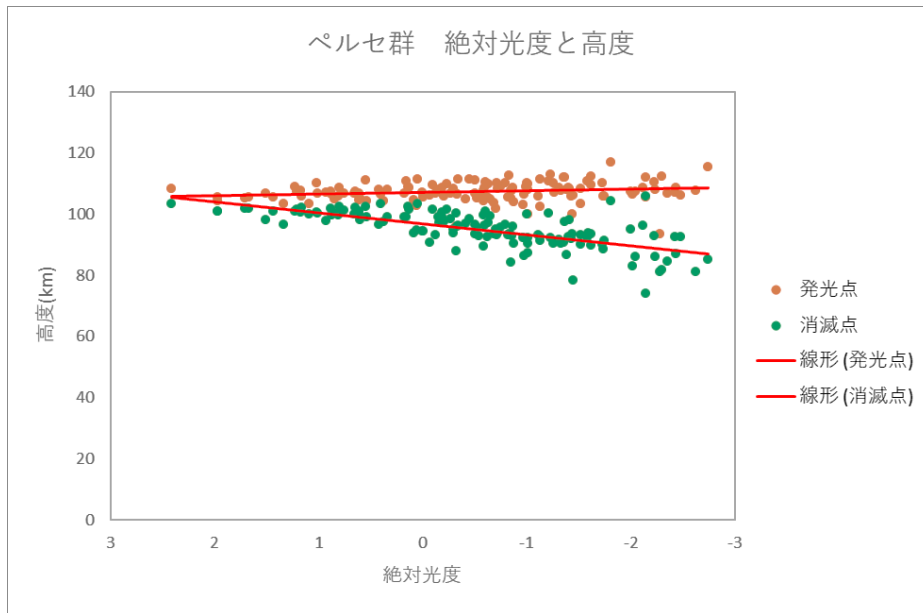


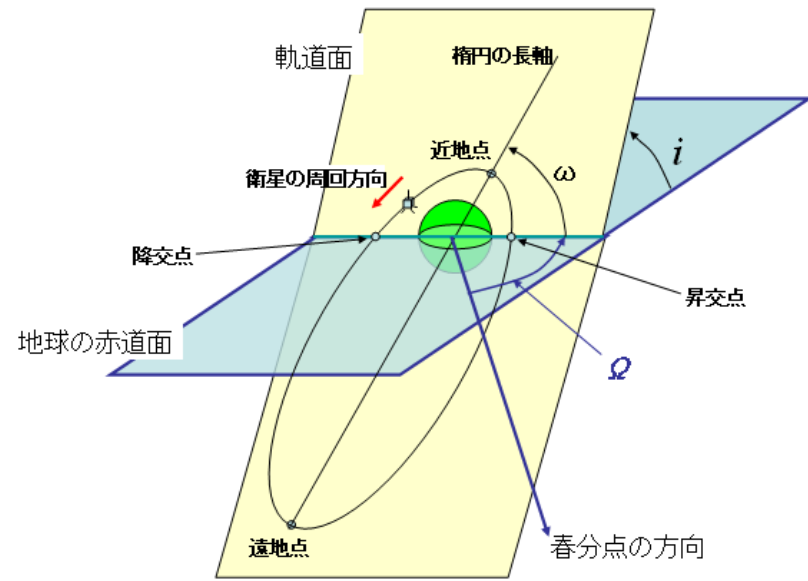
図8 2008-2017年のペルセウス群・TV同時流星10,057個の絶対光度と発光点(●)、消滅点(+)の高度の関係。

# 軌道要素

観測から得られたこの夏のペルセ群135個の軌道要素を  
母天体(スィフト・タートル彗星)と比較しました

## スィフト・タートル彗星

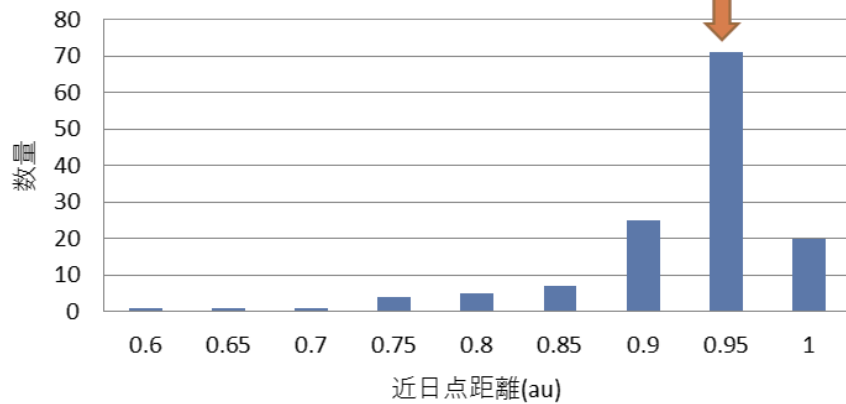
要素	記号	値
軌道長半径(au)	a	26.0920695
近日点距離(au)	q	0.9595162
離心率	e	0.963225755
周期(year)	p	133.28
近日点引数(deg)	Peri ( $\omega$ )	152.9821676
昇交点黄経(deg)	Node ( $\Omega$ )	139.3811921
軌道傾斜角(deg)	Incl (i)	113.4538170



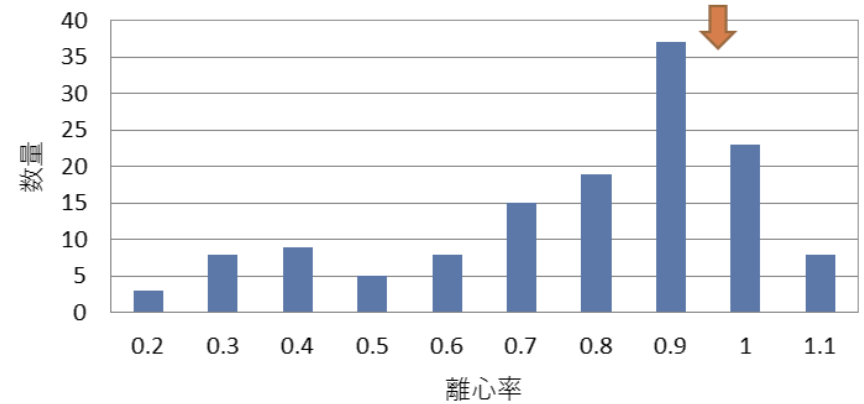


# 近日点距離と離心率

ヒストグラム：q



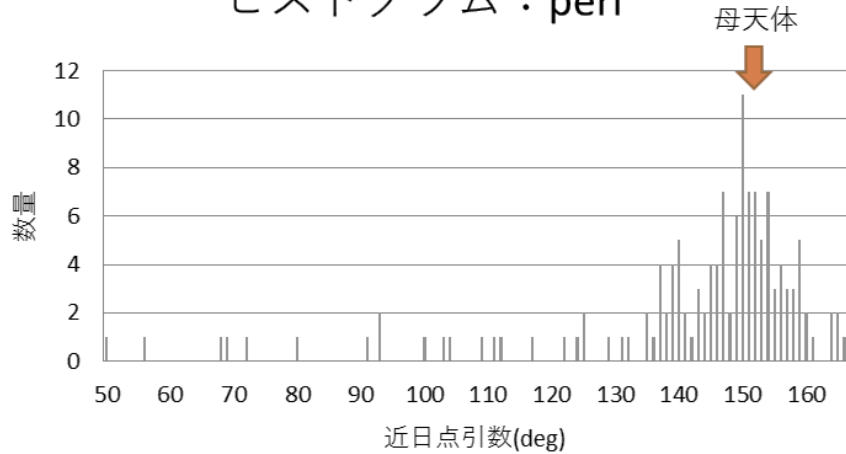
ヒストグラム：e



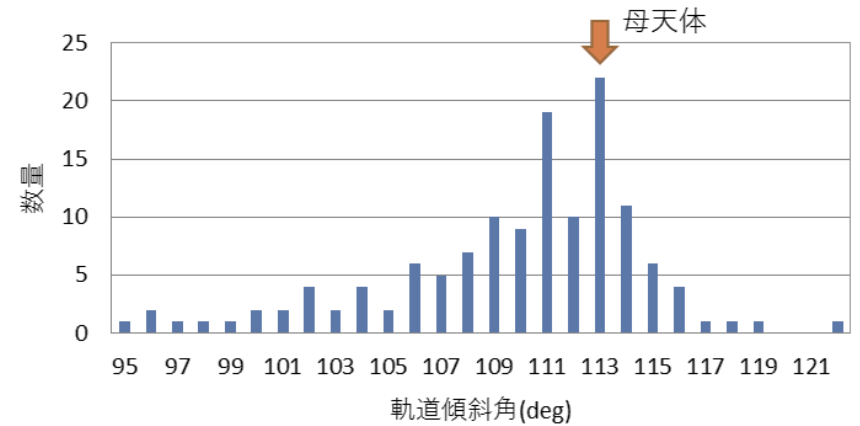
近日点距離はあまり変わらないようだ  
離心率はわずかに減っているようでもある

# 近日点引数・昇交点黄経・軌道傾斜角

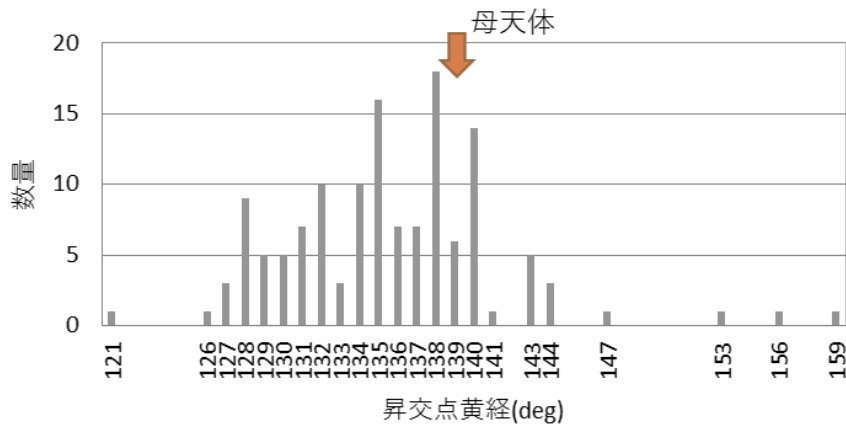
ヒストグラム：peri



ヒストグラム：icnl



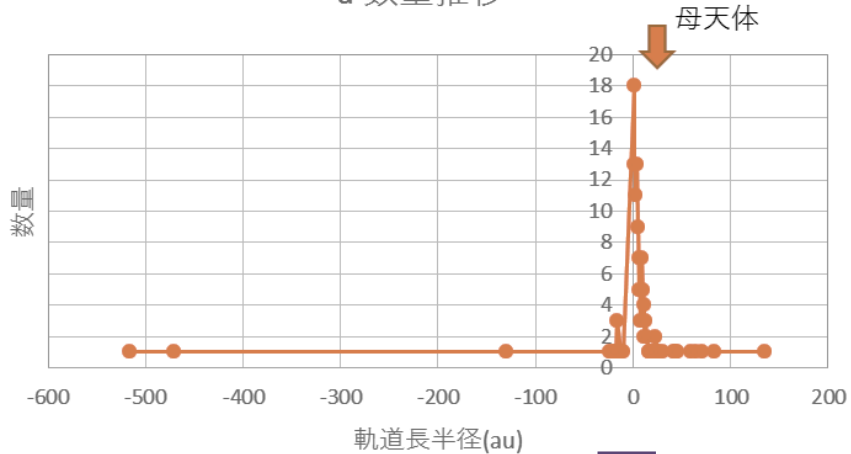
ヒストグラム：node



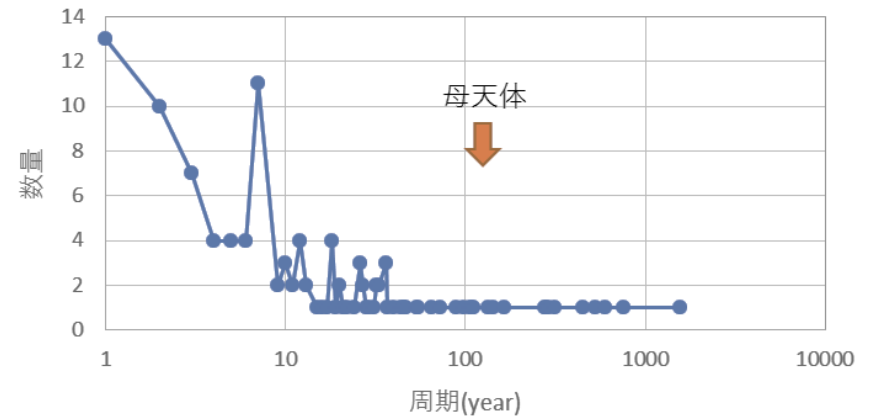
近日点引数と軌道傾斜角はあまり変わらないが、昇交点は減ってゆくようだ

# 軌道長半径と公転周期

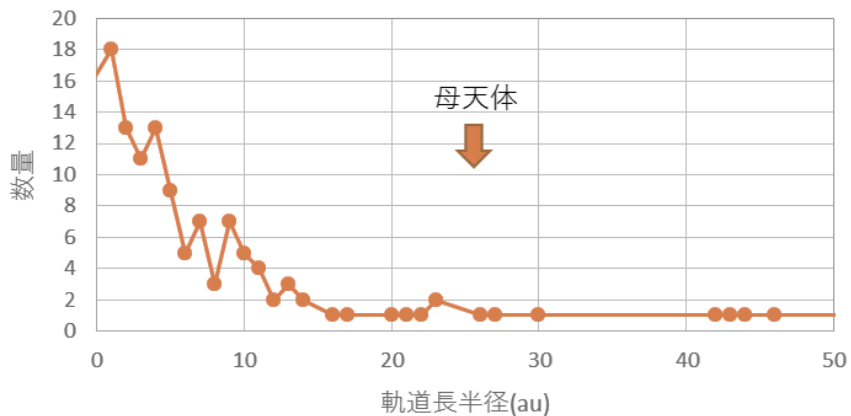
a 数量推移



p 数量推移



a 数量推移



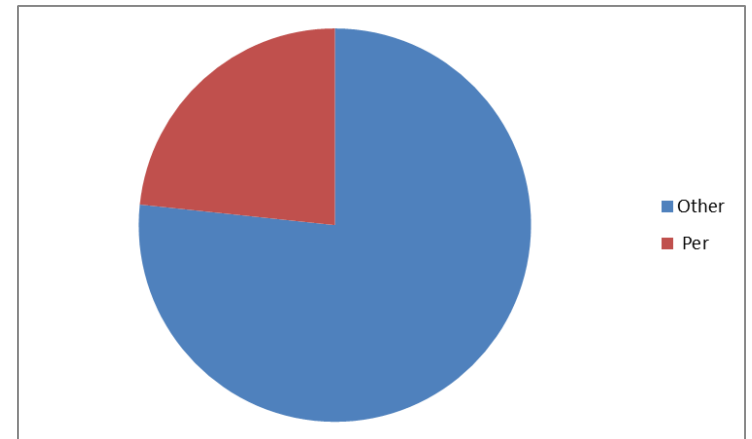
周期が長い物は地球との衝突周期も長くなるので観測期間が減ると流星数も減るようです

そのため、軌道長半径の小さな物の観測数がおおくなる

# スペクトル撮影

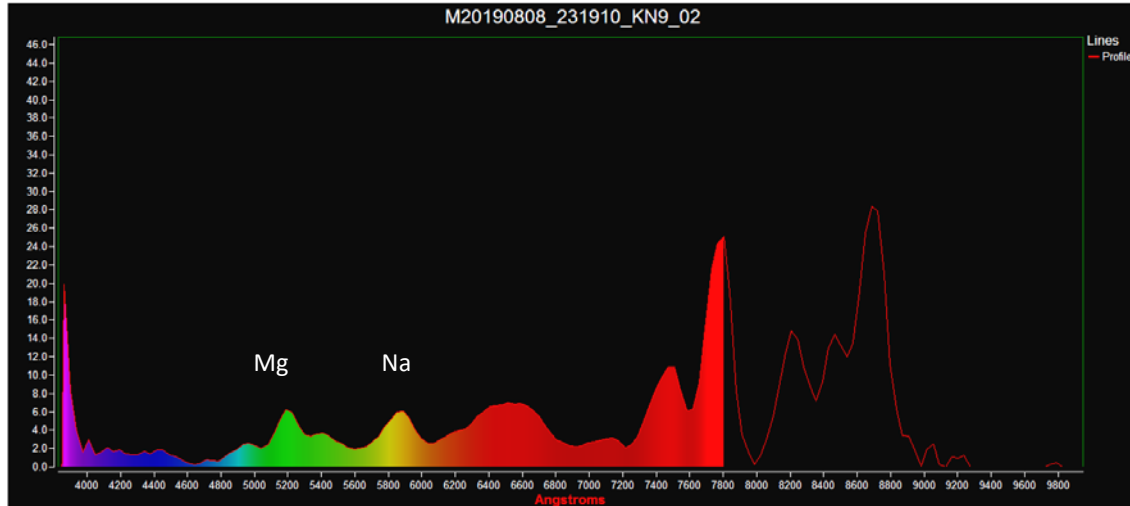
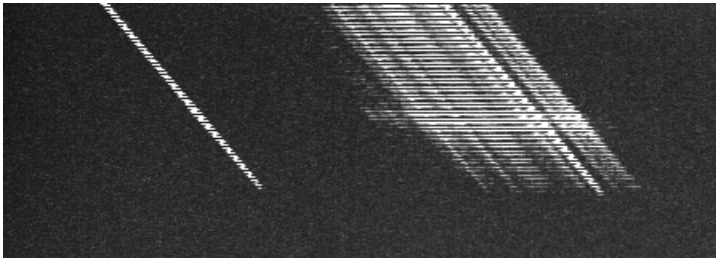
No	Local time	ID	remarks
1	M20190801_003853	KN9_02P	
2	M20190802_032426	KN9_02P	
3	M20190805_023930	KN9_02P	
4	M20190808_231910	KN9_02P	Bright
5	M20190809_030524	KN9_02P	
6	M20190810_031612	KN9_01P	
7	M20190812_033218	KN9_02P	Bright

8月中に取得されたスペクトルは30個でした  
その中でペルセウス座流星群の物は7個でした  
暗いものが多かった

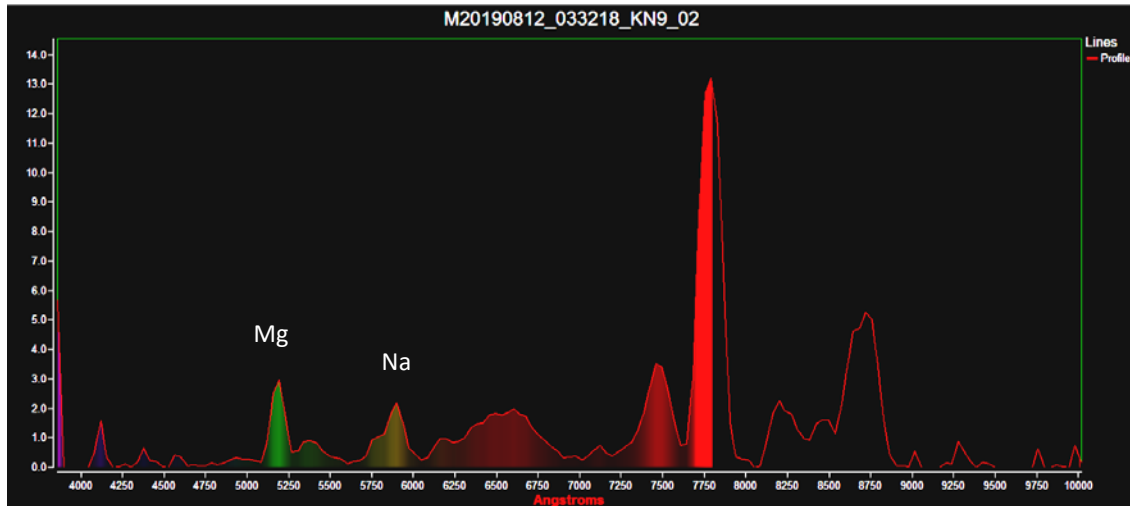
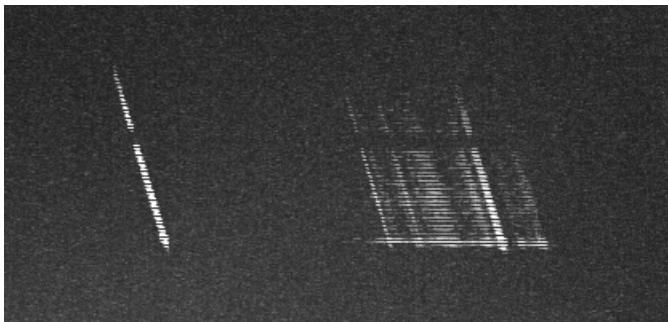


# 明るい流星のスペクトル画像

M20190808\_231910



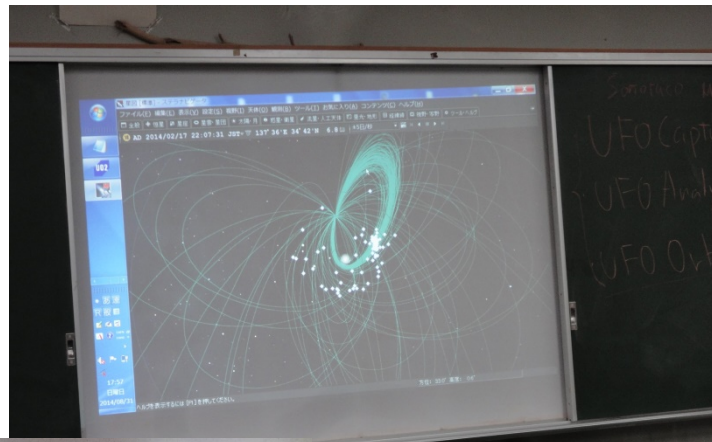
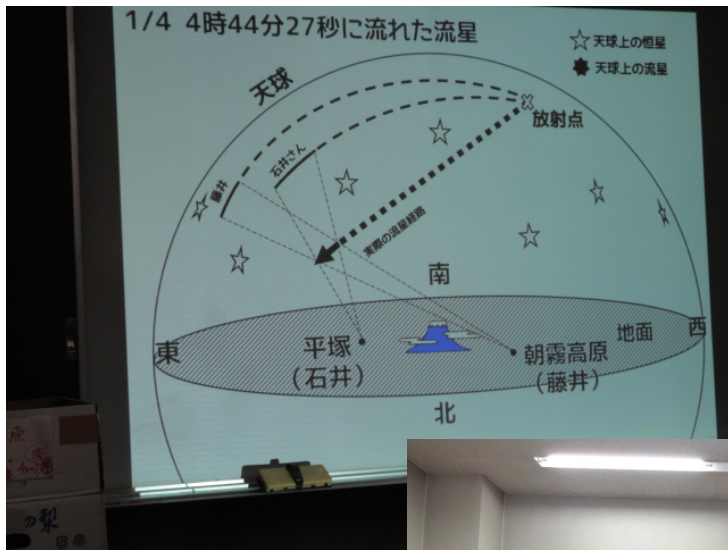
M20190812\_033218



二つはよく似たスペクトルです

# おしまい

## 流星観測の集計をしてみました



## 「MSS29-流星群」分類の追加

MSS資料集において、今まで「流星群」分類が無かったため、「MSS27-輻射点」「MSS08-観測理論」などに分類してきた。IAUMDCが流星群の登録を始めてから、流星群の議論が活発になり、発表も多くなっている。

そこで今更ながらではあるが「MSS29-流星群」分類を作成することにした。過去の発表も全て分類し直すことは非常に負担が大きいため、第152回流星物理セミナーの発表から「MSS29-流星群」への分類を行うことにする。

### 1. IAUMDC Meteor shower list (以下単に IMS と略す) との比較: IMS の問題点

IMS をそのまま使うのは問題が多すぎるので、注意すべき点の概略を示す。IMS では一つの流星群に対して複数の観測報告が掲載されているが、相互の矛盾がしばしば無視できない大きさになっている。どの観測を選ぶかによって群判定が大きく異なるものになるのは当然である。なお、ここでの輻射点の位置は $(\lambda-\lambda_s, \beta)$ の座標におけるものであり、 $(\alpha, \delta)$ の場合にはさらに大きな違いである場合が少なくない。次に示すのは IMS で 100 番までの流星群で、太字は「確定群」である。

極大時の太陽黄経も輻射点の位置も大きく異なるものが存在する。

**KCG, COM, AVB, NIA, SLY, ODR**

極大時の太陽黄経のみ大きく異なる

**STA, DRA, HYD, NTA, KSE, ETA, ZCY, ZSE, NCC, SCC**

輻射点の位置のみ大きく異なる。

**SDA, TAH, COR, SSG, KAQ, VEL, RGE**

このように流星群の中でどの観測を指すのかを明示する必要があるので、以下では 033NIA01 のように IAU-No.+code+Ad.No.と特定して示すことにする。ここで Ad.No.は IMS の中で登録されている順番を示すものであるが、0 から始まることに注意する必要がある。

### 2. ALL\_SHOWER\_NAMES (以下 ASN と略す) の問題点

ASN にはいくつか IMS に掲げられている流星群と異なる部分がある。各群について ASN における誤記、混同等の細かな問題についての詳細な説明は付録 1 を参照されたい。ASN の流星群がすべて UFO ソフトで有効とされているわけではないが、以下に述べるように有効とされていないものの中にも注目すべきものがあるので、まずは無効となっているものも含めて IMS と比較していくことにする。ここで有効、無効は 2007-18 年の SonotaCo ネットで公表されているデータで帰属流星数があるか、無いかを意味している。

基本的に ASN は Jenniskens, 2006 (または最初期の IMS=Jenniskens, 2006 の丸ごとコピー) を使用しているとみられる。\_Ig が付されている行は IMS では複合群(group)として扱われているもので、これが無効となっているのは妥当である。IMS に掲載されている<流星群>がすべて実在するとみなすことは危険である。

現在では SonotaCo ネットに触発されたグループによる多数のデータが IMS に登録されている。ASN では IMS の 343 番の流星群まで含んでいるが、中には Jenniskens, 2006 のものをわざわざ用いているものもある。Jenniskens, 2006 で用いられているデータは、眼視、写真、電波であり、ビデオ及び CMOR のデータは含まれていない。現在では、些か古いと言わざるを得ない。

さらに、IMS の問題点の中で指摘したように IMS には不適切と言える観測も含まれており、ASN でその不適切と言える観測値が用いられている場合もある。また、不適切とまでは言えなくても、IMS で最初の登録(流星群の中での初行)を利用しており、より適切な観測値に変更した方が良いものも少なくない。

### 3. ASN 改定に向けての提言

無論、以下の提案は SonotaCo ネットで改定を検討して頂きたいという趣旨であって、これをそのまま採用してほしいという意味では些かもない。基本的には 2007-17 年の SonotaCo ネットのデータで DR>2, N3>20 であることを判断基準としている。

#### 3. 1. 特別に改定を要しないもの

現状で特別な問題はないが、IMS の問題点の中で触れたように、IMS に示されたリスト中でどの Ad.No.のものを用いるか検討しなおすことも考えられる。また、輻射点の広がり、活動期間等の設定も再検討する方が望ましい。たとえば、STA, NTA, COM 等については活動期間の設定を再検討することが望まれる。また、AVB については AVB0 ではなく AVB4 等の方が良いと思われる。この他、Ad.No.が 0 のものが使われている場合には検討が必要であろう。

\_J5\_Cap, \_J5\_sTa, \_J5\_Gem, \_J5\_sdA, \_J5\_Lyr, \_J5\_Per, \_J5\_Ori, \_Ie\_DRA, \_J5\_Qua, \_J5\_eVi, \_J5\_kCg, \_J5\_Leo, \_J5\_Urs, \_J5\_Hyd, \_J5\_nTa, \_J5\_And, \_J5\_Mon, \_J5\_Com, \_Ie\_AVB, \_J5\_Lmi, \_Ie\_EGE, \_Ie\_KSE, \_J5\_etA, \_Iw\_SSG, \_Iw\_SLY, \_Iw\_AAN, \_Iw\_SLE, \_J5\_eLy, \_Ie\_JBO, \_Ie\_ARI, \_J5\_Pau, \_J5\_Eri, \_Ie\_AUR, \_J5\_sPe, \_Iw\_NPI, \_J5\_noO, \_Ie\_ORs, \_J5\_oCt, \_Iw\_JLE, \_Iw\_OSE, \_Iw\_XCB, \_J5\_aHy, \_J5\_ocU, \_J5\_xVi, \_J5\_kDr, \_J5\_nuE, \_J5\_oEr, \_J5\_psU, \_J5\_tPy, \_J5\_xUm, \_J5\_hVi

なお、\_Ie\_JBO、\_J5\_dSx の観測数は少ないが、\_Ie\_JBO は回帰年に観測されたものとして、また他は昼間群として例外的に含めている。

#### 3. 2. 更新すべき流星群



\_Iw\_NDA の設定は古典的なものであり、\_J5\_bPi が現在 IMS で NDA とされているものである。この NDA の活動実態は BPI という呼称の方が適切ではあるが、混乱を招くので群判定に\_Iw\_NDA は用いない方が良い。\_J5\_bPi のデータを NDA の判定に用いるべきである。

\_J5\_daD の活動期間、輻射点の広がりは大きすぎて、QUA の活動に入り込んでしまっている。

\_Ie\_NIA には 033NIA01 の値が用いられているが、現在“NIA”とされているものの多くは $\lambda_s=160$  前後の活動を指しており、033NIA2, 3, 6 のいずれかを採用する方が適切である。

\_Ie\_NZC は 164NZC0 を用いているが 164NZC3 等の新しいものが良い (付録 2 の\*1: \_sm025 参照)。  
\_Iw\_JPE は 175JPE0 を用いているが、輻射点の位置に問題があるので 175JPE2 等を、\_Iw\_SPI は 216SPI0 を用いているようだが、216SPI0 は $\lambda_s=184$  であり、 $\lambda_s=174$  としているのは誤りである。

### 3. 3. 新規登録することが望まれる流星群

#### 3. 3. 1. その後に追加された「確定群」

346XHE1, 348ARC1, 362JMC2, 372PPS2, 388CTA1, 390THA1, 404GUM2, 411CAN1, 427FED1, 428DSV2, 431JIP1, 445KUM1, 446DPC0, 506FEV2, 510JRC1, 512RPU2, 524LUM1, 526SLD1, 529EHY1, 530ECV3, 533JXA3, 549FAN1, 569OHY0

529EHY1 は 16HYD に近いいため、輻射点の範囲を 5 度に設定すると 16HYD が混入する。

#### 3. 3. 2. “working list”の中でも注目される流星群

Working	$\alpha$	$\delta$	$\lambda_s$	$\lambda-\lambda_s$	$\beta$	Vg	N3	DR
370MIC0	320.3	-28.3	104	209.9	-12.2	38	23	4.06
410DPIO	10.9	5.5	92	280.2	0.7	71	11	3.30
415AUP0	7.5	18.3	132	242.2	13.8	66	51	2.94
416SIC0	36.7	65	169	251.2	47.0	50	36	2.30
417ETT0	55.5	23.7	211	207.7	3.9	47	36	2.40
429ACB0	233.282	27.007	309.89	271.8	44.5	58	76	2.68
430POR0	74.885	8.439	178.424	256.1	-14.2	68	87	2.27
444ZCS0	6.9	50.7	113.2	277.8	42.8	57.3	159	6.62
450AED0	307.2	11.8	20.2	292.8	29.9	61.5	42	6.99
462JGP0	358.6	14.2	120.8	243.7	13.6	62.6	53	5.30
465AXC0	4.9	48.9	135.8	252.4	42.0	55.5	61	2.86
480TCA0	137.5	30.5	207.3	283.5	13.5	67.2	85	2.71
483NAS0	149.9	-3.4	231.4	281.8	-14.7	71.1	36	3.72
488NSU0	148.3	59.2	241.6	244.9	42.9	55.3	45	2.54
493DEC0	166	-10	251.9	279.2	-14.7	70.6	51	2.32
497DAB3	212	22.1	263	297.9	32.7	60.2	34	4.63
500JPV2	223.1	1.2	289	291.3	16.9	66.5	79	4.47
502DRV0	185.1	12.9	252.5	287.0	13.8	68.1	95	3.56
505AIC0	356.8	-9.6	145.4	207.8	-7.5	37.24	81	2.86
507UAN0	19.8	42.5	98	297.7	31.4	58.8	28	6.99
514OMC1	306.7	-32.2	57.7	243.5	-12.7	65	24	7.99
515OLE0	144	7	296	208.0	-6.9	41.5	36	2.40
517ALO0	244.9	1.3	15.8	226.9	22.4	56.4	30	7.49
519BAQ0	323	-0.4	46.3	278.9	13.5	68.4	28	5.59
520MBC0	303	-15.6	56.8	244.9	4.3	65.7	27	6.74
523AGC0	358	76.4	155.1	263.1	63.5	44	60	9.47
527UUM0	148	59.4	240.4	245.8	43.0	55.1	43	2.53
531GAQ0	301.8	13.8	45	262.7	33.2	62.7	40	2.45
535THC0	23	-10.2	137	240.3	-18.4	61.8	16	2.09
556PTA0	63.9	29.1	193	234.2	7.7	60.2	28	2.05
558TSM0	117.9	-6.1	221	260.3	-26.6	64.2	53	2.01
563DOU0	159.5	43	269	234.5	31.6	56.7	89	3.03
575SAU0	107	40.4	235	228.5	17.8	56.5	32	2.52
594RSE0	234.9	25.1	298	286.5	43.1	56.6	27	2.38
598TCT0	28	-18	119	259.9	-27.5	65	33	7.61
602KCR1	174.9	-16.2	294.2	247.8	-16.9	66.4	50	2.31
614JOS0	240.4	-0.3	308	290.3	19.9	65.6	23	2.30
638DZT0	86.4	18.3	260	186.6	-5.1	25.8	103	2.25
642PCE0	8.2	-5.3	161	204.4	-8.1	36.5	51	5.88
644JLL1	140.2	23.4	288	207.3	7.5	38.6	59	2.60
645PHC0	121.1	29.3	190	287.1	8.7	67.8	34	3.29
667JTPO	355.8	7.9	70	289.3	8.9	66.6	38	5.69
836ABH0	249.7	23	20.3	223.1	44.6	47.5	20	2.50

841DHE0	256.2	23.7	19.5	232.1	46.3	49.5	22	3.66
860PAN0	355.9	46.5	71.6	307.9	43.2	49.9	12	11.99
873OMI0	39.9	-6.4	152.8	242.5	-20.8	61.9	23	2.76
878OEA0	73.4	45.3	207.7	229.7	22.6	56	20	3.16
882PLE0	172.1	-4.3	232.5	302.0	-7.1	64	15	5.00
893EOP0	260.3	-16.4	358	262.6	6.7	71.6	31	4.04
919ICN0	199	-38.9	301.1	272.1	-28.4	63.9	17	2.43

\*N3、DR については末尾の注を参照のこと。

370MIC0 は 165SZC3 と同一群の可能性があり、検討する必要がある。860PAN0 と 882PLE0 は昼間群に近いという観測条件を考慮して、例外的に含めている。

### 3. 3. 3. ASN で無効とされているが有効にすべきと考えられる流星群

\_Ie\_JCO は 90JCO1、\_Ie\_SZC は 165SZC3、\_Iw\_GDR は 184GDR0、\_Ie\_AMO は 246AMO1、\_Ie\_ORO は 257ORS3、\_Iw\_XCB は 323XCB4 を使用することが望ましい。

### 3. 4. 削除が適当と思われる流星群

2007-18 年の SonotaCo ネット全流星数の中でほとんど帰属判定がなされていないもの、IMS に存在しても不明確なものは削除することが適当と考えられる。以下には、歴史的観測や電波観測（昼間群）を含んでいるが、それらを含めるか否かは使用者の判断による。以下には「確定群」のみを示す。基本的に 'working list' のもので「3. 1. 特別に改定を要しないもの」に含まれないものは削除した方が良くであろう。

\_Ie\_TAH, \_Ie\_COR, \_Iw\_NCC, \_Iw\_SCC, \_Iw\_XSA, \_Iw\_MKA, \_Ie\_PPU, \_Ie\_APS, \_Iw\_EAU, \_Ie\_NOC, \_Ie\_OCE, \_Iw\_SMA, \_Ie\_PCA, \_Ie\_XRI, \_Iw\_AUD, \_Ie\_BHY, \_Ie\_OCC, \_Iw\_XDR, \_Iw\_ALY, \_Iw\_TCB, \_Iw\_LBO, \_Iw\_EPR, \_Iw\_DLT, \_Iw\_EPG, \_Iw\_BEQ, \_Iw\_ALA, \_Iw\_SSE

\_Iw\_NCC と \_Iw\_SCC は ANT の領域にあり、明瞭な輻射点の集中を持たない。これを流星群として認めるか否かは使用者の判断である。

### 3. 5. ASN で IMS の No. をもたない流星群について

	$\alpha$	$\delta$	$\lambda_s$	$\lambda-\lambda_s$	$\beta$	N	N3	DR	注(付録参照)
_J2_c1av	15.5	35.6	127.2	261.6	26.6	68	45	0.76	
_J2_izia	357.1	-2.2	180.8	175.7	-0.9	16	14	1.05	
_J2_nfbv	157.1	34.9	236.0	269.4	23.4	113	51	0.81	
_J2_vlgw	215.0	10.0	315.7	253.5	22.6	81	57	1.02	
_J2_wndt	234.7	21.7	322.7	262.9	39.8	43	30	0.79	
_sm_010	317.2	43	37	304.0	55.4	78	25	1.21	
_sm_025	312.2	-5	104	209.2	12.3	177	176	5.44	*1
_sm_026	15.3	23.5	101	282.3	15.6	572	283	2.06	*2
_sm_095	130.9	29	200	285.6	10.5	316	135	1.53	*3
_J3_aCm	104.1	-19	297.1	170.8	-41.6	0	2	0.37	*4
_J3_aHy	138.7	-8.4	296.6	207.4	-23.2	0	54	1.41	*4
_J3_And	20	34	190.7	201.1	23.6	2	35	1.08	*4
_J3_bPa	308	-63	17.2	275.1	-42.5	0	0	0.00	
_J3_bPh	11.9	-42.8	196.3	153.3	-43.1	0	0	0.00	
_J3_Cam	121.8	68.6	359.9	106.5	47.0	0	3	3.00	
_J3_cLe	166	11.5	13.7	149.0	5.1	8	4	1.33	
_J3_dDr	281	68	14.7	9.0	85.5	13	14	1.75	
_J3_Eri	52	-15	155.7	249.3	-32.7	0	18	0.87	*4
_J3_fBo	240	51	40.7	170.5	68.4	0	5	0.37	
_J3_gCo	184.7	-19	304.6	247.4	-15.5	4	36	1.83	*5
_J3_jLy	278	35	85.2	197.3	58.1	4	0	0.00	*4
_J3_kSc	267	-39	55.7	211.9	-15.6	0	1	1.00	
_J3_neC	20.3	-13.1	167.5	206.0	-20.0	1	8	1.71	*6
_J3_Sex	152	0	184.7	329.3	-10.8	0	14	5.25	*4
_J3_tCe	210	-40	312.7	269.8	-25.9	14	22	1.27	*4

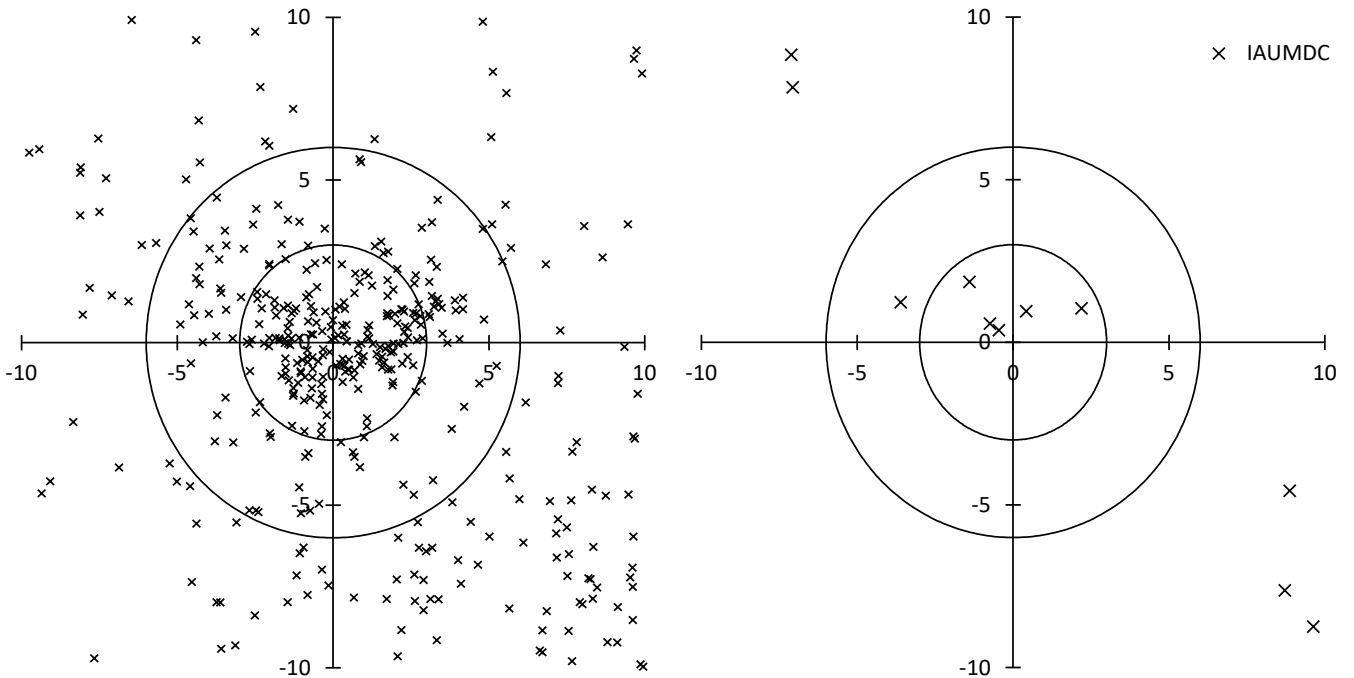
一般に  $N > 20$  かつ DR が 2 以上であれば、流星群の活動がかなり確実であると考えられる。それらの多くは既に ASN に登録されており、IMS の報告によって更新すべきものがいくつか存在する（詳しくは付録の注を参照されたい）。

付録 1 : ASN で問題のある流星群

- \_Iw\_PEG は現在、IMS では除籍リストに移動されている。
- \_Ie\_DLM は現在、IMS では除籍リストに移動されているが、現在でも DLM という呼称はよく用いられている。
- \_Ie\_ASC は現在、IMS では除籍リストに移動されている。
- \_Iw\_ZDR は IMS には存在せず、Jenniskens, 2006(Lindblad, 1971b)からの引用である。
- \_Iw\_SLY は IMS には存在せず、Jenniskens, 2006(Lindblad, 1971b)からの引用である。
- \_Iw\_GBO の RA は 224.4 ではなく、222.4 が正しい。
- \_Iw\_AAN は 110AAN00 の IMO のデータと Jenniskens, 2006(Galligan and Baggaley, 2002)を組み合わせたものである。
- \_Iw\_FCM の Vg は 111FCM00 の Vg=19.5 が正しい。この行の Vg=70 は Jenniskens, 2006 の ZHR>70 を見誤ったものと思われる。
- \_Iw\_GNO の Vg 以外は 118GNO04 によるが、Vg=64 は 118GNO02 のものである。
- \_Iw\_GLI で与えている数字は 047DLI00 のものであり、139GLI00 が別に存在する。
- \_Iw\_NSS の数値は IMSC の 167NSS00 と異なっている。
- \_Iw\_SSS の数値は IMS の 168SSS00 と異なっている。
- \_Iw\_GPS の RA=377.7 は Jenniskens, 2006 を踏襲したもので、当然、17.7 である。
- \_Iw\_IAR は現在、IMS では除籍リストに移動されている。
- \_J5\_kDr の KDR は現在 IMS で異なる群に使用されており、IMS では 336DKD00 である。なお、SonotaCo ネットの 2018 年のデータでは \_J5\_kDr が用いられず、\_J5\_dkD が用いられている。
- \_J5\_bPi の 342BPI00 は現在、IMS では除籍リストに移動されている。現在では 026NDA04 と呼称されている。
- \_Iw\_JUG に 344JUG は存在せず、現在では 184GDR00 と呼称されている。

付録 2 : 表に対する注

\*1: sm025

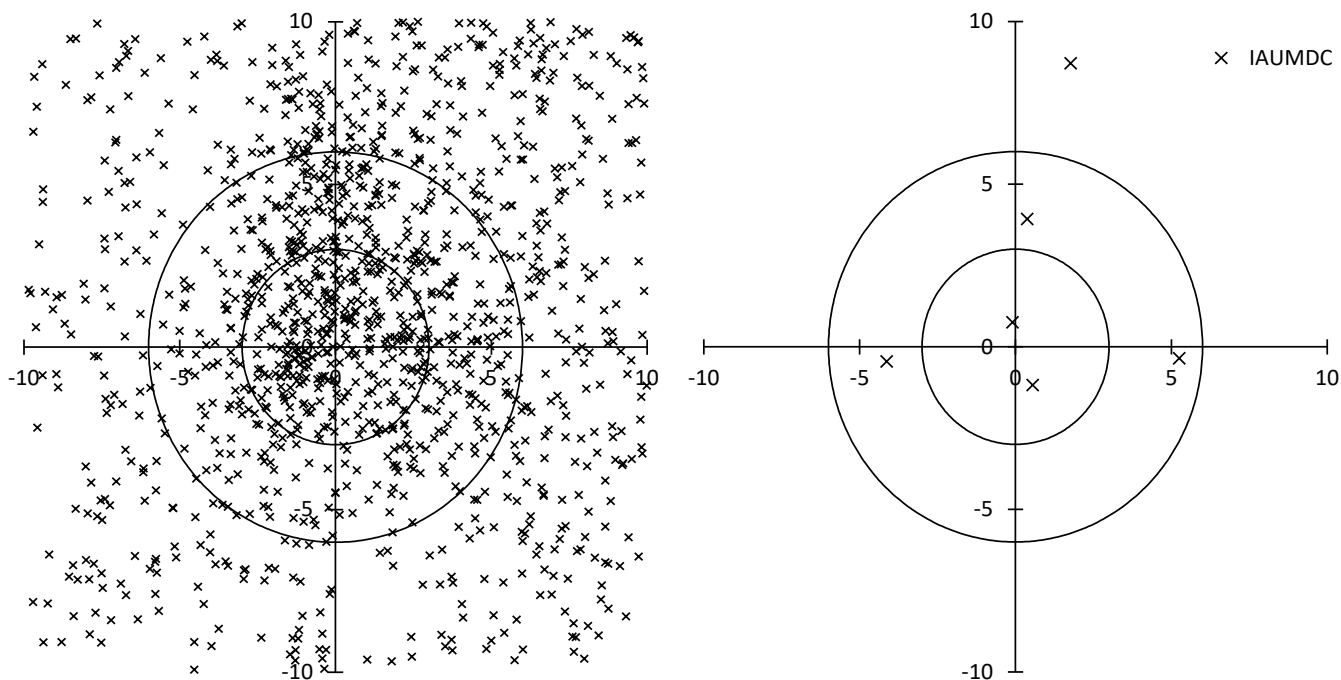


上図左は  $85 < \lambda_s < 120$  の範囲で sm025 を中心とした SonotaCo ネットによるビデオ流星の輻射点分布、右は IMS の流星群輻射点で詳しくは下表参照。ASN でも NZC は存在するが、実は IMS で現在 NZC としているものは、当初 IMS (もとは Jenniskens) が NZC としていた Sekanina の観測(164NZC0)から太陽黄経で 20 度ほど離れたところの活動を指している。sm025 は後者の (つまり現在の) NZC のことである。

Code	$\lambda_s$	$\lambda - \lambda_s$	$\beta$	Vg	x	y	r
164NZC0	86	212.9	13.5	36.3	-3.6	1.2	3.8
164NZC3	101.0	209.7	12.7	38.3	-0.4	0.4	0.6
164NZC1	101.5	210.0	12.9	38.4	-0.7	0.6	0.9
164NZC4	107.3	210.7	14.2	37.0	-1.4	1.9	2.3

164NZC2	108.09	208.8	13.3	38.33	0.4	1.0	1.1
548FAQ1	113	207.0	13.4	37.7	2.2	1.1	2.4

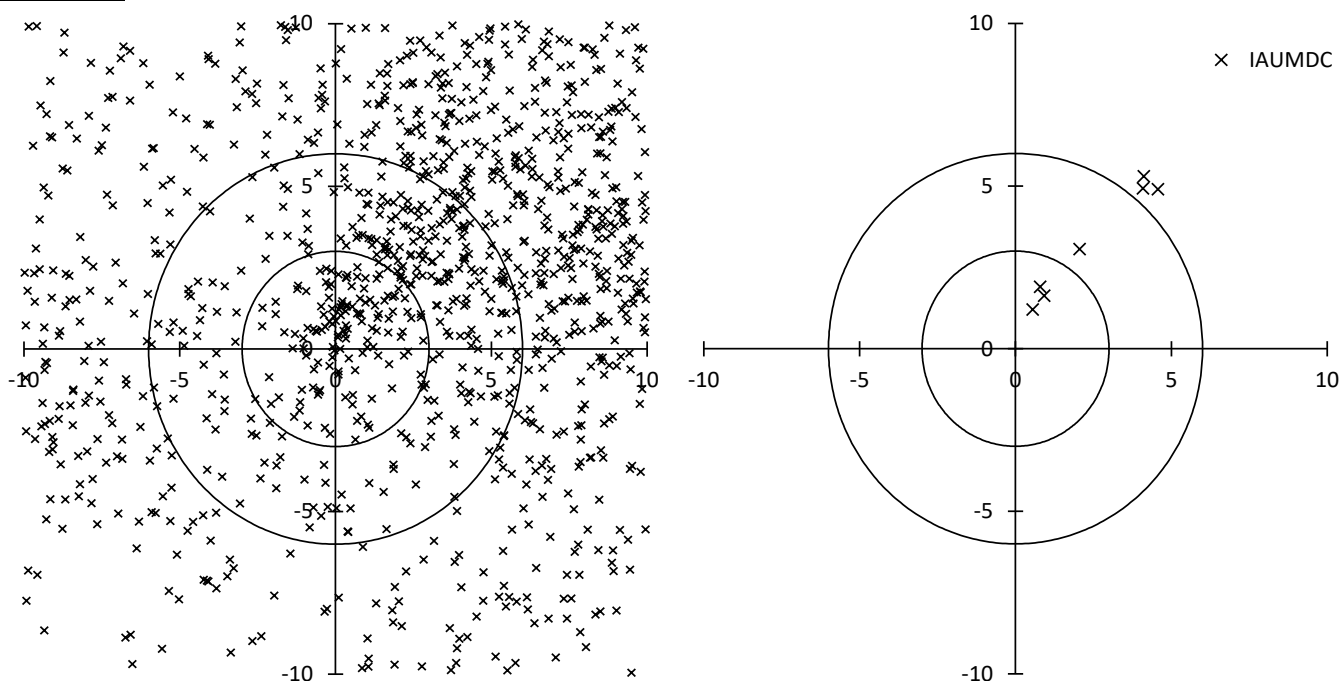
\*2: sm026



上図左は  $85 < \lambda_s < 130$  の範囲で sm026 を中心とした SonotaCo ネットによるビデオ流星の輻射点分布、右は IMS の流星群輻射点で詳しくは下表参照。ASN で用いられているのは、基本的に SonotaCo ネットにより IMS に登録された 343HVIO(Iw\_HVI)までのものであり、それ以降 IMS に登録されたものは別名称となっている。この sm026 は 372PPS のことである。

Code	$\lambda_s$	$\lambda - \lambda_s$	$\beta$	Vg	x	y	r
372PPS1	94.0	286.6	15.2	67.1	-4.1	-0.4	4.1
372PPS2	103.0	282.4	16.4	66.5	-0.1	0.8	0.8
372PPS0	106.0	281.7	14.5	62.9	0.6	-1.2	1.3
372PPS3	109.6	281.9	19.6	64.9	0.4	3.9	3.9
414ATRO	120	276.8	15.2	71	5.3	-0.4	5.3

\*3: sm095



上図左は  $195 < \lambda_s < 225$  の範囲で sm095 を中心とした SonotaCo ネットによるビデオ流星の輻射点分布、右は IMS の流星群輻射点で詳しくは下表参照。sm095 は 480TCA に相当する。輻射点分布で右上は別の 481OML

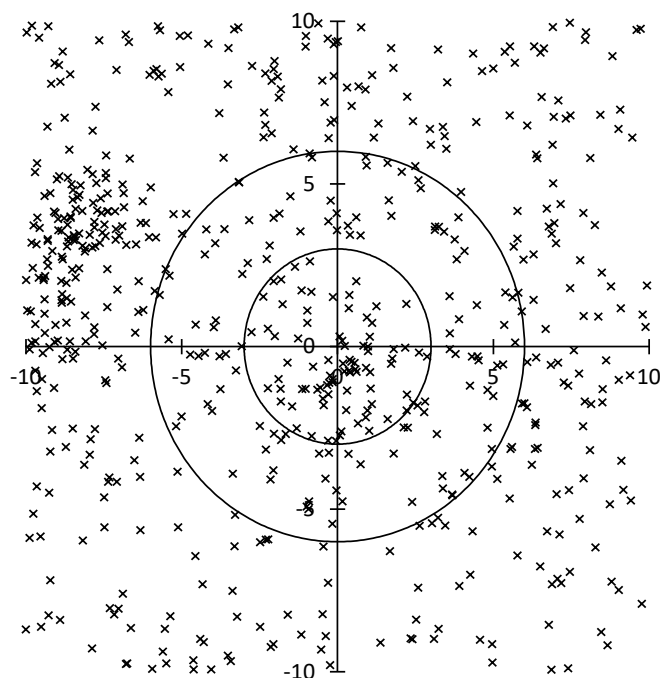
とされているが、地球向点方向の輻射点が集中する領域にあたるので、両者ともに背景の活動との区別は明瞭ではない。

Code	$\lambda_s$	$\lambda-\lambda_s$	$\beta$	Vg	x	y	r
480TCA3	203.8	284.7	12.1	67.3	0.9	1.6	1.9
480TCA1	204.1	285.1	11.7	67.31	0.6	1.2	1.3
480TCA2	206.0	284.8	12.4	67.2	0.8	1.9	2.1
480TCA0	207.3	283.5	13.5	67.2	2.1	3.1	3.7
481OML0	218.6	281.3	15.8	67.3	4.1	5.3	6.7
481OML2	219.0	281.4	15.4	67.6	4.1	4.9	6.4
481OML1	219.7	280.9	15.3	67.13	4.6	4.9	6.7

\*4: 以下のものと類似した名称が使われており、削除してよいように思われる。

<u>_code</u>	<u>_sol1</u>	<u>_sol2</u>	<u>_solp</u>	<u>_ra</u>	<u>_dec</u>
<u>_Iw_ACM</u>	199	209	204	92.1	-14
<u>_J3_aCm</u>	283.1	309.6	297.1	104.1	-19
<u>_J5_aHy</u>	266.3	290.8	279.0	124.9	-7.7
<u>_J5_And</u>	212.6	241.9	228.6	22.5	29.7
<u>_J5_Eri</u>	124.1	147.4	137.6	44.5	-11.7
<u>_Iw_JLY</u>	80.2	90.2	85.2	280.3	55
<u>_J5_dSx</u>	187.8	190.9	189.2	156.3	-2.9
<u>_Ig_TCE</u>	316	326	321	203.8	-39.6

\*5: J3\_gCo



ASNでは活動期間を $\lambda_s=300.5\sim 309.6$ としているが、これより少し前の $\lambda_s=290\sim 305$ の輻射点分布は左図のようになる。左側の輻射点は530ECVのものである。530ECVはIMSで確定群となったものである。中央やや下の輻射点の集合は602KCRという'working list'のものである。\_J3\_gCoはこれを指すと考えられるが、\_J3\_gCoは $Vg=56.3$ であるのに対して、602KCRの $Vg$ は65~66で違いはやや大きい。

\_J3\_gCoの輻射点情報から、 $\lambda_s=280\sim 315$ の範囲でDR(脚注参照)の太陽黄経5度ずつの移動平均をグラフにしたものを輻射点分布図の下に示す。 $\lambda_s=298$ を中心とした活動が明確に示されている。

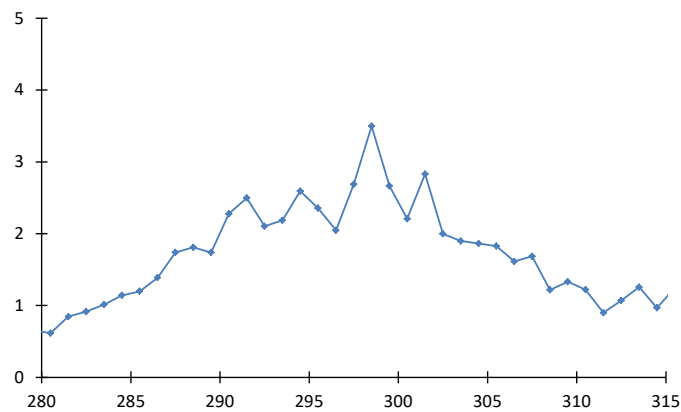
602KCRの平均太陽黄経は $\lambda_s=292\sim 294$ であるが、\_J3\_gCoは602KCRに相当するものとして、数値を変更することが適切と考えられる。

\*6:

IMSには799NECがあり、\_J3\_neCは紛らわしい。もっとも、IAUMDCでも確認できない流星群を削除し、名称を再利用するという動きがある。

脚注: N3とDR

「単純明快な流星群の定義についての提言」(2018/7/1の第149回流星物理セミナー発表)で中心から3度までと3~6度の範囲の輻射点数の比 $N3/N3-6$ で流星群の活動を評価できると述べた。N3は中心から3度までの輻射点数、DRは $N3/N3-6$ を面積比で補正したもの(輻射点の密度比DR)である。DR>2で流星群の活動が確認されると考えられる。また、DRの値は観測条件による観測数の変動に左右されにくいので、流星群の活動を単純に観測された輻射点数



の変化で示すより実態に近いと考えられる。

流星群の活動期間を数理的に決める一考察

茨城県 河越彰彦(\*)

はじめに問題提起

流星群の活動期間はどのように決められているのか？

特徴的な流星がみられたその日が活動最初の夜？では最後の夜は？(図1参照)

他の分野、例えば桜の開花は標本ほくに5輪咲いた日が開花日としている。何らかの基準がある。

では、流星が何個確認できたら活動開始と決められているのか？慣例的になんとなくか？

有力な観測者が見たら活動開始か？そんなことはない！

みんなの結果を集めた時に、まあこんなところかなって決めている？一日違っても特に問題なさそう？科学的な根拠ってある？調べても確認できない。無いようだ！

統計手法の活用

数理で考えるなら、適当なモデルを最初に定める。特に大流星群の活動グラフは極大日を中心に前後なだらかに増減している。なだらかさもいろいろある。正規分布曲線に似ている！(図2参照)

途中、凹凸が見られることもあるが、これは別の深〜い理由があるので原因追求は別の機会に譲る。

正規分布といっても測定値のばらつきに注目するのではなく、この形の特性を利用することを考える。

ここで重要なのは信頼度という概念。(図3参照)

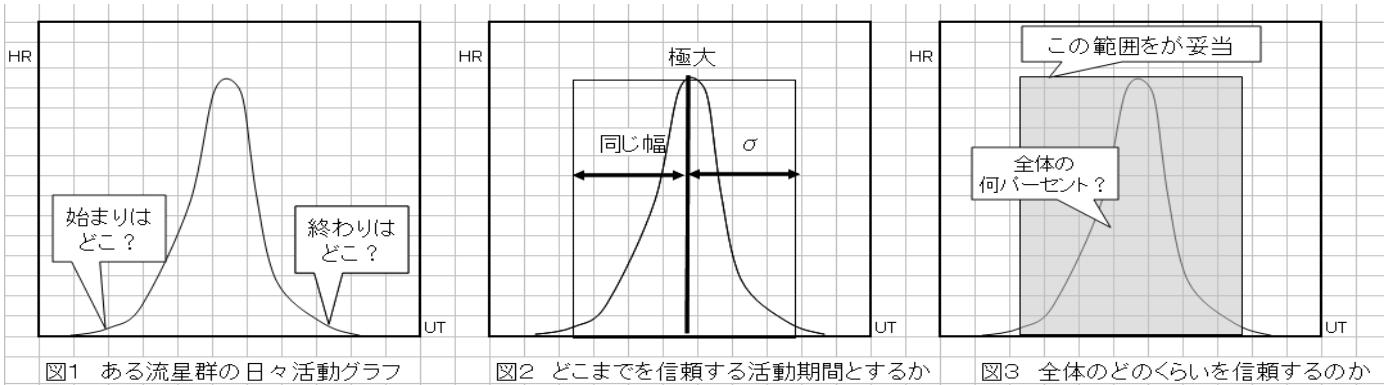


図3の網掛け部分を確率的に表現する方法はσ範囲という考えがあり、いろいろな分野で活用されている。(蛇足。筆者も現役当時、工場の製造ラインでの品質管理に活用していた)

σは標準偏差といって平均から離れている度合いをあらわす値。ここでは極大日からどの程度はなれているかを示す値だが、確率的には以下の性質をもつ。

データ全体の { 68.3%は平均±標準偏差  
95.4%は平均±標準偏差×2  
99.7%は平均±標準偏差×3 } の範囲に収まる

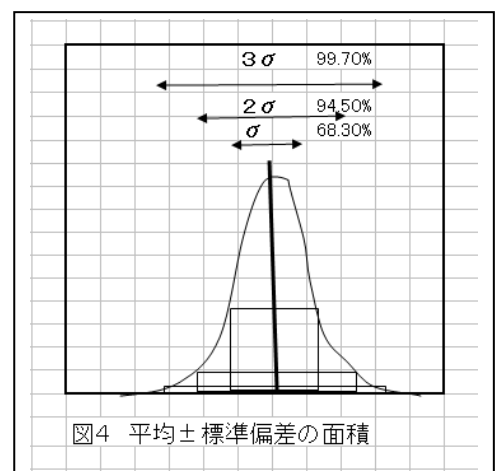


図4参照

検討

この方法の利点は正規分布曲線の裾野を確率的に管理できることである。もしσを活動範囲としたときは全体の31.7%(100-68.3)

が活動初期、終期に散在流星との区別ができず(混入判断できない)

活動期間の決定に甘さを残す。つまり活動期間が実際より短く決まる。

逆に3σだと活動初期、終期のあやふやな部分は0.3%に留まるので

活動期間が長くなる(場合によっては長くなり過ぎる)。

曲線は日々の流星個数をグラフ化して描くことになり、面積は流星数に相当する。

信頼度の高い活動期間の決定には多くのデータ(数千個)が必要になり個人の問題ではなくなる。

(\*) 鳥取天文協会、横浜天文研究会所属。茨城県取手市井野台一丁目 21-3-411

## 実際の例を見て考える

図5は9年分のデータで作られた日々出現図である。判断を狂わせるのは活動初期の裾野のダラダラ感である。流星群は自然現象であり、流星体も自然の法則で運動しているから分布の濃淡も確率的には正規分布だと考えよ。そうならないのはそうさせない何かがあるからで、その原因究明は別のテーマになる。今は打ち立てた $\sigma$ 範囲で検証するのが本筋である。この例では $2\sigma$ を適用したところ活動開始は大体10月14日付近になる。 $3\sigma$ だと10月4日付近に前進する。現実的には $2\sigma$ と $3\sigma$ の間(下図はこの例)にありそうだが、厳密性を持たせて $2\sigma$ 、10月14日~30日と決められる。尚、データは上田昌良氏の天文回報観測指針2019年10月号をご本人の承諾を得て用いた。謝意を表したい。

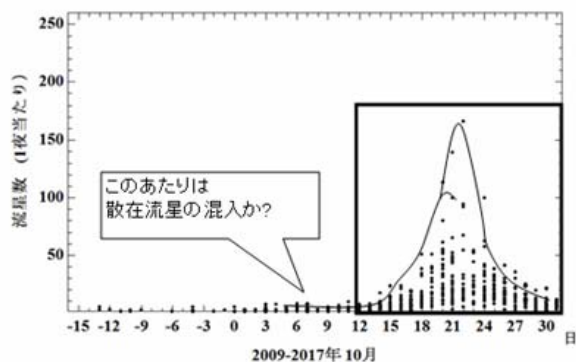


図5 TV観測によるカメラ1台で1夜あたりのオリオン座流星群流星の撮影数(NMS)

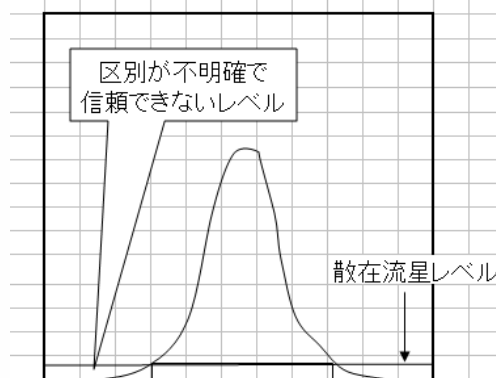


図6 散在流星レベルとの関係

## このテーマを取り巻く課題

### どの流星群もこの方法を適用して良いのか?(汎用性)

統計的に処理するから流星数が多くないと却って不確実(サンプル数、母集団)。

### 正規分布にならないけど流星数の多い流星群はどうする?(不規則分布)

正規分布になるように流星群を分解するしかない。

### 流星群の分解なんてできるの?(将来のテーマ)

ある一定の手順に基づいて分解できる(と考えているところ)。

### 大きい流星群の分解は可能?

凹凸のあるものは分枝が原因なので特定できる。どちらかと言うと分解が必要なのは期間が長い流星群だ。

### 散在流星レベルはいつも一定とは限らないのでは?

当然年周変化、日周変化はあるし永年変化もある。常に散在流星レベルと流星群の境界は押し合い、へし合いの攻めぎ合いで変動している。その結果として年によって活動期間が変わっていく。私見ではHR3~4が境界だと考えている。だから活動期間の決定には何らかの科学的手法が必要である。

### 人間が観測することに限界があるから自動カメラ等で確実に消長をキャッチできるのでは?

観測手法の如何によらず期間の決定方法の確立は必要だし、人の眼が関与しない流星観測などナンセンス。

### 流星群に属するか散在流星なのかの判定も科学的に(AI等を使って)行った方が確実なのは?

誰がAIに教えるのが重要。実際に観測したことのないペーパー観測者が判定する方が危険で不確実!

### では、小流星群はどうしたらいいのか?

今のところどうしようもない。活動期間を決める前にやる仕事がある。小流星群の存在の**確からしさを検証**することだ。

### IAUなどで確定しているのでは?

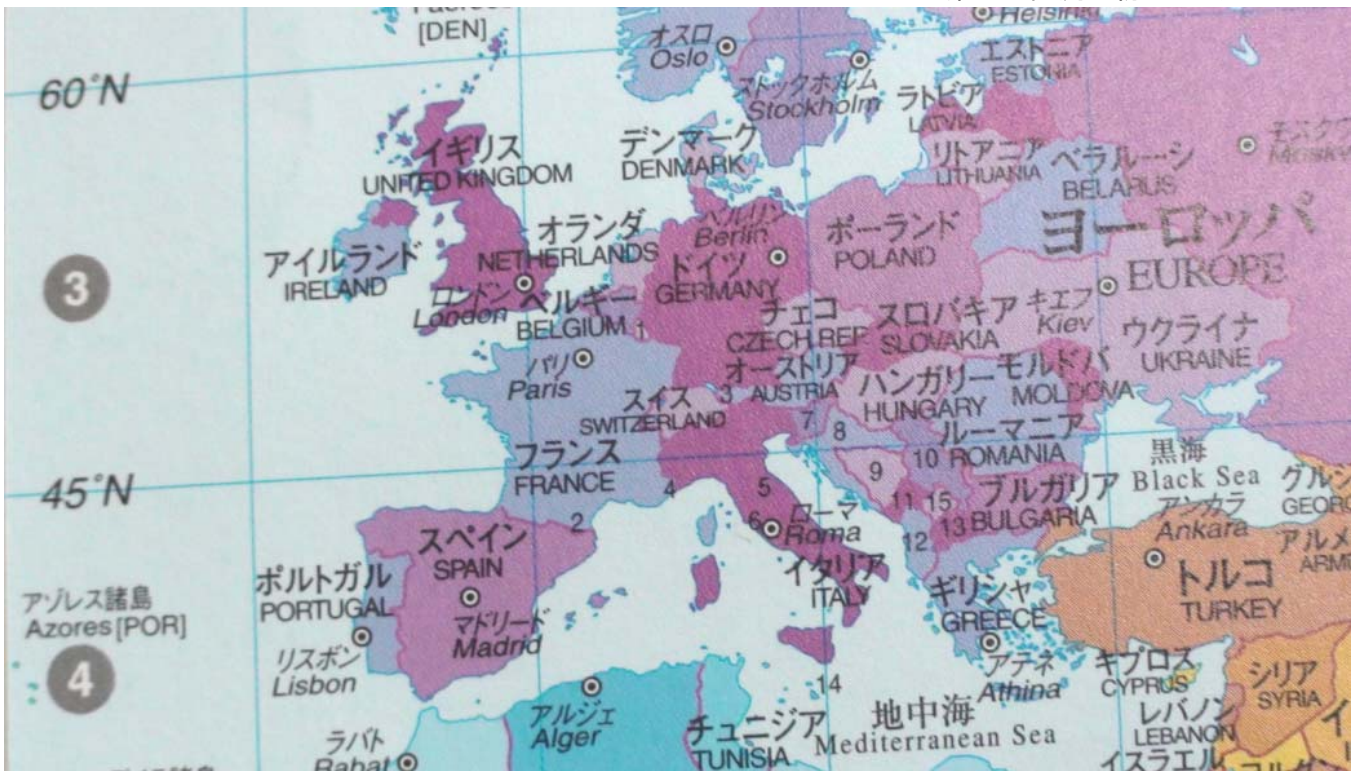
それが疑問。例えばベルギーなど高緯度の識者が南天の流星群をリストアップしている。彼らはどの国の誰の観測データをどんな基準で放射点を決めたのか不明瞭。そんなリストを無批判に紹介していいのか?

筆者は700時間超の眼視観測者。北緯35度でずっと見ているが赤緯-10度以南に放射点が求まることは稀。

$\delta$ -10度は地上仰角45度。ベルギーでは約30度。相当の熟練観測者でないとさせる結果ではない。北緯35度ってヨーロッパでは北アフリカの地中海沿岸だ。イギリスもフランスも不利だ。南アフリカやオーストラリアに小楨記念賞第三種以上に相当する人何人いる?

筆者は高校生の頃アメリカのニューヨークに住む同年の男の子と文通していたけど、彼は南のバージニア州まで遠征観測していた。彼らは南の観測網がなかったのではないのか?

**速報** 2019年の眼視観測実績。河越 8夜910分。斉藤和子 10夜1275分。





## はじめに

IAUMDC の流星群表には極大時の太陽黄経(LaSun)が掲げられているが、「極大時の太陽黄経」というのは正しい表記ではない。一般的には観測された流星軌道の昇降点黄経の平均値に対応したものが掲載されている。一般的には平均値が最頻値(極大の太陽黄経)に一致することはない。さらに、数年の継続した観測をしなければ、真の極大に遭遇することは期待薄だが、一般にはそれよりも短期間、場合によっては1年、2年といった比較的短期間の観測から得られた数値が掲げられていることが多い。また、このような理由だけでなく、様々な理由から LaSun の値が<同一の流星群>の中で10度以上離れていることも少なくない。

幸いにして11年にわたる SonotaCo ネットのデータが公表されているので、これを用いて昇降点黄経の平均値ではない、真の極大時の太陽黄経に近い数値を探ることとする。流星群の活動は年々変化し、極大の強さ、位置も変化する。しかし、残念ながら、そこまでのデータは存在していない。あくまで、最頻値の平均を探るに止まらざるを得ない。

## 極大の推定方法

眼視観測であれば、ZHR を計算してその推移から極大時刻を推定できる。しかし、ビデオ観測において輻射点の地平高度から ZHR を算出するのは現実的ではなく、観測流星数そのものを用いることが一般的である。しかし、この場合には天候(空の状態)等による影響を全く無視することになる。そこで、ここでは HRO でも用いられているように散在流星と群流星との比を考えることにする。

3 ページ以降に24の小流星群について輻射点分布と活動曲線を掲げた。なお、この表で Code の語尾に数字がついているものは流星群に複数の登録があり、相互に差異が大きい場合にどの報告を用いたかを示している。例えば、175JPE2 は群番号175のJPE(7月ペガサス座流星群)中の補足番号2(0から始まるので3番目)の報告を用いていることを示している。数字のないものは記載されている報告の中央値を使用している。

輻射点分布に示した2つの円は中心からそれぞれ3度と6度の距離を示している。中心から3度以内の輻射点を群に帰属する輻射点、その外側のものを散在流星とみなすことにする。輻射点分布は Code の行に示した  $\lambda_s$  の前後10度の範囲のものである。この輻射点分布は  $(\lambda - \lambda_s, \beta)$  の座標系によっているが、この座標系によれば、この程度の期間の輻射点移動はほぼ無視でき、ほぼ半径3度以内に輻射点が集中している様子が分かる。

3 ページ以降の表で  $Nr \leq 3$  は半径3度以内に入る輻射点を太陽黄経1度ずつで数えたときの極大、DR3 は半径3度以内に入る輻射点の密度を半径3~6度の輻射点の密度で除したものの極大、DR10 は半径3度以内に入る輻射点の密度を半径6~10度の輻射点の密度で除したものの極大を示している。輻射点密度の比については太陽黄経3度幅の移動平均を用いており、また、太陽黄経に.5という値がついているのは集計区間の中間値であることを示すだけで、小数点以下の正確さがあるわけではない。

表の下に示したグラフは、表に示した輻射点  $(\lambda - \lambda_s, \beta)$  について求めた  $Nr \leq 3$ 、DR3、DR10 の値の推移を示している。この3つのグラフの形が似ているほど、活動曲線の信頼度は高いと考えられる。

## 検討

15URS や 22LMI のように周囲に他の流星群の活動がなく、散在流星もほどほどに得られている場合には活動曲線はきれいなものになるが、23EGE のように近くにより活動的な流星群(この場合にはオリオン群)が周辺にある場合には DR3 や DR10 をそのまま使うのではなく、工夫が必要になる。23EGE の場合にはオリオン群の影響を避けるために散在流星の領域として左側のみを使用している。また、散在流星があまりに少ないと DR3 または DR10 が異常に大きくなるので注意が必要となる。また大流星群になると中心から3度以上離れた場所にも群流星の輻射点が観測される(これが誤差なのか本質的なものなのかは今後の検討が必要である)ので、DR3 が DR10 よりも過少となる。本発表では小流星群を扱っているが、その中で比較的得られた輻射点数が多い16HYD(うみへび座  $\sigma$  流星群)ではこの傾向が表れている。

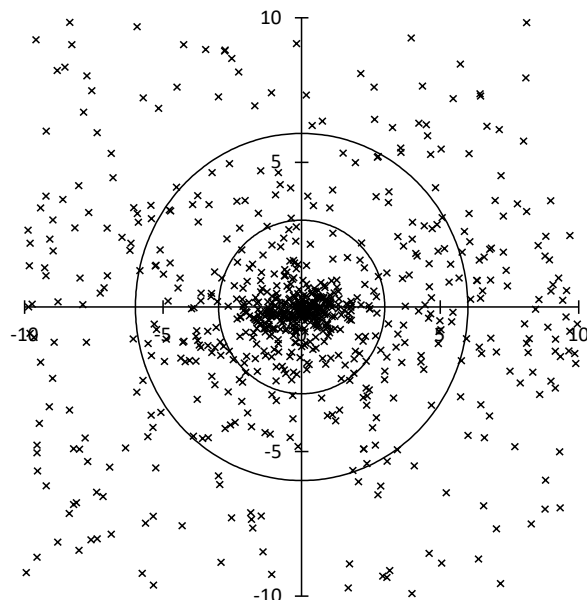
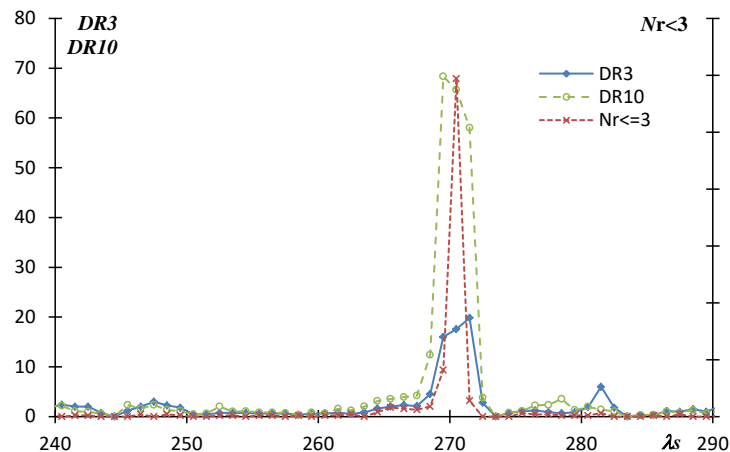
DR3 や DR10 を使う上で注意が必要なのは、これらが散在流星に対する相対的な強度だということである。ここで取り上げた中で DR10 が最大となるのは70近くになる341XUM であるが、 $Nr \leq 3$  が最大なのは15URS の297であり、341XUM よりも  $Nr \leq 3$  が多い流星群は他にもある。このように出現数の多寡を示すには  $Nr \leq 3$  を、出現数の変化を表すには DR3 或いは DR10 を使う方が良い。

## 各群の概要

ここで取り上げた流星群は、眼視観測でぎりぎり捉えられるレベルから長年のビデオ観測で検出されるレベルのものである。 $Nr \leq 3$  が300(URSの極大に遭遇した場合)でも、これは11年間の総数であり、1年あたりではその1/10以下になる。仮に1年あたり30個だとしても、これは一晩当たりの数字であり、仮に5時間の観測だとして1時間に直すと6個であり、しかも全国のビデオカメラでの総数なので、1台当たりを考えるとHRは1前後ということになる。突発年であるとか、条件の良いときによりよく見えるものを取り上げた。

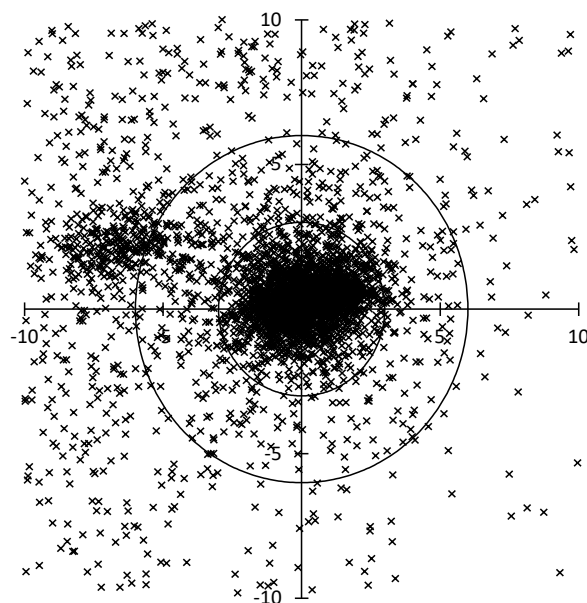
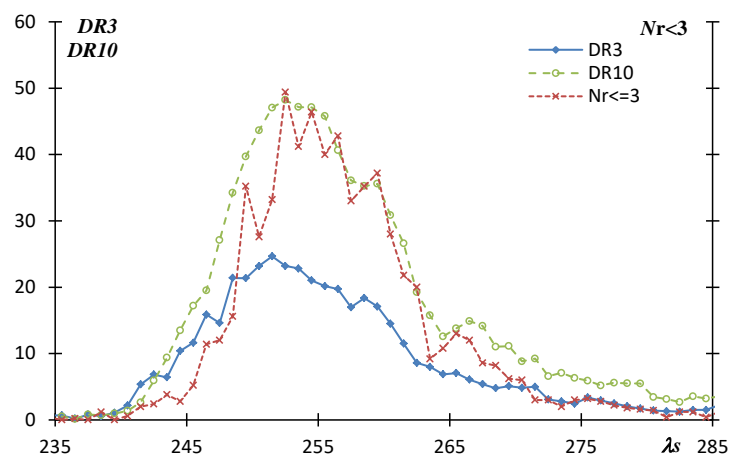
- 15URS(こぐま座流星群)**:活動が年により大きく変化し、平年ではこのような活動曲線は見られない。2007~18年という長い期間の中で、突発出現を捉えているために得られたグラフである。
- 16HYD(うみへび座 $\sigma$ 流星群)**:眼視観測の時代から存在は知られていたが、はっきりした極大や活動曲線までは得られていなかった。左側の輻射点は 529EHY である。
- 19MON(12 月いっかくじゅう座流星群)**:眼視観測の時代に、ふたご群の南分枝ではないかと考えられたように小流星群として知られていた。
- 22LMI(こじし座流星群)**:写真観測により活動がはっきりととらえられるようになった。DR3 と DR10 は大きい、 $Nr \leq 3$  が小さく、眼視観測で捉えることは難しい。
- 23EGE(ふたご座 $\epsilon$ 流星群)**:オリオン群の分枝ではないかとして、眼視観測の時代から知られていた。輻射点の分散が大きい理由は観測誤差なのか本質的なものか不明である。
- 26NDA(みずがめ座 $\delta$ 北流星群)**:写真観測で指摘され、初期の電波観測等で知られていた活動とは別物。輻射点の分散も大きく、明瞭な極大を持たないので単一の群なのか検討が必要である。
- 90JCO(1 月かみのけ座流星群)**:輻射点分布だけを見ると群活動が明らかであるが、活動曲線は 32DLM(12 月こじし群)、20COM(かみのけ群)と連続している。さらにこの先には 506FEV(2 月おとめ座 $\epsilon$ 群)が続く。
- 175JPE(7 月ペガサス座流星群)**:日本の梅雨明け前に極大を迎えるため、 $Nr \leq 3$  の極大よりも補正の入った DR3 あるいは DR10 の示す $\lambda_s=107$ 頃に真の極大があると考えられる。
- 191ERI(エリダヌス座 $\eta$ 流星群)**:日本での写真観測で最初に確認された群である。夏の明け方、南東の地平線によりやく上るため、観測条件は良くない。 $Nr \leq 3$  が真の極大を示すものではなさそうである。
- 208SPE(9 月ペルセウス座 $\epsilon$ 流星群)**:鋭い極大を示し、スーパーシュミットによる観測では見出されていないことから、若い流星群であるか、年による変動の激しい群であろうと考えられる。
- 250NOO(11 月オリオン座流星群)**:写真観測の時代には 19MON との区別が判然とせず、まとめて「いっかくじゅう群」と呼ばれていた。輻射点分布図で下側に見られる輻射点域が 19MON である。
- 257ORS(オリオン座 $\chi$ 南流星群)**:「確定群」とされているが、ORS3 はここに示した ORS0 より極大が $\Delta\lambda_x=17$ 度早く、輻射点は 12 度東(輻射点分布図の斜め左外側)である。不確定の一例である
- 331AHY(うみへび座 $\alpha$ 流星群)**:電波観測(CMOR)で最初に検出された群である。CMOR でもビデオ観測でも比較的是っきりと捉えられている。
- 333OCU(10 月おおぐま座流星群)**:植原さんらによって検出された、日本におけるビデオ観測草創期のせいである。鋭い極大を持つ流星群である。
- 335XVI(12 月おとめ座 $\chi$ 流星群)**:本群から 341XUM までが SonotaCo ネットの観測で見出されたものである。輻射点移動により分布が長円形になっているが、これを補正しても活動曲線はほぼ同じである。
- 336DKD0(12 月りゅう座 $\kappa$ 流星群)**:輻射点はかなり拡散しているが、活動曲線は鋭い極大を示している。左側(東側)の活動は 334DAD である。
- 337NUE(エリダヌス座 $\nu$ 流星群)**:オリオン群の尻尾と呼ばれる、拡散しオリオン群までつながる一連の活動の中で中心的な存在だが、不明瞭で観測者により群判定には曖昧さがある。
- 339PSU(おおぐま座 $\phi$ 流星群)**:散在流星が活発な領域で、輻射点もそれほど集中していないが、DR3 また DR10 により鋭い極大が明瞭に示されている。
- 341XUM(1 月おおぐま座 $\xi$ 流星群)**:339PSU 同様に鋭い極大を示すが、散在流星が少ない領域なので、 $Nr \leq 3$  に比べて DR10 の値は非常に大きくなっている。
- 428DSV(12 月おとめ座 $\sigma$ 流星群)**:活動曲線から 2 つの極大があるように見え、また、輻射点分布図から東西に 2~3 度離れた集中が見られる。513EPV は最初の極大に合致する。
- 444ZCS(カシオペア座 $\zeta$ 流星群)**:日本でもペルセウス群の前駆なのか議論があつたが、ここに示す活動曲線から、明確に別の流星群であることが示される。
- 445KUM(おおぐま座 $\kappa$ 流星群)**:輻射点もよくまとまり、鋭い極大を持つ流星群である。極大に当たるか、逃すかで得られる流星数に大きな違いが出る。
- 502DRV(12 月おとめ座 $\rho$ 流星群)**:輻射点分布で左側の活動は 428DSV(=513EPV)である。 $Nr \leq 3$  が極大で 20 に止まり、1 年あたり平均 2 個程度の流星しか記録されない微小流星群である。
- 529EHY(うみへび座 $\eta$ 流星群)**:右側にある 16HYD の影響を受けるだけでなく、散在流星の活動も盛んな領域にあるため、活動が DR3 や DR10 から想定されるように短期間である可能性もある。

Code	$\lambda_s$	$\lambda - \lambda_s$	$\beta$
15URS	270.6	218.5	72.1
	$\lambda_s$	max	
Nr<=3	270.5	297	
DR3	271.5	19.8	
DR10	269.5	68.3	

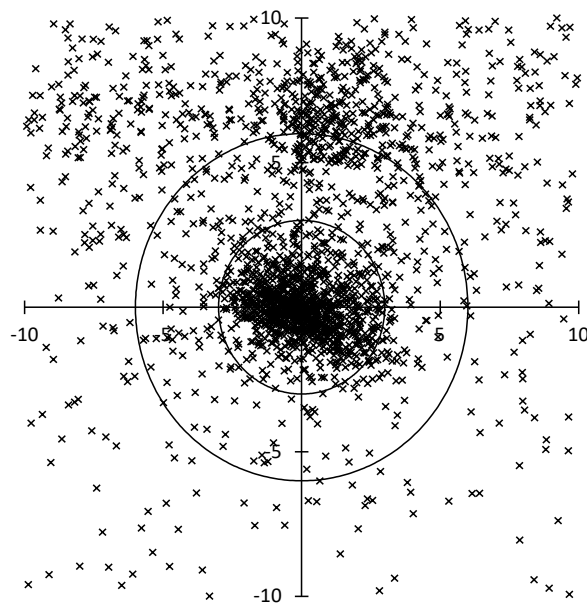
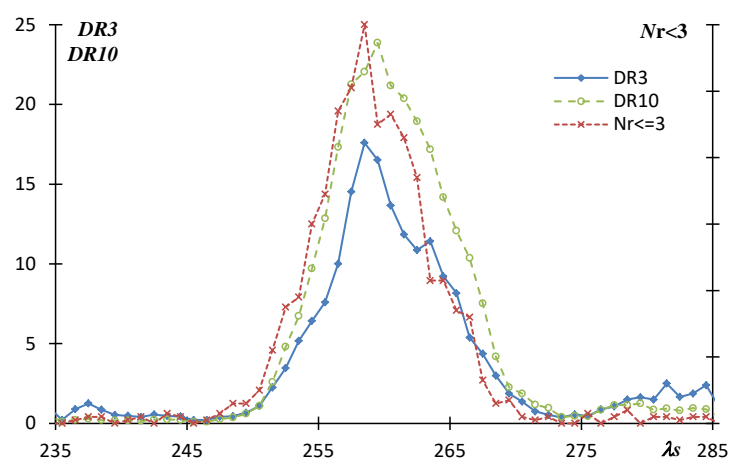


Code	$\lambda_s$	$\lambda - \lambda_s$	$\beta$
16HYD	259.1	230.9	-16.8
	$\lambda_s$	max	
Nr<=3	252.5	247	
DR3	251.5	24.6	
DR10	252.5	48.2	

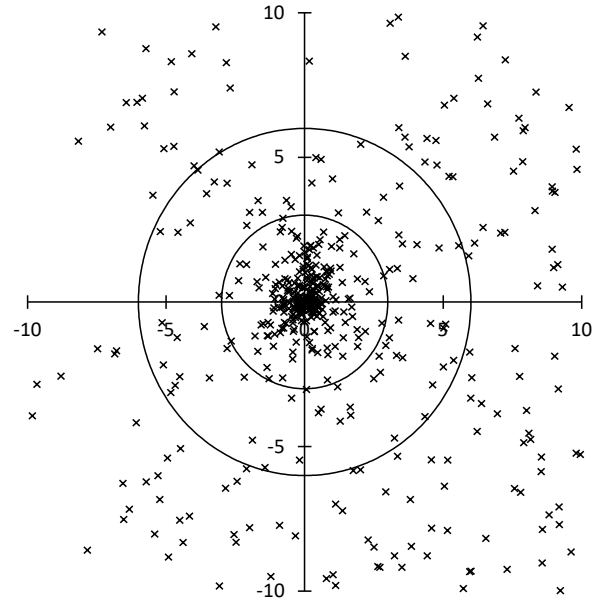
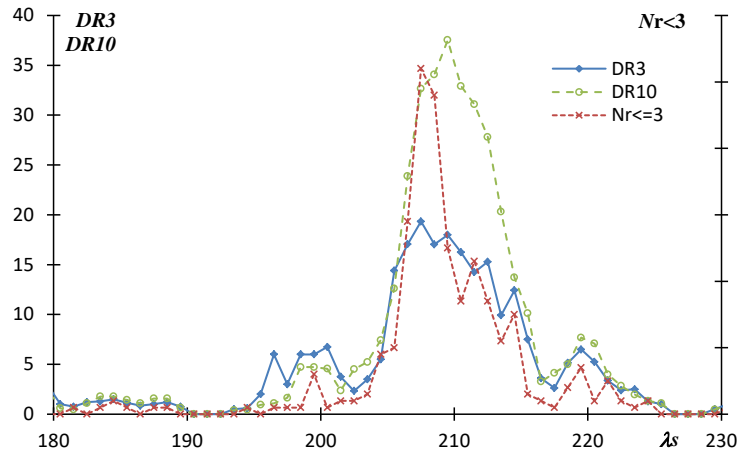
補正なし



Code	$\lambda_s$	$\lambda - \lambda_s$	$\beta$
19MON	261	202.2	-14.8
	$\lambda_s$	max	
Nr<=3	258.5	120	
DR3	258.5	17.6	
DR10	259.5	23.9	

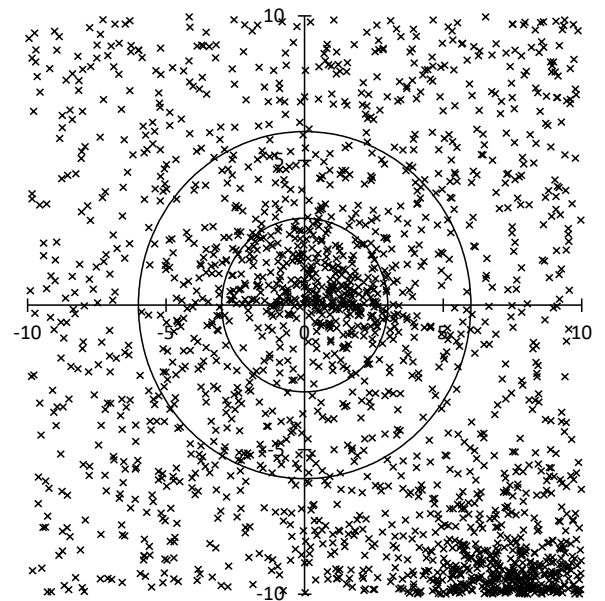
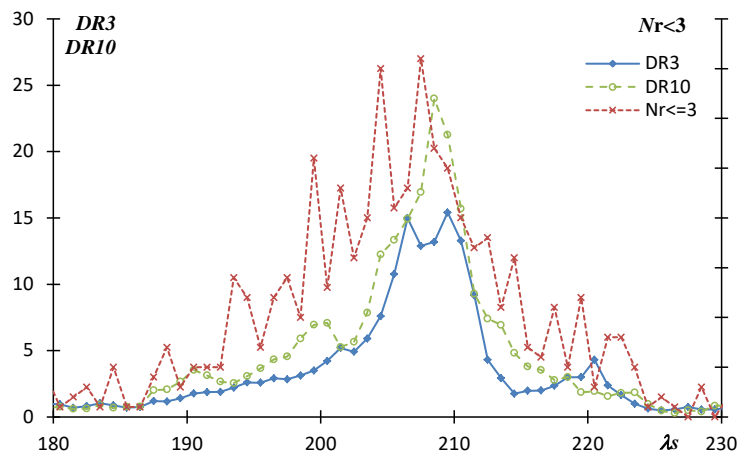


Code	$\lambda_s$	$\lambda - \lambda_s$	$\beta$
22LMI	209	297.9	26.0
	$\lambda_s$	max	
Nr<=3	207.5	52	
DR3	207.5	19.3	
DR10	209.5	37.5	

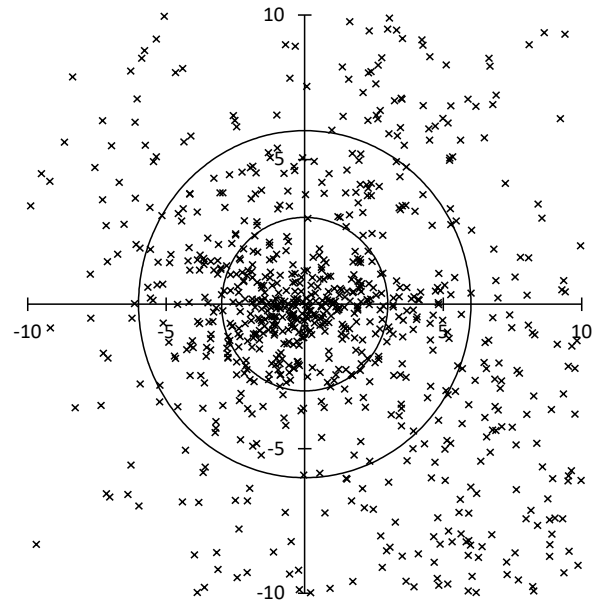
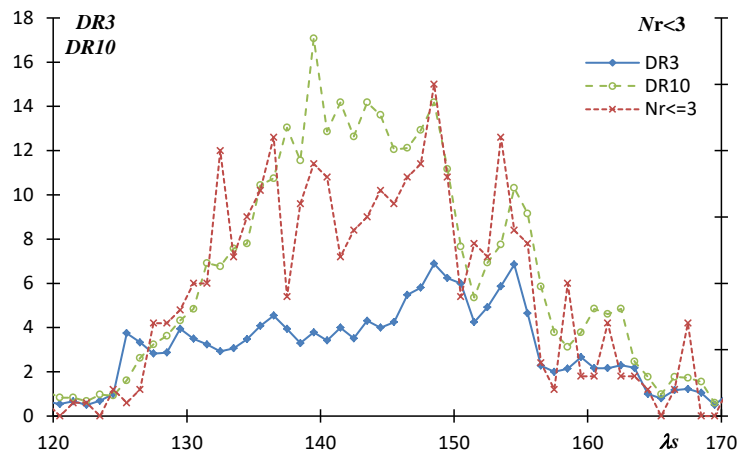


Code	$\lambda_s$	$\lambda - \lambda_s$	$\beta$
23EGE	205.05	255.0	4.4
	$\lambda_s$	max	
Nr<=3	207.5	36	
DR3	209.5	15.4	
DR10	208.5	24.0	

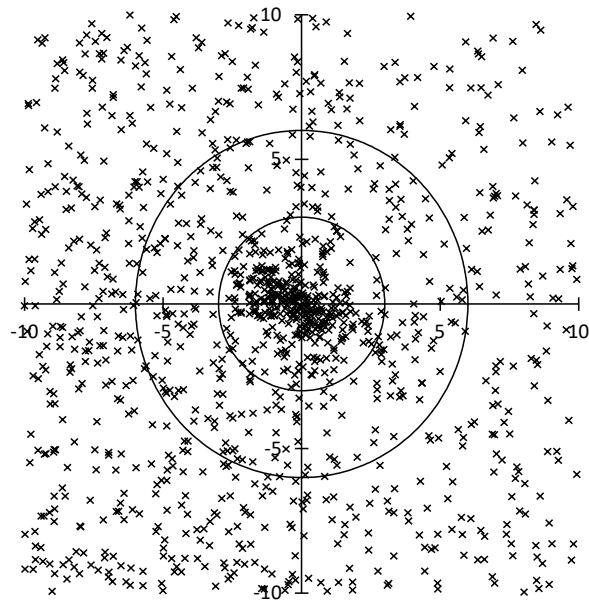
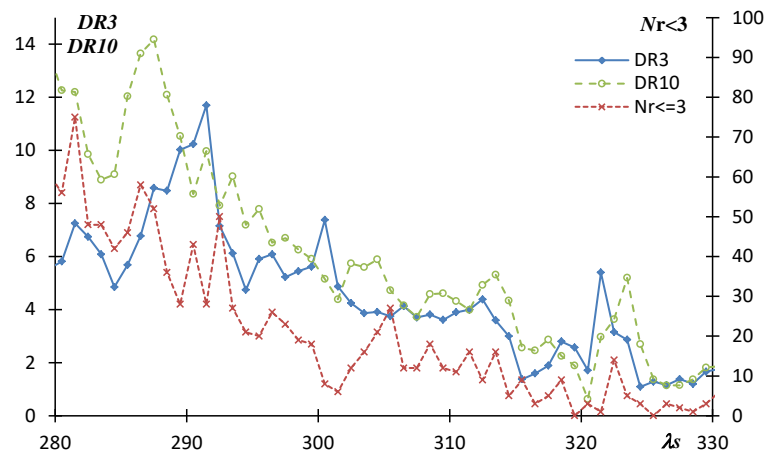
左半分を使用



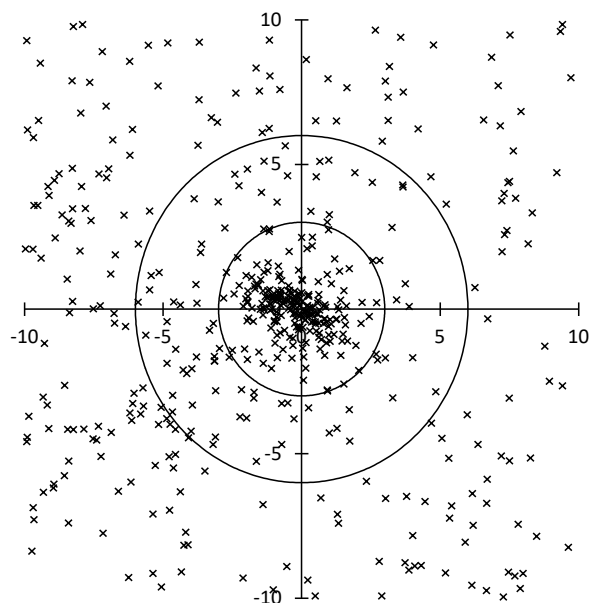
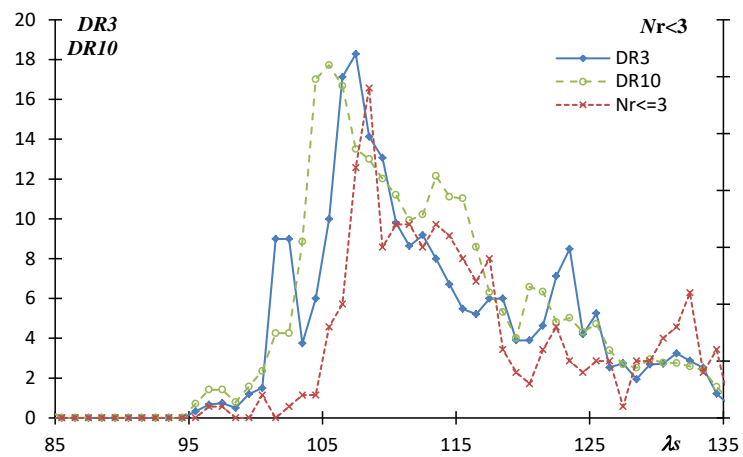
Code	$\lambda_s$	$\lambda - \lambda_s$	$\beta$
26NDA	140.35	207.3	6.9
	$\lambda_s$	max	
Nr<=3	148.5	25	
DR3	148.5	6.9	
DR10	139.5	17.1	



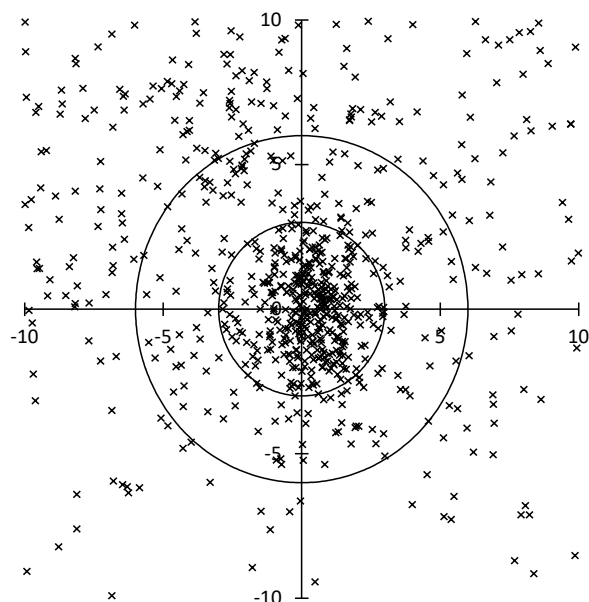
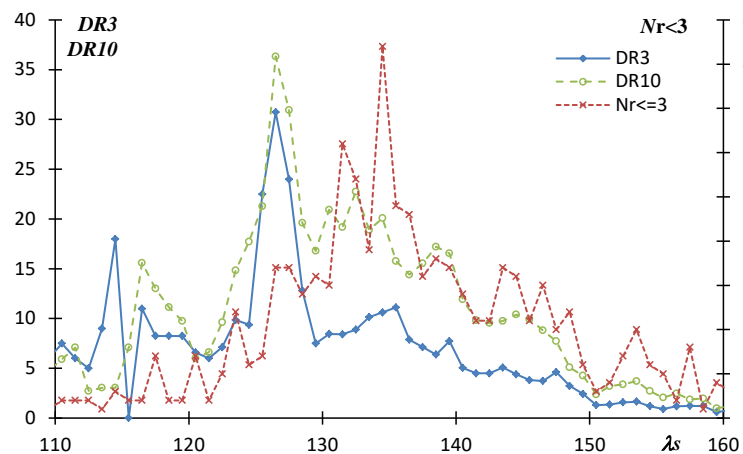
Code	$\lambda_s$	$\lambda - \lambda_s$	$\beta$
90JCO	302.5	240.9	18.8
	$\lambda_s$	max	
Nr<=3	281.5	75	
DR3	291.5	11.7	
DR10	287.5	14.2	



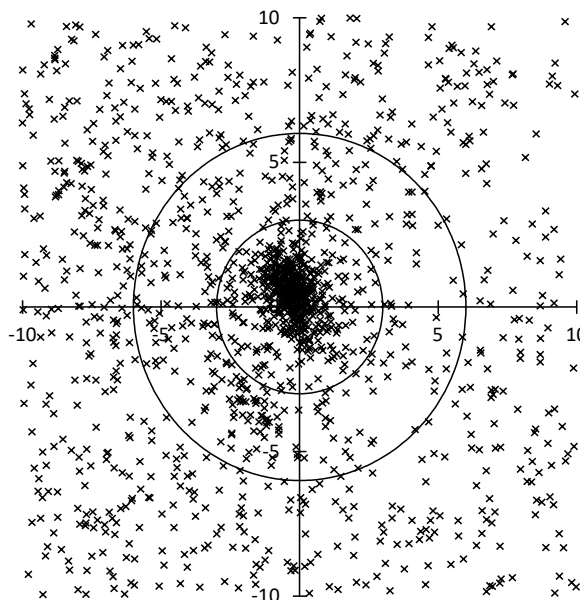
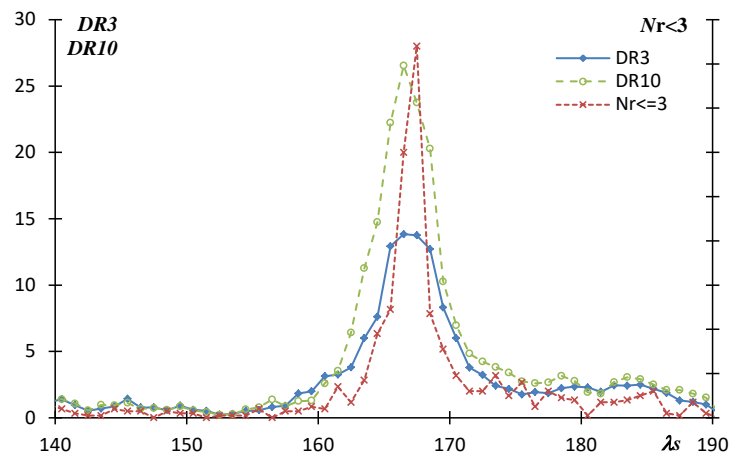
Code	$\lambda_s$	$\lambda - \lambda_s$	$\beta$
175JPE2	110.9	244.1	14.5
	$\lambda_s$	max	
Nr<=3	108.5	29	
DR3	107.5	18.3	
DR10	105.5	17.7	



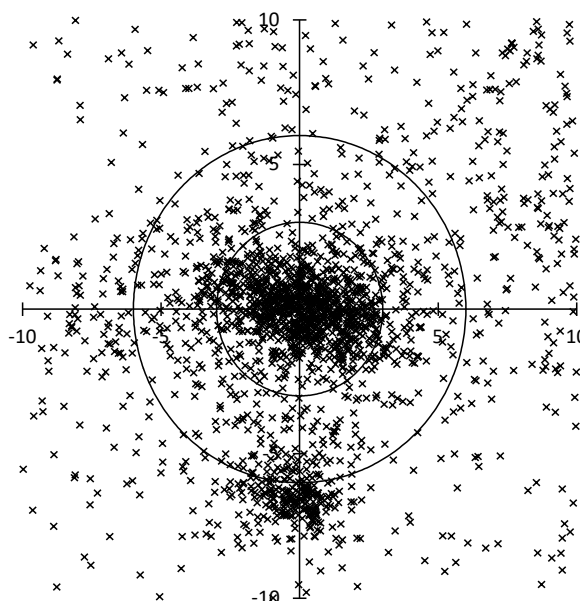
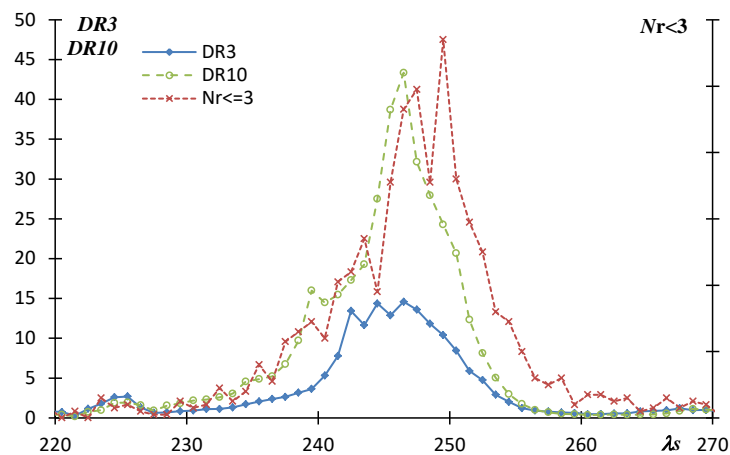
Code	$\lambda_s$	$\lambda - \lambda_s$	$\beta$
191ERI	137.25	260.4	-27.6
	$\lambda_s$	max	
Nr<=3	134.5	42	
DR3	126.5	30.7	
DR10	126.5	36.3	



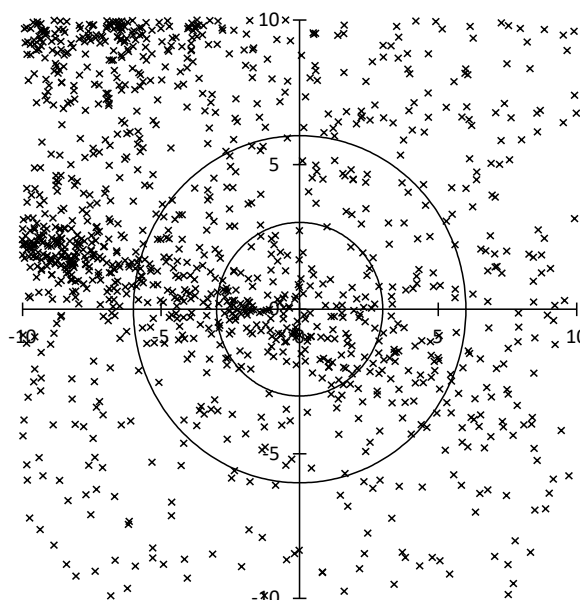
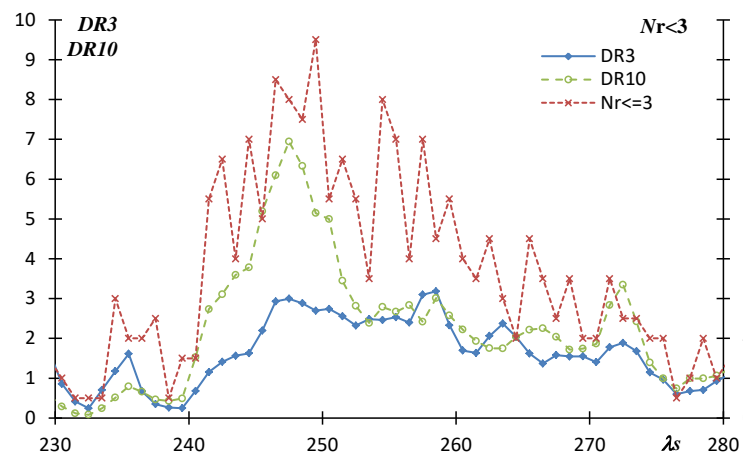
Code	$\lambda_s$	$\lambda - \lambda_s$	$\beta$
208SPE	168	248.8	20.4
	$\lambda_s$	max	
$N_{r \leq 3}$	167.5	168	
DR3	166.5	13.8	
DR10	166.5	26.5	



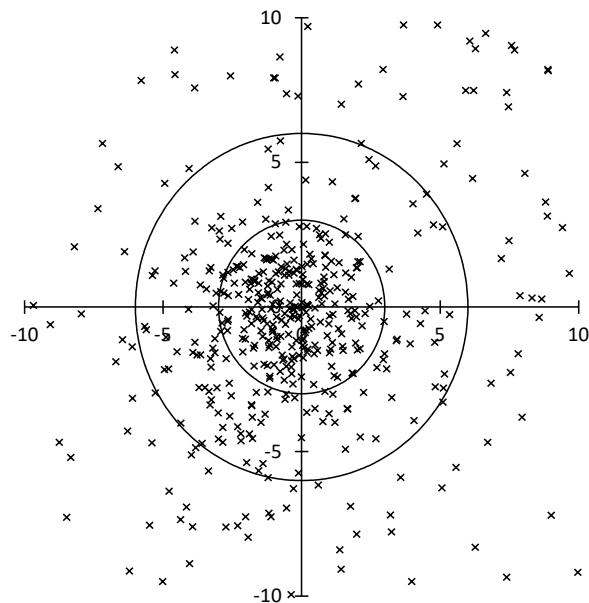
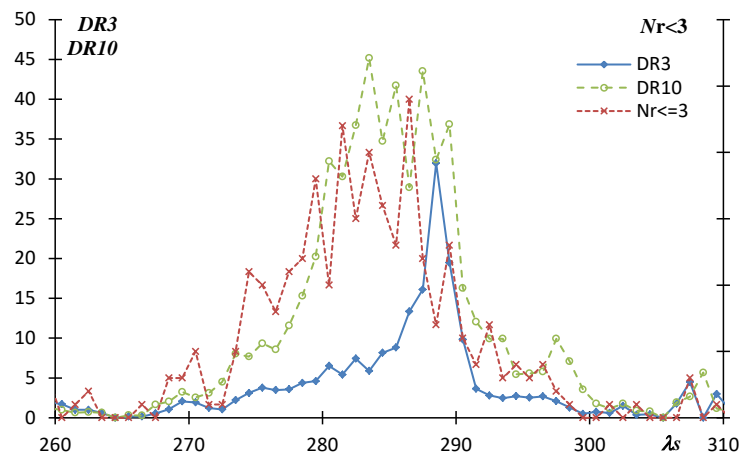
Code	$\lambda_s$	$\lambda - \lambda_s$	$\beta$
250NOO	246.05	203.8	-8.1
	$\lambda_s$	max	
$N_{r \leq 3}$	247.5	99	
DR3	246.5	14.6	
DR10	246.5	43.4	



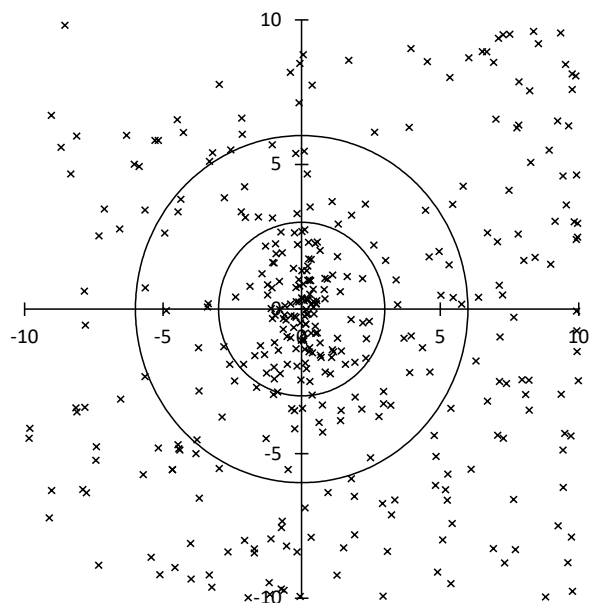
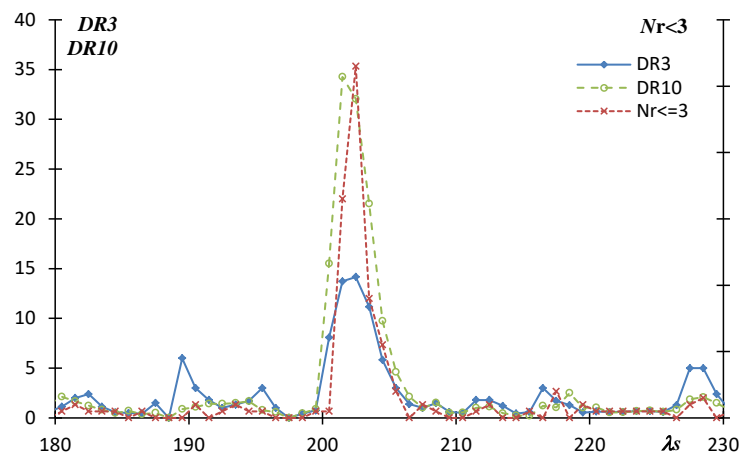
Code	$\lambda_s$	$\lambda - \lambda_s$	$\beta$
257ORS00	260	179.0	-7.3
	$\lambda_s$	max	
$N_{r \leq 3}$	249.5	19	
DR3	258.5	3.2	
DR10	247.5	6.9	



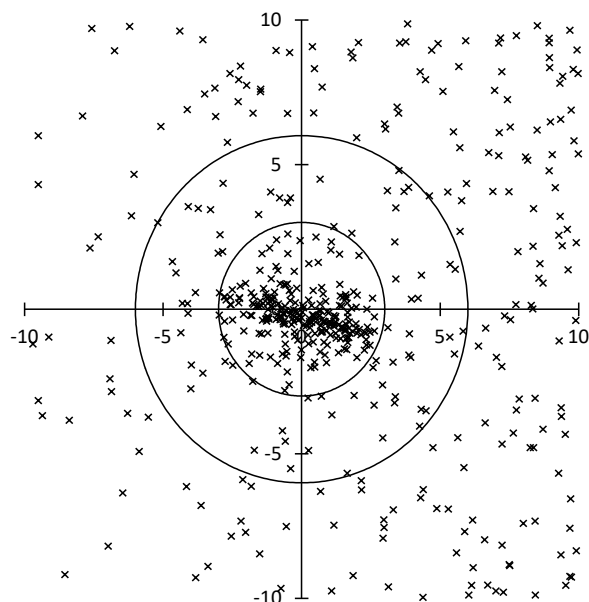
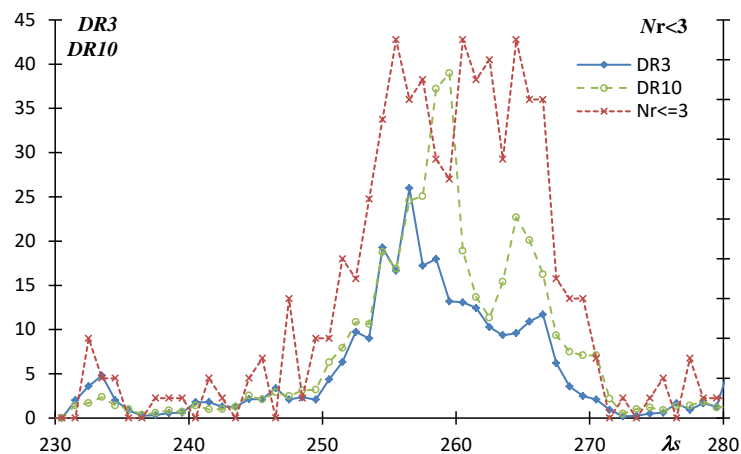
Code	$\lambda_s$	$\lambda - \lambda_s$	$\beta$
331AHY	282.6	207.8	-26.5
	$\lambda_s$	max	
Nr<=3	286.5	24	
DR3	288.5	32.0	
DR10	283.5	45.2	



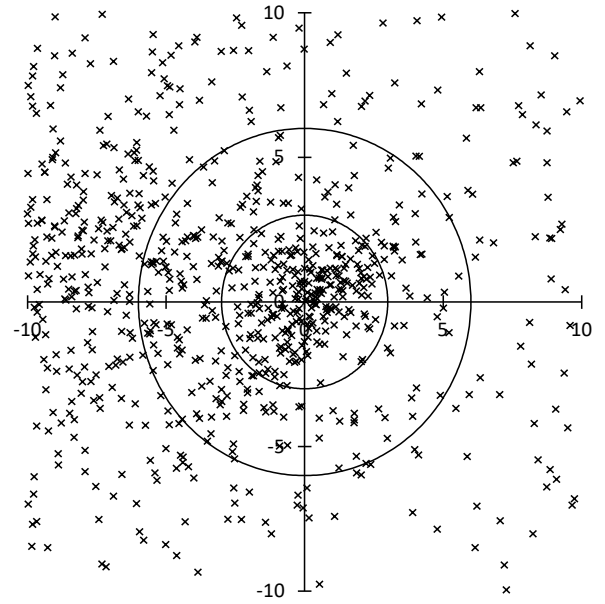
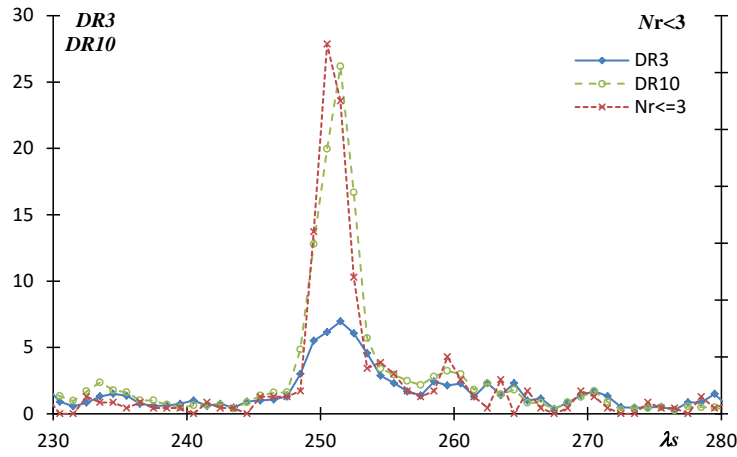
Code	$\lambda_s$	$\lambda - \lambda_s$	$\beta$
333OCU	202.4	278.9	46.7
	$\lambda_s$	max	
Nr<=3	202.5	53	
DR3	202.5	14.2	
DR10	201.5	34.3	



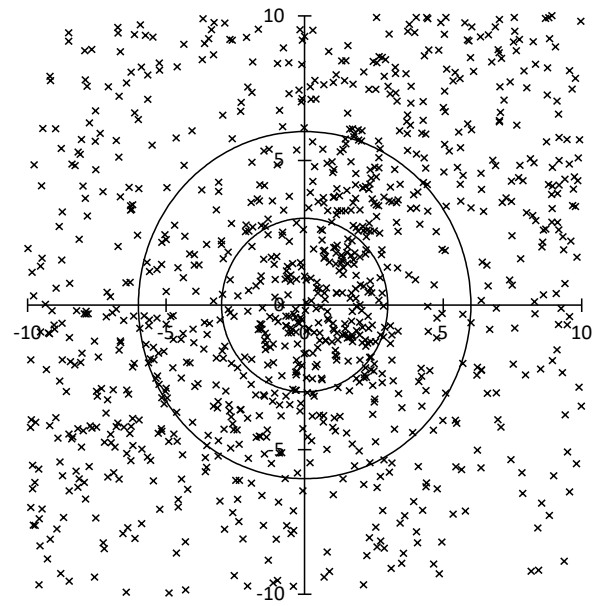
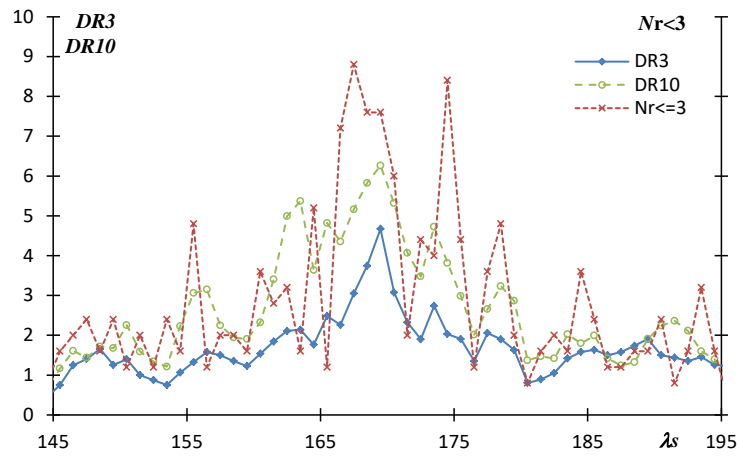
Code	$\lambda_s$	$\lambda - \lambda_s$	$\beta$
335XV10	256.7	292.7	-4.6
	$\lambda_s$	max	
Nr<=3	255.5	19	
DR3	256.5	26.0	
DR10	259.5	39.0	



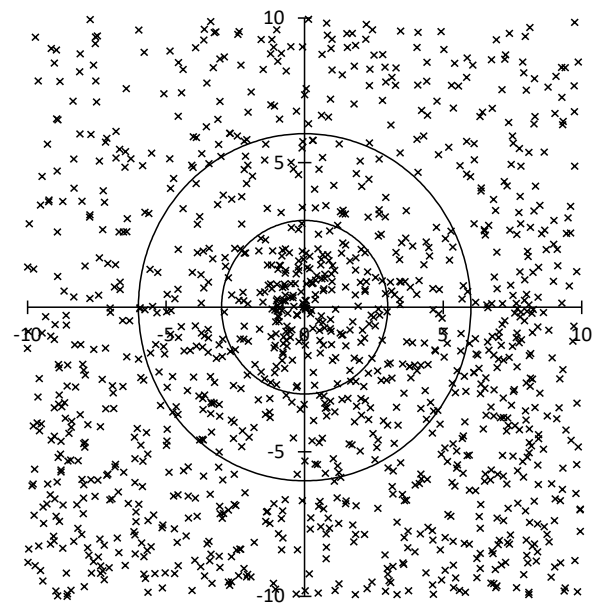
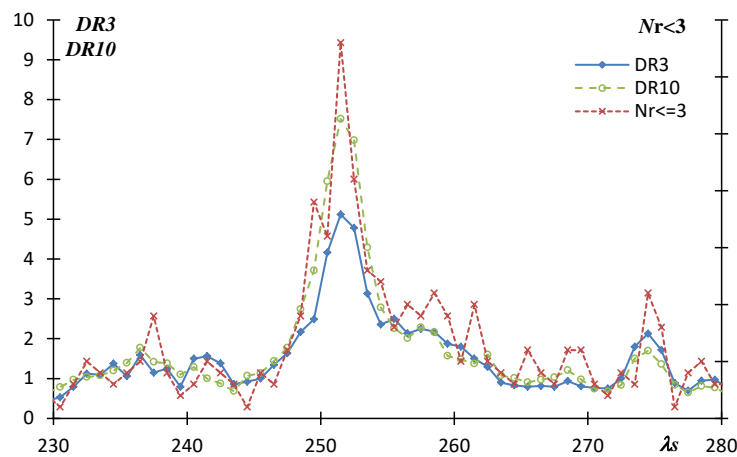
Code	$\lambda_s$	$\lambda - \lambda_s$	$\beta$
336DKD	251.4	243.3	61.4
	$\lambda_s$	max	
Nr<=3	250.5	65	
DR3	251.5	7.0	
DR10	251.5	26.2	



Code	$\lambda_s$	$\lambda - \lambda_s$	$\beta$
337NUE0	167.9	259.3	-20.7
	$\lambda_s$	max	
Nr<=3	167.5	22	
DR3	169.5	4.7	
DR10	169.5	6.3	

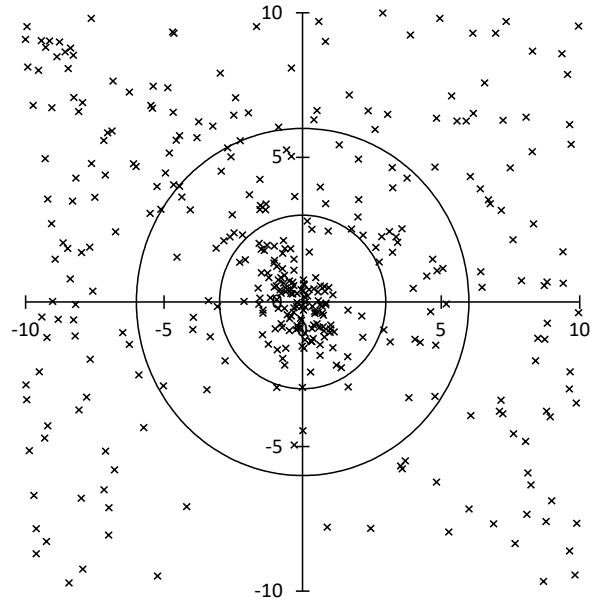
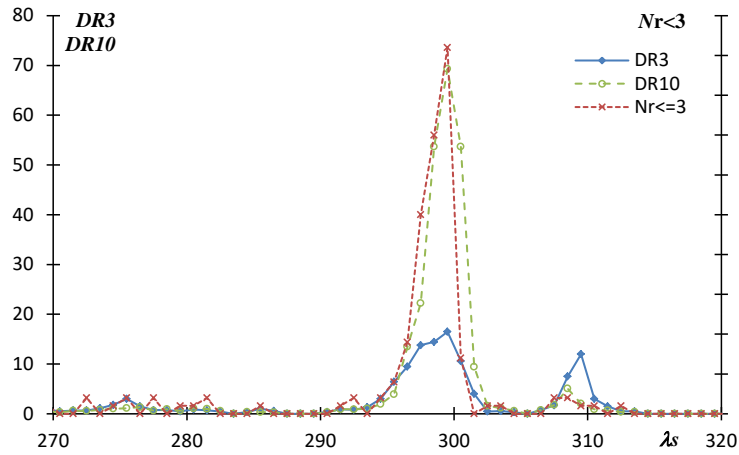


Code	$\lambda_s$	$\lambda - \lambda_s$	$\beta$
339PSU	252.9	258.4	34.9
	$\lambda_s$	max	
Nr<=3	251.5	33	
DR3	251.5	5.1	
DR10	251.5	7.5	

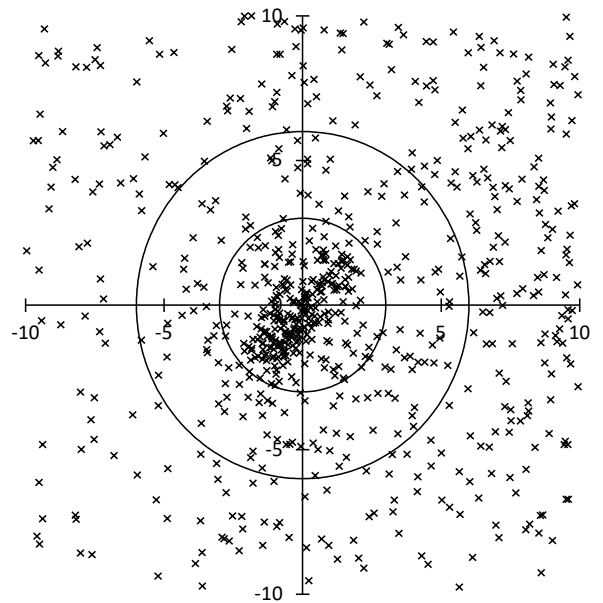
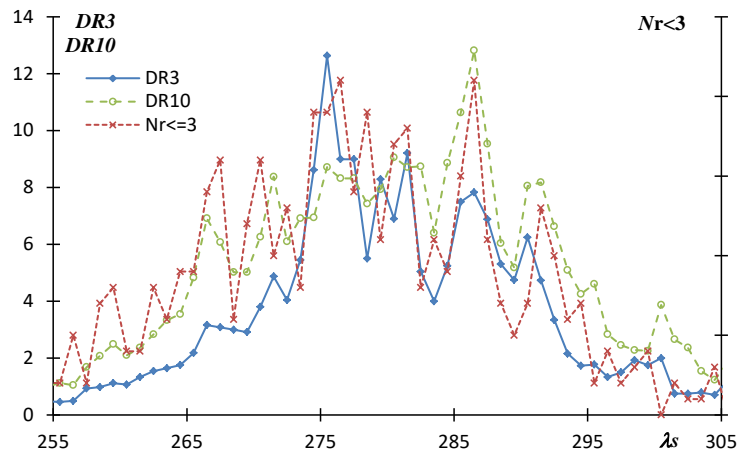




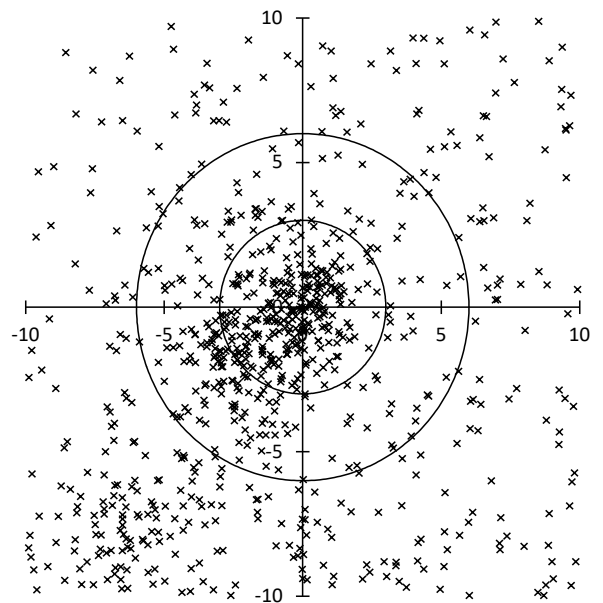
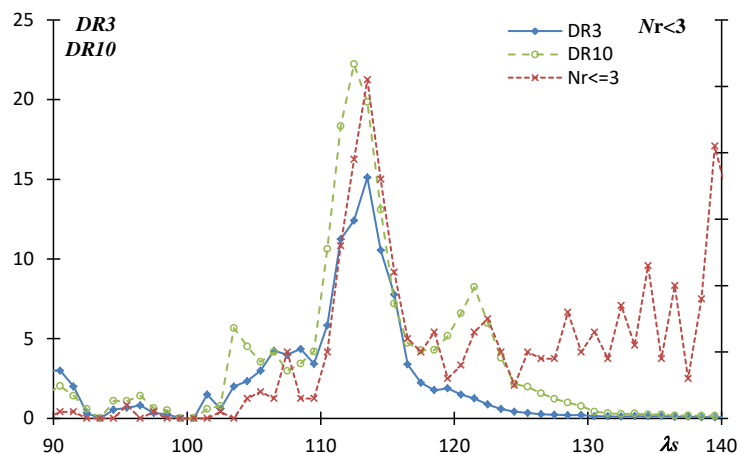
Code	$\lambda_s$	$\lambda - \lambda_s$	$\beta$
341XUM	298.65	217.9	25.7
	$\lambda_s$	max	
Nr<=3	299.5	46	
DR3	299.5	16.5	
DR10	299.5	69.3	



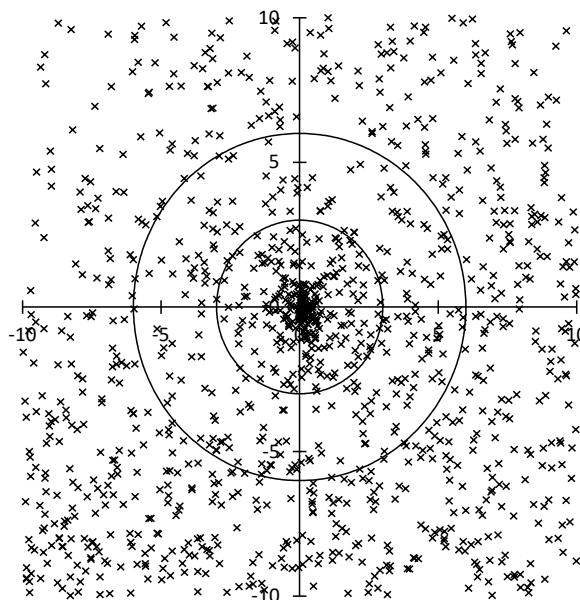
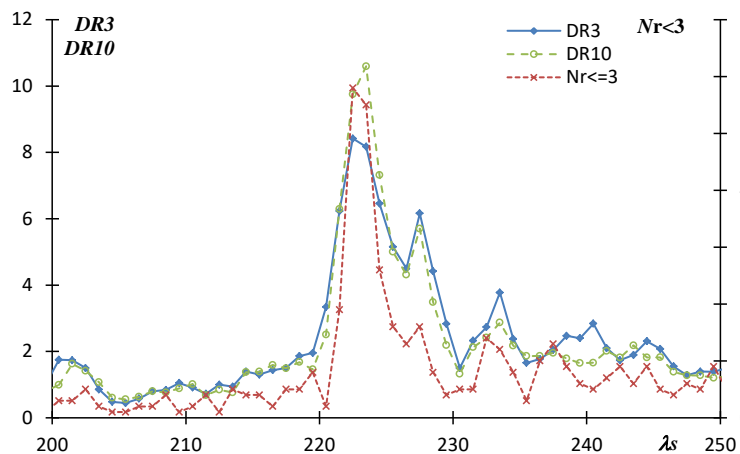
Code	$\lambda_s$	$\lambda - \lambda_s$	$\beta$
428DSV2	278.8	292.2	16.0
	$\lambda_s$	max	
Nr<=3	276.5	21	
DR3	275.5	12.6	
DR10	286.5	12.8	



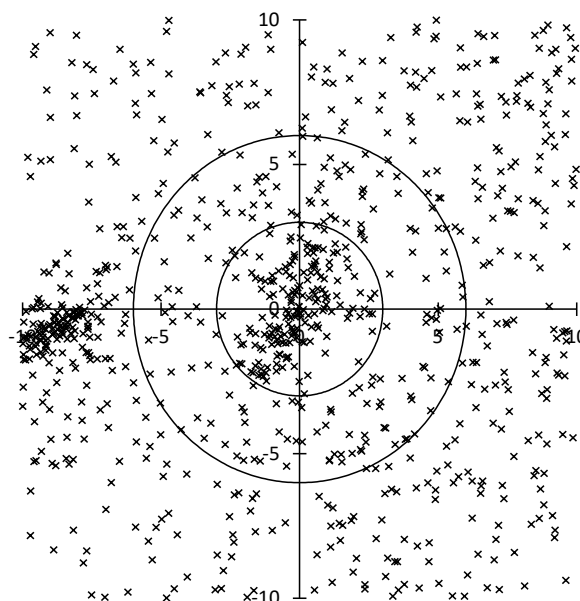
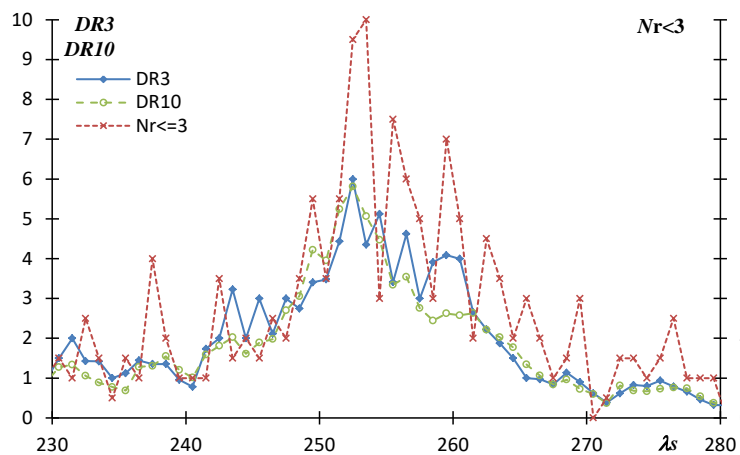
Code	$\lambda_s$	$\lambda - \lambda_s$	$\beta$
444ZCS	112.3	277.8	43.0
	$\lambda_s$	max	
Nr<=3	113.5	51	
DR3	113.5	15.1	
DR10	112.5	22.2	



Code	$\lambda_s$	$\lambda - \lambda_s$	$\beta$
445KUM	224.6	268.1	29.6
	$\lambda_s$	max	
Nr<=3	222.5	58	
DR3	222.5	8.4	
DR10	223.5	10.6	



Code	$\lambda_s$	$\lambda - \lambda_s$	$\beta$
502DRV	254.6	286.1	14.4
	$\lambda_s$	max	
Nr<=3	253.5	20	
DR3	252.5	6.0	
DR10	252.5	5.8	



Code	$\lambda_s$	$\lambda - \lambda_s$	$\beta$
529EHY	257.6	237.5	-14.7
	$\lambda_s$	max	
Nr<=3	261.5	36	
DR3	260.5	40.5	左半分を使用
DR10	261.5	8.9	

